தொலைக் காட்சி

மு. கலியபெருமாள்,

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல்

த. பா. நி. (க.வெ.) வரிசை எண்—752

தொலைக்காட்சி

ஆசிரியர்

மு. கலியபெருமாள், எம். எஸ்ஸி., டி.ஆர்.பி.,
இயற்பியல் துணைப் பேராசிரியர்,
அரசு கலைக் கல்லூரி, நந்தனம்,
சென்னை.

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—July, 1977
Number of copies—2,000

T.N.T.B.S. (C.P.) No. 752

© Government of Tamilnadu

TELEVISION

M. KALIYAPERUMAL

Price Rs. 8-60

Published by the Tamilnadu Textbook Society under the Centrally Sponsored Scheme of production of books and literature in regional languages at the University level, of the Government of India in the Ministry of Education and Social Welfare (Department of Culture), New Delhi.

This book has been printed on concessional paper made available by the Government of India.

Printed by
Shanmugam Press Private Ltd.,
Madras-1.

பதிப்புரை

தொலைக்காட்சி என்ற இந் நூல், தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் **752**ஆவது வெளியீடாகும். கல்லூரித் தமிழ்க் குழுவின் சார்பில் வெளியான **35** நூல்களையும் சேர்த்து இதுவரை **787** நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன. இந் நூல் மைய அரசு, கல்வி, சமூக நல அமைச்சகத்தின் 'மாநில மொழியில் பல்கலைக்கழக நூல்கள் வெளியிடும் திட்டத்'தின்கீழ் வெளியிடப் படுகிறது.

மேலாண்மை இயக்குநர்
தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

பொருளடக்கம்

			பக்கம்
1.	பிறந்த கதையும் வளர்ந்த வரலாறும்	...	1
2.	தொலைக்காட்சியின் பொது அமைப்பு	...	42
3.	தொலைக்காட்சியின் கோட்பாடுகள்	...	55
4.	படிவங்களைப் பிரித்தலும் சேர்த்தலும்	...	73
5.	வரிக்கண்ணோட்டம்	...	101
6.	படக்கருவிகள்	...	138
7.	படக்குழாய்கள்	...	169
8.	தொலைக்காட்சி வாங்கிகள்	...	200
9.	வாங்கும் வான்கம்பி	...	216
10.	வண்ணத் தொலைக்காட்சி	...	256
(i)	வரையறைகள்	...	283
(ii)	விடைகள்	...	285
(iii)	மேற்கோள் நூற்பட்டியல்	...	288
(iv)	கலைச்சொற்கள்	...	289
(v)	பெயர்க் குறிப்புகள்	...	303
(vi)	பொருட் குறிப்பு அகராதி	...	304

1. பிறந்த கதையும் வளர்ந்த வரலாறும்

மனிதனின் வேட்கை

இயற்கை அன்னையின் மடியிலே தவழுகின்ற மனிதன், தன்னைச் சுற்றிலும் கண்ணைத் திருப்புகின்றான். காணுகின்ற காட்சிகள் கண்ணுக்கு விருந்தாகின்றன. உள்ளத்திற்கு உவகை அளிக்கின்றன. ஒரு பக்கம், பொன்வண்ண மலரும், பல்வண்ண இதழுங் கொண்ட பூஞ்சோலை ; மற்றொரு பக்கம் மணம் பரப்பும் மல்லிகைக் காடு; வேறொரு பக்கம் பரந்து கிடக்கும் பனிமலை, பளபளக்கும் வெண்ணிறம். அடுத்த பக்கம் விரைந்து செல்லும் மக்கள் கூட்டம் ; அதற்கடுத்த பக்கம் விரும்பிய வண்ணமெலாம் செல்லும் கவின்மிகு காட்டு விலங்குகள், உயர்ந்தோரின் உள்ளம்போல ஓங்கி வளர்ந்த மரங்கள். இப்படி எத்தனையோ எழில் கொழிக்கும் காட்சிகளைத் தன் கண்ணின் வழியாக உள்ளத் திரையில் படிய வைத்துக் கொள்கிறான் மனிதன்.

காலம் விரைகிறது. பருவங்கள் மாறிமாறி வருகின்றன. மனித உடலில் எத்தனையோ மாற்றங்கள். ஆனால், ஆண்டுகள் பல கழிந்தும், பல ஆண்டுகளுக்கு முன் அவன் கண்ட, அன்று அவன் உள்ளத் திரையில் எழில் ஓவியமாக எழுதிவைத்த காட்சி இன்னும் மறையவில்லை; மங்கவில்லை. அது அன்றுபோல் இன்றும் பசுமையாக இருக்கிறது. என்றோ அவன் கண்ட காட்சி இன்றும் அவன் உள்ளத் திரையில் இருக்கிறது. அது அவனுக்கு மட்டுமே இனிமை பயக்கும்; மகிழ்ச்சி பெருக்கும். ஆனால், மற்றவர்களுக்குப் பயனில்லை. ஒருவருக்குத் தெரிந்த காட்சிகள் அவருக்கு மட்டுமே பயன்படுகின்றன. ஆனால், அது மற்றவருக்கும் பயன்படவேண்டும். அது மட்டுமன்று; கண்ணுக்குத் தெரியாத இடத்திலுள்ள காட்சிகளைக்கூட காணவேண்டுமென்ற எண்ணத் துடிப்பு ஒவ்வொரு மனிதனுக்கும் உண்டு. அது எவ்வாறு முடியும்? என்ற வினா எழுந்தது. வினாவுக்குக் கிடைத்த விடையே தொலைக்காட்சி என்னும் எழில்மிகு கருவி.

பொற்காலத்தின் புதுமை

19ஆம் நூற்றாண்டு உலக வரலாற்றில் ஒரு பொற்கால மாகும். அதுவும் சாதாரண பொற்காலமன்று. அஃது அறிவியற்

பொற்காலமாகும். காரணம், உலக வரலாற்றில் வேறு எந்த ஒரு நூற்றூண்டிலும் ஏற்படாத அறிவியல் வளர்ச்சி இந்த 19ஆம் நூற்றூண்டில் ஏற்பட்டிருக்கின்றது. இதற்கு முன்பு பிறக்காத புது எண்ணங்களும் பிறந்தன, தோன்ருத புதிய கருத்துகளும் இந் நூற்றூண்டில் தோன்றின. 19ஆம் நூற்றூண்டிற்குப் பிறகு வளர்ந்து வரும் பல்வேறு அறிவியல் கருத்துகளுக்கும் ஆராய்ச்சிகளுக்கும் வித்தூன்றிய நூற்றூண்டு அது. அந்த நூற்றூண்டில் பல புதுமைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. புதிய கருத்துகள் பல முகிழ்ந்து மலர்ந்தன. அந்தக் கருத்துகளின் அடிப்படையில் புதியன பல புனையப்பட்டன. அந்தப் புதியன வற்றில் தொலைக்காட்சி கருவியும் ஒன்று.

தொலைக்காட்சிப் பெட்டியின் கைப்பிடியைத் திருகியதும் எங்கோ நூற்றுக்கணக்கான கல் தொலைவிற்கப்பால் இருக்கும் காட்சிகளை நாம் காண்கிரும். கண்ணுக்குத் தெரியாத காட்சி களும், வேற்றுக் கோள்களின் தொலைக்காட்சிகளும் நம் கண் முன்னே கொண்டுவரப்படுகின்றன. பனி மலைகளின் வெண் முகடுகள், பல் வண்ணக் காட்சிகள், உலக நாடுகளின் கருத் தரங்குகள், ஓட்டப் பந்தய ஆட்டங்களின் நுண்காட்சிகள் இன்னோரன்ன பன்னிறக் காட்சிகள் யாவும் நம் கண்களுக்குத் தெவிட்டாத விருந்தளிக்கின்றன. இது இன்றைய நிலை.

ஆனல், இந்த நிலை உருவாவதற்கு நூறு ஆண்டுகளுக்கு மேல் ஆகியது. தொலைக்காட்சிக் கருவியில் மின்சாரம் ஓடுகிறது. எதிர்முனைக் குழாய் (cathode ray tube) இருக்கிறது. கம்பியில்லாமல் ஒளியையும் ஒலியையும் அனுப்பும் முறை வருகிறது. படம் பிடிக்கும் ஒளியியல் வருகிறது. மின்னணுவியல் வருகிறது. இதுபோன்று பல்துறைகளின் அறிவுத் தொகுதி சேர்ந்ததே தொலைக்காட்சியாகும். இந்தப் பல்துறைகளும் ஒரே நேரத்தில் பிறந்து வளர்ந்தவை அல்ல. ஒவ்வொன்றும் காலத்தால் முந்தியும், பிந்தியுமானவை. அவை ஒவ்வொன்றின் வளர்ச்சியும் முன்னேற்றமுமே தொலைக்காட்சிக்கு அடிப்படை யாக அமைந்தது. இன்று அது ஒரு சிறந்த கருவியாக—அறிவி யல், அரசியல், படையியல், மருத்துவ இயல், பொறியியல் போன்ற பல துறைகளின் முன்னேற்றத்திற்கும், வளர்ச்சிக்கும் உறுதுணை செய்கிறது.

தொலைக்காட்சியின் வித்து

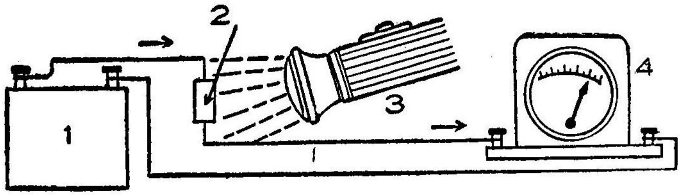
முதல் தொலைக்காட்சி 1926ஆம் ஆண்டு ஜனவரி திங்கள் 27ஆம் நாள் ஜான் லோகி பியர்டு (John Logie Baird) என்பவ

ரால் காட்டப்பட்டது. ஃபிரித் தெருவில் (Frith Street) ராயல் கழகத்தின் (Royal Institute) உறுப்பினர்களின் முன்னிலையில், தாம் அமைத்த தொலைக்காட்சிக் கருவியை அவர் விளக்கிக் காட்டினார். ஆனால் இந்த நிகழ்ச்சிக்கு 50 ஆண்டுகளுக்கு முன்பே இப்படித் தொலைவிலுள்ள பொருள்களைப் பிடித்து அனுப்ப

படம் 1-1.
ஜான் லோகி பியர்டு (John Logie Baird).

முடியும் என்ற எண்ணம் எம். சென்லாக் (M. Senlaeq) என்ற பிரெஞ்சுக்காரர் ஒருவரின் சிந்தனையில் முகிழ்ந்தது. அதற்கென்று அவர் ஒரு கருவியையும் அமைத்தார். அந்தக் கருவி, தொலை பொருள்களை நேரடியாகக் காட்டாமல் ஒரு தாளில் வரைந்து காட்டியது. ஆனால், அவர் கையாண்ட வரிக் கண்ணோட்ட முறை இன்றைய தொலைக்காட்சியில் வேறுவடிவத்தில் மின்னணு முறையில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

சென்லாக்கிற்கு முன்பே தொலைக்காட்சிபற்றிய எண்ணம் பலர் உள்ளத்தில் தோன்றியிருந்தது. இதற்கு அடிப்படைக் காரணம் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட செலினியம் (selenium)

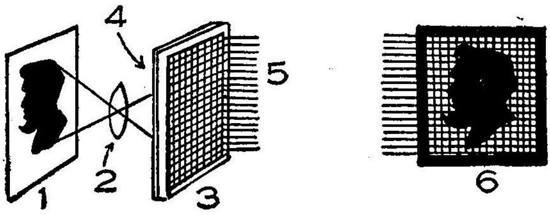


படம் 1-2.

செலினியத்தின் ஒளிமின் தன்மை.

1. மின்கலம்; 2. செலினியம்; 3: ஒளிவிளக்கு; 4. மின்னோட்டமானி.

என்ற ஓர் உலோகமேயாகும். இதை 1816ஆம் ஆண்டில் ஸ்வீடன் (Sweden) நாட்டு இயைபியல் வல்லுநராகிய பெர்சிலியஸ் (Berzelius) என்பவர் கண்டுபிடித்தார். எதிர் பாராத ஒரு சூழ்நிலையில் இந்த உலோகத்திற்கு தனித்தன்மை இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இந்த உலோகத்தின் மீது



படம் 1-3.

செலினியத்தின் ஒளிமின் தன்மையைப் பயன்படுத்தித் தொலைவிலுள்ள பொருள்களைக் கம்பி மூலம் அனுப்புதல்.

1. காட்ட வேண்டிய படம்; 2. குவி வில்லை; 3. செலினிய மின்கலங்கள்; 4. மின்கலத்தின்மீது விழும் படிவம்; 5. கம்பி இணைப்பு; 6. அனுப்பப்பட்ட படிவம்.

ஒளி பட்டதும் அதன் மின்தடை (electric resistance) மாறுபடுகின்றது. அதாவது, அதன் மின்தடை குறைகிறது. எனவே, அதனை ஒரு மின்சுற்றில் இணைத்து, அதன்மீது ஒளியை வேண்டிய அளவு பாய்ச்சி, மின்சுற்றில் மின்ஓட்டத்தை மாற்றலாம். அதாவது, அதன்மீது, ஒளிபடும்போது ஒளியின் ஆற்றலினால்

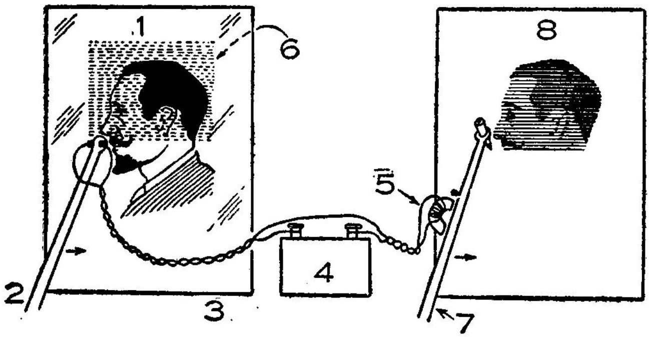
செலினிய அணுக்களிலிருந்து மின்னணுக்கள் (electrons) வெளிப் படுகின்றன. இதனால் மின்சுற்றில் மின்னேட்டம் மிகுதியாகிறது. ஒளி படுவதால் ஏற்படுகின்ற இந்த மின்சாரத்திற்கு ஒளி-மின்சாரம் (photo-electricity) என்று பெயர். ஒளிமின்னேட்டத்தின் அளவு, செலினியத்தின்மீது படும் ஒளியின் அளவைப் பொறுத்திருக்கிறது. இதனால் செலினியம், ஒளிமின் தன்மை (photo-electric) உடையது என்று சொல்லப்படுகிறது. இதனை மெய்ப்பித்துக் காட்டியவர் மே (May) என்பவராவார். செலினியத்தின் இந்த ஒளிமின்னியல்பைப் பயன்படுத்தித் தொலைவிலுள்ள பொருள்களின் படிவத்தைக் கம்பி (cable) மூலம் அனுப்பலாம் என்று சென்லாக் கூறினர். அவருடைய கருத்தைப் படம் 1-3 விளக்குகிறது.

இந்தக் கருவியில் குவிவில்லை ஒன்று இருக்கிறது. குவி வில்லைக்குப் பின்னே செலினிய மின்கலங்கள் (selenium cells) நூற்றுக் கணக்கில் தேனடைபோல் அடுக்கி வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு செலினிய மின்கலமும், மின்னடுக்கு ஒன்றின் வழியாக மறுமுனையிலுள்ள மின் குமிழ்களுடன் (bulbs) தொடர் அடுக்கு முறையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. குவி வில்லைக்கு முன்னே, காட்ட வேண்டிய படம் ஒன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. படத்தின் மீது ஒளிபடும்போது அதன் படிவம் (image) குவி வில்லையின் வழியாக செலினியத் திரையின் (selenium screen) மீது விழுகிறது. படிவத்தின் பல்வேறு பகுதியின் ஒளி-நிழல் (light and shadow) தன்மைகளுக்கேற்ப செலினிய மின்கலத்தில் மின்சாரம் தூண்டப் படுகிறது. ஒளி மிகுதியாகப்படும் பகுதியிலுள்ள செலினியத்தில் மிகுதியான மின்சாரம் தூண்டப்படுகிறது. ஒளி குறைவாகப் படும் பகுதியிலுள்ள செலினியத்தில் மின்சாரம் குறைவாகத் தூண்டப்படுகிறது. தூண்டப்படும் மின்சாரத்திற்கேற்ப செலினிய மின்கலங்களுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள மின் குமிழ்களில் வெளிச்சம் மாறுபடுகிறது. இந்த வெளிச்ச வேறுபாடு பொருள்களின் படிவத்தை மறுமுனையில் காட்டுகிறது.

1880-ல் தொலைக்காட்சி

1880-ல் தொலைக்காட்சி என்ற இந்தப் படத்தில் எளிமை கருதி படத்தில் மின்னடுக்கு காட்டப்படவில்லை. 1880-ல் மின் குமிழ்கள் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. எனவே, பொருள்களின் படங்களைக் காட்டுவதற்கு சென்லாக் என்பவர் டெலெக்ட்ராஸ்கோப் (telectroscope) என்ற கருவியைக் கண்டு பிடித்தார். சென்லாக் தன்னுடைய கருவியில் வரிக் கண்ணேட்

டக் (scanning) கருத்தைப் புகுத்தியது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். 1880-ல் தொலைக்காட்சி என்ற கருவியைப் பார்த்தால் படங்களை அனுப்புவதற்கு ஏராளமான கம்பிகள் தேவைப் பட்டன என்பது தெரியவரும். ஆனாலும் சென்லாக்கின் கருவி நடைமுறைக்கு மிகவும் ஒத்ததாக இருந்தது.



படம் 1-4.

சென்லாக்கின் டெலக்ட்ராஸ்கோப்

1. கண்ணாடித் திரையில் குவிக்கப்பட்ட படம்; 2. நகரும் செலினியத் துண்டு; 3. கண்ணாடித் திரை; 4. மின்னடுக்கு; 5. மின்காந்தம்; 6. வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பு; 7. எழுதுகோல் (பென்சில்); 8. பொருளின் படிவம்.

இந்தக் கருவியில் ஒளிப்படக் கருவி (box camera) போன்ற ஓர் அமைப்பு இருந்தது. திரைக்காகத் தேய்க்கப்பட்ட கண்ணாடி ஒன்று அதில் இருந்தது. ஒரு குவி வில்லையின் உதவியால் இந்தக் கண்ணாடியின்மேல் பொருளின் படிவம் விழுந்தது. இந்தக் கண்ணாடியின்மேல் ஒரு செலினியத் துண்டு மேலிருந்து கீழாக முன்னும் பின்னும் நகர்ந்தது. செலினியத்தில் இருந்து வரும் இரண்டு கம்பிகள் ஒரு மின்னடுக்கியின் (battery) வழியாக வாங்கியிலுள்ள (receiver) மின்காந்தம் (electromagnet) ஒன்றினைச் சுற்றிச் சென்றது. மின்கலத்தோடு ஓர் எழுது கோல் (pencil) இணைக்கப்பட்டிருந்தது. இந்த எழுதுகோல் படத்தை மிக அழகாக எழுதியது. செலினியம் படத்தை வரிக் கண்ணோட்டம் செய்வதற்கு ஏற்ப எழுதுகோலின் நுண்ணிய முனை ஒரு தாளின்மேல் நகருமாறு அமைக்கப் பட்டிருந்தது. செலினியத்திலிருந்துவரும் மாறு மின்னோட்டம் (varying current) எழுதுகோல் நகரும்போது அதனை அழுத்தும் படியான ஒரு பொறியை இயக்கியது. இதனால் பொருளைப் போன்றதொரு படிவம் தாளின்மேல் வரையப்பட்டது.

பின்னர், 1880-ல் சென்லாக் வேறொரு திட்டத்தை வெளியிட்டார். படத்தை வரைவதற்குப் பதிலாக அதை ஒளியினாலேயே மீண்டும் திரையில் கொண்டுவரலாம் என்றார். அதற்கு அவர் செலினிய மின்கலம் கொண்ட ஒரு தொகுப்பைப் பயன்படுத்தினார். இதன்மீது குவிவில்லையினால் பொருளின் படிவம் குவிக்கப்பட்டது. கருவியில் எத்தனை செலினிய மின் கலங்கள் இருக்கின்றனவோ, அத்தனை சிறு பகுதிகளாகத் திரை பிரிக்கப்பட்டிருந்தது. ஒவ்வொரு பிரிவிலும் ஒரு பிளாட்டினக் கம்பி இணைக்கப்பட்டிருந்தது. இதன் வழியே மின்சாரம் செல்லும்போது பிளாட்டினம் ஒளிவிட்டது. இது '1880-ல் தொலைக்காட்சி' என்ற அமைப்பைப் போன்றது. சென்லாக் இதிலும் வரிக் கண்ணோட்ட முறையைப் புகுத்தினார். இதில் வரிக் கண்ணோட்ட முறை மிக விரைவாகச் செயல்படுமென்று கருதினார். ஒரு நேரத்தில் ஒரு செலினிய மின்கலமும், ஒரு பிளாட்டினக் கம்பியும் சேர்ந்து (இயங்குமாறு) செலினிய மின்கலங்களும் பிளாட்டினக் கம்பிகளும் ஒரு நழுவு இணைப்பினால் (sliding switch) சேர்க்கப்பட்டிருந்தன. கண்ணுக்கு இருக்கும் இயற்கையான நினைவாற்றலினால் (eye memory) பொருளின் படிவத்தைத் தெளிவாகப் பார்க்க முடியும்.

சென்லாக் இப்படி ஒரு முறைக்குத் திட்டமிட்டார் என்றாலும் அந்தக் கருத்துப்படி கருவியை அமைத்தாரா என்பது வினாவிற்குரியதாயுள்ளது. அவர் அப்படி அமைத்து இயக்கி இருப்பாரானால் அது வேலை செய்வது கடினமாக இருந்திருக்கும்.

பிட்வெல்லின் பெரு முயற்சி

சென்லாக்கின் கருத்தை ஏற்று தொலைக்காட்சியைக் காட்டப் பலர் முயன்றனர் என்றாலும் ஷெல்ஃபோர்டு பிட்வெல் (Shelford Bidwell) என்ற ஒருவர்மட்டுமே அதில் வெற்றி பெற்றார். அவருடைய கருவி இன்னும் தெற்கு கென்ஸிங்டனிலுள்ள (South Kensington) அறிவியல் பொருட்காட்சி சாலையில் (Science Museum) இருக்கிறது. அதனை அவர் 1881-ல் செய்து ராயல் கழகம் (Royal Institute), இயற்பியல் மன்றம் (Physical Society), பிரிட்டன் அறிவியல் வளர்ச்சிக் கழகம் (British Association for the Advancement of Science) இவற்றிற்கு முன் இயக்கிக் காட்டினார்.

அக் கருவி படங்களைக் கம்பி மூலம் வாங்கி அனுப்பியது. அங்கு அவை வரிவரியாக அச்சடிக்கப்பட்டன, அதில்

பிட்வெல் மிகச் சிறந்த வரிக்கண்ணோட்ட முறையைப் பயன்படுத்தினர். படம் அனுப்புகிற இடத்தில் படத்தின் படிவம் ஒரு பெட்டியின் முன்பகுதியின்மேல் குவிக்கப்பட்டது. பெட்டியின் முன் பகுதியில் ஊசி முனையின் அளவுக்கு நுண்ணிய துளை ஒன்றிருந்தது. ஊசித் துளையின் (pin hole) பின்னே ஒரு செலினிய மின்கலம் இருந்தது. பெட்டி செங்குத்தாக மேலும் கீழும் நகருமாறு அமைக்கப்பட்டது. அதிலுள்ள மற்றொரு திருகு (screw) பெட்டியைப் பக்கவாட்டில் நகரும்படி செய்தது. எனவே, இந்த முறையினுல் படம் அனுப்பும் கருவி இயங்கும்போது பெட்டியின் முன்பாகம் மேலும் கீழும் நகருவதாலும், பக்கவாட்டில் அசைவதாலும், ஊசித் துளை, படத்தின் குறுக்கே இடவலமாக வளைந்து வளைந்து சென்றது. இவ்வாறு பிட்வெல்லின் கருவியில் வரிக்கண்ணோட்ட முறை செயல்படுத்தப்பட்டது.

கருவியின் மறுபகுதியாகிய வாங்கியில் (receiver) பொட்டாசியம் அயோடைடில் (potassium iodide) நனைத்த ஒரு தாள் உருளை ஒன்றினைச் சுற்றிச் சுற்றப்பட்டிருந்தது. தாளின் மேல் புறத்தை ஒரு பிளாட்டினக் கம்பியின் முனை அழுத்தியது. உருளை சுழலும்போது அதன் மேலுள்ள பிளாட்டின முனை (platinum point) பரப்பியிலுள்ள (transmitter) ஊசித் துளை நகர்வதற்கேற்ப நகர்ந்தது. பிளாட்டின முனை செலினிய மின் கலத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தது. கருவி இயங்கும்போது தாளின் மேல் பிளாட்டின முனையும் நகர்ந்தது. அப்போது தாளிலுள்ள பொட்டாசிய அயோடைடு, பிளாட்டின முனை வழியே செல்லும் மின்சாரத்தினுல் கருஞ்சிவப்பாக (brown) மாறியது. பரப்பியிலுள்ள செலினிய மின்கலமும், வாங்கியிலுள்ள பிளாட்டின முனையும் ஒத்து இயங்குவதால் படம் கருஞ்சிவப்பான இணைகோடுகளால் ஆக்கப்பட்டது. பிளாட்டினத்தின் வழியாகச் செல்லும் மின்சாரத்தின் வலிமைக்கேற்ப கருஞ்சிவப்பு வரியும் அமைந்தது. இறுதியில், படிவத்திலுள்ள ஒளி-நிழலான பகுதிகள் வாங்கியில் படமாகத் திரும்பப் பெறப்பட்டன.

அதே நேரத்தில் மரைஸ் லெப்லாங் (Maurice Leblanc) என்ற பிரெஞ்சுக்காரர், வரிக் கண்ணோட்ட முறையில் ஆடியைப் (mirror) பயன்படுத்தும் வழியைக் கூறினர். இந்த வரிக் கண்ணோட்ட முறை மிகவும் சிறப்பாக இருந்தது என்றுலும் அதனை வாங்கியோடு (receiver) ஒத்துச் செயலாக்க முடியாததால் அந்த முறை வெற்றி பெறவில்லை.

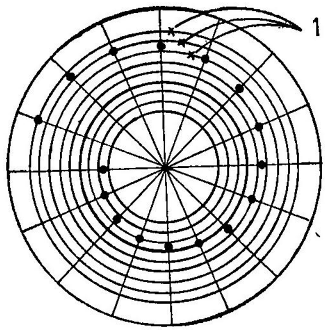
எனவே, 1880ஆம் ஆண்டை ஒட்டிய காலத்தில் தொலைக் காட்சியைப்பற்றிய அடிப்படைக் கருத்துகள் (basic ideas) பரவலாக நிலவத் தொடங்கிவிட்டன என்று கூறலாம். அப்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்ட சில கருவிகளும், தொலைவரை முறைப்படி (telegraphy) படங்களை அச்சடிப்பதாக இருந்தனவேயன்றி தொலைக்காட்சியை நாம் இன்று புரிந்து கொண்டிருப்பது போன்று தெளிவாக இல்லை. அதற்கு, மேலும் 45 ஆண்டுகள் பொறுத்திருக்க வேண்டியிருந்தது. அப்பொழுது பிட்வெல்லின் பட தொலைவரைவியைத் (picture telegraph) தவிர வேறு எந்தக் கருத்தும் நடைமுறைக்கு ஒத்ததாக இல்லை. இதற்கிடையில், செலினியத்தின்மேல் ஒளியின் விளைவு கண்டு பிடித்ததைத் தொடர்ந்து, வேறு பல முக்கியமான அறிவியல் நிகழ்ச்சிகள் தொடர்ந்து நிகழ்ந்தன. கிரகாம் பெல் (Graham Bell) 1876-ல் தொலைபேசியைக் கண்டுபிடித்தார். இரண்டாண்டிற்குப் பிறகு (1878-ல்) டேவிட் ஹியூக்ஸ் (David Hughes) ஒளிவாங்கியைக் (microphone) கண்டுபிடித்தார். 1888-ல் ஹென்ரிச் ருடால்ஃப் (Henrich Rudolph) கம்பியில்லா அலைகளைப் (wireless waves)—வானொலி அலைகளைப் பற்றி—ஆய்வு நடத்திக்கொண்டிருந்தார்.

நிப்கோவ் தட்டு

1880ஆம் ஆண்டுகளில் 'தொலைக்காட்சி' என்ற சொல்லே வழக்கிற்கு வரவில்லை. ஆனால், அதே கருத்து 'மின்தொலை வரைவியால் பார்த்தல்' (seeing by electric telegraph) என்ற சொல்லால் விளக்கப்பட்டது. இந்த நேரத்தில் 1884-ல் டாக்டர் பால் நிப்கோவ் (Dr. Paul Nipkow) என்ற ஜெர்மன் பொறியாளர் 'மின் தொலைநோக்கி' (electric telescope) என்ற கருவியைப் படைத்தார். இவருடைய கருவியில் தொலைக் காட்சியில் காட்டவேண்டிய பொருளைப் பல சிறு பகுதிகளாகப் பிரித்து ஆராய்வதற்கென ஒரு தட்டு இருந்தது [படம் 1-5(a)]. இதற்கு நிப்கோவ் தட்டு (Nipkow's disc) என்று பெயர். அதனை வரிக்கண்ணோட்ட உருளை (scanning wheel) என்றும் கூறுவர். நிப்கோவின் இந்தக் கண்டுபிடிப்பு தொலைக்காட்சியின் வரலாற்றில் மிக முக்கியமானதோர் இடத்தைப் பெறுகிறது. ஏனெனில், தொலைக்காட்சியின் வளர்ச்சிக்கு இந்தத் தட்டே மையமாக அமைந்துள்ளது.

இனி, நிப்கோவ் தட்டின் அமைப்பு என்ன? என்பதைக் காண்போம். இதற்கு அட்டையில் செய்த நிப்கோவ் தட்டின்

ஒரு மாதிரி அமைப்பை எடுத்துக் கொள்வோம். தட்டில் பல சிறு துளைகள் சுருள் வடிவில் (spiral) போடப் பட்டிருக்கின்றன. அதாவது தட்டிலுள்ள மேல் துளையிலிருந்து ஒவ்வொரு துளையும் வட்டத்தின் மையத்தை நோக்கி நகருமாறு துளைகள் போடப்பட்டிருக்கின்றன. கருவியின் மற்றப் பகுதிகள் மரத்தினுல் செய்யப்பட்டிருக் கின்றன. தட்டை மிக விரைவாகக் கையால் சுற்ற முடியும் அல்லது மின் உந்தியினுல் (electricmotor)இயக்கமுடியும். இந்தக் கருவி முதலில் படத்தைச் சிறுசிறு பகுதிகளாகப் பிரிப்பதற்கும்(dissecting), பிரிக்கப்பட்ட பகுதிகளைப் பின்னர் வாங்கியில் (receiver) ஒன்று சேர்ப்பதற்கும் பயன்படுகிறது. பிரித்தல், ஒன்றுசேர்த்தல் (reconstruction) ஆகிய இரு வேலைகளும் ஒரே மாதிரியானவையே என்ருலும் வரிக் கண்ணேட்டத் தட்டு எவ்வாறு படத்தைச் சிறுசிறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கின்றது என்பதைக் காண்போம்.

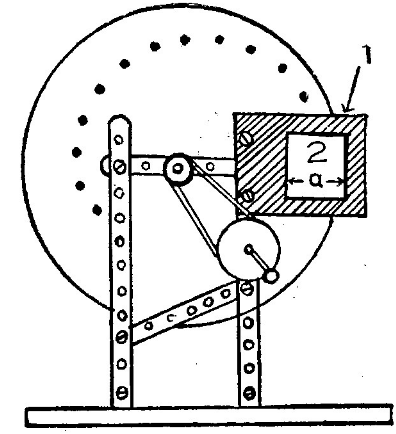


படம் 1-5(a).
நிப்கோவ் தட்டின் அமைப்பு.

தொலைக்காட்சிக்காக ஒரு படத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். இந்தப் படம் மிகவும் முனைப்பாகவும் (bold), தெளிவாகவும் இருக்கவேண்டும். அத்துடன் அது வெள்ளை, கருப்பு நிறத்திலும் அமைதல் வேண்டும். படத்தை ஒரு சுவரிலோ வரைபலகையின் மீதோ குத்தி வைக்கவும். கதிரொளி அல்லது மின் விளக்கினுல் படத்தில் ஒளியூட்டவும். விளக்கின் மீது ஒரு படிமைத் தாளை (tracing paper) வைத்து ஒளியை விரவச் செய்யவும். நிப்கோவ் தட்டை படத்திற்கு நேராக வைத்து வலஞ்சுழியாக மெதுவாகச் சுற்றவும். நோக்குச் சட்டத்திற்கு (viewing frame) அருகில் கண்ணை வைத்து, என்ன நிகழ்கிறது என்பதைப் பார்க்கவும் [படம் 1-5(b)].

உருளை ஒருமுறை சுற்றும்போது சட்டத்தின் ஒரு புறத்தில் ஒளிப்பொட்டுகள் (spots of light) படத்தின் குறுக்கே மெதுவாகக் கீழ்நோக்கி இறங்கத் தொடங்குகின்றன. பிறகு மீண்டும் சுற்றும் போது முன்போலவே தொடங்கி ஒளிப்பொட்டுகள் கீழிறங்கு

கின்றன. இப்போது நாம் நகரும் பொட்டுகளைப் (moving spots) பார்க்கின்றோம். பிறகு தட்டை மிக விரைவாகச் சுற்றிக் கொண்டே பார்த்தால் செவ்வக வடிவுள்ள ஒளியானது (rectangle of light) சட்டம் முழுவதும் நிரம்பி இருப்பதைக் காணலாம். இதற்குக் காரணம் கண்ணின் நினைவாற்றலே (eye memory or persistence of vision) ஆகும்.



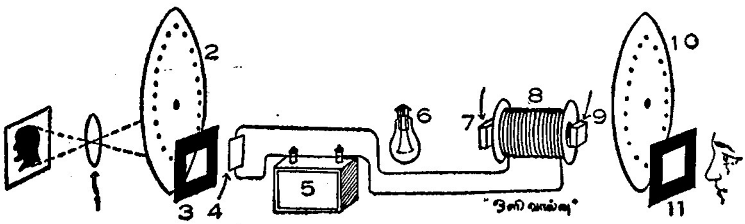
படம் 1-5(b).
நிப்கோவ் தட்டின் செயல்முறை
1. நோக்குச் சட்டம்; 2. துளை.

இயற்கையின் பேரருள்

நாம் பிரகாசமான ஒளியைப் பார்த்து, நமது கண்களை மறுபுறத்தில் திருப்பிய பிறகும் அந்த ஒளி நமது கண்களுக்குத் தெரிவதுண்டு. இது கண்களுக்குள்ள இயல்பான பண்பாகும். கண் பார்த்த ஒளியைத் தன்னகத்தே மிகச் சிறிது நேரம் தேக்கி வைத்துக்கொள்ளும். இந்தத் தன்மைக்குக் கண்ணின் நினைவாற்றல் (eye memory or persistence of vision) என்று பெயர். இத்தகைய இயற்கையோடு ஒன்றிய இயல்பின் அடிப்படையில் தான் திரைப்படம், தொலைக்காட்சி போன்றவை ஆக்கப் பட்டிருக்கின்றன. கண்ணுக்கு இத்தகைய பண்பில்லையென்றால் நாம் திரைப்படத்தையோ தொலைக்காட்சியையோ காண முடியாது. கண்கள் தாம் காணும் ஒளியைத் தம்முள் ஒரு வினாடியில் 16-ல் ஒரு பங்கு நேரமே (மிகச்சிறிய நேரமே) தன்னிடத்தில் நிறுத்தி வைத்துக் கொள்கின்றன. எனவே, நம் கண்ணில் தோன்றும் நகரும் பொட்டுகளுக்குப் பதிலாக நாம் படத்தைத் தொடர்ந்து பார்க்க வேண்டுமானால், கடைசிப் பொட்டு வரும்வரை முதல் பொட்டைக் கண் நினைவில் வைத்திருக்க வேண்டும். அதாவது, படத்தை ஆக்கு எல்லாப் பொட்டும் களும் மிகச் சிறிய நேரத்தில் (fraction of a second) தோன்ற வேண்டும்.

தட்டைச் சுற்றும்போது துளைகள் ஒவ்வொன்றும் படத்தின் மேல் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக மேலிருந்து கீழாகச் செல்கின்றன.

இவ்வாறு படத்தில் எத்தனை துளைகள் இருக்கின்றனவோ அத்தனை சிறு கீற்றுகளாகப் (strips) படம் பிரிக்கப்படுகிறது. இங்கு வரிக் கண்ணோட்டம் கிடைமட்டமாக (horizontal) இருப் பதற்கு பதிலாகச் செங்குத்தாக (vertical) இருக்கிறது.



படம் 1-6.

நிப்கோவின் 'மின் தொலைநோக்கி'

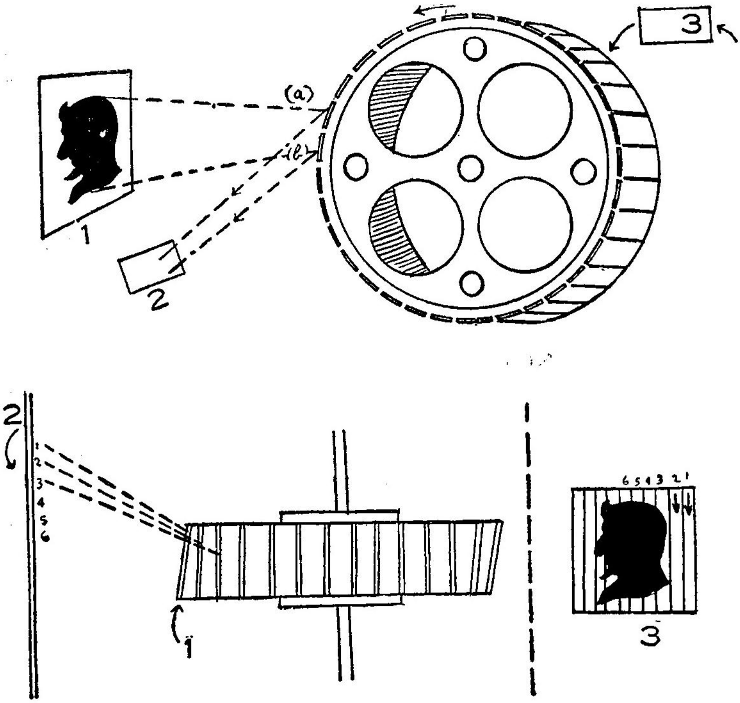
1. வில்லை; 2. நிப்கோவ் தட்டு; 3. நோக்குச் சட்டம்; 4. செலினியம்; 5. மின்னடுக்கு; 6. விளக்கு; 7, 9. முப்பட்டகங்கள்; 8. சுருள்; 10. நிப்கோவ் தட்டு; 11. நோக்குத் திரை.

டாக்டர் நிப்கோவின் 'மின் தொலைநோக்கி' என்னும் கருத்து (electric telescope) படங்களைக் கம்பிகளின் மூலம் அனுப்புவதற்குரிய திட்டமாகும். இதில் நோக்கும் சட்டத்திற்கு முன்னால் கண்ணுக்குப் பதிலாக ஒரு செலினிய மின்கலம் இருந்தது. நிப்கோவ் தட்டிலுள்ள துளையின் வழியே வந்து செலினிய மின்கலத்தின்மீது விழும் ஒளிக்கேற்ப மின்கலத்தி லிருந்து செல்லும் மின்சாரத்தின் அளவும் மாறுபடும். அவர் படத்தைப் பகுப்பதற்கும் (dissecting) செலினிய மின்கலத்தி லிருந்து ஓரிணைக் கம்பிகளின் வழியே மின்சாரத்தை அனுப்பு வதற்கும் ஒரு தட்டு வேண்டுமென்ற கருத்தைத் தெரிவித்தார். அதுபோலவே படம் வாங்கும் கருவியில் (receiver) பகுக்கப்பட்ட படத்தை ஒருங்கிணைக்க மற்றொரு தட்டு வேண்டுமென்றார். கம்பிகளின் மூலம் செல்லும் மின்னோட்டம் அக் கம்பிகளின் மறு முனையிலுள்ள இரண்டாவது நிப்கோவ் தட்டின் வழியாக நோக்கும் சட்டத்திற்குச் செல்லும் ஒளியின் அளவைக் கட்டுப் படுத்தியது.

நோக்கும் சட்டத்தில் படம் தெளிவாகத் தெரிய வேண்டு மானால் இரண்டு தட்டுகளிலுள்ள துளைகளும் ஒரே நிலையிலிருந்து தொடங்கி ஒரே வேகத்தில் சுற்றவேண்டும்.

வெயிலரின் கண்ணுடி உருளை

ஆனுல், நிப்கோவ் தொலைக்காட்சிக் கருவியில் இருந்த செலினிய மின்கலம், ஒளிப் பொட்டு தன்மேல் நகரும் மிகச்



படம் 1-7.

வெயிலர் கண்ணுடி உருளை

1. பொருள்; 2. செலினிய மின்கலம்; 3. கண்ணுடித் துண்டுகள்.

சிறிய நேரத்திற்குள் மின்னேட்டத்தை ஒளியாக மாற்றுகிற அளவுக்கு விரைவாகச் செயல்படவில்லை. அதோடு இதில் ஏற்படும் மின்னேட்ட மாறுபாடு, ஒளியின் பிரகாசத்தை எந்த ஓர் அளவுக்கும் மாற்றுகிற அளவுக்குப் போதுமானதாகவும் இல்லை. இந்தக் குறைகளின் காரணமாக நிப்கோவ் அமைப்பினுல் (Nipkow's system) அனுப்பப்பட்ட படங்கள் தெளிவில்லாமல் சாம்பல் நிற நிழலாகத் தோன்றின. தோல்விகள் எத்தனை வந்தாலும் தொலைக்காட்சி பற்றிய ஆர்வம் மக்களுக்குக் குறைய வில்லை. தளரா உள்ளத்தோடு தொடர்ந்து அவர்கள் புதுப்புது வழிகளைக் கண்டு கொண்டிருந்தனர். அவர்களுள் எல். வெயிலர்

(L. Weiller) என்பவரும் ஒருவர். அவர் 1889-ல் நிப்கோவ் தட்டிற்கு மாருக (alternate) வேருென்றைச் செய்தார். இது உருளை வடிவமானது. இதன்மேல் சிறிய கண்ணுடித் துண்டுகள் பல கோணங்களில் பதிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. உருளை சுழலும் போது படத்தின் ஒவ்வொரு பகுதியும் திருப்பப்பட்டு செலினிய மின்கலத்தின் மீது விழுகிறது. பிற்காலத்தில் இந்த வெயிலர் கண்ணுடி உருளை (Weiller's mirror drum) தொலைக்காட்சி அமைப்புகளிலும் சேர்க்கப்பட்டது.

பல்துறை ஆய்வும் ஒளி மின்கலமும்

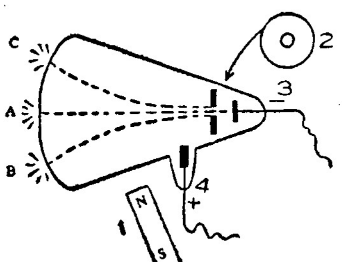
உலகின் பல்வேறு பகுதிகளிலும் அறிவியலின் பல துறைகளில் தொடர்ந்து தொலைக்காட்சி பற்றிய ஆய்வுகள் நடந்த வண்ணமிருந்தன. ஹெர்ட்சின் (Hertz) ஆராய்ச்சியைப் பின்பற்றிச் செய்த அறிவியலார் 1900-ல் கம்பியில்லா அலைகளைச் (wireless waves) சிறு தொலைவுக்கு அனுப்புவதிலும் (sending), வாங்குவதிலும் (receiving) வெற்றி கண்டனர். இவர்களில் சிலர் ஒளி அலைகளுக்கும் கம்பியில்லா அலைகளுக்கும் உள்ள தொடர்பை அறிய ஆய்வு நடத்திஞர்கள். ஹெர்ட்ஸ் நடத்திய மற்ற ஆய்வுகள் ஒளிமின்கலம் செய்வதற்கான வழிகளை வகுத்தன. இந்த ஒளிமின்கலம் (photo-electric cell) இப்போது செலினியம் இருந்த இடத்தைப் பிடித்துக் கொண்டது. செலினியத்தைவிட ஒளிமின்கலம் பல வகைகளில் சிறந்ததாய் இருந்தது. அதன்மீது ஒளி பட்ட மாத்திரத்திலேயே இயங்கக் கூடிய தன்மை வாய்ந்தது. ஆனுல், அதில் கிடைத்த மின்சாரம் மிகச் சிறிய அளவேயாகும்.

இந்த நேரத்தில் கிராமஃபோனையும் (gramophone) வேறு பல கருவிகளையும் கண்டுபிடித்த எடிசன், அமெரிக்காவிலுள்ள நியூ ஜெர்சியில் (New Jersey) அசையும் படங்கள் (moving pictures) பற்றி ஆய்வு நடத்திக் கொண்டிருந்தார்.

மின்சாரம் பற்றிய ஆய்வு நடத்திக் கொண்டிருந்தவர்கள் அது, தீப்பொறியை உண்டாக்குமெனக் கண்டனர். உராய்விஞல் (friction) தீப்பொறிகளை உண்டாக்க முடியும் எனவும் கண்டனர். அதோடு பெரிய மின்னடுக்குகளில் இருந்துவரும் கம்பிகள் தற்செயலாக ஒன்றுசேரும்போது தீப்பொறிகள் வரும் என்று கண்டுபிடித்தனர். காற்று மின்சாரத்தைக் கடத்தாத ஒரு பொருள். ஆனுல் மிகை மின்னழுத்தம் உள்ள மின்சாரம் செல்லும் கம்பிகளை அருகில் கொண்டு வந்தால் மின்னழுத்தம் கம்பிகளுக்கிடையே உள்ள காற்றை மின் கடத்தும்படியாகச் செய்கின்றன.

எதிர்பாராத எதிர்முனைக் குழாய்

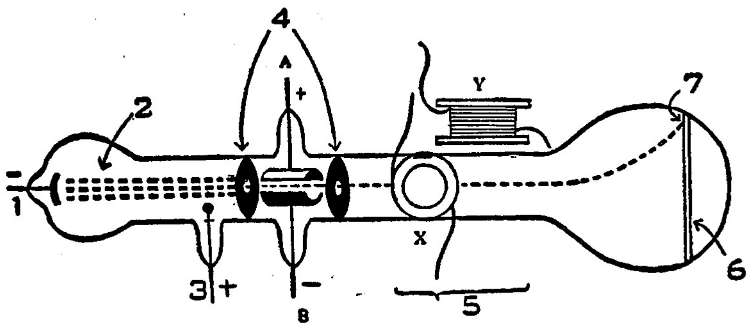
1878-ல் ‘வெற்றிடத்தில் மின்சாரம்’ என்பதுபற்றிச் சில அறிவியலார் ஆராயத் தொடங்கினர். அதன் விளைவாக ஜோசப் ஸ்வான் (Joseph Swan) என்பவர் இன்று பழக்கத்திலிருக்கும் முதல் மின்விளக்கைக் கண்டுபிடித்தார். இவரின் மின்விளக்கு ஒளியூட்டுவதற்குப் பயன்படுவதோடு கம்பியில்லா (வானொலி) வால்வு கண்டுபிடிப்பதற்கும் வழிவகுத்தது. அதே ஆண்டில் சர் வில்லியம் க்ரூக்ஸ் (Sir William Crookes) என்பவர் வெற்றிடத்தில் மின்பொறி (electric sparks) என்பது பற்றி ஆராய்ந்துகொண்டிருந்தார். வெற்றிடமாக்கப்பட்டுள்ள குழாயினுள் மிக அழுத்தமுள்ள மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சும்போது எதிர்முனையிலிருந்து (cathode) ஒருவகைக் கதிர்கள் வருகின்றன என்று கண்டார். இறுதியில் அந்தக் கதிர்கள், எதிர்மின்னேற்றமுள்ள மின்னணுக்கள் (electrons) என்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அந்த எதிர்முனைக் கதிர்கள் சிலவகைக் கண்ணாடி, ஒளிரும் பொருள்கள் இவற்றின்மீது படும்போதுதான் கண்ணுக்குப் புலனாகும். மற்றபடி சாதாரணமாக அவை கண்ணுக்குத் தெரிவதில்லை. க்ரூக்ஸின் ஆராய்ச்சி கடைசியில் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் (cathode ray tube) என்ற கருவியைக் கண்டுபிடிக்க உதவியது. இந்தக் கண்டுபிடிப்பு, தொலைக்காட்சி வரலாற்றில் மற்றொரு மைல் கல்லாகும். எதிர்முனைக் கதிர்க்குழாயைக் கண்டுபிடித்தவர் கார்ல் பிரான் (Karl Brawn) என்ற ஜெர்மன் அறிவியலார் ஆவார். இதை அவர் 1897ஆம் ஆண்டு செய்தார்.



படம் 1-8.
எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய்.
1. காந்தம்; 2. உலோகக் காப்பு; 3. எதிர்முனை; 4. நேர்முனை; A.B.C. ஒளிரும் திரையில் மின்னணுக் கற்றை.

எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயில் வரும் கதிர்களைக் காந்தத்தினால் நகரும்படி செய்ய முடியும் என்ற முக்கியமான கண்டுபிடிப்பைச் செய்தவர் பிரான் ஆவார். இதனால் எதிர்முனைக் குழாயின் திரையில் தோன்றும் ஒளிப்பொட்டை (light spot) அசையும்படி செய்யலாம் என்று காட்டினார். இந்த முறைப்படிதான் இன்றைய தொலைக்காட்சிக் கருவியிலுள்ள எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய்கள் வேலை செய்கின்றன. ஆனால், காந்தக் கட்டைக்குப் பதிலாக

மின் காந்தத்தைத் தரும் கம்பிச் சுருள்கள் பயன்படுத்தப்படு கின்றன. என்றாலும் தன்னுடைய எதிர்முனைக் குழாயைத் தொலைக்காட்சிக்குப் பயன்படுத்தலாம் என்பதைப் பிரான் சொல்லவில்லை. அவர் எதிர்முனைக் கதிர்களைப்பற்றி ஆராய்வதில் மட்டுமே ஆர்வம் கொண்டிருந்தார். எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் களைத் தொலைக்காட்சிக்குப் பயன்படுத்தலாம் என்று நினைத்தவர் போரிஸ் ரோசிங் (Boris Rosing) என்ற ருசிய அறிவியலார் ஆவார். 1907-ல் அவர் தொலைக்காட்சி வாங்கியில் (television receiver) எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைப் பயன்படுத்தலாம் என்ற கருத்தை வெளியிட்டார். இன்றைய தொலைக்காட்சி வாங்கியில் அவருடைய கருத்தே பயன்படுத்தப்படுகிறது. எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் வரிக் கண்ணோட்டம் செய்கிறது. குழாயின் மறு முனையில் உள்ள திரையில் படம் தோன்றுகிறது.



படம் 1-9.

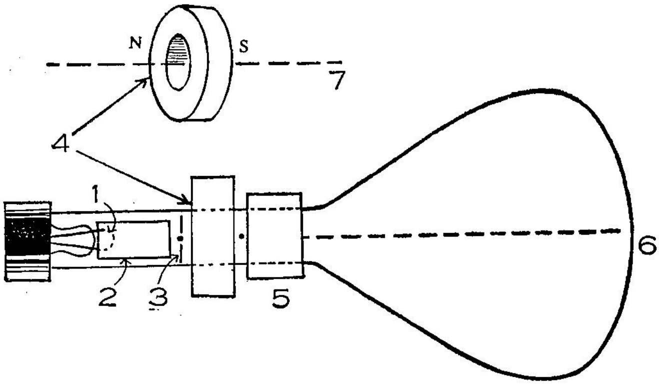
ரோசிங்கின் தொலைக்காட்சி வாங்கியின் அமைப்பு.

1. எதிர்முனை; 2. எதிர்முனைக் கதிர்கள்; 3. நேர்முனை; 4. மின்னணுக் கற்றையைக் கட்டுப்படுத்தும் தகடுகள்; 5. விலகல் சுருள்கள்; 6. ஒளிரும் திரை; 7. திரையின்மேல் விலகப்பட்ட மின்னணுக்கற்றை.

A, B—ஒளிர்வைக் கட்டுப்படுத்தும் தகடுகள், X—கிடைமட்ட விலக்குச் சுருள், Y—செங்குத்து விலக்குச் சுருள்கள்.

ரோசிங் பரப்பில் (Rosing transmitter) எந்திர வரிக் கண்ணோட்ட முறை பயன்படுத்தப்பட்டது. இதற்கெனச் செம்மை யாக்கப்பட்ட இரு கண்ணாடி உருளைகள் பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆனால், ரோசிங்கின் ஒளிமின்கலங்களில் ஏற்பட்ட மின்னோட்ட மாற்றங்கள் மிகச் சிறிய அளவாகவிருந்தன. அதோடு அவரு டைய காலத்தில் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் மிகவும் குறை பாடுகள் உள்ளனவாயிருந்தது. இந்தக் காரணங்களினால் ரோசிங்கின் தொலைக்காட்சி அமைப்பு வெற்றி பெறவில்லை.

ஆனால் அவருடைய மாணவரான விலாடிமிர் சுவோரிகின் (Vladimir Zworykin) என்பவர் தமது 10 ஆண்டுகள் கடும் உழைப்பிற்குப் பின் 1933ஆம் ஆண்டில் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைப் பயன்படுத்தி வரிக் கண்ணோட்ட முறையை அமைத்தார்.



படம் 1-10.
எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் அமைப்பு.

1. எதிர்முனை; 2. குழாய் வடிவக் காப்பு; 3. நேர்முனை; 4. குவிக்கும் சுருள் (வட்ட காந்தம்); 5. விலக்குச் சுருள்; 6. ஒளிரும் திரை; 7. மின்னணுக் கற்றை.

கம்பியில்லாத் தந்திக்குக் கால்கோல் விழா

இதற்கிடையில் 1900ஆம் ஆண்டில் உந்துவண்டிகள் புத்தமைக்கப்பட்டன. 1903-ல் வில்பர் ரைட் (Wilber Wright), ஆர்வில் ரைட் (Orwill Wright) என்ற இருவரும் முதன் முதலில் பொறி இணைத்த வானூர்தியில் பறந்தனர். ஒரு நிமிடத்திற்கும் குறைவாகவே பறந்த அந்த வான ஊர்திப் பயணம் மனித வரலாற்றின் மாபெரும் சாதனையாகும். அதே நேரத்தில் புதுமை மிக்க அந்தப் புதிய நூற்றுண்டு திரைப்படத்திற்கும் வரவேற்பளித்தது. இங்கிலாந்து, பிரான்சு, அமெரிக்கா ஆகிய நாடுகளில் திரைப்படம் காண்பிக்கப்பட்டது. 1897-ல் கம்பியில்லாமல் தொலை தூரங்களுக்குச் செய்திகளை அனுப்பும் முறையை மார்கோனி (Marconi) கண்டுபிடித்துப் புகுத்தினுர். வரலாற்றிலேயே முதலில் கம்பியில்லாமல் செய்தி அனுப்பிய தொலைவு $3\frac{1}{2}$ கல் ஆகும். விரைவிலேயே பல முன்னேற்றங்களைத் தன் கருவியில் புகுத்தி $3\frac{1}{2}$ கல் தொலைவை 30 கல்லாக்கினுர். 1901ஆம் ஆண்டில் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலுக்கப்பால் செய்திகளை

அனுப்பும் அளவுக்கு மார்கோனி தன் கருவியில் முன்னேற்றம் கண்டார். சில ஆண்டுகளுக்குள்ளேயே இங்கிலாந்து, அமெரிக்கா போன்ற நாடுகளுக்குள் கம்பியில்லாமல் செய்தி அனுப்பும் முறை பின்பற்றப்பட்டது. ஆனால், செய்திகள் மோர்ஸ் குறியீடுகள் (Morse Code) மூலமாகத்தான் அதுவரை அனுப்பப்பட்டு வந்தன. மனிதக் குரலை தொலை தூரங்களுக்கு அனுப்பும் முறை அப்போது கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. 1878-ல் டேவிட் ஹியூக்ஸ் (David Hughes) என்பவரால் ஒலிவாங்கி புத்தமைக்கப்பட்டது. 1904-ல் அறிவியலாரும் பொறியாளரு-மான சர் அம்புரோஸ் ஃப்ளம்மிங் (Sir Ambrose Fleming) முதல் வால்வைச் செய்தார்.

'வால்வு' தந்த வள்ளல்கள்

அந்த வால்வு கம்பியில்லாத் தொலைச் செய்தி முறையில் மாபெரும் மாற்றத்தைச் செய்தது. அந்த வால்வு சுவான் (Swan) கண்டுபிடித்த மின்விளக்கு போன்றதே. ஆனால் ஒரு சிறு மாற்றம். நுண்ணிழைக்குச் சற்று மேலே உலோகத் தகடு ஒன்று தொங்கவிடப்பட்டிருந்தது. இழைக்கும் தட்டிற்கும் இடையில் மிகை மின்னழுத்தத்தைச் செலுத்தியபோது, இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட வெளியில் ஒரு மின்னோட்டம் ஏற்படுவதைக் கண்டார். இதற்குக் காரணம் எதிர்முனைக் குழாயைப்போன்று இதிலும் மின்னணு (electron) ஓட்டம் இருந்தது. இங்குச் சூடான இழையில் இருந்து மின்னணுக்கள் தகட்டை நோக்கிச் சென்றன. ஃப்ளம்மிங்கின் 'வால்வு' கம்பியில்லாத் தொலைச் செய்தி முறைக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டது. இதனால் வலிவற்ற செய்திக் குறியீடுகளைக் கேட்க முடிந்தது. ஆனால், 1906-ல் அமெரிக்காவைச் சேர்ந்த லீ டி ஃபாரஸ்ட் (Lee de Forest) என்பவர் ஃப்ளம்மிங் வால்வில் மற்றொரு மின் முனை வழியைப் புகுத்தினார். வால்வின் இந்தப் புதிய அமைப்பு மிகச் சிறிய மின்னோட்டங்களைப் பல மடங்கில் பெருக்கியது. வருகிற செய்திச் சைகைக் குறியீடுகளை மட்டுமல்லாமல் அனுப்பப்படுகின்ற செய்திச் சைகைக் குறியீடுகளையும் அந்த வால்வில் பெருக்க முடிந்தது.

முதல் வானொலி இசை

பல ஆய்வுகளுக்குப் பின்னர் 1912-ல் வால்வினால் வானொலி அலைகளைப் (wireless waves) பரப்புவதற்கு மட்டு மல்லாமல் வானொலி அலைகளை ஆக்கவும் முடியும் என்பது கண்டறியப்பட்டது. பல வால்வுகளைப் பயன்படுத்தி வானொலி

அலைகளை உண்டாக்கியும், பெருக்கியும் திறன்மிக்க பல வானொலி நிலையங்களை அமைக்க முடியுமெனக் கண்டனர். இறுதியாக புதிய வால்வு பரப்பியோடு ஒலி வாங்கியைப் பயன்படுத்தி இங்கிலாந்திலும், அமெரிக்காவிலுமுள்ள வானொலிப் பொறியாளர்கள் வானொலி வரலாற்றில் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க வெற்றி கண்டனர். 1907-ல் லீ டி ஃபாரஸ்ட் அவர்களே ஒரு கிராமபோன் இசைத்தட்டைப் பயன்படுத்தி காற்றிலே ஓர் இசையைப் பரப்பினர். இந்த இசை, இவரின் ஆய்வுக் கூடத்திலிருந்து சில கல் தொலைவிற்கப்பால் கப்பல் தளத்திலிருந்த கம்பியுள்ள செய்தி இயக்குநரால் வாங்கப்பட்டது (received). உலக வரலாற்றில் முதலில் வானில் பரப்பப்பட்ட இசை இதுவே யாகும். இது செய்திகளை (ஒலியை) அனுப்புவதில் ஏற்பட்ட வளர்ச்சியும் முன்னேற்றமும் ஆகும். அதே நேரத்தில் தொலைக் காட்சியின் வளர்ச்சியிலும் பல முன்னேற்றங்களைக்கண்ட வண்ணமிருந்தனர்.

1908-ல் பாரிசைச் சேர்ந்த மான்சியர் ஆர்மென்காடு (Monsieur Armengaud) என்பவர் தாம் கண்டுபிடித்திருக்கும் கருவியைக் கொண்டு இன்னும் ஓராண்டிற்குள் நூற்றுக்கணக்கான கல் தொலைவிற்கப்பால் இருப்பவர்கள் ஒருவருக்கொருவர் படத்தில் நேரில் பார்த்துக் கொள்ளலாம், என்று சொன்னதாகச் செய்தி வந்தது. அதே ஆண்டில் ஷெல்போர்டு பிட்வெல் (Shelford Bidwell) என்ற ஆங்கில அறிவியலார் 'இயற்கை' (Nature) என்ற இதழுக்கு எழுதிய கடிதமொன்றில் ஆர்மென் காடின் உரிமை பற்றிய கருத்தறிவித்தார். முதலில் அவர் அசையாப்படங்களை கம்பிகள் மூலம் அனுப்புவதில் சமீபத்தில் ஏற்பட்டுள்ள முன்னேற்றம்பற்றி பதிப்புரை தந்தார். டெலஸ்ட்டீரியோகிராஃப் (Telesteriograph) போன்ற பெயர்களைத் தாங்கிய கருவிகளை ஆக்கிய பிரெஞ்சு ஆய்வாளர்களுடைய ஆராய்ச்சி பற்றியும் குறிப்பிட்டார். கடைசியில் எம். பெர்சானியோ (M. Berjonnean) என்பவருடைய கருவி ஒரு படத்தை பாரிசிலிருந்து என்சியன் (Enghien) என்ற இடத்திற்கு 247 விநாடிகளில் அனுப்பி குறிப்பிடத்தக்க வெற்றி பெற்றது. ஆனுல், தொலைக் காட்சியைப்பற்றி பிட்வெல் மிகவும் நம்பிக்கையற்றவராக இருந்தார். தொலைக்காட்சிக் கருவி செய்யக்கூடிய ஒரே ஒரு முறை என்னவென்ருல் மனிதனுடைய கண்ணின் அமைப்பு போன்ற ஒன்றைச் செய்யவேண்டும் என்று கருத்தறிவித்தார். பரப்பித் திரையின் (transmitter screen) ஒவ்வொரு பகுதியும் வாங்கித் திரையின் (receiver screen) ஒவ்வொரு பகுதியுடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்ருர்.

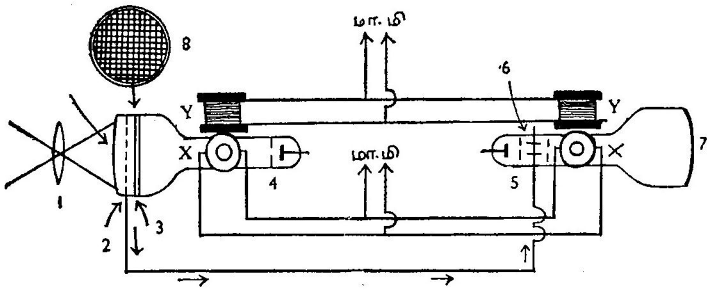
ஆனால், கேம்பெல் சுவின்ஸ்டன் (Campbell Swinston) என்ற மற்றொரு ஆங்கில அறிவியலார் பிட்வெல்லின் புதுக்கருத்துக்குப் பதில் அளித்தார். இவரே மார்கோனி, தன்னுடைய கம்பியில்லாத் தொலைச் செய்தி முறையைத் (telegraphy without wires) தன்னிடம் வந்து சொன்னபோது அவருக்கு உதவி செய்த பேராளர் ஆவார். பரந்த உள்ளமும் சீரிய சிந்தனையும் கொண்ட சுவின்ஸ்டன் சிறந்த மின்பொறியாளராகவும் இருந்தார். எனவே, பிட்வெல்லின் தொலைக்காட்சி அமைப்பிலுள்ள சிக்கலைப் புரிந்துகொண்ட அவர், பிட்வெல்லுக்குப் பதில் அளிக்கும் வகையில் 'இயற்கை' (Nature) என்ற இதழுக்கு ஒரு கடிதம் எழுதினார். பிட்வெல் அமைப்பு ஒன்றுதான் தொலைக்காட்சி செய்வதற்கான ஒரேவழி என்பதை அவர் நம்பவில்லை. எனவே, பிட்வெல்லுக்கு பதிலளிக்கும் வகையில் 'இயற்கை' என்ற இதழில் எழுதிய கடிதத்தில், கேம்பெல் தொலைக் காட்சியை எதிர்நோக்கியிருந்த சிக்கல் தீர முழுதும் மாறுபட்ட கருத்து ஒன்றைத் தெரிவித்தார். எதிர்காலத்தில் அவருடைய முறை பின்பற்றப்பட முடியும் என்று அவர் நினைத்தார். வரிக் கண்ணோட்ட உருளைகள் (scanning wheels) அல்லது இயந்திர வரிக் கண்ணோட்டக் கருவி (mechanical scanning) எதுவும் இல்லாமல் தொலைக்காட்சி அமைப்பிற்கு முதலில் திட்டமிட்டவர் கேம்பெல் ஆவார். பரப்பி, வாங்கி இரண்டிற்கும் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைப் பயன்படுத்தலாம் என்று முதலில் சொன்னவரும் அவரேயாவார். இப் பரப்பியில் தொலைவில் அனுப்பப்படும் படத்தை எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் படக் கருவியே (cathode ray tube camera) வரிக் கண்ணோட்டம் செய்தது. வாங்கியிலுள்ள ஓர் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் திரையில் (cathode ray tube screen) படம் தோன்றும். சுவின்ஸ்டனின் வாங்கி ரோசிங்கின் வாங்கி போன்றதே. ஆனால், சுவின்ஸ்டன், ரோசிங்கின் அமைப்புபற்றி தெரிந்திருக்கவில்லை.

அன்றுவரை வரிக் கண்ணோட்ட படக்கருவி (scanning camera) பதிவு செய்கிற ஒளி-நிழலின் விரைவான மாற்றங்களோடு இணைந்து செயல்படுகின்ற அளவுக்குப் பரப்பி திறன் மிக்கதாக இல்லையென்பதை அவர் அறிந்திருந்தார். படம் மிகத் தெளிவாக (high definition) இருக்க நிறைய எண்ணிக்கையில் வரிக் கண்ணோட்ட கோடுகள் (வரிகள்) (scanning lines) தேவையென்றும், வினாடிக்கு 1,60,000 என்ற அளவில் ஒளி மாற்றங்கள் (changes of light) ஏற்படவேண்டும் என்றும் அவர் கணக்கிட்டார். இரண்டு, மூன்று ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் அவருடைய கருத்துகளை விளக்கமாக எழுதி ஓர்

அறிவியல் கழகத்தின்முன் வைத்தார். அந்த விளக்கம் சரியாக இருந்ததே ஒரு விந்தையான செய்தியாகும். சுவின்ஸ்டன் அன்று தொலைக்காட்சி முறையைப்பற்றிச் சொன்னது இன்றைக்கும் உண்மையாய் உள்ளது. 30 ஆண்டுகளுக்குப் பின் வரக்கூடிய தொலைக்காட்சி அமைப்புக்கு அன்றே (1908-ல்) சுவின்ஸ்டன் வழி வகுத்தார்.

ஆனால், சுவின்ஸ்டன் 1908-ல் சொல்லும்போதே அமெரிக்காவில் தொலைக்காட்சிக்கான ஆய்வின் ஒரு பகுதி நடந்து கொண்டிருந்தது. அதைச் செய்தவர் லீ டி ஃபாரஸ்ட் (Lee de Forest) என்பவர். மும்முனை வால்வு (triode valve) பற்றிய ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டிருந்த அவர் 1907லேயே ஒலியை நெடுந்தொலைவிற்கு அனுப்புவதில் வெற்றி பெற்றிருந்தார்.

(i) படத்தின் படிவம் கம்பிவலையின் வழியே ஒளி மின் கலத்தின் மீது குவிக்கப்படுகிறது. மின்கலத்தின் மீது விழும் படிவத்திற்கு (பிரகாசத்திற்கு) ஏற்ப ஒவ்வொரு மின்கலமும் மின்னூட்டம் (charged) செய்யப்படுகிறது.



படம் 1-11.

கேம்பெல் சுவின்ஸ்டனின் தொலைக்காட்சி அமைப்பு.

1. வில்லை; 2. கம்பிவலை சேர்ப்பி; 3. மின்கலத் திரை; 4. எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய்—1; 5. எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய்—2; 6. ஒளிர்வைக் கட்டுப் படுத்தும் தட்டுகள் ; 7. ஒளிரும் திரை; 8. நூற்றுக்கணக்கான ஒளிமின்கலங் களைக் கொண்ட மொசைக் திரை. மா. மி.—மாறு மின்னோட்டம்.

(ii) எ. க. குழாய் 1-இல் வரும் மின்னணுக் கற்றை, திரையை வரிக் கண்ணோட்டம் செய்யும்போது கம்பிவலைக்கு மின்

சாரத்தை அனுப்பும்படி ஒவ்வொரு ஒளிமின்கலத்தையும் தூண்டுகிறது. இந்த வேறுபடும் மின்னோட்டம் கம்பி வழியாக 2-வது எ. க. குழாய்க்குச் சென்று அங்கு ஒளியைக் (பிரகா சத்தை) கட்டுப்படுத்துகிறது.

(iii) இரு குழாய்களின் விலக்கும் கம்பிச் சுருள்கள் மாறு மின்னோட்டத்தைக் கொடுக்கும் ஒரே மின்னாக்கியுடன் (electric generator) இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. அதாவது மின்னோட்டம் தொடர்ந்து மாறுகின்ற மின்னழுத்தத்தோடு கூடியது. எனவே, (மின்னணு) கற்றைகள் விலக்கப்படுகின்றன.

சற்றும் எதிர்பாராதவிதமாக இந்த நேரத்தில் 1914-ல் முதல் உலகப் போர் மூண்டது. தொலைக்காட்சித் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகள் நிறுத்தப்பட்டன. இரண்டாவது உலகப் போர் வராமலிருந்தால் 1920லேயே நமக்குத் தொலைக்காட்சி கிடைத்திருக்கும் என்றாலும் கம்பியில்லாச் செய்திமுறை முன்னிலும் பன்மடங்கு வேகமாக வளர்ந்தது ; அதற்குத் தேவையும் இருந்தது. போர்க்காலங்களில் முன்னணிப் படையினருக்குச் சைகைகளை அனுப்புவதற்கு இந்த முறை பயன்பட்டது. போர்க் கப்பல்களும், நாவாய்களும் இந்த முறையைப் பெருமளவில் பயன்படுத்திச் செய்திகளை அனுப்பிக்கொண்டன. கடற்கரை ஓரங்களிலுள்ள வானொலி நிலையங்கள் பகைவர்களின் கப்பல்களின் போக்கைக் கண்டு அறிவித்தன. வணிகக் கப்பல்கள் தாக்கப்படும்போது உதவிக்காக இந்த முறையை உபயோகித்தனர்.

உலகப் போர் முடிந்ததும் கம்பியில்லாத் தந்தி முறை உலகத் தொடர்புக்குப் பயன்படுத்தப்பட்டது. 1921ஆம் ஆண்டு வாக்கில் உலகத்தில் நீண்ட தொலைவுக்குச் செய்தி அனுப்பும் முறைக்குத் திட்டமிடப்பட்டது. அடுத்த சில ஆண்டுக்குள் தொலைபேசிச் செய்திகள் கம்பியில்லாமல் அனுப்பப்பட்டன. செலவு அதிகமாக இருந்தபோதிலும் ஆயிரக்கணக்கான கல் தொலைவுக்கப்பாலுள்ளவர்களோடு பேச முடிந்தது. அதோடு பொதுமக்களுக்காக ஒலிபரப்பு நிகழ்ச்சிகளும் தொடங்கின. 1921-ல் இங்கிலாந்திலுள்ள செம்ஸ்போர்டில் (Chelmsford) ஒலிபரப்பப்பட்ட கிராமபோன் இசைத்தட்டுகள் அட்லாண்டிக் கடலின் மத்தியிலுள்ள கப்பலில் கேட்கப்பட்டது. அடுத்த சில ஆண்டுகளில் ஒலிபரப்பு நிகழ்ச்சிகள் தொடர்ந்து நடந்தன. 1925ஆம் ஆண்டு வாக்கில் நாடுகளோடு நாடுகள் பேச முடிந்தது. அது மட்டுமல்லாமல், பொழுதுபோக்கு நிகழ்ச்சிகள்,

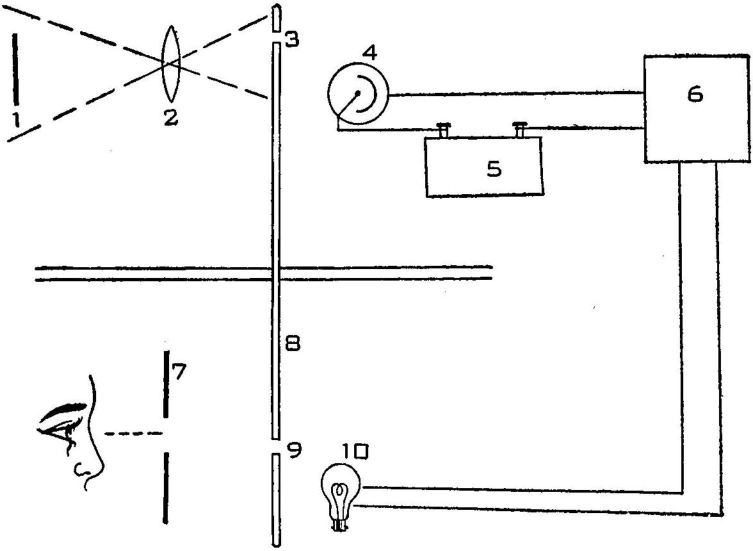
இசை, பேச்சுகள், நாடகங்கள் முதலியன ஒலிபரப்பப்பட்டு வீட்டிலுள்ளோரின் செவிகளுக்கு எட்டியது.

வானொலியில் ஏற்பட்ட இந்தப் பெரிய வளர்ச்சியும் முன்னேற்றமும் தொலைக்காட்சி வளர்வதற்கான ஆய்வுகளுக்குப் பேருதவியாக இருந்தது. ஆய்வுகளுக்கு வேண்டிய திறன்மிக்க பரப்பிகளும், உணர்வு மிகுந்த வாங்கிகளும் கிடைத்தன. 1923-ல் ஜே. எல். பியர்டு (J. L. Baird) என்பவர் இங்கிலாந்திலுள்ள ஹேஸ்டிங்ஸ் (Hastings) என்னுமிடத்தில் அவருடைய அறையில் இரண்டு அடி தூரத்திற்கு ஒரு படத்தைக் கம்பிமூலம் செலுத்தினர். அதே ஆண்டில் சி.எஃப். ஜென்கின்ஸ் (C. F. Jenkins) என்பவர் அமெரிக்காவில் நிப்கோவ் தட்டைப் பயன்படுத்தி அப்போது அமெரிக்காவின் குடியரசுத் தலைவராக இருந்த ஹார்டிஞ்சு (Hardinge) என்பவரின் படத்தைக் கம்பியில்லாமல் 130 கல் தொலைவிற்கப்பால் அனுப்பினர். அதே சமயம் இலண்டனில் அசையாப் படங்களை (still pictures) அப்படியே அனுப்பும் முறையை ரிச்சர்டு ரேஞ்சர் (Richard Ranger) என்பவர் கண்டு பிடித்தார். இந்த முறை ஆயிரக்கணக்கான கற்களுக்கு அப்பாலுள்ள ஒளிப்படங்களை (photographs) அன்றைக்கோ அல்லது மறுநாளோ அனுப்பிச் செய்தித் தாள்களில் அச்சடிக்கப் பயன்படுத்தப்பட்டது. ரேஞ்சர் தன்னுடைய முறையைப் பயன்படுத்தி 1924-ல் அமெரிக்காவின் குடியரசுத் தலைவராய் இருந்த கூலிட்ஜ் (Coolidge), வேல்ஸ் இளவரசர் (The Prince of Wales), பிரிட்டனின் தலைமை அமைச்சர் ஸ்டான்லி பால்டுவின் (Stanley Baldwin) ஆகியோரின் ஒளிப்படங்களை இலண்டனில் இருந்து நியூயார்க்கிற்கு அனுப்பினர். அந்தப் படங்களை அவர் அனுப்ப எடுத்துக்கொண்ட நேரம் 20 நிமிடங்களாகும். அடுத்த ஆண்டில் ஒளிப்படங்கள், நாட்டுப் படங்கள் இவற்றை நியூயார்க்கில் இருந்து ஆனலூலூ (Honolulu) என்னுமிடத்திற்கு, 5000 கல் தொலைவிற்கப்பால் அனுப்பினர். 1926-ல் ரேஞ்சர் அவருடைய முறை குறையில்லாமல் இருக்கிறது என்பதைக்காட்ட ஒரு காசோலையின் (cheque) படத்தை இலண்டனில் இருந்து நியூயார்க்கிலுள்ள வங்கி (bank) ஒன்றுக்கு அனுப்பினர்.

இவ்வாறு படங்களை நெடுந்தொலைவுக்கு அனுப்புவதில் சென்லாக் செய்த முதல் முயற்சிக்கு 50 ஆண்டுகளுக்குப் பின்னர் 1925-ல் அசையாப்படங்களைக் கம்பியில்லாமல் அனுப்பும் முறையிலும் வெற்றி கிட்டியது. பியர்டு (Baird), ஜென்கின்ஸ் (Jenkins) இருவரும் நிழற்படங்களை (silhouettes) அனுப்பினர்கள். அவற்றை வாங்குமிடத்தில் ஒருவரால் பார்க்க முடிந்தது.

ரேஞ்சர் (Ranger) ஒளிப்படங்களையும், ஓவியங்களையும் கம்பியில்லாமல் அனுப்பினார். அவை வாங்கியினால் கட்டுப்படுத்தப்பட்ட அச்சடிக்கும் கருவியினால் பிரதி எடுக்கப்பட்டன. 1925-ல் வாஷிங்டனில் அசையும் நிழற்படங்களை (moving silhouettes) அனுப்புவதில் சி. எஃப். ஜென்கின்ஸ் (C. F. Jenkins) என்பவர் வெற்றி பெற்றார். ஆனால் 1926 ஜனவரி 27-ஆம் நாளன்று ஜான் லோகி பியர்டு (John Logie Baird) இப்போது புழக்கத்திலுள்ள தொலைக்காட்சியை உலகிற்கு முதன் முதலில் செய்து காட்டினார்.

ஆனால், இதற்கு முன்னமேயே ஒரே தட்டை, பரப்பிக்கும் வாங்கிக்கும் பயன்படுத்தி படம் ஒன்றை அனுப்பினார். அந்தக் கருவியின் இயக்க முறையைப் படத்தில் (படம் 1-12.) காணலாம். இப் படத்தில் ஒளியிடப்பட்ட சிலுவை ஒன்று பொருளாகக் கொள்



படம் 1-12.
பியர்டுவின் முதல் தொலைக்காட்சி மாதிரி அமைப்பு.

1. பொருள்; 2. வில்லை; 3. துளை; 4. ஒளிமின்கலம்; 5. மின்னடுக்கு; 6. பெருக்கி (amplifier); 7. நோக்குச் சட்டம்; 8. நிப்கோவ் தட்டு; 9. துளை; 10. விளக்கு.

ளப்படுகிறது. வில்லையின் வழியாக வரும் சிலுவையின் படிவம் நிப்கோவ் தட்டின் மேல் முனையில் விழுகிறது. அங்குள்ள துளையின் வழியாகச் சிலுவையின் ஒளி நிழல் (light shade)

உருவங்கள் ஒளிமின்கலத்தில் விழுகின்றன. ஒளிமின்கலம், வால்வு பெருக்கி (valve amplifier) ஒன்றுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. ஒளிமின்கலத்தின் மீது விழும் ஒளி நிழலுக்கு ஏற்ப அதில் மின்சாரம் தூண்டப்படுகிறது. இந்தச் சிறிதளவு மின்சாரம் பெருக்கியினால் மிகுதியாக்கப்பட்டு, விளக்கை எரியச் செய்கிறது. மின் விளக்கு நிப்கோவ் தட்டின் கீழ் துளை களுக்கு எதிரே வைக்கப்பட்டுள்ளது. படங்களை அனுப்பு வதற்கும், வாங்குவதற்கும் (sending and receiving) பியர்டு ஒரே வரிக் கண்ணோட்டத் தட்டைத்தான் பயன்படுத்தினார். ஒளி மின்கலத்தில் தட்டிலிருந்து ஒளி படும்போது மட்டுமே அந்த மின்விளக்கு எரிந்து இதனால் தட்டு சுழலும்போது சிலுவையின் நிழலைப் பார்க்க முடிந்தது. இவ்வாறு இரண்டடி தூரத்தில் ஒரு பொருளின் படம் அனுப்பப்பட்டது.

இந்த வெற்றியினால் ஊக்குவிக்கப்பட்ட பியர்டு சிறந்த ஒரு தொலைக்காட்சி அமைப்பைச் செய்யமுடியும் என நம்பினார். நம்பியதோடு மட்டுமில்லாமல், அந்த நம்பிக்கையைச் செயல் படுத்தும் முயற்சியிலும் தம்மை ஈடுபடுத்தினார். இதற்கு அவருக்குப் பணம் தேவைப்பட்டது. இறுதியில் தந்தையிட மிருந்தும் உறவினர்களிடமிருந்தும் சிறிதளவு பணம் கிடைத்தது. அதோடு அவர் செய்த தொலைக்காட்சிக் கருவியை விளக்கிக் காட்டுவதன் மூலம் கிடைத்த சிறு தொகையையும் சேர்த்துக் கொண்டார். அந்த பணத்தைக்கொண்டு பியர்டு தம் கருவியில் பல முன்னேற்றங்களைச் செய்தார். இறுதியில் 1925ஆம் ஆண்டு அக்டோபர் திங்களில் ஒரு பொம்மைத் தலையின் உருவப் படத்தை அனுப்புவதில் வெற்றி பெற்றார். தன் கருவி நன்றாகச் செயல் படுகிறது என்ற நம்பிக்கை வந்ததும் அதனை 1926ஆம் ஆண்டு ஜனவரி திங்கள் 27ஆம் நாள் வெள்ளிக்கிழமை மாலை ராயல் கழகத்தின் (Royal Society) உறுப்பினர்களுக்குச் செய்து காட் டினார். கருவியையும், தொலைக்காட்சியையும் காணவந்தவர் களையே படம்பிடித்துக் காட்டினார். தன்னுடைய 'அழகிய முகத்தை' தொலைக்காட்சியில் காணவேண்டும் என்று ஆர்வம் பொங்க தட்டிற்குமுன் வந்த ஒருவரின் தாடி சுழலும் தட்டில் மாட்டிக் கொண்டதைத் தவிர, தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சி வெற்றி கரமாக நடந்தது. அந்தத் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சியில் ஒரு அறையில் காட்டப்பட்ட படம் மறு அறையில் தெரிந்தது.

தொலைக்காட்சியை மேலும் பல கல் தொலைவிற்கப்பால் அனுப்ப எண்ணிய பியர்டு, பி. பி. சி. (B.B.C.) நிறுவனத்துடன் தொடர்பு கொண்டார். அதன்பேரில் பியர்டு, தொலைபேசிக்

கம்பிகளின் வழியாக ஃபிரித் தெருவிலுள்ள (Frith Street) பி.பி.சி. நிலையத்திற்கு அவருடைய தொலைக்காட்சிப் படத்தை அனுப்பினார். அங்கிருந்து அந்தப் படம், இலண்டன் கம்பியில்லா நிலையத்திலிருந்து பரப்பப்பட்டது. அந்தப் படத்தைக் கம்பியில்லாமலேயே பியர்டு தன் ஆய்வுக்கூடத்திலுள்ள தொலைக்காட்சி வாங்கியில் பெற்றுத் திரும்பவும் காட்டினார். இது 1926-ல் நடந்தது. படம் எந்த மாறுதலும் இல்லாமல் திரும்ப வந்தது என்று பியர்டு சொன்னார்.

இதனால் ஊக்குவிக்கப்பட்ட பியர்டு தனியாகத் தொலைக்காட்சி நிலையத்தை அமைக்கத் தனி உரிமை (licence) கோரி மனு ஒன்று போட்டார். அது கிடைத்ததும் சொந்தத்திலேயே தொலைக்காட்சி நிலையத்தை அமைத்தார். அது 2 டிவி (2 TV) என்று அழைக்கப்பட்டது. பியர்டுவின் வெற்றி, உலகத்தின் எல்லா நாடுகளிலும் தெரிந்தது. மற்ற ஆராய்ச்சியாளர்களும் அவர்களுடைய முறைகளைச் செப்பம் செய்வதில் மும்முரமாக ஈடுபட்டனர். அதிலும் பிரிட்டனே முன்னணியில் நின்றது. அந்த இடத்தை நிலைநிறுத்த பியர்டு தன்னால் இயன்றதை எல்லாம் செய்தார்.

1927ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்களில் அமெரிக்கத் தொலைபேசி நிறுவனம் ஒன்று பெருத்த விளம்பரத்தோடு செயல்படத் தொடங்கியது. தொலைபேசிக் கம்பி வழியாக 200 கல் தொலைவிற்கு வாஷிங்டனில் இருந்து நியூயார்க்கிற்குப் படங்கள் அனுப்பப்பட்டன. பின்னர் கம்பியில்லாமல் 30 கல் தொலைவிற்கப்பால் படங்களை அனுப்புவதில் வெற்றி பெற்றார்கள். அமெரிக்கர்களின் இந்தச் சாதனையை தன்னுடைய கருவியால் முறியடிக்க வேண்டும் என்று பியர்டு எண்ணினார். அவர் எண்ணிய படியே அதே ஆண்டு மே திங்களில் இலண்டனுக்கும், கிளாஸ்கோவுக்கும் இடையில் 400 கல் தொலைவுக்கப்பால் தொலைபேசிக் கம்பியின்மூலம் படங்களை அனுப்பினார்.

அதே ஆண்டு செப்டம்பர் திங்களில் பியர்டுக்குத் திடீரென்று ஆர்வம் மிக்க எண்ணம் ஒன்று தோன்றியது. உண்மையான தொலைக்காட்சியைக் கண்டது அவர்தான் என்பதை ஐயத்திற்கு இடமில்லாமல் நிறுவவேண்டும் என்பதே அவரது எண்ணம். அந்த எண்ணத்தைச் செயல்படுத்த அவர் இலண்டனில் இருந்து நியூயார்க்கிற்கு ஒரு படத்தைத் தொலைக்காட்சி மூலம் காட்டத் திட்டமிட்டார். இதற்காகத் தன் உதவியாளராகிய கிளாப் (Clapp) என்பவரை நியூயார்க்கிற்கு அனுப்பினார். சில மாதங்களில் பல்வகை ஆய்வுகளுக்குப்பின்,

அட்லாண்டிக்கைக் கடந்து தொலைக்காட்சிச் சோதனைக்கான நாள் அறிவிக்கப்பட்டது. அதன்படி 1928ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரி திங்கள் 8ஆம் நாள் நள்ளிரவிற்கு பியர்டுவினுடைய லாங் ஏக்கர் ஸ்டூடியோவில் (Long Acre Studio) பத்திரிகையாளர்களும், மற்ற விருந்தினர்களும் வரவழைக்கப்பட்டனர். முதலில் ஒரு பொம்மை தொலைக்காட்சி மூலம் அனுப்பப்பட்டது. பொம்மையின் படிவம் தொலைபேசிக் கம்பி மூலம் கூட்சன் பியர்டு கம்பெனியினுடைய ஆய்வு வானொலி நிலையத்திற்கு (experimental wireless station) அனுப்பப்பட்டு, அங்கிருந்து அது 45 மீட்டரில் பரப்பப்பட்டது. அப்போது அமெரிக்காவில் இரவு மணி 7. சிற்றலை மூலம் இலண்டனிலிருந்து அனுப்பப்பட்ட சைகை அமெரிக்காவில் நியூயார்க்கின் புறநகர் ஒன்றிலிருந்த அமெரிக்கத் தொழிற்கலைஞர் (American amateur) ஒருவரால் பெறப்பட்டது. பின்னர் அந்த சைகை பெயர்டுவின் வாங்கும் தொலைக்காட்சியை (receiving television) இயக்கப் பயன்பட்டது. பியர்டுவின் வாங்கும் தொலைக்காட்சியில் மூன்று அங்குல நீளமும், இரண்டு அங்குல அகலமும் கொண்ட ஒரு சிறு கண்ணாடித் திரை இருந்தது. நியூயார்க்கில் இந்தத் திரையைப் பார்த்துக்கொண்டிருந்த நான்கு பேர்களில் ஒருவர் இலண்டனில் இருந்து நியூயார்க்கிற்குச் சென்றிருந்த பி. கிளாப் (B. Clapp) ஆவார். மற்றவர்கள் பியர்டு கம்பெனியைச் சேர்ந்த ஓ. ஜி. ஹட்சின்சன் (O. G. Hutchinson), ராய்ட்டர் பத்திரிகை நிறுவனத்தின் பிரதிநிதி, ஹார்ட் (Hart) என்ற அமெரிக்க வானொலி தொழிற் கலைஞர் ஆகியோர் ஆவர்.

பொம்மையின் படம் சரியாகத் தெரிந்ததும் ஹார்ட் தன்னுடைய பரப்பியின்மூலம் இலண்டனுக்கு அச்செய்தியைத் தெரிவித்தார். உடனே பியர்டு பொம்மையை எடுத்துவிட்டு அந்த இடத்தில் அவர் உட்கார்ந்து கொண்டார். உட்கார்ந்து அவருடைய தலையை அரைமணி நேரம் அங்குமிங்கும் அசைத்துக் கொண்டிருந்தார். அதற்குப் பிறகு அவருடைய உருவம் தெளிவாகத் தெரிவதாக நியூயார்க்கிலிருந்து செய்தி வந்தது; 'இது மிகப் பெரிய வெற்றியாகும்' என 'நியூயார்க் டைம்ஸ்' என்ற செய்தித்தாள் புகழ்மாலை சூட்டியது.

ஒரு கிழமைக்குப் பின்னர் பெரிங்காரியா (Berengaria) என்ற கப்பலில் கிளாப் இலண்டனுக்குத் திரும்பினார். வரும்வழியில் கப்பல் அட்லாண்டிக் பெருங்கடலில் வைத்திருந்த தொலைக் காட்சிக் கருவியில் இலண்டனில் இருந்து பரப்பப்பட்ட படம் ஒன்று தெரிந்தது. நியூயார்க்கில் பார்த்ததுபோன்ற சிறுபடமே

இது என்றாலும் அதனைப் பார்க்கும்போது பெற்றவர்களின் உள்ளத்தில் அது மிகப் பெரிய கற்பனையை, வியப்பைத் தோற்றுவித்தது.

1928ஆம் ஆண்டு சூன் திங்களில் பகலில் கிடைக்கும் கதிரொளியைப் பயன்படுத்தி வெளிப்புறக் காட்சிகளை வெற்றி கரமாக தொலைக்காட்சியில் அனுப்பினார். இத்துடன் உள நிறைவு பெறாத பியர்டு பின்னர் அதே ஆண்டில் வண்ணத் தொலைக்காட்சி முறையைக் கண்டுபிடித்தார். இந்த வண்ணத் தொலைக்காட்சிகளை இலண்டனிலும், கிளாஸ்கோவிலும் அவர் செய்து காட்டினார். இவ்வாறு 1928லேயே வண்ணத் தொலைக் காட்சிக்கான வித்து ஊன்றப்பட்டது.

தொலைக்காட்சி பரப்பும் முறை தொடக்க நிலையில் வளர்ந்து வரும் போது குறைகளை நீக்கி நடைமுறைக்கு ஏற்ற தொலைக் காட்சியினை உருவாக்கும் பணியில் பியர்டு ஈடுபட்டார். அதே நேரத்தில் அமெரிக்காவில் பெல் தொலைபேசி ஆய்வுக்கூடத்தில் (Bell Telephone Laboratory) பியர்டு முறை போன்ற வண்ணத் தொலைக்காட்சி முறை உருவாகிக் கொண்டிருந்தது. இதற்கிடையில் 1926ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு 7ஆம் நாளில் வார்னர் சகோதரர்கள் (Warner Brothers) முதன் முதலில் பேசும் படத்தைக் (talking picture) கொண்டு வந்தார்கள். தொலைக்காட்சி பற்றிய ஆய்வுகள் அமெரிக்காவில் தொடர்ந்து நடந்தவண்ணம் இருந்தன. 1928ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் திங்களில் ஜெனரல் எலெக்ட்ரானிக் கம்பெனி (General Electronic Company) 'இராணியின் தூதன்' (The Queen's Messenger) என்ற ஒரு நாடகத்தைத் தொலைக்காட்சியில் பரப்பினார்கள். இந்த நிகழ்ச்சியில் மூன்று ஒளிப்படக் கருவிகள் (cameras) பயன் படுத்தப்பட்டன. ஜெர்மனியிலும் தொலைக்காட்சி தொடங்கப் பட்டது. 1929-ல் ரீச் போஸ்ட் (Raich Post) என்பவர் பியர் டுவின் முறைகளைப் பயன்படுத்தி தொலைக்காட்சி பரப்பும் முறை களைப் பற்றிய ஆய்வுகளை நடத்தினார்.

1929ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் இறுதியில் தொலைக்காட்சி பற்றிய மிக முக்கியமானதொரு செய்தி வெளிவந்தது. அது பி.பி.சி. (B. B. C.) நிறுவனம் பியர்டு நிறுவனத்தின் ஒத்துழைப்புடன் சோதனை தொலைக்காட்சியைத் (Experimental Television Service) தொடங்கியது என்பதேயாகும். செய்தி வருவதற்கு முன்பு 1928ஆம் ஆண்டு மே 27-லேயே பியர்டு நிறுவனத்திற்கும் பி.பி.சி.க்கும் ஒப்பந்தம் நடந்து தொலைக்காட்சிபற்றிய ஆய்வுகள் நடந்துகொண்டிருந்தன. பல திங்கள் நடத்திய ஆய்வுகளுக்குப்

பிறகு 1929 செப்டம்பர் 30ஆம் நாள் பொதுமக்களுக்கான தொலைக் காட்சி பரப்பப்பட்டது. முதல் நிகழ்ச்சியாகப் பேசியவர்கள் வால்வைக் கண்டுபிடித்த சர் அம்புரோஸ் ஃபிளம்மிங் (Sir Ambrose Fleming), பேராசிரியர் இ. என். டா. சி. அண்டிரேடு (E. N. da. C. Andrade) என்பவரும் ஆவர். அதைத் தொடர்ந்து மூன்று கலைஞர்களின் சிறு பொழுதுபோக்கு நிகழ்ச்சிகள் பரப்பப் பட்டன.

இலண்டனிலுள்ள வானொலி நிலையத்தில் ஒலி, காட்சி இரண் டையும் பரப்புவதற்கு ஒரே ஒரு அலைவரிசைதான் இருந்தது. எனவே, தொலைக்காட்சியில் பேச்சையும், காட்சியையும் பரப்பு வதற்கு ஒவ்வொருவரும் இரண்டுமுறை நடிக்க வேண்டியிருந்தது. முதலில் பேச்சு ஒலி பரப்பப்பட்டது. பின்னர் காட்சியை ஒளிபரப்பும் நிகழ்ச்சி செய்யப்பட்டது. தொலைக்காட்சியைப் 'பார்ப்பவர்கள்' முதலில் பேச்சைக் கேட்பார்கள். பின்னர் நடிகரின் உதடுகள் பேச்சொலிக்கு ஏற்ப அசைவதைக் கண்டார்கள். மாலைச் செய்தி (Evening News) என்ற இலண்டன் இதழ் பியர்டு டெலிவைசரில் பார்த்த நிகழ்ச்சியை விவரித்தது. சிறு தட்டு அளவே உள்ள வட்டமான கண்ணாடி வில்லையில் (glass lens) தோன்றும் காட்சியினை ஒரே நேரத்தில் நான்கு அல்லது ஐந்து பேரே பார்க்க முடிந்தது.

ஒரு வானொலி நிலையத்திலிருந்து ஒலியையும், காட்சியையும் சேர்ந்தாற்போல் அனுப்புவதில் சில தொல்லைகள் இருந்தன. இரண்டுக்கும் வெவ்வேறு அலைவரிசையில் இயங்கும் இரு பரப்பிகள் (transmitter) தேவைப்பட்டன. 1930-ல் பி.பி.சி. இலண்டன் பகுதிக்கு மட்டும் பரப்புவதற்கு இரண்டு பரப்பிகள் கொண்ட நிலையம் ஒன்றை புரூக்மான்ஸ் பூங்காவில் (Brookmans Park) அமைத்தது. அவை 356 மீட்டரிலும், 261 மீட்டரிலும் நிகழ்ச்சியைப் பரப்பின. அதே ஆண்டு மார்ச்சுத் திங்களில் சோதனை தொலைக்காட்சி ஒரே நேரத்தில் ஒலியையும் காட்சியை யும் பரப்பின.

முதல் நாடகமாக பி.பி.சி.யும் பியர்டு நிறுவனமும் சேர்ந்து 'வாயில் மலர்வைத்த மனிதன்' (The man with a flower in his mouth) என்ற நாடகத்தைப் பரப்பின. நாடகம் லாங் ஏக்கரி லுள்ள பியர்டு நிறுவனத்தின் ஸ்டூடியோவில் நடிக்கப்பட்டது. அங்கிருந்து கம்பிமூலம் சவாய் குன்றில் (Savoy Hill) உள்ள பி. பி. சி.யுடன் இணைக்கப்பட்டு அங்கிருந்து பரப்பப்பட்டது. இதற்கிடையில் தொலைக்காட்சி பார்ப்பவரின் (viewers) எண்

ணிக்கை ஓரளவு வளர்ந்தது. தொலைக்காட்சி வாங்கி 25 கினி களுக்கு விற்கப்பட்டது.

அதே நேரத்தில் இங்கிலாந்திலும், அமெரிக்காவிலும் தொலைக்காட்சி பற்றிய ஆய்வுகள் தொடர்ந்து நடந்தன. அந்த ஆய்வுகளில் முக்கியமானதொன்று தொலைக்காட்சி வாங்கி யிலுள்ள திரையின் அளவாகும். இதுவரை தொலைக்காட்சி களைப் பார்த்தவர்கள் சிறு தட்டு அளவுள்ள திரையிலேயே காட்சிகளைக் கண்டார்கள். 1930ஆம் ஆண்டு ஏப்ரல் திங்களில் அமெரிக்கர்கள் 2 ச. அடி பரப்புள்ள திரையில் காட்சிகளைக் கண்டார்கள். இந்தத் திரை உ. ஏ. சனப்ரியா (U. A. Sanabria) என்ற பொறியாளரால் செய்யப்பட்டதாகும். ஒரு திங்களுக்குப் பின் ஜெனரல் எலெக்ட்ரிக் கம்பெனியில் (General Electric Company) பரப்புப் பொறுப்பினராக இருந்த இ. எஃப். டபிள்யூ. அலெக்சான்டர்சன் (E. F. W. Alexanderson) என்பவர் 'இரசாயனத் தூதன்' என்ற நாடகத்தைப் பரப்பும்போது செனக்டாடியில் (Schenectady) உள்ள அரங்கு ஒன்றில் பெரிய திரையைப் பயன்படுத்தினர். இது 7 அடி நீளமும், 6 அடி அகலமும் கொண்டதாக இருந்தது. நாடகம் பார்க்க வந்திருந்தவர்கள் காட்சியை நன்ருகப் பார்க்க முடிந்தது.

இங்கிலாந்தில் பெரிய திரைப் போட்டியில் (big screen contest) தாங்கள் ஒன்றும் பின்தங்கிவிடவில்லை என்பதை பியர்டு காட்டினர். அமெரிக்கர்கள் ஒளி வால்வு (light valve) என்பதைப் பயன்படுத்தி எறி விளக்கை (projection lamp) இயக்கி, தொலைக்காட்சி படத்திரையின்மேல் விழும்படிச் செய்தார்கள். இந்த முறையில் பெரிய படங்கள் மங்கலாக இருந்தாலும் தொலைக்காட்சி வளர்ச்சியில் இது ஒரு முக்கியமான முன்னேற்றமாகும். பின்னர் பியர்டு தன்னுடைய வாங்கியைச் செம்மைப் படுத்துவதற்கு (improve) இந்த முறையைப் பயன் படுத்தினுலும் பெரிய திரையைச் செய்வதற்கு அவர் வேருெரு முறையைக் கண்டார்.

5 அடி நீளமும் 2 அடி அகலமும் கொண்ட சொரசொரப்பான, தேய்க்கப்பட்ட கண்ணுடித் தகட்டை எடுத்துக் கொண்டார். அதன் பின்னுல் 2100 சிறுமின் குமிழ்களை வைத்தார். அதில் ஒரு மிகப் பெரிய சுழலும் மின் இணைப்பியோடு (rotating electric switch) ஒவ்வொரு குமிழும் இணைக்கப்பட்டது. இந்த இணைப்பி, மேல் வரிசையில் தொடங்கி ஒவ்வொரு மின்குமிழையும் வரிசைப் படி (மின்சாரத்தோடு) இணைத்தது. கடைசி மின் விளக்கு எரியும் போது முதலில் எரிந்த மின் விளக்கைக் கண் நினைவில்

வைத்துக்கொள்வதற்காக இணைப்பி எல்லா விளக்குகளையும் ஒரு விளுடியில் 25-ல் ஒரு பங்கு நேரத்தில் இணைக்க வேண்டும். இது போன்றதொரு திரையை இலண்டனிலுள்ள கொலிசியம் அரங்கில் (Coliseum Theatre) 1930ஆம் ஆண்டு சூலையில் பியர்டு அமைத்தார். அந்தத் திரையில் பார்த்த தொலைக்காட்சி மிகவும் தெளிவாகவும் ஒளி நிறைந்தும் இருந்தது. தொலைக்காட்சி காட்டுவதற்கான அரங்கத்திலுள்ள மின் விளக்குகளெல்லாம் அணைக்கப்பட்டன. அரங்கம் காரிருளில் மூழ்கியது. அரங்கத்தின் மேடையில் கருப்புத் துணியால் சூழப்பட்ட வெண்திரையில் ஒளி பரவியது. அந்த நேரத்தில் அங்குக் கூடியிருந்தோரின் உள்ளங்களில் தோன்றிய உணர்ச்சிகளைக் கற்பனையாலும் காணமுடியாது. என்னே விந்தை! ஒளிபரவிய அதே நேரத்தில் அறிவிப்பாளரின் முகம் தெரிந்தது. முகம் தெரிந்தது மட்டுமன்று; அந்த உருவம் பேசத் தொடங்கிற்று. அதைக் கண்ட கூட்டத்தின் ஆர்வம் எல்லையைக் கடந்தது. தொலைக்காட்சி பேச்சாளரிடம் கேள்விகள் கேட்க என்று அறிவிக்கப்பட்டது. கேள்விகள் அரங்கத்திலிருந்து தொலைபேசி வழியாக லாங் ஏக்கர் ஸ்டூடியோவிற்குத் தெரிவிக்கப்பட்டன. அந்தக் கேள்விகளுக்குத் திரையில் தெரிந்த உருவம் பதிலும் தந்தது. அன்றைய தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சி மிகவும் சிறந்ததாக இருந்ததோடு படமும் தெளிவாகவும், ஒளி நிறைந்தும் இருந்தது.

1930ஆம் ஆண்டில் வெளிப்புறக் காட்சிகளைத் தொலைக்காட்சி மூலம் அனுப்புவது பற்றி பியர்டு ஆய்வு நடத்திக் கொண்டிருந்தார். அந்த ஆய்வுக்குப் பின்னர் 1931, மே திங்களில் வெளிப்புறக் காட்சிகளை வெற்றிகரமாகப் படம் பிடித்து அனுப்புவதற்கான ஒளிப்படக் கருவிகளும், மற்ற துணைக் கருவிகளும் பொருத்தப்பட்ட ஒரு வண்டியைச் செய்தார். இந்தக் கருவியைக் கொண்டு புகழ் பெற்ற டெர்பி (The Derby) குதிரைப் பந்தயத்தைத் தொலைக் காட்சி மூலம் காட்டப்போவதாக அறிவித்தார். அந்த முடிவு அவருடைய நண்பர்களுக்கே மிகவும் வியப்பாக இருந்தது. குறிப்பிட்ட நாளும் வந்தது. பந்தயம் நடக்கும் இடத்திற்குக் கருவிகள் பொருத்தப்பட்ட பியர்டுவின் இயங்கும் வண்டி சென்றது. வண்டியிலிருந்த கருவிகள் லாங் ஏக்கரிலுள்ள பியர்டுவின் ஸ்டூடியோவோடு தொலைபேசிக் கம்பிகள் மூலம் இணைக்கப்பட்டன; அங்கிருந்து பி. பி. சி. யுடன் இணைக்கப்பட்டது. படம் பிடிப்பதில் எல்லாவகையான தொல்லைகளும், சிக்கல்களும் இருந்தன என்றாலும் பியர்டுவின் திறமைமிக்க உதவியாளர்கள் எல்லாவற்றையும் சரி செய்துவிட்டார்கள். பந்தயத்தைத் தொலைக்காட்சி மூலம் பார்த்த மக்கள், பந்தயத் திடல், அங்குக்

குழுமியிருந்த கூட்டம், குதிரைகள், பந்தயத்தில் கலந்து கொள்ள வந்த குதிரைக்காரர்கள், எல்லாமே தொலைக் காட்சியில் தெளிவில்லாமலும், நடுக்கத்தோடு கூடிய அசை வோடும், மங்கலாகவும் தெரிந்தன. அதே நேரத்தில் பி. பி. சி. நிறுவனத்தினர் காட்சிகளைப் பற்றிய விளக்கங்களை வானொலி மூலம் கூறிக்கொண்டிருந்தனர். பந்தயம் தொடங்கியது. குதிரை களின் ஓட்டத்தின் ஒருபகுதியும், பந்தயத்தின் முடிவையும் தொலைக்காட்சியில் காட்டினார்கள். படம் பார்த்தவர்கள் வெற்றி பெற்றக் குதிரையினை அடையாளம் காட்ட முடியுமா என்பது ஐயத்திற்கு உரியதே. என்றாலும் கேட்டோரின் உள்ளத்திலும் பார்த்தோரின் நெஞ்சிலும் அந்த நிகழ்ச்சி மறக்க முடியாத ஒன்றாக அமைந்தது. பியர்டுக்கு அது மிகப் பெரிய வெற்றியாகும்.

பியர்டுக்கும், பி. பி. சி. க்கும் இருந்த நல்லுறவு இப்போது மேலும் நன்றாக வளரத் தொடங்கியது. டெர்பி நிகழ்ச்சிக்குப் பின்னர் பி. பி. சி. யினர் தங்கள் ஸ்டூடியோக்களில் ஒன்றை எப்போது வேண்டுமானாலும் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம் என்றனர். தொலைக்காட்சி ஆராய்ச்சி பற்றியும், பி. பி. சி. பியர்டு நிறுவனத்துடன் பேச்சு வார்த்தை நடத்தியது. இந்த பேச்சுவார்த்தை பல திங்கள்கள் நடந்தன. இதற்கிடையில் பியர்டு தொலைக்காட்சி நிறுவனம் அதிகாலை நேரங்களிலும் வழக்கமான ஒலிபரப்பு நிகழ்ச்சிகள் முடிந்தபின்னர் இடைப் பட்ட நேரங்களிலும் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சியை பரப்பிக் கொண்டிருந்தனர். பி.பி.சி., பியர்டுவின் கருவிகளைக் கொண்டே தங்களது சொந்த நிகழ்ச்சிகளையும் பரப்பிக் கொண்டிருந்தனர்.

பி.பி.சி.யைப் பொருத்தவரை ஒரு மிகப் பெரிய சிக்கல் ஒன்று இருந்தது. அதாவது, தொலைக்காட்சியை நீளஅலை அல்லது சிற்றலையைக் கொண்டு முழுநீளமும் பரப்புவதற்குத் தனியாக நிலையங்கள் இல்லாமையாகும். அதோடு வேறொரு நிலையமும் கட்டமுடியாத சூழ்நிலையும் இருந்தது. அதாவது, அனைத்துலக ஒப்பந்தத்தில் இங்கிலாந்துக்கு என்று ஒதுக்கப் பட்ட அலை (நீளங்கள்) வரிசைகள் எல்லாம் தீர்ந்துவிட்டன. அதுமட்டுமல்ல; ஒலி பரப்புவதற்குரிய சர்தாரண அலை நீளங்கள் தொலைக்காட்சி அனுப்புவதற்கு ஏற்றவை அல்ல. அதோடு, தொலைக்காட்சி நிலையங்களில் காட்சி அனுப்புவதற்கு ஒன்றும் ஒலியை அனுப்புவதற்கு ஒன்றும் ஆக இரு அலை வரிசைகள் தேவைப்பட்டன.

இந்தத் தொல்லையிலிருந்து தப்புவதற்கு ஒரு வழி இருந்தது. அது தொலைக்காட்சி பரப்புவதற்கு சிற்றலை(வரிசை)களைப் பயன் படுத்துவதேயாகும். சிற்றலை வரிசையில் பரப்புதல் பற்றிய ஆய்வுகளை பியர்டு தொடங்கினுர். அமெரிக்காவில் அப்படிப்பட்ட ஆய்வுகள் முன்னமேயே நடந்துகொண்டிருந்தன.

1932-ல் பியர்டு மீண்டும் டெர்பி பந்தயத்தைத் தெளிவாகவும், நல்ல வெளிச்சத்துடனும் எடுத்து வெளிப்புறத் தொலைக்காட்சி யில் நல்லதொரு வெற்றியையும் பெற்ருர். இப்போது 10,000 தொலைக்காட்சி வாங்கிகளில் அந்தக் காட்சியினை மக்கள் கண்டு களித்தனர். அதோடு இலண்டனில் மெட்ரோபோல் திரை அரங்கில் (Metropole Cinema) 10 அடிக்கு 8 அடி என்ற அளவில் மிகப் பெரிய திரையையும் அமைத்திருந்தார்கள். அந்தப் பெரிய திரையில் குதிரைப் பந்தயத்தின் முடிவும் முன்னைவிட நன்ருகவும் தெளிவாகவும் தெரிந்தது. எனவே, தொலைக்காட்சி உண்மை யிலேயே வந்துவிட்டது என்று நம்பவேண்டிய கட்டாயம் இன்னும் பல பேர்களுக்கு ஏற்பட்டது.

பியர்டுவினுடைய ஆய்வின் பயனுக இங்கிலாந்தில் இருந்த மற்ற நிறுவனத்தாரும் தொலைக்காட்சியைப்பற்றி ஆராயத் தொடங்கினர். அவற்றிலே ஒன்று மார்க்கோனி வானெலி தொலைபேசி நிறுவனமாகும். இந்த நிறுவனத்தார் தொலைக் காட்சிக்கே உரிய பரப்பிகளையும் (transmitters), வான் கம்பிகளையும் (aerials) வடிவமைத்தார்கள். (1930-ல் ஒரு கிராமபோன் நிறுவனத்தில் ஜி. இ. கோணட்லியே (G. E. Condliffa), சி. டி. பிரௌன் (C. D. Browne) என்பவரின் தலைமையிலிருந்த குழு ஒன்று பியர்டுவின் படத்தைவிட மிகத் தெளிவான படம் ஒன்றை உருவாக்கும் முறைகளைப் பற்றி ஆராய்ந்துகொண்டிருந்தனர். அவர்கள் 1931ஆம் ஆண்டு ஜனவரியில் இலண்டனிலுள்ள இம்பீ ரியல் கல்லூரியில் (Imperial College, London) கண்ணுடி உரு ளையை வரிக் கண்ணேட்டத்திற்குப் பயன்படுத்தி ஒரு நிகழ்ச்சி யைக் காட்டினர்; இவர்கள் பயன்படுத்திய திரையின் அளவு 2 அடிக்கு 2½ அடி ஆகும். தெளிவு 150 வரிகளாகும். பின்னர் அதே ஆண்டில் கிராமபோன் நிறுவனமும் (Gramophone Company) மின் இசைத் தொழிற்சாலை நிறுவனமும் (Electrical and Musical Industries Limited) சேர்ந்து போரிஸ் ரோசிங்கின் (Boris Rosing) கருத்துப்படி எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைப் பயன்படுத்திப் புதுவகைத் தொலைக்காட்சி வாங்கியைச் செய்யும் பணியைத்

தொடங்கின. 1931-ல் அமெரிக்காவிலும் மற்ற நாடுகளிலும் தொலைக்காட்சி பரப்பும் நிகழ்ச்சி வளரத் தொடங்கியது. 1931-ல் குறைந்தது 15 தொலைக்காட்சி நிறுவனங்கள் இந்தப் பணியில் ஈடுபட்டன.

தொலைக்காட்சியில் காட்டப்படும் படங்கள் தெளிவில்லாமல் இருந்ததாலும், தொலைக்காட்சியில் எதிர்பார்த்த அளவுக்கு வளர்ச்சியும் முன்னேற்றமும் இல்லாத காரணத்தினாலும் 1932-வாக்கில் மக்களின் தொலைக்காட்சி ஆர்வம் குறையத் தொடங்கியது. எந்திரக் கண்ணோட்ட முறையில் ஒரு வினாடிக்கு 12½ படங்களே வரிக்கண்ணோட்டம் செய்ய முடிந்தது. எனவே, தெளிவான படங்களைக் காட்ட அதிகத் துளை உள்ளதும் பெரிய அளவினதுமான வரிக்கண்ணோட்டத் தட்டுகளைச் செய்தனர். அவ்வளவு பெரிய தட்டுகளைச் சுற்றவும் அதிகச் செலவு பிடித்தது. முன்னைவிட நல்ல ஒளிமின்கலங்கள் செய்யப்பட்டன. ஒளி அமைப்பு சிறப்பாக இருந்தது. இருந்தாலும் எந்திர முறையைப் பயன்படுத்துவதில் படத்தின் தெளிவிற்கு ஓர் எல்லை இருப்பதாக உணரப்பட்டது.

அதோடு தொலைக்காட்சியைப் (வெளியில்) பரப்பும்போது நடிகர்களின் கண்கள் கெட்டுப் போகும்படியான அளவுக்கு அவர்கள்மீது ஒளியைப் பாய்ச்சினர். இந்தத் தொல்லையை நீக்குவதற்கு பியர்டு வேறொரு முறையைக் கையாண்டார். ஓரளவு வெளிச்சமுள்ள இடத்தில் நடிகர்களை இருக்கச் செய்தார். பிரகாசமான விளக்கை வரிக்கண்ணோட்டத் தட்டிற்குப் பின்னால் வைத்தார். இந்த முறையினால் ஓர் அசையும் ஒளி காட்சியின் மீது செலுத்தப்பட்டது. இவ்வாறு அசையும் ஒளிப்பொட்டினால் **(moving spot light)** நடிகர்கள் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட்டனர். அவர்களிடமிருந்து திருப்பப்பட்ட ஒளியானது ஒளி மின்கலத்தின் கீழேயோ, மேலேயோ, பக்கத்திலேயோ விழுந்தது. பியர்டுவின் சிறந்த வரிக்கண்ணோட்ட முறையில் 120வரிப்படங்கள் **(line pictures)** உண்டாக்கப்பட்டன. எந்திர வரிக்கண்ணோட்ட முறை ஆய்வுகள் (mechanical scanning) அமெரிக்காவிலும், ஜெர்மெனியிலும் வளர்ந்து வந்தன. ஆனால், அதே நேரத்தில் முற்றிலும் மாறுபட்ட மற்றொரு தொலைக்காட்சி அமைப்பு வளர்ந்து கொண்டிருந்தது.

இதைச் செய்தவர்கள் சுவோரிகின் (Zworykin) என்ற ருசியக்காரரும், பிலோ டி. ஃபான்ஸ்வொர்த் (Philo T. Fansworth)

என்ற அமெரிக்கரும் ஆவர். இருவரும் வரிக்கண்ணேட்டத்திற்கு எந்திர முறையினைப் பயன்படுத்தவில்லை. இருவருமே தங்கள் படக்கருவிகளுக்கு (camera) எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயை (cathode ray tube) அடிப்படையாக எடுத்துக்கொண்டனர். சுவோரிகின் ஆராய்ச்சியே இன்றைய தொலைக்காட்சிக் கருவிக்கு வழி வகுத்தது. பல ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் கேம்பெல் சுவின்ஸ்டன் (A. A. Campbell Swinston) என்பவர்தான் எதிர் முனைக் கதிர்க் குழாயை வரிக்கண்ணேட்டத்திற்குப் பயன்படுத்தலாம் என்று கூறினர். அந்தக் கருத்தினைப் பின்பற்றி 1923-ல் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் ஒளி படக் கருவியை (cathode ray tube camera) உருவாக்கினர். அவருடைய கண்டுபிடிப்பில் யாரும் அக்கரை காட்டவில்லை. அவருடைய கருவியில் பல முன்னேற்றங்களைப் புகுத்துவதற்கு வேண்டிய பணவசதி அவரிடமில்லை. எனவே, அமெரிக்க வானொலி நிறுவனத்தின் (Radio Corporation of America) தலைவரை அணுகினர். டி. சார்ஞேஃப் (D. Sarnoff) என்ற அந்தத் தலைவரின் உதவியால் 1923-லிருந்து 1933 வரை பத்தாண்டுகள் உழைத்து சுவோரிகின் அவருடைய ஒளி படக் கருவியைக் குறை களைந்து செம்மைப் படுத்தினர். சுவோரிகின் ஒளி படக் கருவியே பின்னர் படிவங்காட்டி (iconoscope) என்ற உலகப் புகழ்பெற்ற பெயரோடு அழைக்கப் பட்டது.

1935ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு மாதத்தில் 30 வரித் தொலைக் காட்சியை விட்டுவிட்டதாக பி.பி.சி. அறிவித்தது. அதோடு எந்திர தொலைக்காட்சியும் முடிவுக்கு வந்தது. எந்திர வரிக் கண்ணேட்ட முறையில் 30 வரிகளாக இருந்தது. 1935-ல் அமெரிக்க வானொலி நிறுவனம் (R.C.A.) சுவோரிகின் அமைப்பைப் பயன்படுத்தியபோது 343 வரிகளாகவும், பின்னர் E. M. I. என்ற கம்பெனி எமிட்ரான் ஒளிபடக் கருவியைக் (Emitron camera) கண்டுபிடித்தபோது 405 வரிகளாகவும் வளர்ச்சி அடைந்தது. இந்த நேரத்தில் பிரான்சு, ஆஸ்டிரியா, இத்தாலி, ஹாலந்து, ருசியா, சுவீடன், ஜப்பான் போன்ற நாடுகளும் சோதனை தொலைக்காட்சிகளை அறிமுகப்படுத்தின. இவற்றில் சில நாடுகள் முதலில் எந்திர முறையைப் பயன்படுத்தித் தெளிவான தொலைக்காட்சி அமைப்புகளைச் செய்தன.

வாழ்வோடு ஒன்றிய வளர்கலை

இதே சமயத்தில் இங்கிலாந்தில் பியர்டு தன் ஆராய்ச்சிகளைத் தொடர்ந்து செய்துகொண்டிருந்தார். இப்போது 120 வரிகள் வண்ணத் தொலைக்காட்சியை உருவாக்குவதில் ஈடுபட்

டிருந்தார். 1936-ல் நிப்கோவ் தட்டினைப் பயன்படுத்தி இலண்டனிலுள்ள டொமினியன் அரங்கத்தில் (Dominion Theatre) வண்ணத் தொலைக்காட்சியைப் பெரிய திரையின்மேல் செய்து காட்டினார். இங்கிலாந்தே வண்ணத் தொலைக்காட்சியில் முன்னணியில் நின்றது. அந்த வெற்றியில் பி.பி.சி.க்குப் பெரும் பங்கு உண்டு. ஒலிம்பியா ரேடியோ (Radio Olympia) என்ற வானொலிக் கண்காட்சியில் தொலைக்காட்சி முதல் நிகழ்ச்சியாக இருந்தது. இந்தத் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிக்காகப் புதிய புதிய ஸ்டூடியோக்கள் கட்டப்பட்டன. புதிய கருவிகள், பரப்பிகள் அமைக்கப்பட்டு சோதனை நடத்தப்பட்டது. இறுதியில் பல நாட்கள் ஒத்திகைக்குப் பிறகு 1936ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு திங்கள் 26ஆம் நாள் பியர்டுவின் 240 வரிப்படங்கள் முறையைப் பயன் படுத்தி முதல் நிகழ்ச்சி நடத்தப்பட்டது. கண்காட்சியில் 1 இலட்சம் மக்களுக்குமேல் அந்த நிகழ்ச்சியைக் கண்டுகளித்தனர். பார்த்தோர் உள்ளத்தில் மறக்கமுடியாத நிகழ்ச்சியாக அது பதிந்தது. இறுதியில் உண்மையான தொலைக்காட்சி உருவாகியது. இவ்வாறு எத்தனையோ இன்னல்கள், இடர்பாடு களோடு வளர்ந்த தொலைக்காட்சி மனித குலத்தின் வாழ்வோடு ஒரு பகுதியாக ஒன்றிவிட்டது.

கற்றவை

மனிதனின் உள்ளத்தில் தோன்றுகின்ற வேட்கையே உலகத்தில் ஏற்படும் மாபெரும் மாற்றங்களுக்குக் கரணியம்.

வேட்கை என்னும் வித்திலிருந்து தோன்றுகின்றன பல விந்தைக் கருவிகள். அவற்றில் ஒன்று தொலைக்காட்சி.

மின்னியல், மின்னணுவியல், ஒளியியல், ஒலியியல், ஒளிபட வியல் போன்ற இன்னோரன்ன பல் துறை அறிவின் தொகுப்பே தொலைக்காட்சியின் வடிவம். தொலைக்காட்சியைக் கண்டு பிடித்தவர் இங்கிலாந்து நாட்டைச் சேர்ந்த ஜான் லோகி பியர்டு (John Logie Baird) என்பவராகும். செலினியம் 1816-ல் பெர்கிலியஸ் (Bergelius) என்ற சுவீடன் நாட்டு (Sweden) இயல்பியல் வல்லுநரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. செலினியத் திற்கு ஒளி மின்னியல் பண்பு உண்டு. இதனை மெய்ப்பித்தவர் மே (May) என்பவராவர்.

தொலைக்காட்சி 1880-ல் ‘மின்தொலை வரைவியால் பார்த்தல்’ என்ற சொல்லால் விளக்கப்பட்டது. டாக்டர் பால் நிப்கோவ் என்பவர் 1884-ல் மின் தொலை நோக்கி என்ற கருவியை அமைத்தார். வரிக் கண்ணோட்ட உருளை (scanning

wheel) என்ற நிப்கோவ் தட்டை உண்டாக்கினர். தொலைக் காட்சியின் வளர்ச்சிக்கு நிப்கோவ் தட்டு (Nipkow disc) நடுவனுக அமைந்தது.

கண்ணின் நினைவாற்றல் (persistence of vision) என்ற கண்ணின் இயற்கையான பண்பு, தொலைக்காட்சியில் வரிக் கண்ணோட்ட கோட்பாட்டைப் புகுத்துவதற்கு அடிப்படையாக அமைந்தது. 1889-ல் வெயிலர் (Weiller) என்பவர் நிப்கோவ் தட்டுக்கு மாற்ருக வெயிலர் கண்ணாடி உருளையைச் செய்தார்.

'வெற்றிடத்தில் மின் பொறி' என்ற குரூக்சினுடைய ஆராய்ச்சி, எதிர்முனைக் கதிர்களைக் கண்டுபிடிக்கவும், அதன் வழி 1897-ல் கார்ல் பிரான் (Karl Brawn) என்ற ஜெர்மன் அறிவியலார் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் (cathode ray tube) என்ற கருவியை அமைக்கவும் வழி வகுத்தது. எதிர்முனைக் கதிர் குழாயைத் தொலைக்காட்சிக்குப் பயன்படுத்தலாம் என்ற கருத்தை வெளியிட்டவர் போரிஸ் ரோசிங் (Boris Rosing) என்ற ருசிய அறிவியலார் ஆவார்.

1933-ல் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைப் பயன்படுத்தி வரிக் கண்ணோட்ட முறையை அமைத்தவர் விலாடிமிர் சுவோரிகின் (Vladimir Sworykin) என்பவர் ஆவார். 1897-ல் கம்பியில்லாமல் செய்திகளைத் தொலை தூரங்களுக்கு அனுப்பும் முறையை மார்க்கோனி கண்டுபிடித்தார். 1904-ல் அம்புரோஸ் ஃபிளெமிங் (Ambrose Fleming) முதல் வால்வைச் (valve) செய்தார். இது கம்பியில்லாமல் செய்தி அனுப்பும் முறையில் மாபெரும் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தியது. பரப்பி, வாங்கி ஆகிய இரண்டிற்கும் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைப் பயன்படுத்தலாம் என்று முதலில் சொன்னவர் கேம்பெல் (Campbell) என்பவராகும்.

1914-ல் முதலாம் உலகப் போரின் காரணமாகத் தொலைக் காட்சித் தொடர்பான ஆராய்ச்சிகள் நிறுத்தப்பட்டன. உலகப் போர் முடிந்ததும் கம்பியில்லாத் தொலைச் செய்திமுறை உலகத் தொடர்புக்கு பயன்படுத்தப்பட்டது. வானொலியில் ஏற்பட்ட இந்த மிகப் பெரிய வளர்ச்சியும் முன்னேற்றமும் தொலைக்காட்சி வளர்வதற்கான ஆய்வுகளுக்குப் பேருதவியாக இருந்தது. 1923-ல் பியர்டு இங்கிலாந்தில் ஒரு படத்தைக் கம்பிமூலம் இரண்டடி தூரத்திற்குச் செலுத்தினர். அதே ஆண்டில் சி.எப். ஜென்கின்ஸ் (C. F. Jenkins) என்பவர் அமெரிக்காவில் நிப்கோவ் தட்டைப் பயன்படுத்தி படத்தைக் கம்பியில்லாமல் 130 கல்

தொலைவிற்கு அப்பால் அனுப்பினர். அதே சமயம் இலண்டனில் அசையாப் படங்களை அப்படியே அனுப்பும் முறையை ரிச்சர்டு ரேஞ்சர் (Richard Ranger) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

முடிவில் 1926ஆம் ஆண்டு ஜனவரி திங்கள் 27ஆம் நாள் இப்போது புழக்கத்திலுள்ள தொலைக்காட்சியை ஜான் லோகி பியர்டு (John Logie Baird) என்பவர் உலகிற்குச் செய்து, இந்த வெற்றியினுல் ஊக்குவிக்கப்பட்டு தொடர்ந்து தன்னுடைய முயற்சியின் காரணமாக 1928ஆம் ஆண்டு பிப்ரவரி திங்கள் 8ஆம் நாள் இலண்டனிலிருந்து நியூயார்க்கிற்குத் தொலைக்காட்சியை அனுப்பினர். 1928ஆம் ஆண்டிலேயே ஜூன் திங்களில் பகலில் கிடைக்கும் கதிரொளியைப் பயன்படுத்தி வெளிப்புறக் காட்சிகளைத் தொலைக்காட்சியில் அனுப்பினர். அதே ஆண்டில் பியர்டு இலண்டனிலும் கிளாஸ்கோவிலும் வண்ணத் தொலைக்காட்சியைச் செய்து காட்டினர்.

பி.பி.சி. நிறுவனத்தின் ஒத்துழைப்புடன் பியர்டு 1929ஆம் ஆண்டு செப்டம்பர் திங்கள் 30ஆம் நாள் பொதுமக்களுக்கான தொலைக்காட்சியைப் பரப்பினர். இலண்டன் வானெலி நிலையத்தில் ஒலி, காட்சி இரண்டையும் பரப்புவதற்கு ஒரே ஒரு அலைவரிசைதான் இருந்தது. அதனுல் தொலைக்காட்சியில் பேச்சையும் காட்சியையும் பரப்புவதற்கு ஒவ்வொருவரும் இரண்டு முறை நடிக்க வேண்டியிருந்தது. முதலில் பேச்சு ஒலி பரப்பப்பட்டது. பின்னர் காட்சியை ஒளிபரப்பும் நிகழ்ச்சி செய்யப்பட்டது.

1930-ல் மார்ச்சு திங்களில் ஆய்வு தொலைக்காட்சி ஒரே நேரத்தில் ஒலியையும், காட்சியையும் பரப்பியது. 1932ஆம் ஆண்டு வாக்கில் வரிக் கண்ணோட்ட முறையில் விநாடிக்கு $12\frac{1}{2}$ படங்களே வரிக்கண்ணோட்டம் செய்ய முடிந்தது. எனவே, தெளிவான படங்களைக் காட்ட மிகுதியான துளை உள்ளதும் பெரிய அளவினதுமான வரிக் கண்ணோட்டத் தட்டுகளைச் செய்தனர். பியர்டுவின் சிறந்த வரிக் கண்ணோட்ட முறையில் 120 வரிப் படங்கள் (line pictures) உண்டாக்கப்பட்டன.

சுவோரிகின் (Zworykin) என்ற ருசியக்காரரும், பிலோ டி. ஃபான்ஸ்வொர்த் (Philo T. Fansworth) என்ற அமெரிக்கரும் தங்கள் தொலைக்காட்சிப் படக்கருவியில் (television camera) வரிக்கண்ணோட்ட முறைக்கு எதிர்முனைக் குழாயை (cathode ray tube) முதன் முதலில் பயன்படுத்தினர். 1923-ல் சுவோரிகின்

எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் ஒளி படக் கருவியை (cathode ray tube camera) உருவாக்கினார். சுவோரிகின் வடிவமைத்த இந்த ஒளி படக் கருவியே, பின்னர் படிவங்காட்டி (iconoscope) என்ற உலகப் புகழ்பெற்ற பெயரோடு அழைக்கப்பட்டது.

1935-ல் அமெரிக்க வானொலி நிலையம் (R.C.A.) சுவோரிகின் அமைப்பைப் பின்பற்றி 343 வரி வரிக் கண்ணோட்ட முறையை உருவாக்கியது. இ.எம்.ஐ. (E.M.I.) என்ற நிறுவனம் எமிட்ரான் படக்கருவியை (Emitron camera) கண்டுபிடித்தபோது வரிக் கண்ணோட்ட அமைப்பு (scanning pattern) 405 வரியாக வளர்ச்சி அடைந்தது.

1936-ல் நிப்கோவ் தட்டைப் பயன்படுத்தி பியர்டு வண்ணத் தொலைக்காட்சியைச் செய்து காட்டினார்.

பயிற்சிகள்

க. கோடிட்ட இடங்களைத் தகுந்த சொற்களைக் கொண்டு நிரப்பவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. தொலைக்காட்சியைக் கண்டுபிடித்தவர் இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த ——— என்பவர்.
2. செலினியம் ——— கொண்டது.
3. நிப்கோவ் தட்டை உண்டாக்கியவர் ———.
4. நிப்கோவ் தட்டுக்கு மாற்றாக வெயிலர் கண்டுபிடித்தது ———.
5. எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைக் கண்டுபிடித்தவர்——— நாட்டைச் சேர்ந்த ——— என்பவராவார்.
6. எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைத் தொலைக்காட்சிக்குப் பயன்படுத்தலாம் என்ற கருத்தை வெளியிட்டவர்———.
7. எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைக் பயன்படுத்தி வரிக்கண்ணோட்ட முறையை அமைத்தவர்——— என்பவர்.

உ. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. தொலைக்காட்சியைக் கண்டுபிடித்தவர்

(அ) கலீலியோ (ஆ) ஜான் லோகி பியர்டு
(இ) கேம்பெல் (ஈ) நிப்கோவ்,

2. தொலைக்காட்சியின் வளர்ச்சிக்கு நிப்கோவ் தட்டு நடுவனாக அமைந்தது. காரணியம்

(அ) அது நிப்கோவினால் அமைக்கப்பட்டது

(ஆ) அது தொலைக்காட்சியில் பயன்படுகிறது

(இ) அது வரிக் கண்ணோட்ட முறைக்கு அடிப்படையாக அமைந்தது

(ஈ) அது பியர்டுவினால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

3. தொலைக்காட்சியில் வரிக் கண்ணோட்ட கோட்பாட்டைப் புகுத்துவதற்கு அடிப்படையாக அமைந்தது

(அ) 'கண்ணின் நினைவாற்றல்' என்ற கண்ணுக்குள்ள இயற்கையான பண்பு

(ஆ) மின்னணுக்களின் விரைவு

(இ) எதிர்முனைக் கதிர்க்குழாயின் அமைப்பும் செயலும்

(ஈ) தொலைக்காட்சியின் திரையில் உள்ள ஒளிர்ப்பி.

4. செலினியத்தைக் கண்டுபிடித்தவர்

(அ) மார்க்கோனி (ஆ) பெர்சிலியஸ்

(இ) கியூரி (ஈ) வெயிலர்.

5. எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைக் கண்டுபிடித்தவர்

(அ) கார்ல் பிரான் (ஆ) ரோசிங்

(இ) கிரஹாம் பெல் (ஈ) எடிசன்.

6. தொலை பேசியைக் கண்டுபிடித்தவர்

(அ) ஹென்ரிச் ருடால்ஃப் (ஆ) தாம்சன்

(இ) கிரஹாம் பெல் (ஈ) ஹெர்ட்ஸ்

7. ஒலி வாங்கியைக் (microphone) கண்டுபிடித்தவர்

(அ) பால் நிப்கோவ் (ஆ) வில்லியம் குருக்ஸ்

(இ) ரோசிங் (ஈ) டேவிட் ஹியூக்ஸ்

8. எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாயைப் பயன்படுத்தி வரிக் கண்ணோட்ட முறையை அமைத்தவர்

(அ) விலாடிமிர் சுவோரிகின் (ஆ) கார்ல் பிரான்

(இ) தாமஸ் ஆல்வா எடிசன் (ஈ) லீ டி ஃபாரஸ்ட்

9. கம்பி இல்லாமல் செய்தி அனுப்பும் முறையைக் கண்டு பிடித்தவர்

(அ) கிரஹாம் பெல் (ஆ) கேம்பெல்
(இ) ஃபிளமிங் (ஈ) மார்க்கோனி

10. இப்போது புழக்கத்திலுள்ள தொலைக்காட்சி முறையை முதன்முதலில் செய்து காட்டப்பட்ட ஆண்டு

(அ) 1900 (ஆ) 1926 (இ) 1930 (ஈ) 1933.

ங. கீழ்க்காணும் வினாக்களுக்கு விடை கூறவும்

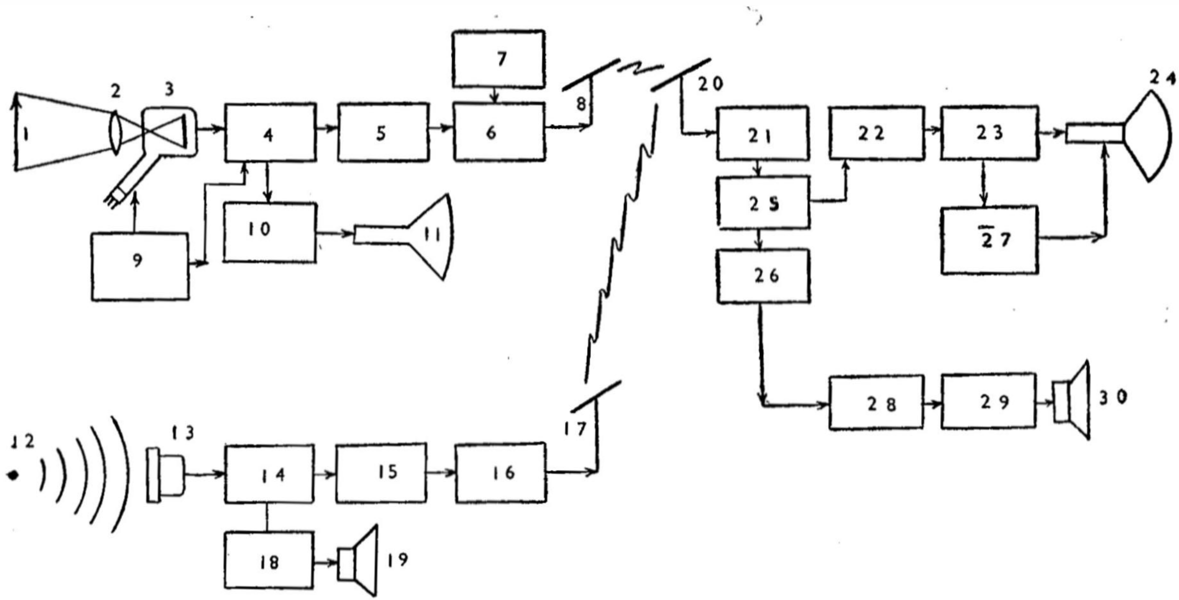
1. தொலைக்காட்சியின் வளர்ச்சியைச் சுருக்கித் தொகுத்து எழுதவும்.
2. 'கண்ணின் நினைவாற்றல்'—விளக்கவும்.
3. நிப்கோவ் தட்டின் அமைப்பையும் செயல் முறையையும் தெளிவான படத்துடன் விளக்கிக் கூறவும்.
4. டாக்டர் பால் நிப்கோவின் 'மின் தொலை நோக்கி'யை விளக்கவும். அதிலுள்ள குறைகள் யாவை ?
5. பியர்டுவின் முதல் தொலைக்காட்சிக் கருவியின் அமைப்பைப் படத்துடன் விளக்கவும்.

2. தொலைக்காட்சியின் பொது அமைப்பு

பரப்பியும் வாங்கியும்

தொலைக்காட்சியில் இரண்டு பெரும் பிரிவுகள் அடங்கி யிருக்கின்றன. ஒன்று, காட்சிகளைப் படம் பிடித்து அவற்றை மின் காந்த அலைகளாக மாற்றி பல நூறு கல் தொலைவுக்கப்பால் அனுப்பும் பகுதி. இந்தப் பகுதி காட்சிகளோடு, அவற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட ஒளியையும் (பேச்சு, இசை) மின்காந்த அலைகளாக மாற்றி இரண்டையும் சேர்த்து வானத்தில் செலுத்து கின்றது. இந்தப் பணிகளை இந்தப் பகுதியிலுள்ள பல கருவிகள் சேர்ந்து செய்கின்றன. இந்தக் கருவித் தொகுப்புக்குத் தொலைக் காட்சி அனுப்பி (television transmitter) என்று பெயர். மற்றொரு பகுதி, வானிலே மிதந்து வரும் ஒளி, ஒலி அலை களின் மின்காந்த அலைகளை எடுத்து அவற்றை மீண்டும் நாம் காணும் வண்ணம் ஒளி அலைகளாகவும், நாம் கேட்கும் வண்ணம் ஒலி அலைகளாகவும் மாற்றுகிறது. அனுப் பியைப் போலவே இங்கும் இந்தப் பணிகளைப் பல கருவி கள் சேர்ந்த ஒரு தொகுப்பே செய்கிறது. இந்தக் கருவித் தொகுப்புக்கு தொலைக்காட்சி வாங்கி (television receiver) என்று பெயர். அனுப்பியினுடைய கருவித் தொகுப்பின் அமைப்பைப் படம் 2-1(a)யிலும், வாங்கியினுடைய கருவித் தொகுப்பின் அமைப்பைப் படம் 2-1(b)யிலும் காணலாம். அனுப்பியிலும் வாங்கியிலும் பல்வேறு கருவித் தொகுப்புகள் இருக்கின்றன. அவற்றின் அமைப்பைப்பற்றியும், வேலையைப் பற்றியும் பொதுவாகச் சிறிது காண்போம்.

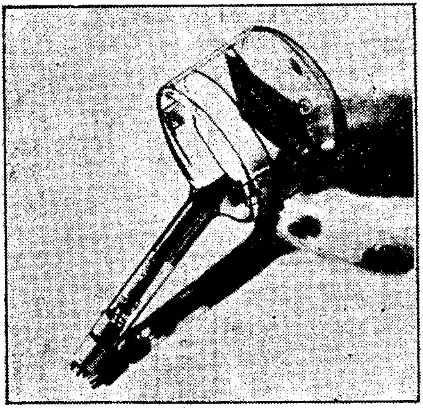
தொலைக்காட்சிப் பரப்பியில் முதலில் இருக்கும் கருவி படக் கருவிக் குழாயாகும் (camera tube). இங்குக் காட்சியிலுள்ள ஒளி, மின்சாரமாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த படக்கருவிக் குழாய் இரு முக்கியப் பணிகளைச் செய்கிறது. (1) காட்சியிலுள்ள ஒளியின் அளவிற்கேற்ப ஒளியை மின்சாரமாக மாற்றுதல், (2) மின்னல் வரிக்கண்ணோட்டத்திற்குத் (interlaced scanning) தேவையான கணத்தாக்குதல்களை (impulses) படக்கூறுகளுக்கு (picture elements) ஏற்ப ஒரு முறையான வரிசைப்படி மாற்று வரிகளில் (alternate lines) தேர்ந்தெடுக்கிறது. இத்தகைய படக்



படம் 2-1. மாதிரித் தொலைக்காட்சி அமைப்பின் கூறுகள்.

1. பொருள்; 2. வில்லை; 3. படக்கருவிக் குழாய்; 4. வரி பெருக்கி; 5. பண்பேற்று பெருக்கி; 6. பண்பேற்றப்பட்ட வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கி; 7. வானொலி அதிர்வெண் ஊர்தி தோற்றுவாய்; 8. படம் பரப்பும் வான் கம்பி; 9. வரிக் கண்ணோட்ட ஒத்தியக்கத் துணைக் கருவிகள்; 10. மானிட்டர் பெருக்கி; 11. மானிட்டர் படக் குழாய்; 12. ஒலித் தோற்றுவாய்; 13. ஒலி வாங்கி; 14. வரி பெருக்கி; 15. அதிர்வெண் பண்பேற்றி; 16. பெருக்கும் வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கி; 17. ஒலிபரப்பும் வான் கம்பி; 18. மானிட்டர் பெருக்கி; 19. மானிட்டர் ஒலி பெருக்கி; 20. பட ஒலி வாங்கும் வான் கம்பி; 21. வா. அ. பெருக்கியும் மாற்றியும்; 22. படப் பண்பிறக்கி; 23. புலனுறு பெருக்கி; 24. படக்குழாய்; 25. பட இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கி; 26. ஒலி இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கி; 27. ஒத்தியக்க வரிக் கண்ணோட்ட துணைக் கருவிகள்; 28. ஒலி பண்பிறக்கி; 29. கேளொலி பெருக்கி; 30. ஒலிபெருக்கி.

கருவிக் குழாய்க்குப் படிவங்காட்டி (iconoscope) என்று பெயர். [icon என்றால் image—படிவம் என்றும், scope என்றால் to view—பார், காட்டு என்றும், இங்குக் காட்டுகின்ற கருவியைக் குறிப்பிடுவதால் காட்டி என்றும் சொல்லலாம்.] தொடக்க காலத்தில் மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டு வந்த இந்தக் குழாய் இப்போது திரைப்பட நிகழ்ச்சிகளைப் பரப்புவதற்கு மட்டுமே பயன்படுத்தப்பட்டு வருகிறது. இதன் அமைப்பைப் பற்றியும் வேலை செய்யும் முறையைப் பற்றியும் அதிகாரம் 6-ல் விரிவாகக் காண்போம்.



படம் 2-2. படிவங்காட்டி

இப்போது பெரும்பாலான தொலைக்காட்சிகளில் படம் எடுக்கும் படக்கருவியாகப் படிவ ஆர்த்திகன் (image orthicon) என்ற குழாய் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மிகவும் சிக்கலான செயல்முறையைக் கொண்ட இதைப்பற்றி 6ஆம் அதிகாரத்தில் விரிவாகக் காண்போம்.

ஒளிப் படிவமும் மின் படிவமும்

படிவங்காட்டியின் முக்கியமான பகுதி ஒரு மைக்காத் தகடாகும். இதன்மேல் தனித்தனியாகக் காப்பிடப்பட்ட பல இலட்சக்கணக்கான வெள்ளி அரைக்கோளங்கள் (hemispheres of silver) படியவைக்கப்பட்டுள்ளன. இவை உருண்டை வடிவமாக இருப்பதால் உருள் மணிகள் (globules) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இந்த உருள்மணிகளின் மேல் ஓர் அடுக்கு

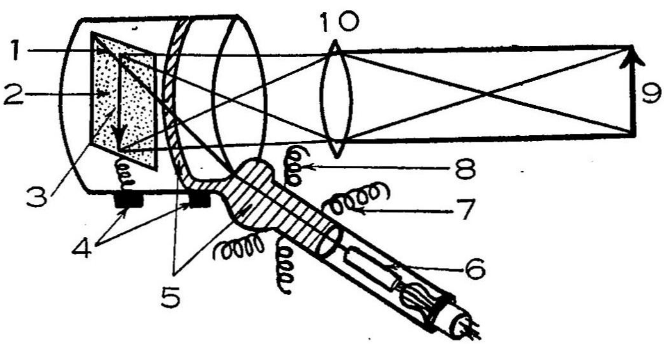
(layer) அளவிற்கு சீசியத்தை (cesium) மேற்பரப்பில் படியச் செய்து அவை ஒளி உணர்வு உடையதாக்கப்படுகின்றன. (வெள்ளி சீசிய உருள் மணிகள் கொண்ட மைக்காத் தகட்டினை மொசைக் தகடு என்றும் சொல்லுவர்.) இந்த உருள் மணிகள் மேல் ஒளியூட்டப்படும்போது (illuminated) எதிர் மின்னேற்றத்தை விடுவிக்கும் தன்மை பெறுகின்றன. அனுப்பவேண்டிய காட்சி, ஒரு வில்லையின் (lens) வழியாக ஒளிபடக்கருவியிலுள்ள (photographic camera) மென்படலம் (film) போன்ற இந்தத் தகட்டின்மேல் குவிக்கப்படுகின்றது. தகட்டின் மேல் விழும் ஒளி, வெள்ளி சீசிய உருள் மணிகளில் இருந்து, அவற்றின் மேல் விழும் ஒளியூட்டத்திற்கு ஏற்ப, எதிர் மின்னேற்றத்தை விடுவிக்கின்றன. அதன் காரணமாகத் தகடு நேர் மின்னேற்றப் பகிர்வைப் (positive charge distribution) பெறுகிறது. இந்த நேர் மின்னேற்றப் பகிர்வு ஒளிப்படிவத்திலுள்ள (optical image) ஒளியின் பகிர்வு அளவே இருக்கும். இவ்வாறு, படிவங் காட்டியில் தொலைக்காட்சி பரப்புக்கு அடிப்படையான செயலாகிய ஒளி-மின் மாற்றம் (photo-electrical translation) நிகழ்கிறது. ஒளிப்படிவம் மின்படிவமாக (electrical image) மாற்றப்படுகிறது.

வரிக்கண்ணோட்டம்

பிறகு இந்தப் படிவம் படித்தர அமைப்பு (standard pattern) கொண்ட கிடைமட்ட வரிகளாக (horizontal lines) பிரிக்கப்பட வேண்டும். பக்கக் குழாயிலிருந்துவரும் மின்னணுக் கற்றையை மொசைக் தகட்டின் (mosaic plate) மேல் செலுத்தி படிவத்தைக் கிடைமட்டமாகப் பிரிக்கிருர்கள். இந்த மின்னணுக் கற்றை மிக, மிகக் குறுகலான குறுக்கு வெட்டை (narrow cross section) உடையது. எனவே, குழாய்க்கு வெளியிலுள்ள ஈரிணை மின்காந்தச் சுருள்களினுல் (electromagnetic coils) இந்த மின்னணுக் கற்றையைத் தகட்டின் எந்தப் புள்ளியிலும் துல்லியமாகச் செலுத்த முடியும்.

தொடக்கத்தில் இந்த மின்னணுக் கற்றை, படிவத்தின் மேற்புறத்தில் (extreme upper) இடக்கை மூலையில் குறி வைக்கப்பட்டுள்ளது. பின்னர், அங்கிருந்து படத்தின் மேல் விளிம்பின் (upper edge) குறுக்காகக் கிடைமட்டமாக வலக்கைப்புறம் நகருகிறது. இவ்வாறு முதல் வரியை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்கிறது. படத்தின் இந்த வரியில் உள்ள வெள்ளி உருள் மணிகளின் மேல் மின்னணுக் கற்றைச் செல்லும்போது, அதிலுள்ள (கற்றையி

லுள்ள) மின்னணுக்கள், உருள் மணிகள் ஒவ்வொன்றும் முன்பு இழந்த மின்னேற்றத்தை மீண்டும் பெறும்படிசெய்து, மின்னேற்ற சமநிலையை (equilibrium) ஏற்படுத்துகிறது. அவ்வாறு, மின்னேற்றத்தைத் திரும்பப் பெறச் செய்யும் (restoration of charges) ஒவ்வொரு முறையும் மொசைக் தகட்டின் மின்னழுத்தம் (electrical potential) மாறுகிறது. அதன் விளைவாக, ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் திரும்பப் பெறப்பட்ட மின்னேற்றத்தின் (restored charges) அளவைப் பொறுத்துத் தகடு வெவ்வேறு மின்னழுத்த அளவுகளை அடுத்தடுத்து மிக விரைவாகப் பெறுகிறது. அதாவது, மொசைக் தகட்டு மின்னழுத்தத்தின் (mosaic plate potential) அடுத்தடுத்த அளவுகள், முதல் வரிக் கண்ணோட்ட வரி(scanning line)யிலுள்ள அடுத்தடுத்த படக்கூறுகளின் (மேல் உள்ள) ஒளிர்வின் (brightness) அளவுகளாகும்.



படம் 2-3.

படிவங்காட்டியின் ஒளிமின் இயக்கங்களை விளக்கும் படம்.

1. மின்னணு வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை; 2. ஒளி உணர்வுள்ள மொசைக் தகடு; 3. மொசைக்கின் மேல் குவிக்கப்பட்ட பொருள்களின் படிவம்; 4. சைகை மின்முனைகள்; 5. சேர்ப்பி மின்முனை (சுவர் பூச்சு); 6. மின்னணுத் துப்பாக்கி; 7. கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்டச் சுருள்கள்; 8. செங்குத்து வரிக்கண்ணோட்டச் சுருள்கள்; 9. தொலைக்காட்சியில் அனுப்பப்படும் பொருள்; 10. ஒளி வில்லை.

முதல் வரிக்கண்ணோட்ட வரியின் குறுக்கே அதன் இயக்கத்தின் முடிவில், மின்னணுக்கற்றை மீண்டும் படத்தின் இடக்கை கோடிக்குத் (edge) திருப்பப்படுகிறது. மின்னணுக்கற்றை முன்னே செல்லும்போதும், பின்னே திரும்பும் போதும் அது மெதுவாகவும், கீழ்நோக்கிச் செங்குத்தாகவும் நகருகிறது. அதனால், மின்னணுக்கற்றை மீண்டும் படத்தின் இடக்கை கோடிக்கு வருவதற்குள் அது தன் தொடக்க நிலையிலிருந்து சிறிது கீழே வந்துவிடுகிறது. மீண்டும் படிவத்தில் முதல்வரிக்கு இணை

யாக முதல் வரிக்கும், அடுத்த வரிக்கும் இடையில் ஒரு கற்றையின் அகல அளவிற்கு இடைவெளிவிட்டு அந்த அடுத்த வரியில் மின்னணுக்கற்றை இடமிருந்து வலம் நகரும்படி செய்யப்படுகின்றது. இவ்வாறு ஒளிப்படிவத்தின் பரப்பளவு அடுத்தடுத்து ஒரு வரிவிட்டு ஒரு வரியாகக் கற்றையினுல் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகிறது. ஒவ்வொரு வரியும் மற்ற வரியிலிருந்து ஒரு வரி அகல அளவிற்கு (width of one line) இடைவெளிவிட்டுப் பிரிக்கப் படுகின்றது.

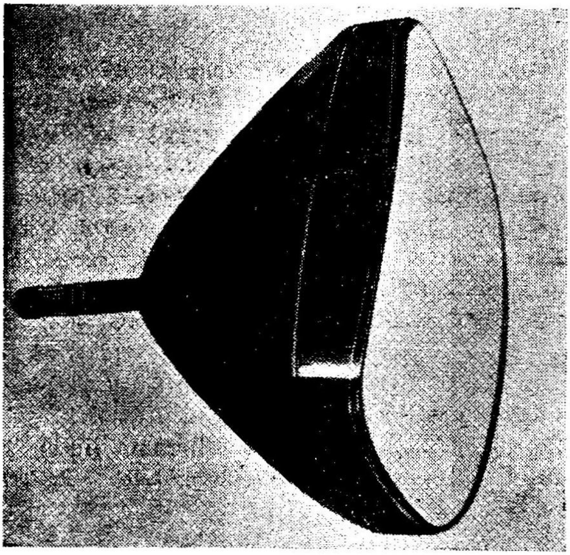
இவ்வாறு, கற்றை படத்தின் அடிப்பாகத்தை (bottom) அடைந்ததும் அதன் மெதுவான கீழ்நோக்கிய செங்குத்து இயக்கம் நிறுத்தப்படுகிறது. மின்னணுக் கற்றை மறைந்து மறுபடியும் படத்தின் மேலே வருகிறது. இங்கு மின்னணுக் கற்றை மீண்டும் தன்னுடைய வரிக்கண்ணோட்ட இயக்கத்தைத் தொடங்குகிறது. இந்தத் தடவை கற்றை முதலில் தொடங்கிய வரியில் தொடங்காமல் முதல் வரிக்கும் அடுத்த வரிக்கும் இடையில் உள்ள இடைவெளியில் வரிக்கண்ணோட்டத்தைத் தொடங்குகிறது. அவ்வாறு தொடங்கி, முதலில் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்த வரிகளுக்கு இடையிலுள்ள இடைவெளி வழியாகக் கற்றை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்கிறது. கற்றை படத்தின் அடிப் பாகத்தை அடையும்போது படத்தின் பரப்பளவின் ஒவ்வொரு புள்ளியும் அடுத்தடுத்த வரிகளின் (alternate lines) இரண்டு தொடர்களால் (series) வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட்டு விடுகிறது.

வான்வழிச் செல்லும் ஒளி, ஒலி சைகைகள்

இவ்வாறு வரிக்கண்ணோட்டம்செய்யப்படுகிறபோது மொசைக் தகட்டின் மின்னழுத்தம் தொடர்ந்து மாறுகிறது. மின்னழுத்தத்தில் எந்த ஒரு நேரத்திலும் ஏற்படுகிற இந்த மாற்றம் அந்த நேரத்தில் கற்றையினுல் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகின்ற அடுத்தடுத்த படக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள ஒளிர்வின் மாற்றத்திற்கு (change in brightness) நேர் விகிதத்திலிருக்கிறது. படக்கருவிக் குழாயிலிருந்துவரும் மின்சைகை (electrical signal) பெருக்கப்பட்டு (amplified) ஒத்தியக்க கணத்தாக்குதல்களோடு (synchronising impulses) மேல் சுமத்தப்பட்டு (superimposed), ஊர்தி மின்னோட்டத்தின் (carrier current) மேல் சுமத்தப்படுகிறது. பின்னர் அங்கிருந்து வான்கம்பி (antenna) வழியாக வெளியில் அனுப்பப் படுகிறது. அதுபோன்று காட்சியோடு (ஒளி) தொடர்புள்ள ஒலிச் சைகையும் (sound signal) தனிப்பட்ட அனுப்பியினுல் அனுப்பப் படுகிறது.

காணாத காட்சியும் கேளாத ஓசையும்

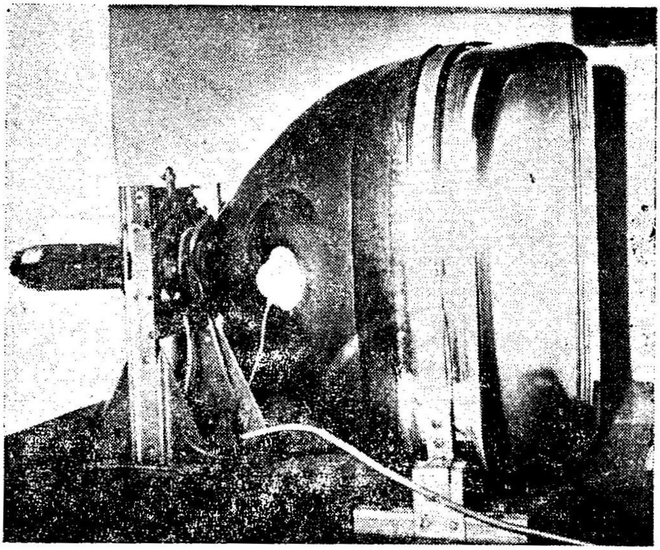
வான்வழி வருகின்ற ஒளி-ஒலி அலைகளின் மின்காந்த அலைகள் வாங்கியில் (receiver) எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. வாங்கியிலுள்ள வாங்கு வான்கம்பியில் (receiving antenna) ஒளி-ஒலி சைகைகளினுல் மின்னழுத்தம் தூண்டப்பட்டு, அங்கிருந்து வாங்கிக்குள் செல்கிறது. அங்கு ஒளி-ஒலி சைகைகளினுல்



படம் 2-4(a).
தொலைக்காட்சிப் படக் குழாய்.

தூண்டப்பட்ட மின்னழுத்தம் வாஞெலி அதிர்வெண் பெருக்கியிஞல் (R. F. Amplifier) பெருக்கப்பட்டு, பட ஊர்தி அதிர்வெண்ணும் (picture carrier frequency), ஒலி ஊர்தி அதிர்வெண்ணும் (sound carrier frequency) கலக்கிப் பிரிக்கும் மாற்று முறையிஞல் (super hetrodyne conversion process) பிரிக்கப்படுகிறது. ஒலி ஊர்தி (sound carrier) அலைப்பண்பிறக்கம் (demodulation) செய்யப்பட்டு ஒலி அதிர்வெண்களாகத் (sound frequency) திரும்பப் பெறப்படுகிறது. இந்த ஒலி அதிர்வெண்கள் பெருக்கப்பட்டு ஒலி பெருக்கியில் (loudspeaker) செலுத்தப்பட்டு மீண்டும் ஒலி கேட்கப்படுகின்றது. இதுபோன்று

பட ஊர்தி (picture carrier) அலைப்பண்பிறக்கம் செய்யப்பட்டு பட அதிர்வெண்களாகத் (picture frequency) திரும்பப் பெறப் படுகின்றன. பின்னர், இந்தப் பட அதிர்வெண்கள் பெருக்கப் பட்டு, அவை படிவம் உண்டாக்கும் குழாய்களைக் (picture producing tubes) கட்டுப்படுத்தப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.



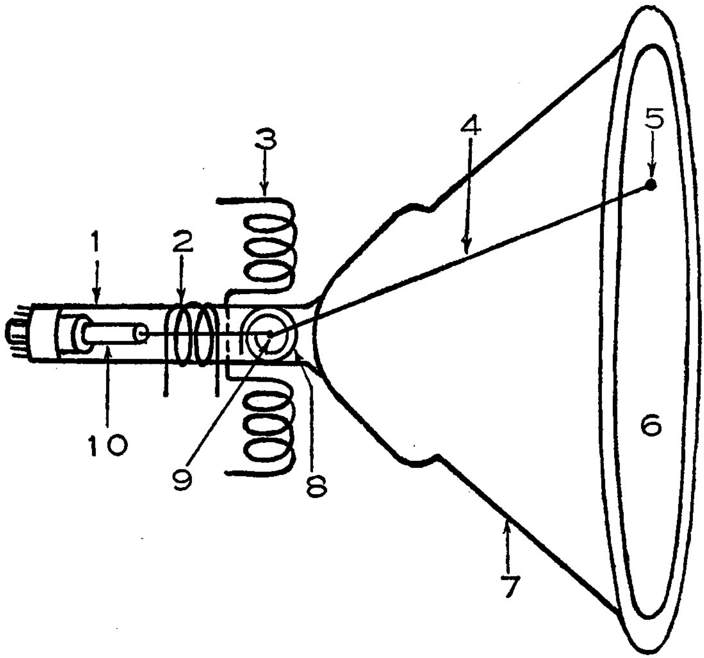
படம் 2-4(b).

விலக்குச் சுருள்களுடன் கூடிய படக் குழாய்.

படக் குழாயின் இயக்கம்

படிவம் உண்டாக்கும் குழாய்களுக்கு 'படக் குழாய்கள்' (picture tubes) என்று பெயர். படக் குழாய், வைத்தூற்றி (funnel) போன்ற வடிவமுடையது. இது கண்ணாடி அல்லது உலோகத்தால் செய்யப்பட்டது. இதனுடைய குறுகிய முனையில் (காம்புப் பகுதியில்) குறுகிய மின்னணுக் கற்றையை உண் டாக்கும் மின்முனை அமைப்பு (electrode structure) இருக்கிறது. இந்த மின்னணுக் கற்றை குழாயின் விரிந்த பாகத்தை நோக்கிச் செலுத்தப்படுகிறது. அங்கு அது ஒளிரும் பொருள் (luminescent material) பூசப்பட்ட ஒரு திரையைச் சந்திக்கிறது. மின்னணுக் கற்றை திரையில் படுகின்ற இடத்தில் ஒளிர்ப்பியின் (phosphor)

மேல் தோன்றும் வண்ணம் அது ஒரு சிறு ஒளிப்பொட்டை (spot of light) உண்டாக்குகிறது.



படம் 2-5.

படக் குழாயின் இயக்கத்தை விளக்கும் படம்.

1. கண்ணாடிக் கழுத்து; 2. குவிக்கும் சுருள்; 3. கிடைமட்ட விலகல் சுருள்; 4. மின்னணுக்கற்றை; 5. ஒளிர்வுப் பொட்டு; 6. ஒளிரும் நோக்குத் திரை; 7. உலோக உறை; 8. செங்குத்து விலகல் சுருள்கள்; 9. விலக்கப்பட்ட கற்றை; 10. மின்னணுத் துப்பாக்கி.

படக் குழாயிலுள்ள மின்னணுக் கற்றை அனுப்பும் நிலையத்திலுள்ள (transmitting studio) படக் கருவிக் குழாயிலுள்ள மின்னணுக்கற்றையைப் போலவே அதனோடு ஒத்தியங்கி (synchronise) நகரும்படிச் செய்யப்படுகிறது. படக்கருவிக் குழாயைப் போன்று, படக் குழாயிலும் கற்றையின் திசை (direction of the beam) ஈரிணை விலகல் சுருள்கள் (deflection coils) அல்லது விலகல் தகடுகளினால் (deflection plates) கட்டுப் படுத்தப்படுகின்றது. ஓர் இணைச்சுருள் கற்றையை மிக விரை

வாகக் கிடைமட்டமாகவும், மற்ற இணைச்சுருள் மிக மெதுவாகச் செங்குத்துத் திசையிலும் நகரும்படிச் செய்கிறது. சுற்றுகளில் இந்த இயக்கங்களை உண்டாக்கும் மின்னோட்டங்கள் படச் சைகைகளில் இருந்து பிரித்தெடுக்கப்பட்ட ஒத்தியக்கச் சைகைகளினால் (sychronising signals) கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன. இந்தக் கட்டுப்பாட்டின் விளைவாக, மின்னணுக்கற்றை ஒளிர்ப்பித் திரையின் (phosphor screen) குறுக்கே அடுத்தடுத்த கிடைமட்ட வரிகளின் தொடராகப் பின்னல் அமைப்பில் நகருகிறது. அதனைத் தொடர்ந்து முதல் வரிகளின் இடைவெளிகளில் இரண்டாவது பின்னல் அமைப்பில் மின்னணுக்கற்றை நகருகிறது. மின்னணுக்கற்றையின் மோதலினால் திரையின்மேல் உண்டாக்கப்பட்ட ஒளிப்பொட்டு, கற்றை இயக்கத்தைத் (beam motion) தொடர்ந்து செல்கிறது. இதனால் திரையின்மேல் ஒரு செவ்வகப் பரப்பில் (rectangular area) உள்ள எல்லாப் புள்ளிகளும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக ஒளியூட்டப்படுகின்றன (illuminated). இந்தப் புள்ளிகளின் அடுத்தடுத்த ஒளியூட்டம் மிக மிக விரைவாக இருப்பதால், ஒரே நேரத்தில் செவ்வகப் பரப்பு முழுவதும் ஒளியூட்டம் பெற்றதுபோன்ற உணர்வைக் கண்ணுக்கு விளைவிக்கிறது.

வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பினுடைய (scanning pattern) வரிகளின் குறுக்கே ஒளிப்பொட்டு நகரும்போது அதன் ஒளிர்வை (brightness) மாற்றுவதன் மூலம் படம் திரும்ப உண்டாக்கப்படுகிறது. ஒளிர்வின் இந்த மாற்றம் மின்னணுக்கற்றை உண்டாக்கும் (beam forming) மின் முனை அமைப்பில் (electrode structure) உள்ள ஒரு கட்டுபாட்டு மின்முனையில் (control electrode) செயல்படுத்தும் மின்னழுத்தத்தை மாற்றி பெறப்படுகிறது. கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தம் (control potential) படச் சைகையில் இருந்தே பெறப்படுகின்றது. இந்தப் படச் சைகை படக்கருவிக் குழாயிலிருந்து வருவிக்கப்படுகிறது.

எனவே, இறுதியாக, கற்றைப் படக்குழாயின் வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பில் ஒவ்வொரு வரியின் குறுக்கே நகரும்போதும் அனுப்பியிலுள்ள படக்கருவிக் குழாயின் படிவத் தகட்டு மின்னழுத்தத்தால் (image plate potential) ஏற்படுகின்ற மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப பொட்டின் ஒளிர்வு (brightness of spot) கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வாறு படக்கருவிக் குழாயிலுள்ள பின்னல் வரிகளின் (interlaced lines) சரியான முறைமைப்படி, சரியான ஒளி நிழலோடு (light and shade) படக்கூறுகளை ஒன்றிணைக்கும் முறையை (process of assembling) படக் குழாய்

செய்கிறது. அதனால் அனுப்பியிலுள்ள படக்கருவிக் குழாயில் விழும் படிவத்தைப் போன்ற உருவம் படக் குழாயில் தெரிய முடிகிறது. இந்த முறையில் விநாடிக்கு 30 முழுப் படங்கள் விதம் திருப்பப்படுவதால் இயக்கத்தோடு கூடிய படிவம் திரையில் மீண்டும் உண்டாகின்றது. இவ்வாறு காட்சி ஓரிடத்திலிருந்து மற்றொரு இடத்திற்கு அனுப்பப்பட்டு பார்க்கமுடிகிறது.

சுற்றலை

தொலைக்காட்சியின் பொது அமைப்பில் (1) தொலைக்காட்சி அனுப்பி (television transmitter), (2) தொலைக்காட்சி வாங்கி (television receiver) என இரு கருவித் தொகுப்பு அடங்கும்.

தொலைக்காட்சி அனுப்பி என்பது தொலைக்காட்சி நிலையத்திலிருந்து காட்சிகளையும் அவற்றுடன் தொடர்பு கொண்ட ஒலியையும் அனுப்பும் கருவியாகும். தொலைக்காட்சி வாங்கி என்பது வானில் மிதந்து வரும் காட்சி, ஒலி மின்காந்த அலைகளை ஏற்று, பின் அவற்றிலுள்ள மின்காந்த (ஊர்தி) அலைகளை நீக்கி, காட்சிகளையும் அவற்றுடன் தொடர்புகொண்ட ஒலிகளையும் கொடுக்கும் கருவியாகும்.

தொலைக்காட்சி அனுப்பியில் முதலில் இருக்கும் கருவி படிவங்காட்டி எனப்படும் படக்கருவிக் குழாய் (camera tube) ஆகும். இங்கு (1) காட்சியிலுள்ள ஒளிக்கேற்ப ஒளி, மின்சாரமாக மாற்றப்படுகிறது; (2) பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டத்திற்குத் தேவையான கணத்தாக்குதல்களை படக் கூறுகளுக்கு ஏற்ப ஒரு முறையான வரிசைப்படி மாற்று வரிகளில் (alternate lines) தேர்ந்தெடுக்கிறது.

படிவங்காட்டியின் முக்கிய பகுதி மொசைக் தகடாகும். மொசைக் தகட்டின் மேலுள்ள வெள்ளி சீசிய உருள்மணிகளின் மீது ஒளி படும்போது அவற்றின் மேல் விழும் ஒளியூட்டத்திற்கு ஏற்ப எதிர் மின்னேற்றத்தை விடுவிக்கின்றன. தொலைக்காட்சி பரப்புக்கு அடிப்படையான செயலாகிய ஒளிமின்மாற்றம் (photoelectrical translation) படிவங்காட்டியில் நிகழ்கிறது. ஒளிப்படிவமே (optical image) மின் படிவமாக (electrical image) மாற்றப்படுகிறது.

பக்கக் குழாயிலிருந்து வரும் மின்னணுக்கற்றையை மொசைக் தகட்டின் மேல் செலுத்தி, பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட முறைப்படி படிவத்தைக் கிடைமட்டமாகப் பிரிக்கிறார்கள்.

பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட முறையினால் காட்சியின் ஒளிப் படிவம் மின்படிவமாக மாற்றப்பட்டு அனுப்பியின் பல்வேறு பகுதிகளில் பெருக்கப்பட்டு இறுதியில் அனுப்பி வான் கம்பி (**transmitting antenna**) மூலம் மின்காந்த அலைகளாக அனுப்பப் படுகின்றன. காட்சியோடு தொடர்பு கொண்ட ஒலி சைகையும் தனிப்பட்ட அனுப்பியினால் அனுப்பப்படுகிறது. அதோடு வாங்கியை அனுப்பியோடு ஒத்து இயங்கவைக்கும் ஒத்தியக்கச் சைகைகளும் அனுப்பியிலிருந்து பரப்பப்படுகின்றன.

வாங்கு வான் கம்பி வழியாக வாங்கிக்குள் வரும் ஒளி, ஒலி மின்காந்த அலைகள் பெருக்கப்பட்டு, பண்பிறக்கம் செய்யப் பட்டு பின்னர் பெருக்கப்பட்டு படக் குழாய்களில் மீண்டும் படமாகவும் ஒலியாகவும் கிடைக்கிறது.

பயிற்சிகள்

க. கோடிட்ட இடங்களைப் பொருத்தமான சொற்களினால் நிரப்பவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. தொலைக்காட்சி நிலையத்திலிருந்து காட்சிகளையும், ஒலியையும் அனுப்பும் கருவித் தொகுப்புக்கு ———— என்று பெயர்.

2. வானில் மிதந்து வரும் மின்காந்த அலைகளை ஏற்று அவற்றிலிருந்து மீண்டும் காட்சியையும், ஒலியையும் கொடுக்கும் கருவித் தொகுப்புக்கு ———— என்று பெயர்.

3. தொலைக்காட்சி அனுப்பியில் முதலில் இருக்கும் கருவி ———— ஆகும்.

4. தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சியில் ஒளிப்படிவம் மின்படிவமாக மாற்றப்படும் இடம் ————.

5. மொசைக் தகட்டின் மின்னழுத்தத்தில் எந்த ஒரு நேரத்திலும் ஏற்படுகின்ற மாற்றம், அந்த நேரத்தில் வரிக்கண்ணோட்ட கற்றையினால் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகின்ற அடுத்தடுத்த படக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள ஒளிர்வின் மாற்றத்திற்கு ———— இருக்கிறது.

6. தொலைக்காட்சி வாங்கியில் மீண்டும் காட்சியின் படிவத்தை உண்டாக்கும் குழாய்க்கு ———— என்று பெயர்.

உ. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. தொலைக்காட்சியில் ஒலியையும், ஒளி(காட்சி)யையும் மின்காந்த அலைகளாக மாற்றி அனுப்பும் கருவித் தொகுப்புக்குப் பெயர்

(அ) வானொலி (ஆ) தொலைக்காட்சி வாங்கி
(இ) தொலைக்காட்சி அனுப்பி (ஈ) படிவங்காட்டி.

2. தொலைக்காட்சி அனுப்பியில் முதலிலிருக்கும் படக் கருவிக் குழாய்

(அ) ஒளியை மின்சாரமாக மாற்றுகிறது
(ஆ) மின்சாரத்தை ஒலியாக மாற்றுகிறது
(இ) ஒலியை மின்சாரமாக மாற்றுகிறது
(ஈ) மின்சாரத்தை ஒளியாக மாற்றுகிறது.

3. பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டத்தின் போது முதல் வரிக் கண்ணோட்ட வரிக்கும் இரண்டாவது வரிகண்ணோட்ட வரிக்கும் இடையில் உள்ள தொலைவு

(அ) மின்னணுக்கற்றையின் அகலத்தைவிடக் குறைவு
(ஆ) மின்னணுக்கற்றையின் அகலத்துக்குச் சமம்
(இ) மின்னணுக்கற்றையின் அகலத்தைவிட அதிகம்
(ஈ) 1 மி. மீட்டர்.

4. மொசைக் தகட்டின் மீது வரிக் கண்ணோட்டம் செய்யப்படும்போது அதன் மின்னழுத்தத்தில் எந்த நேரத்திலும் ஏற்படுகின்ற மாற்றம் அந்த நேரத்தில் கற்றையினால் வரிக் கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகின்ற அடுத்தடுத்த படக்கூறுகளுக்கிடையேயுள்ள ஒளிர்வின் மாற்றத்திற்கு (change in brightness)

(அ) நேர் விகிதத்திலிருக்கும்
(ஆ) எதிர் விகிதத்திலிருக்கும்
(இ) எந்தவித தொடர்பும் இல்லை
(ஈ) சமமாக இருக்கும்.

5. வான் வழி வரும் ஒளி, ஒலி மின்காந்த அலைகள் காட்சியாகவும் ஒளியாகவும் மாற்றப்படும் இடம்

(அ) படிவங்காட்டி (ஆ) படிவ ஆர்த்திகன்
(இ) நிப்கோவ் தட்டு (ஈ) படக்குழாய்.

ஊ. வினாக்களுக்கு விடை எழுதவும்

1. தொலைக்காட்சி அமைப்பின் இரு பெரும் பிரிவுகள் யாவை? அவற்றின் பணிகள் யாவை?
2. படிவங்காட்டியிலுள்ள மொசைக் தகட்டின் அமைப்பையும் அதில் ஒளிப்படிவம் எவ்வாறு மின் படிவமாக மாற்றப்படுகிறது என்பதையும் விளக்கவும்.
3. படக்குழாயின் இயக்கத்தைப் படத்துடன் விளக்கவும்.

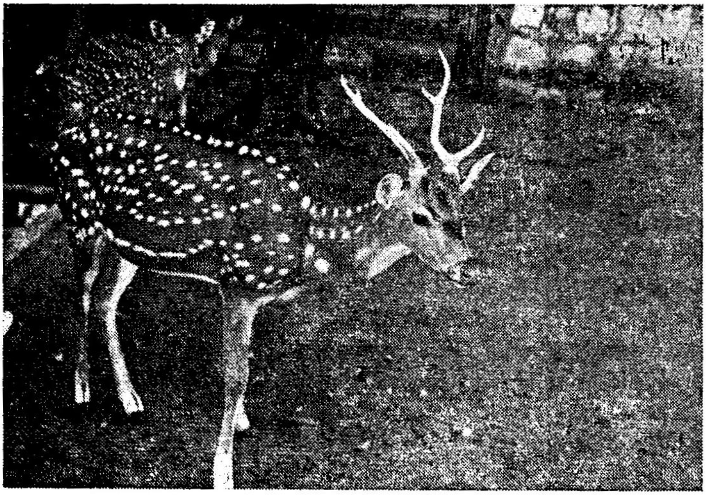
3. தொலைக்காட்சியின் கோட்பாடுகள்
(Principles of Television)

காட்சிகளைக் காட்டும் முறைகள்

(1) **படக் கூறுகள் :** தொலைக்காட்சியின் அடிப்படை நோக்கம், காட்சிகளைப் படம் பிடித்து அவற்றை நேரில் பார்க்க முடியாதவர்களும் காணும்படி தொலை தூரங்களுக்கு அனுப்பு வதாகும். காட்சி ஓரிடத்தில் பிடிக்கப்பட்டு அனுப்பப்படுகிறது. அது மற்றொரு இடத்தில் வாங்கி, சேர்க்கப்பட்டு காட்டப்படு கிறது. தொலைக்காட்சியில் காட்சிகளை அனுப்பும் முறைகளுக்கு முன்னுரையாக, ஒளிப்படவியலிலும் (photography), ஒளிச் செதுக்குதல் முறையிலும் (photo engraving) காட்சிகளைக் காட்டப் பயன்படுத்துகின்ற வழக்கமான முறைகளைப்பற்றி சிறிது தெரிந்து கொள்வது பயனுடையதாயிருக்கும். இந்த முறைகள் தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்துகின்ற முறைகளைக் காட்டிலும் பல வகைகளிலும் வேறுபட்டவை. என்றாலும், தொலைக்காட்சியை செலுத்தும் முறைக்கு அடிப்படையான படக் கூறு (picture element) படிவத் திருப்பம் (image repetition) ஆகிய முக்கியக் கருத்துகளை அறிமுகப்படுத்துவதற்கு அவை உதவு கின்றன.

அச்சிட்டப் படிவங்கள் (printed images), ஒளிப் படப் படிவங்கள் (photographic images) இவற்றை நெருங்கி ஆராயும் போது அவற்றில் ஒளியூட்டப்பட்ட பரப்புகளுக்கு ஏற்ப ஒளியும் நிழலும் (light and shade) கலந்த சிறு சிறு பரப்புகள் (elemental areas) இருப்பதைக் காணலாம். ஒளிப்பட அச்சுக்களிலும் (photographic prints), எதிர்ப்படங்களிலும் (negatives) இந்த நுண் அமைப்பு (fine structure) வெள்ளித் துகள்களைப் (grains of silver) பெற்றிருக்கிறது. இந்தத் துகள்கள், படப்பரப்பு (picture area) முழுவதும் பரந்து கிடக்கின்றன. ஒவ்வொரு துகளும் படிவத்தின் ஒரு விவரத்தையோ (detail) அல்லது ஒரு விவரத்தின் ஒரு பகுதியையோ காட்டுகின்றது. ஒளிச் செதுக்குதலில், அச்சிட்டக் காட்சியில் (printed scene) வெள்ளைப் பின்னணியில் காட்டப்பட்டப் பல நுண்ணிய கரும் புள்ளிகள் (black dots)

அடங்கி இருக்கின்றன. புள்ளிகள் எல்லாம் சமமான கருமை நிறத்தை உடையன. ஆனால் அவை அளவிலும், ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று விலகியிருக்கும் தூரத்திலும் வேறுபட்டிருக்கின்றன. இதன் காரணமாக அவை வேறுபட்ட ஒளிநிழல் அளவுகளையும் (tonal value), விவரங்களையும் (details) காட்டுகின்றன. அச்சிட்டப் புள்ளிகள் (printed dots) படக் கூறுகளுக்கு (picture elements) எடுத்துக்காட்டுகளாகும். ஒரு படக்கூறு என்பது ஒரே சீரான ஒளி நிழல் அளவைத் (tonal value) தன்னகத்தே கொண்டதும், படிவத்தில் காட்டக்கூடிய மிகச் சிறிய விவரத்திற் கான அளவும் கொண்ட ஒரு படிவத்தினுடைய, ஒரு மிகச் சிறிய



படம் 3-1.

பரப்பாகும் (elemental area). ஒரு படிவத்திலுள்ள பல படக் கூறுகள், படிவத்தினால் அனுப்பக்கூடிய அதிகப்படியான காட்சித் தகவல்களைக் காட்டுகின்றன. ஒளிப்படவியலில் வெள்ளித் துகள்களின் அளவு, பசைப் பூச்சு (emulsion), திறப்பு (exposure), படம் கழுவும் முறை ஆகியவற்றால் முடிவு செய்யப்படுகிறது. எனவே, படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை, எதிர்ப்படம் (negative) அல்லது அச்சினுடைய பரப்புக்கு நேர் விகிதத்தில் அதிகரிக் கின்றன. 8க்கு 10 அங்குல அளவில் நுண்துகள் எதிர்ப்படத்தி லிருந்து தொடு அச்சு முறையில் (contact printing) உண்டாக்கப்பட்டதொரு அச்சுப் படத்தில் 150 மிலியன் படக்

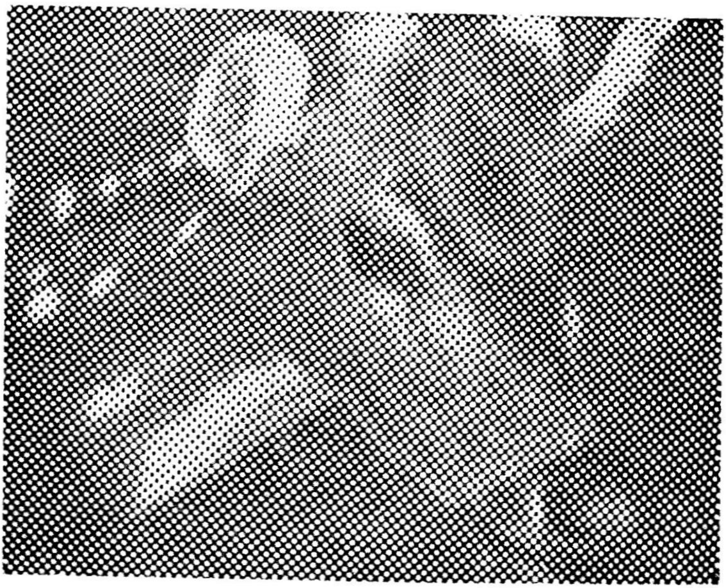
கூறுகள் இருக்கின்றன. 35 மி.மீ. திரைப்படத்தில் சுமார் 1,000,000 படக்கூறுகளும், 16 மி.மீ. திரைப்படத்தில் 2,00,000 படக்கூறுகளும், 8 மி.மீ.-ல் சுமார் 50,000 படக்கூறுகளும் இருக்கின்றன.

(2) படிவத் திருப்பம்: காட்சிகளைத் திரும்பவும் உண்டாக்கி இயக்கத்தைக் காட்ட வேண்டும் என்கின்றபோது படிவத் திருப்பம் (image repetition) என்ற கருத்து தோன்றுகிறது. காட்சிகளை நேராகப் பார்க்கும்போது கண்ணிலுள்ள உருளை வடிவ நரம்பணுக்களும் கூம்பு வடிவ நரம்பணுக்களும் (rods and cones) காட்சிகளைத் தொடர்ந்து பதிவு செய்கின்றன. ஆனால்

படம் 3-2.

ஒளிப்படவியலில் வெள்ளித் துகள்களின் நிலையான செறிவை (intensity) மாற்றுதல் என்பது முடியாது. எனவே, இந்தத் துகள்கள் கழுவிய பின்னர் படலத்தில் நிலையான காட்சிகளை ஏற்படுத்துகின்றன. எனவே, அசையாத படிவங்களை வைத்து இயக்கத்தைக் காட்டவேண்டுமானால், அதற்குச் சில முறைகளைக் கைக்கொள்ள வேண்டுவது மிகவும் அவசியமாகும். முன் படிவத்திற்கும், அடுத்த படிவத்திற்கும் மிகச் சிறு வேறு

பாடுள்ள அசையாத (நிலையான) பல படிவங்களைத் தொடர்ந் தாற்போல் விரைவாகக் காட்டுவதுதான் அசையாத படிவங் களைக் கொண்டு காட்சிகளில் இயக்கத்தைக் காட்டும் முறை யாகும். இந்த முறைதான் திரைப்படங்களின் அடிப்படைக் கோட்பாடாகும்.



படம் 3-3.

திரைப்பட படலத்தில் (motion picture film) இதுபோன்ற பல நிலையான படங்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு படமும் படம்காட்டும் கருவியின் (projector) முன்னால் மிகக் குறைந்த நேரம் நிலையாக நிற்கிறது. இந்த நேரத்தில்தான் படம் நமது கண்களுக்குப் புலனாகிறது. தொடர்ந்தாற்போல் வருகின்ற ஒவ் வொரு படத்திற்கு இடையிலும் படங்காட்டும் கருவியிலுள்ள ஒரு மூடி (shutter) ஒளியை மறைக்கிறது. அந்த மிகச் சிறிய நேரத்தில் அடுத்த படம் அதன் இடத்திற்கு வருகிறது. இது போன்று ஒவ்வொரு படமும் நகரும்போதும் ஒளியானது நிறுத்தப் பட்டு நிறுத்தப்பட்டு வருகிறது. இவ்வாறு படிவம் திருப்பப்படு

கின்ற வீதம் போதிய அளவு இருந்தால், ஒவ்வொரு படத்திற்கு இடையிலும் ஒளி நின்று நின்றுதான் வருகிறது என்பதை உணராமலேயே பார்வை நீடிப்பு (persistence of vision) என்ற கண்ணின் சிறப்பியல்பினுல் காணுகின்றவர்களின் கண்களில் காட்சிப் புலனுகின்றது. மேலும், படத்திருப்பம் தேவையான அளவு இருக்குமானுல் அசல் காட்சியில் இயக்கத்தினுல் தொடர்ந்தாற்போல் ஏற்படுகின்ற இடப்பெயர்ச்சி கண்ணுக்குத் தனித்தனியாகப் புலனுகாத சிறு சிறு இடப்பெயர்ச்சிகளாக மீண்டும் காட்டப்படுகிறது.

இந்தப் படத்திருப்ப முறையினுல் நேரடிப் பார்வையில் இல்லாத இரண்டு சிக்கல்கள் இங்கே தோன்றுகின்றன. படிவத்திலிருந்து வருகின்ற ஒளி தொடர்ந்தாற்போல் வருவதில்லை. படிவத்திருப்ப வீதம் மிகக் குறைவாக இருக்குமானுல் ஒளியின் இந்தத் தொடர்பற்ற தன்மையினுல் விட்டொளிர்தல் (flicker) ஏற்படுகின்றது. திருப்பப் படிவங்களினுல் (repeated images) காட்டப்படுகின்ற இயக்கம் (அசைவு) தொடர்ந்தாற்போலில்லை. தொலைக்காட்சியையும், திரைப்படக் கருவியையும் வடிவமைப்பதிலும் இயக்குவதிலும் இந்த விளைவுகளையும் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும். குறிப்பாக, படிவம் மிக ஒளிர்வுள்ளதாக ஆகும்போது விட்டொளிர்தலும் மிக அதிகமாவதால் பெரும ஒளிர்வுக்கு (maximum brightness) ஏற்ப படிவத்திருப்ப வீதத்தையும் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

திரைப்படங்களில் விட்டொளிர்தலையும், குலுக்கு இயக்கத்தையும் (jerky motion) குறைப்பதற்காகவும் படலச் செலவைக் (consumption of film) குறைப்பதற்கும் அடிப்படை படத்திருப்பம் (basic frame repetition) விஞடிக்கு 24ஆகத் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆனுல், இந்தப் படவீதம் (frame rate) குறைந்த ஒளிர்வுள்ள இருண்ட அரங்கத்தில்கூட விட்டொளிர்தலை நீக்குவதற்குப் போதியதாக இல்லாததால் ஒவ்வொரு படத்தைக் காட்டுவதற்கு இடையிலும் ஒளியைச் சிறிது நேரம் தடைசெய்து படத்திருப்பு வீதம் 24-ல் இருந்து 48ஆக உயர்த்தப்பட்டது. இதுபோல் தொலைக்காட்சியில் பயனுறு படவீதத்தை (effective frame rate) இருமடங்காக்க பின்னல் (interlacing) என்ற ஒரு முறையைப் (technique) பயன்படுத்துகிருர்கள்.

காட்சிகளை மின்முறையில் அனுப்புதல்

காட்சிகளிலுள்ள ஒவ்வொரு படக்கூறையும் அனுப்புவதில் முதன் முதலில் மின்சுற்று முறையைப் (electrical circuit method) பயன்படுத்தினார்கள். ஒவ்வொரு படக்கூறையும் மின் சுற்றிலுள்ள மின் குமிழ்கள் மூலம் இணைத்து, படிவத்திலுள்ள ஒளி நிழலுக்கு ஏற்ப வாங்கியிலுள்ள மின் குமிழ்களிலும் மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்டு காட்சி கம்பிகளின் மூலம் தூரங்களுக்கு அனுப்பப்பட்டது. ஆனால் இந்த முறை சிறிய படங்களுக்கும் குறைந்த தூரங்களுக்கும் மட்டுமே பொருந்தும்; தொலை தூரங்களுக்கு இந்த முறை பயன்படாது. தொலைதூரங்களுக்கு பரப்பப் படும் படத்தின் படக்கூறுகள், படக்கூறு துடிப்புக்களாக (picture element impulse) மாற்றப்பட்டு ஒவ்வொன்றாக வரிசைக் கிரமமாக அனுப்பப்படுகின்றன. இந்த முறைதான் உலகெங்கும் இன்று தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இந்த முறை செயல்படுத்தப்படுவதற்குப் பெரிதும் துணை புரிவது பார்வை நீடிப்பு (persistence of vision) என்னும் கண்ணின் சிறப்புமிக்க பண்பாகும். அதாவது கண் ஒரு காட்சியைக் காணுமானால், காட்சி கண்ணைவிட்டு மறைந்தாலும் கண்ணில் படிந்த காட்சியின் படிவம் உடனே மறையாமல் மிகச் சிறிது நேரம் ($\frac{1}{16}$ வினாடி) கண்ணில் நிலைத்திருக்கிறது. இதற்குத்தான் பார்வை நீடிப்பு என்று பெயர். கண்ணிற்கு உள்ள இந்தப் பண்பின் அடிப்படையில்தான் திரைப்படத்தில் படிவத்திருப்ப முறையினால் காட்சிகள் காட்டப்படுகின்றன. தொலைக்காட்சியில் பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட முறையினால் காட்சிகள் அனுப்பப்படுகின்றன. ஒரு வேளை கண்ணுக்கு இத்தகைய பண்பில்லாமல் ஒரு நேரத்தில் காணும் காட்சி கண்ணில் தேக்கிவைக்கப்படாமல் உடனுக்குடன் மறையுமானால் இந்த வரிசை முறை (sequential method) பயன்படாது. ஒவ்வொரு படத்தையும் கண் தனித்தனியாகவும் பிரித்தும் பார்க்கும் நிலை ஏற்பட்டிருக்கும். படிவத்தின் ஒரு படக்கூறினுடைய காட்சி கண்ணில் நிலைத்திருக்கும் மிகச் சிறிய நேரத்திற்குள் படத்தின் மற்ற படக்கூறுகளும் கண்முன்னே கொண்டுவரப்படுகின்றன. இதன் விளைவாகக் கண் எல்லாப் படக்கூறுகளையும் ஒரே நேரத்தில் தொடர்பாகப் பார்ப்பதாகத் தோன்றுகிறது. இவ்வாறு நேரடிப் பார்வையின் உடனிகழ் தோற்றம் (simultaneous aspect) செயற்கையாகத் தோற்றுவிக்கப்படுகிறது.

திரைப்படத்தில் காட்சிகள் தொடர்ந்தாற்போல் தெரிவதற்காகக் காட்சியை வினாடிக்கு 40 முதல் 50 படங்கள் வரை திரைப்படக் கருவி காட்டுகிறது. படங்கள் இதைவிடக் குறைந்த வேகத்தில் காட்டப்படுமானால் படத்தில் விட்டொளிர்தல் ஏற்படுகிறது. தொலைக்காட்சியில் விட்டொளிர்தலை நீக்கப் படத்தின் எல்லாக் கூறுகளும் ஒரு வினாடியில் 30-ல் 1 பங்கு நேரத்திற்குள் அனுப்பப்படவேண்டும். இந்தக் குறுகிய காலத்திற்குள் மிக ஏராளமான, ஏறக்குறைய 1,50,000 படக்கூறுகள் பரப்பப்பட வேண்டியிருப்பதால் அவற்றை பரப்பும் வீதம் வினாடிக்குப் பல மிலியன் என்ற அளவை எட்டுகிறது. வழக்கத்திலிருக்கும் வணிக தொலைக்காட்சி அமைப்பில் (commercial television system) வினாடிக்கு 8·5 மிலியன் வீதம் படக்கூறுகள் தோன்றுகின்றன. இவ்வளவு விரைவாகப் படங்களைப் பிரித்துப் பின்னர் சேர்க்கும் வேலையைத் தேவையான வேகத்தோடு இயங்கவல்ல மின்னணுக்களைக் கொண்ட எதிர்முனைக் கதிர் (cathode ray) படக்கருவிக் குழாய்களும் (camera tubes), படக் குழாய்களும் (picture tubes) செய்கின்றன.

வரிக்கண்ணோட்டம்

தொலைக்காட்சியில் காட்டப்படும் காட்சிகளில் இருந்து படக் கூறுகளை ஓர் ஒழுங்கான வரிசை முறைப்படி தேர்ந்தெடுத்து அனுப்பி, படிவத்தில் மீண்டும் அவற்றை அதேவரிசையில் ஒன்று சேர்க்க வேண்டும். எந்தவிதமான அமைப்பைப் (pattern) பின் பற்றினாலும் பரப்பியிலும் வாங்கியிலும் அதேவிதமான, அதே அமைப்பே பின்பற்றப்படவேண்டும். இதற்கென பல்வேறு அமைப்புகள் ஆராயப்பட்டு இறுதியில் சீரான நேர்க்கோட்டு வரிக்கண்ணோட்ட (uniform linear scanning) முறை தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டது. இந்த முறையே இப்போது உலகெங்கும் பின்பற்றப்படுகிறது.

'வரிக்கண்ணோட்டம்' (scanning) என்ற முறை படிப்பவர்கள் படிக்கும் பக்கத்திலுள்ள ஒவ்வொரு வரியையும் படிக்கும் முறையிலிருந்து தோன்றியதாகும். படிக்கும்போது கண்ணானது பக்கத்தின் இடதுகோடியில் இருந்து தொடங்குகிறது. அங்கிருந்து முதல் வரியின் வலது பக்கம் கடைசிவரை வருகிறது. பின்னர் விரைவாகத் திரும்பி மீண்டும் அடுத்த வரியின் இடது முனைக்கு வருகிறது. அங்கிருந்து மீண்டும் தொடங்கி மெதுவாக வலது பக்கத்தின் இறுதிவரை வருகிறது. பிறகு அங்கிருந்து விரைவாகத்திரும்பி மூன்றாவது வரியின் இடது கோடிக்கு வந்து வலது முனைக்குச்

செல்கிறது. இவ்வாறு வரிக்கு வரி படிப்பவர்களைப் போன்ற முறையையே தொலைக்காட்சியில் படக்கூறுகளைப் பிரிப்பதிலும், பின்னர் அவற்றை ஒன்று சேர்ப்பதிலும் பயன்படுத்துவதால் இந்த முறைக்கு வரிக்கண்ணோட்ட முறை என்று பெயர் வந்தது.

தொலைக்காட்சியில் காட்டப்படும் படப்பரப்பின் (picture area) மேல் சீராகப் பரவியுள்ள படக்கூறுகள் பக்கங்களில் அமைந்துள்ள எழுத்துகள் போல் இணையான கிடைமட்ட வரிசைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. படம் அனுப்புவதைத் தொடங்கும்போது மேல்மட்ட வரிசையிலுள்ள எல்லாப் படக்கூறுகளும் இடப் பக்கத்திலிருந்து வலப்பக்கமாக ஒவ்வொன்ருகத் தேர்ந்தெடுக்கப் பட்டு அவற்றின் ஒளிர்வுக்கேற்ப மின் சைகைகளாக மாற்றப்பட்டு வரிசையாக அனுப்பும் வழியில் (communication channel) அனுப் பப்படுகின்றன. முதல்வரி வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட்ட பின்பு இரண்டாவது வரியைவிட்டு மூன்ருவது வரியிலுள்ள படக் கூறுகள் முன்போல் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகின்றன. மூன்ருவது வரியின் வரிக்கண்ணோட்டம் முடிந்ததும், வரிக்கண் ணோட்டம் ஐந்தாவது வரிக்கு மாற்றப்படுகிறது. இவ்வாறு முதல் வரிசையில் தொடங்கி ஒருவரிசைவிட்டு, மறுவரிசையாகப் படத் தின் இறுதிவரை (ஒற்றை எண் வரிகளாக) வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகின்றது. படத்தின் கடைசிவரிசை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட்டபின் மீண்டும் வரிக்கண்ணோட்டம் இரண்டாவது வரிசையில் தொடங்குகிறது. இந்தத் தடவை 4-வது, 6-வது, 8-வது வரிசை என்று இரட்டை வரிசைகளில் தொடங்கி, படத் தின் இறுதி வரிசைவரை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு இரண்டு இணை வரிசைகளில் (sequences) படம்முழுவதும் முறைப்படி ஒழுங்காக வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகிறது. படத்தின் ஒளி - நிழலுக்கு ஏற்ப பரப்பியில் மாற்றப்பட்ட மின் சைகைகள் வாங்கியில் மீண்டும் ஒளித் துடிப்புக்களாக (light impulses) மாற்றப்பட்டு அந்த ஒளித் துடிப்புகள் அதே வரிக்கண் ணோட்ட வரிசையில் கண்ணுக்கு முன்பு ஒன்று சேர்க்கப் படுகின்றன.

வரிக்கண்ணோட்ட முறை மிக விரைவாக நடைபெற வேண்டும். முதல் வரிசையில் முதல் படக்கூறு கண்ணில் பட்டு அந்தக் காட்சி கண்ணைவிட்டு மறையும் முன்பு கடைசி வரியிலுள்ள கடைசி படக்கூறு வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட வேண்டும். அதாவது படம் முழுவதும் $\frac{1}{30}$ விநாடியில் வரிக் கண்ணோட்டம் செய்யப்படல் வேண்டும். அதாவது $\frac{1}{30}$ விநாடி யில் படக்கூறுகள் அத்தனையும் கண்முன்னே கொண்டுவரப்

படுவதால் கண் படம் முழுவதையும் ஒரே நேரத்தில் (all at once) பார்க்கிறது. உடனே மீண்டும் வரிக்கண்ணோட்டம் திருப்பப் பட்டு படத்தின் முதல் வரிசையில் இடது கோடியில் தொடங்கு கிறது. இப்போது முன்னிலும் சிறிது வேறுபட்ட படம் முன் போலவே அனுப்பப்படுகிறது. இந்த முறை தொடர்ந்து ஒரு வினாடியின் முடிவில் 30 முழுப் படங்கள் அனுப்பப்படுகின்றன. இந்த நேரத்திற்குள் அந்தக் காட்சியில் ஏற்படுகின்ற எந்த அசைவும், இயக்கமும் 30 சிறுசிறு அசைவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டு ஒன்றோடொன்று தொடர்ந்தாற்போல் இணைந்து கண்முன்னே தோன்றுகின்றன.

மேலே சொன்ன விளக்கத்திலிருந்து ஒவ்வொரு காட்சியும் இரண்டு தனித்தனி வரித் தொகுப்புகளினால் (groups) வரிக் கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகிறது என்பது தெளிவாகிறது. அதாவது, முதலில் ஒற்றை எண்ணிக்கை வரிகள் (odd-numbered lines) வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட்டு, அதைத் தொடர்ந்து அவற்றிற்கிடையிலுள்ள இரட்டை எண்ணிக்கை வரிகள் (even numbered lines) வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகின்றன. இந்த முறைக்குப் பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டம் (interlaced scanning) என்று பெயர். இரு பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டங்களின் முடிவில் படிவத்தின் ஒவ்வொரு புள்ளியும் ஒரு தடவை வரிக்கண் ணோட்டம் செய்யப்படுகிறது. ஆனால் கண், படப்பரப்பிலிருந்து (picture area) இரண்டு ஒளி அழுத்தங்களைப் (light impressions) பெற்றிருக்கிறது. இவ்வாறு படத்திருப்பம் (picture repetition) இரு மடங்காக்கப்படுகிறது. படத்திலிருந்துவரும் குறிப்புகள் மாறாமல் இருக்கின்றன. இன்றைக்கு உலகம் முழுமையும் அளவை செய்யப்பட்ட தொலைக்காட்சி அமைப்பில் இந்தப் பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டமே செயல்படுத்தப்படுகிறது. பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டம் பற்றிய முழு விளக்கமும் 4-வது அதிகாரத்தில் தரப்பட்டுள்ளது.

தொலைக்காட்சி அமைப்பு தர அளவைகள் (Television system standards)

தொலைக்காட்சி அமைப்பில் அளவை செய்யப்பட்ட பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட முறை உலகெங்கும் செயல்படுத்தப் படுகின்றன. அதுபோலவே, தொலைக்காட்சி அமைப்பின் மற்ற பல கூறுகளும் (பகுதிகளும்) அளவை செய்யப்பட்டு பயன் படுத்தப்படுகின்றன. தர அளவைகள் (standards) என்பன

தொலைக்காட்சி அமைப்பின் தொழிற்துறை சார்ந்த விளக்கங்களின் (technical details) தனிக்குறிப்பீடுகள் (specifications) ஆகும். அனுப்பிகளையும், வாங்கிகளையும் இணைத்து ஒன்றுகச் செயல்படுத்துவதற்கு தொலைக்காட்சி அமைப்புத் தர அளவைகள் என்ற இயக்கத் தர அளவைகளின் ஒரு தொகுப்பை (a group of standards of operation) உருவாக்குவது மிகவும் தேவையானதொன்ருகும். இந்தத் தர அளவைகளை வானெலி அதிர்வெண் வழித்தர அளவைகள் (R. F. channel standards), வரிக் கண்ணேட்டத் தர அளவைகள் (scanning standards), பட அலைப்பண்பேற்றத் தர அளவைகள் (picture modulation standards), ஒத்தியக்கத் தர அளவைகள் (synchronisation standards), ஒலி சைகைத் தர அளவைகள் (sound signal standards) இன்னேரன்ன பல பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒவ்வொரு தர அளவைகளைப்பற்றியும் பின்வரும் அதிகாரங்களில் விரிவாகக் காணலாம். இங்கு அவற்றைப்பற்றி சிறிது சுருக்கமாகக் காண்போம்.

வானேலி அதிர்வெண் வழித் தரஅளவைகள்

தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்தப்படுகின்ற தர அளவை வழி (standard channel) (மின்காந்த) நிறமாலையில் 6 மெகா சைக்கிள் (MC) பகுதியில் இருக்கிறது. இதில் இரண்டு வானெலி அதிர்வெண் ஊர்திகள் (R.F. carriers) இருக்கின்றன. ஒன்று பட ஊர்தி (picture carrier), மற்றென்று ஒலி ஊர்தி (sound carrier). பட ஊர்தி வீச்சு பண்பேற்றப்பட்டுள்ளது (amplitude modulated). ஒலி ஊர்தி (sound carrier) பட ஊர்தியிலிருந்து 4.5 மெகா சைக்கிள் அளவு பிரிக்கப்பட்டு அதிர்வெண் பண்பேற்றப் பட்டிருக்கிறது (frequency modulated). நிறமாலையில் இடைவெளியைப் (space in the spectrum) பாதுகாப்பதற்காக படச் சைகை பக்கப் பட்டைகளின் (picture signal side bands) கீழ் அதிர்வெண்ணின் (lower frequency) பெரும் பகுதி அனுப்பப் படுவதில்லை. இந்த 6 மெ. சை. வழிப்பட்டை அகலம் (channel band-width) அமெரிக்கத் தொலைக்காட்சி அமைப்பில் பயன் படுத்தப்படுகின்றது. இதுபோல் பிரிட்டனில் 5 மெ. சைக்கிள்கள், 8 மெ. சைக்கிள்கள் கொண்ட வழிப்பட்டை அகலமும், பிரான்சில் 14 மெ. சைக்கிள்கள் கொண்ட வழிப்பட்டை அகலமும், ஐரோப்பிய நாடுகளில் 7 மெ. சை. கொண்ட வழிப்பட்டை அகலமும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வரிக்கண்ணேட்ட தர அளவைகள்

அளவை செய்யப்பட்ட வரிக்கண்ணேட்ட அமைப்பில் மொத்தம் 525 வரிகள் இருக்கின்றன. 525 வரிகள் கொண்ட

வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பு அமெரிக்கத் தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த அமைப்பு 262½ வரிகள் கொண்ட இரு பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டமாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. வரிக்கண்ணோட்டம் இடப்புறத்தில் இருந்து வலப்புறமாக ஒவ்வொரு வரியின் வழியாகவும் ஒரே சீராகச் செயல்படுகிறது. 525 வரிகளின் வரிக்கண்ணோட்டம் $\frac{1}{30}$ விநாடி நேரத்தில் நடை பெறுகிறது. வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள் (scanning lines) மேலிருந்து கீழாக ஒரே வீதத்தில் செல்கின்றன. வரிக் கண்ணோட்ட அமைப்பு மூன்று அலகு உயரமும், நான்கு அலகு அகலமும் கொண்ட ஒரு செவ்வகப் பரப்பை நிரப்புகிறது. பிரிட்டனில் இருவகையான வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பு களைப் பயன்படுத்துகிறார்கள். ஒன்று 405 வரிகள் கொண்டது; மற்றொன்று 625 வரிகள் கொண்டது. பிரான்சில் 819 வரிகள் கொண்ட வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பையும் ஐரோப்பாவில் (C.C.I.R.) 625 வரிகள் கொண்ட வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பை யும் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

பட அலைப்பண்பேற்ற தர அளவைகள்

பட ஊர்தி கூட்டின் (picture carrier envelope) வீச்சு இரு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. பெரும ஊர்தி வீச்சி னுடைய (peak carrier amplitude) மேல்பகுதி 25 விழுக்காடு ஒத்தியக்கச் சைகைகளுடனும் (synchronising signals), கீழ்ப் பகுதி 75 விழுக்காடு படக்கூறுகளின் ஒளிர்வு அளவுகளைக் (half-tone value) குறிக்கும் சைகைகளுடனும் அமைந்து இருக் கின்றன. இந்தப் பகுதியில் படக்கூறுகளின் ஒளிர்வு அதிக மாவதற்கு ஏற்ப ஊர்தி வீச்சு (carrier amplitude) குறைகிறது.

ஒத்தியக்கத் தர அளவைகள் (Synchronisation standards)

ஊர்தி வீச்சில் ஒத்தியக்கத்திற்காக ஒதுக்கப்பட்ட பகுதி ஒரு குறிப்பிட்ட வரிசையுள்ள துடிப்புகளால் (pulses) அலைப் பண்பேற்றப்படுகிறது. இந்தக் குறிப்பிட்ட வரிசையில் வரிக் கண்ணோட்ட அமைப்பிலுள்ள ஒவ்வொரு வரியிலும் வரிக் கண்ணோட்டத்தைத் தொடங்கி வைப்பதற்கு ஓர் ஒற்றைத் துடிப்பும் (single pulse), பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் (group) [ஒவ்வொரு தொகுதிக்கும் புலம் (field) என்று பெயர்] வரிக்கண்ணோட்டத்தைத் தொடங்கி வைப்பதற்கு ஒரு கூட்டுத் துடிப்பும் (composite pulse) அடங்கி யிருக்கிறது. இந்தத் துடிப்புகளின் வடிவமும் (shapes) அவை திரும்பத்திரும்ப (தொடர்ந்து) நிகழ்கின்ற வீதங்களும் (rates of recurrence) உறுதியாக வரையறுக்கப்படுகின்றன. 525 வரிக்-

கண்ணோட்ட வரிகள் கொண்ட தொலைக்காட்சி அமைப்பில் இரண்டு வரிக்கண்ணோட்டப் புலங்களும் (scanning fields) விநாடிக்கு 30 தடவைகள் அனுப்பப்படுவதால் கிடைமட்ட ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள் (horizontal synchronising pulses) விநாடிக்கு 525 × 30 = 15,750 என்ற வீதத்தில் திரும்பத் திரும்ப நிகழ்கின்றன. செங்குத்து ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள் (vertical synchronising pulses) விநாடிக்கு 2 × 30 = 60 என்ற வீதத்தில் திரும்பத் திரும்ப நிகழ்கின்றன. இந்த அமைப்பு அமெரிக்கத் தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதுபோல் பிரிட்டனில் 405 வரிகள் கொண்ட வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பும், 625 வரிகள் கொண்ட வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பும் பயன் படுத்தப்படுகின்றன. இவற்றில் படங்கள் விநாடிக்கு 25 முறைகள் திருப்பப்படுகின்றன. எனவே, அவற்றில் கிடைமட்ட ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள் முறையே விநாடிக்கு 405 × 25 = 10,125 என்ற அளவிலும், 625 × 25 = 15,625 என்ற அளவிலும் திரும்ப நிகழ்கின்றன. இதுபோன்று 819 வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள் கொண்ட பிரெஞ்சு தொலைக்காட்சி அமைப்பில் படங்கள் விநாடிக்கு 25 தடவைகள் திருப்பப்படுகின்றன. எனவே, இங்கு கிடைமட்ட ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள் விநாடிக்கு 819 × 25 = 20,475 தடவைகள் திரும்பத் திரும்ப நிகழ்கின்றன. இதுபோன்று ஐரோப்பாவில் (C.C.I.R.) 625 வரிகள் கொண்ட வரிக்கண் ணோட்ட அமைப்பில் படங்கள் விநாடிக்கு 25 தடவைகள் திருப்பப்படுவதால் இங்கு கிடைமட்ட ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள் விநாடிக்கு 625 × 25 = 15,625 என்ற அளவில் திரும்பத் திரும்ப நிகழ்கின்றன. இப்படி வரிகள் திரும்பத் திரும்ப திருப்பப்படு வதற்கு வரி அதிர்வெண் (line frequency) என்று பெயர்.

ஒலிச் சைகை தர அளவைகள்

ஒலிச் சைகை, 25 கி.சை. (K.C.) பெரும விலகலுள்ள (maximum deviation) அதிர்வெண் பண்பேற்றத்தினால் (freque-ncy modulation) பரப்பப்படுகிறது. இந்த ஒலிச் சைகை 75 மை. விநாடி (μ sec) கால மாறிலியோடு (time constant) முன்னால் அழுத்தப்படுகிறது. ஒலி ஊர்தியின் திறன் (power) படஊர்தி யின் திறனில் பாதிக்குக் குறையாமலும், $1\frac{1}{2}$ மடங்குக்கு மிகாமலும் இருக்கவேண்டும். இதுபோல் பிரிட்டனிலும் ஐரோப்பாவிலும் ஒலிச் சைகை விநாடிக்கு 50 கி.சை. ஒலி ஊர்தி விலகலோடும் (sound carrier deviation), 50 மை. விநாடி கால மாறிலியோடும் முன்னால் அழுத்தப்பட்டு பரப்பப்படுகிறது. பல நாடுகளிலும் பயன்படுத்தப்படும் ஒருவண்ணத் தொலைக்காட்சி (monochrome television) அமைப்பில் புலனுறு (காட்சி), ஒலிச் சைகைகளின் தர அளவைகள் பின்வரும் அட்டவணையில் காட்டப்பட்டுள்ளன.

ஒருவண்ணத் தொலைக்காட்சி அமைப்பில் புலனுறு (காட்சி), ஒலிச் சைகைகளின் தர அளவைகள்
(Vision and sound signal standards for the principal monochrome television system)

சைகை தர அளவை (Signal standard)	பிரிட்டன் British 405	பிரிட்டன் British 625	அமெரிக்கா America 525	பிரெஞ்சு French 819	ஐரோப்பா C.C.I.R. 625
பின்னல் தகவு (interlace ratio, i.e., no. of field per picture)	2:1	2:1	2:1	2:1	2:1
பட வரிகளின் எண்ணிக்கை (No. of lines per picture)	405	625	525	819	625
வரி அதிர்வெண் (line frequency—lines per sec.)	10,125	15,625	15,750	20,475	15,625
வரிக்காலம் (line period) மைக்ரோ வினடி (μ sec.)	98·7	64	63·5	48·84	64
புல அதிர்வெண் (field frequency—fields per sec.)	50	50	60	50	50
பட அதிர்வெண் (picture frequency—pictures per sec.)	25	25	30	25	25
பார்வைத் தகவு (aspect ratio)	4:3	4:3	4:3	4:3	4:3
அலைப் பண்பேற்றம் (sense of modulation)	நேர் (+)	எதிர் (—)	எதிர் (—)	நேர் (+)	எதிர் (—)

சைகை தர அளவை (Signal standard)	பிரிட்டன் British 405	பிரிட்டன் British 625	அமெரிக்கா America 525	பிரெஞ்சு French 819	ஐரோப்பா C.C.I.R. 625
பெரும ஊர்தியில் % கருப்பு மட்டம் (black level as % of peak carrier)	35%	77%	75%	25%	75%
மறைதல் மட்டம் (blanking level as % of peak carrier)	30%	77%	75%	25%	75%
பெரும வெண்மட்டம் (peak white level as % of peak carrier)	100%	20%	15%	100%	10% (சிறுமம்)
மெலிந்த பக்கப்பட்டை (attenuated side-band)	மேல்	கீழ்	கீழ்	மேல்	கீழ்
ஊர்திப் புலனுறு அலைப்பண்பேற்ற அதிர் வெண் சை/வி (highest video modulation frequency)	3மெ.சை./வி.	5.5 மெ.சை./வி.	4மெ.சை./வி.	10.4 மெ. சை./வி.	5மெ.சை./வி.
ஒலி ஊர்தி விலகல் (sound carrier deviation)	—	±50 கி.சை./வி.	±25 கி.சை./வி.	—	50 கி.சை./வி.
ஒலி ஊர்தி அலைப்பண்பேற்றம் (sound carrier modulation)	வீ. ப.	அ.ப.	அ.ப.	வீ.ப.	அ.ப.
ஒலி முன்னழுத்தம் (sound pre-emphasis)	—	50 மை விநுடி.	75 மை.வி.	—	50 மை.வி.
காட்சி ஊர்தியோடு ஒப்பிடும்போது ஒலி ஊர்தியின் இடம் (position of sound carrier with reference to vision carrier)	—3.5 மெ. சை./வி.	+ 6 மெ. சை./வி.	+4.5 மெ.சை.வி.	—11·15மெ. சை./வி.	+5.5 மெ.சை.வி.
வழிப்பட்டை அகலம் (channel band width)	5 மெ. சை./வி	8 மெ சை./வி	6 மெ. சை./வி.	14 மெ. சை./வி.	7 மெ. சை./வி.

குறிப்பு

எதிர்	—	Negative
நேர்	—	Positive
மேல்	—	Upper
கீழ்	—	Lower
மை. வி.	—	μs micro second
மெ. சை./வி.	—	MC/s (Mega cycle/second)
கி. சை./வி.	—	KC/s (Kilo cycle/second)
வீ. ப.	—	A. M.—Amplitude Modulation = வீச்சுப் பண்பேற்றம்
அ. ப.	—	F. M.—Frequency Modulation = அதிர்வெண் பண்பேற்றம்

பார்வைத் தகவு (Aspect Ratio)

பார்வைத் தகவு என்பது தொலைக்காட்சி படத்தின் அகலத்திற்கும் (width), உயரத்திற்கும் (height) உள்ள தகவு ஆகும். 4:3 என்ற பார்வைத் தகவு தொலைக்காட்சியில் உலகெங்கும் பின்பற்றப்படுகிறது. படத்தின் உயரத்தைவிட அகலம் அதிகமாக்கப்படுகிறது. காரணம் தொலைக்காட்சியில் வரும் இயக்கத்தின் பெரும்பகுதி கிடைமட்டத் தளத்தில் (horizontal plane) இருப்பதேயாகும். மேலும் திரைப்பட படத்தில் அதற்கு முன்பே வழக்கத்திலிருக்கும் பட அளவு போன்று இங்கும் இருக்க வேண்டும் என்று தொலைக்காட்சியிலும் அதே தகவு (ratio) தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டிருக்கிறது.

மேலே குறிப்பிடப்பட்ட தர அளவைகள் எல்லாம் தொலைக்காட்சியின் அனுப்பியிலும், வாங்கியிலும் ஒத்திப் பொருந்தி இணைந்து இயங்குவது மிகவும் இன்றியமையாததாகும். தர அளவைகள் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட அறிவின் வன்மை, அவற்றை தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்திப் பாதுகாக்கும் செயல் திறன் இவையே மற்றெல்லாவற்றையும்விட தரமுள்ள தொலைக்காட்சி பணிக்கும் அதன் பயனை மக்கள் துய்ப்பதற்கும் வழிவகுத்தது.

கற்றவை

ஒளிப்படவியலிலும் (photography) ஒளிச் செதுக்கல் முறையிலும் (photoengraving) காட்சிகளைக் காட்டப் பயன்படுத்தப்படும் வழக்கமான முறைகள், தொலைக்காட்சியில் காட்சிகளைச் செலுத்தும் முறைக்கு அடிப்படையான படக்கூறு (picture element),

படிவத் திருப்பம் (image repetition) ஆகிய முக்கியக் கருத்துகளை அறிமுகப்படுத்தப் பயன்படுகிறது.

அச்சிட்டப் படிவங்களில் ஒளியூட்டப்பட்ட பரப்புகளுக்கு ஏற்ப ஒளியும் நிழலும் கலந்த சிறுசிறு பரப்புகள் இருக்கின்றன. ஒளிப்பட அச்சுகளிலும் எதிர்ப்படங்களிலும் இந்த நுண் அமைப்பு (fine structure) வெள்ளித் துகள்களைப் பெற்றிருக்கிறது. படப் பரப்பு (picture area) முழுவதும் பரந்துகிடக்கும் ஒவ்வொரு துகளும் படத்தின் ஒரு விவரத்தையோ (detail) அல்லது ஒரு விவரத்தின் ஒரு பகுதியையோ காட்டுகிறது.

அச்சிட்டக் காட்சியில் வெள்ளைப் பின்னணியில் காட்டப் பட்ட பல நுண்ணிய கரும்புள்ளிகள் எல்லாம் சமமான கருமை நிறத்தை உடையன; என்றாலும் அவை அளவிலும் ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்று விலகியிருக்கும் தூரத்திலும் வேறுபட்டிருக்கின்றன. அதனால் அவை வேறுபட்ட ஒளி-நிழல் அளவுகளையும் விவரங் களையும் காட்டுகின்றன.

ஒரே சீரான ஒளி-நிழல் அளவைக் கொண்டதும் படிவத்தில் காட்டக்கூடிய மிகச் சிறிய விவரத்திற்கான அளவும் கொண்ட ஒரு படிவத்தினுடைய ஒரு மிகச் சிறிய பரப்புக்குப் படக்கூறு என்று பெயர். படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அச்சினுடைய பரப்புக்கு நேர் விகிதத்தில் மிகுதியாகிறது.

அசையாத பல படிவங்களைத் தொடர்ந்தாற்போல் விரை வாகக் காட்டுவதுதான் அசையாத படிவங்களைக் கொண்டு இயங்கும் காட்சிகளைக் காட்டும் முறையாகும். இதுதான் திரைப் படங்களின் கோட்பாடு ஆகும். திரைப்படங்களின் படத்திருப்ப வீதம் (வினாடிக்கு) 24 ஆகும். தொலைக்காட்சியில் படத்திருப்ப வீதம் (வினாடிக்கு) 30 ஆகும்.

வரிக்கு வரி படிப்பவர்களைப் போன்ற முறையை தொலைக் காட்சியில் படக்கூறுகளைப் பிரிப்பதிலும் பின்னர் அவற்றை ஒன்று சேர்ப்பதிலும் பயன்படுத்துவதால் இந்த முறைக்கு வரிக்கண் ணோட்ட முறை என்று பெயர்.

ஒவ்வொரு காட்சியும் இரண்டு தனித்தனி வரித் தொகுப்பு களினால் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகிறது. முதலில் ஒற்றை எண்ணிக்கை வரிகள் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட்டு அதைத் தொடர்ந்து அவற்றிற்கிடையிலுள்ள இரட்டை எண்

ணிக்கை வரிகள் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகின்றன. இந்த முறைக்குப் பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டம் என்று பெயர்.

தொலைக்காட்சி அமைப்பில் அளவை செய்யப்பட்ட பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட முறை போன்று அதிர்வெண் வழி தர அளவைகள், ஒத்தியக்க தர அளவைகள், ஒலி, சைகை தர அளவைகள் என்று அதனுடைய வேறு பல கூறுகளும் அளவை செய்யப்பட்டு பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

பயிற்சிகள்

க. கோடிட்ட இடங்களைத் தகுந்த சொற்களால் நிரப்பவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. ஒளிப்பட அச்சுகளிலும் (photographic prints) எதிர்ப் படங்களிலும் (negatives) உள்ள நுண்ணமைப்பு (fine structure) ——— பெற்றிருக்கிறது.
2. படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை எதிர்ப்படம் (negative) அல்லது அச்சினுடைய பரப்புக்கு ——— இருக்கிறது.
3. காணுகின்ற காட்சி கண்களை விட்டு மறைந்தாலும், கண்ணில் படிந்த காட்சியின் படிவம் உடனே மறையாமல் கண்ணில் நிலைத்திருப்பதற்குக் காரணம் ——— என்ற கண்ணின் பண்பாகும்.

உ. சரியான விடையை எழுதவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. தொலைக்காட்சியின் அடிப்படை நோக்கம்
   (அ) தொலைக்காட்சி பெட்டி செய்தல்
   (ஆ) காட்சிகளைப் படம் பிடித்து அவற்றை நேரில் பார்க்க முடியாதவர்களும் காணும்படி தொலை தூரங்களுக்கு அனுப்புதல்
   (இ) காட்சிகளைப் படம் பிடித்தல்
   (ஈ) வான் கம்பி செய்தல்.

2. படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அச்சினுடைய (prints) பரப்புக்கு
   (அ) நேர் விகிதத்தில் மிகுதியாகின்றது

(ஆ) எதிர் விகிதத்தில் அதிகரிக்கின்றது
(இ) பரப்புக்கும் எண்ணிக்கைக்கும் தொடர்பு இல்லை
(ஈ) பரப்பைப்போல் 1000 மடங்கு இருக்கும்.

3. தொலைக்காட்சியின் பார்வைத் தகவு (aspect ratio)
(அ) 3:5 (ஆ) 4:8 (இ) 4:3 (ஈ) 1:3

4. பார்வைத் தகவு என்பது
(அ) தொலைக்காட்சி படத்தின் அகலத்திற்கும் (width), உயரத்திற்கும் (height) உள்ள தகவு
(ஆ) உயரத்திற்கும் அகலத்திற்கும் உள்ள தகவு
(இ) உயரத்திற்கும் தடிப்பிற்கும் உள்ள தகவு
(ஈ) தடிப்பிற்கும் அகலத்திற்கும் உள்ள தகவு ஆகும்.

5. தொலைக்காட்சி படத்தின் பின்னல் தகவு (interlace ratio)
(அ) 4:1 (ஆ) 3:1 (இ) 2:3 (ஈ) 2:1.

4. படிவங்களைப் பிரித்தலும் சேர்த்தலும்
(Analysis and Synthesis of Images)

காட்சிப் படிவங்களின் முக்கிய கூறுகள் (Essential aspects of visual images)

தொலைக்காட்சியில் காட்சிகளைப் பகுப்பதிலும் பரப்புவதிலும் மீண்டும் அவற்றை ஒன்று சேர்ப்பதிலும், நான்கு அடிப்படையான கருத்துகளை மனத்தில் கொள்ளவேண்டும். (1) படிவத்தின் பரு (பொது) அமைப்பு (gross structure), (2) அதனுடைய நுண் அமைப்பு (fine structure), (3) அதன் தொடர்ச்சி (continuity), (4) அதன் ஒளிர்வு வரிசை (tonal gradation). படிவத்தின் பரு அமைப்பு என்பது படத்தின் (frame) வெளிவரையும் அதன் பொது விகிதங்களும் படிவத்திலுள்ள பொருள்களின் வெளிவரைகளும் ஆகும். படிவத்தின் நுண் அமைப்பு என்பது அதிலுள்ள பொருள்களின் நுணுக்கப் பிரிவுகளும் அவற்றின் வெளிவரைகளின் தெளிவும் ஆகும். தொடர்ச்சி என்பது விட்டொளிர்தல் இல்லாமல் படத்தைத் தெளிவாகக் காட்டுதல். ஒளிர்வு வரிசை என்பது படத்தினுடைய ஒளிர்வின் அளவுகளை (brightness values) கருப்பிலிருந்து வெள்ளைவரை சரியான விகிதத்தில் வரைந்து காட்டுதல் (delineation) ஆகும். இந்த நான்கு கருத்துகளைப் பற்றி சிறிது விரிவாகக் காண்போம்.

பரு அமைப்பு (Gross structure)

பரு அமைப்பின் முக்கியமான பகுதி, படிவப் படத்தின் (image frame) வடிவமாகும். தொலைக்காட்சிப் படிவங்களுக்காக பின்பற்றப்படும் படம் செவ்வக அமைப்பு கொண்டதாகும். இந்தச் செவ்வக அமைப்பில் நீளப் பக்கம் கிடைமட்டமாக இருக்கும். தொலைக்காட்சிப் படிவத்தின் முழுப் படமும் செவ்வக வடிவில் இருக்கவேண்டுமென்பதற்கு முன்னோடியாகப் பல வற்றைச் சொல்லலாம். அவற்றில் ஒன்று, பல நூற்றுண்டுகளாக ஓவியக் கலையில் இதுபோன்ற செவ்வக வடிவ அமைப்பைப் பின் பற்றி வந்திருக்கிறார்கள். தொலைக்காட்சி அமைப்பில் படத்தின் கிடைமட்ட நீளத்தை அகலமாகவும் (width), செங்குத்து நீளத்தை உயரமாகவும் (height) கொள்வது வழக்கம். அசைவோடு கூடிய

பல்வேறுபட்ட காட்சிகள்கொண்ட படத்தில் அதனுடைய உயரத்தைவிட நீளத்திற்கே முதனிலைக் கொடுக்கப்படுகிறது. இந்த வடிவமே உலகம் முழுவதும் அரங்கங்களுக்கும், திரைப்பட திரைகளுக்கும் புழக்கத்திலுள்ள வடிவமாகும். இதற்குக் காரணம், மக்களின் அன்றாட நிகழ்ச்சிகளின் அசைவுகள், இயக்கங்கள் எல்லாம் கிடைமட்டத் தளத்தில் (horizontal plane) இருப்பதேயாகும். இவற்றோடு தொழில்நுட்ப அடிப்படையில் வேறு இரண்டு காரணங்களும் இருக்கின்றன. (1) ஒரு படிவத்தைச் சம நீளமான இணை கோடுகளில் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்வது எளிதாகும். இதன் காரணமாகப் படிவம் செவ்வக வடிவத்தைப் பெறுகிறது. (2) தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிகளில் பயன்படுத்தப் படும் மிக அதிகமான பொருள் திரைப்பட படலம் (motion picture film) ஆகும். திரைப்படங்களின் அளவுகளையே தொலைக் காட்சி படிவத்திலும் பின்பற்றுதல் படிவத்தின் எந்தப் பகுதியை யும் வீண் செய்யாமல் திரைப்பட நிகழ்ச்சிகளைப் பரப்ப உதவி புரிகிறது. செவ்வக வடிவப் படத்திலுள்ள ஒரே ஒரு குறைபாடு, புழக்கத்திலுள்ள தொலைக்காட்சிப் படக் குழாய்களில் இருக்கும் திரைகள் வட்ட வடிவமாக இருப்பதேயாகும். எனவே, செவ் வகப் படிவத்தினால் குழாய்களின் முழு வடிவத்தையும் பயன் படுத்த முடிவதில்லை. மேலும், வட்ட வடிவமான வரிக் கண்ணோட்ட அமைப்பை உண்டாக்குவது இதைவிடக் கடின மானதாகும்.

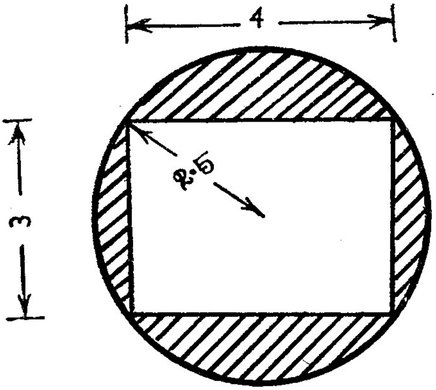
தொலைக்காட்சியில் படத்தின் உருவ அளவுகள் (dimensions) பார்வைத் தகவு (aspect ratio) எனப்படுகிறது. பார்வைத் தகவு என்பது படத்தின் அகலத்திற்கும் (width), அதன் உயரத்திற்கும் (height) உள்ள தகவு ஆகும். அதாவது,

$$\text{பார்வைத் தகவு} = \frac{\text{அகலம்}}{\text{உயரம்}} = w/h \text{ ஆகும்.}$$

இந்தப் பார்வைத் தகவை 4:3 என்று தரஅளவை செய்திருக் கிறார்கள். அதாவது படத்தின் அகலம் 4 பங்கும் உயரம் 3 பங்கும் இருக்க வேண்டும். ஏனெனில், தொலைக்காட்சி படத்தின்

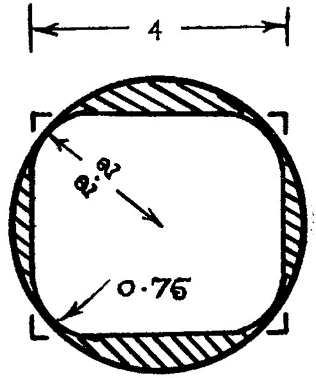
$$\text{பார்வைத் தகவு} = w/h = \tfrac{4}{3} = 1\cdot333$$

என்ற அளவு 35 மி.மி., 16 மி.மி. திரைப்படங்களின் பார்வைத் தகவைக் கிட்டத்தட்டப் பெற்றிருக்கின்றன. பொதுவாக, புழக் கத்திலிருக்கும் படிவப் படங்களைப் (image frame) படம் 4-1ல் காணலாம்.



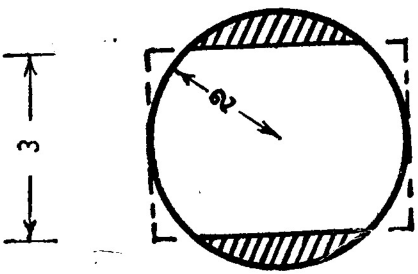
a

4 × 3 முழு அளவு செவ்வகம்



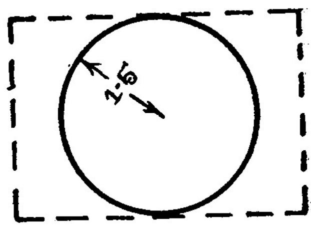
b

வட்ட மூலைகளுடைய செவ்வகம்
(விட்டம் $\frac{1}{4}$ பட உயரம்)



c

வட்ட அமைப்புகள் படம்



d

வட்டப் படம்

4-1. மாதிரி தொலைக்காட்சிப் படிவப் படங்கள்

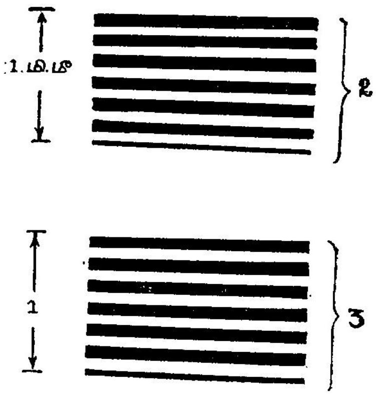
தொலைக்காட்சி படிவத்திலுள்ள பரு அமைப்பின் இரண்டாவது பகுதி, படத்தின் வடிவத்தை வரைதலாகும் (**delineation of geometric form**). தொலைக்காட்சியின் படக்கருவியில் தெரிகின்ற சதுரமான வடிவமுள்ள பொருள்கள் அதே சதுரமாகவும் வேறு பல வடிவங்களிலும் திரும்பக் காட்டப்படுகின்றன. இந்த வேலையை அனுப்பியிலும், வாங்கியிலும் இணைந்து ஒத்தியங்குகின்ற வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பு செய்கிறது.

நுண் அமைப்பு (Fine Structure)

படக் கூறுகளின் பிரிவீடு (Resolution of picture elements) :

ஒரு பொருளின் நுண் அமைப்பைக் காட்டுகின்ற படிவம் உண்டாக்கும் அமைப்பின் (image producing system) திறமைக்குப் பிரிவீட்டுத் திறன் (resolving power) அல்லது பிரிவீடு (resolution) என்று பெயர். பிரிவீட்டை இரண்டு முறைகளில் ஏதாவது ஒன்றினால் அளக்கலாம். முதல் முறையில், ஓர் இருண்ட பரப்புக்கும் ஒளியுள்ள பரப்புக்கும் இடையேயுள்ள நுண்ணிய எல்லையை (sharp boundary) ஒரு பொருளாகப் பயன்படுத்தி அதே எல்லையின் நுண்மை (sharpness) படிவத்தில் அளக்கப்படுகிறது. இரண்டாவது முறையில் படிவத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்திற்குள் பிரிவீடு செய்யப்பட்ட அடுத்தடுத்து இருக்கின்ற இணைகோடுகளை எண்ணுவதாகும்.

ஒளிப்படவியலில் ஓரிணை கருப்பு-வெள்ளைக் கோடுகள் ஒரு கோடாக எண்ணப்படுகிறது. தொலைக்காட்சியில் ஓரிணை கருப்பு-வெள்ளைக் கோடுகள் தனித்தனியான இரண்டு கோடுகளாக எண்ணப்படுகின்றன. எனவே, தொலைக்காட்சி பிரிவீட்டு வரிகளின் (resolution lines) எண்ணிக்கை ஒளிப்பட பிரிவீட்டு வரிகளின் எண்ணிக்கையைவிட இரு மடங்காகும். மேலும், திரைப்படம் காட்டும் கருவியில் ஒவ்வொரு படமும் செங்குத்து வரிகளாகவும் கிடைமட்ட வரிகளாகவும் பிரிக்கப்படுகின்றன. இது போன்ற முறையே தொலைக் காட்சிப் படங்களின் பிரிவீட்டுத் திறனைக் குறிப்பிடுவதிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஆனால் இரண்டுக்கும் இங்கு ஒரு வேறுபாடு உண்டு. ஒளிப்படவியல் பசை பூச்சு அமைப்பு (structure of emulsion) ஒரு குறிப்பிட்ட முகப்ப நிலையைப்(ஒழுங்கு அமைப்பு) (orientation) பெற்றிருக்கவில்லை; ஆனால் தொலைக் காட்சியில் ஒவ்வொரு வரிக்

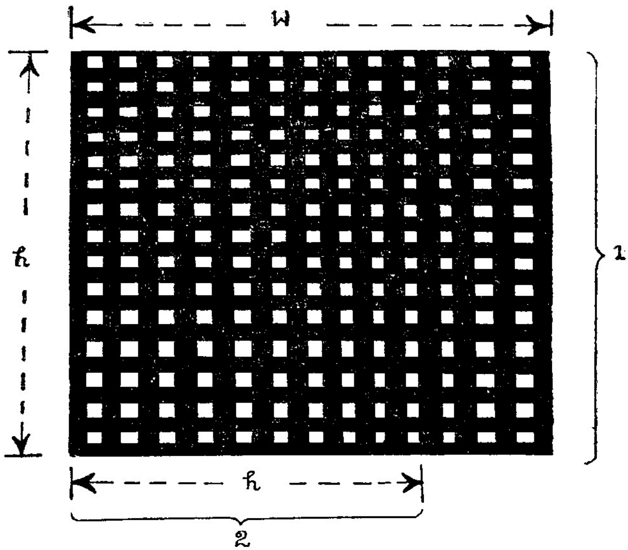


படம் 4-2.

ஒளிப்பட, தொலைக்காட்சி பிரிவீட்டு வரிகள் (ஒளிப்பட வியலில் அடுத்து அடுத்துள்ள ஒவ்வொரு இணை கருப்பு, வெள்ளை பட்டைகள் ஒரு வரியாக எண்ணப்படுகிறது ; தொலைக்காட்சியில் இரு வரிகளாக எண்ணப்படுகின்றன.)

1. வடிவத்தின் உயரம்
2. ஆறு ஒளிப்பட பிரிவீட்டு வரிகள்
3. பன்னிரண்டு தொலைக்காட்சி பிரிவீட்டு வரிகள்.

கண்ணோட்ட வரியிலும் உள்ள படிவ அமைப்பு (structure of the image) அதற்குச் செங்குத்தாகவுள்ள வரிகளிலிருக்கும் படிவ அமைப்பிலிருந்து அடிப்படையான வேறுபாடு கொண்டதாகும். எனவே, தொலைக்காட்சியில் செங்குத்துப் பிரிவீட்டையும், கிடைமட்டப் பிரிவீட்டையும் தனித்தனியாக ஆராய்வது அவசியமாகும்.



படம் 4-3.

செங்குத்து கிடைமட்டப் பிரிவீடு

1. செங்குத்துப் பிரிவீடு (r_v=30 வரிகள்);

2. கிடைமட்டப் பிரிவீடு (R_h=20 வரிகள்)

படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை $\frac{4}{3}\times 30\times 20=800$

செங்குத்துப் பிரிவீடு (vertical resolution) என்பது படத்தின் உயரத்தில் பிரிக்கப்படும் தொலைக்காட்சி பிரிவீட்டு வரிகளின் (television resolution lines) எண்ணிக்கையாகும். கிடைமட்டப் பிரிவீடு (horizontal resolution) என்பது படத்தின் உயரத்திற்குச் சமமான தூரத்தில் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளுக்குச் செங்குத்தாகப் பிரிக்கப்படுகின்ற தொலைக்காட்சி பிரிவீட்டு வரிகளின் எண்ணிக்கையாகும். எனவே, பார்வைத் தகவு, செங்குத்துப் பிரிவீடு, கிடைமட்டப் பிரிவீடு இவற்றின் பெருக்கற்பலன் ஒரு படத்தில் பிரிக்கப்படும் படக்கூறுகளுக்குச் சமமாகும். இந்த எண்ணிக்கையே படிவத்தினுடைய நுண் அமைப்பின் தகைமை இலக்கம் (figure of merit) ஆகும்.

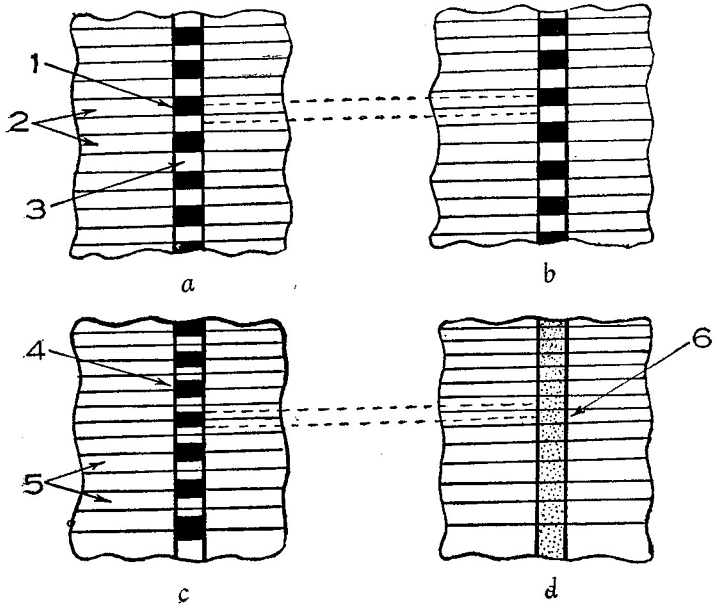
செங்குத்துப் பிரிவீடு (Vertical resolution)

முதலில் செங்குத்துப் பிரிவீட்டைப்பற்றி காண்போம். தொலைக்காட்சியில் படத்தின் செங்குத்துப் பிரிவீடு என்பது படத்தின் உயரத்திற்கு அடங்கக் கூடியதும் தனித்தனியாகத் தெளிவாகத் தெரியக்கூடியதுமான கிடைமட்ட கருப்பு-வெள்ளை பிரிவீட்டு வரிகளின்* பெரும எண்ணிக்கையாகும். இந்த எண்ணிக்கை, வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் எண்ணிக்கைகளைப் பொருத்ததாகும். காரணம், ஒவ்வொரு வரிக்கண்ணோட்ட வரியும், ஒரு பிரிவீட்டு வரியைக் குறிக்கின்றது. ஆனால், இரண்டு காரணங்களினால் தொலைக்காட்சியில் படிவத்தின் செங்குத்துப் பிரிவீடு, வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளைவிடக் குறைவாக இருக்கிறது. (1) வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் அமைப்புபற்றி கொடுக்கப்பட்டுள்ள விளக்கத்தின்படி படிவத்தைக் காட்டுகின்ற வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளில் ஏறத்தாழ 35 வரிகள், புலங்களுக்கு இடையேயுள்ள நேரங்களில் (intervals between fields) மறைக்கப்பட்டு விடுவதால் அவை செயல்படுவதில்லை. எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு படத்தின் தொடக்கத்திலிருந்து அடுத்தப் படத்தின் தொடக்கத்திற்குள் ஏற்படுகின்ற 525 வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள் கொண்ட அமைப்பில் ஏறத்தாழ 490 வரிகளே படிவத்தைக்காட்டும் பணியைச் செய்கின்றன. மேலும், அமெரிக்க ஒத்தியக்கச் சைகை தரஅளவைகளின்படி (American synchronising signal standards) அனுமதிக்கப்பட்ட செயல் வரிகளின் (active lines) எண்ணிக்கை 483-லிருந்து 499 வரையாகும். (2) எல்லாச் செயல் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளும் (active scanning lines) தனித்தனி பிரிவீட்டு வரிகளைக் குறிக்கும் திறனைப் பெற்றிருக்கவில்லை. சில வேளைகளில் சில வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள் எந்தப் பிரிவீட்டு வரியையும் குறிக்காமலும் இருக்கலாம். எடுத்துக்காட்டாக, கருப்பும் வெள்ளையுமாகவுள்ள ஒரு செங்குத்துக் கட்டையை (vertical bar) வரிக்கண்ணோட்டம் செய்வதாகக் கொள்வோம். அனுப்பியில் வெள்ளையின் வழியாகச் செல்லும் வரிக்கண்ணோட்டம் வாங்கியில் வெள்ளைப் படிவத்தை உண்டாக்கும். அதுபோல் அனுப்பியில் கருப்பின் வழியாகச் செல்லும் வரிக்கண்ணோட்டம் வாங்கியில் கருப்பு படிவத்தை உண்டாக்கும். அவ்வாறில்லாமல் அனுப்பியில் கருப்பில் பாதியிலும், வெள்ளையில் பாதியிலும் செல்லும் வரிக்கண்ணோட்டம் வாங்கியில் கருப்பும் வெள்ளையும் கலந்த சாம்பல் நிற ஒளியை (grey tone) உண்டாக்குகிறது. இதே நிலை செங்குத்தாக உள்ள மற்ற படத்தின் படக்கூறுகளுக்கும் ஏற்படுகிறது.

---

*இந்த இடத்திலும், இனி வரும் இடங்களிலும் 'வரிகள்' என்பது தொலைக்காட்சி வரிகளையே (television lines) குறிக்கும்.

எனவே, இதுபோல் அனுப்பியில் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட்ட ஒரு கட்டை வாங்கியில் ஒரே சீரான சாம்பல் நிறமுள்ள கட்டையாகக் காட்சி தருகிறது.



படம் 4-4.

செயல் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளுக்கும், செங்குத்துப் பிரிவீட்டிற்குமுள்ள தொடர்பு

1. கருப்பு படக்கூறு; 2. வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள்; 3. ஒளிப்படக் கோடு; 4. கருப்புப் படக்கூறு இரண்டு வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் மேல் விழுகிறது; 5. வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள்; 6. சாம்பல் நிற படக்கூறு.

ஆனல், வழக்கத்தில், படக்கூறுகள் சமமாக இடைவெளி விட்ட துண்டுகளாக (segments) அமையாமல், காட்சியிலுள்ள பொருள்களின் வடிவங்கள் (shapes), எல்லைகள் (boundaries) குறிப்பிட்ட விவரங்கள் இவற்றைப் பொருத்து படத்தில் பல்வேறு இடங்களில் இருக்கின்றன. இதன் காரணமாக செங்குத்து வாக்கில் பிரிவீடு செய்யப்பட்ட படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை, செயல்வரிக் கண்ணோட்ட வரிகளின் முழு எண்ணிக்கைக்கும், சுழிக்கும் (zero) இடைப்பட்ட ஓர் அளவாக இருக்கும். எனவே, செங்குத்து வாக்கில் ஏறத்தாழ 70% படக்கூறுகள் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளால் தனித்தனியாகத் திரும்ப உண்டாக்கப்படுகின்றன. எஞ்சிய 30% படக்கூறுகள் மேற்கூறியவாறு

ஒன்றுடன் ஒன்று கலந்தும் தோன்றுவதைப் பட்டறிவின் வாயிலாகக் காண்கிறோம். இந்த விழுக்காடு ஒரு சாதாரண மதிப்பே (normal value) ஆகும். ஆய்வின்படி 1933-ல் எங்ஸ்ட்ராம் (Engstrom) என்பவரும் அவருடைய துணைவர்களும் கண்டு பிடித்த மதிப்பு 65% ஆகும். 1938-ல் வீலர் (Wheeler), லோரன் (Loughren) ஆகிய இருவரும் கண்ட மதிப்பு (theoretical value) 70.7% ஆகும். காட்சிப் பரப்புவதில் நீண்டகாலம் பட்டறிவும் இந்த மதிப்பு 70.7% எனக்காட்டியது. அதாவது துல்லியமாக சீர் செய்யப்பட்ட கருவியைக் கொண்டு 490 வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளில் 390 பிரிவீட்டு வரிகளைப் பிரிவீடு செய்யமுடியும்.

தொலைக்காட்சிப் படிவத்தின் செங்குத்துப் பிரிவீடு (r_v) என்பது செயல் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் (n_a) செங்குத்துப் பிரிவீட்டுக் கூற்றெண் K (vertical resolution factor) என்ற விகிதத்தால் பெருக்கிவரும் பெருக்கற்பலனாகும். அதாவது

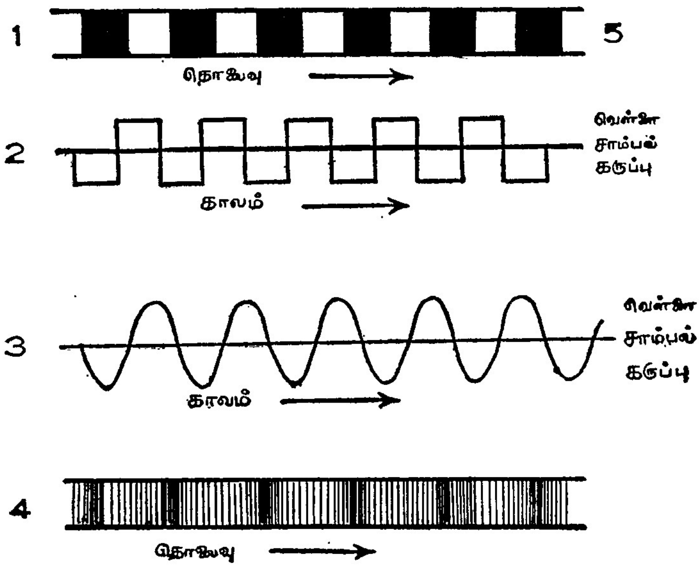
$$r_v = K \cdot n_a \qquad \ldots\ldots(1)$$

கிடைமட்டப் பிரிவீடு (Horizontal resolution)

அடுத்ததாகத் தொலைக்காட்சிப் படிவத்தின் கிடைமட்டப் பிரிவீட்டைக் காண்போம். கிடைமட்டப் பிரிவீடு என்பது வரிக் கண்ணோட்ட வரிகளின் வழியே பிரிக்கப்படும் படக் கூறுகளின் எண்ணிக்கையாகும். ஒவ்வொரு வரியிலும் உள்ள படக் கூறுகள் படக்குழாயின் மின்னணுத் துப்பாக்கியில் செலுத்தப் படுகின்ற மின்னழுத்த வேறுபாடுகளினால் திரும்ப உண்டாக்கப் படுகின்றன. எனவே, கிடைமட்டப் பிரிவீடு என்பது வரிக் கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகின்ற ஒவ்வொரு வரியிலும் ஏற்படு கின்ற மின்னழுத்த வேறுபாடுகளின் பெரும எண்ணிக்கையைக் (maximum number) கொண்டு முடிவு செய்யப்படுகிறது. மின்னழுத்த வேறுபாட்டில் உண்டாகின்ற விரைவு (rapidity) பரப் பப்படுகின்ற தொலைக்காட்சி சைகையின் பட்டை அகலத்தைப் (band width) பொறுத்திருக்கிறது. எனவே, முடிவாகத் தொலைக் காட்சிப் படிவங்களின் கிடைமட்டப் பிரிவீடு பரப்பும் தொலைக் காட்சி சைகையின் பட்டை அதிர்வெண்ணை (band frequency) நேரடியாகப் பொறுத்திருக்கிறது.

கிடைமட்டப் பிரிவீட்டிற்கும் பட்டை அகலத்திற்கும் உள்ள தொடர்பை முடிவு செய்ய இரண்டு முறைகள் இருக்கின்றன. ஒன்று, தொலைக்காட்சிப் பணிக்கு (television service) கிடைக்கக் கூடிய அதிர்வெண் மாலைகளைக் (frequency spectrum) கொண்டு

பயன்படுத்தப்போகும் பட்டை அகலத்தை முடிவு செய்து, பிறகு பின்பற்றப்படும் பட்டை அகலத்திற்கேற்பக் கிடைமட்டப் பிரி வீட்டைக் கணக்கிடுதல். இரண்டு, பார்ப்போரின் (observer) விருப்பத்திற்குத் தேவையான கிடைமட்டப் பிரிவீட்டு அளவை (degree of resolution) குறித்துக் கொண்டு அதற்கேற்பத் தேவை யான பட்டை அகலத்தைக் கணக்கிடுதல். இந்த இரண்டு முறைகளில் இரண்டாவது முறையே பெரும்பாலும் பின்பற்றப் படுகிறது.



படம் 4–5.

கிடைமட்ட விவரங்களைத் திரும்பப் பெறுதல்.

1. பொருள் படக்கூறுகள்; 2. தோற்றுவிக்கப்பட்ட புலனுறு அலைப்படிவம்; 3. சைன் அலை புலனுறு அலைப்படிவம்; 4. படிவ படக் கூறுகள்; 5. வெள்ளை; 6. சாம்பல் நிறம்; 7. கருப்பு.

இந்தக் கூற்றிலிருந்து, கிடைமட்டப் பிரிவீடு, செங்குத்துப் பிரிவீட்டிற்குச் சமமாக இருக்கும்போது அது சிறந்த அளவா கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, 525 வரிப்படிவத்தில் செங்குத்துப் பிரிவீடு படத்தின் உயரத்தில் அளக்கப்பட்ட ஏறத்தாழ 350 படக்கூறுகள் ஆகும். படத்தின் அகலம் நீளத்தைப் போல் 4/3 பங்கு அளவு இருப்பதால் ஒவ்வொரு வரியிலும்,

$$\frac{4}{3} \times 350 = 466$$

படக் கூறுகள் இருக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு வரிசையிலும் படக் கூறுகள் அடுத்தடுத்த கருப்பு, வெள்ளைத் துண்டுகளாக (segments) இருக்கின்றன. எனவே, இதுபோன்ற மின் சைகை (electrical signal) ஒரு சைன் அலை (sine wave) ஆகும். ஒவ் வொரு சைன் வடிவ அலையின் நேர்பாதி சுற்று (positive half cycle) ஒரு வெள்ளைப் பகுதியையும், அதற்கடுத்த எதிர்ப்பாதி சுற்று (negative half cycle) அடுத்துள்ள கருப்புப் பகுதியையும் உண்டாக்குகின்றன. எனவே, 466 படக்கூறுகளை $\frac{466}{2} = 233$ சைகை அலையின் (signal wave) சுற்றுகளினால் உண்டாக்க முடியும்.

சைகை அலையின் அதிர்வெண் என்பது இந்தச் சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையை ஒவ்வொரு வரியின் செயல் பகுதியையும் (active portion) வரிக்கண்ணோட்டம் செய்ய ஆகும் நேரத்தால் வகுக்கும்போது கிடைக்கும் எண்ணிக்கைக்குச் சமமாகும். 525 வரிகளும் வினாடிக்கு 30 தடவைகள் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப் படுகின்றன. எனவே, ஒவ்வொரு முழு வரியையும் வரிக் கண்ணோட்டம் செய்ய எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம் $\frac{1}{15750}$ வினாடி அல்லது ஒரு வினாடியின் 1 மிலியன் பங்கில் 63•5 பங்கு (63•5 millionth of a second) ஆகும். (63·5 மைக்ரோ வினாடி — μ sec.) திருப்புக் காலத்தில் (retrace period) இந்த வரி மறைக்கப் படுவதால் இந்த நேரத்தின் ஒரு பகுதியில் தொலைக்காட்சி வரி செயலற்று இருக்கிறது. ஒத்தியக்கச் சைகைகளில் அனுமதிக் கப்பட்ட தாங்கும் அளவு (tolerances)படி ஒவ்வொரு வரியின் செயல் பகுதியும் மொத்த வரிக்காலத்தில் (line period) 82 முதல் 83 விழுக்காடு நேரமே நிலைத்திருக்கிறது. இந்த 83 விழுக்காடு நேரத்தை மாதிரிக்கு எடுத்துக் கொண்டோமேயானால், ஒவ்வொரு வரியின் செயல் பகுதிக் காலம் $63{\cdot}5 \times 0{\cdot}83 = 52{\cdot}8\mu$ வினாடி ஆகிறது. இந்த நேரத்தில் 466 படக் கூறுகள் உண்டாவதற்குச் சைகை மின்னோட்டத்தில் (signal current) 233 சுற்றுகள் (cycles) ஏற்பட வேண்டும். எனவே, சைகை அலையின் (signal wave)

$$\text{அதிர்வெண்} = \frac{233}{52{\cdot}8} \times 10^6 = 4{\cdot}4 \text{ மெ. சைக்கிள்}$$

என்பது, வரிக்கு 466 படக் கூறுகளைக் கொண்ட படத்தைத் திரும்ப உண்டாக்குவதற்குத் தொலைக்காட்சி சைகையில் இருக்க வேண்டிய உயர்ந்தபட்ச பக்கப்பட்டை அதிர்வெண் (highest side band frequency) ஆகும்.

ஆனால், தர அளவை செய்யப்பட்ட 6 மெ. சை. வழியில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள பெரும பக்கப்பட்டை அதிர்வெண் இதை விடச் சிறிது குறைந்ததாகும். அதாவது, அதன் மேல் வரம்பு (upper limit) 4·25 மெ. சை. ஆகும். இதனால் ஒரு வரியில் உண்மையிலேயே திரும்ப உண்டாக்கப்படுகின்ற படக்கூறுகளின் பெரும எண்ணிக்கை 466-லிருந்து 450-ஆகக் குறைகிறது. தொலைக்காட்சிப் படிவங்களில், கிடைமட்டப் பிரிவீட்டின் மதிப்பு ஒரு வரியிலுள்ள படக் கூறுகளின் எண்ணிக்கையில் நான்கில் மூன்று பங்காகும். எனவே, கிடைமட்டப் பிரிவீடு $= 450 \times \frac{3}{4}$ $= 340$ (ஏறத்தாழ) வரிகள் ஆகும். இதன்படி, தர அளவை செய்யப்பட்ட 525 வரிப்படத்தை, வழியின் பெருமப் பட-சைகை பக்கப்பட்டையைப் பயன்படுத்தி கருவி மூலம் பரப்பும்போது, படத்தில் செங்குத்துப் பிரிவீட்டைக் காட்டிலும் கிடைமட்டப் பிரிவீடு சிறிது குறைவாக இருக்கிறது.

செங்குத்துப் பிரிவீட்டிற்கும் கிடைமட்டப் பிரிவீட்டிற்கும் உள்ள இந்தச் சிறு வேறுபாடு (discrepancy) வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பின் பிரிவீட்டுத் திறனை முழுவதும் பாதிக்கிற அளவிற்குப் போதுமானதாக இல்லை. இதைப்பற்றி ஆராய்ந்த பால்டுவின் (Baldwin) தொலைக்காட்சிப் படிவத்தின் பிரிவீட்டுத் திறனைச் சிறப்பாக விளக்குகிற தகைமை இலக்கம் (figure of merit) செங்குத்துப் பிரிவீடு, கிடைமட்டப் பிரிவீடு இவற்றில் தனித் தனியாக இல்லை என்றும் அவற்றின் பெருக்கற் பலனில்தான் இருக்கிறது என்றும் முடிவாக நிறுவினர். அதன்படி, தொலைக் காட்சியின் பிரிவீட்டுத் திறன் படிவத்தில் பிரிக்கப்படுகின்ற படக் கூறுகளின் மொத்த எண்ணிக்கைக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக் கிறது. எனவே, அளவை செய்யப்பட்ட 6 மெ. சை. வழியில் பரப்பப்பட்ட, தர அளவை செய்யப்பட்ட 525 வரிப் படிவத்தில் $\frac{4}{3} \times 350 \times 340 = 1,59,000$ படக் கூறுகள் இருக்கின்றன. இந்த எண்ணிக்கை 16 மி.மீ. திரைப்பட படிவத்திலுள்ளதைவிட (250,000) மிகவும் குறைவாக இருக்கிறது. என்றாலும், 16 மி.மீ. திரைப்பட படிவத்தின் பிரிவீட்டுத் திறனை தொலைக்காட்சி அமைப்பின் பிரிவீட்டுத் திறன் விஞ்சுகிறது.

பட்டை அகலத்திற்கும் பிரிவீட்டிற்கும் உள்ள தொடர்பைக் காணுவதற்கு இதற்கு மாறான ஒரு முறையும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. இதில் பட்டை அகலமும் (band width) படவீதமும் (frame rate) கொடுக்கப்பட்டன. அவற்றிலிருந்து கிடைமட்டப் பிரிவீட்டிற்கும் செங்குத்துப் பிரிவீட்டிற்கும் சமஅளவுகள் (equal values) கிடைக்கும்படி வரிகளின் எண்ணிக்கைக் கணக்கிடப்

பட்டிருக்கிறது. 1941-ல் இந்த முறையைப் பின்பற்றிதான் அமெரிக்காவில் தர அளவைகள் (standards) முடிவு செய்யப் பட்டன.

அமெரிக்காவின் கூட்டாட்சி தொடர்புக் குழு (Federal Communication Commission—FCC) தொலைக்காட்சி பரப்புவதற்கான வழி அகலத்தை (channel width) 6 மெ. சை. என நிர்ணயித்து, படப் பக்கப்பட்டைக்குத் தேவையான இந்த வழியின் பகுதியை 4.25 மெ.சை. வரை நீட்டியிருக்கிறது. அமெரிக்காவிலுள்ள மின்னோட்ட அதிர்வெண்ணின் (power system frequency) அடிப்படையில் படவீதம் (frame rate) விநாடிக்கு 30 என்று நிறுவப்பட்டது. வரியின் செயற்காலம் (active period) 83 விழுக்காடு என்றும் பட வரிக்கண்ணோட்டத்தின் காலம் 93·5 விழுக்காடு என்றும் கொள்ளப்பட்டன. இந்தத் தகவல்களை (data) அடிப்படையாகக் கொண்டு கணக்கிடப்பட்டதில் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் எண்ணிக்கை 500க்குப் பக்கத்தில் வந்தது. ஆனால், அமெரிக்கத் தொலைக்காட்சி அமைப்பில் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள் 525 என எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. காரணம், இந்த எண் (1) ஒற்றைவரிப் பின்னல் முறைக்குத் (odd line method interlacing) தேவையான ஒற்றை எண் (odd number) ஆகும், (2) இதில் சிறிய ஒற்றை எண்கள் ($525 = 3 \times 5 \times 5 \times 7$) இருக்கின்றன. இந்தச் சிறிய ஒற்றை எண்கள் ஒத்தியக்கத் துடிப்புகளை எளிமையாக உண்டாக்குவதில் உதவி புரிகின்றன.

பட்டை அகலத்திற்கும் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் எண்ணிக்கைக்குமுள்ள தொடர்பினைக் கீழ்க்கண்டவாறு வருவிக்கலாம்: ஒரு படத்தின் (frame) தொடக்கத்திலிருந்து அடுத்த படத்தின் தொடக்கம் வரை வரிகளின் எண்ணிக்கை n என்றும், படவீதம் (frame rate) விநாடிக்கு f என்றும் இருக்கட்டும். இப்போது, வரி-வரிக்கண்ணோட்ட அதிர்வெண் (line-scanning frequency) விநாடிக்கு $n \times f$ ஆகும். வரி-வரிக்கண்ணோட்ட காலம் $\frac{1}{nf}$ விநாடி ஆகும். படக்கூறுகளை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்வதற்கு ஒதுக்கப்பட்ட காலம் மொத்த வரி-வரிக்கண்ணோட்ட காலத்தின் (line scanning period) ஒரு சிறு பகுதி K_h என்று இருக்கட்டும். இப்போது ஒவ்வொரு வரிக்கண்ணோட்ட வரியின் செயற்காலம் (active duration) $\frac{K_h}{nf}$ விநாடி ஆகும். படச் சைகையின் பெரும அதிர்வெண் f_{max} என்று இருந்தால், ஒரு விநாடியில் உண்டாக்கப்பட்ட படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை $2f_{max}$ ஆகும்.

ஒரு வரியிலுள்ள படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை N என்றால்

$$N = \frac{2f_{max} \cdot K_h}{n \cdot f} \qquad \ldots\ldots(2)$$

ஆகும்.

கிடைமட்டப் பிரிவீடு r_h என்பது மேற்கண்ட எண்ணை, உயரத்திற்கும் அகலத்திற்கும் உள்ள விகிதத்தால் பெருக்கிவரும் பெருக்கற் பலனாகும். அதாவது கிடைமட்டப் பிரிவீடு,

$$r_h = \left(\frac{h}{w}\right) \frac{2f_{max} \cdot K_h}{nf} \qquad \ldots\ldots(3)$$

செங்குத்துப் பிரிவீடு r_v என்பது வரிகளின் எண்ணிக்கையை (n) வரிக்கண்ணோட்டங்கள் செயல்படும் புல வரிக்கண்ணோட்ட காலத்தின் (field-scanning time) ஒரு பகுதியாலும் (K_v), செங்குத்துப் பிரிவீட்டு எண் (vertical resolution factor) K-யினாலும் பெருக்கிவரும் பெருக்கற்பலனாகும். அதாவது,

$$\text{செங்குத்துப் பிரிவீடு } r_v = K_v \cdot Kn \qquad \ldots\ldots(4)$$

கிடைமட்டப் பிரிவீட்டிற்கும் (r_h), செங்குத்துப் பிரிவீட்டிற்கும் (r_v) உள்ள விகிதம் m என்றும் இருக்கட்டும். அதாவது

$$\frac{r_h}{r_v} = m.$$

$$\therefore \quad r_h = m \cdot r_v \qquad \ldots\ldots(5)$$

ஒப்பீடுகள் (4), (5) இவற்றை (3)-ல் பதிலீடு செய்தால்,

$$K_v \cdot Kn = \left(\frac{h}{w}\right) \frac{2b_{max} K_h}{mn \cdot f} \qquad \ldots\ldots(6)$$

எனவே, பெரும பட அதிர்வெண்ணை

$$f_{max} = \tfrac{1}{2} Kmn^2 f \left(\frac{w}{h}\right) \frac{K_v}{K_f} \qquad \ldots\ldots(7)$$

என்ற ஒப்பீட்டின் மூலம் பெறலாம்.

மேற்கண்ட வாய்பாட்டில் $K = 0.7$, $f = 30$, $\frac{w}{h} = \frac{4}{3}$ $\frac{K_v}{K_h} = \frac{93.5}{83}$ என்ற நிறுவப்பட்ட மதிப்புகளைப் பதிலீடு செய்வதால், பெரும புலனுறு அதிர்வெண்ணுக்கும் (maximum video frequency), வரிகளின் எண்ணிக்கைக்கும், பிரிவீட்டு விகிதத்திற்கும் உள்ள தொடர்பினைப் பெறலாம். அதாவது

$$f_{max} = 15 \cdot 8 mn^2 \qquad \ldots\ldots(8)$$

கிடைமட்டப் பிரிவீடும் செங்குத்துப் பிரிவீடும் சமமாக இருந்தால் ($m=1$), புலனுறு அதிர்வெண் (video frequency) உயர்ந்த பட்ச மதிப்பைப் (4.25 மெ.சை.) பெற்றிருக்குமானால், ஒப்பீடு (8)-ஐப் பயன்படுத்தி வரிகளின் எண்ணிக்கை (n) 519 என்று கணக்கிடலாம். பெரும அதிர்வெண் 4·0 மெ.சை. இருக்குமானால் வரிகளின் எண்ணிக்கை 501 வரும். வரிகளின் எண்ணிக்கையை 525 என்றும் பெரும அதிர்வெண் 4 மெ.சை. என்றும் வைத்துக் கொண்டால் ஒப்பீடு 8-ல் இருந்து பிரிவீட்டுத் தகவு (m) = 0.92 என்று காணலாம். அதாவது கிடைமட்டப் பிரிவீடு செங்குத்துப் பிரிவீட்டில் 92 விழுக்காடு ஆகும்.

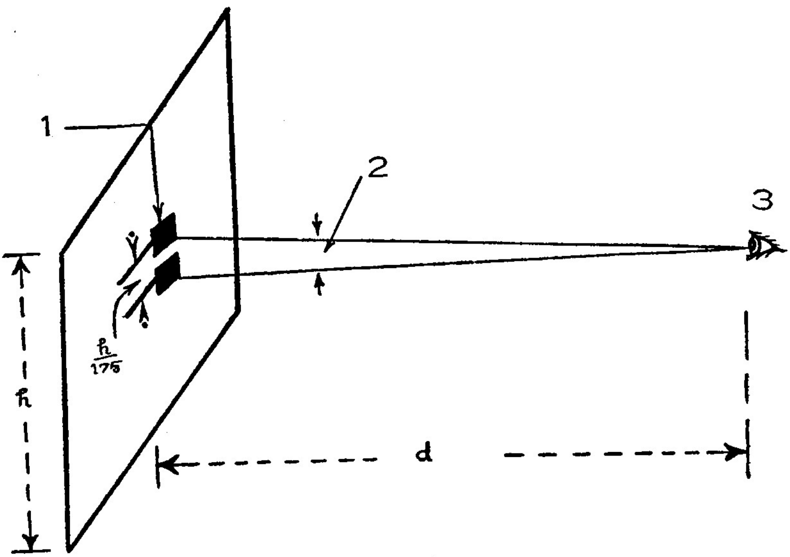
ஒப்பீடு (7)-ஐப் பயன்படுத்தி மற்ற அளவுகளின் (quantities) மதிப்புகளை அறிந்து படத்தின் அதிர்வெண்ணைக் கணக்கிடலாம். அதுபோல் ஒப்பீட்டிலுள்ள எந்த ஒரு குறிப்பிட்ட அளவையும் (quantity), மற்ற அளவுகளைத் தெரிந்து கணக்கிட்டுக் கொள்ளலாம். அதோடு வேறு பல நாடுகளில் பின்பற்றப்படும் வரிக்கண்ணோட்டத் தரஅளவைகளையும் (scanning standards) கணக்கிடலாம்.

பிரிவீட்டிற்கும் பார்க்கும் தொலைவுக்கும் உள்ள தொடர்பு (Relation of resolution to viewing distance)

பொதுவாகத் திரைப்படம் பார்க்கும்போதுகூட திரைக்கு மிக நெருங்கிப் பார்ப்பதும் அல்லது அதிகத் தொலைவிலிருந்து பார்ப்பதும் கெடுதலாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்திலிருந்து பார்த்தால் தான் படத்தைத் தெளிவாகவும் படத்திலுள்ள பொருள்களை, காட்சியை விவரமாகவும் காணமுடியும். அதுபோலவே தொலைக் காட்சியிலும் காட்சிகளைக் காணும்போது மிக நெருங்கியிருந்து பார்த்தலும் கூடாது. அதிகத் தொலைவில் சென்று விடுதலும் கூடாது. ஏனெனில், மிக நெருங்கியிருந்து பார்க்கும்போது மிகுதியான ஒளி கண்ணுக்குள் சென்று கண்ணுக்குத் தொல்லை கொடுக்கும். அதிகத் தொலைவில் சென்றுவிட்டால் படத்தின் நுட்பமான பகுதிகள் தெரியாமல் போய்விடும்.

எனவே, இரண்டு காரணங்களினால் பார்க்கும் தூரத்திற்கு மேல் வரம்பும், கீழ் வரம்பும் விதிக்கப்படுகிறது. (1) படத்தின் இயல்பான நுணுக்கப் பிரிவுகளையும், தேவையான விவரங்களையும் கண் பிரிவீடு செய்ய முடியாத அளவுக்கு மிக அதிகமான தொலைவிலிருந்து படத்தைப் பார்க்கக்கூடாது. (2) படத்திலுள்ள படக் கூறுகள் தனித்தனியாகத் தெரிகிற அளவுக்கு மிக அருகிலிருந்தும்

படத்தைக் காணக்கூடாது. பொருள்களின் விவரங்களைத் தெளிவாகப் புரிந்துகொள்கின்ற கண்ணின் திறமைக்குக் காட்சிக் கூர்மை (visual acuity) என்று பெயர். தொலைக்காட்சியில் காட்சி காணும் தூரம் (viewing distance) கண்ணின் காட்சிக் கூர்மையினால் முடிவு செய்யப்படுகிறது. இரண்டு படக்கூறுகள் கண்ணில் உண்டாக்கும் கோணத்திலிருந்து, கண்ணின் காட்சிக் கூர்மை அளவிடப்படுகிறது. 3 அடி-லாம்பெர்ட்டுகள் குறைவான ஒளிர்வு இருக்கும்போது கண்ணின் புலனுறு கூர்மை மிக விரைவாகக் குறைகிறது. இதைவிட அதிகமான ஒளிர்வுள்ள (bright) படங்களுக்குக் கண்ணின்கூர்மை கிட்டத்தட்ட 1 நிமிடம் அளவு (1 minute of arc) நிலையாக இருக்கிறது.



படம் 4-6.

படக்கூறுகளைப் பிரிப்பதற்கான நோக்குத் தூரம்.

1. பிரிவீடு செய்யப்பட்ட இரண்டு அடுத்தடுத்த கருப்புப் படக்கூறுகள்; 2. α-மாறுநிலை நோக்குத் தூரத்தில் படக்கூறுகளினால் கண்ணில் வெட்டப்பட்ட கோணம்; 3. நோக்கரின் கண்; 4. d-மாறுநிலை நோக்குத் தொலைவு.

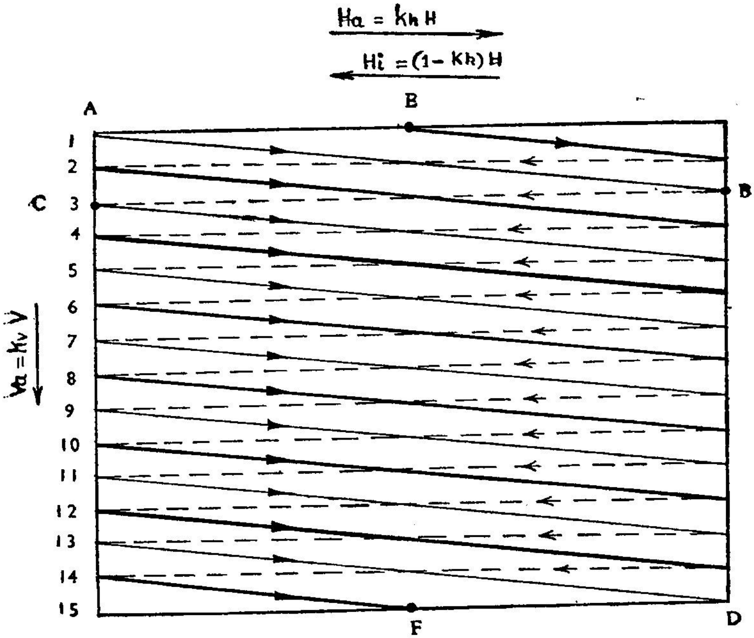
தொலைக்காட்சிப் படிவம் அதன் உயரத்தில் கிட்டதட்ட 350 கருப்பு-வெள்ளைக் கூறுகளைப் (elements) பெற்று இருக்கிறது. 175 கருப்புக் கூறுகள் ஒவ்வொன்றிற்கும் பட உயரத்தில் 1/175 பங்கு இடைவெளி உடையது. இதிலிருந்து கண் படத்தின் உயரத்தில்

$\frac{3438}{175}$ = 19·5 பங்கு தூரத்தில் இருந்தால் இரண்டு கருப்புக் கூறு களுக்கு (black elements) இடையில் உள்ள கோணம் 1 நிமிடம் (1/3438 ரேடியன்) ஆகும்.

இவ்வாறு படமானது, பட உயரத்தைப்போல் ஏறக்குறைய 20 பங்குக்குக் குறைவான தொலேவில் இருக்குமானுல் சாதாரண கண் படக்கூறுகளைப் பிரிவீடு செய்யும் திறமையைப் பெற் றிருக்கும். ஆனுல் நடைமுறையில் அவ்வாறு இருப்பதில்லை. பட உயரத்தைப்போல் 4 பங்குக்கு மேல் எந்த ஒரு தொலேவில் படம் இருந்தாலும் படக்கூறுகள் பிரிக்கப்படுகின்றன. இந்த மாறு பாட்டிற்குக் (contradiction) காரணம் தொலைக்காட்சி படிவங் களின் படக்கூறுகள் நுட்பமாக வரையப்படுவதில்லை. காட்சி நிலையாக இருக்கும்போதுகூட படக் கூறுகள் முழுவதும் அசை யாமல் இருப்பதில்லை என்று விளக்கப்படுகிறது. பல்வேறு ஆய்வுகளுக்குப் பிறகு தொலைக்காட்சிப் படிவங்களைப் பார்க்கும் தூரம் அதிலிருந்து பட உயரத்தைப்போல் 3-லிருந்து 8 பங்கு இருக்கலாம் என முடிவு செய்யப்பட்டது. எனவே, அதிலும் சாதா ரணமாகப் படத்தின் உயரத்தைப்போல 5 மடங்கு தூரத்தில் இருந்து இன்று தொலைக்காட்சிகளைப் பார்ப்பது நன்று. பட உயரத்தைப்போல மூன்று பங்கு தூரத்தில் இருந்து படத்தைப் பார்த்தால் படக்கூறுகள் தெளிவாகத் தெரிகின்றன. சில பெட்டிகளில் வரிக்கண்ணேட்ட வரிகளே தெளிவாகத் தெரிகின் றன. மேலும் இந்தத் தூரத்தில் படம் கிடைமட்டத்தில் (horizontal dimension) 25° நோக்கு புலத்தை (புலப் பரப்பை —field of view) அடைத்துக்கொள்கிறது. இதனுல் இதனைத் தொடர்ந்து செல்லும் கண்ணின் தசைகள் சோர்வடைகின்றன.

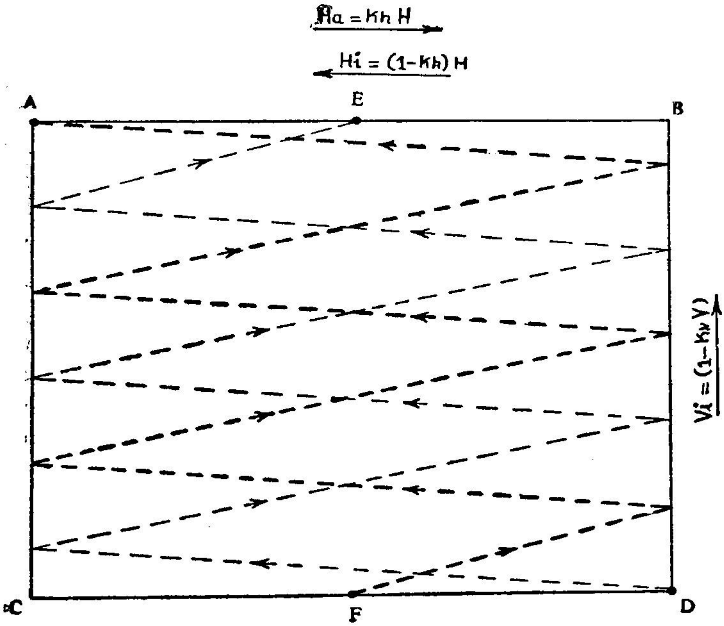
பின்னல் வரிக்கண்ணேட்ட அமைப்பு (Interlaced scanning pattern)

படத்திலுள்ள எல்லாப் படக்கூறுகளையும் வரிக்கண்ணேட் டம் செய்வதற்கு மின்னணு வரிக்கண்ணேட்டக் கற்றை (electron scanning beam) ஒரு படித்தர (தரஅளவை) வரிசையில் (standard sequence) கிடைமட்டமாகத் தொடர்ந்து விலக்கப்படுகிறது. வரிக்கண்ணேட்ட அமைப்பில் இரண்டு வரித் தொகுதிகள் அல்லது இரண்டு வரிப்புலங்கள் (field of lines) அடங்கியிருக் கின்றன. இவற்றில் ஒரு தொகுதியின் (set) வரிகளுக்கு இடை வெளியில் மற்ற தொகுதியின் வரிகள் துல்லியமாக விழும்படி அமைக்கப்படுகிறது. ஒரு புலத்தின் வரிகள் மற்ற புலத்தின் வரிகளுக்குச் செங்குத்தாக ஒரு வரி அகலத்திற்கு இடம் பெயருவ



படம் 4-7(a)

பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பு செயற்புலங்கள் (கீழ் நோக்கி).



படம் 4-7(b)

பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டத்தின் அமைப்பு செயலற்ற புலங்கள் (மேல் நோக்கி)

தினுல்தான் இந்த நிலையைப் பெறமுடிகிறது. இல்லாவிட்டால் புலங்கள் ஒன்றின்மீது ஒன்று படியத் தொடங்கிவிடும். இதன் காரணமாக அடுத்தடுத்துள்ள இணைவரிகள் (pairs of lines) ஒன்றின்மீது ஒன்ருகப் படிந்து வரிக்கண்ணேட்ட அமைப்பின் இணை வரிகளுக்கிடையில் இடைவெளி கொடுக்கும்.

மற்ருெரு புலத்தைப் பொறுத்து ஒரு புலத்தின் சரியான இடப்பெயர்ச்சி படம் 4-7(a)-ல் விளக்கப்பட்டிருக்கிற வரிக்கண்ணேட்ட வரிசையினுல் பெறப்படுகிறது. தொடக்கத்தில் படத்தின் மேல் மூலையில் A என்ற இடத்தில் வரிக்கண்ணேட்டப் பொட்டு இருப்பதாகக் கொள்வோம். இந்தப் பொட்டுக்கு ஒரே நேரத்தில் இருவகை இயக்கங்கள் (motions) கொடுக்கப்படுகின்றன. ஓரியக்கம் சீரான திசைவேகத்தோடு வலதுபுறம் நோக்கிச் செல்கிறது. மற்ருேர் இயக்கம் மிகக் குறைந்த சீரான திசைவேகத்தோடு கீழ்நோக்கிச் செல்கிறது. அதன் விளைவாகப் பொட்டு வலது பக்கம் நோக்கிச் சிறிது சாய்வாக ஒரு நேர்க்கோட்டில் செல்கிறது. வரிக்கண்ணேட்ட வரியின் செயல்பகுதி (active portion) முடிகிறது. பின்னர், வரிக்கண்ணேட்டப் பொட்டு செயலற்று விடுகிறது. இந்த நேரத்தில் வலப்பக்க இயக்கம் திடீரென்று திசை திருப்பப்பட்டு மிக அதிகமான திசைவேகத்தோடு வந்த வழியே திரும்பி படத்தின் (frame) இடது கை முனைக்குச் செல்கிறது. பொட்டு வந்த வழியே திரும்பிச் செல்லும்போது கீழ்நோக்கு இயக்கம் (downward motion) மாறுவதில்லை. ஆனுல் திரும்பிச் செல்லும் திசைவேகம் மிக அதிகமாக இருப்பதால் திரும்பிவரும் வரி (retrace line) இடது பக்கம் கீழ்நோக்கி மிகச்சிறு அளவு சாய்ந்திருக்கிறது.

இவ்வாறு முதல் முழுவரியின் வரிக்கண்ணேட்டத்தில் மூன்று திசைவேகங்கள் அடங்கியிருக்கின்றன. (1) கிடைமட்ட வரிக்கண்ணேட்டத் திசைவேகம், (2) கிடைமட்டத் திரும்பிவரும் திசைவேகம் (retrace velocity), (3) செங்குத்து வரிக்கண்ணேட்டத் திசைவேகம். வரிக்கண்ணேட்டப் பொட்டு C என்ற நிலையை அடையும்போது ஒரு வரிக்கண்ணேட்ட வரி அகலத்திற்குச் சரியாக A-க்குக் கீழே இருக்கும்படி இந்தத் திசைவேகங்கள் பொருத்தமாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. C-யில் முதலில் விளக்கப்பட்ட இயக்கம் மீண்டும் தொடங்குகிறது. மற்ருெரு வரிக்கண்ணேட்ட வரி முதல் வரிக்கு இணையாகவும் முதல் வரியிலிருந்து சரியாக ஒரு வரி அகலத்திற்குக் கீழேயும் அமைந்து வலது பக்கம் செல்கிறது. பிறகு வலது கோடியிலிருந்து

முதலில் திரும்பி வந்த வரிக்கு (first retrace) இணையாகவும் சரியாக ஒரு வரி அகலத்திற்குக் கீழேயும் அமைந்து இடது பக்கம் திரும்பி வருகிறது.

இந்த விதமாக, ஒரு வரி அகலத்திற்கு இடைவெளிவிட்டு முதல் புலத்தின் செயல் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள் (active scanning lines) படத்தின் கீழ்ப்பகுதியில் வலது பக்கத்து மூலையில் D என்ற புள்ளிக்கு வரும் வரையில் போடப்படுகின்றன. இந்த நேரத்தில் கீழ்நோக்கு இயக்கம் திசை திரும்புகிறது. பொட்டு மிகுந்த திசைவேகத்தோடு மேல்நோக்கிச் செல்கிறது. அவ்வாறு மேல்நோக்கி இயங்கும் பொட்டு செயலற்றதாக இருக்கிறது. பொட்டு மேல்நோக்கிச் செல்லும்போது அதனுடைய வலது, இடது இயக்கங்கள் படத்தில் (b) தடித்த கோட்டினால் காட்டப் பட்டிருப்பதுபோல் தொடர்ந்து செல்கின்றன.

பொட்டு படத்தின் (frame) மேலே செல்கின்றபோது அது படத்தில் பாதி வரிகளை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்திருக்கிறது. படத்தின் வரிகள் ஒற்றை எண்ணாக (odd number) (525) இருப்ப தால் இதனுடைய பாதி ஒரு முழு எண்ணாகவும் அதோடு பாதி யும் ($\frac{1}{2}$) சேர்ந்திருக்கிறது ($262\frac{1}{2}$). இறுதியாக, பொட்டு அதன் மேல் நோக்கு இயக்கத்தின் முடிவில் அது படத்தின் (frame) மேல் விளிம்பின் நடுவில் E என்ற புள்ளியை அடைகிறது. இந்த நேரத்தில் மேல்நோக்கு இயக்கம் திசை திரும்புகிறது. பொட்டு மீண்டும் செயல் நிலையை அடைகிறது. கீழ்நோக்கு இயக்கமும் மீண்டும் தொடங்குகிறது. அதன் பிறகு இடப்பக்கம் படத்தில் [4·7(a)] தடித்த கோட்டினால் காட்டப்பட்டிருப்பதுபோல் இரண் டாவது புலம் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகிறது.

இரண்டாவது புலம் படத்தின் அகலத்தில் பாதியிலிருந்து தொடங்கப்படுவதால் இரண்டாவது புலத்தின் வரிகள் முதல் புலத்தின் வரிகளுக்குமேல் சரியாக ஒரு வரி அகலத்துக்கு மேல் நோக்கி நகர்த்தப்படுகின்றன. இதனால் முதல் புலம் இரண்டா வது புலத்தோடு துல்லியமாகப் பின்னப்பட்டிருக்கிறது.

இரண்டாவது புலத்தின் செயல்பகுதி (active portion) படிவப் படத்தினுடைய அடிப்பகுதியின் நடுவில் F என்ற புள்ளி யில் முற்றுப் பெறுகிறது. இந்த நேரத்தில் பொட்டு மீண்டும் செயலற்றதாக ஆகி மேல்நோக்கிச் சென்று படத்தின் மேல் பகுதியை அடைகிறது. ஒரு முழு எண்ணும் அதோடு அரை எண்ணும் சேர்ந்து இரண்டு சமவரித் தொகுதிகள் (equal sets of

lines) வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுவதால் ஒரு முழு எண்ணிக்கையுள்ள வரிகள் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகின்றன. எனவே, வரிக்கண்ணோட்டப் பொட்டு அதனுடைய தொடக்கப் புள்ளியாகிய A-யை மீண்டும் வந்தடைகிறது. இவ்வாறு ஒரு பட வரிக்கண்ணோட்டம் (frame scan) முடிவடைகிறது. மீண்டும் அதேமுறை திரும்ப நடக்கிறது.

இந்தப் பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்புக்கு ஒற்றை வரி முறை (odd-line method) என்று பெயர். இதில் (1) ஒவ்வொரு வரியிலும், புலத்திலும் பொட்டு செல்லும் செங்குத்துக் கிடைமட்டத் தொலைவுகள் மற்ற வரிகளிலும் புலங்களிலும் செல்லும் தொலைவுகளுக்குச் சரியாக இருக்கவேண்டுவது மிகவும் தேவையானதாகும். அவ்வாறில்லாவிட்டால் வரித் தொகுதிகள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று படிவதற்கு ஏதுவாக அமையும். (2) வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள் நேராகவும் (straight) ஒரே சீரான இடைவெளிவிட்டும் இருப்பதற்காகக் கிடைமட்டச் செங்குத்து வரிக்கண்ணோட்டத் திசைவேகங்கள் ஒன்றுக்கொன்று ஒரு நிலையான தொடர்பினைப் (fixed relationship) பெற்றிருக்கவேண்டும். எனினும், ஒவ்வொரு புலத்தின் தொடக்கமும் முடிவும் படத்தில் காட்டியிருப்பதுபோல் A, D, E, F என்ற புள்ளிகளில் இருக்க வேண்டுவது தேவையில்லை. இந்தப் புள்ளிகளில் வலது பக்கமோ இடது பக்கமோ ஒரே அளவு நகர்த்தப்பட்டால் வரிக்கண்ணோட்ட வரித் தொகுதிகள் ஒன்று மற்றதற்குள் துல்லியமாக அமையும்.

அனுப்பி அமைப்பு (transmitter pattern), வாங்கி அமைப்பு (receiver pattern) இரண்டிற்கும் இடையில் துல்லியமான முழு ஒற்றுமையைப் பெறுவதற்கு ஒவ்வொன்றிலுமுள்ள வரிக்கண்ணோட்ட திசைவேகங்கள் மாறிலியாக (ஒரே அளவாக) இருக்கவேண்டும். அதோடு அவைகளுக்குள் மேலே கூறப்பட்டது போன்ற நிலையான தொடர்பும் இருக்கவேண்டும். (1) செயல் வரிக்கண்ணோட்ட நேரங்களில் (active scanning period) கிடைமட்ட, செங்குத்துத் திசைவேகங்களை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் சீராக இருக்கும்படி வைத்தும், (2) ஒவ்வொரு வரியின் தொடக்க நேரம் அனுப்பியிலும் வாங்கியிலும் ஒத்திருக்கும்படி வைத்தும் (synchronised) இது பெறப்படுகிறது. முதல் தேவை, படக் கருவிக் குழாயிலும், படக் குழாயிலும் மின்னனுக் கற்றையை விலக்கச் சீராக மிகுதியாகும் விசைகளினுல் (forces) பெறப்படுகின்றது. இரண்டாவது தேவை (1) அனுப்பி வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்போடு (transmitter scanning pattern) ஒத்தி

யக்கம் செய்யப்பட்ட துல்லியமாக இடைவெளிவிட்ட ஒத்தியக் கத் துடிப்புகளை (synchronising pulses) அனுப்பியும், (2) வாங்கி அமைப்பில் (receiver pattern) ஒவ்வொரு வரிக்கண்ணோட்ட வரியையும் இந்த ஒத்தியக்கத் துடிப்புகளால் சரியாகத் தொடங்கி வைத்தும் பெறப்படுகின்றது.

பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டத்தின் அளவு கூற்றெண்கள் (quantitive factors) படத்தின் அகலம் (width of the frame) w, அதன் உயரம் h. வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் மொத்த எண்ணிக்கை n, செயல் வரிகளின் (active lines) எண்ணிக்கை n_a, ஒரு வரிக்கண்ணோட்ட வரியின் தொடக்கத்திற்கும் அடுத்த வரிக்கண்ணோட்ட வரியின் தொடக்கத்திற்குமுள்ள நேரம் H, ஒரு புலத்தின் தொடக்கத்திற்கும், அடுத்த புலத்தின் தொடக்கத் திற்குமுள்ள நேரம் V, ஒவ்வொரு வரியிலும் செயல் வரிக்கண் ணோட்ட நேரம் (active scanning time) H_a, ஒவ்வொரு புலத் திலும் (field) செயல் வரிக்கண்ணோட்ட நேரம் V_a என்பவை யாகும்.

அமெரிக்காவில் நடைமுறையிலுள்ள இந்த அளவுகளின் தர அளவை மதிப்புகள் (standard values) கீழே கொடுக்கப் பட்டுள்ளன.

அட்டவணை 1 :

வரிக்கண்ணோட்ட குறிப்புகள், (FCC கருப்பு-வெள்ளை தர அளவைகள் (Scanning Specifications, FCC Black and White Standards).

$\frac{w}{h}$ — $\frac{4}{3}$

n — 525

n_a — 491 ± 8

H — $\frac{1}{15{,}750}$ விநாடி $= 63{\cdot}5\ \mu$ விநாடி

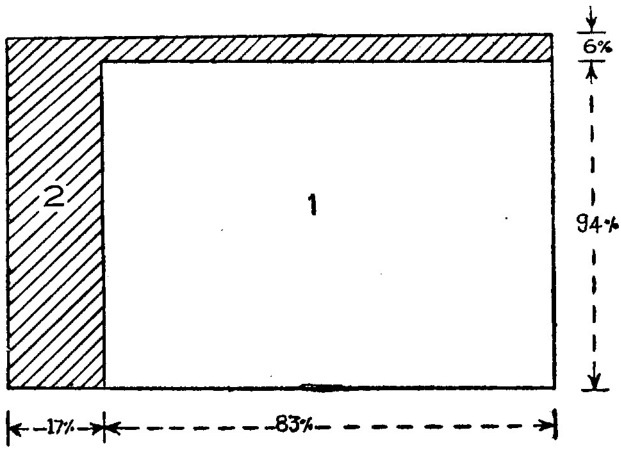
V — $\frac{1}{60}$ விநாடி $= 16{,}667\ \mu$ விநாடி

H_a — $(0{\cdot}82 + 0{\cdot}01 - 0{\cdot}00)H$
$= (52{\cdot}1 + 0{\cdot}6 - 0)\ \mu$ விநாடி

V_a — $(0{\cdot}95 + 0{\cdot}00 - 0{\cdot}03)V$
$= (15{,}820 + 0 - 500)\ \mu$ விநாடி

வரி-வரிக்கண்ணோட்ட நேரத்தில் (line-scanning period)· 83 நூற்றுவீதம் செயல் வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கும் புல வரிக்-

கண்ணோட்ட நேரத்தில் (field scanning period) ஏறத்தாழ 94 நூற்றுவீதம் செயல் வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கும் ஒதுக்கப்பட்டிருப்பதைப் படத்தில் காணலாம். இந்த வேறுபாடு முக்கியமாகக் காந்தவிலகல் மின்சுற்றில் வரிக்கண்ணோட்டப் பொட்டு கிடைமட்டமாகத் திரும்பி வரும்போது மிகுந்த வேகத்தோடு இயங்க



படம் 4-8.

செயலற்ற வரிக்கண்ணோட்ட இடை நேரங்களில் இழந்த படிவத்தின் பகுதிகள்

1. செயற்பகுதி; 2. செயலற்ற பகுதி.

வேண்டிய பெரிய தொல்லையைக் கொடுக்கிறது. மேலும், இந்த செயலற்ற காலங்களாகிய 17 நூற்றுவீதமும், 6 நூற்றுவீதமும் வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பில் செயல் பரப்பு (active area) இழப்பைக் குறிக்கிறது.

கற்றவை

தொலைக்காட்சியில் காட்சிகளைப் பகுப்பதிலும் பரப்புவதிலும் மீண்டும் அவற்றை ஒன்று சேர்ப்பதிலும் (1) படிவத்தின் பரு அமைப்பு, (2) படிவத்தின் நுண் அமைப்பு, (3) படிவத்தின் தொடர்ச்சி, (4) படிவத்தின் ஒளிர்வு வரிசை ஆகிய நான்கு அடிப்படையான கருத்துகளை உள்ளத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

படிவத்தின் பரு அமைப்பு என்பது படத்தின் (frame) வெளிவரையும் அதன் பொது விகிதங்களும் படிவத்திலுள்ள பொருள்களின் வெளிவரைகளும் ஆகும்.

படிவத்தின் நுண் அமைப்பு என்பது அதிலுள்ள பொருள்களின் நுணுக்கப் பிரிவுகளும் அவற்றின் வெளிவரைகளின் தெளிவும் ஆகும்.

படிவத்தின் தொடர்ச்சி என்பது விட்டொளிர்தல் இல்லாமல் படத்தைத் தெளிவாகக் காட்டுதல்.

படிவத்தின் ஒளிர்வு வரிசை என்பது படத்தினுடைய ஒளிர்வின் அளவுகளைக் கருப்பிலிருந்து வெள்ளைவரை சரியான விகிதத்தில் வரைந்து காட்டுதல்.

தொலைக்காட்சியில் படத்தின் அகலத்திற்கும், உயரத்திற்கும் உள்ள தகவு பார்வைத் தகவு என்று பெயர். ஒரு பொருளின் நுண் அமைப்பைக் காட்டுகின்ற படிவம் உண்டாக்கும் அமைப்பின் திறமைக்குப் பிரிவீட்டுத் திறன் என்பது பெயர். செங்குத்துப் பிரிவீடு என்பது படத்தின் உயரத்தில் பிரிக்கப்படும் தொடர் காட்சி பிரிவீட்டு வரிகளின் எண்ணிக்கையாகும். கிடைமட்டப் பிரிவீடு என்பது படத்தின் உயரத்திற்குச் சமமான தொலைவில் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளுக்குச் செங்குத்தாகப் பிரிக்கப்படுகின்ற தொலைக்காட்சி பிரிவீட்டு வரிகளின் எண்ணிக்கையாகும்.

தொலைக்காட்சி படிவங்களின் கிடைமட்டப் பிரிவீடு பரப்பும் தொலைக்காட்சி சைகையின் பட்டை அதிர்வெண்ணை நேரடியாகப் பொறுத்திருக்கிறது. தொலைக்காட்சியின் பிரிவீட்டுத் திறன் படிவத்தில் பிரிக்கப்படுகிற படக்கூறுகளின் மொத்த எண்ணிகைக்கு நேர் விகிதத்தில் இருக்கிறது. பொருள்களின் விவரங்களைத் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்ளுகின்ற கண்ணின் திறமைக்குக் காட்சிக் கூர்மை (visual acuity) என்று பெயர். இரண்டு படக் கூறுகள் கண்ணில் உண்டாக்கும் கோணத்திலிருந்து கண்ணின் காட்சிக் கூர்மை அளவிடப்படுகிறது. தொலைக்காட்சியில் காட்சிகளைக் காணும் தூரம் (viewing distance) கண்ணில் காட்சிக் கூர்மையினுல் முடிவு செய்யப்படுகிறது. படத்தின் உயரத்தைப் போல் 5 மடங்கு தொலைவில் இருந்து தொலைக்காட்சிகளைப் பார்ப்பது நன்று.

பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பில் முதல் முழுவரியின் வரிக்கண்ணோட்டத்தில் மூன்று திசைவேகங்கள் செயல்படுகின்றன. (1) கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்ட திசைவேகம், (2) கிடைமட்ட திரும்பிவரும் திசைவேகம் (retrace velocity), (3) செங்குத்து வரிக்கண்ணோட்ட திசைவேகம்.

அனுப்பி அமைப்பு, வாங்கி அமைப்பு ஆகிய இரண்டிற்கும் இடையில் துல்லியமான முழு ஒற்றுமை இருக்க வேண்டும். இந்த ஒற்றுமையைப் பெறுவதற்கு ஒவ்வொன்றிலுமுள்ள வரிக் கண்ணோட்ட திசைவேகங்கள் ஒரே அளவாக (மாறிலியாக) இருக்க வேண்டும். அதோடு அவைகளுக்குள் நிலையான தொடர்பும் இருக்க வேண்டும். (1) செயல் வரிக்கண்ணோட்ட நேரங்களில் கிடைமட்ட, செங்குத்து திசைவேகங்களை ஒரு குறிப் பிட்ட அளவில் சீராக வைத்தும், (2) ஒவ்வொரு வரியின் தொடக்க நேரம் அனுப்பியிலும் வாங்கியிலும் ஒத்திருக்கும்படி வைத்தும் இது பெறப்படுகிறது.

வரி-வரிக்கண்ணோட்ட நேரத்தில் (line-scanning period) 83 நூற்றுமேனி செயல் வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கும் (active scanning) புல வரிக்கண்ணோட்ட நேரத்தில் (field scanning period) 94 நூற்றுமேனி செயல் வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கும் ஒதுக்கப்பட்டிருக் கிறது.

பயிற்சிகள்

க. கோடிட்ட இடங்களைப் பொருத்தமான சொற்களைக் கொண்டு நிரப்பும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. படத்தின் வெளிவரையும் அதன் பொது விகிதங்களும், படிவத்திலுள்ள பொருள்களின் வெளிவரைகளும் கொண் டது ——— ஆகும்.

2. படிவத்திலுள்ள பொருள்களின் நுணுக்கப் பிரிவுகளும் அவற்றின் வெளிவரைகளின் தெளிவும் கொண்டது படிவத்தின் ——— ஆகும்.

3. விட்டொளிர்தல் இல்லாமல் படத்தைத் தெளிவாகக் காட்டுவதற்குப் படிவத்தின் ——— என்பது பெயர்.

4. படத்தினுடைய ஒளிர்வின் அளவுகளைக் கருப்பிலிருந்து வெள்ளை வரை சரியான விகிதத்தில் வரைந்து காட்டுவ தற்குப் படிவத்தின் ——— என்பது பெயர்.

5. பரு அமைப்பின் முக்கியமான பகுதி படிவப் படத்தின் (image frame) ——— ஆகும்.

6. தொலைக்காட்சி படிவங்களுக்காகப் பின்பற்றப்படும் படம் ——— கொண்டது.

7. தொலைக்காட்சியில் படத்தின் அகலத்திற்கும் உயரத்திற்கும் உள்ள தகவுக்கு ——— என்று பெயர்.

8. ஒரு பொருளின் நுண் அமைப்பைக் காட்டுகின்ற படிவம் உண்டாக்கும் அமைப்பின் (image producing system) திறமைக்கு ——— என்று பெயர்.

9. படத்தின் உயரத்தில் பிரிக்கப்படும் தொலைக்காட்சி பிரிவீட்டு வரிகளின் எண்ணிக்கைக்கு ——— என்பது பெயர்.

10. படத்தின் உயரத்திற்குச் சமமான தொலைவில் வரிக் கண்ணோட்ட வரிகளுக்குச் செங்குத்தாய்ப் பிரிக்கப்படும் தொலைக்காட்சி பிரிவீட்டு வரிகளின் எண்ணிக்கைக்கு ——— என்பது பெயர்.

11. தொலைக்காட்சிப் படிவங்களின் கிடைமட்டப் பிரிவீடு பரப்பும் தொலைக்காட்சி சைகையின் ——— நேரடியாகப் பொறுத்தது.

12. தொலைக்காட்சியின் பிரிவீட்டுத் திறன் படிவத்தில் பிரிக்கப்படுகின்ற ——— மொத்த எண்ணிக்கைக்கு ——— இருக்கிறது.

13. பொருள்களின் விவரங்களைத் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்கின்ற கண்ணின் திறமைக்கு ——— என்று பெயர்.

14. தொலைக்காட்சியில் காட்சிகளைக் காணும் தொலைவு கண்ணின் ——— முடிவு செய்யப்படுகிறது.

15. பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பில் முதல் முழு வரியின் வரிக்கண்ணோட்டத்தில் ——— திசைவேகங்கள் செயல்படுகின்றன.

உ. தகுந்த விடையைப் பொறுக்கி எழுதவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. தொலைக்காட்சிப் படிவங்களுக்காகப் பின்பற்றப்படும் படம் (frame) (அ) சதுர அமைப்பு (ஆ) செவ்வக அமைப்பு (இ) வட்ட அமைப்பு (ஈ) முக்கோண அமைப்பு கொண்டதாகும்.

2. தொலைக்காட்சிப் படிவத்தின் முழுப்படமும் செவ்வக வடிவில் இருக்க வேண்டும் என்பதற்குக் காரணியம் (அ) மக்களின் அன்றாட நிகழ்ச்சிகளின் அசைவுகள்,

இயக்கங்கள் யாவும் கிடைமட்டமாக இருக்கின்றன (ஆ) செவ்வக வடிவம் பார்ப்பதற்கு அழகாக இருக்கிறது (இ) பல நூற்றாண்டுகளாக ஓவியக் கலையில் இது போன்ற செவ்வக வடிவ அமைப்பைப் பின்பற்றி வந்திருக்கிறார்கள் (ஈ) படக்குழாய்த் திரை செய்வதற்கு எளிமையானது.

3. பார்வைத் தகவு என்பது

(அ) $\frac{\text{உயரம்}}{\text{அகலம்}}$ (ஆ) அகலம் × உயரம்

(இ) $\frac{\text{அகலம்}}{\text{உயரம்}}$ (ஈ) அகலம் — உயரம்.

4. தொலைக்காட்சிப் படத்தின் (frame)

(அ) அகலம் 3 பங்கும் உயரம் 4 பங்கும்

(ஆ) அகலம் 5 பங்கும் உயரம் 4 பங்கும்

(இ) அகலம் 3 பங்கும் உயரம் 2 பங்கும்

(ஈ) அகலம் 4 பங்கும் உயரம் 3 பங்கும் இருக்க வேண்டும்.

5. தொலைக்காட்சி பிரிவீட்டு வரிகளின் (resolution lines) எண்ணிக்கை ஒளிப்பட பிரிவீட்டு வரிகளின் எண்ணிக்கையைவிட இரு மடங்காகும், காரணியம் (அ) தொலைக்காட்சிப் படம் திரைப்படத்தைப் போல் இருமடங்கு பெரியது (ஆ) தொலைக்காட்சியின் அகலம் உயரத்தைப் போல் இரண்டு மடங்கு (இ) தொலைக்காட்சியில் ஓரிணை கருப்பு-வெள்ளைக் கோடுகள் தனித்தனியான இரண்டு கோடுகளாக எண்ணப்படுகின்றன (ஈ) தொலைக்காட்சி படத்தில், திரைப்படத்தைப் போல் ஒவ்வொரு படமும் செங்குத்து வரிகளாகவும் கிடைமட்ட வரிகளாகவும் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

6. தொலைக்காட்சிப் படிவங்களின் கிடைமட்டப் பிரிவீடு (அ) பரப்பும் தொலைக்காட்சி சைகையின் பட்டை அதிர்வெண்ணைப் (band frequency) பொறுத்தது (ஆ) தொலைக்காட்சி பரப்பு நிலையத்தைப் பொறுத்தது (இ) தொலைக்காட்சி படத்தின் வண்ணத்தைப் பொறுத்தது (ஈ) தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்தும் படவரிகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது.

7. தொலைக்காட்சியின் பிரிவீட்டுத் திறன் (resolving power) படிவத்தில் பிரிக்கப்படுகின்ற படக்கூறுகளின் மொத்த எண்ணிக்கைக்கு (அ) எதிர் விகிதத்தில் இருக்கிறது (ஆ) சமமாக இருக்கிறது (இ) சமமாக இல்லை (ஈ) நேர் விகிதத்தில் இருக்கிறது.

8. ஒரு நாட்டின் தொலைக்காட்சியில் செயல்படுத்தப்படும் படவீதம் அதாவது பட அதிர்வெண் (picture frequency) அந்த நாட்டின் (அ) மின்னோட்ட அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்ததன்று (ஆ) படவரிகளின் எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது (இ) மின்னோட்ட அதிர்வெண்ணைப் (power system frequency) பொறுத்தது (ஈ) பின்னல் தகவைப் பொறுத்தது.

9. தொலைக்காட்சிப் படிவங்களைப் பார்க்கும் தொலைவு தொலைக்காட்சி பெட்டியிலிருந்து படத்தின் உயரத்தைப் போல் (அ) 24 மடங்கு தூரம் இருப்பது நன்று (ஆ) 5 மடங்கு தூரத்தில் இருப்பது நன்று (இ) 9 மடங்கு தூரத்தில் இருப்பது நன்று (ஈ) 10 மடங்கு தூரத்தில் இருப்பது நன்று.

ங. கீழ்வரும் வினாக்களுக்கு விடை கூறவும்

1. பட்டை அகலத்திற்கும் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் எண்ணிக்கைக்குமுள்ள தொடர்பினைக் காணவும்.

2. பிரிவீட்டிற்கும் பார்க்கும் தொலைவுக்குமுள்ள தொடர்பை விளக்கிக் கூறவும்.

3. பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டத்தைப் படத்துடன் விளக்கவும்.

4. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள தர அளவைகளிலிருந்து பிரிட்டன் தொலைக்காட்சி அமைப்பு, அமெரிக்கத் தொலைக்காட்சி ஆமைப்பு ஆகியவற்றின் (i) செங்குத்துப் பிரிவீடு (vertical resolution) (ii) கிடைமட்டப் பிரிவீடு (horizontal resolution) (iii) பிரிவீட்டுத் தகவு (resolution ratio) (iv) ஒரு படத்திலுள்ள படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை (number of picture elements perframe) முதலியவற்றைக் கணக்கிடவும்.

	பிரிட்டன் தொலைக்காட்சி அமைப்பு	அமெரிக்க தொலைக்காட்சி அமைப்பு
n	405 வரிகள்	525 வரிகள்
f	நொடிக்கு 25	நொடிக்கு 30
$\frac{w}{h}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{4}{3}$
f பெருமம்	2.75 மெ. சை	
K_v	0·95	
K_h	0·85	
K	0·7	

(வாய்ப்பாடுகள் 1 முதல் 5 வரையும் 8ஐயும் பார்க்கவும்.)

5. வரிக்கண்ணோட்டம்

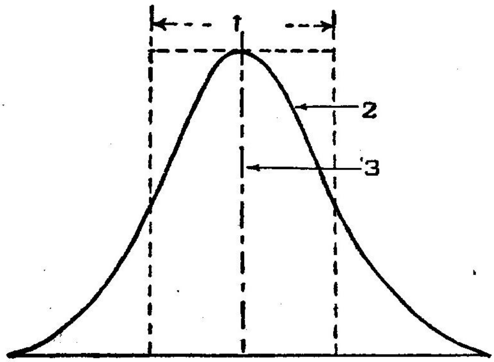
வரிக்கண்ணோட்ட கற்றைகள்—அடிப்படைத் தேவைகள் (Scanning beams—Basic requirements)

பொருள், படிவம் இவற்றை தெளிவாகவும் விளக்கமாகவும் ஒளி குன்றுமலும் திரும்ப உண்டாக்கப்பட வேண்டுமானுல் படக் கருவிக் குழாயிலும் (camera tube), படக்குழாயிலும் (picture tube) உள்ள வரிக்கண்ணோட்ட கற்றைகள் (scanning beams) ஒரு குறிப்பிட்ட தனிக் குறிப்பீடுகளைப் (specifications) பெற்றிருக்க வேண்டும். அவை கற்றையின் (வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டு) குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு (cross-sectional area), கற்றையினுல் வரிக்கண்ணோட்ட பரப்புக்குக் (மொசைக் அல்லது ஒளிர்ப்பி) கொடுக்கப்படும் மின் ஆற்றல் (power), வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டில் (மின்)ஆற்றலின் பகிர்வு (distribution) ஆகியவையாகும்.

கற்றையினுல் கொடுக்கப்படும் மொத்த ஆற்றல் (total power) என்பது கற்றை மின்னோட்டத்தையும், கற்றை (முடுக்க) மின்னழுத்தத்தையும் பெருக்கிவரும் பெருக்கற்பலனுகும். வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் குறுக்கே ஆற்றல் பகிர்வு (distribution of power) கற்றை குறுக்கு வெட்டின் (beam cross-section) பல்வேறு புள்ளிகளிலுள்ள கற்றை-ஆற்றல் அடர்த்தியைக் (beam-power density) கொண்டு விளக்கப்படுகிறது. கற்றை ஆற்றல் அடர்த்தி, வாட்/ச. செ.மீ. (watt/sq. centimeter) என்ற அலகால் அளக்கப்படுகிறது. நடைமுறையில், வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டு கிட்டத்தட்ட வட்ட வடிவமானது (circular). ஆற்றல் அடர்த்தி (power density) பொட்டின் மையத்தில் மிக அதிகமாக இருக்கிறது. பொட்டின் நடுவிலிருந்து வெளியே சுற்றளவை (perimeter) நோக்கிச் செல்லச் செல்ல செப்பமாகக் (symmetrically) குறைகிறது. இந்தப் பகிர்விற்கு ஏற்ப வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டிற்குப் பயனுறு அகலம் (effective width), பயனுறு உயரம் (effective height), பயனுறு பரப்பு (effective area) என்று சில குறிப்பிட்ட அளவுகள் (values) இருக்கின்றன. இந்த அளவுகள் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள் (scanning lines), படக்கூறுகள் (picture elements) ஆகியவற்றின் தோற்ற அளவினைக் (apparent size) குறிக்கின்றன.

வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் உருவ அளவுகளும் ஆற்றல் அடர்த்தியும் (Scanning spot dimensions and power density)

நிலையான வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் குறுக்கே ஆற்றல் அடர்த்தியின் உண்மையான பகிர்வு பொதுவாக ஒரு பிழைச் செயல் பண்பினால் (error function) குறிப்பிடப்படுகின்றது.



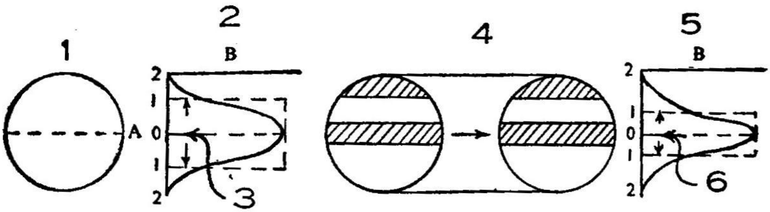
படம் 5-1.
வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டில் மின்னோட்டத்தின் பிழைக் காரணி பகிர்வும், பயனுறு அகலமும்.
1. பயனுறு அகலம்; 2. செறிவின் பிழைக் காரணி பகிர்வுகள்; 3. பொட்டின் மையம்.

படத்தில் (படம் 5-1-ல்) காட்டியிருப்பதுபோல் இந்த வரைக் கோட்டிற்கு ஏற்ற கற்றை ஆற்றல் அதே பெரும அளவுள்ள ஆற்றல் அடர்த்தியுடன் அதே பரப்பளவுள்ள ஒரு நீள் சதுரமாகக் குறிப்பிடப்படுகிறது. அந்தச் சம நீள் சதுரத்தின் (equivalent rectangle) அகலமே வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் பயனுறு அகலமாகும். இது, பிழைச் செயல் பண்பு (error function) பகிர்வினுடைய பெயரளவினதான அகலத்தில் (nominal width) ஏறத்தாழ 40 நூற்றுவீதமே இருக்கும். நிலையான வட்டப் பொட்டின் (circular spot) பயனுறு பரப்பளவு (effective area)

$\frac{\pi w_e^2}{4}$ க்குச் சமமாக இருக்கும். இங்கு w_e என்பது பயனுறு அகலமாகும்.

வட்ட வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டு, வரிக்கண்ணோட்ட வரி வழியே நகரும்போது வரிக்குக் குறுக்கே ஆற்றல் அடர்த்தி

யின் உண்மையான பகிர்வும், வரியின் அதற்கேற்ற பயனுறு உயரமும் இயக்கத்தினால் (motion) பாதிக்கப்படுகின்றன. இதிலிருந்து பொட்டின் மேல்பகுதியிலும் கீழ்ப்பகுதியிலும் உள்ள கிடைமட்டப் பட்டை (horizontal strip) அதே உயரத்தில் பொட்டின் நடுவில் உள்ள பட்டையைக் காட்டிலும் குறைந்த பரப்பளவைக் கொண்டுள்ளது என அறிகிறோம் (படம் 5-2).



படம் 5.2.

வரிக்கண்ணோட்ட வரியில் மின்னோட்டப் பகிர்வின்மேல் இயக்கத்தின் விளைவும், வரியின் பயனுறு அகலமும்.

A—பொட்டு மையத்திலிருந்து தொலைவு; B—ஒளிர்வு; C—வரி மையத்திலிருந்து தொலைவு.

1. நிலைப்பொட்டு; 2. ஒளிர்வுப் பகிர்வு; 3. பயனுறு பொட்டு அகலம்; 4. வரிக்கண்ணோட்ட வரியில் இயங்கும் பொட்டு; 5. வரி அகலத்தின் குறுக்கே ஒளிர்வுப் பகிர்வு; 6. பயனுறு வரி அகலம்.

இறுதியாக, வரிக்கண்ணோட்ட வழியே கற்றை ஆற்றல் பரவும் போது பொட்டின் மேல், கீழ்ப் பாகங்களில் நடுப்பாகத்தைக் காட்டிலும் மிக அதிகமாக அடர்த்தி குறைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இயக்கத்திலிருக்கும் சீரான வட்ட வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் பயனுறு உயரம் $\pi/4$ ஆகும். இது படத்தில் காட்டியிருப்பது போல் அதே பொட்டு நிலையாக இருக்கும்போதுள்ள அளவில் 78.5 நூற்றுவீதமாகும். பிழைச் செயல் பண்பு பகிர்வு கொண்ட இயங்கு பொட்டின் (moving spot) பயனுறு உயரம் அதனுடைய நிலையான உயரத்தில் ஏறத்தாழ 88 நூற்றுவீதத்திற்குக் குறைக்கப்படுகிறது.

இந்தக் கருத்தை உள்ளத்தில் கொண்டு வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் தேவையான உருவ அளவுகளைக் கூறமுடியும். இயங்கும்போது வரிக்கண்ணோட்டத்தினுடைய பயனுறு உயரம் வரிக்கண்ணோட்ட வரியின் உயரத்திற்குச் சமமாக இருக்க வேண்டும். அல்லது படிவத்தின் 490 செயல் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள் (active scanning lines) இருக்கும்போது பட உயரத்தில் 1/490 பங்கு இருக்கும். இந்த நிலையில், ஒரு வரியினுடைய

ஆற்றல் அடர்த்தியின் உண்மையான பகிர்வு பக்கத்து வரிகளின்மேல் படிகிறது. ஒன்று மேலொன்று படியும் பகுதிகளை ஒன்று சேர்த்தால் வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பின் மீது செலுத்தப்படும் ஆற்றல் அடர்த்தி கிட்டத்தட்ட பரப்பு முழுவதும் ஒரே அளவாக இருப்பதைக் காணலாம். இதனால் ஒரு படக்கருவிக் குழாயில் சேமித்து வைக்கப்பட்ட படிவம் (stored image) ஒரே சீராக விடுவிக்கப்படுகிறது (discharged). படக்குழாயில் இது ஒரே சீராக ஒளியூட்டப்பட்டு வரி அமைப்போடு (line structure) கூடிய புலத்தை உண்டாக்குகிறது. இந்த வரி அமைப்பு மிக நெருங்கியிருக்கும்போதுதான் தெரியவரும். படக் கருவியிலும் படக் குழாயிலும் குவியக் கட்டுப்பாடுகள் (focus controls) பொட்டின் பயனுறு உயரத்தையும், அகலத்தையும் சரிசெய்ய உதவுகின்றன.

வரிக்கண்ணோட்டப் பொட்டின் பயனுறு உயரம் அதனுடைய பயனுறு அகலத்திற்குச் சமமாக இருக்கவேண்டும், அப்போதுதான் கிடைமட்ட, செங்குத்துப் பிரிவீடுகள் (horizontal and vertical resolution) சமமாக இருக்கமுடியும். இதிலிருந்து பொட்டு நிலையாக இருக்கும்போது நீண்ட வட்ட வடிவில் (elliptical in shape) இருக்கவேண்டுமெனத் தெரிகிறது. அப்போது அதனுடைய நீண்ட அச்சு செங்குத்தாக இருக்கும். இதுபோன்ற நீள்வட்ட பொட்டுகளை உண்டாக்க முடியும். படிவத்தைத் திரும்ப உண்டாக்குதலை முக்கியமாகக் கொண்டால் வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டு நிலையாக இருக்கும்போது வட்ட வடிவமாக இருப்பதே விரும்பத்தக்கதாகும். இதுபோன்ற பொட்டு இயங்கும்போது நீள் வட்டவடிவைப் பெறுகின்றன. அப்போது அதன் நீண்ட அச்சு (long axis) கிடைமட்டமாக இருக்கிறது. எனவே, கிடைமட்டமாகவும் செங்குத்தாகவும் மிகுதியான பிரிவீட்டைக் குறிப்பிட முடியும். இந்த நிலை, படித்தர 525 வரிப்படிவத்தில் 4Mc வழியில் அனுப்பப்படும்போது கிடைமட்ட, செங்குத்துப் பிரிவீடுகளுக்கு இடையேயுள்ள முரண்பாட்டை ஏறத்தாழ சரிசமம் செய்கிறது.

மேலே வரையறுக்கப்பட்ட பயனுறு அகலத்தையும் உயரத்தையும் கொண்ட ஒரு வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் பயனுறு பரப்பளவு படக்கூறின் (picture element) பரப்பளவைக் குறிக்கிறது. இந்தப் பயனுறு பரப்பளவு படிவப் பரப்பளவை (image area) எல்லா செயல் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளிலுமுள்ள படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கையால் ($450 \times 490 = 220{,}000$) வகுக்கக் கிடைக்கும் அளவுக்குக் கிட்டத்தட்டச் சமமாகும்.

பயனுறு பரப்பளவும் கற்றையில் தேவைப்படும் ஆற்றல் அடர்த்தியும் பழக்கத்திலிருக்கும் கருவிகளுக்கு ஏற்ப மிகவும் வேறுபடும். எடுத்துக்காட்டாக, 16 அங்குலம் நீண்ட சதுர படக் குழாயில் பொட்டின் பயனுறு பரப்பளவு படிவ பரப்பள வாகிய 850 (10'' × 13'') சதுர சென்டிமீட்டரை 220,000-ஆல் வகுக்கக் கிடைப்பதாகும். அதாவது 0.0039 ச.செ.மீ. ஆகும். 12,000 வோல்ட் கற்றை மின்னழுத்தத்திலும் (beam voltage) $50\mu a$ கற்றை மின்னோட்டத்திலும் (beam current) கற்றை ஆற்றல் (beam power) 0.60 வாட் ஆகும்; சராசரி அடர்த்தி

$$\frac{0.60}{0.0039} = 154 \text{ வாட்/ச.செ.மீ. ஆகும்.}$$

1850—A வகைப் படிவங்காட்டியில் (iconoscope) பொட்டின் பயனுறு பரப்பளவு ஏறத்தாழ 0.0005 ச.செ.மீ. ஆகும். கற்றை ஆற்றல் $(1000 \times 0.3\mu a)$ 0.0003 வாட் ஆகும். எனவே, சராசரி ஆற்றல் அடர்த்தி கிட்டத்தட்ட 0.6 வாட்/ச.செ.மீ. ஆகும். படிவ ஆர்த்திகனில் பொட்டின் பயனுறு பரப்பளவு 0.000036 ச.செ.மீ. ஆகவும், கற்றை ஆற்றல் கிட்டத்தட்ட 0.0001 வாட் ஆகவும், ஆற்றல் அடர்த்தி 3 வாட்/ச.செ.மீ.ஆக வும் இருக்கிறது.

மின்னணுத் துப்பாக்கி (Electron gun)

படிவங்காட்டியில் (iconoscope) இரண்டு முக்கிய பகுதிகள் அடங்கியிருக்கின்றன. ஒன்று மின்னணுத் துப்பாக்கி (electron gun); மற்றொன்று மொசைக் திரை (mosaic screen). முதலில் மின்னணுத் துப்பாக்கியின் அமைப்புப் பற்றியும் செயல்முறை பற்றியும் காண்போம்.

மின்னணுத் துப்பாக்கி : படிவங்காட்டியின் முதல் முக்கியப் பகுதியாகிய மின்னணுத் துப்பாக்கியில் மின்னணுக்கள் உண்டாக் கப்பட்டு அவை மிக மெல்லிய கற்றை (narrow beam) யாக்கப் பட்டு வரிக்கண்ணோட்டத்திற்குப் (scanning) பயன்படுத்தப்படு கின்றன. இந்த மெல்லிய மின்னணுக் கற்றையை வரிக்கண் ணோட்டக் கற்றை (scanning beam) என்றும் சொல்லுவர். மின்னணுத் துப்பாக்கியில் உண்டாக்கப்பட்ட வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை அதிலுள்ள குவிக்கும் அமைப்பினால் (focussing system) முன்னோக்கி குவிக்கப்படுகின்றது. மின்னணுத் துப்பாக்கியில் மின்னணுக்களை வெளிவிடும் எதிர்முனை (cathode) ஒன்றும், வெளிவிடப்படும் மின்னணுக்களின் அளவினைக் கட்டுப் படுத்தும் கட்டுப்பாட்டு மின்முனை (control electrode) ஒன்றும் வெளிவிடப்பட்ட மின்னணுக்களைக் கவர்ந்திருக்கும் முடுக்க

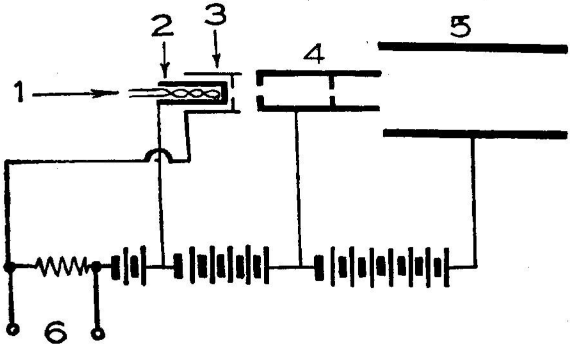
மின்முனைகளும் (accelerating electrodes) மின்னணுக்களை ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் (கற்றை அச்சில்) போகவிடும் முடுக்கு மின்முனைகளிலுள்ள ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட துளைகளும் (apertures) தேவையான அளவிற்குக் கற்றையின் அளவினை (size) மாற்றுகின்ற குவிக்கும் அமைப்பும் இருக்கின்றன.

இரு வகை மின்னணுத் துப்பாக்கிகள்

குவிக்கும் அமைப்பிலுள்ள வேறுபாட்டின் காரணமாக மின்னணுத் துப்பாக்கிகள் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஒன்று, நிலைமின் துப்பாக்கி (electrostatic gun) ; மற்றொன்று, நிலை காந்தத் துப்பாக்கி (magnetostatic gun); நிலைமின் துப்பாக்கியில் குவிக்கும் விசைகள் (focussing forces) கற்றை அச்சைச் சுற்றி சமச்சீராக அமைந்துள்ள உருளையிலிருந்து வரும் மின் புலத்திலிருந்து (electric field) கிடைக்கின்றன. நிலை காந்தத் துப்பாக்கியில் குவிக்கும் விசைகள், கற்றை அச்சுக்கு இணையான விசை வரிகளையுடைய (lines of forces) காந்தப் புலத்திலிருந்து (magnetic field) கிடைக்கின்றன. படிவங்காட்டியைத் (iconoscope) தவிர மற்ற ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய்களிலும் (camera tubes) 8 அங்குலமும், அதற்கு மேலும் பெரியதாக விட்டமுள்ள திரைகளைக் (screens) கொண்ட படக்குழாய்களிலும் (picture tubes) நிலைகாந்தத் துப்பாக்கி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நிலைமின் துப்பாக்கி (Electrostatic gun)

நிலைமின் துப்பாக்கியின் பகுதிகளைப் (பாகங்களை) படம் 5-3-ல் காணலாம். சூடாக்கியினால் (heater) சூடாக்கப்பட்ட



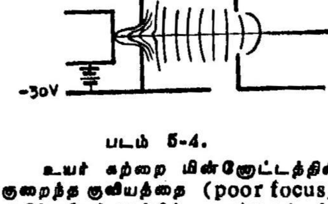
படம் 5-3.

நிலைமின் மின்னணுத் துப்பாக்கியின் கூறுகள்.

1. சூடாக்கி ; 2. எதிர்முனை; 3. கட்டுப்பாட்டு மின்முனை; 4. முதல் நேர்முனை; 5. இரண்டாவது நேர்முனை; 6. கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தம்.

எதிர்முனைப் பரப்பு (cathode surface) மின்னணுக்களை வெளிவிடுகின்றன. இந்த மின்னணுக்கள் கட்டுப்பாட்டு மின்முனையிலுள்ள (control electrode) துளை வழியாகச் செல்கின்றன. கட்டுப்பாட்டு மின்முனையில் எதிர்முனையைக் காட்டிலும் அதிகமான எதிர் மின்னழுத்தம் (negative voltage) செலுத்தப்படுகிறது. இந்த மின்னழுத்தம் கட்டுப்பாட்டு மின்முனையிலுள்ள துளையின் வழியே செல்லும் மின்னணுக்களைக் கட்டுப்படுத்துகின்றது. எனவே, இந்த எதிர் மின்னழுத்தத்திற்கு கட்டுப்பாட்டு மின்முனை மின்னழுத்தம் (control electrode voltage) என்று பெயர். கட்டுப்பாட்டு மின்முனை மின்னழுத்தம் அதிக எதிர் மின்னழுத்தமாக இருந்தால் துளையின் வழியே வெளிவிடும் மின்னணுக்களின் அளவு குறைகின்றது. இதனால் கற்றை மின்னோட்டம் (beam current) குறைவாக இருக்கும். கட்டுப்பாட்டு மின்முனை மின்னழுத்தத்தின் எதிர் மதிப்பை (negative value) மேலும் அதிகமாக்கினால், ஒரு குறிப்பிட்ட எதிர் மின்னழுத்தத்தில் எதிர்முனையிலிருந்து மின்னணுக்கள் வெளிவருவது முற்றிலும் நின்றுவிடுகின்றது. இந்த எதிர் மின்னழுத்தத்திற்குத் துப்பாக்கியின் வெட்டுக் கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தம் ('cut off' control voltage) என்று பெயர்.

ஒளிப்படக் கருவி நல்ல முறையில் இயங்க ஒரு குறிப்பிட்ட கற்றை மின்னோட்டம் தேவைப்படுகிறது. தேவையான கற்றை மின்னோட்டத்தை உண்டாக்க நிலையான ஒரு மின்னழுத்தம் ஒளிப்படக் கருவியின் கட்டுப்பாட்டு மின்முனையில் செலுத்தப்படுகிறது. படக்குழாய்களில் (picture tubes) படச்சைகை (picture signal) கட்டுப்பாட்டு மின்முனையில் செலுத்தப்படுகிறது. கற்றை மின்னோட்டம் சைகைக்கு ஏற்ப மாறி திரையில் பொருளின் படிவத்தை மீண்டும் தோற்றுவிக்கிறது. எதிர்முனையின் மின்னழுத்தம் எவ்வளவுக்கு எதிர்க் குறியுடையதாகிறதோ, அவ்வளவுக்கு மின்னணு வெளிவிடும் அதன் பரப்பளவு (area) சிறியதாகிவிடுகிறது. எதிர்முனைப் பரப்பின் இந்த மாறு



படம் 5-4.

உயர் கற்றை மின்னோட்டத்தில் குறைந்த குவியத்தை (poor focus) எதிர்முனைப் பரப்பில் உண்டாக்கும். மின்னழுத்த மட்டநிலைக் கோடுகளின் மேல் கட்டுப்பாட்டு மின்முனை மின்னழுத்தத்தின் விளைவு.

1. கட்டுப்பாட்டு மின்முனை; 2. முதல் நேர் முனை; 3. எதிர் முனை.

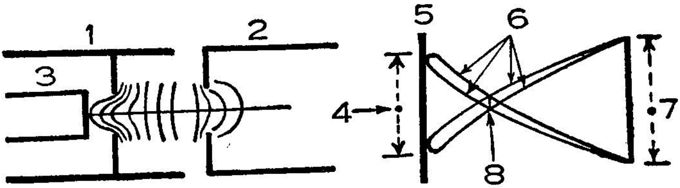
பாடு (variation) வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் (scanning spot) பயனுறு பரப்பளவில் (effective area) அதற்கேற்ற மாறுதலை உண்டாக்குகிறது. கற்றை மின்னோட்டம் குறைந்தால் கற்றையின் குவியம் (beam focus) கூர்மையாகிறது (sharpens).

கட்டுப்பாட்டு மின்முனையை அடுத்து அதற்கு வலப்பக்கத்தில் முதல் நேர்முனை (first anode) இருக்கிறது. கட்டுப்பாட்டு மின்முனையும், முதல் நேர்முனையும் ஒன்றுக்கொன்று காப்பிடப் பட்டிருக்கிறது. முதல் நேர்முனை என்பது உருளை வடிவான (உலோக) உறை (cylinderical sleeve) யாகும். இதில் (மின்னணு) கற்றையைக் கட்டுப்படுத்துவதற்காகக் குழாயின் அச்சில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட துளைகள் இருக்கின்றன. எதிர்முனையோடு ஒப்பிடும்போது, முதல் நேர்முனை நேர் மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்படுகிறது. எனவே, எதிர்முனையிலிருந்து வெளிப்படும் மின்னணுக்களை நேர்முனை தன் துளைகளின் வழியே இழுக்கின்றது.

முதல் நேர்முனையை அடுத்து இரண்டாவது நேர்முனை (second anode) அமைந்துள்ளது. இது குழாயின் உட்பகுதியில் மின் கடத்தும் பூச்சு பூசப்பட்டப் பகுதியாகும். முதல் நேர் முனையைவிட இது அதிக விட்டத்தையுடையது. இதன் ஒரு முனை முதல் நேர்முனையின் விளிம்பின்மீது படிந்திருக்குமாறு (overlaps) அமைந்திருக்கிறது. இரண்டாவது நேர்முனை முதல் நேர்முனையைவிட மிக அதிகமான நேர் மின்னழுத்தத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. எதிர்முனையில் இருந்துவரும் மின்னணுக்கள் கவரப்படுவதாலும், துளைகளினுல் மின்னணுக்களின் பாதை குறுக்கப்படுவதாலும் மின்னணுக் கற்றை (electron beam) உருவாக்கப்படுகிறது. என்ருலும், கற்றையை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யும் பரப்பின் மீது குவிப்பதற்கான வழி ஏதும் செய்யாவிட்டால் கடைசித் துளையிலிருந்து வெளியே வந்ததும் கற்றை விரியத் தொடங்குகிறது. ஒளியியலில் 'குவியம்' என்று எதைச் சொல்லுகிருேமோ அதே பொருளில்தான் இங்கும் அது பயன்படுகிறது. மின்னணுத் துப்பாக்கியிலுள்ள குவிக்கும் மின் முனைகளின் அமைப்புக்கு (system of focussing electrodes) 'மின்னணு வில்லை' (electron lens) என்று பெயர்.

படம் 5-5-ல் உள்ள மின்னணுத் துப்பாக்கியில் இரு மின்னணு வில்லைகள் இருக்கின்றன. (1) எதிர்முனைப் பரப்பு (cathode surface), கட்டுப்பாட்டு மின்முனைத் துளை (control electrode grid aperture), முதல் நேர்முனையின் முதல் துளை இவை எல்லாம்

சேர்ந்தது முதல் வில்லையாகும். எதிர் முனையிலிருந்து செல்லும் மின்னணுக்கள் எதிர்முனை பரப்பின் முன்னால், மின்முனை அமைப்பின் (electrode system) அச்சில் ஒரு சிறு இடத்தில் குவியும்படி மின்முனை அமைப்பின் உருவ அளவுகளும் அவற்றில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தங்களும் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகின்றன.



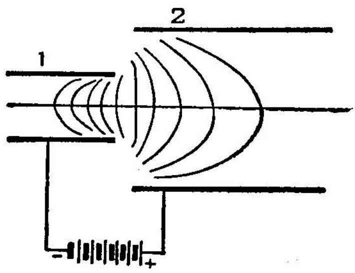
படம் 5-5.

ஒரு மின்னணுத் துப்பாக்கியில் மின்னணு குறுக்கீட்டுப் பகுதியின் அமைப்பு.

1. கட்டுப்பாட்டுப் மின்முனை; 2. முதல் நேர்முனை; 3. எதிர்முனை; 4. எதிர்முனையின் வெளிவிடு பரப்பு; 5. எதிர்முனைப் பரப்பு; 6. மின்னணுப் பாதைகள்; 7. வெளிவிடு பரப்பின் படிவம்; 8. குறுக்கீட்டுப் பகுதி.

எதிர்முனைக்கு முன்னால் குவிக்கப்படும் இந்தப் புள்ளிக்கு குறுக்கீட்டுப் புள்ளி (cross over ponit) என்று பெயர். இந்தக் குறுக்கீட்டுப் புள்ளி மின்னணுக்கள் வெளிவிடப்படும் எதிர்முனைப் பரப்பளவைவிட மிகச் சிறிய விட்டத்தை உடையது. இந்தக் குறுக்கீட்டுப் புள்ளியையே மின்னணுக்களின் தோற்றுவாயாகக் (source) கொள்ளப்படுகிறது. இங்கிருந்து புறப்பட்டு வரும் மின்னணுக்கள் இரண்டாவது வில்லை அமைப்பினால் குழாயின் மறு முனையிலுள்ள வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பின்மீது குவிக்கப்படுகின்றன.

மின்னணுத் துப்பாக்கியின் அமைப்பில் இரண்டாவது மின்னணு வில்லை என்பது முதல் நேர்முனையையும், இரண்டாவது நேர்முனையையும் சந்திக்கின்ற இடமாகும். இது படம் 5-6-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டு நேர்முனைகளுக்கிடையில் உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் காரணமாக இந்தப் பகுதி துப்பாக்கி அமைப்பின் அச்சை நோக்கி மின்னணுக்களைத் திருப்புகின்றது. குழாயின் நீளத்திற்கேற்ப இரு நேர்



படம் 5-6.

நிலைமின் மின்னணு வில்லையில் சம மின்னழுத்த மட்டநிலைக் கோடுகள். (நிலைமின் மின்னணுத் துப்பாக்கியின் இரண்டாவது வில்லை)

1. முதல் நேர்முனை; 2. இரண்டாவது நேர்முனை.

முனைகளின் மின்னழுத்தங்களின் விகிதத்தைச் சரியாக எடுத்துக் கொண்டால் குழாயின் அச்சு, வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பில் வெட்டுகிற இடத்தில் மின்னணுக்கள் சந்திக்கின்றன. முடிவாக, வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பில் மற்றொரு மின்னணுக் குறுக்கீட்டுப் பகுதி உண்டாகிறது. இது முந்தைய குறுக்கீட்டுப் பகுதியின் மின்னணுப் படிவமாகும். இந்த இரண்டாவது குறுக்கீட்டுப் பகுதியின் பயனுறு விட்டமே (effective diameter) கற்றையின் பயனுறு அகலம் (effective width) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

கற்றையை இரு மின்னணு வில்லைகளும் குவிக்கும் முறையைப் பல்வேறு மின்முனைகளுக்கிடையேயுள்ள சம மின்னழுத்த மட்ட நிலைக்கோடுகளைக் (equipotential contours) கொண்டு விளக்க லாம். மின்னணுக்கள் இந்த மட்ட நிலைக்கோடுகளுக்குச் செங்குத் தாகப் போகும்படி தூண்டப்படுகின்றன. மாதிரி சம மின்னழுத்த மட்டநிலைக்கோடுகள் (படம் 5-4, 5-5, 5-6) முதல் இரண்டாவது மின்னணு வில்லைகளில் காட்டப்பட்டிருக்கின்றன. மட்டநிலைக் கோடுகளின் உருவம், மின்முனை அமைப்பின் (electrode system) வடிவத்தைப் (geometry) பொறுத்திருக்கிறது. ஒவ்வொரு மட்ட நிலைக் கோட்டோடு தொடர்புள்ள மின்புலத்தின் அளவுகள் (values) மின்முனைகளில் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தங்களின் தகவினைப் (ratio) பொறுத்ததாகும். எனவே, இரண்டாவது மின்னணு வில்லையின் குவிக்கும் செயல் (focussing action) உருளை வடிவ மின்முனைகளினுடைய விட்டங்களின் தகவினையும் மின் முனைகளில் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தங்களின் தகவினையும் பொறுத்திருக்கிறது.

முதல் மின்முனை, இரண்டாவது மின்முனை இவற்றில் இரண்டாவது மின்முனைக்குச் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தத்தை நிலையாக வைத்துக்கொண்டு முதல் மின்முனைக்குச் செலுத்தப் படும். மின்னழுத்தத்தை மாற்றுவதுதான் வழக்கத்திலுள்ள முறையாகும். எனவே, முதல் நேர்முனையின் மின்னழுத்தத் தைச் சரி செய்து, கற்றை குவிக்கப்படும்வரை மின்னழுத்தங் களின் தகவு மாற்றப்படுகிறது. சாதாரணமாக முதல் நேர் முனைக்கும் இரண்டாவது நேர்முனைக்கும் செலுத்தப்படும் மின் னழுத்தத்தின் தகவு 1-க்கு 5 என்ற அளவில் இருக்கும். இந்த மின்னழுத்தங்களின் தனி அளவுகள் (absolute values) கற்றைத் திறனின் (beam power) தேவையான அளவைப் (required value) பொறுத்ததாகும். படிவங்காட்டியில் இரண்டாவது நேர்முனை யில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம் 1000 வோல்ட்டாகும். முதல் நேர்முனையின் மின்னழுத்தம் ஏறத்தாழ 300 வோல்ட்டாகும்.

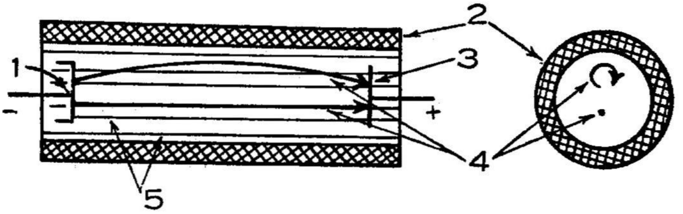
நேர் நோக்குப் படக்குழாய்களில் (direct view picture tubes) இரண்டாவது நேர்முனையில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தங்கள் 2,000 வோல்ட்டிலிருந்து 19,000 வோல்ட்டுகள் வரையிலும் இருக்கும். முதல் நேர்முனையில் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தங்கள் 400 வோல்ட்டிலிருந்து 3,000 வோல்ட் வரை இருக்கும்.

துப்பாக்கி அமைப்பின் முதல் மின்னணு வில்லையில் கட்டுப்பாட்டு மின் முனை (control electrode) இருப்பது கற்றையில் மின்னோட்டத்தை (current) மாற்றுவதற்காகும். இதனால் கற்றையின் திறனடர்த்தி (power density) மாறுகிறது. கற்றை மின்னோட்டத்தைக் கட்டுப்படுத்தும்போது கட்டுப்பாட்டு மின்முனை, முதல் வில்லையின் குவிய தூரத்தையும் சிறிதளவு மாற்றுகிறது. எனவே, வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பின்மேல் குவிக்கப்படும் படிவத்தின் அளவும் மாறுகிறது. இந்த இரண்டு விளைவுகளும் சேர்ந்து, வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பிற்கு கற்றையினால் எடுத்துச் செல்லப்படும் ஓரலகு பரப்பின் திறனில் (power/unit area) மாற்றத்தை உண்டாக்குகின்றன. இந்த வில்லை அமைப்பினால் (lens system) எல்லா மின்னணுக்களும் ஒரே மாதிரி குவிக்கப்படுவதில்லை. எதிர்முனையில், குழாயின் (அமைப்பின்) அச்சில் தோன்றுகிற மின்னணுக்கள் தங்கள் திசையில் எந்த மாற்றமும் இல்லாமல் செல்கின்றன. அச்சுக்கு அருகில் தோன்றி, அச்சுக்கு ஒரு சிறு கோணத்தில் செல்கின்ற 'பாராக்சியல்' மின்னணுக்கள் (paraxial electrons) அமைப்பினால் ஏறக்குறைய குவியத்திற்குக் கொண்டுவரப்படுகின்றன. ஆனால், அச்சுக்கு அதிகக் கோணங்களில் செல்கின்ற 'நான்-பாராக்சியல்' மின்னணுக்கள் (non-paraxial electrons) சரியாக அச்சில் குவிக்கப்படாமல் வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பின்மீது அச்சுக்குச் சற்று விலகியே குவிக்கப்படுகின்றன. இதனால் வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பில் அச்சின்மேல் விழும் கற்றையின் குறுக்கு வெட்டு (cross-section of the beam) மின்னணுக்கள் அடர்ந்தும், அச்சிலிருந்து தூரம் அதிகமாக அதிகமாக மெதுவாகக் குறைந்தும் விடுகின்றது. எனவே, மின்னணுக்களோடு தொடர்பு கொண்ட திறன் அடர்த்தி (power density) படம் 5-1-ல் முன்னே பேசிய வடிவம் போன்று பிழை எண் (error function) உடையதாக இருக்கிறது.

நிலைகாந்த மின்னணுத் துப்பாக்கிகள் (Magnetostatic electron gun)

நிலைமின் துப்பாக்கியில் கண்ட நிலைமின் விசைகள் (electrostatic forces) அதேபோன்ற நிலைகாந்த விசைகளால் (magnetostatic forces) மாற்றப்படுகின்றன. இக் காந்த விசைகள் நிலை

காந்தத்தினுல் அமைக்கப்படுகின்றன. அல்லது கற்றை அச்சுடன் ஒன்றிய அச்சை உடைய கம்பிச் சுருளின் வழியாக மின்சாரதைச் செலுத்தி அமைக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கம்பிச் சுருள் மின்னணுக் கற்றையின் நீளத்திற்கு இருக்கும். அல்லது ஒரு சிறு பகுதியில் அடர்த்தியாகச் சுற்றப்பட்டிருக்கலாம். படிவப் பகுப்பி (image dissector), படிவ ஆர்த்திகன் (image orthicon) இவற்றில் மின்னணுப் படிவத்தைக் குவிப்பதற்கு நீண்ட கம்பிச் சுருள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. காந்தத்தால் குவிக்கப்படுகின்ற (magnetically focussed) படக் குழாய்களில் (picture tubes) குறுகிய கம்பிச் சுருள் (short coil) பயன்படுத்தப்படுகிறது.



படம் 5-7.

அச்சுப்புல ('நீண்ட') நிலைகாந்த மின்னணு வில்லையின் குவிக்கும் செயல்.

1. எதிர் முனை; 2. விசையின் அச்சுக்கோடுகள் உண்டாக்கும் நீண்ட சுருள்; 3. திரை (நேர்முனை) 4. மின்னணுப் பாதைகள்; 5. காந்த விசையின் அச்சுக்கோடுகள்.

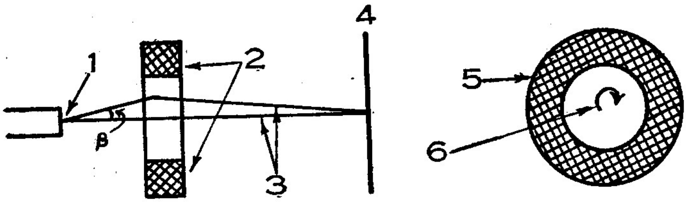
காந்தக் குவிப்பின் (magnetic focussing) கோட்பாடு (principle) படம் 5-7-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. எதிர்முனைப் பரப்பு (cathode surface) வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பிற்கு எதிரில் இருக்கிறது. குழாயைச் சுற்றி ஒரு குவிக்கும் சுருள் (focussing coil) இருக்கிறது. சுருளினுல் உண்டாக்கப்பட்ட காந்த விசைக் கோடுகள் (magnetic lines of forces) குழாயின் நீளத்திற்கு விரிந்து நீண்டு பரவியிருக்கிறது. இந்தக் காந்த விசைக்கோடுகள் மின்னணு செல்லும் திசைக்கு இணையாக இருக்கின்றன மின்னணுக்கள் காந்த விசைக்கோடுகளுக்கு இணையாகச் செல்லாமல் ஒரு கோணத்தில் சென்ருல்தான் அவை காந்த விசையினுல் பாதிக்கப்படுகின்றன. மின்னணு செல்லும் பாதையும், காந்த விசைக்கோடுகளும் இணையாக இருக்குமாருல் மின்னணுக்கள் நேர்முனையின் கவர்ச்சி விசையினுல் (attractive forces) இணைக்கப்படுகின்றன. எதிர்முனையிலிருந்து அமைப்பின் அச்சுக்கு ஒரு கோணத்தில் வெளிவரும் மின்னணுவின்மேல் காந்தப்புலத்தினுல் விசை ஒன்று செலுத்தப்படுகிறது. இந்த விசையின் திசை மின்னணு செல்லும் திசைக்கும் காந்த விசைக்கோடு

களின் திசைக்கும் செங்குத்தாக இருக்கிறது. எனவே, நேர்முனை யினுல் மின்னணு முன் நோக்கிச் செல்கிறது, காந்த விசையினுல் மின்னணு பக்கவாட்டில் (பக்கத்திற்கு) இழுக்கப்படுகிறது இவ்வாறு மின்னணு ஒரு சுருள் வடிவப் பாதையில் (spiral path) செல்கிறது. வரிக்கண்ணேட்ட பரப்பில் செலுத்தப்பட்ட மின்னணுவின் பாதை ஒரு வட்டப் பாதையாகும் (circular path). இவ்வாறு வட்டப்பாதையில் செல்லும் மின்னணு வரிக்கண்ணேட்ட பரப்பைச் சேருகின்ற நேரத்திற்குள் இந்த வட்டத்தை ஒரு முறை சுற்றினுல் அது துப்பாக்கியின் இறுதித் துளையில் எந்தப் புள்ளியில் இருந்து புறப்பட்டதோ அந்தப் புள்ளிக்கு எதிர்ப்புறத்தில் குழாயின் அச்சில் இருக்கும். இதுபோல் ஒரு புள்ளியில் இருந்து புறப்பட்ட மற்ற எல்லா மின்னணுக்களும் வரிக்கண்ணேட்ட பரப்பில் அதே போன்ற புள்ளியில் வந்து சேருகின்றன.

வழக்கத்தில் மின்னணுக்கள் எதிர்முனையில் இருந்து பல்வேறு தொடக்க வேகங்களுடனும் குழாயின் அச்சுக்கு வெவ்வேறு கோணங்களிலும் புறப்படுகின்றன. ஆனால், மின்னணு சுழல் பாதையில் செல்லும்போது அது சுருள் வட்டத்தை ஒரு முறை சுற்ற எடுத்துக்கொள்ளும் நேரம், காந்தப் புலத்தின் வலிமையையும் மின்னணுக்களின் மின்னேற்றத்திற்கும் நிறைக்குமுள்ள தகவையும் பொறுத்திருக்கிறது. இந்தத் தகவு எல்லா மின்னணுக்களுக்கும் ஒரே அளவாகும். எனவே, காந்தப் புலம் ஒரே சீராக இருந்தால் எதிர்முனையில் இருந்து புறப்படும் எந்த மின்னணுவும் வட்டத்தைச் சுற்றுவதற்கு ஒரே காலத்தை எடுத்துக்கொள்கிறது. காந்தப் புலத்தின் வலிமை, குவிக்கும் சுருளிலுள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையையும் அதன் வழிச்செல்லும் மின்னேட்டத்தின் அளவையும் பொறுத்தது. வழக்கத்தில் சுருளிலுள்ள சுற்றுகளின் எண்ணிக்கையை மாற்றுவதில்லை. அதை நிலையாக வைத்துக்கொண்டு கம்பிவழிச் செல்லும் மின்னேட்டத்தை மாற்றி மின்னணுக்கள் வரிக்கண்ணேட்ட பரப்பில் குவிக்கப்படும்வரை காந்தப் புலத்தின் வலிமை மாற்றப்படுகிறது.

குவிக்கும் சுருள், மின்னணுப் பாதையின் நீளத்திற்கு நீண்டு இல்லாவிட்டால் விசைக்கோடுகள் குழாயின் நீளம் வரை அதன் அச்சுக்கு இணையாக இருப்பதில்லை. அந்த இடத்தில் காந்தப் புலத்தின் சுழற்று விசை (twisting force) மின்னணுப் பாதையில் சிறுபகுதியோடு அடங்கிவிடுகிறது. அச்சு மின்னணுக்கள் முன் போல் எந்தவித விலகுதலும் அடைவதில்லை.

பாராக்சியல் மின்னணுக்கள் மீது திடீரென ஒரு சுழற்று விசை செயல்படுகிறது. ஆனால் இந்த விசை தொடர்ந்து செயல் படுவதில்லை. காந்தப் புலத்திற்குள் இருக்கும்போதே மின்னணு சுருள் பாதையின் வட்டத்தைச் சுற்றி முடிப்பதில்லை. மின்னணுக்கு அமைப்பின் அச்சை நோக்கி ஒரு இயக்கக் கூறு (component of motion) கொடுக்கப்படுகிறது. இந்த இயக்கக்



படம் 5-8.

குறுகிய நிலைக்காந்த மின்னணு வில்லையின் குவிக்கும் செயல்.

1. எதிர்முனைத் தொலை; 2. குறுகிய குவிக்கும் சுருள்; 3. மின்னணுப் பாதைகள்; 4. திரை; 5. சுருள்; 6. மின்னணுப் பாதைகள்.

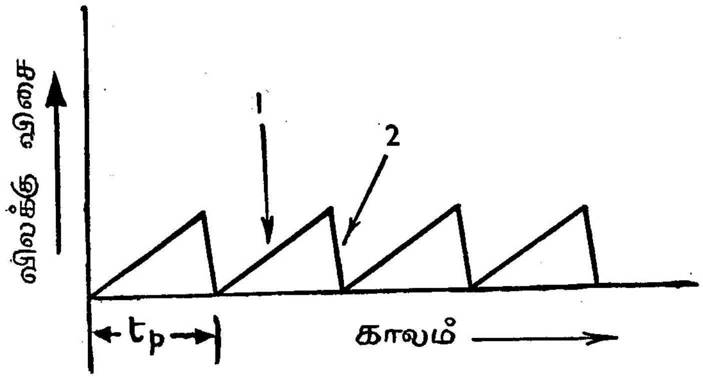
கூறு, மின்னணு காந்தப் புலத்தின் வழியே சென்ற பிறகும் தொடர்ந்து செயல்பட்டு அதை வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பின் தளத்தில் அமைப்பின் அச்சுக்குக் கொண்டுவருகிறது. நீண்ட சுருளில் செய்வதுபோலவே குறுகிய சுருளிலும் தேவையான குவியம் (optimum focus) கிடைக்கும் வரை மின் ஓட்டம் சீர் செய்யப்படுகிறது. வழக்கமாகச் சுருள் அமைப்பில் (coil system) இரும்பு உள்ளிடு (iron core) கொடுக்கப்படுகிறது.

இது சுருளுக்குள்ளேயே காந்தப் புலத்தை ஒருமுகப்படுத்து கிறது. இந்தக் காந்தப் புலம் கற்றையை விரியச் செய்யும் (defocussing action) வழிதவறி அலைகிற விசைக்கோடுகளைக் (stray lines of force) குறைக்கிறது. காந்தக் குவியமுறையில் கற்றை விரிவதைத் தடுக்கச் சுருளின் மின்னோட்டத்தை நிலையாக (constant) வைக்கவேண்டும். வழக்கமாக வாங்கியில் குவிக்கும் புலமாக (focussing field) சரிசெய்யும் நிலைக்காந்தத்தைப் பயன் படுத்துகிறார்கள்.

மின்னணுக் கற்றைகளின் விலகல் (Deflection of electron beams)

மின்னணுத் துப்பாக்கியில் இருந்து புறப்பட்டுச் செல்லும் மின்னணுக்கள் பல மின் முனைகளினால் மெல்லிய கற்றையாக்கப் பட்டு, மிடுக்க மின் முனைகளால் விரைவுபடுத்தப்பட்டு ஒரு நேர்க் கோட்டில் செல்கிறது. இந்த மின்னணுக் கற்றை வரிக்கண்ணோட்

டத்திற்குப் பயன்படவேண்டுமானால் அது செல்லும் நேர்ப் பாதையில் இருந்து நமக்கு வேண்டிய திசைகளில் திருப்பப்பட வேண்டும். மின்னணுக் கற்றையைத் திருப்புவதற்கு மின்புலம் அல்லது காந்தப் புலத்தில் இருந்து விசை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த விசை முன்னோக்கி விரைந்து செல்லும் மின்னணுக்கள் மீது மிகச் சிறிய நேரமே செயல்படுத்தப்படுகிறது. இதன் விளைவாகக் கற்றை ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் திரும்புகிறது. இப்படி விலகும் கோணத்தின் அளவு (size) விசையின் அளவையும் (amount), விசை செயல்படுத்தப்படும் நேரத்தையும் பொறுத்தது. கற்றையின் திசையில் ஏற்படும் இந்த மாற்றம் வரிக்கண்ணோட்டத் திரையின்மேல் விழும் வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டில் அதற்கேற்ற இடப்பெயர்ச்சியை உண்டாக்குகிறது.



படம் 5-9.

விலக்கு விசைக்கும் காலத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு.

1. செயல் வரிக்கண்ணோட்டம்; 2. செயலற்ற திருப்பம்; 3. t_p— ஒரு முழு சுற்றுக்கான காலம்.

கற்றை நிலையான திசைவேகத்தோடு ஒவ்வொரு வரிக் கண்ணோட்ட வரியிலும் (scanned line) நகரவேண்டியிருப்பதால் வரியின் முனை வருகிறவரையில் மேலும் மேலும் மிகுந்த விலகல்களை உண்டாக்கி இந்த விசை நேரத்தோடு சீராக மாற வேண்டும். பிறகு இந்த விசை அதனுடைய திசையைத் திடீரென்று திருப்பி, கற்றை முன்னைவிட அதிக வேகமாக வந்த வழியே திரும்பி அடுத்த வரியின் தொடக்கத்திற்குச் செல்லும்படி செய்யவேண்டும். விசைக்கும் காலத்திற்கும் வரையப்பட்ட இந்த வரைபடம் வாளின் பல் போன்றிருக்கும்.

அமெரிக்காவில் ஆக்கப்படுகின்ற தொலைக்காட்சி அமைப்பில் 525 வரிகொண்ட வரிக்கண்ணோட்ட முறை பயன்படுத்தப் படுகிறது. இந்த வரிக்கண்ணோட்ட மாதிரி அமைப்பில் (scanning pattern) கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்ட இயக்கத்தை உண்டாக்கும் புல விசை (field force) விநாடிக்கு 15, 750 தடவைகள் முன்னும் பின்னும் நகரவேண்டும். பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டத்தில் (interlaced scanning) செங்குத்து விலக்கு புலம் (vertical deflecting field) விநாடிக்கு 60 முறை மேலும் கீழும் நகரவேண்டும். இந்த விசைகள் நேரத்தோடு நேர்ப்போக்காக மிகுபடவேண்டும் (linearly with respect to time). இறுதியில் விலக்கு விசையின் (deflecting force) பெரும அளவு (maximum value), தேவையான படப் பரப்பளவை (picture area) நிரப்புகிற அளவுக்குப் போதுமான பெரிய விலகலை உண்டாக்க வேண்டும்.

விலக்கு விசையின் வலிமை (strength), கற்றையிலுள்ள மின்னணுக்களின் திசைவேகம், அதனால் ஏற்படும் மின்னணுக் கற்றையினுடைய முனையின் இடப்பெயர்ச்சி ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையன. கற்றையிலுள்ள மின்னணுக்களின் திசைவேகம் அதிகமாயிருந்தால் ஒரு குறிப்பிட்ட விலகல் கோணத்தை (angle of deflection) உண்டாக்க மிகுந்த விலக்கு விசை தேவைப்படுகிறது. இது பொது விதியாகும். விலக்கு அமைப்பை ((deflecting system) வடிவமைப்பதற்குக் கற்றையிலுள்ள மின்னணுக்கள் அமைப்பின் வழியே செல்லும்போது அவை பெறும் திசைவேகத்தைப் பற்றிய அறிவு தேவை. மின்னணுக்களின் திசைவேகம் அவற்றின் இயக்க ஆற்றலைப் பொறுத்திருக்கிறது. மின்னணுக்களின் இயக்க ஆற்றல்,

$$\frac{1}{2}mv^2$$

என்று குறிக்கப்படுகிறது. இங்கு m என்பது (கிராமில்) மின்னணுக்களின் நிறை ; v (செ.மீ./விநாடி) என்பது அவற்றின் திசைவேகம்.

ஒரு மின்னணு V_a வோல்ட் முடுக்க மின்னழுத்த வேறுபாட்டின் (accelerating voltage difference) வழியே செல்லும்போது அது பெறும் இயக்க ஆற்றல் eV ஆகும்.

இங்கு e ($= 4.80 \times 10^{-10}$ நிலைமின் அலகுகள்) என்பது ஒரு மின்னணுவின் மின்னேற்றமாகும் (electronic charge). $V\left(=\frac{V_a}{300}\right)$

என்பது மின்னழுத்தத்தின் அளவு (voltage difference in stat volts) ஆகும்.

மின்னணுத் துப்பாக்கி என்பது துகள்கள்(material particles) (மின்னணுக்கள்) ஒளியின் திசைவேகத்தை நெருங்கும் பல கருவிகளில் ஒன்றுகும். எனவே, மின்னணுவின் திசைவேகத்தோடு சார்புக் கொள்கைப்படி அதிகமாகும் (relativistic increase) அதன் நிறையை எடுத்துக்கொள்ளுதல் நல்லது. v செ.மீ./ வினாடி திசைவேகத்தோடு செல்லும் ஒரு துகளின் நிறை m எனில்,

$$m = m_0 \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \text{ கிராம்கள்} \qquad \ldots\ldots(1)$$

ஆகும்.

இங்கு c என்பது ஒளியின் திசைவேகம் (2.99×10^{10} செ.மீ./வினாடி); m_0 என்பது துகள் அமைதி நிலையிலிருக்கும்போது அதன் நிறை (கிராமில்) ஆகும். அப்படிப்பட்டத் துகளின் இயக்க ஆற்றல்

$$W_k = \frac{eV_a}{300} = mc^2 - m_0c^2 \text{ எர்க்குகள்} \qquad \ldots\ldots(2)$$

(1), (2) ஆகிய இரு ஒப்பீடுகளிலிருந்து துகளின் திசைவேகத்தைப் (v) பெறலாம். அதாவது,

$$v = e\sqrt{1-K^2} \text{ செ.மீ./வினாடி} \qquad \ldots\ldots(3)$$

இங்கு

$$K = \frac{1}{\frac{eVa}{(300m_0c^2)}+1} \qquad \ldots\ldots(4)$$

ஆகும். முடுக்க மின்னழுத்தம் (V_a) (30,000 வோல்ட்டுக்கு) குறைவாக இருந்தால்,

$$K^2 \simeq 1 - \frac{2eV_a}{300m_0c^2}$$

$$\therefore\ v = \sqrt{\frac{2eV_a}{300m_0}}$$

$$= 5{\cdot}94 \times 10^7 \sqrt{V_a} \text{ செ.மீ./வினாடி} \qquad \ldots\ldots(5)$$

V_a முடுக்க மின்னழுத்தத்திற்கு ஒப்பீடு (3)-லிருந்து கணக்கிடப்பட்ட மின்னணுக்களின் திசைவேகத்தின் அளவுகளைக் கீழ்க்கண்ட அட்டவணையில் காணவும். இங்கு

$$\frac{e}{m_0} = 5.3 \times 10^{17} \text{ நி.மி.அ./கிராம்.}$$

பழக்கத்தில் V_a என்பது துப்பாக்கியின் எதிர்முனைக்கும் இறுதி (இரண்டாவது) நேர்முனைக்குமுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடாகும்.

முடுக்க மின் அழுத்தம் (V_a) வோல்ட்	திசைவேகம் V செ.மீ./விநாடி
1,000	1.88×10^9
1,500	2.30×10^9
2,000	2.66×10^9
3,000	3.29×10^9
5,000	4.03×10^9
7,000	4.93×10^9
10,000	5.86×10^9
20,000	8.11×10^9
30,000	9.86×10^9
40,000	1.12×10^{10}
50,000	1.24×10^{10}
1,00,000	1.65×10^{10}

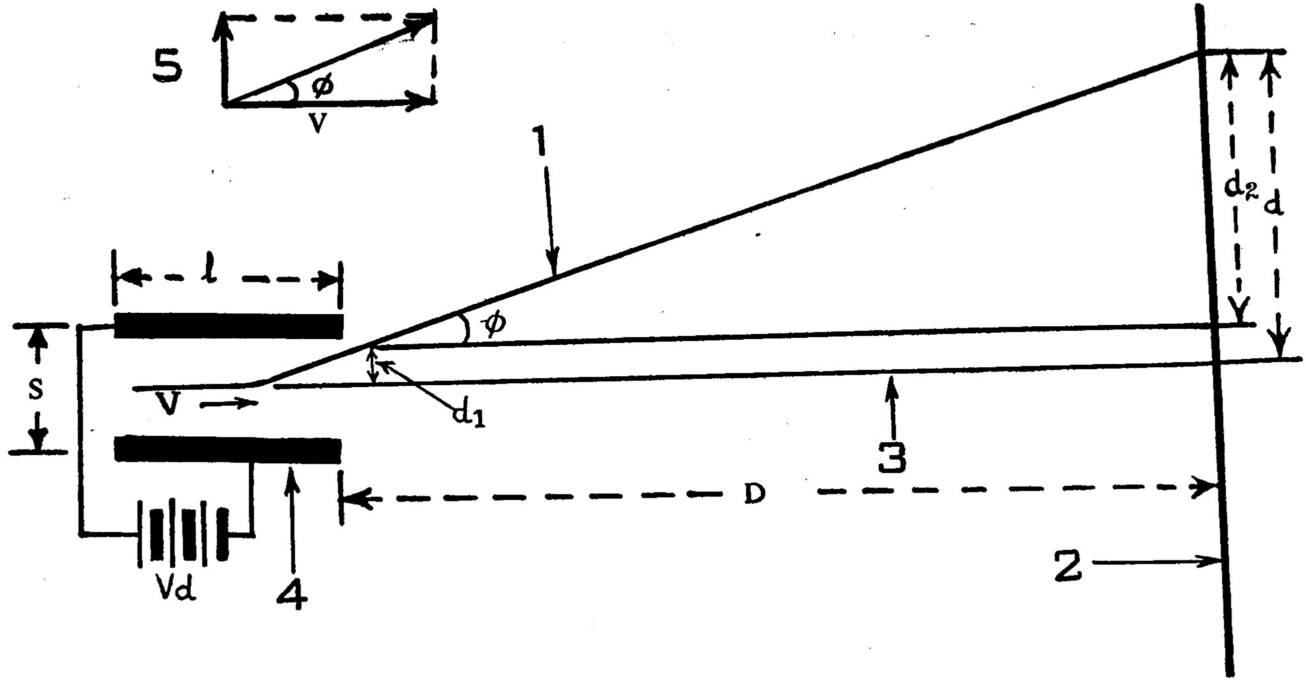
மின்விலகல் அமைப்புகள் (Electric deflection system)

மின்விலகல் அமைப்பின் மாதிரிப்படம் 5-10-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. v செ.மீ./விநாடி திசைவேகத்தில் முன்னேக்கிச் சென்று கொண்டிருக்கும் மின்னணுக்களின் கற்றை (beam of electrons) இரு இணை விலக்குத் தகடுகளுக்கிடையில் செல்கின்றது. தகடுகளின் நீளம் l செ.மீ. அவற்றிற்கிடையே உள்ள தூரம் s செ.மீ. இரண்டு தகடுகளுக்கிடையே V_d வோல்ட் விலக்கு மின்னழுத்தம் (deflecting voltage) செலுத்தப்படுகின்றது. மேல் தகடு நேர்மின்னேற்றமுடையதாகிறது. தகடுகளுக்கிடையே கற்றை செல்லும்போது மின்னணுக்கள் மேல்தகட்டை நோக்கி

$$\frac{V_d e}{300 s} \text{ டைன்கள்}$$

விசையுடன் கவரப்படுகின்றன. இந்த விசை

$$a \text{ செ.மீ./விநாடி}^2$$



படம் 5-10.

மின்விலகலமைப்பின் உருவ அளவுகள்.

1. மின்னணுக் கற்றை; 2. வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட்ட பரப்பு; 3. அமைப்பின் அச்சு; 4. விலகல் தகடு; 5. விலக்குப் புலத்தை நீக்கிய பிறகு திசைவேகக் கூறுகள்.

அளவுள்ள மேல்நோக்கு முடுக்கத்தைக் (upward acceleration) கொடுக்கிறது. இந்த முடுக்கம் செலுத்தப்பட்ட விசையை மின் அணுவின் நிறையால் (m_o) வகுக்கக் கிடைப்பதாகும். விலக்கு மின்னழுத்தத்தின் (V_d) அளவு எப்போதோ ஒரு தடவைதான் 2000க்கும் மேல் இருக்குமாதலால் இங்கு மின்னணுவின் அமைதி நிறையையே (rest mass) அதன் நிறையாகக் கொள்ளப் படுகிறது. எனவே, முடுக்கம்

$$a = \frac{V_d l}{300 s m_o} \qquad \ldots\ldots(6)$$

தகடுகளுக்கிடையில் செல்லும் மின்னணுக்கள் அவற்றின் முன்னோக்குத் திசைவேகத்தை v செ.மீ./விநாடி ஆக நிலை நிறுத்துகின்றன. எனவே, மின்னணுக்கள் தகடுகளை l/v விநாடி நேரத்தில் கடந்து செல்கின்றன. இந்த நேரத்தில் மின்னணுக் களின் மேல்நோக்கு திசைவேகம் (v_u) மேல்நோக்கு முடுக்கத்தைப் போல் l/v பங்கு அளவை அடைகின்றது. அதாவது, இந்த மின்னணுக்களின் மேல்நோக்குத் திசைவேகம்

$$v_u = \frac{V_d\, el}{300 s m_o v} \qquad \ldots\ldots(7)$$

ஆகும். மேல்நோக்குத் திசைவேகத்திற்கும், முன்னோக்குத் திசை வேகத்திற்குமுள்ள தகவு

$$\frac{v_u}{v} = \frac{V_d\, el}{300 s m_o v^2} \qquad \ldots\ldots(8)$$

இதுதான் மின்னணுத் தகடுகளிடையிலுள்ள இடத்தை (தகடுகளை) விட்டு நீங்கும் நேரத்தில் அதன் திசைவேகங்களின் தகவு ஆகும். அதன் பின்னர், மின்னணு படத்தில் காட்டியபடி ϕ கோணத்திலுள்ள ஒரு திசையில் அதே திசைவேகங்களோடு செல்கிறது. இந்தக் கோணத்தின் டேன்சன்ட் மதிப்பு, மேல் நோக்குத் திசைவேகத்திற்கும், முன்னோக்குத் திசைவேகத்திற்கும் உள்ள தகவு ஆகும். அதாவது,

$$\text{டேன்}\ \phi = \frac{v_u}{v} \qquad \ldots\ldots(9)$$

வரிக்கண்ணோட்டப் பரப்பின்மேல் கற்றையின் உண்மை யான இடப்பெயர்ச்சியைக் கணக்கிட (1) விலக்குத் தகடு களுக்குள்ளேயே கற்றையின் பக்கவாட்டு இடப்பெயர்ச்சி

யையும் (sidewise displacement), (2) திசையில் ϕ கோணத்தில் ஏற்படும் மாற்றத்தினால் உண்டாகும் இடப்பெயர்ச்சியையும் நாம் காணுகிறோம். முதல் இடப்பெயர்ச்சி,

$$d_1 = \tfrac{1}{2}at^2 \qquad \text{......(10)}$$

இங்கு $a = \dfrac{V_d\, e}{300 s m_o}$ என்பது முடுக்கம்.

$t = \dfrac{l}{v}$ என்பது நேரம்.

எனவே,

$$d_1 = \frac{\frac{1}{2}V_d\, e l^2}{300 s m_o v^2} \qquad \text{......(11)}$$

இரண்டாவது இடப்பெயர்ச்சியாகிய d_2 என்பது விலக்குத் தகடுகளிலிருந்து திரைக்கு உள்ள தூரத்தை (D), மேல்நோக்குத் திசைவேகத்திற்கும், முன்னோக்குத் திசைவேகத்திற்குமுள்ள தகவினால் பெருக்கக் கிடைப்பதாகும். அதாவது, இரண்டாவது இடப்பெயர்ச்சி,

$$d_2 = D\frac{v_u}{v} = \frac{V_d\, e l\, D}{300 s m_o v^2} \qquad \text{......(12)}$$

எனவே, மின்னணுத் துப்பாக்கியின் அச்சிலிருந்து மொத்த இடப்பெயர்ச்சி,

$$d = d_1 + d_2 = \frac{V_d\, e l}{300 s m_o v^2}\left(D + \frac{l}{2}\right) \qquad \text{......(13)}$$

இங்கு $\dfrac{e}{m_o} = 5.3 \times 10^{17}$ நி.மி.அ./கிராம்.

இந்தக் கோவையிலிருந்து (expression) கற்றையின் இடப்பெயர்ச்சி,

(1) விலக்கு மின்னழுத்தத்திற்கு (V_d) நேர்ப் பொருத்தத்திலும் (directly proportional)

(2) விலக்குத் தகடுகளுக்கிடையேயுள்ள இடைவெளிக்கு (s) தலைகீழ்ப் பொருத்தத்திலும் (inversely proportional)

(3) மின்னணுக் கற்றையின் முன்னோக்குத் திசைவேகத்தின் இருமடிக்கு (v^2) தலைகீழ்ப் பொருத்தத்திலும் இருக்கின்றதென அறிகின்றோம். ஒப்பீடு (5)-லிருந்து முன்

னேக்குத் திசைவேகத்தின் இருமடி (v^2) இரண்டாவது நேர்முனை மின்னழுத்தத்தின் (second anode voltage) முதல் மடியின் (first power) தோராய மதிப்பைப் பொருத்ததென அறிகிறோம். எனவே, இடப்பெயர்ச்சி, இரண்டாவது நேர்முனை மின்னழுத்தத்திற்கு தலைகீழ்ப் பொருத்தத்தில் இருக்கிறது. அதாவது

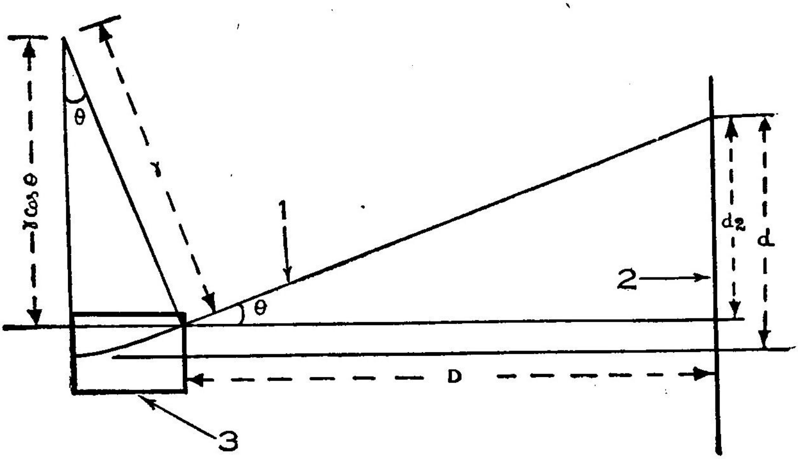
$$d = \frac{V_d}{V_a}\left(\frac{l}{2s}\right)\left(D + \frac{l}{2}\right) \qquad \ldots\ldots (14)$$

ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய், படக்குழாய் இவற்றில் உள்ள விலக்கு அமைப்பு (deflecting system) மாருத உருவ அளவுகளை உடையனவாகும். எனவே, விலகலின் அளவு, விலக்கு மின்னழுத்தம் (V_d), முடுக்க மின்னழுத்தம் (V_a) ஆகிய இவற்றைக் கொண்டு கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. கொடுக்கப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட விலகலுக்கு இந்த இரண்டு அளவுகளின் தகவு மாருததாகும். அதாவது ஒப்பீடு 14-ல் காட்டியுள்ளபடி ஒரு மின்னழுத்தத்தை இரு மடங்காக்கினல் மற்ற மின்னழுத்தமும் இரு மடங்காகும். நடைமுறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட படக்குழாய் அல்லது ஒளிப்படக் கருவிக் குழாயின் விலகல் அமைப்பு ஒரு விலகல் எண்ணல் (deflection co-efficient) குறிக்கப்படுகிறது.

மேலே பார்த்த இணைவிலக்குத் தகடுகள் (parallel deflecting plates) பகுத்தாராய்வதற்கு மிக எளிமையானவையாக இருந்தாலும் அவையும் குறைவுடையனவேயாகும். அதாவது, விலகல் கோணம் மிகுதியாகும்போது கற்றையின் பாதையில் தகடுகள் குறுக்கிடுகின்றன. எனவே, கற்றையின் மேல்நோக்கு விலகலை படத்தில் (5-10-ல்) காட்டியிருப்பதற்குமேல் அதிகமாக்கினல் விலகல் தகடு கற்றையை வழிமறித்து கற்றை வரிக்கண்ணேட்டப் பரப்புக்குச் செல்வதைத் தடுத்துவிடுகிறது. இந்தக் காரணம் பற்றியே வணிகக் குழாய்களில் திரைக்கு அருகிலுள்ள தகடுகளின் முன் பகுதிகள் குழாயின் அச்சுக்கு ஒரு கோணத்தில் வெளிநோக்கிச் சாய்வாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதனல், தகடுகளின் வெளிமுனைகளுக்கிடையே உள்ள தூரம் உள் முனைகளுக்கு இடையேயுள்ள தூரத்தைவிட மிகுதியாகும். இந்த அமைப்பினல் கொடுக்கப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட விலகல் மின்னழுத்தத்திற்கு இணைத் தகடுகளைப் பயன்படுத்தினல் கிடைப்பதைவிட அதிக விலகல் கிடைக்கின்றது. அதோடு விலகல் உணர்வுத் திறனை (deflection sensitivity) மிகுதிப்படுத்துவதற்கும் விலக்கு புலத்தைச் (deflecting field) சீராக வைப்பதற்கும் சாய்ந்த தகடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

காந்த விலகல் அமைப்பு (Magnetic deflection system)

மின்னணுக் கற்றையின் விலகலுக்கு மின் விசைகள் போல காந்த விசைகளும் (magnetic forces) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதற்கு வேண்டிய காந்தப் புலம், கம்பிச் சுருளில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தி உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந்தக் கம்பிச் சுருள்களின் அச்சுகள் மின்னணுக் கற்றைக்கு நேர்க் கோணத்தில் இருக்கின்றன. எனவே, கம்பிச் சுருள்களில் உண்டாகும் காந்த விசைக் கோடுகள் மின்னணு செல்லும் திசைக்கு நேர்க் கோணத்தில் இருக்கின்றன. இந்தக் காந்தப் புலத்தினால் மின்னணுக்கள் ஒரு விசையைப் பெறுகின்றன. இந்த விசை மின்னணுக்களைக் காந்த விசைக் கோடுகளுக்கும், மின்னணுக்களின் திசைக்கும் நேர்க் கோணத்தில் நகரும்படி தூண்டுகின்றன. மின்விலகல் அமைப்பில் இருப்பதைப்போல் இந்தக் காந்த விலகல் விசையும் மேல்நோக்கியிருப்பதைப் படம் 5-11 காட்டுகிறது.



படம் 5-11.

காந்த விலகல் அமைப்பினுடைய உருவ அளவுகள்.

1. மின்னணுக் கற்றை; 2. வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட்ட பரப்பு; 3. குறுக்கு காந்தப் புல நீண்ட பகுதி.

மின்னணு காந்தப் புலத்திற்குள் இருக்கும்வரை காந்தப் புலம் மின்னணுவை அதன் பாதைக்கு நேர்க் கோணத்தில் தொடர்ந்து விலக்குகிறது. எனவே, மின்னணு காந்தப் புலத்திற்குள் நுழைந்த பிறகு அதன் பாதை ஒரு வட்டமாக அமைகிறது. இந்த வட்டத்தின் ஆரம், மின்னணுவின் முன்னோக்கு-

திசைவேகத்தையும் (v), காந்தப் பாயத்தின் (magnetic flux) வலிமையையும் (B) பொறுத்திருக்கிறது. இந்தத் தொடர்பு கீழ்க்கண்டவாறு காணப்படுகிறது. r செ. மீ. ஆரமுள்ள ஒரு வட்டத்தில் சுற்றிவரும் ஒரு மின்னணுவின் மைய விலக்கு விசை

$$\frac{m_o v^2}{r} \qquad \text{......(15)}$$

ஆகும். இங்கு m_o என்பது (கிராமில்) மின்னணுவின் நிறை, v (செ.மீ./விநாடி) என்பது மின்னணுவின் திசைவேகமாகும். மின்னணுவின் மேல் காந்தப் புலம் செலுத்தும் விசை

$$Bev \sin \phi \qquad \text{......(16)}$$

ஆகும். இங்கு B என்பது (கௌசில்) காந்தப் பாயத்தின் வலிமை,

e—என்பது (மின்காந்த அலகில்) மின்னணுவின் மின்னேற்றம்,
v—(செ.மீ./விநாடி) என்பது மின்னணுவின் திசைவேகம்,

ϕ—என்பது காந்த விசைக்கோடுகளுக்கும் மின்னணுவின் இயக்கக் கோட்டிற்கும் (lines of motion) உள்ள கோண மாகும்.

காந்த விசைக்கோடுகள் மின்னணுவின் இயக்கக் கோட்டிற்கு நேர்க் கோணத்தில் இருப்பதால்,

$$\phi = 90°, \quad \therefore \text{சைன் } \phi = 1$$

எனவே, மைய விலக்கு விசையையும், மையநோக்கு விசையை யும் ஒப்பிடும்போது

$$Bev = \frac{m_o v^2}{r} \qquad \text{......(17)}$$

$$\therefore \text{ ஆரம் } r = \frac{m_o v^2}{Bev} = \frac{m_o v}{Be} \qquad \text{......(18)}$$

மின்னணு காந்தப் புலத்தைவிட்டு வெளிவருகிற வரையில் ஒரு வட்ட வில்லில் (arc of a circle) தொடர்ந்து செல்கிறது. பின்னர், அது ஒரு நேர்க்கோட்டில் செல்கிறது. மின்விலகல் முறை போன்று இங்கும் இரண்டு இடப்பெயர்ச்சிகள் இருக்கின்றன. ஒன்று, மின்னணு காந்தப் புலத்திற்குள்ளேயே இருக்கும்போது ஏற்படுவது (d_1) ; மற்றொன்று, மின்னணு காந்தப் புலத்திற்கு வெளியில் வந்ததும் ஏற்படுவது (d_2). காந்தப் புலத்திற்குள்ளேயே உண்டாகும் இடப்பெயர்ச்சியைப் பின்வருமாறு கணக்கிடலாம்.

காந்தப் புலத்திற்குள்ளே வரும் கற்றைக்கும் வெளிச் செல்லும் கற்றைக்கும் இடையிலுள்ள கோண மாற்றம் (angular change) θ என இருக்கட்டும். இந்தக் கோணத்தின் சைன் மதிப்பு, காந்தப் புலத்தின் நீளத்திற்கும் வட்ட இயக்கத்தின் (circular motion) ஆரத்திற்குமுள்ள தகவு ஆகும். அதாவது,

$$\sin\,(\text{சைன்})\ \theta = \frac{l}{r} \qquad \text{......(19)}$$

இடப் பெயர்ச்சி (d_1), ஆரத்தை(r)விட r cos (காஸ்) θ அளவு சிறியதாகும். அதாவது, காந்தப் புலத்திற்குள்ளேயே ஏற்படும் இடப் பெயர்ச்சி,

$$d_1 = r - r\cos\theta$$

ஆனால், $$\cos\theta = \sqrt{1 - \sin^2\theta}$$

$$= \sqrt{1 - \frac{l^2}{r^2}}$$

∴ காந்தப் புலத்திற்குள்ளேயே ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சி d_1 $$= r - r\sqrt{1 - \frac{l^2}{r^2}} \qquad \text{......(20)}$$

காந்தப் புலத்திற்கு வெளியில் ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சி (d_2) காந்தப் புலத்திலிருந்து வரிக்கண்ணோட்ட பரப்புவரை உள்ள தூரத்தை tan (டேன்) θ-ஆல் பெருக்கக் கிடைப்பதாகும்.

அதாவது,

$$d_2 = D\tan\theta$$

ஆனால், $$\sin\theta = \frac{l}{r}$$

$$\cos\theta = \sqrt{1 - l^2/r^2}$$

$$\therefore \tan\theta = \frac{l}{r}\,\frac{1}{\sqrt{1 - l^2/r^2}}$$

$$= \frac{l}{\sqrt{r^2 - l^2}}$$

$$\therefore d_2 = D\cdot\frac{l}{\sqrt{r^2 - l^2}} \qquad \text{......(21)}$$

எனவே, மொத்த இடப்பெயர்ச்சி

$$d = d_1 + d_2$$

$$= r - r\sqrt{1 - l^2/r^2} + D\cdot\frac{l}{\sqrt{r^2 - l^2}} \qquad \text{......(22)}$$

r-உடன் ஒப்பிடும்போது l சிறியதாக இருக்குமானல்,

$$d = \frac{Dl}{r} \qquad \text{......(23)}$$

இந்தக் கோவையிலிருந்து மின்னணுவின் இடப்பெயர்ச்சி அது செல்லும் வட்டத்தின் ஆரத்திற்கு எதிர் விகிதத்தில் இருக்கிறது என அறிகிருேம். ஆனல், இந்த ஆரம்

$$r = \frac{m_o v}{eB} \text{ (ஒப்பீடு 18-லிருந்து)}$$

$$d = \frac{DleB}{m_o v} \qquad \text{......(24)}$$

மின்காந்த அலகுகளைப் (e.m.u) பயன்படுத்தி ஒப்பீடு (5)-ஐப் பதிலீடு செய்தால்,

$$d = \frac{0.3DlB}{\sqrt{V_a}} \qquad \text{......(25)}$$

எனவே, இந்தக் கோவைகளில் இருந்து விலகல், (1) செலுத் தப்பட்ட காந்தப் பாயத்தின் வலிமைக்கு நேர் விகிதத்திலும், (2) மின்னணுக்களின் திசைவேகத்திற்கு எதிர் விகிதத்திலும், (3) இரண்டாவது நேர்முனை மின்னழுத்தத்தின் இருமடி மூலத் திற்கு (square root) எதிர் விகிதத்திலும், (4) காந்தப் புலத்தின் நீளத்திற்கு (l) நேர் விகிதத்திலும், (5) காந்தப் புலத்தில் இருந்து திரைவரையுள்ள தூரத்திற்கு (D) நேர் விகிதத்திலும் இருக்கிற தெனத் தெரிகிறது. இங்கு

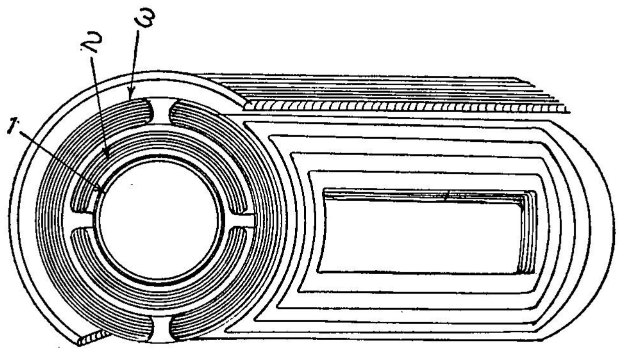
$e/m_o = 1.76 \times 10^7$ மின்காந்த அலகுகள்/கிராம் ஆகும்.

காந்த விலகல் இணைப்புச் சட்டங்கள் (Magnetic deflection yokes)

காந்த விலகல் அமைப்பில் மின்னணுக்களை விலக்கப் பயன்படுத்தப்படும் காந்த விலகல் தொகுப்பு (magnetic deflection assembly) வரிக்கண்ணோட்ட இணைப்புச் சட்டம் என்று பொதுவாக அழைக்கப்படுகிறது. இதில் இரண்டு தொகுதி (set) கம்பிச் சுருள்கள் இருக்கின்றன. இக் கம்பிச் சுருள்கள் படம் 5-12-ல் காட்டியுள்ளபடி ஒன்றுக்கொன்று நேர்க் கோணத்திலும் கற்றை அச்சுக்குச் செங்குத்தாகவும் சுற்றப்பட்டிருக்கின்றன.

காந்த விசைக்கோடுகள் குழாயின் கழுத்து வழியே கிடை மட்டமாகச் செல்லும்படி தொடரிணைப்பில் (series) இணைக்கப் பட்ட இரண்டு கம்பிச் சுருள்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. விலகல் காந்தக் கோடுகளுக்கு (magnetic lines) நேர்க் கோணத் தில் இருப்பதால் இந்தக் காந்த விசைக்கோடுகள் செங்குத்து

(திசையில்) விலகலை (vertical deflection) உண்டாக்குகின்றன. காந்தக் கோடுகளை குழாய்க்குச் செங்குத்தாகச் செலுத்துகிற இவை போன்ற மற்ற இரண்டு சுருள்கள் கிடைமட்ட (திசையில்) விலகலை (horizontal deflection) உண்டாக்குகின்றன.



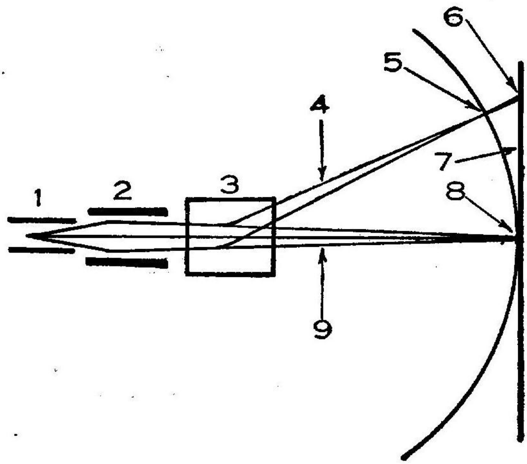
படம் 5-12.
காந்த விலகல் இணைப்புச் சட்ட அமைப்பு.
1. தாள் குழாய்; 2. கிடைமட்டச் சுருள்; 3. செங்குத்துச் சுருள்.

பொதுவாக, இந்தச் சுருள்கள் செவ்வக வடிவில் (rectangular form) பல பிரிவுகளாகச் (sections) சுற்றப்பட்டிருக்கின்றன. இப் பிரிவுகள் குழாயின் கழுத்தைச் சுற்றியிருக்கும்படி ஓர் உருளை வடிவமான பரப்பில் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. காந்தப் பாயத்தை (magnetic flux) மிகுதிப்படுத்துவதற்காக இந்தத் தொகுப்பு முழுவதும் (whole assembly) பெரும்பாலும் ஓர் இரும்பு உள்ளகத்தின் (ferrite core) மேல் சுற்றப்பட்டிருக்கிறது.

விலகலின் குறைகள்—குவிய மாற்றமும் குறையணுப் பொட்டும் (Defects of deflection—Defocussing and ion spot)

படம் தெளிவாகத் தெரியவேண்டுமானால் வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டு வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பில் குவியத்தில் இருக்கவேண்டும். அவ்வாறின்றி குவியத்தில் மாற்றம் ஏற்படுமானல் படம் தெளிவில்லாமல் இருக்கும். இந்தக் குவிய மாற்றத்திற்குக் காரணம் மின்னணுத் துப்பாக்கியில் இருந்து வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பின் வெவ்வேறு இடங்களுக்குமுள்ள தூர வேறுபாடே யாகும். குழாயின் அச்சின் வழியே செல்லும் மின்னணுக் கற்றை வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பில் குவிக்கப்படுகிறது. அச்சுக்கு மேலேயோ கீழேயோ மின்னணுக் கற்றை விலக்கப் படும்போது மின்னணுத் துப்பாக்கிக்கும் வரிக்கண்ணோட்ட

பரப்பிற்குமுள்ள தூரம் அதிகமாகிறது. அதனால் கற்றையின் குவியமும் மாறுபடுகிறது. படக் குழாய்களில் இந்தக் குறை ஒரு பெரும் சிக்கலன்று. ஏனெனில் படக் குழாய்களிலுள்ள திரை சிறிது வளைவாக இருக்கிறது. இதனால் துப்பாக்கிக்கும், திரைக்குமுள்ள தூரம் ஏறக்குறைய ஒன்றாக இருக்கும். ஆனால்



படம் 5-13.

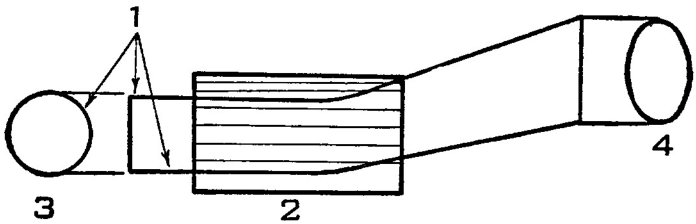
தட்டைப் பரப்பை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்வதால் ஏற்படும் குவிய மாற்றம்.

1. முதல் நேர்முனை; 2. இரண்டாவது நேர்முனை; 3. விலக்கு புலம்; 4. விலக்கப்பட்ட கற்றை; 5. குவிக்கப்பட்ட கற்றை; 6. குவிக்கப்படாத கற்றை; 7. வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்பட்ட பரப்பு; 8. குவிக்கப்பட்டது; 9. விலக்கப் படாத கற்றை.

படிவங்காட்டியில் (iconoscope) உள்ள வரிக்கண்ணோட்ட பரப்பு சமதளப் பரப்பாகும். இது குழாயின் அச்சுக்குச் செங்குத்தாக இருக்கிறது. எனவேதான் கற்றை விலக்கப்படும்போது குவிய மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இந்தக் குறை நீக்கப்படவேண்டுமானால் கற்றையின் குறுக்கு வெட்டு (cross-section) அதன் முனையில் பல அங்குல(தூர)ங்களுக்கு மாறாமல் இருக்கவேண்டும்.

குவிய மாற்றத்திற்கு மற்றொரு பெரிய காரணம் மின்விலகல் புலங்கள் (electric deflection field), காந்த விலகல் புலங்கள் (magnetic deflection field) இவற்றின் சீரற்றதன்மை (non-uniformity) ஆகும். எடுத்துக்காட்டாக, ஒரு காந்த அல்லது மின் புலத்தின் மேல்பாகம் மிகுந்த வலிமையும், கீழ்ப்பாகம் குறைந்த வலிமையும் கொண்டதாக இருந்தால் இந்தப் புலத்தின் வழியாகச் செல்லும் கற்றையின் மேல்பாகம் மிகுதியாகவும், கீழ்ப்பாகம்

குறைவாகவும் விலகல் அடையும். இதன் காரணமாகத் தொடக்கத்தில் வட்டமான குறுக்கு வெட்டு உடைய மின்னணுக் கற்றை சீரற்ற காந்த அல்லது மின் புலத்தால் விலகல் அடைந்த பிறகு தட்டையான நீள்வட்டமாக (flattened ellipse) மாறுகிறது.



படம் 5-14.
சீரற்ற விலகல் புலத்தின் வழியே மின்னணுக் கற்றை போகும்போது ஏற்படும் உருட்சிப் பிழை (astigmatism).
1. கற்றையின் எல்லை; 2. விலகல் புலம்; 3. விலகலுக்கு முன்பு; 4. விலகலுக்குப் பின்பு.

குவிய மாற்றத்திற்கு மற்றொரு காரணம் மின்னணுக்களின் திசைவேக வேறுபாடாகும். மின்னணுத் துப்பாக்கியின் எதிர் முனையில் இருந்து வெளிவரும் மின்னணுக்கள் பல்வேறு திசை வேகங்களோடு புறப்படுகின்றன. மின்னணுக்கள் துப்பாக்கியின் வழியே செல்லும்போது இந்தத் திசைவேக வேறுபாடுகள் மாருமல் அப்படியே இருக்கின்றன. கற்றையின் விலகல் மின்னணுக்களின் திசைவேகத்தைப் பொறுத்திருப்பதால் வேறுபட்ட திசைவேகங்களைக் கொண்ட மின்னணுக் கற்றை வெவ்வேறு அளவில் விலக்கப்படுகின்றது. இதன் காரணமாக மின்னணுக் கற்றை நீள்வட்ட குறுக்கு வெட்டைப் பெறுகிறது. மின்விலகல் முறையில் கற்றையின் விலகல் மின்னணுக்களினுடைய திசைவேகத்தின் இருமடியைப் பொருத்ததாகையால் மின்விலகல் முறையைப் பயன்படுத்தும்போது ஏற்படும் குவிய மாற்றம் மிகப் பெரிய குறையாகும்.

காந்த விலகல் முறைக்கே சிறப்பாக உள்ள ஒரு குறை குறையணுப் பொட்டு (ion spot) என்று சொல்லப்படும் ஒரு குறையாகும். இந்த குறையணுப் புள்ளி வரிக்கண்ணேட்டப் பரப்பின் நடுவில் நிலையான ஒரு கரும் புள்ளியை (black spot) உண்டாக்குகிறது. இதற்குக் காரணம், மின்னணுக்களை அதிக எடையுள்ள எதிர்க் குறையணுக்களின் (negative ion) கற்றையாகும். இந்தக் குறை

யணுக்கள் கற்றைகளாக உருவாகி மின்னணுக்கள் போலவே குவிக்கப்படுகின்றன. மின் விலகல் (முறை) பயன்படுத்தப்படும் போது இந்தக் குறையணுக்கள் மின்னணுக்கள் போலவே அதே கோணத்தில் விலக்கப்படுகின்றன. இதன் விளைவாக இவை மின்னணுக்கள் போலவே வரிக்கண்ணோட்டப் பரப்பில் விளைவுகளை உண்டாக்குகின்றன. இந்த விளைவுகளில் வேறுபாடுகள் தெரிவதில்லை. ஆனால், காந்த விலகல் பயன்படுத்தப் படும்போது இந்தக் குறையணுக்கள் மின்னணுக்களைவிட மிகச் சிறிய கோணத்தில் விலகல் அடைகின்றன. இதன் காரணமாகக் குறையணுக்களால் உண்டாகும் வரிக்கண்ணோட்ட மாதிரி அமைப்பு (scanning pattern) வரிக்கண்ணோட்டப் பரப்பின் நடுவில் ஒரு சிறு பகுதியில் அடங்கியிருக்கிறது. குறையணுக்களின் தொடர்ந்த தாக்குதலினால் இந்தப் பகுதி மின்னணுவின் தாக்குதலுக்கு உணர்வில்லாமல் போய்விடுகிறது.

படக்குழாய்களில் குறையணுத் தாக்குதல் ஒளிர்ப்பியை உணர்வில்லாமல் செய்து விடுகிறது. இதனால் சாதாரணமாக மின்னணுத் தாக்குதலினால் ஒளிர்ப்பியல் எவ்வளவு ஒளி உண்டாக்க முடியுமோ அந்த அளவுக்கு ஒளி உண்டாக்க முடிவதில்லை. இதன் விளைவாகத் திரும்ப உண்டாக்கப்பட்ட படத்தின் (reproduced picture) நடுவில் குவிக்கும் அமைப்பின் அச்சின்மேல் ஒரு கரும் பொட்டு (darkened spot) இருக்கிறது. மின்விலகல் முறையில் இப்படியொரு குறையணுப் பொட்டு இல்லாததால், காந்த விலகல் முறையைக் காட்டிலும் மின் விலகல் முறையே அதிகமாக விரும்பப்படுகிறது.

காந்த விலகலும் மின்விலகலும் (Magnetic and electric deflections)

வரிக்கண்ணோட்டத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படும் மின்னணுக் கற்றையை விலக்குவதற்குக் காந்த முறை, மின் முறை ஆகிய இரண்டுமே பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆனால், இந்த இரண்டில் ஒன்று சிக்கனத்தின் அடிப்படையில் தேர்ந்தெடுக்கப் படுகிறது. தற்காலத்தில் 45°-க்குக் குறைவான விலகல் கோணத்தோடு 7000 வோல்ட் முடுக்க மின்னழுத்தத்தில் இயங்குகிற படக்குழாய்களில் மின்விலகல் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. விலகல் கோணமும், முடுக்க மின்னழுத்தமும் அதிகமாக உள்ள படக் குழாய்களில் காந்த விலகல் முறை பயன்படுத்தப்படுகிறது. படக்குழாயையும், விலகல் அமைப்புகளையும் பொறுத்தவரையில் எந்த விலகல் முறையைப் பயன்படுத்தினாலும் இரண்டுக்கும்

செலவு ஒன்றுதான். மின் விலகல் முறையுள்ள படக்குழாய் களில் விலகல் தகடுகள் (deflection plates) இருக்கின்றன. இந்த விலகல் தகடுகள் படக்குழாய்களின் விலையை மிகுதியாக்கி விடுகின்றன. இதுபோன்று காந்த விலகல் முறையுள்ள படக் குழாய்களில் விலகல் இணைப்புச் சட்டம் (deflection yoke) குறை யணுக் கண்ணி (ion trap) இவற்றின் விலை அதிகமாவதால் இந்தக் குழாயின் விலையும் அதிகமாகும். எனவே, இருவகை படக்குழாய்களையும் ஒப்பிடும்போது விலகலுக்காக மின்சாரம் உண்டாக்கப்படும் வரிக்கண்ணோட்ட இயற்றியின் (scanning generator) விலையே படக்குழாயின் விலை மிகுதிக்குக் காரணம் எனத் தெரிகிறது. மின் விலகல் முறையில் மிகை மின்னழுத்த (high voltage) மின்சாரத்தை உண்டாக்கவேண்டும். இந்த மின்னழுத்தத்தின் மேல் வரம்பு (upper limit), வரிக்கண் ணோட்ட இயற்றிக் குழாய்களில் (scanning generator tubes) பல் வேறு பகுதிகளுக்கு இடையில் உள்ள காப்பையும் (insulation), இயற்றிக்கும் விலகல் தகடுகளுக்கும் இடையேயுள்ள இணைப்பு தேக்கிகளின் (coupling capacitors) திறமையையும் (rating) மின் பொறுத்திருக்கிறது. ஒப்பீடு 14-ல் காட்டியுள்ளபடி, கொடுக் கப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட விலகல் கோணத்திற்கு விலகல் மின்னழுத்தமும், முடுக்க மின்னழுத்தமும் நேர்ப் பொருத்த (directly proportional) முடையவையாக இருக்கின்றன. இவ் வாறு விலகல் மின்னழுத்தத்தின் வரம்பு முடுக்க மின்னழுத் தத்திற்கு ஒரு வரம்பை விதிக்கிறது. இந்த வரம்பு கற்றைத் திறனையும் படிவத்தின் ஒளிர்வையும் (brightness) ஓர் எல்லைக்கு உட்படுத்துகிறது.

காந்த விலகல் முறையில் முடுக்க மின்னழுத்தம் அதிக மாகும்போது நிலை இவ்வளவு கண்டிப்பானதாக இல்லை. ஒப் பீடு 25-ல் கண்டபடி, கொடுக்கப்பட்ட ஒரு விலகல் கோணத் திற்குத் தேவையான விலகல் பாயம் (deflection flux) முடுக்க மின்னழுத்தத்தின் இருமடி மூலத்தை (square root) பொறுத்தி ருக்கிறது. அதாவது, விலகல் பாயம் முடுக்க மின் அழுத்தத்தின் இருமடி மூலத்தோடு அதிகமாகிறது. விலகல் பாயம் 41 விழுக் காடு (நூற்றுக்கு 41 பங்கு) அதிகமாகும்போது முடுக்க மின்னழுத் தம் இருமடங்காகிறது. மேலும் காந்த விலகல் இயற்றி (magnetic deflection generator) என்பது ஒரு மின்னியற்றி (current generator) யாகும். எனவே, கம்பியின் காப்பு அவ்வளவு அதிகமாக இருக்க வேண்டும் என்பதன்று. மின்னணுக் கற்றை வந்தவழியே திரும்புங் காலங்களில் (retrace period) கிடைமட்ட வரிக்கண் ணோட்ட இயற்றியில் (horizontal scanning generator) மிகை

மின்னழுத்தத் தகைவுகள் (high voltage stresses) உண்டாக்கப் படுகின்றன. ஆனால், இந்த மின்னழுத்தம் அதே விலகு கோணத்திலும் அதே முடுக்க மின்னழுத்தத்திலும் இயங்கு கின்ற மின்விலகல் முறையில் உண்டாவதைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைவாகவே இருக்கும்.

கற்றவை

தொலைக்காட்சியில் பொருள், படிவம் ஆகியவை தெளிவாக வும், விளக்கமாகவும், முழு ஒளிர்வுடனும் இருக்கவேண்டுமானால் படக்கருவியிலும், படக்குழாயிலும் உள்ள வரிக்கண்ணோட்ட கற்றைகள் சில குறிப்பிட்ட தனிக்குறிப்பீடுகளைப் (specification) பெற்றிருக்க வேண்டும். அவை கற்றையின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பு கற்றையினால் வரிக்கண்ணோட்டப் பரப்புக்குக் கொடுக்கப் படும் மின் ஆற்றல், வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டில் ஆற்றலின் பகிர்வு என்பவையாகும்.

வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டு கிட்டத்தட்ட வட்டவடிவமானது. ஆற்றல் அடர்த்தி பொட்டின் மையத்தில் மிக அதிகமாகவும் ஓரங்களில் சீராகக் குறைந்தும் இருக்கும். வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டு இயங்காமல் இருக்கும்போதுள்ள அதனுடைய பயனுறு உயரத்தையும் அகலத்தையும்விட இயங்கும்போது அதனுடைய பயனுறு உயரமும் அகலமும் குறைகின்றன. படக்கருவியிலும் படக்குழாயிலும் குவியக் கட்டுப்பாடுகள் பொட்டின் பயனுறு உயரத்தையும், அகலத்தையும் சரிசெய்ய உதவுகின்றன

படிவங்காட்டியில் (1) மின்னணுத் துப்பாக்கி, (2) மொசைக் திரை ஆகிய இரு முக்கிய பகுதிகள் இருக்கின்றன.

மின்னணுத் துப்பாக்கியில் மின்னணுக்கள் உண்டாக்கப்பட்டு வரிக்கண்ணோட்டத்திற்காக அவை மிக மெல்லிய கற்றையாக்கப் பட்டு குவிக்கும் அமைப்பினால் முன்னோக்கிக்குவிக்கப்படுகின்றன.

மின்னணுத் துப்பாக்கியில் நிலை மின் துப்பாக்கி, நிலைக் காந்தத் துப்பாக்கி என இரு வகைகள் இருக்கின்றன. இதற்குக் கரணியம் குவிக்கும் அமைப்பிலுள்ள வேறுபாடேயாகும். நிலைமின் துப்பாக்கியில் மின்னணுக் கற்றையைக் குவிக்க மின்புலம் யன் படுகிறது. நிலைக்காந்தத் துப்பாக்கியில் மின்னணுக் கற்றையைக் குவிக்க காந்தப் புலம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இந்த மின்னணுக் கற்றைகளை வரிக்கண்ணோட்டத்திற்குப் பயன்படுத்துவதற்காக நமக்கு வேண்டிய திசையில் திருப்ப

மின்புலம் அல்லது காந்தப் புலத்திலிருந்து வரும் விசை பயன் படுத்தப்படுகிறது. இந்த விசை கற்றையை ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்தில் திருப்புகிறது. கற்றையின் திசையில் ஏற்படும் இந்த மாற்றம் திரையின்மேல் விழும் வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டில் அதற்கேற்ற இடப்பெயர்ச்சியை உண்டாக்குகிறது.

காந்த விலகல் அமைப்பில் மின்னணுக்களை விலக்கப் பயன் படுத்தப்படும் காந்த விலகல் தொகுப்பு, வரிக்கண்ணோட்ட இணைப்புச் சட்டம் எனப்படும். இதிலுள்ள கம்பிச் சுருள்கள் ஒன்றுக்கொன்று நேர்க் கோணத்திலும் கற்றை அச்சுக்குச் செங் குத்தாகவும் சுற்றப்பட்டிருக்கின்றன. காந்தப் பாயத்தை மிகுதிப் படுத்துவதற்காக இந்தத் தொகுப்பு முழுவதும் பெரும்பாலும் ஓர் இரும்பு உள்ளகத்தின் மேல் சுற்றப்பட்டிருக்கிறது.

தொலைக்காட்சியில் படம் தெளிவாகத் தெரியவேண்டுமானால் வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டு வரிக்கண்ணோட்டப் பரப்பில் குவியத்தில் இருக்கவேண்டும். அவ்வாறில்லாவிட்டால் குவியத் தில் மாற்றம் ஏற்படும். அதனால் படம் தெளிவில்லாமல் இருக்கும். மின்னணுத் துப்பாக்கியிலிருந்து வரிக்கண்ணோட்டப் பரப்பின் வெவ்வேறு இடங்கள் வெவ்வேறு தூரத்திலிருப்பதே இதற்குக் கர ணியம் ஆகும். படக்குழாயில் திரையை வளைவாக வைத்து இக் குறை நீக்கப்படுகிறது. படக்கருவிக் குழாயில் இந்தக் குறையைப் போக்கக் கற்றையின் குறுக்கு வெட்டு அதன் முனையில் பல அங்குல நீளத்திற்கு மாறாமல் இருக்கவேண்டும். குவிய மாற்றத்திற்கு (defocussing) மற்றொரு கரணியம், மின் விலகல் புலங்கள், காந்த விலகல் புலங்கள் ஆகியவற்றின் சீரற்ற தன்மையாகும். குவிய மாற்றத்திற்கு வேறொரு கரணியம் மின்னணுக்களின் திசைவேக மாறுபாடாகும்.

காந்த விலகல் முறைக்கே சிறப்பாக உள்ள ஒரு குறை குறையணுப் பொட்டு (ion spot) ஆகும். இந்தக் குறையைப் பொட்டு வரிகண்ணோட்டப் பரப்பின் நடுவில் நிலையான ஒரு கரும் புள்ளியை (dark spot) ஏற்படுத்துகின்றன. இந்தக் கரும்புள்ளிக்குக் கரணியம் மின்னணுக்களைவிட அதிக எடையுள்ள எதிர்க் குறையணுக்களின் (negative ions) கற்றையாகும். எதிர்க் குறை யணுக்களால் வரிக்கண்ணோட்டப் பரப்பில் ஏற்படுத்தப்பட்ட கரும் புள்ளியின் பகுதி மின்னணுக்களின் தாக்குதலுக்கு உணர்வில்லாமல் செய்துவிடுகின்றது. படக்குழாய்களில் குறை யணுத் தாக்குதல் ஒளிர்ப்பியை உணர்வில்லாமல் செய்து விடுகிறது. அதனால் மின்னணுக்களால் ஒளிர்ப்பியல் உண்டாக்கப்

படும் ஒளி குறைந்துவிடுகிறது. இந்தக் குறை காந்த விலகல் முறையில் மட்டுமே இருக்கிறது. மின்விலகல் முறையில் இத்தகைய குறையணுப் பொட்டு இல்லை.

வரிக்கண்ணோட்டத்திற்காகப் பயன்படுத்தப்படும் மின்னணுக் கற்றையை விலக்குவதற்கு காந்த முறை, மின் முறை ஆகிய இரண்டுமே பயன்படுத்தப்படுகிறது. 45°-க்குக் குறைவான விலகல் கோணத்தோடு 7000 வோல்ட் முடுக்க மின்னழுத்தத்தில் இயங்குகிற படக்குழாய்களில் மின் விலகல் முறையும், விலகல் கோணமும், முடுக்க மின்னழுத்தமும் அதிகமாக உள்ள படக் குழாய்களில் காந்த விலகல் முறையும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பயிற்சிகள்

க. கோடிட்ட இடங்களைச் சரியான சொற்களால் நிரப்பவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. கற்றையின் மின்னோட்டத்தையும் அதன் முடுக்க மின்னழுத்தத்தையும் பெருக்கி வரும் பெருக்கற்பலன் கற்றையின் ——— ஆகும்.
2. ஆற்றல் அடர்த்தி வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் ——— மிக அதிகமாக இருக்கிறது.
3. படக்கூறின் (picture element) பரப்பளவு என்பது ஒரு வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் ——— ஆகும்.
4. கற்றை மின்னோட்டம் குறைந்தால் கற்றையின் குவியம் ——— ஆகிறது.
5. மின்னணுத் துப்பாக்கியிலுள்ள குவிக்கும் மின்முனை களின் அமைப்புக்கு (system of focussing electrodes) ——— என்று பெயர்.
6. கற்றையின் மின்னோட்டத்தை மாற்றினால் அதன் ——— மாறுகிறது.
7. மின்னணுக்களின் திசைவேகம் அவற்றின் ——— பொறுத்திருக்கிறது.
8. மின்னணு காந்தப் புலத்திற்குள் நுழைந்த பிறகு அதன் பாதை ஒரு ——— அமைகிறது.
9. தொடக்கத்தில் வட்டமான குறுக்கு வெட்டுடைய மின்னணுக் கற்றை, சீரற்ற காந்த அல்லது மின்புலத்

திருல் விலகல் அடைந்த பிறகு தட்டையான ——— மாறுகிறது.

10. படக்குழாய்களில் ——— ஒளிர்ப்பியை உணர்வில்லாமல் செய்துவிடுகிறது.

உ. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் கற்றை ஆற்றல் அடர்த்தி (அ) பொட்டின் ஓரத்தில் மிகுதியாயும் நடுவில் குறைந்தும் இருக்கும், (ஆ) பொட்டின் நடுவில் மிக அதிகமாகவும் வெளியே சுற்றளவை நோக்கிச் செல்லச் செல்ல செப்பமாகக் குறைந்தும் இருக்கும். (இ) பொட்டின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஒரே சீராக இருக்கும், (ஈ) பொட்டின் ஒவ்வொரு பகுதியும் ஒவ்வொரு அளவாக (சீரற்று) இருக்கும்.

2. இயக்கத்திலிருக்கும் சீரான வட்ட வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் பயனுறு உயரம்

   (அ) π (ஆ) $\frac{\pi}{2}$ (இ) $\frac{\pi}{4}$ (ஈ) $\frac{\pi}{8}$

3. பொட்டின் பயனுறு உயரத்தையும் பயனுறு அகலத்தையும் சரிசெய்ய உதவுவது

   (அ) முடுக்க மின்னழுத்தம் (ஆ) குவிய கட்டுப்பாடுகள் (இ) திரையின் பரப்பு (ஈ) எதிர் முனை.

4. 'வெட்டு' கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தம் என்பது

   (அ) கட்டுப்பாட்டு, மின் முனையில் செலுத்தப்படும் நேர் மின்னழுத்தம், (ஆ) எதிர் முனையில் மின்னணுக்களைக் கட்டுப்படுத்தும் நேர் மின்னழுத்தம், (இ) எதிர் முனையிலிருந்து மின்னணுக்கள் வெளிவருவதை முற்றிலும் நிறுத்த கட்டுப்பாட்டு மின்முனையில் செலுத்தப்படும் எதிர் மின்னழுத்தம் (negative voltage), (ஈ) எதிர் முனையிலிருந்து வரும் மின்னணுக்களை விரைவுபடுத்தும் மின்னழுத்தம்.

5. மின்னணுத் துப்பாக்கியிலுள்ள குவிக்கும் மின்முனைகளின் அமைப்புக்கு (system of focussing electrodes) பெயர் (அ) நேர் மின்முனை, (ஆ) எதிர் மின்முனை, (இ) கட்டுப்பாட்டு மின்முனை, (ஈ) மின்னணு வில்லை.

6. இரண்டாவது மின்னணு வில்லையின் குவிக்கும் செயல் (focussing action) (அ) உருளை வடிவ மின்முனைகளினுடைய விட்டங்களின் தகவினை மட்டும் பொறுத்தது, (ஆ) மின்முனைகளில் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தங்களின் தகவினை மட்டும் பொறுத்தது, (இ) உருளை வடிவ மின்முனைகளினுடைய விட்டங்களின் தகவினையும் மின்முனைகளில் செலுத்தப்பட்ட மின்னழுத்தங்களின் தகவினையும் பொறுத்தது, (ஈ) படிவங்காட்டியின் வடிவத்தைப் பொறுத்தது.

7. 525 வரிகொண்ட அமெரிக்க தொலைக்காட்சி அமைப்பில் அதன் பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டத்தில் செங்குத்து புலம் வினாடிக்கு 60 முறை மேலும் கீழும் நகரவேண்டும். இதனால் அதனுடைய சுழற்சிக் காலம் செங்குத்து வரிக் கண்ணோட்டத்திற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் நேரம் (period of complete cycle)

(அ) $\frac{1}{30}$ நொடி; (ஆ) $\frac{1}{60}$ நொடி; (இ) $\frac{1}{6}$ நொடி;

(ஈ) $\frac{1}{525}$ நொடி.

8. 525 வரிகொண்ட அமெரிக்க தொலைக்காட்சி அமைப்பில் கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்டத்தை உண்டாக்கும் புலவிசை நொடிக்கு 15,750 தடவைகள் முன்னும் பின்னும் நகர வேண்டும். எனவே, ஒரு முழு சுழற்சிக்குக் கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கு (one complete cycle) எடுத்துக்கொள்ளும் காலம்

(அ) 6.35 மைக்ரோ நொடி, (ஆ) $\frac{1}{525}$ நொடி,

(இ) $\frac{1}{15750}$ நொடி, (ஈ) $\frac{1}{1575}$ நொடி.

ங. கீழ்க்காணும் வினாக்களுக்கு விடை கூறவும்

1. வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றைக்கு வேண்டிய அடிப்படைத் தேவைகளை விளக்கவும்.
2. மின்னணுத் துப்பாக்கி என்றால் என்ன? இருவகை மின்னணுத் துப்பாக்கிகளை விளக்கவும்.
3. நிலைமின் துப்பாக்கியின் அமைப்பையும் அதன் செயல் முறையையும் தெளிவான படத்துடன் விளக்கவும்.

4. நிலைக்காந்த துப்பாக்கியின் அமைப்பையும் செயல்முறையையும் படத்துடன் விளக்கவும்.
5. மின்னணுத் துப்பாக்கியின் மின்னணுக் கற்றையில் செல்லும் மின்னணுக்களின் திசைவேகத்திற்கான கோவையைப் (expression) பெறவும்.
6. மின்விலகல் அமைப்பில் மின்னணுக் கற்றையின் விலகலுக்கான (deflection) கோவையைக் காணவும்.
7. மின் விலகல் அமைப்பிலுள்ள இணை விலக்குத் தகடுகளினால் ஏற்படும் குறை யாது ? அந்தக் குறை எவ்வாறு நீக்கப்படுகிறது ?
8. காந்த விலகல் அமைப்பில் மின்னணுக் கற்றையின் விலகலுக்கான கோவையைக் காணவும்.
9. காந்த விலகல் இணைப்புச் சட்டத்தை விளக்கவும்.
10. குவிய மாற்றம் (defocussing), குறையணுப் பொட்டு (ion spot) ஆகியவற்றை விளக்கவும்.
11. காந்த விலகலுக்கும், மின் விலகலுக்கும் உள்ள சிறப்புக் கூறுகளை விளக்கவும்.

6. படக்கருவிகள்
(Cameras)

சேமக் கோட்பாடு (Storage Principle)

தொலைக்காட்சி அமைப்பில் தொடக்கத்தில் இருக்கும் கருவி காட்சிகளைப் படம் பிடிக்கிறது. இதனைப் படக்கருவி (camera) என்கிறோம். இறுதியில் இருக்கும் கருவி (தொலைவிலுள்ள) காட்சிகளைக் காட்டும் கருவி. இதனைப் படக்குழாய் (picture tube) என்கிறோம். படக்கருவியில் முக்கியமான இரண்டு பகுதிகள் இருக்கின்றன. ஒன்று படம் குவிக்கப்படும் மொசைக் திரை (mosaic screen); மற்றொன்று மின்னணுத் துப்பாக்கி (electron gun). படக்கருவியிலுள்ள மொசைக் திரையில் காட்சியிலிருந்து வரும் ஒளி படும்போது மின்னோட்டம் வருகிறது. இந்த மின்னோட்டத்திற்கு ஒளி மின்னோட்டம் (photo-electric current) என்று பெயர். இந்த ஒளி மின்னோட்டம் மிகக் குறைவாகவேயிருக்கும். இதனை மிகுதிப்படுத்துவதற்கு மின்னணுப் பெருக்கம் (electron multiplication), மின்னேற்ற சேமம் (charge storage) என்ற இரு கோட்பாடுகள் பயன்படுகின்றன. மின்னோட்டப் பெருக்கத்திற்கு, படிவங்காட்டியிலும் (iconoscope), ஆர்த்திகனிலும் (orthicon) சேமக் கோட்பாடு பயன்படுத்தப்படுகிறது; படிவ ஆர்த்திகனில் (image orthicon) மின்னணுப் பெருக்கம், மின்னேற்ற சேமம் ஆகிய இரு கோட்பாடுகளும் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன.

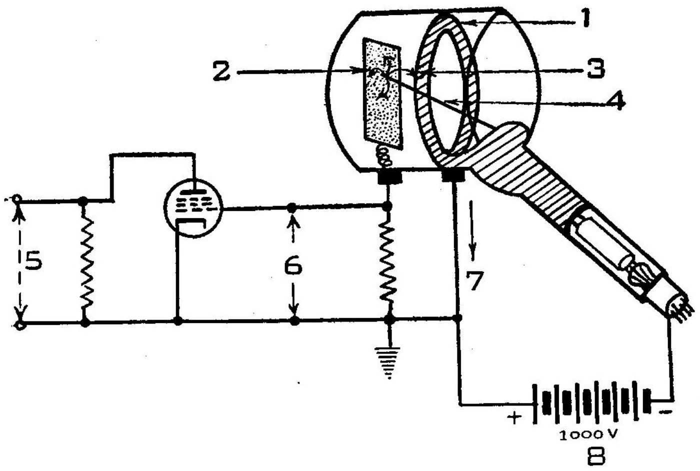
சேமக் கோட்பாட்டில் (storage principle) இயங்கும் படிவங்காட்டியில் ஒவ்வொரு வரிக்கண்ணோட்டமும் முடியும்வரை மின்னேற்றம் (charge) படிவப் புள்ளியில் (image spot) சேர்த்து வைக்கப்பட்டு அந்த மின்னேற்றம் முழுவதும் வரிக்கண்ணோட்டம் முடிந்ததும் நீக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு முழுவரிக்கண்ணோட்டமும் முடியும் கால அளவிற்குப் படக்காலம் (picture period) என்று பெயர். எனவே, ஒவ்வொரு படக்காலத்தின் இறுதியிலும் படக்கூறில் (picture element) சேர்த்துவைக்கப்பட்ட மின்னேற்றம் நீக்கப்படுகிறது. இதனால் இறுதியில் கிடைக்கும் ஒளி மின்னோட்டத்தின் அளவு படக்கூறுகளின் (picture element) எண்ணிக்கைக்கு ஏற்ப மிகுதியாகிறது.

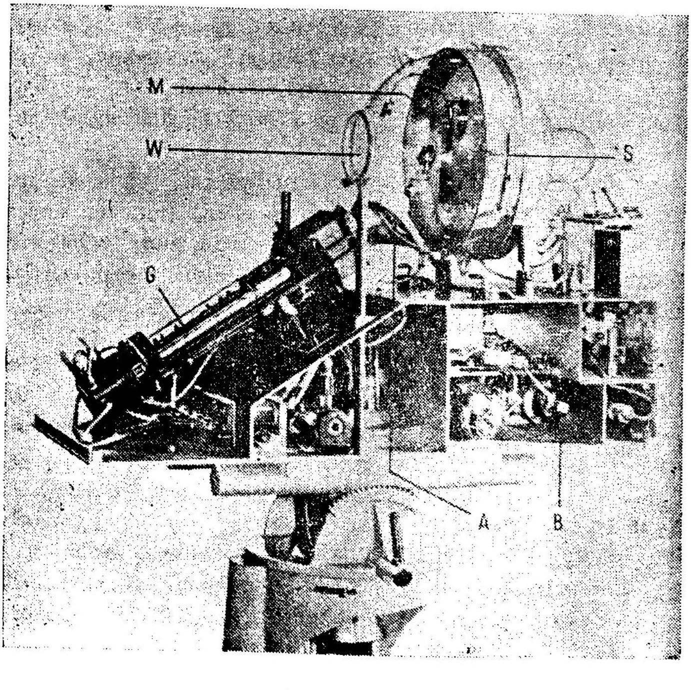
படிவங்காட்டி (Iconoscope)

சேமக் கோட்பாடும் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யும் எதிர் முனைக் கதிர் கற்றையும் (cathode ray beam) படிவங்காட்டிக்கு (iconoscope) [icono—image—படிவம் ; scope—view—காட்டி] அடிப்படையாக அமைகின்றன. சேமக் கோட்பாட்டைப் பயன் படுத்தும் முதல் படக்கருவி படிவங்காட்டியாகும். இது 1925-ல் V. K. சுவோரிகன் (V. K. Zworykin) என்பவரால் புத்தமைக்கப் பட்டது. நவீன தொலைக்காட்சியின் தலைக்கோல் (முதல் படி) (corner stone) என்று இதனை அழைக்கலாம். 1932-லிருந்து 1939-வரை இதுவே தொலைக்காட்சி பரப்பிகளில் பயன்படுத்தப் பட்டது. 1939-ல் இதையே திருத்தி, சீராக்கி ஆர்த்திகன் (orthicon) என்றும் பெயரிடப்பட்டது. 1945-ல் ஆர்த்திகனில் மேலும் சில திருத்தங்களைச் (improvements) செய்து இதனைப் படிவ ஆர்த்திகன் (image orthicon) என்று அழைத்தனர். மற்ற படக்கருவிகள் பயன்படுத்தப்பட்ட இடத்தில் இப்போது படிவ ஆர்த்திகன் பயன்படுத்தப்படுகிறது. என்ருலும், கல்வித் துறையிலும், படத்துறையிலும், திரைப்படங்கள் காட்டுவதிலும் (film pick up) படிவங்காட்டி இன்னும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

படிவங்காட்டியில் இரு முக்கிய பகுதிகள் இருக்கின்றன. ஒன்று, படிவங் குவிக்கப்படும் மொசைக் திரை (mosaic screen), மற்ருென்று மின்னணுத் துப்பாக்கி (electron gun). மொசைக் திரையின் அமைப்பு பற்றியும், அதன் செயல் முறை பற்றியும் இங்குக் காண்போம். [படம் 6-1 (a) & (b)].

மொசைக் திரை என்பது வில்லை அமைப்பினுல் (lens system) ஒளிப்படிவங்கள் (optical images) குவிக்கப்படும் பரப் பாகும். இந்த மொசைக் பரப்பு (surface) இரு முக்கிய மின் பண்புகளைப் (electrical characteristics) பெற்றிருக்கிறது. (1) ஒளி மின் நுட்பம் (photo-electric sensitivity), (2) உயர் பக்க நுட்பம் (high lateral sensitivity). முதல் பண்பு, பரவும் ஆற்றலின் (radiant energy) கிளர்ச்சியினுல் (excitation) மொசைக் பரப்பி லிருந்து மின்னணுக்களை வெளிவரச் செய்கிறது. இரண்டாவது பண்பு, மொசைக் பரப்பின் வழியே மின்னணுக்களை ஓடச்செய் கிறது. இதன் காரணமாக, ஒளிமின் உமிழ்தலினுல் (photo-electric emission) ஏற்படும் மின்னேற்றச் சேர்க்கை (charge configuration) பாதுகாத்து வைக்கப்படுகிறது. இந்த மின்னேற்றச் சேர்க்கை மாருமல் நீண்ட நேரத்திற்குத் தொடர்ந்து இருக் கும். சில தனிப் படிவங்காட்டிகளில் பலமணி நேரங்கூட





படம் 6-1 (a) & (b)

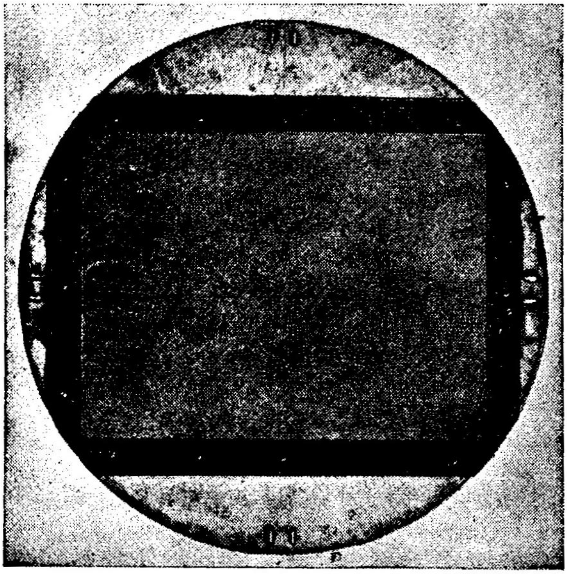
படிவங்காட்டி படக் கருவிக் குழாயின் கூறுகள்

1. சேர்ப்பி நேர் முனை; 2. மொசைக்குக்குத் திரும்பும் துணை மின்னணுக்கள்; 3. சேர்ப்பி நேர் முனையால் சேர்க்கப்பட்ட துணை மின்னணு; 4. வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை; 5. பெருக்கப்பட்ட ஒளிர்வு சைகை; 6. ஒளிர்வு சைகை; 7. சேர்க்கப்பட்ட துணை மின்னணுக்களின் மின்னோட்டம்; 8. முடுக்க மின்னழுத்தம்.

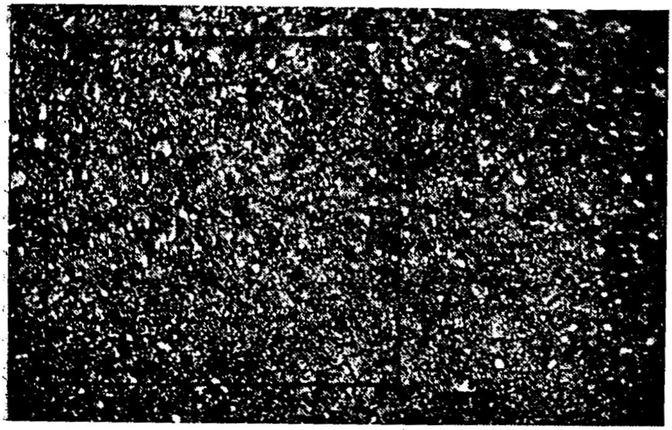
இந்த மின்னேற்றச் சேர்க்கை மாருமல் நீண்ட நேரத்திற்குத் தொடர்ந்து இருக்கும். சில தனிப் படிவங்காட்டிகளில் பல மணி நேரங்கூட இந்த மின்னேற்றச் சேர்க்கை மாருமல் இருப்பதுண்டு. மேலும், பரவும் ஆற்றல் எவ்வளவு நேரம் மொசைக் பரப்பில் விழுகிறதோ அவ்வளவு அதிகமாக மின் னேற்றம் சேர்த்து வைக்கப்படுகிறது. இந்த அதிக அளவு எந்த மின்னழுத்த அளவுக்கு (மட்டத்திற்கு) (potential levels) குழாய்களை அமைத்திருக்குமோ அந்த அளவைப் பொறுத்தது. மொசைக் பரப்பின் ஒளிமின் பண்பையும், மின்சேமம் பண்பையும் (photo-electric and charge storage functions) முழுவதையும் பயன்படுத்திஞல் படிவப் பகுப்பியைவிட (image dissector) 1,50,000 மடங்கு படிவங்காட்டி நுட்பமானதாக (sensitive) இருக்கும். ஆனால், வழக்கத்தில் படிவப் பகுப்பியைவிட படிவங் காட்டி 100 மடங்கே நுட்பமானதாக இருக்கிறது.

படிவங்காட்டியிலுள்ள மொசைக் (திரை) எப்படி செய்யப் படுகிறது என்று காண்போம். சீரான தடிப்புள்ள (ஏறத்தாழ 0·001 அங்குலம்) மைக்கா தகட்டில் வெள்ளி ஆக்ஸைடு பொடி (silver oxide powder) மிக மெல்லியதாகப் பூசப்படுகிறது. பிறகு ஒரு அடுப்பில் வைத்து அது சூடாக்கப்படுகிறது (heated in a oven). வெப்பத்திஞல் வெள்ளி ஆக்ஸைடு தூய வெள்ளியாக மாறுகிறது. உருகிய வெள்ளி மிக மிகச்சிறிய உருள் மணிகளாக உறைகிறது. மிக அதிகமாக உருப்பெருக்கப்பட்ட வெள்ளி உருள் மணிகளைக் கொண்ட மைக்காப் பரப்பைப் படத்தில் காணலாம். ஒவ்வொரு உருள்மணியும் 0·001 அங்குலத்திற்குக் குறைவான விட்டத்தை உடையன. உருள்மணி ஒவ்வொன்றும் தனித்தனியாகப் பிரிக்கப் பட்டுள்ளன. ஒவ்வொரு மணிக்கும் இடையிலும் மைக்கா இருப்பதால் ஒவ்வொன்றும் மற்றதிலிருந்து காப்புச் செய்யப்படு கிறது (insulated). மொசைக் திரை செய்யப்படும்போது உருள் மணிகள் மைக்காத் தகட்டில் ஒரே சீராக இருக்கும்படி செய்யப் படுகிறது. என்ருலும், தகட்டில் ஆங்காங்கே சில சீரற்ற தன்மைகள் இருக்கத்தான் செய்யும். அப்படியிருந்தாலும் வரிக் கண்ணோட்டக் கற்றையின் பரப்போடு ஒப்பிடும்போது உருள் மணிகள் சிறியதாக இருப்பதால் தகடு முழுவதும் ஒவ்வொரு படக்கூறிலும் (picture element) உருள்மணிப் பகிர்வு (distribution of globules) ஒரே சீராக இருப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

சீசியம் (cesium) ஆவியைக் குழாய்க்குள் செலுத்தி, தீயக வாயு மண்டலத்தில் (atmosphere of oxygen) மின்சாரத்தைப் (glow discharge) பாய்ச்சி வெள்ளி உருள்மணிகள் ஒளியுணர்வு



படிவங்காட்டியின் மொசைக் பரப்பு



படம் 6.2. (a) & (b)
மொசைக் பரப்பின் உருப்பெருக்கம்

(photo sensitive) உடையதாக ஆக்கப்படுகின்றன. வெள்ளி உருள்மணிகள்மீது வெள்ளி ஆக்ஸைடு பரப்பு, சீசிய ஆக்ஸைடு, சிறிதளவு தூய சீசியம் இவை எல்லாம் சேர்ந்து அதை ஒளி யுணர்வு உடையதாக்குகின்றன. உருள்மணிகள்மீது சீசிய உலோகம் பூசப்படும்போது அவற்றிற்கு இடையிலுள்ள மைக்கா காப்புகளின்மேல் சீசியம் படியாமல் மிகவும் விழிப்போடு இருக்க வேண்டும். இவ்வாறு மைக்காவின் முன்பக்கம் எண்ணற்ற சிறு சிறு வெள்ளி உருள்மணிகள் நிறைந்த 'மொசைக்' ஆக இருக்கிறது. ஒவ்வொரு உருள்மணியும் ஒளி மின்கலத்திலுள்ள (photo electric cell) எதிர்முனை (cathode) போல் ஒளி உணர்வு கொண்டது.

இந்த வகை மொசைக் மிகவும் ஒளி உணர்வு கொண்டது என்றாலும், நிறமாலையின் சிவப்பு, அகச் சிவப்பு பகுதிகளுக்கு ஒரு முன்னுரிமையைக் (preference) கொடுக்கிறது. எனவே, வெள்ளி உணர்வூட்டுதல் (silver sensitizing) என்ற முறையினால் சிவப்பிற்குக் கொடுக்கும் முக்கியத்துவம் (emphasis) திருத்தப்படு கிறது. அதே நேரத்தில் படிவங்காட்டியின் உணர்வையும் அதிகப்படுத்துகிறது. இந்த முறையில் சீசியம் ஆக்ஸைடு பரப்பு ஏற்பட்டவுடன் சிறிதளவு வெள்ளியைக் குழாய்க்குள் வைத்து டங்ஸ்டன் இழையினால் சூடாக்கப்படுகிறது. ஆவியாக்கப்பட்ட வெள்ளி மொசைக் மேல் படிகிறது. எனவே, படிவங்காட்டியை எதிர்முனைக் கதிர்க்குழாயும் எண்ணற்ற ஒளி மின்கலங்களும் சேர்ந்த ஒரு (சேர்க்கை) கூட்டமைப்பு (combination) என்று கூறலாம்.

குழாய்க்குள் செருகுவதற்கு முன் மொசைக் தகட்டின் மறுபுறம் (அதாவது மைக்காவின் மறுபக்கம்) பிளாட்டினத்தினால் (sputtered platinum) 'சைகைப் பூச்சு' (signal coat) என்று சொல்லப்படும் ஒரு வகை பூச்சு பூசப்படுகிறது. இந்தப் பிளாட் டின பூச்சு வரிக்கண்ணோட்டத்தின்போது சைகையை வெளி மின் சுற்றுக்கு மாற்றும் மின்வழியாகப்(முனையாக)(electrode) பணி புரிகிறது. மைக்காவின் மறுபுறத்திலுள்ள பிளாட்டினப் பூச்சுக்கு சைகைத் தகடு (signal plate) என்று பெயர். எனவே, மைக்கா வின் ஒரு புறத்தில் ஒளியுணர்வுள்ள—ஒளிமின் விட்டத்தைத் தூண்டும்—உருள்மணிகளும், மறுபுறத்தில் மின்கடத்தும் பிளாட் டினமும், இவை இரண்டிற்குமிடையில் மைக்கா காப்பும் அமைந் துள்ளது. எனவே, பிளாட்டின சைகைத் தகட்டோடு சேர்ந்து ஒவ்வொரு உருள்மணியும் ஒரு மின்தேக்கியாகச் (condenser) செயல்படுகிறது. அதாவது படிவங்காட்டியின் மின் இயக்கத்தில்

மொசைக் பரப்பிலுள்ள ஒவ்வொரு உருள்மணியும் ஒரு சிறிய ஒளிமின் குழாயின் எதிர்முனையாக (photo tube cathode) செயல் படுகிறது. ஒவ்வொரு எதிர்முனையும், உருள்மணிக்கும், மைக்காவின் மறுபுறத்திலுள்ள சைகைப் பூச்சுக்கும் இடையிலுள்ள மின் தேக்குத் திறன் (electrical capacitance) வழியாக வெளிச் சுற்றுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. பரவும் ஆற்றல் (radiant energy) ஒவ்வொரு உருள்மணியின்மீதும் படும்போது மின்னனுக்கள் உருள்மணிகளிலிருந்து வெளியேற்றப்படுவதால் மின் தேக்கி மின்னேற்றமுடையதாகின்றது. கதிர் வீச்சு உருள்மணியில் நிலைத்திருக்கும்போது மின்தேக்கியில் மின்னேற்றம் நிலைத் திருக்கின்றது.

இந்த நேரத்தில் மின்னணுத் துப்பாக்கியிலிருந்து வரும் மின்னணுக் கற்றையை மொசைக் பரப்பின்மேல் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் அமைப்பில் (in the pattern of scanning lines) செலுத்தி வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகிறது. மொசைக் பரப்பின் மேலுள்ள ஒவ்வொரு உருள்மணிகளின்மீதும் மின்னணுக் கற்றை படும்போது இழந்த மின்னணுக்களை அவை திடீரென்று பெறுகிறது. அதனால் மின்தேக்கி மின்னேற்றத்தை இழக்கிறது. இந்தத் திடீர் மின்னிழப்பு (discharge) மின்தேக்கி (capacitance) வழியாகச் சைகைப் பூச்சுக்குச் செயல்பட்டு, சைகைப் பூச்சோடு இணைக்கப்பட்டிருக்கும் சைகை மின்சுற்றில் (signal circuit) மின்னோட்டத் துடிப்பாகத் (current impulse) தோன்றுகிறது. ஆகவே, வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை ஒவ்வொரு வரியிலும் நகரும்போது உண்டாகும் மின் துடிப்புகள் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படும் உருள்மணிகளின் மேலுள்ள ஒளி ஆற்றல் பாயம் (radiant flux) அளவுகளை ஒத்திருக்கின்றன. இந்தச் சிறு, சிறு மின் தூண்டல்கள் எல்லாம் ஒன்று சேர்ந்து ஒவ்வொரு படக்காலத்திற்கு (picture period) ஒரு முறை (ஒரு விநாடியில் 10-ல் ஒரு பங்கு நேரத்தில்) சைகை மின்சுற்றில் செலுத்தப்படுகிறது. மிகச் சிறு அளவாக இருக்கும் இந்த மின்னோட்டம் பெருக்குச் சுற்றுக்குள் (amplifying circuit) செலுத்தப்பட்டு பெருக்கப்படுகிறது. பின்னர் அங்கிருந்து தொலைக்காட்சி அமைப்பின் அடுத்த நிலைக்குச் செல்கிறது.

ஆர்த்திகன் (Orthicon)

1939ஆம் ஆண்டின் முற்பகுதியில் அயாம்ஃச் (Iams), ரோஃச் (Rose) என்ற இருவரும் ஆர்த்திகனஸ்கோப் (orthiconoscope) என்ற புதிய சேமவகைப் படக்கருவியைச் (storage type camera) செய்தார்கள். ஆர்த்திகனஸ்கோப் என்பது ஐகனஸ்கோப்பில்

(படிவங்காட்டி) சில முன்னேற்றங்களைச் செய்து அமைக்கப்பட்ட கருவியாகும். இங்குக் குழாயிலிருந்து வெளிவரும் மின்னோட்டத் திற்கும் (output current) மொசைக்கில்படும் ஒளிர்வுக்கும் (mosaic illumination) உள்ள வரைகோடு ஒரு நேர்க்கோடாகும் (ortho-straight). எனவேதான் இந்தக் கருவிக்கு ஆர்த்திகனஸ்கோப் (ortho + iconoscope = orthiconoscope) என்று பெயர் வந்தது. ortho என்றால் straight = நேர் என்று பொருள். எனவே, ortho + iconoscope = orthiconoscope — என்பதை நேர்ப் படிவங் காட்டி என்று சொல்லலாம். ஆனால், ஆங்கிலத்தில் 'orthiconoscope' என்பதை ஆர்த்திகன் (orthicon) என்று சுருக்கமாகச் சொல்வதால் தமிழிலும் ஆர்த்திகன் என்றே சொல்லலாம். இந்தக் குழாய், படிவங்காட்டியிலிருந்த தலையான தடைகளில் பலவற்றை நீக்கியது. இதில் போலிச் சைகைகள் (spurious signals) கிடையா.

ஆர்த்திகனிலுள்ள மொசைக்கில் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யும் மின்னணுக்கள் குறைந்த திசைவேகத்தை (low velocity) உடையவை. மொசைக்கில் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யக் குறைந்த திசைவேகமுள்ள மின்னணுக்களைக் கொண்ட கற்றையைப் பயன் படுத்துவதே ஆர்த்திகனின் கோட்பாடாகும். படிவங்காட்டியில் (iconoscope) மின்னணுக் கற்றை மிகுந்த திசைவேகத்தை (ஏறத் தாழ 1,000 ev—எலக்ட்ரான் வோல்ட்) உடையவை. இந்த மிகுந்த திசைவேகமுள்ள மின்னணுக்கள் மொசைக் பரப்பின்மேல் பட்டுத் துணை மின்னணுக்களைத் (secondary electrons) தூண்டுகின்றன. இந்தத் துணை மின்னணுக்கள் இரண்டு முக்கியமான வேலைகளைச் செய்கின்றன. ஒன்று விரும்பத்தக்கது; மற்றது விரும்பத்தகாதது. (1) மொசைக் பரப்பிலிருந்து திரட்டப்படும் துணை மின்னணுக் களின் வேறுபாடு புலனுறு சைகை மின்னோட்டத்தைச் (video-signal current) சேர்த்து உருவாக்குகிறது. (2) மொசைக் பரப்பி லிருந்து திரட்டப்படாத துணை மின்னணுக்கள் மீண்டும் மொசைக் மேல் விழுந்து, போலிச் சைகைகளை (spurious shading signals) உண்டாக்குகின்றன.

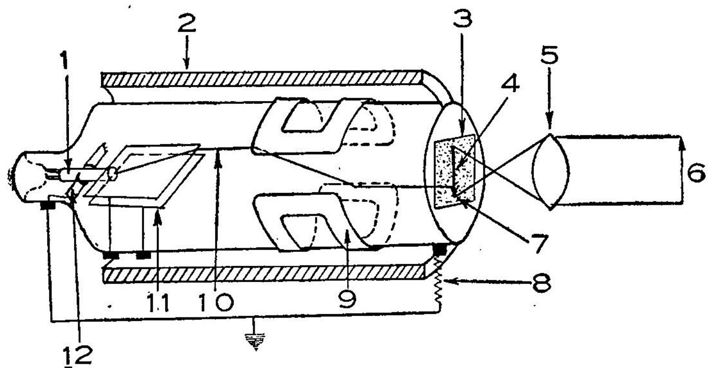
புதிய குழாயாகிய ஆர்த்திகனில் வரிக்கண்ணோட்டத்திற் காகப் பயன்படுத்தப்படும் மின்னணுக்கள் குறைந்த திசை வேகத்தை உடையன. எனவே, அவற்றால் துணை மின்னணுக் களை வெளிப்படுத்த முடிவதில்லை. இதன் விளைவாகப் போலிச் சைகைகள் உண்டாவதில்லை. ஆனால், அதே நேரத்தில் துணை மின்னணுக்களும் திரட்டப்படுவதில்லை. அதனால் புலனுறு

சைகையும் (video signal) கிடைப்பதில்லை. என்றாலும், அவற்றிற்குப் பதிலாக வரிக்கண்ணோட்ட மின்னணுக்களைத் திரட்ட முடியும். சேர்க்கப்பட்ட இந்த மின்னோட்டத்தில் ஏற்படுகின்ற வேறுபாடே குழாயினுடைய பயனுள்ள மின்னோட்டமாக வெளிவருகிறது. துணை மின்னணுக்கள் வெளிவராததால் சேமிக்கப்பட்ட மின்னேற்றத்தில் (stored charge) இழப்பு ஏற்படுவதில்லை. அதன் காரணமாக உண்டாகும் திறமைக் குறைவும் ஏற்படுவதில்லை. மேலும், ஒளி மின்னணுக்களை (photo-electrons) சேர்ப்பதற்காகக் கிடைக்கும் புலம் (field) மொசைக்கிலிருந்து வெளிவருகிற எல்லா மின்னணுக்களையும் நீக்குவதற்குப் போதுமானதாக இருக்கிறது. இந்த இரண்டு வினைகளே ஆர்த்திகனுடைய திறமையின் உயர்வுக்குக் (high efficiency) காரணமாகின்றன.

ஆர்த்திகனின் வரிக்கண்ணோட்ட மின்னணுக்கள் குறைந்த திசைவேகத்தை உடையன எனக் கண்டோம். இந்தக் குறைந்த திசைவேக மின்னணுக்களைக் கொண்டு மொசைக்கில் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்வது இந்தக் குழாயிலுள்ள முதன்மையான தொல்லையாகும். அதாவது வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பின் (pattern) குவியம் மாறாமலும் (defocussing), உருத்திரிபு (distortion) இல்லாமலும் குறைந்த திசைவேக மின்னணுக் கற்றையை உண்டாக்குவதும், விலக்குவதும் இதிலுள்ள தொல்லையாகும். குறைந்த திசைவேக மின்னணுக் கற்றை (வழி) தவறி வருகிற (stray) மின் புலங்களாலும், காந்தப் புலங்களாலும் குழப்பத்திற்குள்ளாக்கப்படுகின்றன. ஆனால், போதுமான காப்பினால் (shielding) இந்தத் தொல்லையைத் தவிர்க்கலாம். ஆனால், இதிலுள்ள மிக முக்கியமான விளைவு குவியமாற்றம் (defocussing) ஆகும். இந்தக் குவியமாற்றம் வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை மொசைக்கின்மேல் செங்குத்தாக விழாததனால் உண்டாகிறது. மொசைக்கின்மேல் எல்லா இடங்களிலும் வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை செங்குத்தாக விழும்படி வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றையை விலக்கச் சில தனி முறைகள் (means) கையாளப்படுகின்றன.

குவியமாற்ற விளைவு (defocussing effect) என்றால் என்ன என்று சிறிது விரிவாகக் காண்போம் மின்னணுத் துப்பாக்கியின் எதிர்முனையிலிருந்து புறப்பட்டு, எதிர்முனையின் மின்னழுத்தத்தில்(cathode potential) வைக்கப்பட்டுள்ள மொசைக்கிற்கு முடிவில் வந்து சேரும் ஒரு மின்னணுக் கற்றையை எடுத்துக்கொள்வோம். மின்னணுக்கள் மொசைக்கிற்கு வந்து சேர்ந்ததும் திருப்பி அனுப்பப்படுகின்றன. மின்னணுக்கள் வரும் வழி மொசைக்கிற்குச் செங்குத்தாக இருக்குமானால் அவை எந்த வழியில்

வந்தனவோ அதே வழியில் திரும்பிச் செல்லும். அப்படியில்லாமல் மின்னணுக்கள் சாய்வு கோணத்தில் (oblique angle) மொசைக்கை வந்தடையுமானால் அவற்றின் படுகோணத்திற்குச் சமமான கோணத்தில் அவை மொசைக்கிலிருந்து திருப்பப்படுகின்றன. மின்னணுக்கள் மொசைக்கில் படுகின்ற இடத்தில் அவை மொசைக் பரப்பைவிட்டுப் புறப்படுவதற்கு முன், மொசைக் பரப்பின்மேல் மிகச் சிறிய தூரம் வழுக்கிச் (glide) செல்கின்றன. இதன் விளைவாக மொசைக் பரப்பின்மேல் மின்னணுக் கற்றை தொடுகின்ற புள்ளி வரையறுக்கப்படுவதில்லை (not defined); அதாவது கற்றை சரியாகக் குவிக்கப்படுவதில்லை.



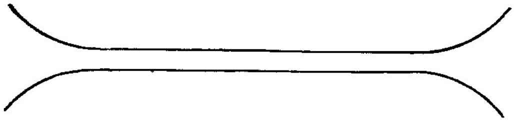
படம் 6-3(a)

ஆர்த்திகன் படக்கருவியின் கூறுகள்

1. மின்னணுத் துப்பாக்கி; 2. அச்சுக் காந்தப் புலத்தை உண்டாக்கும் சுருள்; 3. ஒளி ஊடுருவும் இருபக்க மொசைக்; 4. படிவம்; 5. வில்லை; 6. பொருள்; 7. மொசைக்கைச் செங்குத்தாகத் தாக்கும் வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை; 8. வெளிவரு சைகை; 9. செங்குத்து விலக்குச் சுருள்கள்; 10. வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை; 11. கிடைமட்ட விலக்குத் தகடுகள்; 12. சேர்ப்பி மின்முனை.

மொசைக்கின் எல்லாப் புள்ளிகளிலும் வரிக்கண்ணோட்டம் செங்குத்தாக இருக்கக் கீழ்க்காணும் முறைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. படம் 6-3(a)-ல் காட்டியுள்ளபடி, காந்தப் புலங்களும், மின்புலங்களும் சேர்ந்து மின்னணுக் கற்றையைக் கிடைமட்டமாக விலக்குகின்றன. காந்தப் புலம் குழாயைச் சுற்றியுள்ள கம்பிச் சுருளில் இருந்து கிடைக்கிறது. இந்தக் காந்தப் புலம் குழாயின் அச்சில் இருக்கிறது. இந்தக் காந்தப் புலத்தினால் மின்னணுத் துப்பாக்கியிலிருந்து வரும் மின்னணுக்களை இந்த அச்சுப் புலம் (axial field) குழாயின் மறுமுனையிலுள்ள மொசைக்கை நோக்கி வழிப்படுத்த முயல்கிறது. இரண்டுவிலக்குத்

தகடுகளுக்கு (deflecting plates) இடையில் உண்டாக்கப்பட்ட குறுக்கு மின்புலம் (transverse electric field) இந்த அச்சுக் காந்தப் புலத்தின் (axial magnetic field) மேல் சுமத்தப்படுகின்றது. ஒரு மின்னணு இந்தத் தகடுகளுக்கிடையிலுள்ள பகுதியில் நுழைந்ததும் அது நேர்த் தகட்டை (positive plate) நோக்கிச் செல்லும்படி தூண்டப்படுகிறது. அப்படிப் போகும்போது அது காந்த விசையின் அச்சுக் கோடுகளைத் (axial lines) தாண்டிச் செல்லவேண்டியிருக்கிறது. அவ்வாறு தாண்டிச் செல்லும்



படம் 6-3(b)
விலகல் தகடுகளின் குறுக்குவெட்டு

போது மின்னணு ஒரு சுழற்று இயக்கத்திற்கு (cycloidal motion) உள்ளாக வேண்டியிருக்கிறது. இந்தச் சுழற்று இயக்கம் மின்னணுவைப் பக்கவாட்டில் (sidewise) [அதனுடைய இயக்கத்தின் இயல்பான கோட்டிற்குச் செங்குத்தாகவும் விலக்குத் தகடுகளின் தளங்களுக்கு இணையாகவும்] விலக்குகிறது. மின்னணுக்களின் இந்தப் பக்கவாட்டு இயக்கமும் முன்னோக்கு இயக்கமும் சேர்ந்து கற்றையை விலகும்படி செய்கின்றன. மின்னணுக்கள் விலக்குத் தகடுகளுக்குள் இருக்கும்வரை இந்த விலகல் தொடர்கிறது. ஆனால் தகடுகளைவிட்டு வெளியே வந்ததும் மின்னணுக்கள் பக்கவாட்டு இயக்கத்தை இழந்து காந்த மண்டலத்தின் அச்சுக் கோடுகளுக்கு இணையாகத் தன் பயணத்தைத் தொடர்கிறது. அதன் பின்னர் கற்றை மொசைக்கை நேர் கோணங்களில் தாக்குகிறது.

மின்னணுக் கற்றையின் சுழற்று இயக்கத்தைக் கட்டுப்படுத்துவது சிறிது தொல்லையான செயலாகும். எனவே, விலகல் தகடுகளின் ஓரங்களை வளைத்து அதனுல் ஓரப் புலத்தை (fringing field) ஏற்படுத்தி அந்த மின்புலத்திற்குள் கற்றையைச் சிறுகச் சிறுக நுழைத்து ஓர் எளிதான (smoother) பக்கவாட்டு இயக்கம் உண்டாக்கப்படுகிறது. இந்தப் பக்கவாட்டு இயக்கம் முன்னோக்கு இயக்கத்திற்குச் செங்குத்தாக நிகழும்படியும், அதன் வீச்சு (amplitude) விலகல் தகடுகளுக்கிடையிலுள்ள புலத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்படியும் செய்ய முடியும். முடிவாக, வழக்கத்திலுள்ள வரிக்கண்ணோட்ட இயற்றிகளையே (scanning generator) கிடைமட்ட விலகலை உண்டாக்கப் பயன்படுத்தலாம.

செங்குத்து விலகலை உண்டாக்கக் குறுக்குக் காந்தப் புலத்தை (transverse magnetic field) உண்டாக்கும் சுருள் ஒன்று பயன் படுத்தப்படுகிறது. இந்தக் குறுக்குப் புலம் (transverse field) அச்சுப் புலத்தோடு (axial field) சேர்ந்து மின்னணுக் கற்றைக்குச் சுருள் வடிவ இயக்கத்தைத் தருகிறது. ஆனால், இந்தச் சுருள் வடிவங்கள் (helices) மிகச் சிறியவையானதால் அவை வரிக் கண்ணோட்ட இயக்கத்தின் (scanning motion) நுட்பத்தோடு (accuracy) குறுக்கிடுவதில்லை. இதன் முடிவு, வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை மொசைக்கின் எல்லாப் புள்ளிகளிலும் செங்குத்தாக விழுவதால் குழாய்க்குள்ளேயே தரப்படுத்தப்பட்ட வரிக் கண்ணோட்ட அமைப்பு (scanning pattern) அமைக்கப்படுகிறது.

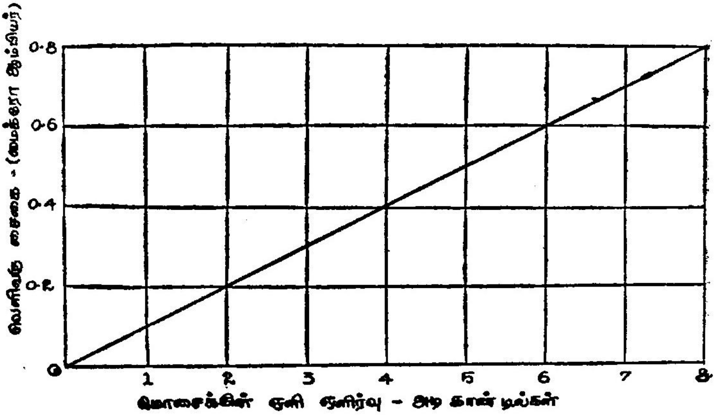
ஆர்த்திகனின் இயக்கம்

தொலைக்காட்சியில் அனுப்பவேண்டிய படம் ஆர்த்திகனி லுள்ள ஒளி கசியும் மொசைக்கின் (transluscent mosaic) மேல் குவிக்கப்படுகிறது. இந்தப் படிவம் சேமிக்கப்பட்ட மின்னேற் றத்தில் (stored charge) ஒரு படிவத்தை (image) உண்டாக்கு கிறது. மொசைக்கின் பின்புறம் விழுகின்ற வரிக்கண்ணோட்ட மின்னணுக்களினால் மின்னேற்றப் பகிர்வு சமநிலைக்குக் கொண்டு வரப்படுகிறது. வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை ஒரு குறிப்பிட்ட நேரத்தில் மொசைக்கின் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் தாக்குகிறது. படிவத்தினுடைய ஒளியூட்டத்தினால் (illumination) மொசைக் கின் மேலுள்ள அந்தப் புள்ளி முன்னமேயே மின்னேற்றத்தை இழந்திருக்குமானால், வரிக்கண்ணோட்ட மின்னணு சேர்க்கப் பட்டுவிடும். அவ்வாறு அந்தப் புள்ளியில் சேர்க்கப்பட்ட அந்த மின்னணுக்களின் எண்ணிக்கை, அந்தப் புள்ளியில் படும் ஒளி யூட்டத்தின் அளவைப் பொறுத்தது. இவ்வாறு மொசைக்கில் ஒவ்வொரு புள்ளியும் அதனுடைய தேவைக்கேற்ப சமநிலைக்குக் (equilibrium) கொண்டுவரப்படுகின்றது. மொசைக் மின்னழுத் தத்தில் ஏற்படும் மாறுபாடுகள் வழக்கம்போல் சைகை மின் சுற்றுக்கு (signal circuit) அனுப்பப்படுகின்றன.

படக்கருவிக்குள் வைப்பதற்கு வசதியாக அளவை செய்யப் பட்ட (standard) ஆர்த்திகன் குழாய் ஏறத்தாழ 18 அங்குலம் நீளமும், 4 அங்குல விட்டமும் கொண்டதாக இருக்கிறது. மொசைக் $7\frac{3}{4}$ அங்குலம் உயரமும், $2\frac{5}{16}$ அங்குலம் அகலமும் கொண்டதாகும். இது குழாயின் ஒரு முனைக்கருகில் வைக்கப் பட்டுள்ளது. இதன் காரணமாகப் பொருளின் படிவத்தை மொசைக்மேல் குவிக்கச் சிறிய விட்டமும் குறு குவியமும் (short

focus) உள்ள வில்லை பயன்படுத்தப்படுகிறது. இந்த மொசைக்கின் பிரிவீடு 500 வரிகளுக்கு மேற்பட்டதாகும்.

இதன் கற்றை முடுக்க மின்னழுத்தம் (beam accelerating voltage) [250 வோல்ட்] குறைவானது. கற்றை மின்னோட்டம் (beam current) ஒரு மைக்ரோ ஆம்பியருக்கு (μa) மேல் அதிகமாவதில்லை. அடுத்த (சுமை) மின்தடையின் (load - resister) மதிப்பு 1,00,000 முதல் 5,00,000 ஓம்களாகும். 5,00,000 ஓம் மின் தடையுள்ளபோது ஓர் அடி-கேண்டில் (1 ft-c) மொசைக் ஒளியூட்டத்திற்கு மொசைக்கிலிருந்து வெளிவரும் மின்னழுத்தம் 50 மில்லி வோல்ட்டுகள் (mv) ஆகும். ஆர்த்திகனுடைய ஒளி உணர் திறன் (luminous sensitivity) படிவங்காட்டியின் ஒளி உணர் திறனைவிட 6 மடங்கு மிகுதியானது. ஒளியை மின்சாரமாக மாற்றுகிற ஆர்த்திகனின் மாற்றுப் பண்பு (transfer characteristic)



படம் 6-4
ஆர்த்திகனின் (வகை 1840) மாதிரி மாற்றுப் பண்பு

கிட்டத்தட்ட நேர்க்கோட்டுத் தன்மை (approximately linear) உடையதாகும். மொசைக் ஒளியூட்டம் ஏறத்தாழ 10 அடி-கேண்டில் இருக்கும் வரை இந்த நேர்க்கோட்டுத் தன்மை இருக்கிறது. மொசைக் ஒளியூட்டம் 10 அடி-கேண்டில் அளவைவிட அதிகரிக்கும்போது தெவிட்டுநிலை (saturation) ஏற்படுவதால் ஆர்த்திகனின் மாற்றுப் பண்பு நேர்க்கோட்டுத் தன்மையை இழக்கிறது. படிவங்காட்டியில் இருப்பது போலவே ஆர்த்திகனிலுள்ள மொசைக்குக்கும் சைகை மின்சுற்றுக்கும் இடையிலுள்ள காப்பு (insulation) மின்தேக்கியாக (condenser) வேலை செய்கிறது.

இதன் வழியாக நேர் மின்னோட்டம் (direct current) செல்ல முடியாது.

மொசைக்கின்மேல் ஒளியூட்டத்தின் அளவு அதிகமாகும் போது ஆர்த்திகனின் நிலைப்பாடு (stability) மாறிவிடுகிறது. அதாவது ஒளியூட்டம் திடீரென்று அதிகமாகும்போது மொசைக்கில் உண்டாகும் படிவம் ஓரிரு விநாடிகளில் மறைகிற பெரிய வெள்ளை அல்லது சாம்பல் நிறப் பரப்பினால் மறைக்கப்படுகிறது (blocked out). திடீரென்று ஏற்படும் மிகுந்த ஒளியூட்டத்தினால் மொசைக்கிலிருந்து வெளிவரும் மின்னணுக்களின் அளவு மிக அதிகமாக இருப்பதால், வரிக்கண்ணோட்ட மின்னணுக்களால் மின்னிறக்கம் (discharge) செய்ய முடிகிற அளவைவிட மொசைக் அதிகமாக நேர் மின்னேற்றத்தைப் பெறுவதே இந்த விளைவுக்குக் காரணம். ஒளியூட்டம் நீக்கப்படுகிறபோது நேர் மின்னழுத்தம் தானாகவே கசிந்து மறைந்துவிடுகிறது. படிவங்காட்டியைவிடப் பலவகைகளிலும் ஆர்த்திகன் சிறப்புற்றிருந்தாலும் இன்று அது வழக்கிழந்துவிட்டது. அதற்குப் பதிலாகப் படிவ ஆர்த்திகன் (image orthicon) என்ற மற்றொரு கருவி பயன்படுத்தப்படுகிறது. படிவ ஆர்த்திகன் ஆர்த்திகனைவிடப் பல நூறு மடங்கு உணர்திறன் பெற்றது. மிகப் பரந்த ஒளியூட்ட நெருக்கத்தில் (range) நிலைப்பாட்டுடன் (stability) இயங்குகிறது.

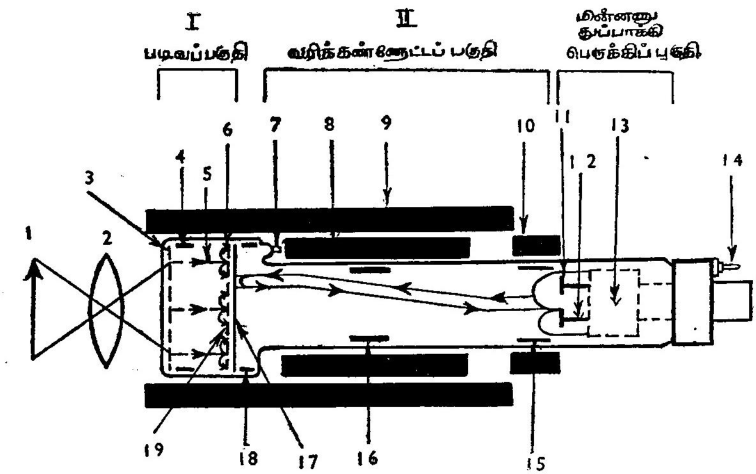
படிவ ஆர்த்திகன் (Image orthicon)

ஆர்த்திகனில் பல முன்னேற்றங்களைப் புகுத்திப் படிவ ஆர்த்திகன் (image orthicon) ஆக்கப்பட்டது. இந்தப் புதுக் குழாயை 1945ஆம் ஆண்டில் ரோஸ் (Rose), வெய்மர் (Weimer), லா (Law) என்ற மூவரும் சேர்ந்து செய்து முடித்தார்கள். இதில் ஆர்த்திகனின் சிறப்புக் கூறுகளும்(features), மின்னணுப் பெருக்கமும் (electron multiplication) இருக்கின்றன.

அமைப்பு

படிவ ஆர்த்திகனின் அமைப்பு படம் 6-5-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இது, இரண்டு முக்கியப் பகுதிகளில் ஆர்த்திகனில் இருந்து மாறுபட்டிருக்கிறது. (1) ஆர்த்திகனின் மொசைக்கில் இலக்கு (target) மட்டுமே இருக்கும். ஆனால், படிவ ஆர்த்திகனின் மொசைக் ஒளி எதிர் மின்முனை (photo cathode), இலக்கு (target) ஆகிய இரண்டு புதிய மின்முனைகளை உள்ளடக்கும்படி விரிவுபடுத்தப்பட்டிருக்கிறது. (2) ஆர்த்திகனின் மொசைக்கில் கிடைக்கும் மின்னோட்டத்தைப் பெருக்க வழியில்லை; ஆனால் படிவ ஆர்த்திகனில் குழாயிலிருந்து வெளியே எடுப்பதற்கு முன்

அலைப்பண்பேற்றப்பட்ட கற்றை மின்னோட்டத்தின் (modulated beam current) அளவைப் பெருக்குவதற்கு ஒரு மின்னணுப் பெருக்கி (electron multiplier) சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. மற்ற வகைகளில் படிவ ஆர்த்திகனின் செயல்முறை ஆர்த்திகனைப் போன்றதே.



படம் 6-5(a)

படிவ ஆர்த்திகன் படக்கருவிக் குழாய்

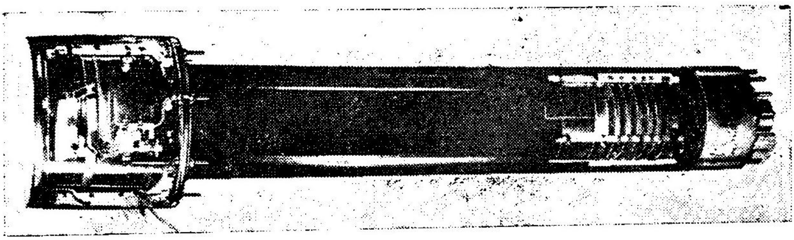
1. ஒளிப்படிவம்; 2. படக்கருவி வில்லை; 3. ஒளி எதிர்முனை; 4. படிவ முடுக்கி; 5. ஒளி மின்னணுக்கள் (மின்னணுப் படிவம்); 6. துணை மின்னணுக்கள்; 7. ஊசி இணைப்புகள்; 8. கிடைமட்ட, செங்குத்து விலக்குச் சுருள்கள்; 9. குவிக்கும் சுருள்; 10. வரிசைப்படுத்து சுருள்; 11. கிரிட் எண் 2-ம், டைனோடு எண் 1-ம்; 12. மின்னணுத் துப்பாக்கி; 13. ஐந்துநிலை மின்னணுப் பெருக்கி; 14. ஊசி இணைப்பு; 15. கிரிட் எண்-3; 16. கிரிட் எண் 4-ம் சுவர்ப் பூச்சும்; 17. கண்ணாடிப் படிவத்தகடு; 18. எதிர்முடுக்கி கிரிட் எண்-5; 19. கம்பிவலைத் திரை.

படிவ ஆர்த்திகனிலுள்ள ஒளி எதிர் மின்முனை என்பது ஒரு மெல்லிய கண்ணாடித் தகடாகும். அதன் முன்புறம் பொருளை நோக்கி உள்ளது. பின்புறத்தில் மின் கடத்தும் (electrically conducting) தொடர்ந்த ஒளி உணர்திறனுள்ள பரப்பு ஒன்று (photo sensitive surface) படிய வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த வகைப் பரப்பு ஆர்த்திகன், படிவங்காட்டி இவற்றிலுள்ள மொசைக்கைவிட அதிகமான ஒளிமின் உணர்திறன் (photo-electrical sensitivity) உடையது. மேலும், இந்தப் பரப்பில் சேமிப்பு (storage) இல்லாததால் ஒளியூட்டம் அதிகமாகும்போது ஒளி மின்னணுக்கள் வெளிவருவது, திடீரென்று குறைவது அல்லது

தெவிட்டிய நிலை உண்டாவது போன்ற போக்கு (tendency) ஏற்படுவதில்லை.

படிவ ஆர்த்திகனின் இயக்கம்

பரப்பப்படவேண்டிய பொருளின் ஒளிப்படிவம் (optical image) குழாயின் உள்பக்கத்திற்கு அருகிலுள்ள ஒளி எதிர்முனை மேல் குவிக்கப்படுகின்றது. ஒளி எதிர்முனையின் இந்த ஒளி யூட்டம் ஒரு மின்னணுப் படிவத்தைத் (electron image) தோற்று விக்கிறது. இந்தப் படிவம் ஒளி எதிர்முனைக்கு அடுத்துள்ள இலக்கு மின்முனைக்கு (target electrode) இழுக்கப்படுகிறது.



படம் 6-5(b)
படிவ ஆர்த்திகன்

இலக்கு என்பது குறைந்த தடைக் கண்ணாடியில் (low resistivity glass) செய்யப்பட்ட மிகமெல்லிய தகடாகும். மின்னணுப் படிவம் இலக்கைத் தாக்கும்போது துணை மின்னணுக்கள் வெளிவருவ தால் மின்னணுப் பெருக்கம் (electron multiplication) ஏற்படு கின்றது. இதனால் ஒளியூட்டத் தோற்றுவாயை (source of illumination) நோக்கி முன்பக்கத்தின்மேல் மின்னேற்றப் படிவம் (charge image) ஒன்று உருவாகிறது. கண்ணாடி இலக்கு (glass target) குறைந்த மின்தடை உள்ளதால் மின்னேற்றம் 0.004 மி.மீ. தடிப்புள்ள இலக்கினுடைய பரப்பின்மேல் பக்கவாட்டில் பரவுகிறது. பக்கவாட்டில் கடக்கும் பாதையினுடைய குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பளவு மிகமிகச் சிறியதாக இருப்பதால் பட வரிக் கண்ணோட்ட இடைநேரமாகிய 1/30 விநாடியில் பக்கவாட்டுக் கசிவால் (lateral leakage), படிவம் பரவுவது அதிகமாக இருப்ப தில்லை.

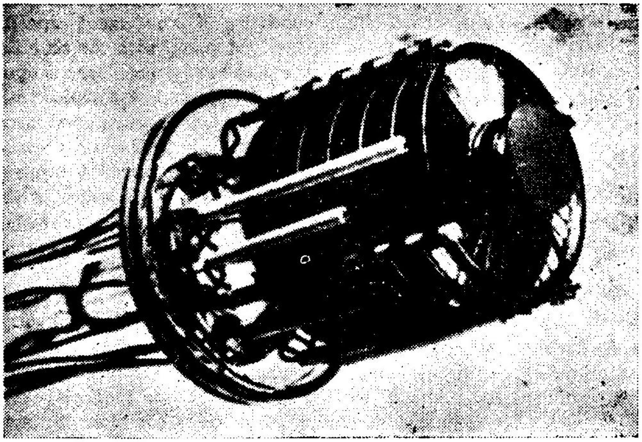
இலக்கினுடைய முன்பரப்பிலிருந்து வெளிவரும் துணை மின் னணுக்கள் இலக்குத் திரையால் திரட்டப்படுகின்றன. இலக்குத் திரை (target screen) என்பது இலக்குக்கு இணையாகவும் இலக்கி

விருந்து 0.002 அங்குலம் பிரித்தும் வைக்கப்பட்ட ஒரு மின்முனை யாகும். உயர்தரப் (high quality) படிவம் உண்டாக்கப்பட வேண்டுமானல் இலக்கு, இலக்குத் திரை ஆகிய இரண்டும் மிகவும் (accurately) சமதளமாகவும், இணையாகவும் இருக்க வேண்டும். மேலும், இலக்குத் திரை ஒளி எதிர்முனையிலிருந்து இலக்குக்குச் செல்லும் மிக அதிகமான ஒளி மின்னணுக்களைத் தடுக்கக்கூடாது. மேலும், இலக்குத் திரை ஒளி செதுக்கு முறை யினல் (photo engraving technique) செய்யப்படுகிறது. இதில் ஓர் அங்குல நீளத்தில் ஏறத்தாழ 1000 வலைகள் (meshes) இருக் கின்றன. வலைகளுக்கு இடையிலுள்ள திறப்புகள் (openings) மொத்தப் பரப்பில் ஏறத்தாழ 75% இருக்கின்றன. இலக்குத் திரை சைகைத் தகடாக (signal plate) வேலை செய்கிறது. அதாவது, எல்லாப் படக்கூறுகளுக்கும் அதுவே பொதுவான ஒரு மின்தேக்கி யாகும்.

இலக்குக் கண்ணுடியின் குறைந்த தடையின் காரணமாக வரிக்கண்ணேட்டத்திற்கான மின்னேற்றப் படிவம் (charge image) இலக்கின் மறுபுறத்தில் கிடைக்கிறது. இலக்கு மிக மெல்லியதாக இருப்பதாலும், இலக்கின் தடிப்போடு ஒப்பிடும்போது ஒவ்வொரு படக்கூறின் உருவ அளவுகள் (dimensions) பெரிதாக இருப்ப தாலும் இலக்கு வழியாகச் செல்லும் பாதை எளிதிற் கடத்தியாக (good conductor) இருக்கிறது. இதன் விளைவாகக் குறைந்த திசை வேக வரிக்கண்ணேட்ட மின்னணுக்கள் இலக்கின் மறுபுறத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியை அணுகும்போது, அந்தப் புள்ளி யினுடைய நேர் மின்னேற்றத்திற்குச் சரி விகிதத்தில் (in propor- tions) இலக்கில் அவை ஒட்டிக்கொள்கின்றன. இந்த மின் னேற்றம், ஒளி எதிர்முனையில் வெளியிடப்பட்ட மின்னணுக்களால் தூண்டப்பட்ட துணை மின்னணுக்களின் அளவினைப் (magnitude) பொறுத்ததாகும். இவ்வாறு ஆர்த்திகனைப் போலவே மின்னணுத் துப்பாக்கிக்குத் திரும்பிவரும் வரிக்கண்ணேட்ட மின்னணுக்கள் படிவத்தின் ஒளிப் பாயத்திற்கேற்ப (radiant flux) பண்பேற்றப்படு கிறது. படிவ ஆர்த்திகனின் சைகைப் பண்பேற்றத்தின் (signal modulation) அளவு (magnitude) ஆர்த்திகனைவிட மிக அதிக மாகும். இதற்குக் காரணம், ஒளி எதிர்முனையில் (photo cathode) ஒளி மின்னணுக்கள் வெளியிடுதல் மிகத் திறம்பட (efficient) நடை பெறுவது மட்டுமல்லாமல் மின்னணுப் பெருக்கம் இலக்கின் முன் நோக்குப் பரப்பில் ஏற்படுவதுமாகும்.

வரிக்கண்ணேட்ட மின்னணுக்களின் பண்பேற்றப்பட்ட கற்றை மின்னணுத் துப்பாக்கியை அடையும்போது மின்னணுப்

பெருக்கி (electron multiplier) அமைப்பின் முதல் கட்டத்திலுள்ள டைனேடை (dynode) நேருக்கு நேர் சந்திக்கிறது. இந்தக் கட்டத்தில் உண்டாகும் துணை மின்னணுக்கள் நான்கு கட்டங்கள் சேர்ந்த ஊசி உருளைப் (pin-wheel) பெருக்கி அமைப்பிற்குள்



படம் 6-6
படிவ ஆர்த்திகனின் படக்குழாயிலுள்ள சைகை பெருக்கி

செலுத்தப்படுகின்றன. மொத்தத்தில் 5 கட்டங்களிலும் ஏற்படும் மின்னணுப்பெருக்கம் 100 மடங்காகும். கடைசிக் கட்டத்திலிருந்து சேர்க்கப்படும் சைகை மின்னேட்டம் பளுத்தடை (load resistance) வழியாக வெளிவரு சைகை மின்னழுத்தமாகக் (output signal voltage) குழாயிலிருந்து எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

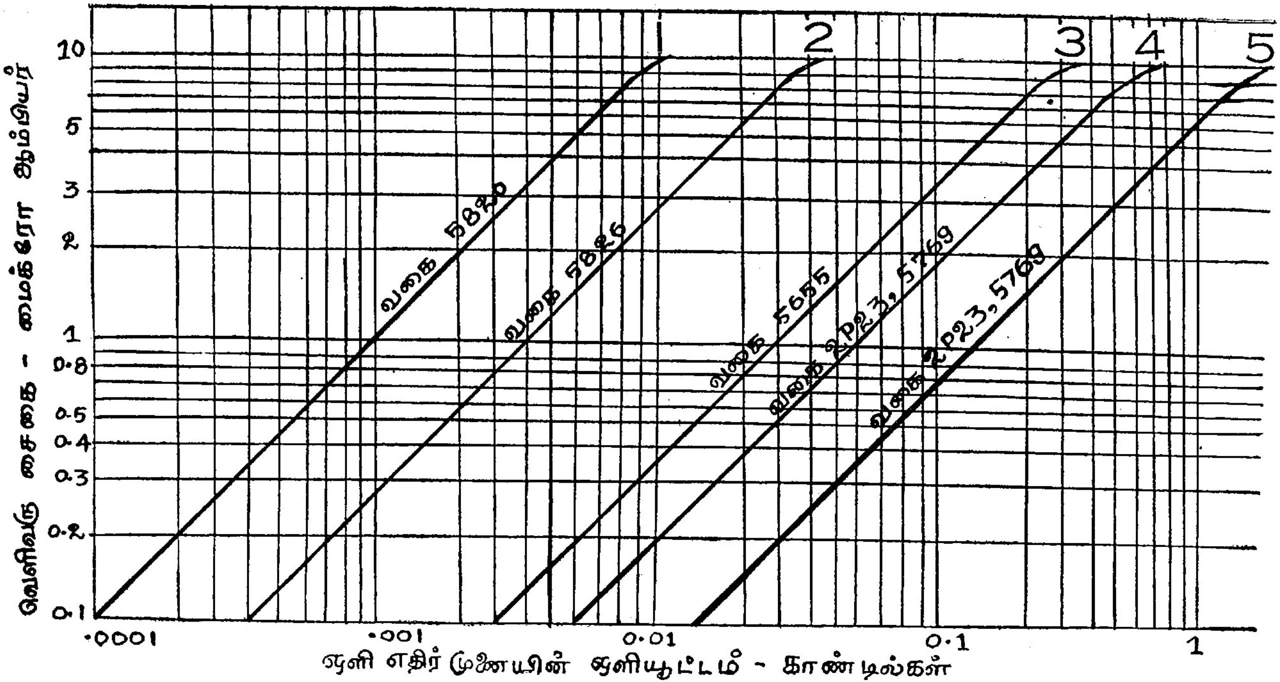
பொதுவாக, ஆர்த்திகன் குழாய் 15 அங்குல நீளமும் 3 அங்குல விட்டமும் கொண்டதாகும். ஒளி எதிர்முனையின் செயல்படு பரப்பு (active area) 1.28×0.96 அங்குலமாகும். (மூலை விட்டம் 1.6 அங்குலம்.) இலக்கு 0-மின்னழுத்தத்திலும், ஒளி எதிர் முனை—400 வோல்ட் மின்னழுத்தத்திலும், இலக்குத் திரை—320 வோல்ட்டிலும் இயக்கப்படுகின்றன. குழாயின் அடிப்பாகத்தில் உள்ள மின்னணுப் பெருக்கியின் ஒவ்வொரு கட்டமும் 200 வோல்ட் மின்னழுத்தத்தில் இயங்குகிறது. கடைசிக் கட்டத்தில் வெளிவரும் மின்னேட்டத்தின் பெரும அளவு (maximum value) ஏறத்தாழ 100 மைக்ரோ ஆம்பியர் (μa) ஆகும். ஒளி எதிர் முனையின் ஒளியூட்டம் 50 அடி-கேண்டிலுக்கு மிஞ்சுதல் கூடாது.

குழாயின் இயக்கு நெடுக்கம் (operating range) 0.0001-லிருந்து 10 அடி-கேண்டில் ஆகும். 100-லிருந்து 1 வரை உள்ள ஒளி யூட்டத்தின் மாற்றுப் பண்பு (transfer characteristic) நேர்க் கோடாக இருக்கிறது. அதன் சாய்வு (slope) 1 ஆகும். இந்த நெடுக்கத்திற்குமேல் (range) தெவிட்டு நிலை ஏற்பட்டுவிடுகிறது. காரணம், இலக்கு மின்னழுத்தம் (target voltage) இலக்குத் திரை மின்னழுத்தத்தைவிட அதிகமாக முடியாது (படம் 6-7).

தொடக்க காலத்தில் செய்யப்பட்ட படிவ ஆர்த்திகன் குழாய் களின் பிரிவீடு, படிவங்காட்டியின் பிரிவீட்டிற்குச் சமமாக இல்லை. ஆனால், அண்மைக் காலத்தில் படிவ ஆர்த்திகனில் செய்யப்பட்ட சில முன்னேற்றங்களின் காரணமாகப் படிவ ஆர்த்திகனின் பிரிவீடு படிவங்காட்டியின் பிரிவீட்டோடு சமமாக்கப்பட்டிருக் கின்றன. நடைமுறையில் 500 கோடுகள் வரை பிரிவீடு பெறப் படுகிறது. விழிப்போடு இயக்கப்படுகிற குழாய்களில் 900 கோடுகள் வரை பிரிவீட்டு (வரம்பு) எல்லை செல்கிறது. இந்த வரம்புப் பிரிவீடு (limiting resolution) இலக்குத் திரையின் வலை யால் முடிவு செய்யப்படுகிறது.

விடிகன் (Vidicon)

விடிகன், ஒளிகடத்தும் (photo conductive) முறையில் பட மெடுக்கும் குழாய் வகையைச் சேர்ந்தது. இது மிகச் சிறிய படக் கருவிக் குழாயாகும். இது பார்ப்பதற்கு எளிமையான அமைப் பைக் கொண்டது. அதே நேரத்தில் படிவ ஆர்த்திகனைப்போல் திறமையுடன் இயங்கவல்லது. குழாயின் கண்ணாடி முனைப்பகுதி யில் ஓர் ஒளிகடத்தும் இலக்கும் (photo conductive target), மறுபுறத்தில் ஒரு மின்னணுத் துப்பாக்கியும் இருக்கின்றன. இது ஓர் அங்குல விட்டமும், 6¼ அங்குல நீளமும் கொண்டது. அளவில் சிறுமையும் உருவில் எளிமையும் கொண்டிருந்த போதிலும் வழக்கமான ஒளியுள்ள அறையில் மிகச் சிறந்த படங் களை எடுக்குமளவுக்கு இந்தக் குழாய் உணர்திறன் (sensitivity) பெற்றது. தொழிலியல் தொலைக்காட்சி (industrial television) போன்ற அடக்கமான இடத்தில் பயன்படுத்தப்படும் சிறு தொலைக் காட்சிக் கருவியில் செயல்படுத்த இது ஒரு நல்ல குழாயாகும். ஒளி குறைவாக உள்ள இடத்தில் படம் எடுக்க இந்தக் குழாய் சிறிது நேரம் எடுத்துக்கொள்கிறது. இதுவே, இந்தக் குழாயைப் பொதுக் காரியங்களுக்குப் பயன்படுத்துவதிலுள்ள ஒரு பெரிய தடையாகும்.

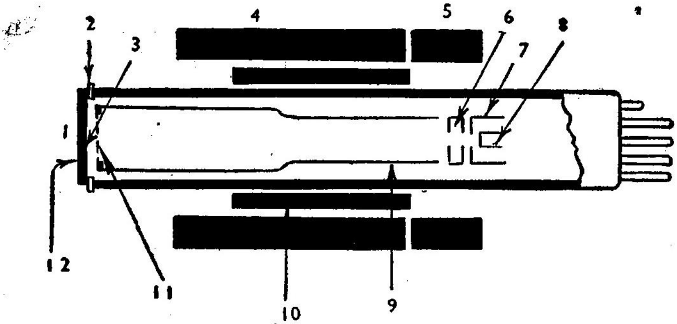


படம் 6-7

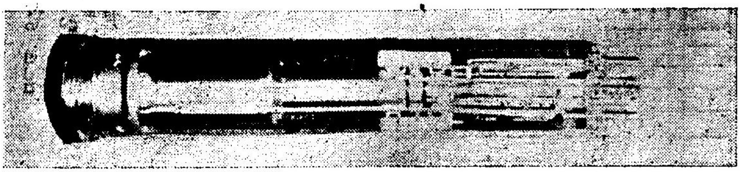
பல்வேறு படிவ ஆர்த்திகன்களின் மாற்றுப் பண்புகள்

1. பகல் ஒளியும் டங்ஸ்டனும்; 2. பகல் ஒளியும் டங்ஸ்டனும்; 3. பகல் ஒளி; 4. பகல் ஒளி; 5. டங்ஸ்டன்,

இலக்கின்மேல் ஒளிப்படிவம் (optical image) குவிக்கப்படும் போது அது ஒரு மின்னேற்றப் படிவத்தை (charge image) உண்டாக்குகிறது. இந்த மின்னேற்றப் படிவத்தைத் துப்பாக்கியில் இருந்து வரும் மின்னணுக் கற்றை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்கிறது. இலக்கின்மேல் படிவத்தின் அளவு ½ அங்குலத்துக்கு



(a)



(b)

படம் 6–8

விடிகன் படக்கருவிக் குழாய் அமைப்பும் இயக்க மின்னழுத்தங்களும்

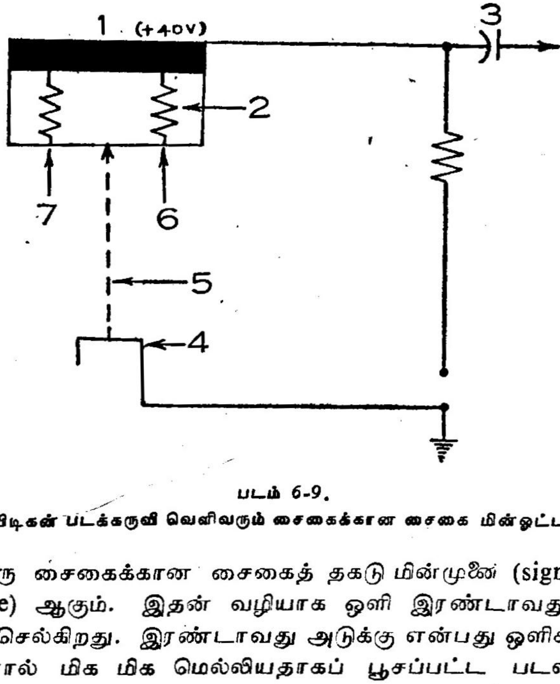
1. ஒளிப்படிவம்; 2. இலக்கு இணைப்பு (20—45 வோல்ட்); 3. இலக்கு; 4. குவிக்கும் சுருள்; 5. வரிசைப்படுத்தும் சுருள்; 6. கிரிட் எண் 2 (300வோல்ட்); 7. கிரிட் எண் 1 (110 வோல்ட்); 8. எதிர்முனை (0 வோல்ட்); 9. கிரிட் எண் 3 (250—300வோல்ட்); 10. கிடைமட்டச் செங்குத்து விலக்குச் சுருள்கள்; 11. கிரிட் எண் 4(250—300 வோல்ட்); 12. கண்ணாடி முகப்புத் தகடு.

⅜ அங்குலமே இருக்கிறது. மூலைகளில் உருத்திரிபைக் (distortion) குறைப்பதற்கு வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படும் திரை, முகப்புத் தகட்டைவிடச் (face plate) சிறியதாக இருக்கிறது. படம் எடுப்பதற்கான சராசரி ஒளியூட்டம் காட்சியில் ஏறத்தாழ 150 அடி-கேண்டில்களாகும்; அல்லது இலக்குத் தகட்டில் (target plate) 1 முதல் 10 அடி-கேண்டில்களாகும். தொலைக்காட்சியில் திரைப் படங்களை (film) எடுப்பதற்குப் படிவங்காட்டி செய்து வந்த வேலையை இப்போது விடிகன் செய்கிறது. அதோடு அதன் பருமன் சிறியதாக இருப்பதால் பல இடங்களுக்கு எளிதாக எடுத்துச்செல்ல வசதியாக உள்ளது; செலவும் குறைவாக

உள்ளது. எனவே, கல்வி, தொழிலியல் தொடர்பான பணிகளுக்கு மூடுசுற்று தொலைக்காட்சியில் (closed-circuit television) பல புதிய பணிகளில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இலக்கு

விடிகனிலுள்ள இலக்கு (target) இரண்டு அடுக்குகளைக் (layers) கொண்டது. ஒன்று, கண்ணாடி முகப்புத் தகட்டின் உட்பரப்பின்மேல் நேரடியாக மின்கடத்தும் பொருளால் பூசப்பட்ட ஒளிபுகும் படலம். இந்த மின்கடத்தி, படக்கருவியின்



படம் 6-9.
விடிகன் படக்கருவி வெளிவரும் சைகைக்கான சைகை மின்ஓட்டம்

வெளிவரு சைகைக்கான சைகைத் தகடு மின்முனை (signal plate electrode) ஆகும். இதன் வழியாக ஒளி இரண்டாவது அடுக்குக்குச் செல்கிறது. இரண்டாவது அடுக்கு என்பது ஒளிகடத்தும் பொருளால் மிக மிக மெல்லியதாகப் பூசப்பட்ட படலமாகும். இந்தப் பூச்சுக்குச் செலினியம் அல்லது ஆன்டிமோனிச் சேர்மங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒளி கடத்தும் தன்மை (photo conductive property) என்பது படுகின்ற ஒளிக்கு ஏற்ப அதன் மின்தடை குறைகிறது என்று பொருள்.

மின்னேற்றப் படிவம்

ஒளி அடுக்கு (photo layer) என்பது இருளில் 0.00003 அங்குலம் தடிப்பிற்குக் கிட்டத்தட்ட 20 மெகா ஓம்கள் மின்

தடை கொண்ட ஒரு மின்கடத்தாப் பொருள் (insulator) ஆகும். படம் 6-8-ல் காட்டப்பட்டிருப்பதுபோல் படுஒளி, மின்தடையை 2 மெகா ஓம்களுக்குக் குறைக்க முடியும். எதிர்முனையைப் பொறுத்து +40 வோல்ட் மின்னழுத்தத்தில் (potential) ஒளி அடுக்கின் படிவப் பக்கம், சைகைத் தகட்டைத் (signal plate) தொடுவதைப் பார்க்கவும். எதிர்ப் பக்கம் மின்னணுக் கற்றையின் வழியாக எதிர்முனைக்குத் திரும்புகிறது. இலக்கின்மேல் படிவம் இருக்கும்போது, துப்பாக்கிப் பக்கமுள்ள ஒளி அடுக்கின் ஒவ்வொரு புள்ளியின் மின்னழுத்தம், +40 வோல்ட்டிலுள்ள சைகைத் தகட்டிற்கான அந்தப் புள்ளியின் மின்தடையைப் பொறுத்திருக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக, குறைந்த (low) மின் தடையுள்ள வெள்ளைப் பரப்பு (white area) சைகைத் தகட்டு மின்னழுத்தத்திற்கு அருகில் (கிட்டத்தட்ட +39.5 வோல்ட்டுகள்) இருக்கலாம். உயர் மின்தடையோடு கூடிய ஓர் இருண்ட பரப்பின் (dark area) மின்னழுத்தம் +35 வோல்ட்டுகளில் குறைவாக இருக்கிறது. இதன் விளைவாக ஒளி அடுக்கின் துப்பாக்கிப் பக்கத்தில் நேர் மின்னழுத்தங்களின் ஓர் அமைப்பு (pattern of positive potentials) ஏற்படுகின்றது. இந்த நேர் மின்னழுத்த அமைப்பு ஒளிப் படிவத்திற்கு ஏற்ற மின்னேற்றப் படிவத்தை உண்டாக்குகிறது. படத்திலுள்ள பெரும வெள்ளை (maximum white) மின்னேற்ற அமைப்பில் மிகுந்த நேர் மின் தன்மை உடையதாகும். இலக்குத் தகட்டின் மேலுள்ள மின்னேற்றப் படிவம் துப்பாக்கியிலிருந்து வரும் மின்னணுக் கற்றையினால் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படுகிறது.

மின்னணுத் துப்பாக்கி

படம் 6-6-ல் காட்டப்பட்டிருப்பதுபோல் விடிகனின் மின்னணுத் துப்பாக்கியில் ஒரு சூடாக்கப்பட்ட எதிர்முனையும் கட்டுப்பாட்டுக் கிரிட்டும் (Grid No. 1), முடுக்கக் கிரிட்டும் (Grid No. 2), குவிக்கும் கிரிட்டும் (focussing grid—Grid No. 3) அடங்கியிருக்கின்றன. கிரிட் 3-ன் நிலை மின்புலம் (electrostatic field), புறக் குவியச் சுருளின் (external focus coil) காந்தப் புலம் ஆகிய இரண்டும் இலக்குத் தகட்டின்மேல் மின்னணுக் கற்றையைக் குவியச் செய்யப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. புற விலக்குச் சட்டம் (external deflection yoke) ஒன்றிலுள்ள கிடைமட்ட, செங்குத்து விலகல் சுருள்களினால் வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கான கற்றை விலகல் உண்டாக்கப்படுகிறது. கிரிட்டுகள் 3-ம், 4-ம் உள்ளாக இணைந்திருப்பதைக் காணலாம். கிரிட்-4 என்பது இலக்குத் தகட்டிற்கு அருகில் சீரான புலத்தைக் கொடுக்கக்கூடிய

ஒரு கம்பி வலையாகும் (wire mesh). 250 முதல் 300 வோல்ட்டு களில் உள்ள கிரிடு 4-உடன் ஒப்பிடும்போது, 20 முதல் 45 வோல்ட்டிலுள்ள இலக்கு குறைந்த மின்னழுத்தத்தில் இருப்ப தால் கற்றையிலுள்ள மின்னணுக்கள் இலக்குத் தகட்டை அடைவதற்குச் சற்று முன்னால் அவற்றின் முடுக்கம் குறைக்கப் படுகிறது. குறைந்த மின்னழுத்தம் மின்னணுக்களின் வேகத் தைக் குறைக்கப் பயன்படுகிறது. இதனால் குறைந்த வேகக் கற்றை, ஒளி அடுக்கிலிருந்து துணை உமிழ்வு (secondary emission) இல்லாமல் மின்னேற்றப் படிவத்தின்மேல் மின்னணுக்களைப் படிய வைக்க முடியும்.

சைகை மின்னோட்டம்

மின்னணுத் துப்பாக்கியை நோக்கியுள்ள ஒளி அடுக்குப் பக்கத்தின்மேல் மின்னேற்ற படிவத்திலுள்ள ஒவ்வொரு புள்ளியும் வெவ்வேறு நேர் மின்னழுத்தத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. பின்னர், கற்றையிலிருந்து மின்னணுக்கள் ஒளி அடுக்குப் பரப் பின்மீது படியச் செய்யப்படுகின்றன. இதனால் சுழி அளவுள்ள (zero) எதிர்முனை மின்னழுத்தத்தை (cathode voltage) நோக்கி நேர் மின்னழுத்தம் குறைக்கப்படுகிறது. இலக்கின்மீது படியாத மிகுதியான மின்னணுக்கள் பின்னால் திருப்பப்படுகின்றன. ஆனால் திரும்பும் கற்றை (return beam) விடிகனில் பயன்படுத்தப் படுவதில்லை.

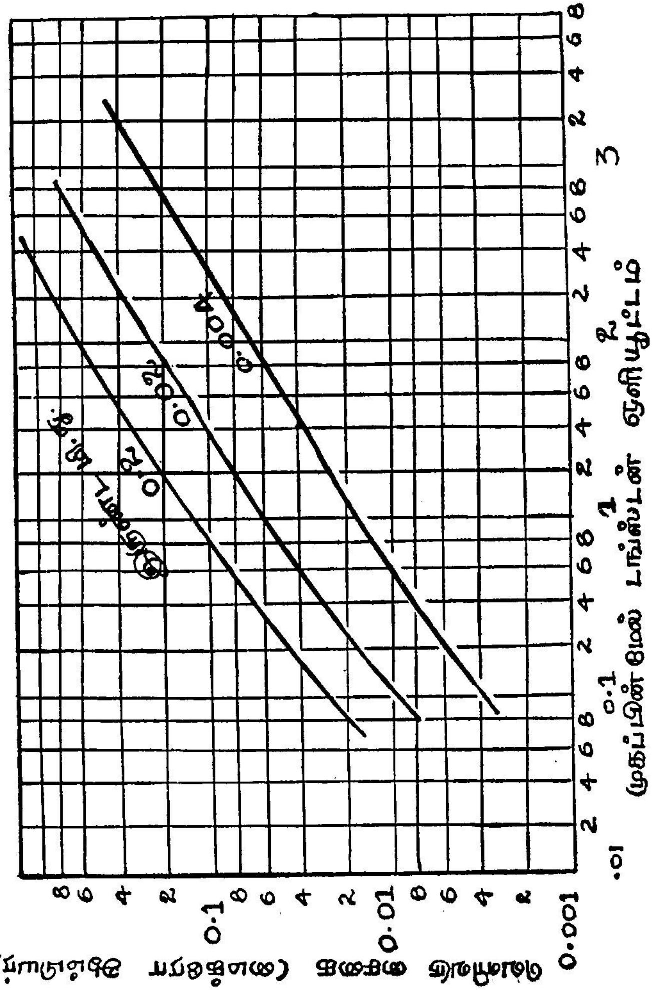
ஒளி அடுக்கின்மேல் மின்னேற்றப் படிவத்திலுள்ள ஒரு வெள்ளைப் படக்கூறைக் (white picture element) கருதுவோம். மின்னணுக் கற்றைத் தாக்குவதற்குச் சற்று முன்னால் சைகைத் தகட்டின்மேல் அதனுடைய நேர் மின்னழுத்தம் +40 வோல்ட் டுக்கு அருகில் இருக்கிறது. பின்னர், மின்னணுக்கள் படிவதால் மின்னழுத்தம் சுழியை நோக்கிக் குறைகிறது. மின்னழுத்தத்தில் ஏற்படும் இந்த மாற்றம் சைகைத் தகடு மின்சுற்றில் சைகை மின் னோட்டத்தை ஓடச் செய்கிறது. இதனால் RL-க்குக் குறுக்கே, வெளிவரு மின்னழுத்தம் (output voltage) உண்டாகிறது. படத் தின் கருமையான பகுதியில் வெள்ளைப் பகுதியைவிட ஒளி அடுக்கு குறைந்த நேர் மின்னேற்றத்தை உடையதால், படிந்த மின்னணுக்கள், சைகை மின்னோட்டத்தில் சிறு மாற்றத்தையே விளைவிக்கின்றன.

ஒளி அடுக்கின் இரண்டு பரப்புக்களுக்கிடையேயுள்ள மின்ன ழுத்த வேறுபாட்டில் (potential difference) ஏற்படுகின்ற மாற்றங் களிலிருந்து சைகை மின்னோட்டம் உண்டாகிறது. இருள் மின் னோட்டம் $0.02\mu a$-க்குச் சரிசெய்யப்பட்டு இலக்கு 1 அடி-

கேன்டில் ஒளியூட்டம் பெறும்போது 0.05 மெகா ஓம்கள் சுமை மின்தடைக்குக் (load resistor) குறுக்கே 0.15 வோல்ட் மின்னழுத்தத் தாழ்வுக்கு (voltage drop) வெள்ளை ஒளி $3\mu a$ சைகை மின்னோட்டத்தை உண்டாக்க முடியும்.

ஒளி-மாற்றப் பண்புகள்

குழாய் முகப்பில் விழும் ஒளியூட்டத்தின் அளவுக்கு ஏற்ப வெவ்வேறு உணர்வு (sensitivity) தேவைகளுக்கு விடிகனின்



6·10. விடிகன் குழாயின் ஒளி-மாற்றப் பண்பு

வெளிவரு மின்னேட்டத்தின் மூன்று வரைகோடுகளைப் (curves) படம் 6-10 காட்டுகிறது. ஒவ்வொரு வரைகோடும் இருள் மின்னேட்டத்தின் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்புக்கு வரையப்பட்ட கோடுகளாகும். இருள் மின்னேட்டம் இலக்கு மின்னழுத் தத்தைச் (target voltage) சரி செய்து அமைக்கப்படுகிறது. இலக்கு மின்னழுத்தத்தை அதிகமாக்கும்போது உணர்வு திறன் (sensitivity), இருள் மின்னேட்டம் ஆகிய இரண்டும் அதிக மாகின்றன. மேலேயுள்ள வரைகோடு—A, உயிர்காட்சியை (live scene) எடுப்பதற்குக் குழாய் முகப்பில் ஒளியூட்டும் 2 அடி-கேண்டில் அளவுக்குக் குறைவாக இருக்கும்போது பெரும உணர்வு திறனைக் (maximum sensitivity) கொடுக்கிறது. இதற்கு இலக்கின் மேல் உள்ள 60 முதல் 100 வோல்ட் மின்னழுத்தம், $0{\cdot}2\mu a$ இருள் மின்னேட்டத்தை உண்டாக்குகிறது. 2 அடி-கேண்டில்களில் வெள்ளை ஒளிகள் (white high lights) $0.3\mu a$ வெளிவரு மின்னேட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. உயிர்காட்சிகளுடன் சராசரி உணர்வு திறனுக்கு இலக்கை 30 முதல் 50 வோல்ட்டுகள் வரை அமைத்தால் $0{\cdot}02\mu a$ இருள் மின்னேட்டம் உண்டாகிறது. 15 அடி-கேண்டில்களில் வெள்ளை ஒளிகள் $0{\cdot}4\mu a$ வெளிவரு மின்னேட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. 100 அடி-கேண்டில்கள் ஒளியூட்டத்துடன் திரைப்படம் எடுக்கும்போது $0.004\mu a$ இருள் மின்னேட்டத்திற்கு இலக்கு 15 முதல் 25 வோல்ட்டுகளில் இருக்கிறது. வெள்ளை ஒளிகளுக்கு வெளிவரு மின்னேட்டம் $0{\cdot}3\mu a$ இருக்கிறது.

பயன்கள்

அமைப்பில் எளிமையும், செயலில் திறமையும் கொண்ட விடிகன் படக்கருவிக் குழாய் பல்வேறு வகைகளில் பயன்படுகிறது. கையடக்கமான இந்தக் கருவியை கல்வி, தொழிலியல், போக்கு வரத்துக் கட்டுப்பாடு, நீர்வழி, வான்வழி போக்குவரத்து, மருத்துவம், விளம்பரம் போன்ற பல்வேறு துறைகளில் பயன் படுத்துகிருர்கள். அதற்கேற்ப இது நான்கு வகையான அமைப்பு கொண்டதாகச் செய்யப்படுகிறது. ஒன்று, ஒரே நிறத்தில் அல்லது வண்ணத்தில் வணிகப் பரப்புதலுக்குத் (commercial broadcasting) திரைப்படத்தைத் தொலைக்காட்சி மூலம் மிகத்தரமான படங்களை அனுப்புவதற்காகச் செய்யப்படு கிறது. மற்ருெரு வகை, தொழிலியலில் மூடுசுற்றுத் தொலைக் காட்சியில் பயன்படும் மிக உணர்வுள்ள விடிகன் ஆகும். மற்ற இரண்டு வகை விடிகன்களும் குறைந்த வெப்பத் திறன் (low heater power) கொண்ட டிரான்சிஸ்டரால் செய்யப்பட்ட

படக்கருவிகளுக்கான குறுகிய விடிகன்களாகும். இவற்றில் ஒன்று, படத்துறையில் கடுமையான அதிர்ச்சிக்கும் (severe shock), அதிர்வுக்கும் (vibration) பயன்படுகிறது. விடிகன் படக்கருவிகள் காலநிலை முன்னறிவிப்பில் (weather forecasting) முன்னேற்றத்தை ஏற்படுத்த பூமியைச் சூழ்ந்துள்ள முகில் கூட்டங்களைப் படமெடுத்து அனுப்பும் செயற்கைக் கோள்களில் பயன்படுகின்றன.

கற்றவை

படிவங்காட்டியில் உள்ள மொசைக் திரையில் வெளியில் உள்ள காட்சியிலிருந்து வரும் ஒளி படும்போது மின்னணுக்கள் வெளிப்படுகின்றன. இந்த மின்னணுக்கள் வெளி மின்சுற்றில் ஓடும்போது மின்னோட்டமாக மாறுகின்றன. ஒளிபடுவதால் கிடைக்கும் இந்த மின்னோட்டத்திற்கு ஒளி மின்னோட்டம் (photo electricity) என்று பெயர். மொசைக் திரையில் கிடைக்கும் ஒளி மின்னோட்டம் மிகச் சிறிதளவே இருக்கும். இதனைப் பெருக்குவதற்கு மின்னணுப் பெருக்கம் (electron multiplication), மின்னேற்ற சேமம் (storage) என்ற இரு கோட்பாடுகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. படிவங்காட்டியில் சேமக் கோட்பாடு பயன்படுத்தப்படுகிறது. சேமக் கோட்பாட்டின்படி (storage principle) படிவங்காட்டியில் ஒவ்வொரு வரிக்கண்ணோட்டமும் முடியும்வரை மின்னேற்றம் படிவப் புள்ளியில் (image spot) சேர்த்து வைக்கப்பட்டு ஒரு வரிக்கண்ணோட்டம் முடிந்ததும் அந்த மின்னேற்றம் முழுவதும் வெளியேற்றப்படுகிறது. இதனால் மிகுதியான மின்னோட்டம் கிடைக்கிறது. படிவங்காட்டியிலுள்ள இரு முக்கியப் பகுதிகள் மொசைக் திரை, மின்னணுத் துப்பாக்கி என்பன. படிவங்காட்டியிலிருந்த சில குறைகளை நீக்கிச் செய்யப்பட்ட ஒரு படக்கருவி ஆர்த்திகன் என்பது. இதில் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யும் மின்னணுக்கள் குறைந்த திசை வேகத்தை உடையவை.

ஆர்த்திகனில் இருந்த சில குறைகளை நீக்கிச் சில முன்னேற்றங்களைப் புகுத்தி, திருத்திச் செய்யப்பட்டது படிவ ஆர்த்திகன் (image orthicon). படிவ ஆர்த்திகனின் மொசைக், ஒளி எதிர் மின்முனை (photo cathode), இலக்கு (target) ஆகிய இரண்டு புதிய மின் முனைகளை உள்ளடக்கிச் செய்யப்பட்டிருக்கிறது. இதுவே படிவ ஆர்த்திகனின் சிறப்புக் கூறு ஆகும். படிவ ஆர்த்திகனின் மொசைக்கிலிருந்து கிடைக்கும் மின்னோட்டத்தைப் பெருக்க ஒரு மின்னணுப் பெருக்கி (electron multiplier) சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது.

விடிகன் என்னும் மற்றொரு படக்கருவிக் குழாய் ஒளி கடத்தும் (photo conductive) முறையில் படம் எடுக்கிறது. வழக்கமான ஒளியுள்ள அறையில் மிகச் சிறந்தப் படங்களை எடுக்கும் அளவுக்கு இந்தக் குழாய் உணர்வுத் திறன் (sensitivity) கொண்டது. தொழிலியல், கல்வி போன்றவை தொடர்பாக அடக்கமான இடத்தில் பயன்படுத்தப்படும் மூடுசுற்று தொலைக் காட்சிக் கருவியில் (closed circuit T. V.) செயல்படுத்த இது ஒரு நல்ல எளிய குழாயாகும்.

பயிற்சிகள்

க. கோடிட்ட இடங்களைச் சரியான சொற்களால் நிரப்பவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. படிவங்காட்டியின் மொசைக் தகட்டில் உள்ள மைக் காவின் மறுபுறத்திலிருக்கும் பிளாட்டினப் பூச்சுக்கு ——— என்று பெயர்.

2. ஒவ்வொரு முழு வரிக்கண்ணோட்டமும் முடியும் கால அளவிற்கு ——— என்று பெயர்.

3. காட்சியிலிருந்து வரும் ஒளி, படக்கருவியில் உள்ள மொசைக் திரையில் படும்போது வரும் மின்னோட்டத் திற்கு ——— என்று பெயர்.

4. படிவ ஆர்த்திகனின் வரம்பு பிரிவீடு (limiting resolution) அதனுடைய இலக்குத் திரையின் ——— முடிவு செய்யப் படுகிறது.

5. ———, ஒளி கடத்தும் (photo conductive) முறையில் படம் எடுக்கும் குழாய் வகையைச் சேர்ந்தது.

6. சேமக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் அமைந்த முதல் படக்கருவிக் குழாய் ——— ஆகும்.

7. சேமக் கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் இயங்கும் படிவங் காட்டியில் உள்ள மொசைக் திரையிலிருந்து இறுதியாகக் கிடைக்கும் ஒளி மின்னோட்டத்தின் அளவு ——— எண்ணிக்கையைப் பொறுத்தது.

8. ஆர்த்திகனின் மொசைக்கில் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யும் மின்னணுக் கற்றை ——— உடையவை.

9. வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை மொசைக்கின் மேல் செங்குத்தாக விழாவிட்டால் உண்டாகும் குறை ———.

10. வரிக்கண்ணோட்டத்தின்போது சைகையை வெளி மின் சுற்றுக்கு மாற்றும் மின்வழியாகப் (electrode) பயன் படுவது சைகைப் பூச்சு (signal coat) எனப்படும் ——— ஆகும்.

11. படிவ ஆர்த்திகனிலுள்ள மொசைக் திரை ——— ——— ஆகிய பகுதிகளை உள்ளடக்கி இருக்கிறது.

12. படிவ ஆர்த்திகனிலிருந்து வெளிவரும் மின்னோட்டத்தின் அளவைப் பெருக்குவதற்கு அதில் ——— சேர்க்கப் பட்டிருக்கிறது.

13. படிவ ஆர்த்திகனிலுள்ள ஒளி எதிர்மின் முனை என்பது ஒரு மெல்லிய ——— ஆகும்.

14. படிவ ஆர்த்திகனிலுள்ள இலக்கு (target) என்பது ——— ——— ——— செய்யப்பட்ட ஒரு மிக மெல்லியத் தகடாகும்.

15. விடிகன் ——— முறையில் படம் எடுக்கும் குழாய் வகையைச் சேர்ந்தது.

உ. பொருத்தமான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதவும் (விடை நூலின் கடைசியில்)

1. சேமக் கோட்பாட்டைப் பயன்படுத்தும் முதல் கருவி

(அ) ஆர்த்திகன் (ஆ) படிவங்காட்டி
(இ) படிவ ஆர்த்திகன் (ஈ) விடிகன்.

2. தொழிலியல் தொலைக்காட்சி (industrial television) போன்றஅடக்கமான இடத்தில் பயன்படுத்தப்படும் படக் கருவிக் குழாய்

(அ) விடிகன் (ஆ) படிவங்காட்டி
(இ) ஆர்த்திகன் (ஈ) படிவ ஆர்த்திகன்.

3. நவீன தொலைக்காட்சியின் தலைக் கோல்—முதல்படி—(corner stone) என்று அழைக்கப்படுவது

(அ) விடிகன் (ஆ) படிவப் பகுப்பி (image dissector)
(இ) படிவங்காட்டி (ஈ) படிவ ஆர்த்திகன்.

4. பரவும் ஆற்றலின் (radiant energy) கிளர்ச்சியினால் (excitation) படிவங்காட்டியின் மொசைக் பரப்பிலிருந்து மின்னணுக்களை வெளிவரச் செய்யும் பண்பு

(அ) ஒளி மின்னுட்பம் (ஆ) உயர் பக்கவாட்டுத் தடை
(இ) சேமக் கோட்பாடு (ஈ) கதிர்வீச்சு.

5. ஆர்த்திகனின் கோட்பாடு மொசைக்கில் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்ய

(அ) மிகுந்த திசைவேகமுள்ள மின்னணுக்களைக் கொண்ட கற்றையைப் பயன்படுத்துவது,

(ஆ) குறைந்த திசைவேகமுள்ள மின்னணுக்களைக் கொண்ட கற்றையைப் பயன்படுத்துவது,

(இ) குறைந்த திசைவேகங்கொண்ட புரொட்டன்களைப் பயன்படுத்துவது,

(ஈ) மிகுந்த திசைவேகங் கொண்ட கதிர்வீச்சைப் பயன்படுத்துவது.

6. படிவ ஆர்த்திகனின் கடைசிக் கட்டத்தில் வெளிவரும் மின்னோட்டத்தின் பெரும அளவு (maximum value) ஏறத்தாழ

(அ) 50 மைக்ரோ ஆம்பியர்
(ஆ) 75 மைக்ரோ ஆம்பியர்
(இ) 500 மைக்ரோ ஆம்பியர்
(ஈ) 100 மைக்ரோ ஆம்பியர்.

7. விடிகனிலுள்ள கிரிட்-4 என்பது இலக்குத் தகட்டிற்கு அருகில்

(அ) சீரற்ற புலத்தைக் கொடுக்கக்கூடிய ஒரு கம்பி வலை (wire mesh),

(ஆ) சீரான புலத்தைக் கொடுக்கக்கூடிய ஒரு கம்பி வலை,

(இ) எந்த ஒரு புலத்தையும் கொடுக்காத ஒரு கம்பி வலை,

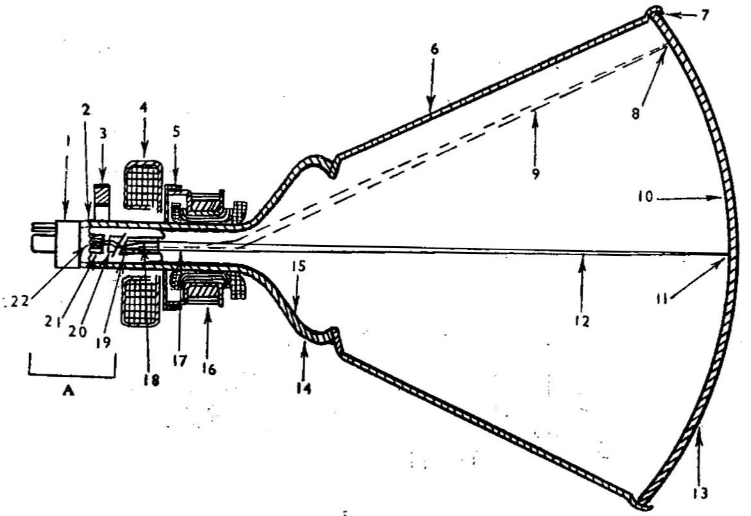
(ஈ) ஏதோ ஒரு புலத்தைக் கொடுக்கக்கூடிய ஒரு கம்பி வலை.

ஈ. கீழ்க்காணும் வினுக்களுக்கு விடை எழுதவும்

1. சேமக் கோட்பாட்டை விளக்கவும். அந்த கோட் பாட்டில் இயங்கும் படக் கருவிகள் யாவை ?
2. படக் காலம்—வரையறை கூறவும். படிவங்காட்டியி லுள்ள 'மொசைக் திரை' அமைப்பையும் செயல் முறையையும் விளக்கவும்.
3. ஆர்த்திகனிலுள்ள மொசைக் திரையின் செயல் முறை களைக் கூறவும்.
4. ஆர்த்திகனில் குவிய மாற்ற விளைவு என்ருல் என்ன ? அந்தக் குறை எவ்வாறு நீக்கப்படுகிறது ?
5. ஆர்த்திகனின் படம் வரைந்து அதன் இயக்கத்தை விளக்கவும்.
6. படிவ ஆர்த்திகனின் படம் வரைந்து அதன் இயக்கத்தை விளக்கவும்.
7. விடிகன் படக் கருவிக் குழாயின் அமைப்பையும் செயல் முறையையும் படத்துடன் விளக்கவும்.

7. படக்குழாய்கள்

காட்சிகளைப் படம்பிடித்து அவற்றிலுள்ள ஒளியை மின்சாரமாக மாற்றுவது படக்கருவி எனக்கண்டோம். அதுபோல் வானிலே வருகின்ற மின்காந்த அலைகளை வாங்கி மீண்டும் அவற்றை ஒளி அலைகளாக மாற்றி, காட்சிகளின் படிவத்தைக்



படம் 7-1.

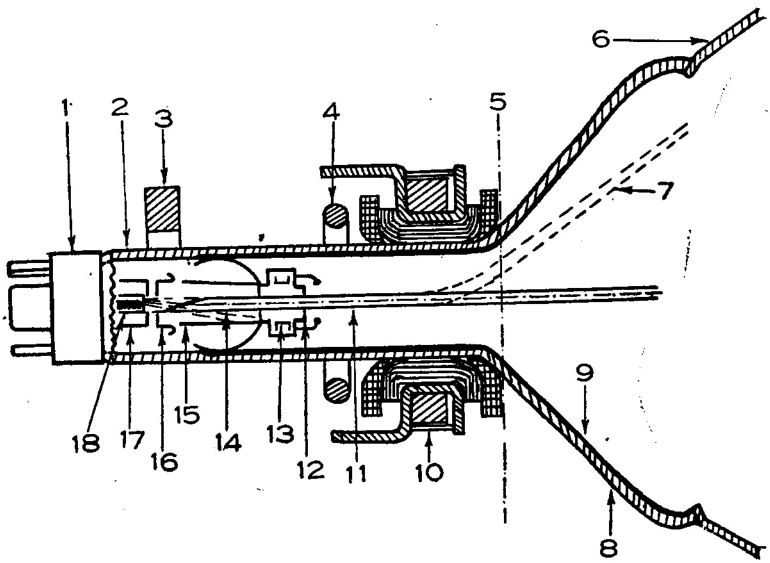
காந்த-குவிய தொலைக்காட்சி படக்குழாயின் கூறுகள்.

A. மின்னணுத் துப்பாக்கி.

1. அடித்தளம்; 2. கண்ணாடி கழுத்துப் பகுதி; 3. அயனி-கண்ணி காந்தம்; 4. குவிக்கும் சுருள்; 5. உறை; 6. உலோகக் கூம்பு; 7. உலோகக் கண்ணாடி பொறிப்பு; 8. ஒளிப்பொட்டு; 9. விலக்கப்பட்ட மின்னணுக் கற்றை; 10. ஒளிர்ப்பிப் பூச்சு; 11. ஒளிப்பொட்டு; 12. விலக்கமடையாத மின்னணுக் கற்றை; 13. கண்ணாடி முகப்பு; 14. கண்ணாடிக் குமிழ்; 15. கடத்துப் பூச்சு; 16. விலகல் இணைப்புச் சட்டம்; 17. மின்னணுக் கற்றை; 18. அயனிக் (குறையணு) கற்றை; 19. கிரிட் எண்-3; 20. கிரிட் எண்-2; 21. கிரிட் எண்-1; 22. எதிர்முனை.

காட்டும் கருவிக்குப் படக்குழாய் (picture tube) என்று பெயர். படக்கருவியைப் போன்று இதுவும் ஓர் எதிர்முனைக் கதிர்க்குழாய் (cathode ray tube) ஆகும். படக்குழாய் வைத்தூற்றியின் (funnel)

அமைப்பைப் போன்றது. இதன் குறுகிய பகுதியில் மின்னணுக்களின் கற்றையை உருவாக்கும் மின்னணுத் துப்பாக்கியிருக்கிறது. கற்றையிலுள்ள மின்சாரம் துப்பாக்கியிலுள்ள மின்முனை ஒன்றினால் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது. கற்றை விலகல் தகடுகளை அல்லது சுருள்களைக் கடந்து குழாயின் கழுத்து வழியாகச் சென்று அதன் மறுமுனையிலுள்ள அகன்ற திரையின்மேல் விழுகிறது. திரையிலுள்ள ஒளிர்ப்பி (phosphor) என்று சொல்லப்படும் ஒளிரும் பொருளில் மின்னணுக் கற்றை படும்போது திரை ஒளிர்கிறது. திரையின்மேல் விழும் மின்னணுக்களின் திசைவேகத்திற்கும் எண்ணிக்கைக்கும் ஏற்ப ஒளிச் செறிவு (intensity of light) மிகுதியாகிறது.



படம் 7-2.

நிலையின் குவியக் குழாயின் துப்பாக்கி விலகல் அமைப்பு.

1. அடிப்பகுதி; 2. கண்ணாடி கழுத்துப் பகுதி; 3. அயனி (குறையணு)-கண்ணி காந்தம்; 4. மைய அமைப்பு காந்தம்; 5. குறிப்புக் கோடு; 6. உலோக உறை; 7. விலக்கப்பட்ட மின்னணுக் கற்றை; 8. கண்ணாடி வைத்துறற்றி அமைப்பு; 9. கடத்துப் பூச்சு; 10. விலக்குச் சட்டம்; 11. மின்னணுக் கற்றை; 12. கிரிட் எண்-5; 13. கிரிட் எண்-4; 14. அயனிக் (குறையணு) கற்றை; 15. கிரிட் எண்-3; 16. கிரிட் எண்-2; 17. கிரிட் எண்-1; 18. எதிர்முனை.

படக்குழாயிலுள்ள மின்னணுக் கற்றை படிவங்காட்டியின் படக்கருவி (iconoscope camera) யிலுள்ளதைப் போன்றது மின்னணுக் கற்றைப் பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட மாதிரி

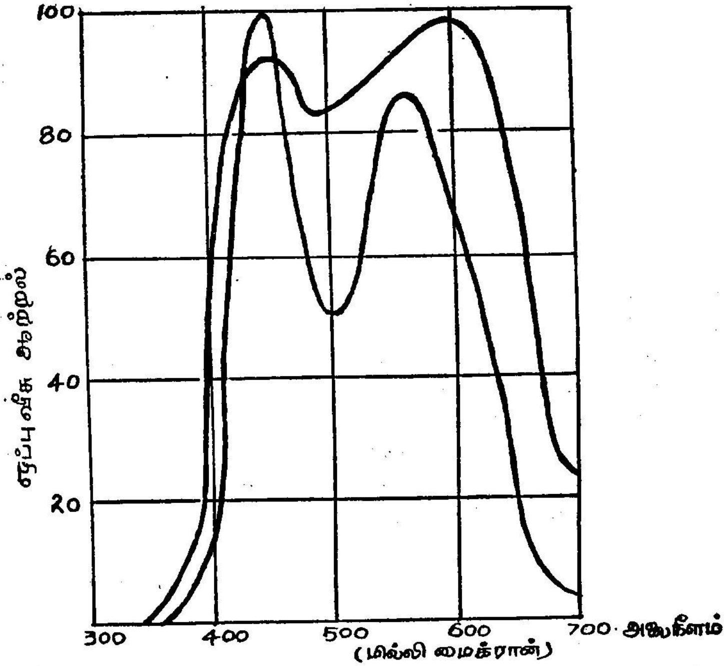
அமைப்பைத் (interlaced scanning pattern) தொடர்ந்து சென்று படக்கருவியின் வரிக்கண்ேணாட்டக் கற்றையோடு இணங்கி விலக்கப்படுகிறது. அதே நேரத்தில் கற்றையின் மின்னோட்டம் ஒளிர்வு சைகைக்கு (half-tone signal) ஏற்ப பண்பேற்றப்படுகிறது. மின்னணுத் துப்பாக்கிகள், விலக்கு அமைப்புகள் (deflecting systems) இவற்றின் வடிவமைப்பு (design), இயக்கம் (operation) இவற்றைப் பற்றி 4-ஆம் அத்தியாயத்தில் கண்டோம்.

இந்த அதிகாரத்தில் படக்குழாயின் திரையில் பயன்படும் ஒளிர்பொருளின் தன்மைகள் (properties of phosphors) கற்றை மின்னணுக்களினால் ஒளிர்பொருள் தூண்டப்படும் இயல்பு (nature of its excitation), மின்னணுத் துப்பாக்கியும் ஒளிர் பொருளும் சேர்ந்த மாற்றுப் பண்பு, படிவத்தின் விவரம் (detail), ஒளி நிழல் (tones) இவற்றின்மேல் பிறழ்ச்சி (aberration), புற ஒளி (external light) ஆகியவற்றின் விளைவு இவற்றைப்பற்றி காண்போம்.

ஒளிர்ப்பிகள் (Phosphor)

படக்குழாய்களின் திரைகளில் பயன்படுத்தப்படும் பொருள்கள் (materials) பளுவற்ற உலோகங்களாகிய (light metals) துத்தநாகம் (zinc), கேட்மியம் (cadmium), பெரிலியம் (beryllium), கால்சியம் (calcium), இவற்றோடு அலோகங்களாகிய தீயகம் (oxygen), சிலிகன் (silicon), கந்தகம் (sulphur) கலந்த கூட்டுப் பொருளின் (compound) கலவைகள் (mixture) ஆகும். இந்தக் கூட்டுப் பொருளோடு செயலூக்கி (activator) என்று சொல்லப் படும் ஒரு தூய்மையற்ற பொருள் (impurity) மிகச் சிறு அளவில் சேர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. கூட்டுப் பொருளிலுள்ள அடிப்படைப் பொருள்கள் (basic materials), செயலூக்கி இவற்றின் இயல்பியல் (physical), இயைபியல் (chemical) கலவை(சேர்க்கை)க்கு (composition) ஏற்ப ஒளிர்ப்பிகள் பரவலாக மாறுபடுகின்றன. இதன் காரணமாக ஒளிர்ப்பிகள் செய்யும்போது வேண்டாத தூய்மையற்ற பொருள்களை நீக்குவதில் மிகுந்த தனிப்பட்ட கவனம் செலுத்த வேண்டியிருக்கிறது. அதோடு ஒளிர்ப்பிகள் மிகுந்த கட்டுப்பாட்டிற்குள் (rigid control) செய்யப்படுகின்றன. குறிப்பாக, கலவைப் பொருள்களை (ingredient) கலத்தல் (mixing), அறைத்தல் (grinding), சூடாக்குதல் (heating cycle) எல்லாமே கட்டுப்பாட்டிற்குள் நடைபெறுகின்றன. பொருள்களைத் திறந்து காட்டும் வளி மண்டலமும் கட்டுப்பாட்டிற்குள் வைக்கப்படுகிறது.

பல்வேறு எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய்களில் பயன்படுத்துவதற்காகப் பல்வேறு வகையான ஒளிர்ப்பிகள் தரப்படுத்தப் படுகின்றன (standardised). தொலைக்காட்சி, ராடார், ஆசிலாஸ்கோப் போன்ற கருவிகளில் இந்த ஒளிர்ப்பிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்தப்படும் இரண்டு ஒளிர்ப்பிகளுக்கு 'P_4', 'P_6' என்று பெயரிட்டிருக்கிறார்கள். இவற்றில் P_4 என்பதைச் சாதாரண வெள்ளை கருப்புப் படிவங்களுக்கும், P_6 என்பதை புலவரிசை முறைப்படி (field equential method) படமெடுக்கும் வண்ணத் தொலைக்காட்சிகளுக்கும் பயன்படுத்துகிறார்கள். இவற்றுள் P_6 ஒளிர்ப்பி செய்வதற்குச் செலவு



படம் 7-3.
P_4, P_6 ஒளிர்ப்பிகளின் வெளிவிடு நிறமாலை வரைகோடு.

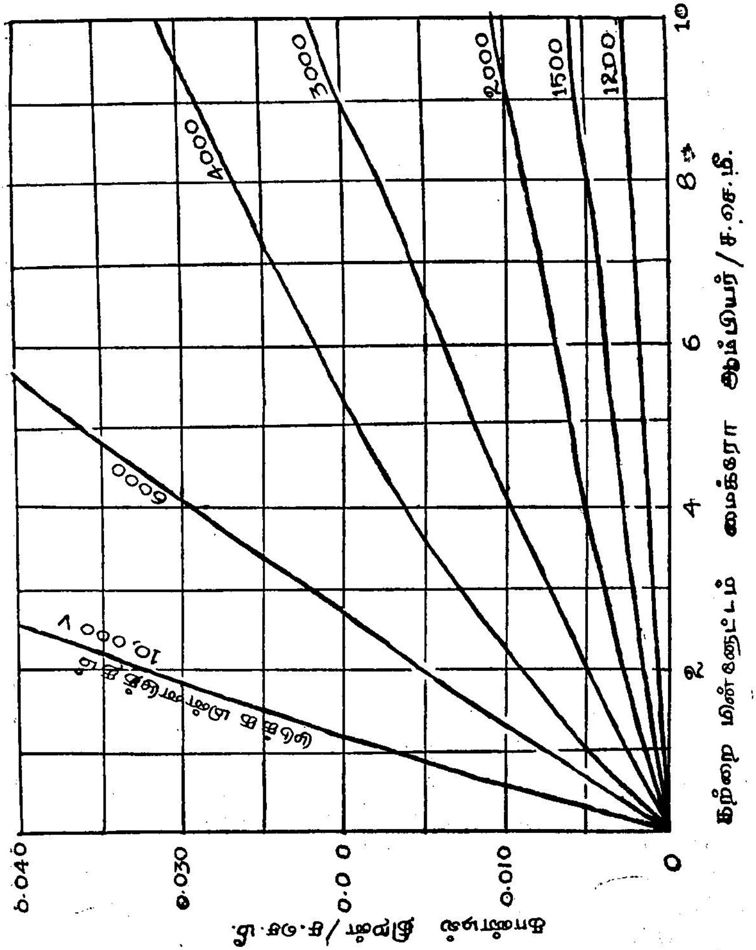
மிகுதியாகும். இந்தப் பொருள்களினால் உண்டாக்கப்படுகின்ற நிறமாலைச் சேர்க்கை (spectral composition) படம் 7-3-ல் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. P_4 ஒளிர்ப்பி நீல நிறம் செறிந்தது (rich in blue). எனவே, அதனால் உண்டாகும் ஒளி மெல்லிய நீல நிறம் படர்ந்தாற்போல் இருக்கும். P_6 ஒளிர்ப்பி, வண்ணத்தைச்

சரியாகத் திருப்ப உண்டாக்குவதற்கேற்ப புலனுறு நிறமாலை (visible spectrum) முழுவதும் சமமான பகிர்வை (even distribution) உண்டாக்குகிறது.

ஒளிர்ப்பிகளிலுள்ள இயல்பியல் கூட்டுப்பொருள்கள் (chemical compounds) தனித்தனியாகப் பிரிக்கப்படும்போது (isolated) சிவப்பு, நீலம், பச்சை அல்லது மஞ்சள் போன்ற ஒரு குறிப்பிட்ட முனைப்புள்ள (particular dominant) ஒளியைத் தருகின்றன. வெள்ளொளியைப் பெறவேண்டுமானுல் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட கூட்டுப்பொருள்களைக் கலக்க வேண்டும். P_4, P_6 என்ற ஒளிர்ப்பிகளில் இரண்டு கூறுகள் (two components) பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒன்று நீலம்; மற்றது மஞ்சள். P_4-லுள்ள நீலக் கூறு (blue component) வெள்ளியோடு செயலூக்கப்பட்ட (activated with silver), துத்த நாக சல்ஃபைடு (ZnS : Ag) ஆகும். மஞ்சள் கூறு (yellow component) மங்கனீசோடு செயலூக்கப்பட்ட துத்தநாக பெரிலியம் சிலிகேட் (zinc beryllium silicate, $Zng_8BeSi_5O_{19}$: Mn) ஆகும். P_6 ஒளிர்ப்பியில் நீலக்கூறு P_4-ல் உள்ளது போன்றது. ஆனுல், மஞ்சள் கூறு வெள்ளியோடு செயலூக்கப்பட்ட துத்த நாக சல்ஃபைடும் (zinc sulphide), கேட்மியம் சல்ஃபைடும் (cadmium sulphide) ஆகும். பின்னுல் சொல்லப்பட்ட மஞ்சள் கூறு மிக அதிகமான (highest) ஒளியை வெளிவிடும் தன்மையுடையது.

ஓர் ஒளிர்ப்பியால் உண்டாக்கப்படும் ஒளி அந்த ஒளியின் நிறமாலைச் சேர்க்கையைக் கொடுக்கிறது. அதோடுகூட ஓர் ஒளிர்ப்பியின் இரு முக்கியமான இயக்கப் பண்புகள் (operating characteristics) அதனுடைய ஒளிவிளக்கத் திறமும் (luminous efficiency) சிதைவுப் பண்பும் (decay characteristic) ஆகும். ஒளி விளக்கத் திறம் என்பது ஒளிர்ப்பியினுல் உண்டாக்கப்பட்ட ஒளியின் புலனுறு திறனுக்கும் (கேன்டில்களில்) வரிக்கண்ணேட்டக் கற்றையினுல் கொடுக்கப்பட்ட (delivered) மின்திறனுக்கும் (electrical power) [வாட்களில்] உள்ள தகவு ஆகும். தொலைக்காட்சியில் பயன்படும் ஒளிர்ப்பிகளின் நடைமுறை நெடுக்கம் (practical range) ஒரு வாட்டுக்கு 1 முதல் 5 கேன்டில்கள்வரை ஆகும். ஒரு கற்றை மின்னழுத்தம் 6 கி. வோல்ட்டிலும், ஒரு கற்றை மின்னேட்ட அடர்த்தி (beam current density) சதுர செ.மீ.க்கு 1 மைக்ரோ ஆம்பியர் (μa) ஆக இருக்கும்போது P_4, P_6 ஆகிய ஒளிர்ப்பிகளின் மதிப்புக்கள் (values) முறையே வாட்டுக்கு 2 கேன்டில்களும், 4.5 கேன்டில்களும் ஆகும்.

ஒளிர்ப்பிக்குச் செலுத்தப்படும் மின்சாரத்தின் உள்ளிடு அளவு (electrical input) (வாட்டுகளில்) என்பது கற்றை மின்னழுத்தத்தையும் (வோல்ட்டுகளில்), கற்றை மின்னோட்டத்தையும் (ஆம்பியர்களில்) பெருக்கிவரும் பெருக்கற்பலனாகும். ஆகவே, கற்றை மின்னழுத்தத்தையோ கற்றை மின்னோட்டத்தையோ மிகுதிப்படுத்தி ஒளிர்ப்பியின் ஒளிவிளக்க வெளிவரு அளவை (luminous output) அதிகமாக்கலாம். நடைமுறையில்

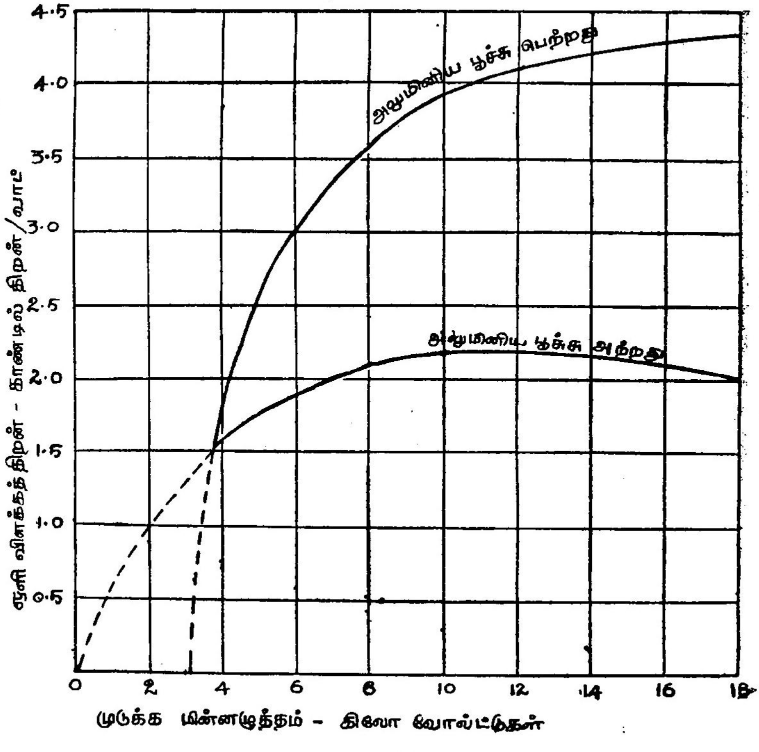


படம் 7-4.
P_4 ஒளிர்ப்பியில் ஒளி வெளிவரு அளவு.

கற்றை மின்னழுத்தம் (படக்குழாயின் இரண்டாவது நேர்முனை மின்னழுத்தம்) ஏறக்குறைய மாருமல் நிலேயாக வைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இந்த நிலேயில் ஒளிவிளக்கத் திறம் (luminous efficiency) மாருமல் இருக்கிறது. ஒளி வெளிவரு அளவு கற்றை மின்னேட்டத்திற்கு நேர் விகிதத்திலிருக்கிறது. P_4 ஒளிர்ப்பியின் ஒளி வெளிவரு அளவுக்கும், கற்றை மின்னேட் டத்திற்கும் உள்ள தொடர்பினைப் படம் 7-4 விளக்குகிறது. கற்றை மின்னேட்டம் மிகுதியாகும்போது ஒளி வெளிவரு அளவு (light output) நேர்க்கோட்டிலிருந்து சிறிது விலகிச் செல்கிறது. என்ருலும், வழக்கமான இயக்க நெடுக்கத்தில் (operating range) கற்றை மின்னேட்டமும் ஒளி வெளிவரு அளவும் கிட்டத்தட்ட நேர் விகிதத்தில் இருக்கிறது. இதுதான் ஒளிர்ப்பியின் அடிப் படையான மாற்றுச் செயல் (fundamental transfer action) ஆகும். இதனுல் படிவத்தின் ஒளிர்வு மதிப்பு (brightness value) அதற்குரிய கற்றை மின்னேட்டத்தின் மதிப்புகளில் இருந்து மீண்டும் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

கற்றை மின்னழுத்தத்தை 10 கி. வோ. வரை அதிகமாக்கும் போது ஒளிவிளக்கத் திறம் தோராய விகிதத்தில் (rough proportion) மிகுதியாகிறது. படம் 7-5 அதாவது, கற்றை மின்னேட்டம் நிலேயாக இருக்கும்போது ஒளி வெளிவரு அளவு (light output) கற்றை மின்னழுத்தத்தின் இருமடி என்ற அளவில் அதிக மாகிறது. பொதுவாக, படிவம் பெரிதாகவும், ஒளிர்வாகவும் (bright) இருக்க அதற்குத் தேவையான கற்றை மின்னழுத்தமும் அதிகமாக இருக்கவேண்டும். ஒளிர்ப்பியினுல் உண்டாக்கப் படுகிற ஒளி படக்கூறு ஒன்றின் பரப்பின்மீது மின்னணுக் கற்றைத் தாக்குதலினுல் தோன்றுகிறது. எனவே, சீராக ஒளி யூட்டப்பட்ட (evenly illuminated) திரையில் தோன்றுகிற வெளிச்சத்தின் மதிப்பு கண்ணுக்கு B அடி-லாம்பெர்ட்டுகள் ஆகத் தோன்றுமானுல் வரிக்கண்ணேட்ட பொட்டின் இயல் பான வெளிச்சம் (intrinsic luminence) BN அடி-லாம்பெர்ட்டுகள் ஆக இருக்கும். இங்கு N-என்பது படக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை யாகும். (இது திரையின் பரப்பளவை ஒரு படக்கூறின் பரப்பள வால் வகுக்கக் கிடைக்கும் அளவாகும்.) நடைமுறையில் இயல் பான பொட்டின் அளவுகளேப் (intrinsic spot values) புறக் கணித்து, வெளிச்சத்தின் மதிப்புகளேயும் (luminence values) கற்றை மின்னேட்டத்தின் மதிப்புகளேயும் பயன்படுத்துவது வழக்கமாகும்.

ஓர் ஒளிர்ப்பியின் ஒளிவிளக்க வெளிவரு அளவு (luminous output) கற்றை மின்னழுத்தம், கற்றை மின்னோட்டம், ஒளி விளக்கத் திறம் (luminous efficiency), திரையின் அளவு (screen size) இவற்றிற்குள்ள தொடர்பினைக் காண்போம். கற்றை மின்னோட்டம் i_b, (μa) என்றும், கற்றை மின்னழுத்தம் v_b என்றும்,



படம் 7-5.
அலுமினிய பூச்சு உள்ள, அலுமினிய பூச்சு இல்லாத ஒளிர்ப்பிகளின் ஒளி விளக்கத் திறன்.

திரையின் பரப்பளவு A ச.செ.மீ. என்றும் இருக்கட்டும். இப்போது மின்னோட்ட அடர்த்தி (current density) ஒரு ச.செ.மீ.க்கு i_b/A μa ஆகும். i_b/A, v_b ஆகிய அளவுகளிலிருந்து திரையின் ஒளிர்வு திறன் என்ன என்பதைப் படம் 7-3-லிருந்து கண்டறியலாம்.

மாற்றுமுறை : V_b கற்றை மின்னழுத்தத்தில் ஒளி விளக்கத் திறன் (luminous efficiency) அளவு வாட்டுக்கு n கேண்டில்கள் இருக்குமானுல், திரையினுல் உண்டாக்கப்பட்ட மொத்த கேண்டில் திறன் (candle power) = $ni_b\ v_b$ கேண்டில்கள் ஆகும். எனவே, வெளிச்சம் (luminence) = $\frac{ni_b\ v_b}{A}$ தோற்ற கேண்டில் கள்/ச.செ.மீ. ஆகும். எனவே, திரை (ஒளி வெளிச்சம்) [screen luminence]

$$B = \frac{ni_b\ v_b}{A'} \text{ அடி லாம்பெர்ட்டுகள்} \qquad ...(35)$$

A' என்பது சதுர அடியில் திரையின் பரப்பளவு ஆகும்.

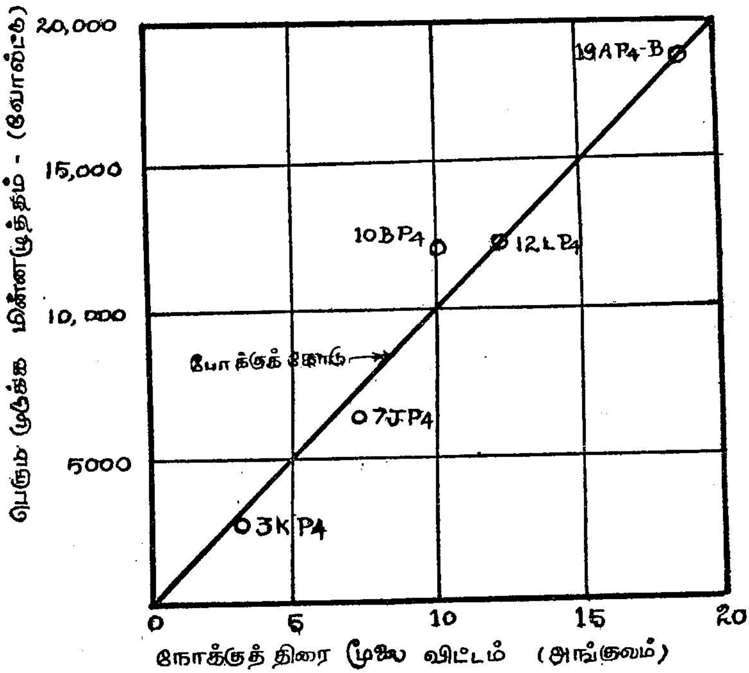
$$\left(A' = \frac{A}{929} \right)$$

நாம் குறிப்பிட்டதுபோல் ஒளிவிளக்க வெளிவரு அளவு (luminous output) கற்றை மின்னழுத்தத்தின் இருமடி என்ற விகிதத்தில் தோராயமாக அதிகரிக்கிறது (rough proportion). எனவே, ஒப்பீடு (35)

$$B = \frac{Ki_b\ v_b^2}{A'} \text{ அடி-லாம்பெர்ட்டுகள்} \qquad ...(36)$$

என்று அதிகரிக்கிறது. இங்கு K என்பது ஒரு மாறிலி. இந்த ஒப்பீடு மிகை ஒளியின் வெளிச்சம் (high light luminence) கற்றை மின்னேட்டத்திற்கு நேர் விகிதத்திலும் திரையின் பரப்புக்கு எதிர் விகிதத்திலும் இருக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. நடைமுறையில் கிட்டத்தட்ட எல்லாப் படக்குழாய்களிலும், படக்குழாய் எந்த அளவு இருந்தாலும் எந்த வகையைச் சேர்ந்ததாக இருந்தாலும் கற்றை மின்னேட்டத்தின் மேல்மட்ட அளவு (upper limit) $500\mu a$ என்ற அளவுக்கு அருகில் இருக்கும்படி செய்யப்படுகிறது. எஞ்சியிருக்கும் மாறிலிகள் (variables) திரை பரப்பும், கற்றை மின்னழுத்தமும் ஆகும். ஒப்பீடு 36-லிருந்து கொடுக்கப்பட்ட மிகை ஒளி வெளிச்சத்தின் அளவுக்கும் கற்றை மின்னேட்டத்தின் குறிப்பிட்ட வரம்பிற்கும் கற்றை மின்னழுத்தம் திரை பரப்பின் இருமடி மூலத்தின் அளவில் (as the square root of screen area) மிகுதியாகிறது. அல்லது படிவத்தின் உருவ அளவுகளுக்கு (linear dimension) நேர் விகிதத்தில் அதிகமாகிறது என்பதை அறிகிறோம். இந்தப் போக்கு நேரடி நோக்கு (direct view) படக்குழாய்களில் மிகவும் பின்பற்றப்படுகிறது. இது

பற்றி படம் 7-6-ல் விளக்கப்பட்டிருக்கிறது. நேரடி நோக்குக் குழாய்களுக்குப் (direct view tubes) பொருந்துவது போன்று, அதே திரை பரப்பளவும் (screen area) கற்றை மின்னோட்டமும் ஆனால் அதைவிட 5 மடங்கு கற்றை மின்னழுத்தமும் 25 மடங்கு ஒளிர்ப்பியின் வெளிச்சமும் கொண்ட எறிதல் குழாய்களுக்கும் (projection tubes) ஒப்பீடு (36) பொருந்துவதாகும்.



படம் 7-6.
படக்குழாய்களின் பெரும முடுக்க மின்னழுத்தம்.

எஞ்சியுள்ள ஒளிர்ப்பியின் பண்பு, ஒளிவிளக்கச் சிதைவு வரைகோடு (luminous decay curve) வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை ஒரு குறிப்பிட்ட படக்கூற்றைக் கடந்து போகும்போது ஒளிர்ப்பியின் அந்தப் பகுதியிலிருந்து கிளர்ச்சி (excitation) நீக்கப் படுகிறது. என்வே, ஒளிர்ப்பியிலுள்ள பொருளின் (phosphor materials) இயல்பிற்கேற்ப ஒளி (light) (t^{-n}) என்ற திறன் வரை கோட்டில் (along a power curve) அல்லது (e^{-t}) என்ற கோட்டில் வரை கோட்டின் வழியே (exponential curve) சிதையத் தொடங்கு கிறது. கண்ணிற்குள் காட்சி நிலைத்திருக்கும் (persistence of vision)

நோக்கிற்குள்ளேயே இந்தச் சிதைவு பெருமளவு முற்றுப்பெற்று விடவேண்டும். அவ்வாறு இல்லையென்றால் படிவத்தோடு கண் நகரும்போது ஒளி இன்னும் நிலைத்திருக்கும் (still persistent) படக்கூறுகளில் இருந்துவரும் ஒளி விழித்திரையைத் (retina) தொடர்ந்து தூண்டிக் கொண்டிருக்கும். அதனால், படிவம் சிறுசிறு கோடுகளாகத் தெரியும். பொதுவாக, காட்சி நிலைத்திருக்கும் நேரம் (visual persistence of time) ஏறக்குறைய $\frac{1}{16}$ = 0.06 வினாடியாகும். அதாவது 1 வினாடியில் 16-ல் ஒரு பங்காகும்.

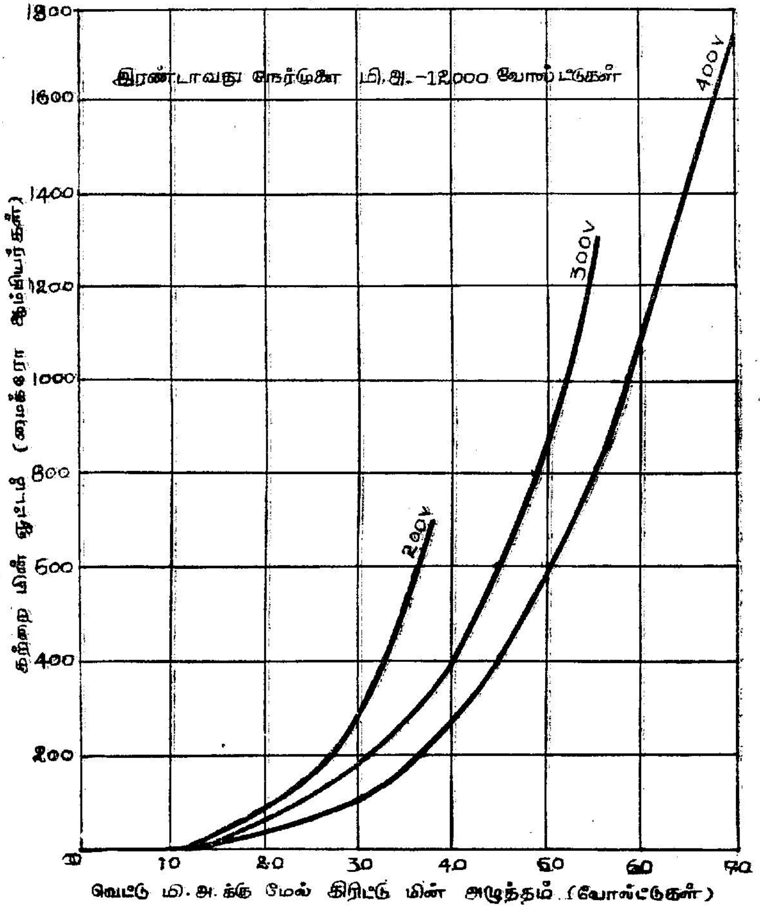
படிவத்தைப் பார்க்கும்போது கண் நிலையாக இருந்தாலும்கூட குறிப்பிட்ட ஒரு படக்கூறிலிருந்துவரும் ஒளி, அதே பொட்டு, திரையில் அடுத்த முறை படத்தை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்வதற்குள் (அதாவது $\frac{1}{30}$ = 0.033 வினாடிக்குள்) கண்ணுக்குப் புலனாகாதவாறு சிதையவேண்டும். இல்லாவிடில் படம் இயங்கும் போது படத்தோடு சிறு சிறு கோடுகளும் சேர்ந்து தெரியும்.

ஒளிர்ப்பியின் சிதைவு நேரம் என்பது தூண்டுதல் (excitation) நீக்கப்பட்டவுடன், ஒளி அதன் தொடக்க மதிப்பிலிருந்து 1 விழுக்காடு அளவுக்குக் குறைகின்ற நேரமாகும். P_4 ஒளிர்ப்பியிலுள்ள நீல நிறத்தின் சிதைவுக் காலம் (decay time) 0.005 வினாடியாகும். மஞ்சள் ஒளியின் சிதைவு நேரம் ஏறத்தாழ 0.06 வினாடியாகும். பட இடைநேரத்தோடும் (frame interval) காட்சி நிலையத்திலிருக்கும் நேரத்தோடும் ஒப்பிடும்போதும் மிகக் குறைவாக இருக்கும் இந்த அளவுகள் (values) படிவத்தில் கோடுகள் வராமல் தடுக்கப் போதுமானவையாகும். P_6 ஒளிர்ப்பியில் மஞ்சள் ஒளியின் சிதைவு நேரம் 0.001 வினாடியாகும். இந்த நேரம், P_4 ஒளிர்ப்பியிலுள்ள அதே நிறத்தின் சிதைவு நேரத்தில் ஏறக்குறைய $\frac{1}{60}$ பங்கு ஆகும். வழக்கமான கருப்பு-வெள்ளை படிவங்களைவிட வண்ணத் தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்தப் படும் ஒளிர்ப்பிகளின் சிதைவுப் பண்புகள் (decay characteristics) இதைவிட மிகுதியானத் தேவைகளை நிறைவு செய்யவேண்டும். அதைக் கடைசி அத்தியாயத்தில் காண்போம்.

படக்குழாயின் மாற்றுப் பண்பு (Picture tube transfer characteristic)

ஒரு படக்குழாயின் மாற்றுப் பண்பு சைகை மின்னழுத்தத் திற்கும் திரை வெளிச்சத்திற்குமுள்ள தொடர்பு (relation between signal voltage and screen luminence) இரு கூறுகளைச் (two elements) சார்ந்திருக்கிறது. (1) கற்றை மின்னோட்டத்தை

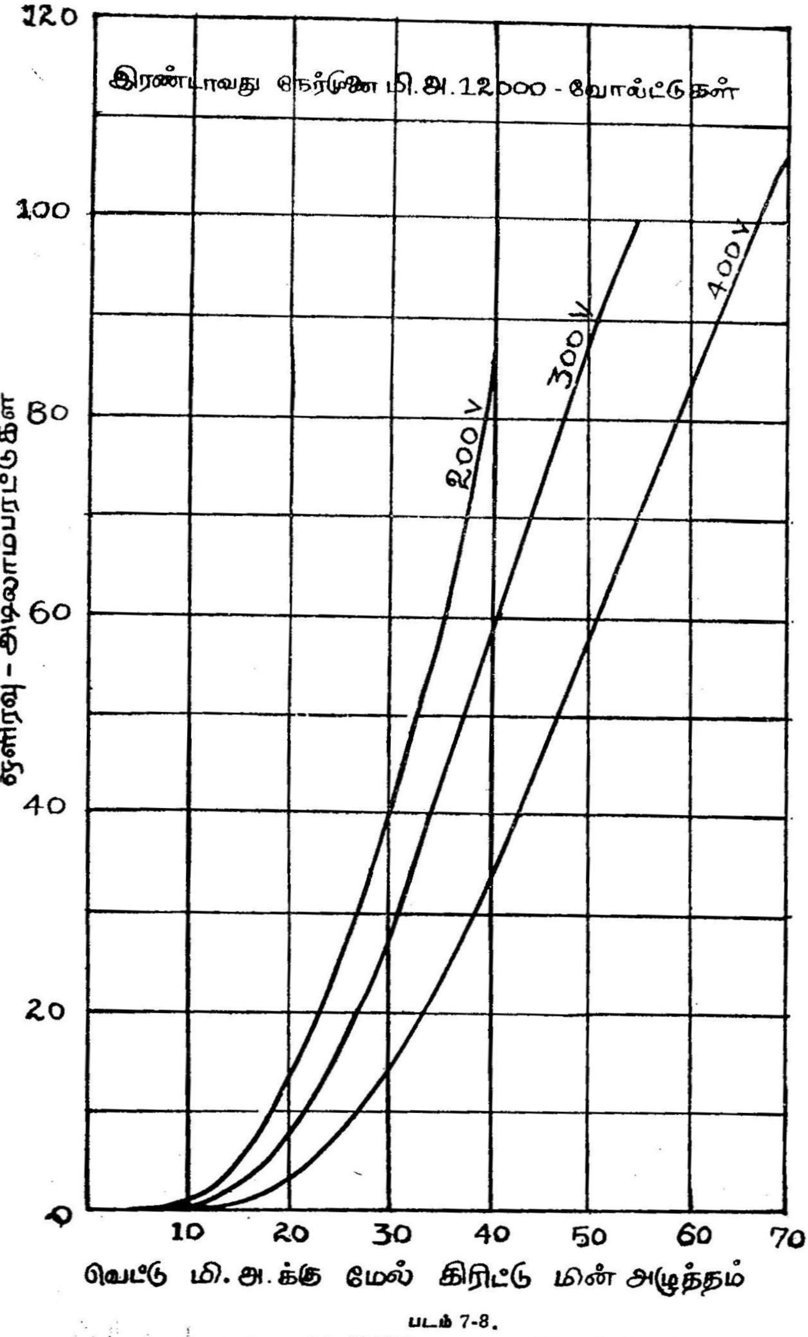
சைகை மின்னழுத்தத்தோடு தொடர்புபடுத்தும் மின்னணுத் துப்பாக்கியின் கட்டுப்பாட்டு பண்பு (electron-gun control characteristic) [படம் 7-7], (2) திரை வெளிச்சத்தைக் கற்றை



படம் 7-7.

கிரிட்டு மின்னழுத்தத்திற்கும், கற்றை மின்னழுத்தத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு.

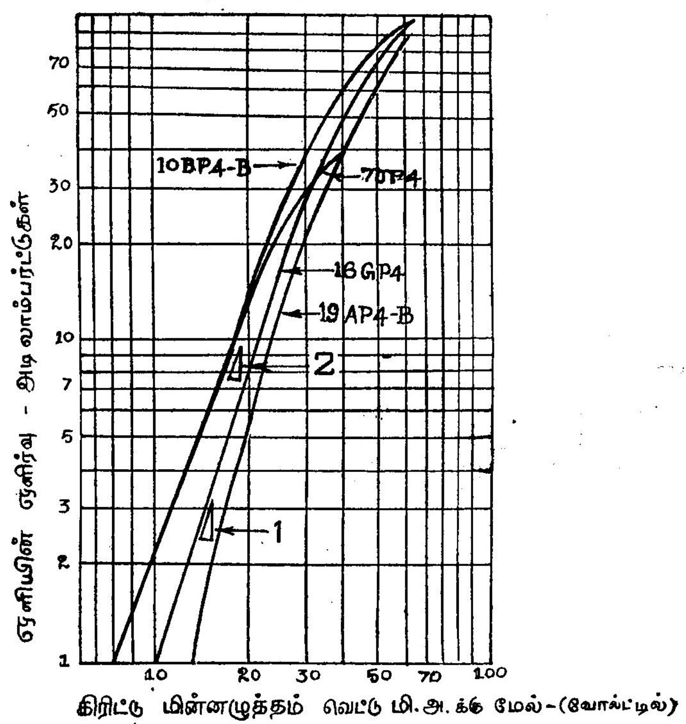
மின்னோட்டத்தோடு தொடர்புபடுத்தும் ஒளிர்ப்பிப் பண்பு (phosphor characteristic) முதல் வரைகோடு (former curve) மின்னணுத் துப்பாக்கியின் வடிவமைப்பினால் முடிவு செய்யப் பட்டு ஒரு திறன் எண்ணால் (power factor) மிக நன்றாக விளக்கப்



படம் 7-8.

ஒரு படக்குழாயின் ($16GP_4$ வகை) மாதிரி மாற்றுப் பண்பு
(நேர்க்கோட்டு ஆயங்களில் வரையப்பட்டது).

படுகிறது. ஒளிர்ப்பி வரைகோடு (phosphor curve) கிட்டத்தட்ட நேர்க்கோடாக இருக்கிறது. இரண்டு வரைகோடுகளையும் ஒன்று சேர்த்து படக்குழாயின் மாற்றல் பண்பு உண்டாக்கப்படுகிறது.



படம் 7-9.
மாதிரி படக்குழாய்களின் மாற்றுப் பண்புகள்
(லாக்-லாக் ஆயங்களில் வரையப்பட்டது)

படம் 7-9 லாக்-லாக் ஆயங்களில் (log-log coordinates) வரையும் போது இந்த வரைகோடு கிட்டத்தட்ட நேர்க்கோடாக இருக்கிறது. படம் 7-10 அதன் சாய்வு (slope) [transfer gradient—மாற்றுச் சரிவு] கிட்டத்தட்ட 2.5-லிருந்து 3.5 வரை இருக்கும்.

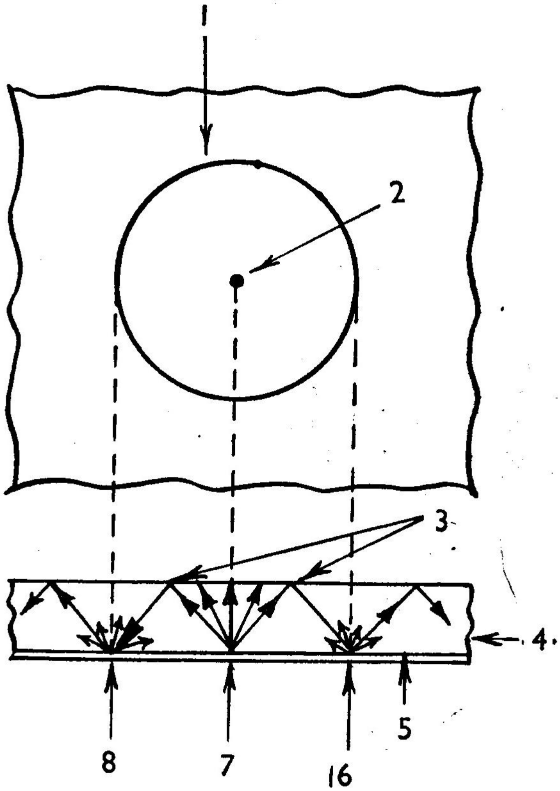
படக்குழாயின் மாற்றுப் பண்பு நேர்க்கோடாக இருந்தாலும் அதன் சாய்வு (slope) ஓரலகுக்கு (unity) மாறுபட்டிருப்பதால் படக்குழாயில் சீரான பொலிவுக் குலைவு (uniform brightness

distortion) ஏற்படுகிறது. தொலைக்காட்சி அமைப்பின் மற்ற எஞ்சிய பகுதியின் சாய்வு ஓரலகாக (unity gradient) இருக்கும் போது மாற்றுச் சரிவின் (transfer gradient) உயர்ந்த அளவு அனுப்பும் பொருளைவிட வாங்கும் படிவத்தில் உயர்ந்த வேறு பாட்டு விகிதத்தை உண்டாக்குகிறது. படிவங்காட்டி படக்கருவி யைப் (iconoscope camera) பயன்படுத்தும்போது அதனுடைய தாழ்சாய்வு மாற்றுப் பண்பு (low gradient transfer characteristic) படக்குழாயின் உயர் வேறுபாட்டு வரைகோட்டை (high contrast curve) ஈடு செய்ய முயல்கிறது. படிவ ஆர்த்திகளைப் பயன் படுத்தும்போது எல்லா இடைப்பட்டக் கருவிகளின் (transducers) சாய்வு ஓரலகாக இருக்கும்போது, படிவ ஆர்த்திகனின் பண்பு வரைகோட்டின் ஓரலகு சாய்வுப் (unity gradient) பகுதியில் வேறு பாட்டைக் குறிப்பிட்ட அளவுக்கு (marked amount) மிகுதியாக்க படக்குழாய் உதவுகிறது. படக்குழாய்கள் பெரும்பாலும் வேறு பாட்டைக் குறைக்கின்ற மிகுதியான சூழ் ஒளிக்கு (ambient illumination) முன்னால் பார்க்கப்படுவதால் மாற்றுப் பண்பின் உயர் சரிவு சிறிதளவு பயனுடையதாகயிருக்கிறது. ஆனால் உயர் மாற்றுச் சரிவு (high transfer gradient) சூழ் ஒளியினால் ஏற்படும் ஒளிர்வுக் குலைவை (tonal distortion) சரிசெய்ய முடிவதில்லை. ஏனெனில், சூழ்ஒளி படிவத்தின் ஒளி நிழலுக்கு (tonal value) ஏற்ப வெளிச்சத்தை அதிகமாக்குவதற்குப் பதிலாகப் படிவத்தில் எல்லாப் பகுதிகளிலும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு அதிக வெளிச்சத் தைக் கொடுக்கிறது.

மாற்றுப் பண்போடு திரையில் உண்டாக்கப்படும் ஒளிர்வின் பெரும, சிறும அளவுகளும் இருக்கின்றன. பெரும வெளிச்சம், (maximum luminence), கற்றை மின்னழுத்தம், கற்றை மின்னோட் டம் ஆகியவற்றால் கணக்கிடப்படுகின்றன, அதே நேரத்தில் அளவுக்கு மிகுதியான (excess) கற்றை மின்னோட்டத்தினால் ஒளிப் பொட்டின் (luminous spot) குவியத்தில் மாற்றம் ஏற்படாமலிருக் கும்படி பார்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இந்தக் காரணத்தினால் பெரும்பாலான மின்னணுத் துப்பாக்கிகளில் கற்றை மின்னோட்டம் $400\mu a$-க்கு அதிகப்படாமல் கட்டுப்படுத்தப்படுகிறது (limited).

வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை நேராகப்படாத படிவத்தின் பகுதியில் சிறும வெளிச்சம் ஏற்படுகிறது. இந்த வெளிச்சம் சூழ் ஒளியையும் (ambient illuminnation) மற்ற புறஒளி தோற்று வாய்களையும் (sources of extraneous light) பெருமளவுக்குப் பொறுத்திருப்பதால் இந்த வெளிச்சத்தைப்பற்றி குறிப்பிட்டுச் சொல்வது என்பது மிகவும் கடினமாகும். கற்றை மின்னோட்டம்

முற்றிலும் நிறுத்தப்பட்ட போதிலும் முழு இருட்டில் (total darkness) குழாயைப் பார்த்தோமானால் மின்னணுத் துப்பாக்கியின் சூடாக்கி இழையிலிருந்து (heater filament) வரும் மங்கிய ஒளி திரையின்மேல் புலப்படும். படிவத்தின் மற்ற ஏதேனும் ஒரு

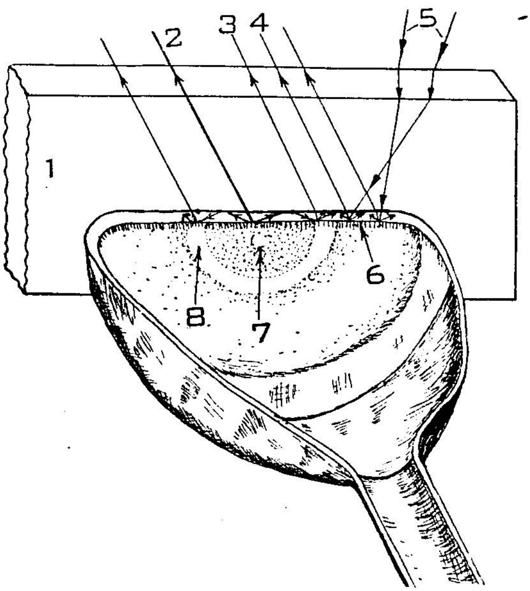


படம் 7-10(a)
வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டைச்சுற்றி வெற்றிட வளையத்தை ஏற்படுத்தும் அக எதிரொளிப்பின் செயல்முறை.

1. வெற்றிட வளையம்; 2. பொட்டு; 3. அக எதிரொளிப்புக் கதிர்; 4. கண்ணாடி உறை; 5. ஒளிர்ப்பி; 6. துணைத் தோற்றுவாய்; 7. மூல ஒளிரும் பொட்டு; 8. துணைத் தோற்றுவாய்.

பகுதி ஒளியூட்டப்பட்டாலும் பெயரளவில் (nominally) இருட்டாக இருக்கும் பகுதி, படக்குழாய்க்குள்ளேயே ஏற்படும் ஒளிச் சிதறலினாலும் (scattering of light) ஒளிவட்டத்தினாலும் (helation or halo of light) மறைமுகமாக ஒளியூட்டப்படுகிறது.

மின்னணுத் துப்பாக்கியை நோக்கி ஒளிர்ப்பியின் மறுபுறத்தில் ஒளிர்வு மிகுந்திருக்கும் ஒளியானது குழாயினுள் பின் பக்கமாக வீசப்பட்டு (radiated back) குழாயின் சுவர்களில் இருந்தும் மின்னணுத் துப்பாக்கியின் பகுதிகளிலிருந்தும் திருப்பப் படுவதால் ஒளிச் சிதறல் (scattering of light) ஏற்படுகிறது. குழாயின் கண்ணாடி முகப்பின் (glass face of the tube) பரப்பில்



படம் 7-10(b)

படக்குழாயின் முகப்பிலுள்ள நேர், சிதறப்பட்ட ஒளி.

1. காப்புச் சாளரம்; 2. பொட்டிலிருந்து நோக்கருக்கு; 3. சிதறப்பட்ட ஒளி; 4. நோக்கருக்கு; 5. 6. ஒளிர்ப்பி; 7. மின்னணுக் கற்றையினால் ஏற்படும் ஒளிப்பொட்டு; 8. வெற்றிட வளையம்.

ஏற்படுகிற முழு அக ஒளித் திருப்பத்தினால் (total internal reflection) ஒளிவட்டம் ஏற்படுகிறது. படிவத்தில் பெயரளவில் இருட்டாக இருக்கும் பகுதிகளுக்கு இந்த புறவொளித் தோற்றுவாய்கள் வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கின்றன. இந்த வெளிச்சம் படிவத்தின் சராசரி வெளிச்சத்திற்குத் தோராயமான நேர் விகிதத்திலிருக்கிறது. படிவத்தின் பெரும வெளிச்சத்திற்கும் (maximum luminence), சிறும வெளிச்சத்திற்கும் (minimum luminence) உள்ள விகிதம் வேறுபாட்டுத் தகவு (contrast ratio) எனப்படும். இந்த விகிதத்தின் பெரும அளவு 100-க்கு அண்மையிலிருக்கிறது.

இந்தப் பெரும வேறுபாட்டுத் தகவு பரப்பிலுள்ள பெரிய பரப்பளவுகளுக்கிடையே செயல்படுகிறது. படக்கூறுகள் போன்ற சிறிய பக்கத்துப் பரப்பளவுகளுக்கு இந்தப் பெரும வேறுபாட்டுத் தகவு பொருந்தாது. பொதுவாக, படிவத்தின் நுண்வரி அமைப்பிலுள்ள (fine structure) இந்த வேறுபாடு, ஒளிவட்ட விளைவின் (helation effect) மிகுதியான முனைப்பின் (greater prominence) காரணமாகவும் பக்கத்திலுள்ள துகள்களினால் ஒளிர்ப்பித் துகள்களில் (phosphor grains) ஏற்படும் நேரடி ஒளித் தூண்டுதலினாலும் (direct optical excitation) குறைவாக இருக்கிறது.

வழக்கத்திலிருப்பதுபோல் புறவொளிக்கிடையில் தொலைக்காட்சிப் படிவங்கள் பார்க்கப்படுவதால் அவற்றின் இயல்பான குறைந்த வேறுபாடு (low contrast) மேலும் குறைகிறது. எனவே, தொலைக்காட்சிப் படிவங்களின் முக்கிய வரம்புகளில் (prime limitations), குறைந்த வேறுபாடும் (low contrast) ஒன்றாகும். பல முறைகளைப் பயன்படுத்தி குறிப்பாக நடுநிலை அடர்த்தி வடிகட்டிகளைப் (neutral density filters) பயன்படுத்தி படக்குழாய் வேறுபாட்டில் (picture tube contrast) முன்னேற்றம் கண்டிருக்கின்றனர்.

படக்குழாய்களின் பிரிவீடு (பகுப்பு) (Resolution of picture tubes)

ஒரு படக்குழாயின் பகுதிறன் (resolving power) கற்றை இயங்கும்போது வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றையினால் தோற்றுவிக்கப்பட்ட ஒளிப்பொட்டினுடைய அளவின் (size) அடிப்படையில் முடிவு செய்யப்படுகிறது. 490 செயல்வரிகளைக் (active lines) (அளவை செய்யப்பட்ட 525 வரிப் படிவம்) கொண்ட வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பில் (scanning pattern), பொட்டின் விட்டம் படத்தின் உயரத்தில் 500-ல் 1 பங்காக இருக்கவேண்டும். பொட்டின் அளவு மின்னணுத் துப்பாக்கியின் வடிவமைப்பையும் (design), சீர் முறையையும் (adjustment), அது இயங்குகிற கற்றை மின்னழுத்தத்தையும், கற்றை மின்னோட்டத்தையும் பொருத்திருக்கிறது. கற்றை மின்னோட்டத்தைத் தேவையான அளவுக்குக் குறைவாக வைத்தால் 3 அங்குல விட்டமுள்ள ஒரு திரையில் 500 வரிகள் கொள்ளும்படியாகப் பொட்டுக்களின் அளவை அவ்வளவு சிறியதாக உண்டாக்க முடியும். பெரிய குழாய்களில் அதிகக் கற்றை மின்னோட்டத்திலும்கூட பொட்டின் அளவு ஒரு பெரிய சிக்கலானதன்று. ஆனால், கற்றை மின்னோட்டம் மாறும்போது பொட்டின் அளவு மாறுவதுதான் இதிலுள்ள சிக்கலாகும். எடுத்துக்காட்டாக, துப்பாக்கி 500μa (கற்றை) மின்னோட்டத்திலும் 9000 வோல்ட் (கற்றை) மின்னழுத்-

தத்திலும் இயக்கப்படும்போது 10 அங்குலத் திரையில், பட உயரத்தில் 1/500 பங்கு விட்டமுள்ள பொட்டை உண்டாக்க முடிகிறது. அதே நேரத்தில், துப்பாக்கி $100\mu a$ அல்லது அதற்குக் குறைந்த மின்னோட்டத்தில் இயக்கப்படும்போது பொட்டின் விட்டம் இன்னும் பெருமளவுக்குக் குறைந்து விடுகிறது. எனவே, படிவத்தின் இருண்ட பகுதிகளில் (darker regions) மிகுதியான பகுப்பு ஏற்படுகிறது. படிவத்தின் வரிஅமைப்பு (line structure) பார்ப்பதற்கு வெறுப்பைத் தருவதாக அமைகிறது. எனவே, படக்குழாய்களின் பகுப்புச் சிக்கல் (problem of resolution), பல்வேறு வெளிச்ச அளவில் (wide range of luminence) மாறாத விட்டமுள்ள பொட்டினை உண்டாக்கும் துப்பாக்கியின் வடிவமைப்பில்தான் இருக்கிறது. இது, நடைமுறையில் கற்றை மின்னோட்டத்திற்கும் வெளிச்சத்திற்கும் (luminence) மேல்வரம்பு (upper limit) விதிக்கிறது.

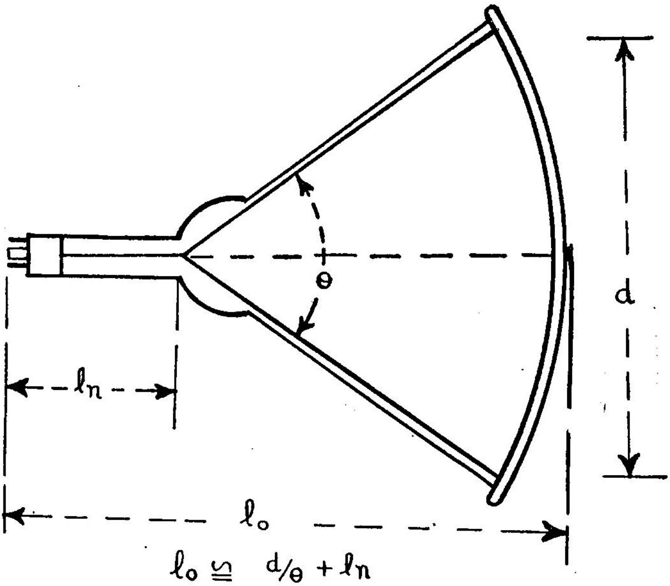
படிவத்தின் ஒளி நிலையை (tonal rendition) பாதிக்கிற ஒளிச் சிதறல், ஒளிவட்ட விளைவுகள் ஆகியவை பிரிவீட்டில் உடனடியாகத் தீங்கான விளைவுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. அதாவது, உயர் வேறுபாடு (high contrast) அவ்வளவு தேவைப்படாத பெரிய பரப்புகளில் இருப்பதைவிட படத்தின் தெளிவிற்குப் பெரிதும் காரணமான அடுத்தடுத்த படக்கூறுகளுக்கு இடையேயான வேறுபாடு இயற்கையாகவே (inherently) குறைவாக இருக்கிறது.

ஒளிர்ப்பியின்மேல் விழும் வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றையின் குறுக்கு வெட்டை (cross-section) மாற்றுகிற குவியக் கட்டுப்பாட்டினால் (focus control) படக் குழாயின் பகுதிறன் சரிசெய்யப்படுகிறது. படிவப் பரப்பின் (image area) மேல் பொட்டின் குவியம் சீராக இல்லாதபோது திரையின் குறுக்கே பிரிவீட்டில் வேறுபாடுகள் உண்டாகின்றன. இந்த விளைவு (4-வது அத்தியாயத்தில் மிகுதியாக விளக்கப்பட்ட) சீரற்ற மின் குவியப்புலம் (electric focussing field), காந்தக் குவியப்புலம் (magnetic focussing field) ஆகியவற்றால் உண்டாகலாம். அல்லது கற்றை விலகல் அமைப்பின் (beam deflection system) மையத்திலிருந்து திரைக்கு உள்ள தூரத்தில் ஏற்படும் வேறுபாடுகளிலும் (variations) ஏற்படலாம்.

படக்குழாய்களின் அமைப்பு (Construction of picture tubes)

படக்குழாய்களின் இன்றியமையாத (essential) உருவ அளவுகள் (வட்ட வடிவ) திரையின் வட்டமும், நீள் சதுரத்

திரையின் வடிவ அளவுகளும் அதனுடைய முழு நீளமும் ஆகும். வட்டத் திரையின் விட்டமும் நீள்சதுர வடிவ அளவுகளும் படத்தின் அளவை (size of the image) முடிவு செய்கின்றன. குழாயின் முழு நீளம் வாங்கிப் பெட்டியின் (receiver cabinet) ஆழத்தை (depth) முடிவு செய்கின்றது. இந்த உருவ அளவுகள்



படம் 7-11.

படக்குழாயின் விட்டம், நீளம் ஆகியவற்றிற்கும், பெரும வரிக்கண்ணோட்ட கோணத்திற்கும் உள்ள தொடர்பு.

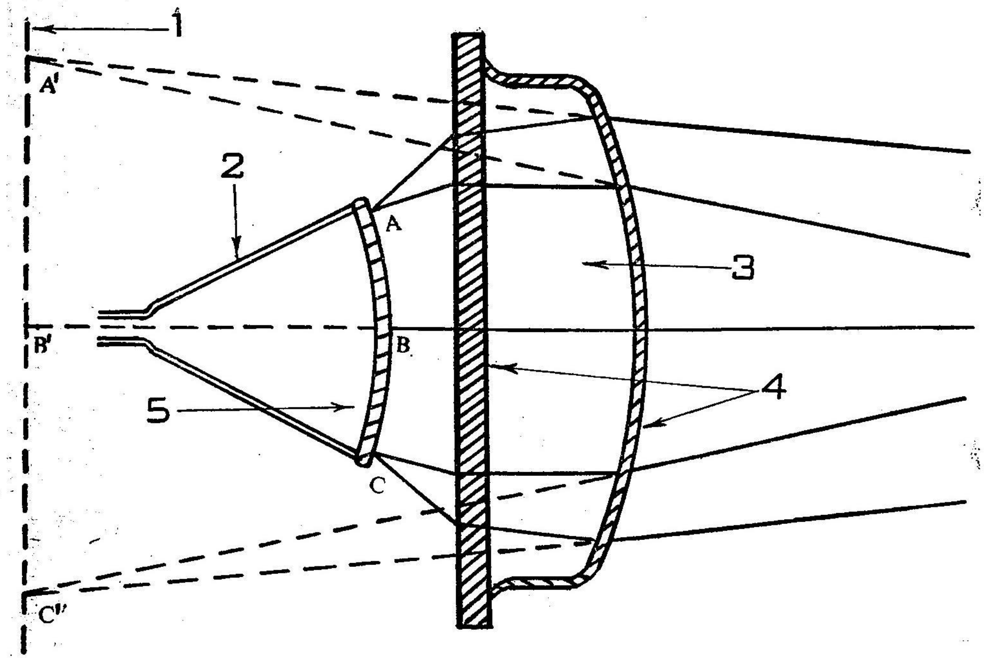
மறைமுகமாக விலகல் கோணத்தினால் தொடர்புபடுத்தப்பட்டுள்ளன. விலகு கோணத்தின் பெரும அளவு விலகல் விசையின் வலிமையினால் (intensity of deflecting force) நிச்சயிக்கப்படுகிறது. திரையின் ஒரு குறிப்பிட்ட பெரும வெளிச்சத்திற்கு விலகல் அமைப்புக்குச் சிக்கனமாகச் செலுத்தப்படும் மின்னழுத்தம், மின்னோட்டம் இவற்றின் அளவு (limitation) விலகல் கோணத்திற்கு மேல் வரம்பை (upper limit) விதிக்கிறது. 5 அங்குலம் முதல் 20 அங்குலம் வரை திரை விட்டத்தையும் காந்த விலகல் முறையையும் பயன்படுத்துகிற படக்குழாய்களில் பெரும விலகல் கோணம் 70° ஆகும். மின் விலகல் முறையைப் பயன்படுத்துகிற படக்குழாய்களில் குழாயின் அளவு (size) கற்றை மின்னழுத்தம் இவற்றைப் பொறுத்து விலகல் கோணம் 20° முதல் 35° வரை மாறுகிறது. பெரிய திரையுள்ள குழாய்கள்

(large screen tubes) மட்டும் மிஞ்சிய நீளமிருப்பதால், மின் விலகல் குழாய்களில் உள்ள சிறிய கோணம் (smaller angle) அவற்றைச் சிறிய திரை விட்டங்களாக (small-screen diameters) வரையறுக்கிறது.

படக் குழாயின் உறை (envelope), கடல் மட்டத்தில் (சதுர அங்குலத்திற்கு 14·7 பவுண்டுள்ள) மிக அதிகமான வளி மண்டல அழுத்தத்தைத் தாங்குகிற அளவுக்கு வலிமையுடையதாக இருக்க வேண்டும். 10 அங்குலத் திரையின்மேல் செயல்படும் மொத்த அழுத்தம் 1200 பவுண்டுகள் ஆகும். இவ்வளவு அழுத்தத்தைத் தாங்குவதற்காகத் திரையையும் குழாயின் மற்ற பகுதிகளையும் வெளிப்புறம் குவிந்திருக்கும்படி அமைக்க வேண்டுவது அவசிய மாகும். அல்லது அதற்கு மாறாகக் குழாய் முகப்பில் (tube face) தேவையான (சுமார் ½ அங்குலம்) தடிப்புள்ள சமமட்டமான கண்ணாடியைப் பயன்படுத்தலாம். குழாயின் முகப்புக்கு கண்ணாடியைப் பயன்படுத்த வேண்டும். குழாயின் மின்னணுத் துப்பாக்கி உள்ள பகுதி வழக்கமாகக் கண்ணாடியால் செய்யப் பட்டிருக்கும். குழாயின் முகப்பையும் கழுத்துப் பகுதியையும் சேர்க்கும் கூம்பு உறைக்கு (conical shell) கண்ணாடி அல்லது உலோகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மாதிரிப் படக்குழாய்களின் வெளி அளவுகளும், அமைப்புகளும் படத்தில் காட்டப்பட்டிருக் கின்றன. [படக்குழாய்களின் மற்ற அமைப்பு விளக்கங்கள் (structure details) மின்னணுத் துப்பாக்கியோடு அத்தியாயம் 5-ல் விளக்கப்பட்டிருக்கிறது.]

படக்குழாய்களுக்கான துணைக்கருவிகள் (Auxilary devices for picture tubes)

படிவத்தின் வேறுபாட்டை (contrast) அதிகமாக்குதல், படிவத்தின் மெய்யான (real) அல்லது தோற்ற அளவைப் (apparent size) பெரிதாக்குதல் இவைபோன்ற செயல்களுக்குப் படக்குழாயில் பல துணைக்கருவிகள் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இவை நடுநிலை அடர்த்தி வடிகட்டிகள் (neutral density filters), பூச்சுகள் (coatings), நேர்நோக்கு ஒளி உருப்பெருக்கிகள் (direct view optical magnifiers) ஒளி விலகல், ஒளித்திருப்ப வகைகளின் எறிதல் அமைப்புகள் (projection system), திசை சார்ந்த நோக்குத் திரைகள் (directional viewing screens) என்பனவாகும். நடுநிலை அடர்த்தி வடிகட்டி சூழ்ந்திருக்கும் ஒளியினால் படிவத்தின் வேறு பாட்டில் ஏற்படும் விளைவைக் குறைக்கப் பயன்படுகிறது. வடி கட்டி என்பது 0.4-லிருந்து 0.7 வரை ஒளிச் செல்லும் (optical transmission) பிளாஸ்டிக் தகடு அல்லது பிளாஸ்டிக் பூச்சு அல்லது ஒளி ஊடுருவும் வேறு பொருள்களாகும்.



படம் 7-12.

சமதளக் குவிய பெரிதாக்கு வில்லையின் ஒளியியக்கம்

1. பெரிதாக்கப்பட்ட பொய்ப் படிவ தளம்; 2. படக்குழாய்; 3. நீர், எண்ணெய் அல்லது கிளிசரின்; 4. ஒளி ஊடுருவும் பிளாஸ்டிக் உறை; 5. ஒளிர்ப்பித் திரை.

நேர்நோக்கு உருப்பெருக்கிகள் (Direct view magnifiers)

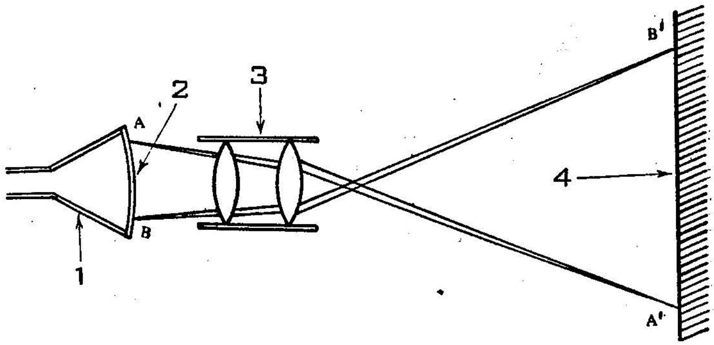
தொலைக்காட்சிப் படிவங்களைப் பெரிதாக்குவதற்காக (enlarging) இந்தக் கருவி பயன்படுத்தப்படுகிறது. இது முனைகளை வெட்டிய சமதள-குவி வில்லையின் (truncated plano-convex lens) உருவத்தைப் போன்றது. சமதளப் பரப்பு (flat surface) திரைக்கு இணையாகவும், திரையிலிருந்து சில அங்குலங்கள் முன்னால் தள்ளியும் அமைந்திருக்கிறது. இப்படிப்பட்ட வில்லைகள் பொய்ப் படிவத்தை (virtual image) உண்டாக்குகின்றன. படத்தில் காட்டியபடி இந்தப் படிவத்தின் நீள உருப்பெருக்கும் (linear magnification), குவியப்பரப்பின் (convex surface) வளைவு ஆரம் (radius of curvature), வில்லை செய்யப்பட்ட பொருளின் (lens materials) ஒளி விலகல் எண் (refractive index), வில்லையிலிருந்து ஒளிர்ப்பிப் படிவத்தின் (phosphor image) தூரம் இவைகளைக் கொண்டு முடிவு செய்யப்படுகின்றது. நடைமுறையில் நீள உருப் பெருக்கம் 1·5 மடங்காகும். அதாவது பொய்ப் (virtual) படிவத்தின் பெருக்கப்பட்ட பரப்பு. மெய்ப் படிவத்தைப்போல் ஏறக் குறைய $(1{\cdot}5)^2 = 2{\cdot}25$ மடங்காகும். இந்தப் பொய்ப் படிவத்தை ஒளி அச்சின் (optic axis) நிலையிலிருந்து பார்க்கும்போது உருக் குலைந்து (distorted) காணப்படுகிறது. அதனால் ஒளி அச்சுக்கு 20° கோணத்திற்குள்ளிருந்து பார்த்தால் படிவத்தின் உருக்குலைவு ஓரளவு தாளப்படும் (The usual tolerance of distortion permits the image to be viewed within about 20° of the axis). நோக்குக் கோணத்தின் (viewing angle) இந்தக் கட்டுப்பாடு, உருப் பெருக்கப்பட்ட படிவத்தின் பயனைச் சிறிதளவு குறைக்கிறது. இந்த வகை உருப் பெருக்கி வில்லைகளில் (magnifier lenses) நீர் அல்லது கனிம எண்ணெய் (mineral oil) நிறப்பட்ட ஒளி ஊடுறுவும் உறைகள் இருக்கின்றன. [கொடுக்கப்பட்ட ஒரு பரும அளவு தண்ணீரைவிட எண்ணெயின் ஒளி விலகல் எண் அதிகமாதலால் உருப்பெருக்கமும் அதிகமாக இருக்கும்.]

எறிதல் அமைப்புகள் (Projection systems)

சிறிய விட்டமுள்ள (2.5 அங்குலத்திலிருந்து 5 அங்குலம் வரை) ஒரு படக்குழாய் 20,000 வோல்ட் கற்றை மின்னழுத்தத்திலும் பல நூறு மைக்ரோ ஆம்பியர்கள் (several hundred micro-amperes) கற்றை மின்னோட்டத்திலும் இயக்கப்படும்போது படிவத்தின் பெரும வெளிச்சம் (maximum image luminence) பல ஆயிர அடி-லாம்பெர்ட்டுகளை அடைகிறது. அது போன்ற படிவம் முன் பக்கம் நீட்டப்பட்டு (எறியப்பட்டு) 8-லிருந்து 10 மடங்கு பெரிதாக்கப்படும்போது பல அடி-லாம்பெர்ட்டுகள் (tens of ft-

lamberts) படிவ வெளிச்சத்தை (image luminence) உண்டாக்கப் போதுமான அளவுக்கு ஒளிர்வுள்ளதாக (bright) இருக்கிறது. இதற்கு ஒளி அமைப்பு (optical system) குறைந்த f எண் (low-f number) கொண்டதாக இருக்க வேண்டும். இதற்கு இரு வகையான எறிதல் அமைப்புகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. (1) பெரிய துளையுள்ள (large aperture) விலக்கு எறிதல் வில்லை (refractive projection lens); (2) ஃச்மிட் வானவியல் தொலை நோக்கியின் (Schmidt astronomical telescope) அடிப்படையில் அமைந்த ஒளித்திருப்ப அமைப்பு (reflective system).

விலகு எறிதல் வில்லையின் (படம் 7-13) ஒளிக்கோட்பாடு (optical principle) ஒளிப்படக் கருவியில் பயன்படுத்தப்படும் வில்லைகளின் ஒளிக் கோட்பாட்டைப் போன்றதே. 5 அங்குல குழாயினுடைய ஒரு மாதிரி எறிதல் வில்லை (typical projection lens) 2.6 அங்குல விட்டத்தையும் 5 அங்குல குவிய தூரத்தையும்



படம் 7-13.

ஒளிவிலகு எறிதல் வில்லையின் ஒளியியக்கம்

1. படக்குழாய்; 2. ஒளிர்ப்பி; 3. எறிதல் வில்லை; 4. திசை நோக்குத் திரை (ஒளிகசியும் [அ-து] ஒளிதிரும்பும்).

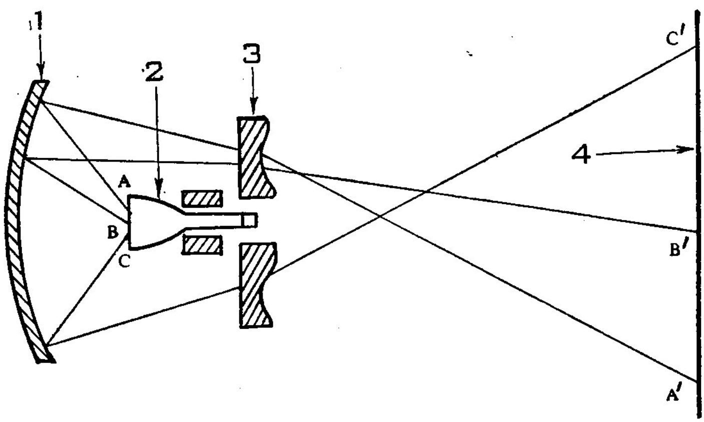
கொண்டது. அது $f/1{\cdot}9$ அளவுள்ள துளையில் (aperture) இயங்கு கிறது. தொலைக்காட்சி எறிதல் வில்லைகளின் (television projection lenses) பகுதிறன் 600 வரிகள் என்ற அளவில் இருக் கின்றது. இது (தர அளவை செய்யப்பட்ட) படித்தர 525-வரிப் படிவத்தின் (line image) வரி அமைப்பைக் (line structure) கொடுப்பதற்குப் போதுமானதாகும். இவற்றின் ஒளி செலுத்துகை (optical transmission) ஏறத்தாழ 0.7 ஆகும்.

வில்லையின் விலை மிக அதிகமாக இருப்பதாலும் படிவம் பொலிவற்று இருப்பதாலும் விலகு எறிதல் கருவி (refractive

projector) வணிக எறிதல் தொலைக்காட்சி வாங்கிகளில் (commercial projection television receivers) மிகுதியாகப் பயன் படுத்தப்படுவதில்லை. விலகு எறிதல் கருவியில் பல்வேறுபட்ட உருப் பெருக்கங்களைப் பெறுவதே அதனால் ஏற்படும் பயனாகும்.

ஷ்மிட் திருப்ப அமைப்பு (Schmidt reflective system)

ஷ்மிட் திருப்ப அமைப்பு ஒரு திறன் மிக்க ஒளி அமைப் பாகும். இதிலுள்ள துளையின் பயனுறு அளவு (effective numerical aperture) $\frac{f}{0.6}$ முதல் $\frac{f}{0.8}$ வரை இருக்கும். இந்த அமைப்பில் படிவம் துல்லியமான வளைவுள்ள (accurate curvature) படக்குழாய் திரையில் உண்டாகிறது. இந்தப் படிவம் ஒரு கோள ஆடியினால் திருப்பப்பட்டு சரி செய்யும் தகட்டின் (correction plate) வழியாக நோக்கு திரையில் விழுகிறது.



படம் 7-14.

ஷ்மிட் எறிதல் அமைப்பின் ஒளி இயக்கம்

1. கோள ஆடி; 2. எறிதல் படக்குழாய்; 3. ஒளி ஊடுறுவு திருத்தல் தகடு; 4. நோக்கு திரை.

கோள ஆடியினால் உண்டாகும் கோளப் பிறழ்ச்சி (spherical aberration) கோள வடிவமில்லாத சரிசெய்யும் தகட்டின் வழியே செல்லும்போது நீக்கப்படுகிறது. அதே விலையுள்ள ஒளி விலகு படங்காட்டும் கருவியைவிட (projector) மூன்று மடங்கு திறன் மிக்கது. இந்த அமைப்பு வணிக எறிதல் வாங்கிகளில் (commercial projection receivers) மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப் படுகிறது. இந்த அமைப்பிலுள்ள முக்கியமான குறைபாடு

(principal disadvantage) குறைந்த பகு திறனும் (resolving power) (350 முதல் 450 வரிகள் வரை) மிக அதிகமான சிதறிய ஒளி (scattered light)யுமாகும். அளவுக்கு அதிகமான சிதறிய ஒளியின் காரணமாக ஒளிர்ப்பி படிவத்தைக் (phosphor image) காட்டிலும் எறிந்த படிவத்தில் (projected image) வேறுபாடு (contrast) குறைகிறது. அதோடு இந்த அமைப்பினுள்ளே வைக்கப்படும் ஒளிக் கருவிகள் (optical elements) மிகவும் துல்லியமாக இருக்க வேண்டும். 70,000 வோல்ட் மின்னழுத்தத்தில் இயங்கும் 7 அங்குல படக்குழாய்களில் ஃச்மிட் அமைப்பைப் பயன்படுத்தினால் 9 அடி அகலமும் 12 அடி நீளமும் கொண்ட எறிதல் திரைகளை (projection screens) ஒளிரச் செய்ய முடியும். அதனால் ஏற்படும் வெளிச்சம் (luminence) 1 அடி-லாம்பெர்ட் (foot-lambert) இருக்கும்.

கற்றை

வானிலே மிதந்து வருகின்ற காட்சிகளின் மின்காந்த அலைகளை வாங்கி, மீண்டும் அவைகளை ஒளி அலைகளாக மாற்றி, காட்சிகளின் படிவத்தைக் காட்டும் கருவிக்குப் படக்குழாய் (picture tube) என்று பெயர். படக் கருவியைப் போன்று இதுவும் ஓர் எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய் ஆகும். படக்குழாய் வைத்தூற்றியின் (funnel) அமைப்பை ஒத்தது. இதன் குறுகிய (குழாய்) பகுதியில் மின்னணுக்களின் கற்றையை உருவாக்கும் மின்னணுத் துப்பாக்கி இருக்கிறது. மின்னணுக் கற்றை விலகல் தகடுகளை அல்லது விலகல் சுருள்களைக் கடந்து குழாயின் வழியாகச் சென்று அதன் மறுமுனையிலுள்ள அகன்ற திரையின் மேல் விழுகின்றது. திரையில் உள்ள ஒளிர்ப்பியில் மின்னணுக் கற்றை படும்போது திரை ஒளிர்கிறது. திரையின் மேல் விழும் மின்னணுக்களின் திசைவேகத்திற்கும் எண்ணிக்கைக்கும் ஏற்ப ஒளிச் செறிவு மிகுதியாகிறது. படக்குழாயின் மின்னணுக் கற்றை, பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட மாதிரி அமைப்பைத் (interlaced scanning pattern) தொடர்ந்து சென்று படக் கருவியின் வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றையோடு இணங்கி விலக்கப்படுகிறது.

படக்குழாயின் திரையிலுள்ள ஒளிர்ப்பிகள் (phosphors) என்பவை துத்தநாகம், கேட்மியம், பெரிலியம், கால்சியம், தீயகம், சிலிகான், கந்தகம் போன்ற பொருள்களைக் கலந்து செய்யப்படும் கூட்டுப் பொருள்களின் ஒரு வகை கலவையாகும். இந்தக் கூட்டுப் பொருள்களோடு செயலூக்கி (activator) என்று சொல்லப்படும் ஒரு தூய்மையற்ற பொருள் (impurity) சேர்க்கப்படுகிறது. கலவையிலுள்ள அடிப்படைப் பொருள்கள் (basic

materials), செயலூக்கி இவற்றின் இயைபியல் சேர்க்கைக்கு ஏற்ப பல்வகை ஒளிர்ப்பிகள் செய்யப்படுகின்றன. ஒளிர்ப்பிகள் மிகுந்த கட்டுப்பாட்டிற்குள் செய்யப்படுகின்றன. தொலைக் காட்சியில் 'P_4', 'P_6' என்ற ஒளிர்ப்பிகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. P_4 ஒளிர்ப்பி, வெள்ளை-கருப்பு தொலைக்காட்சிக் கும், P_6 ஒளிர்ப்பி, வண்ணத் தொலைக்காட்சிக்கும் பயன் படுத்தப்படுகிறது.

ஒளிர்ப்பியிலுள்ள இயைபியல் கூட்டுப் பொருள்கள் (chemical compounds) தனித் தனியாகப் பிரிக்கப்படும்போது சிவப்பு, நீலம், பச்சை அல்லது மஞ்சள் போன்ற ஒரு குறிப்பிட்ட முனைப் புள்ள (particular dominant) ஒளியைத் தருகின்றன. ஓர் ஒளிர்ப் பியால் உண்டாக்கப்படும் ஒளி அந்த ஒளியின் நிறமாலைச் சேர்க்கையைக் கொடுக்கிறது. அதோடு ஒளிர்ப்பியின் இரு முக்கிய இயக்கப் பண்புகள் (operating characteristics) (1) அதனுடைய ஒளி விளக்கத் திறமும் (luminous efficiency), (2) சிதைவுப் பண்பும் (decay characteristic) ஆகும். வழக்கமான இயக்க நெருக்கத்தில் (operating range) கற்றை மின்னோட்டமும் ஒளி வெளிவரு அளவும் கிட்டத்தட்ட நேர் விகிதத்திலிருக் கிறது. இதுதான் ஒளிர்ப்பியின் அடிப்படையான மாற்றுச் செயல் (fundamental transfer action) ஆகும்.

படக் குழாயின் திரையில் உண்டாகும் வெளிச்சம் கற்றை மின்னோட்டத்திற்கு நேர் விகிதத்திலும், கற்றை மின்னழுத்தத் தின் இரு மடிக்கு நேர் விகிதத்திலும், திரையின் பரப்புக்கு எதிர் விகிதத்திலும் இருக்கிறது.

கண்ணில் காட்சி நிலைத்திருக்கும் நேரம் (visual persistence time) $\frac{1}{16}$ விஞடியாகும். ஒளிர்ப்பியின் சிதைவு நேரம் (decay time) என்பது தூண்டுதல் (excitation) நீக்கப்பட்டவுடன், ஒளி அதன் தொடக்க மதிப்பிலிருந்து 1 விழுக்காடு அளவுக்குக் குறைகின்ற நேரமாகும். ஒரு படக்குழாயின் மாற்றுப் பண்பு என்பது அதனுடைய சைகை மின்னழுத்தத்திற்கும் (signal voltage) திரை வெளிச்சத்திற்கும் (screen luminence) உள்ள தொடர்பு ஆகும். இந்த மாற்றுப் பண்பு இரு கூறுகளைச் சார்ந் திருக்கிறது. (1) கற்றை மின்னோட்டத்தை சைகை மின்னழுத்தத் தோடு தொடர்புபடுத்தும் மின்னணுத் துப்பாக்கியின் கட்டுப் பாட்டுப் பண்பு (electron-gun control characteristic); (2) திரை வெளிச்சத்தைக் கற்றை மின்னோட்டத்தோடு தொடர்புபடுத்தும் ஒளிர்ப்பிப் பண்பு (phosphor characteristic). இந்த இரண்டு

வரைகோடுகளையும் ஒன்று சேர்த்து உண்டாக்குவது படக் குழாயின் மாற்றுப் பண்பாகும். மாற்றுப் பண்போடு திரையில் உண்டாக்கப்படும் ஒளிர்வின் பெரும-சிறும அளவுகளும் இருக் கின்றன. பெரும வெளிச்சம் (maximum luminence) கற்றை மின்னழுத்தம், கற்றை மின்னோட்டம் ஆகியவற்றால் கணக்கிடப் படுகின்றன. வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை நேராகப் படாத படிவத் தின் பகுதியில் சிறும வெளிச்சம் ஏற்படுகின்றது. இந்த வெளிச்சம், சூழ் ஒளியையும் (ambient illumination) மற்ற புறவொளி தோற்றுவாய்களையும் பொறுத்துள்ளது.

ஒரு படக் குழாயின் பகு திறன் (resolving power), கற்றை இயங்கும்போது வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றையினால் தோற்று விக்கப்பட்ட ஒளிப் பொட்டினுடைய அளவின் (size) அடிப்படை யில் முடிவு செய்யப்படுகிறது. பொட்டின் அளவு மின்னணுத் துப்பாக்கியின் வடிவமைப்பையும் (design), சீர்முறையையும் (adjustments), அது இயங்குகின்ற கற்றை மின்னழுத்தத்தையும் கற்றை மின்னோட்டத்தையும் பொறுத்திருக்கிறது.

படக் குழாய்களின் இன்றியமையாத உருவ அளவுகள் (வட்ட வடிவத் திரையில்) திரையின் விட்டமும் நீள சதுரத் திரையின் வடிவ அளவுகளும் அதனுடைய முழு நீளமும் ஆகும்.

வட்டத் திரையின் விட்டமும் நீள சதுரத் திரையின் வடிவ அளவுகளும் படத்தின் அளவை முடிவு செய்கின்றன. குழாயின் முழு நீளம் வாங்கிப் பெட்டியின் (receiver cabinet) ஆழத்தை (depth) முடிவு செய்கின்றது. படக் குழாயின் உறை (envelope) கடல் மட்டத்தின் மிக அதிகமான வளி மண்டல அழுத்தத்தைத் தாங்குகிற அளவுக்கு வலிமையுடையதாக இருக்க வேண்டும். குழாயின் மின்னணுத் துப்பாக்கி உள்ள பகுதி வழக்கமாகக் கண்ணாடியால் செய்யப்பட்டிருக்கும். குழாயின் முகப்பையும் கழுத்துப் பகுதியையும் சேர்க்கும் கூம்பு உறைக்குக் கண்ணாடி அல்லது உலோகம் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

பயிற்சிகள்

க. கோடிட்ட இடங்களைத் தகுந்த சொற்களைக் கொண்டு நிரப்பவும்

1. காட்சிகளின் மின்காந்த அலைகளை மீண்டும் ஒலி அலை களாக மாற்றி காட்சிகளின் படிவத்தைக் காட்டும் கருவிக்கு ——— என்று பெயர்.

2. திரையின் மேல் உண்டாக்கப்படும் ஒளிச் செறிவு (intensity of light) மின்னணுக்களின் ——— ——— பொறுத்தது.
3. வெள்ளை-கருப்பு தொலைக்காட்சிக்கு ——— ஒளிர்ப்பி பயன்படுத்தப்படுகிறது.
4. வண்ணத் தொலைக்காட்சிக்கு ——— ——— ஒளிர்ப்பி பயன்படுகிறது.
5. ஓர் ஒளிர்ப்பியின் இரு முக்கிய இயக்கப் பண்புகள் (1) ——— (2) ——— ஆகும்.
6. படிவத்தின் பெரும வெளிச்சத்திற்கும் சிறும வெளிச் சத்திற்கும் உள்ள விகிதம் ——— எனப்படும்.
7. குழாயினுடைய கண்ணாடி முகப்பின் பரப்பில் முழு அக ஒளித் திருப்பத்தினுல் ——— ஏற்படுகிறது.
8. ஒரு படக்குழாயின் பகு திறன், கற்றை இயங்கும்போது வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றையினுல் தோற்றுவிக்கப்பட்ட ——— ——— அடிப்படையில் முடிவு செய்யப் படுகிறது.

உ. மிகவும் பொருத்தமான விடையைப் பொறுக்கி எழுதவும்

1. ஒளிர்ப்பிகள் செய்யும்போது வேண்டாத தூய்மையற்ற பொருள்களை நீக்குவதில் மிகுந்த தனிப்பட்ட அக்கறை காட்ட வேண்டியிருக்கிறது, காரணியம்
   - (அ) ஒளிர்ப்பிகள் இல்லை என்ருல் தொலைக்காட்சி களைப் பார்க்க முடியாது;
   - (ஆ) ஒளிர்ப்பிகள் இல்லாமல் தொலைக்காட்சிகள் செய்ய முடியாது;
   - (இ) கூட்டுப் பொருளிலுள்ள அடிப்படைப் பொருள் கள் (basic materials), செயலூக்கி இவற்றின் இயல்பியல், இயைபியல் சேர்க்கைக்கு ஏற்ப ஒளிர்ப்பிகள் பரவலாக மாறுபடுகின்றன;
   - (ஈ) ஒளிர்ப்பிகள் தொலைக்காட்சிக் கருவிகளின் திரையில் மிகுதியாகப் பயன்படுகின்றன.
2. புலவரிசை முறைப்படி (field sequential method) படமெடுக்கும் வண்ணத் தொலைக்காட்சிகளுக்குப் பயன் படுத்தப்படும் ஒளிர்ப்பி

   (அ) P_2 (ஆ) P_6 (இ) P_5 (ஈ) P_{10}

3. ஒளிர்ப்பிக்குச் செலுத்தப்படும் மின்சாரத்தின் உள்ளீடு அளவு (electrical input) (வாட்டுகளில்) என்பது

(அ) கற்றை மின்னழுத்தத்தையும் (வோல்ட்களில்) கற்றை மின்னோட்டத்தையும் (ஆம்பியர்களில்) பெருக்கிவரும் பெருக்கற்பலன் ;

(ஆ) கற்றை மின்னழுத்தத்தை (வோல்ட்களில்) கற்றை மின்னோட்டத்தால் (ஆம்பியர்களில்) வகுத்து வரும் அளவு ;

(இ) கற்றை மின்னழுத்தத்தின் அளவு (வோல்ட்களில்);

(ஈ) கற்றை மின்னோட்டத்தின் அளவு (ஆம்பியர்களில்).

4. கண்ணில் காட்சி நிலைத்திருக்கும் நேரம் (visual persistence time)

(அ) $\frac{1}{10}$ விநாடி (ஆ) $\frac{1}{20}$ விநாடி (இ) $\frac{1}{50}$ விநாடி
(ஈ) $\frac{1}{16}$ விநாடி.

5. படக்குழாயின் மாற்றுப் பண்பு என்பது

(அ) திரை வெளிச்சத்தைக் கற்றை மின்னோட்டத்தோடு தொடர்புபடுத்தும் ஒளிர்ப்பிப் பண்பு வரைகோடு;

(ஆ) கற்றை மின்னோட்டத்தை சைகை மின்னழுத்தத்தோடு தொடர்புபடுத்தும் மின்னணுத் துப்பாக்கியின் கட்டுப்பாட்டுப் பண்பு வரைகோடு ;

(இ) ஒளிர்ப்பிப் பண்பு வரைகோட்டையும் மின்னணுத் துப்பாக்கியின் கட்டுப்பாட்டுப் பண்பு வரைகோட்டையும் சேர்த்து உண்டாக்கும் வரைகோடு ;

(ஈ) ஒளிர்ப்பியின் சிதைவுப் பண்பு.

6. வேறுபாட்டுத் தகவு (contrast ratio) எனப்படுவது

(அ) படிவத்தின் பெரும வெளிச்சத்திற்கும் (maximum luminence), சிறும வெளிச்சத்திற்கும் (minimum luminence) உள்ள விகிதம்;

(ஆ) படிவத்தின் பெரும வெளிச்சத்திற்கும் வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கும் உள்ள விகிதம்;

(இ) படிவத்தின் சிறும வெளிச்சத்திற்கும் நுண் வரி அமைப்புக்கும் (fine structure) உள்ள விகிதம்;

(ஈ) படக் குழாயின் பகு திறனுக்கும் (resolving power) செயல் வரிகளுக்கும் உள்ள விகிதம்.

7. வரிக்கண்ணோட்ட பொட்டின் அளவு (size)

(அ) மின்னணுத் துப்பாக்கியின் வடிவமைப்பையும் (design), சீர்முறையையும் பொறுத்தது ;

(ஆ) மின்னணுத் துப்பாக்கி இயங்குகிற கற்றை மின்னழுத்தத்தையும் கற்றை மின்னோட்டத்தையும் பொறுத்தது ;

(இ) மின்னணுத் துப்பாக்கியின் வடிவமைப்பையும் கற்றை மின்னழுத்தத்தையும் பொறுத்தது ;

(ஈ) மின்னணுத் துப்பாக்கியின் வடிவமைப்பையும் சீர்முறையையும் அது இயங்குகிற கற்றை மின்னழுத்தத்தையும் கற்றை மின்னோட்டத்தையும் பொறுத்தது.

8. காந்த விலகல் முறையில் இயங்குகிற படக்குழாய்களின் பெரும விலகல் கோணம்

(அ) 45° (ஆ) 35° (இ) 70° (ஈ) 55°

ஈ. கீழ்க்காணும் வினாக்களுக்கு விடை கூறவும்

1. ஒளிர்ப்பியின் வகைகளைப்பற்றியும் அவற்றின் பண்புகளைப்பற்றியும் விளக்கிக் கூறவும்.

2. ஒரு படக்குழாயின் முக்கியக் கூறுகளைப் படத்துடன் விவரிக்கவும்.

3. P_4 ஒளிர்ப்பியுடன் 9,000 வோல்ட்டுகள் கற்றை மின்னழுத்தத்தில் இயங்கும் ஒரு படக்குழாயில் 6 × 8 அங்குலமுள்ள படிவத்தை உண்டாக்க 50 அடி-லாம்பர்ட்டுகள் கொண்ட ஓர் உயர் ஒளி வெளிச்சம் (high light luminence) தேவைப்படுகிறது. (அ) அதற்குத் தேவையான கற்றை மின்னோட்டத்தைக் (beam current) காணவும், (ஆ) கற்றை மின்னோட்டம் 400 μaக்கு வரம்பிடப்பட்டால் கிடைக்கக்கூடிய பெரும உயர் ஒளி வெளிச்சம் யாது ?

4. எறிதல் அமைப்புகளின் வகைகளைக் கூறி படங்களுடன் அவற்றின் ஒளி இயக்கத்தை (optical action) விளக்கவும்.

ஃச்மிட் அமைப்பின் முக்கியக் குறைகள் (disadvantages) யாவை ?

5. படக்குழாய்களின் துணைக் கருவிகளைப்பற்றி விளக்கிக் கூறவும்.

8. தொலைக்காட்சி வாங்கிகள்

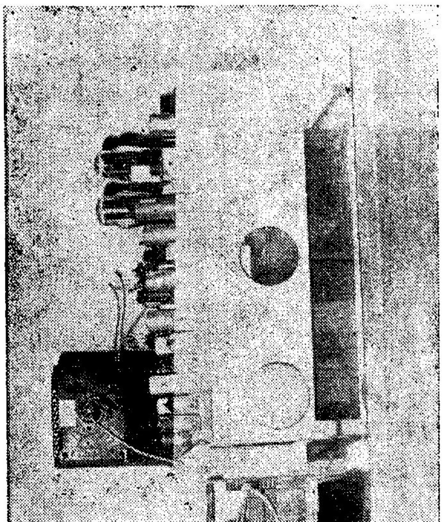
(Television Receivers)

தொலைக்காட்சி பரப்பு நிலையத்தில் காட்சிகள் பரப்பப்படும் போது அவற்றோடு சேர்ந்த ஒலியும் பரப்பப்பட்டு மின்காந்த அலைகளாக வானத்தில் மிதந்து வருகின்றன. மின்காந்த அலைகளாக மிதந்துவரும் காட்சி அலைகளையும், ஒலி அலைகளையும் ஏற்று, காட்சியாகவும், ஒலியாகவும் மாற்ற தொலைக்காட்சி அமைப்புச் சட்டத்தில் இரண்டு வாங்கிகள் இருக்கின்றன. ஒன்று, அனுப்பப்பட்ட படஊர்திச் சைகைகளுக்கான வீச்சு பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி (A. M receiver); மற்றொன்று பட ஊர்திச் சைகையோடு சேர்ந்த ஒலிச் சைகைகளுக்கான அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி (F. M. receiver). வாங்கியின் ஒலிப்பகுதி, ஒலிபெருக்கிக்கான கேட்கும் சைகையைக் (audio signal) கொடுக்கிறது. அதுபோல வாங்கியின் படப்பகுதி, படக் குழாயின் கிரிட்-எதிர்முனை மின்சுற்றுக்குத் (grid-cathode circuit) தேவையான புலனுறு சைகையைக் கொடுக்கிறது. அதோடு, படங்காட்டித் திரையின் மேல் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்வதற்கான கிடைமட்ட விலக்கு மின் சுற்றும், செங்குத்து விலக்கு மின்சுற்றும் தொலைக்காட்சி வாங்கியில் இருக்கின்றன. இறுதியாக, புலனுறு சைகையிலிருந்து படத்திரையில் மீண்டும் படத்தை உண்டாக்கச் செங்குத்து, கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்டத்தை காலத்தோடு இயக்குவதற்கான ஒத்தியக்க மின்சுற்றுகள் தேவைப்படுகின்றன. இந்தப் பணிகளை எல்லாம் தொலைக்காட்சி வாங்கியிலுள்ள 15—20 குழாய்கள் செய்கின்றன. படம் 8-1-ல் மாதிரித் தொலைக்காட்சி வாங்கியின் அமைப்புச் சட்டம் (chassis) காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

வாங்கி மின்சுற்றுகள் (Receiver circuits)

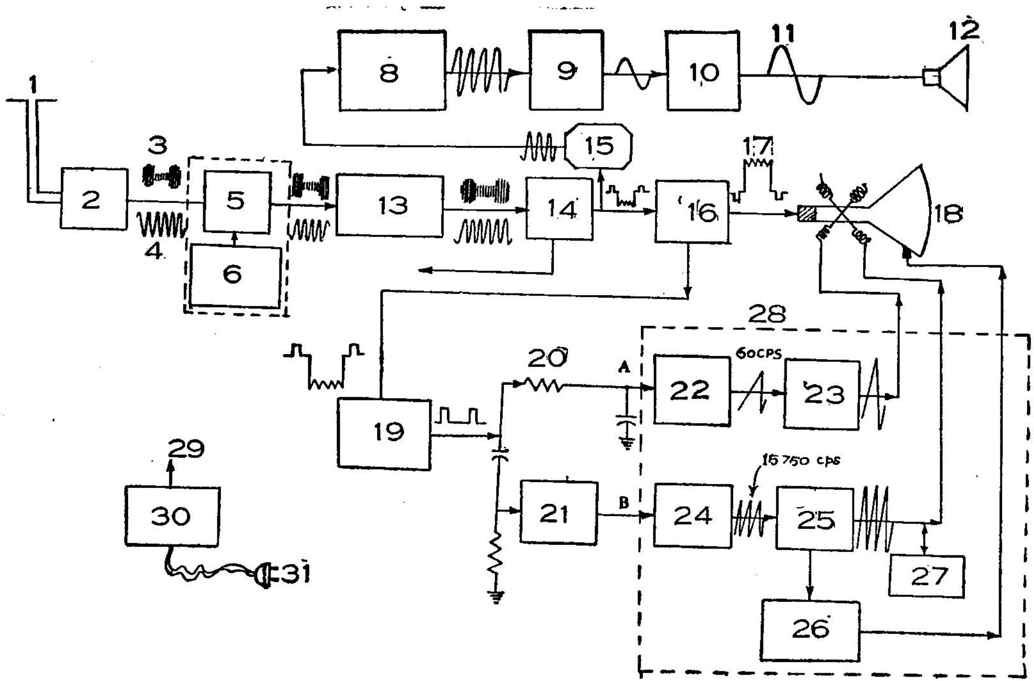
படம் 8-2 தொலைக்காட்சி வாங்கியிலுள்ள பல்வேறு பகுதிகளின் மாதிரி அமைப்பை விளக்குகிறது. வானொலி அதிர்வெண் படச் சைகை (*r-f* picture signal), வானொலி அதிர்வெண் ஒலிச் சைகை (*r-f* sound signal) ஆகிய இரண்டும் கீழ் இடைநிலை அதிர்வெண்களை (lower intermediate frequencies) உண்டாக்கு

வதற்குத் தொலைக்காட்சியிலுள்ள அலையியற்றியோடு இணைந்து துடிப்பதால், கலக்கிப் பிரித்தல் மின்சுற்று (super heterodyne circuit) பயன்படுத்தப்படுகிறது. ஒலி ஓர் அதிர்வெண் பண்பேற்றப்



படம் 8-1.
மாதிரித் தொலைக்காட்சி வாங்கியின் அமைப்புச் சட்டம்

பட்ட சைகை (F. M. signal) என்ற உண்மை கலக்கிப் பிரித்தல் செயலைத் தடைப்படுத்துவதில்லை. ஒலிச் சைகை, படச் சைகை



படம் 8-2.

மாதிரித் தொலைக்காட்சி வாங்கியின் விளக்கப்படம்

1. இருமுனை வான்கம்பி; 2. வா.அ. பெருக்கி; 3. வீ.ப. படச்சைகை; 4. அ.ப. ஒலிச்சைகை; 5. கலக்கி; 6. உள் (அக)அலை இயற்றி; 7. அதிர்வெண்மாற்றி; 8. 4.5 Mc ஒலி. இ.அ. பெருக்கி; 9. 4.5 Mc ஒலி பிரிப்பி; 10. கேளொலி பெருக்கி; 11. கேளொலி சைகை; 12. ஒலிபெருக்கி; 13. பொது இ.அ.பெருக்கி; 14. புலனுறு பெருக்கி; 15. 4.5 Mc கண்ணி; 16. புலனுறு பெருக்கி; 17. புலனுறு சைகை; 18. படக்குழாய்; 19. ஒத்தியக்க பிரிப்பி; 20. செங்குத்து சேர்ப்பி; 21. A.FC. மின்சுற்று; 22. செங்குத்து விலகல் அலையியற்றி; 23. செங்குத்து விலகல் பெருக்கி; 24. கிடைமட்ட விலகல் அலையியற்றி; 25. கிடைமட்ட விலகல் பெருக்கி; 26. மிகை மின்னழுத்த மின்திறன் வழங்கல்; 27. தடுப்பி; 28. படக்குழாய் மின்சுற்றுகள்; 29. A.C. மின்ஓட்டம்; 30. குறைந்த மி.அ. மின்திறன் வழங்கல்; 31. B+ மின் அழுத்தமும், சூடாக்கி மின்ஓட்டமும்.

A செங்குத்து ஒத்தியக்கம்; B கிடைமட்டகிடைத்தள ஒத்தியக்கம்.

ஆகிய இரண்டு சைகைகளும், வானொலி அதிர்வெண் பகுதியிலும், பொது வானொலி அதிர்வெண் பகுதியிலும் பெருக்கப்படுகின்றன. ஒலி ஊர்தி அதிர்வெண்களும், பட ஊர்தி அதிர்வெண்களும் 4·5 Mc விலகி இருந்தாலும்கூட இரண்டு சைகைகளையும் பெருக்குவதற்குப் போதுமான பட்டை அகலத்தை (band width) இந்த மின்சுற்றுகள் பெற்றிருக்கின்றன. பிறகு, புலனுறு பிரிப்பி (video detector) பகுதியில் அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட ஒலிக்காக (F. M. sound) 4.5 Mc-ல் மையங்கொண்ட ஓர் இடைநிலை அதிர்வெண் சைகையை (*i-f* signal) உண்டாக்க, ஒலிச்சைகை பட ஊர்தியுடன் துடிக்கிறது. இந்த ஏற்பாட்டிற்கு இடைநிலை ஊர்தி ஒலி (inter carrier sound) என்று பெயர். காரணம், கூட்டு ஒலிச்சைகை, 4·5 Mc அதிர்வெண்ணில் பட ஊர்தி அதிர்வெண்ணுக்கும் ஒலி ஊர்தி அதிர்வெண்ணுக்கும் இடையில் துடிப்பதால் பெறப்படுவதேயாகும்.

வானொலி அதிர்வெண் பகுதி

தொலைக்காட்சி நிலையத்தில் பரப்பப்பட்ட மின்காந்தக் காட்சி அலையும், மின்காந்த ஒலி அலையும் வாங்கியிலுள்ள வாங்கு வான் கம்பியை வந்தடைகின்றன. பட வானொலி அதிர்வெண் ஊர்திச் சைகைகளும் ஒலி வானொலி அதிர்வெண் ஊர்திச் சைகைகளும் இரண்டு சைகைகளுக்கும் பொதுவான வாங்கு வான் கம்பியால் தடுக்கப்படுகின்றன. ஒரு செலுத்துகைக் கம்பி, வான் கம்பியை வாங்கியின் உள்ளிடு முனைகளுடன் இணைத்து வா. அ. படச் சைகைகளையும் வா.அ. ஒலிச் சைகைகளையும் வா. அ. பெருக்கிப் பகுதியோடு சேர்க்கிறது. பின்னர், பெருக்கப்பட்ட வா.அ. வெளிவரு அளவு கலக்கிப் பகுதியோடு இணைக்கப்படுகிறது. மேலும், வாங்கிக்கு உள்ளே வரும் வா. அ. பட ஊர்திச் சைகைகளோடும் வா. அ. ஒலிச் சைகைகளுடனும் கலக்கிப் பிரிப்பதற்கு உள் அலையியற்றியிலிருந்து (local oscillator) வரும் வெளிவரு அளவு கலக்கியுடன் இணைக்கப்படுகிறது. வழக்கமாக, அலையியற்றி வா. அ. சைகை அதிர்வெண்களுக்கு மேலாகத் துடிக்கிறது. வெளியிலிருந்து வரும் சைகைக்கு அலையியற்றியின் அதிர்வெண்ணைச் சரிசெய்யும்போது தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நிலையத்தின் ஊர்திச் சைகைகள் வாங்கியின் கீழ் இடைநிலை அதிர்வெண்களுடன் (lower intermediate frequency) கலக்கிப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

இரண்டு வா. அ. ஊர்திச் சைகைகளுடன் துடிக்கும் அலையியற்றி, இரண்டு இடைநிலை அதிர்வெண் ஊர்திச் சைகைகளை உண்டாக்குகிறது. ஒன்று, வா. அ. படச் சைகைக்கு ஒத்த பட

இடைநிலை அதிர்வெண் சைகையாகும். மற்றொன்று, ஒலி வா. அ. சைகைக்கு ஒத்த ஒலி இடைநிலை அதிர்வெண் சைகை யாகும். வீச்சு பண்பேற்றப்பட்ட படச் சைகை (A. M. picture signal), அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட ஒலிச் சைகை(F.M. sound signal) ஆகிய இரண்டிற்கும் வா.அ. ஊர்திச் சைகைகளினுடைய அசல் பண்பேற்றும் செய்தி கலக்கியிலிருந்து வெளிவரும் இடைநிலை அதிர்வெண் சைகைகளில் (*i-f* signal) இருக்கிறது. மேலும், வா. அ. ஊர்தி அலைகளுக்கிடையேயான 4.5 Mc இடைவெளி (separation), இடைநிலை அதிர்வெண் ஊர்தி அதிர்வெண்களில் (*i-f* carrier frequencies) நிலைநிறுத்தப்படுகின்றன. பல தொலைக்காட்சி வாங்கிகளில் கலக்கிப் பகுதியிலிருந்து வெளிவரும் இடைநிலை அதிர்வெண்கள், பட ஊர்திக்கு 45.75 Mc ஆகவும் ஒலி ஊர்திக்கு 41.25 Mc ஆகவும் இருக்கின்றன. பழைய வாங்கிகளில் இவை முறையே 25.75 Mc ஆகவும் 21·25 Mc ஆகவும் இருந்தன. இரண்டிலும் பட ஊர்தி அதிர்வெண்ணுக்கும் ஒலி ஊர்தி அதிர்வெண்ணுக்கும் உள்ள வேறுபாடு 4.5 Mc ஆக இருப்பதைக் காணலாம்.

வழக்கமாக, வா. அ. பெருக்கி, கலக்கி, உள் அலையியற்றி ஆகிய பகுதிகள் ஒரு தனி துணை அமைப்புச் சட்டத்தில் இருக்கின்றன. இவை, முன் முனை (front end), தலை முனை (head end), வா. அ. பகுதி (*i-f* unit) அல்லது இசைப்பி (tuner) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. அதிர்வெண் மாற்றியைச்(frequency converter) சுற்றி இடைவிட்ட கோடுகளால் காட்டப்பட்டிருப்பதுபோல் பெரும்பாலும் உள் அலையியற்றி, கலக்கி ஆகியவற்றின் பணிகள் ஒரே குழாயில் சேர்க்கப்படுகின்றன. நிலையத் தேர்ந்தெடுப்பி (station selector), நுண்ணிசைப்பி கட்டுப்பாடுகள் (fine tuner controls) ஆகியவற்றோடு ஏற்கவேண்டிய வழியை இசைப்பி தேர்ந்தெடுக்கிறது. தேர்ந்தெடுத்து அந்த வழியினுடைய பட வா. அ. ஊர்தி அதிர்வெண்களையும் ஒலி வா. அ. ஊர்தி அதிர்வெண்களையும் வாங்கியினுடைய இடைநிலை அதிர்வெண்களுக்கு மாற்றுகிறது. இதனால், தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட சைகைகளை இடைநிலை அதிர்வெண் பகுதிகளில் பெருக்க முடியும்.

பட இடைநிலை அதிர்வெண் சைகை

பொது இடைநிலை அதிர்வெண் (இ. அ.) பெருக்கியில் இ. அ. படச்சைகைக்கும் அதனுடைய பக்க அதிர்வெண்களுக்கும்போதுமான பட்டை அகலத்தோடு மூன்று இசைப்பிப் பகுதிகள் (tuned stages) இருக்கின்றன. அகலமான பட்டை அகலத்தின் காரணமாக, கூடுகை (gain) மிகக் குறைவாக இருக்கிறது. எடுத்துக்

காட்டாக, ஒவ்வொரு பகுதிக்கும் கூடுகை 20-லிருந்து 30 வரை தான் இருக்கும். மேலும் இங்கு ஒலி இ. அ. சைகை பெருக்கப் பட்டாலும் இ. அ. பகுதியின் முக்கிய வேலை, புலனுறு பிரிப் பிக்குத் தேவையான பல வோல்ட்டுகளைக் கொடுப்பதற்கு கலக்கிக் யிலிருந்து வரும் பட இ. அ. சைகையைப் பெருக்குவதேயாகும். வழக்கமாக, இந்தப் பெருக்கிகள் விளக்கப் படங்களில் புலனுறு இ. அ. பகுதிகள் (video *i-f* stages) என அழைக்கப்படுகின்றன.

புலனுறு பிரிப்பி (Video dissector)

பண்பேற்றப்பட்ட இ. அ. படச்சைகை அதனுடைய வீச்சுப் பண்பேற்றப்பட்ட உறையை (A. M. envelope) மீண்டும் பெறுவ தற்கு இங்கேதான் திருத்தப்பட்டு (rectified) வடிகட்டப்படுகிறது (filtered). இது தான் படக்குழாய்க்குத் தேவையான கூட்டுப் புலனுறு சைகையாகும். இசைப்பியிலுள்ள அதிர்வெண் மாற்றியை முதல் பிரிப்பி என்று கருத்திற்கொண்டு இந்தப் பகு திக்குப் படத்தின் இரண்டாவது பிரிப்பி (picture second dissector) என்ற பெயரும் உண்டு. உண்மையிலேயே பிரித்தல், அதிர்வெண் மாற்றுதல் ஆகிய இரண்டுக்குமே நேர்க் கோட்டிலா இயக்கம் (non-linear operation) அல்லது திருத்தம் (rectification) தேவைப் படுகின்றது. இதன் காரணமாக 4·5 Mc ஒலிச் சைகைக்கு ஏற்ற வெவ்வேறு அதிர்வெண்களை உண்டாக்கப் புலனுறு பரிப்பி பட ஊர்திக்கு எதிராக அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட சைகையைத் துடிக்கச் செய்கிறது. பின்னர், 4·5 Mc-க்கு இசை பிரிக்கப்பட்ட ஓர் அலைக் கண்ணி (wave trap) ஒலிச் சைகையை எடுத்து வாங்கியின் ஒலிப் பகுதியோடு இணைக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது என்றாலும், புலனுறு பிரிப்பியின் முக்கிய வேலை, படத்தைத் திருப்ப உண்டாக்குவதற்கு புலனுறு பெருக்கிக்குத் (video amplifier) தேவைப்படும் படக்கருவிச் சைகை (camera signal) ஒத்தி யக்கம், மறைத்தல் செய்திகள் (blanking information) போன்றவை சேர்ந்த கலப்புப் புலனுறு சைகையைக் கொடுப் பதே யாகும்.

புலனுறு பெருக்கி (Video amplifier)

புலனுறு பெருக்கியில் ஒன்று அல்லது இரண்டு பகுதிகள் அடங்கியிருக்கின்றன. இந்தப் பகுதி, படக்குழாயின் கிரிட்-எதிர்முனை மின்கற்றை (grid-cathode circuit) இயக்கப் போது மான அளவுக்குக் கலப்புப் புலனுறு சைகையைப் பெருக்கு கிறது. படக்கருவிச் சைகையின் வேறுபாடுகள், கற்றை மின் னோட்டத்தின் செறிவை பண்பேற்றி, கணத்து நிகழ்கிற கிரிட்-எதிர்முனை மின்னழுத்தத்தை மாற்றுகின்றன. பிறகு வரிக்

கண்ணோட்ட பொட்டு திரையை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யும்போது ஒளியின் செறிவில் ஏற்படும் வேறுபாடுகள் படங்காட்டியில் படத்தை உண்டாக்க உதவுகின்றன.

கலப்புப் புலனுறு சைகையிலுள்ள மறைக்கும் துடிப்புகள் (blanking pulses). திரும்பவரும் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளை (retraces) மறைத்து படங்காட்டியிலுள்ள கிரிட்-எதிர்முனை மின்னழுத்தத்தை எதிர்க் குறியிலிருந்து (negative) சுழிநிலைக்குக் கொண்டு செல்கிறது. படங்காட்டிக்குச் செல்லும் புலனுறு சைகையில் ஒத்தியக்க மின்னழுத்தம் (synchronising voltage) சேர்ந்திருந்தாலும் இங்கு ஒத்தியக்க மின்னழுத்தத்தின் வேலை, கிரிட்டை எதிர்க் குறிக்குக் கொண்டு செல்வதைவிட சுழிநிலைக்குக் கொண்டு செல்வதேயாகும். மேலும், கலப்புப் புலனுறு சைகை ஒத்தியக்க மின்சுற்றுகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இங்கு ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள், வாங்கி வரிக்கண்ணோட்டத்தைக் (receiver scanning) காலத்தோடு இயக்கப் பயன்படுத்துவதற்காகப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

மிகுதியான வேறுபாட்டுடன் படங்காட்டியை இயக்குவதற்குத் தேவையான புலனுறு சைகையின் அளவு கிட்டத்தட்ட 80 வோல்ட்டுகள் ஆகும். புலனுறு பிரிப்பியிலிருந்து வெளிவந்த 4 வோல்ட்டை ஒரு புலனுறு பெருக்கி 20 மடங்கு பெருக்குவதால் படக்குழாய்க்கு வேண்டிய சைகை கிடைக்கிறது. கலப்பு புலனுறு சைகை, படங் காட்டியின் கட்டுப்பாட்டுக் கிரிட்டுடன் (control grid) சேர்க்கப்படும்போது இந்த முறைக்கு கிரிட்டு இயக்கம் (grid drive) என்று பெயர். இதுபோல் கலப்பு புலனுறு சைகையை எதிர்முனையுடன் இணைப்பதற்கு எதிர்முனை இயக்கம் (cathode drive) என்று பெயர்.

தான் கூடுகை கட்டுப்பாடு (AGC)

படம் 8-2-ல் புலனுறு பிரிப்பி, முன்னேயுள்ள இ. அ. பகுதி, வா. அ. பகுதி ஆகியவற்றின் கூடுகையைத் தானாகவே கட்டுப்படுத்துவதற்கு வேண்டிய ஒரு சார்பு மின்னழுத்தத்தைக் (bias voltage) கொடுப்பதாகக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. இந்த தான் கூடுகைக் கட்டுப்பாடு (automatic gain control) மின்சுற்று வானொலிப் பெட்டியிலுள்ள தான் ஒலி கட்டுப்பாட்டு (A.V.C.) அமைப்பு போன்றதே. படஊர்திச் சைகை எவ்வளவு வலிவானதாக இருக்கிறதோ அந்த அளவுக்கு AGC சார்பு மின்னழுத்தம் (AGC bias voltage) மிகுதியான எதிர்க் குறியுடன் உண்டாக்கப்படுகிறது. எனவே, வாங்கியின் கூடுகையும் அதற்கேற்ப குறைகிறது. இதன் விளைவாக, வெவ்வேறு ஊர்திச் சைகை

வலிமைகளுக்குக் கிட்டத்தட்ட மாருத புலனுறு சைகை வீச்சு (signal amplitude) கிடைக்கிறது. எனவே, படப்பெருக்கித் தொடரிலுள்ள தான் கூடுகைக் கட்டுப்பாடு, திரும்ப உண்டாக்கப்படும் படத்தில் வேறுபாட்டின் ஒரு தான் கட்டுப்பாடாக (automatic control) பயன்படுகிறது. பொதுவாக, அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட ஒலி இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கில் (F.M. sound *i-f* amplifier) தான் ஒலி கட்டுப்பாடு (AVC) பயன்படுத்தப்படுவதில்லை. என்ருலும், தான் கூடுகைக் கட்டுப்பாட்டு மின்சுற்றுகள் (AGC circuits) படச் சைகைகளையும், ஒலிச் சைகைகளையும் பெருக்குகிற வா. அ. பகுதிகளின் கூடுகையையும் பொது இடைநிலை அதிர்வெண் பகுதிகளின் கூடுகையையும் கட்டுப் படுத்துவதால் அது (AGC மின்சுற்று) படம், ஒலி ஆகிய இரண்டையும் பாதிக்கிறது.

ஒத்தியக்க மின்சுற்றுகள்

புலனுறு பிரிப்பியிலிருந்து வெளிவரும் சைகையில் ஒத்தியக்கத் துடிப்புகளும் கலப்பு புலனுறு சைகையின் ஒரு பகுதியாக அடங்கியிருக்கின்றன. எனவே, வாங்கியில் செங்குத்து கிடைமட்ட விலகல் அலையியற்றிகளின் (deflection oscillators) அதிர்வெண்ணைக் கட்டுப்படுத்துவதற்குத் தேவையான காலத் துடிப்புகளைக் (timing pulses) கொடுப்பதற்கு ஒத்தியக்க மின்சுற்றுகளோடு கலப்பு புலனுறு சைகையும் சேர்க்கப்படுகிறது.

ஒத்தியக்க மின்சுற்றுகளில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட பெருக்கிப் பகுதிகளும் (amplifier stage) பிரிப்பிப் பகுதிகளும் (separator stage) இருக்கின்றன. ஒத்தியக்கப் பிரிப்பி என்பது கலப்பு புலனுறு சைகையிலுள்ள படக்கருவி சைகையிலிருந்து ஒத்தியக்கத் துடிப்பின் வீச்சினைப் பிரிக்கக்கூடிய ஒரு வெட்டுப் பகுதி (clipper stage) யாகும். மேலும், புலனுறு சைகை வீச்சில் மேலேயுள்ள 25 நூற்றுமேனி (per cent) ஒத்தியக்கத்திற்காகவே பயன்படுத்தப்படுகிறது. புலனுறு சைகையின் முனைகள் வெட்டப்பட்டு பெருக்கப்படும்போது அதனுடைய வெளிவரு அளவில் ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள் மட்டுமே அடங்கியிருக்கின்றன.

கிடைமட்ட வரிக்கண்ணேட்டம், செங்குத்து வரிக் கண்ணேட்டம் ஆகிய இரண்டுக்குமே ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள் இருப்பதால் ஒத்தியக்கப் பிரிப்பியின் வெளிவரு அளவு இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

சேர்ப்பி (integrator) என்பது கீழ்-கடத்து RC வடிகட்டி மின்சுற்று (low pass RC filter circuit) ஆகும். இது பிரிக்கப்பட்ட மொத்த ஒத்தியக்க மின்னழுத்தத்திலிருந்து (synchronising voltage) செங்குத்து துடிப்புகளைத் தவிர மற்ற எல்லாவற்றையும் வடிகட்டிவிடுகிறது. பின்னர், செங்குத்து ஒத்தியக்கச் சைகைகளை, செங்குத்து விலக்கு அலையியற்றியில் வினாடிக்கு 60 சுற்றுகளில் (cps) அடைக்க முடியும். கிடைமட்ட ஒத்தியக்கத்திற்கு வேண்டிய சைகைகளை வினாடிக்கு 15,750 சுற்றுகளில் (cps) கிடைமட்ட விலக்கு அலையியற்றியில் அடைப்பதற்கு ஒரு தான் அதிர்வெண் கட்டுப்படுத்தும் மின்சுற்று (automatic frequency control circuit) பயன்படுத்தப்படுகிறது.

வாங்கியின் மொத்தக் கூடுகை

வான்கம்பியின் உள்ளிடு மின்முனைகளிலிருந்து (antenna input terminals) படங்காட்டியின் கிரிட்-எதிர்முனை மின்சுற்று (kinoscope grid-cathode circuit) வரைபடப் பெருக்கி மின்சுற்று, மொத்தம் கிட்டத்தட்ட 1 மிலியன் மடங்கு மின்னழுத்தப் பெருக்கத்தை (voltage amplification) உண்டாக்குகிறது. இது, ஒவ்வொரு தனித்தனி பகுதிகளின் மின்னழுத்தப் பெருக்கத்தின் பெருக்கற்பலனாகும். வா. அ. (*r-f*), இ.அ. (*i-f*) ஆகியவற்றின் கூடுகை AGC-யின் சார்பு மின்னழுத்தத்தைப் பொருத்திருந்தாலும் பெருக்கத்தின் மாதிரி அளவுகள் வா. அ. பகுதியில் கிட்டத்தட்ட 10 ஆகவும், இ. அ. சைகையில் 10,000 ஆகவும், இருமுனை புலனுறு பிரிப்பியில் (diode video dissector) $\frac{1}{2}$ ஆகவும் புலனுறு பெருக்கியில் 20 ஆகவும் இருக்கின்றன. இதன் பெருக்கற்பலன்,

$$10 \times 10{,}000 \times \tfrac{1}{2} \times 20 = 1{,}000{,}000$$

ஆகும், எனவே, படங்காட்டியில் 80 வோல்ட்டுகள் புலனுறு சைகை வேண்டுமானால் வான்கம்பி மின்முனைகளில் 80 μv சைகை தேவைப்படுகிறது. என்றாலும், படம் நல்ல ஒத்தியக்கத்தோடும் பனிப்படலத் தோற்றம் (snow) இல்லாமலும் இருக்க மிகுதியான வான்கம்பி சைகை (antenna signal) தேவைப்படுகிறது.

விலக்கு மின்சுற்றுகள்

படம் 8-2-ல் காட்டப்பட்டிருப்பது போல் விலக்க மின்சுற்றுகளில் வினாடிக்கு 60 சுற்றுகள் மேனி (cps) இயங்கும் செங்குத்து வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கான செங்குத்து அலையியற்

றியும் பெருக்கியும் அடங்கியிருக்கின்றன. அவற்றோடு விநாடிக்கு 15,750 சுற்றுகள் மேனி (cps) இயங்கும் கிடைமட்ட வரிக் கண்ணோட்டத்திற்கான கிடைமட்ட அலையியற்றியும் பெருக்கியும் விலக்கு மின்சுற்றுகளில் இருக்கின்றன. செங்குத்து அல்லது கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கான பெருக்கியைத் தேவை யான அதிர்வெண்ணில் பெருக்குவதற்கு அலையியற்றிப்பகுதி விலக்கு மின்னழுத்தத்தை உண்டாக்குகின்றது. விலக்குப் பெருக்கிகள் (deflection amplifiers) என்பவை படங்காட்டி முழுவதும் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யத் தேவையான வரிக் கண்ணோட்ட மின்னோட்டத்தை விலக்கு இணைப்புச் சட்டத்தில் (deflection yoke) கொடுக்கிற மின் வெளிவரு அளவு பகுதி களாகும். கிடைமட்ட வெளிவரு மின்சுற்றில் தடைக்கருவி பகுதியும் (damper stage) சேர்ந்திருக்கிறது. இந்தத் தடைக் கருவிப் பகுதி கிடைமட்ட ரம்பப் பல் வரிக்கண்ணோட்ட மின் னோட்டத்தில் (sawtooth scanning current) சைன்-அலை அலைவுகளை (sine wave oscillation) குறைக்கிறது. அதோடுகூட தடைக்கருவி, கிடைமட்டப் பெருக்கிக்கு வேண்டிய உயர்ந்த B+ மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கிறது. எனவே, தடைக்கருவி இல்லாமல் கிடைமட்ட வெளிவரு மின்சுற்று இயங்கமுடியாது. மேலும் படக்குழாய்க்கு வேண்டிய நேர்முனை மின்னழுத்தத்தை (anodevoltage) வழங்குவதற்கு உயர் மின்னழுத்தத் திருத்தியுடன் (high voltage rectifier) கிடைமட்ட வெளிவரு அளவும் சேர்க் கப்படுகிறது.

கிடைமட்ட செங்குத்து விலகல் மின்சுற்றுகள் படங் காட்டித் திரையின்மேல் ஒளியூட்டப்பட்ட வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பை உண்டாக்குகின்றன. பின்னர், திரையின்மேல் படத்தை மீண்டும் உண்டாக்குவதற்குப் படங்காட்டியின் கிரிட் எதிர்முனை மின்சுற்றுடன் சேர்க்கப்பட்ட புலனுறு சைகை மின் னழுத்தத்தினால் பொட்டுச் செறிவை (spot intensity) மாற்ற முடியும்.

விலகல் மின்சுற்றுகள் தேவையான வரிக்கண்ணோட்ட மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குகின்றன. விலகல் அலையியற்றிகள் தன்னிச்சையாக இயங்குவனவாக இருப்பதால், அவை இயங்கு வதற்கு எந்த வெளிச் சைகையும் தேவையில்லை. என்றாலும், திரையின்மேல் சரியான இடத்தில் படத்தைத் திருப்பி உண்டாக்குவதற்குத் துல்லியமான சரியான அதிர்வெண்ணில் விலகல் அலையியற்றிகளைப் பிடித்து நிறுத்துவதற்கு ஒத்தியக்கம்

தேவைப்படுகிறது. ஒத்தியக்கம் இல்லாமல் விலகல் மின்சுற்று கள் திரையை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்ய முடியும். ஆனால், படத்தை நிலையாகப் பிடிக்க முடியாது.

மின்திறன் வழங்கல் (Power supply)

தொலைக்காட்சி வாங்கிக்கு இரண்டு வகையான மின்திறன் தேவைப்படுகின்றது. ஒன்று, எல்லாப் பெருக்கிப் பகுதிகளையும் (amplifier stages) இயக்கும் நே.மி. (d.c.) அழுத்தங்களை வழங்கும் 300 வோல்ட்டுகளோடு கூடிய வழக்கமான B+ மின்திறன் (B+ supply). தொலைக்காட்சி வாங்கியில் இதற்குக் **கீழ் மின்னழுத்தம் வழங்கல்** (low voltage supply) என்று பெயர். கரணியம், படக் குழாய்க்கு நேர்முனை மின்னழுத்தத்தைக் கொடுக்கிற **உயர் மின்னழுத்தத்தோடு** (high voltage supply) ஒப்பிடும்போது அதனுடைய வெளிவரு மின்னழுத்தம் (output voltage) குறைவாக இருப்பதேயாகும். படம் போதுமான ஒளிர்வுள்ள தாக இருக்க, நேர்நோக்கு படக்குழாய்களில் (direct view picture tubes) நேர்முனை மின்னழுத்தம் 9 முதல் 18 KV வரை இருக்க வேண்டும். அதே நேரத்தில் எறிதல் படங்காட்டிகளில் 20 முதல் 80 KV வரை மின்னழுத்தம் தேவைப்படுகிறது.

உயர் மின்னழுத்தத் திருத்தி (high voltage rectifier) தனக்கு வேண்டிய மாறு மின்னோட்ட உள்ளிடு அளவைக் (a.c. input) கிடைமட்டப் பெருக்கியிலிருந்து பெருகிறது. இந்த ஏற்பாட்டிற்கு விரைந்து மீள் மின்னழுத்தம் வழங்கல் (fly-back supply) என்று பெயர். ஏனெனில், இந்த உயர் மின்னழுத்தம் விரைவான கிடைமட்ட திருப்பத்தின்போது தூண்டு மின்னழுத்தமாக உண்டாக்கப்படுகிறது. இந்தத் தொகுபயன் மின்னழுத்தம் (resultant voltage) கிடைமட்ட வெளிவரு மின் மாற்றியினால் தேவையான அளவு உயர் மின்னழுத்தத்திற்கு உயர்த்தப் படுகிறது. திருத்தப்பட்ட இந்த வெளிவரு அளவுதான் ஒளிர்ப்புத் திரையில் (phosphor screen) ஒளிர்வை உண்டாக்குவதற்குப் படங் காட்டிக்கு தேவையான நே. மி. நேர்முனை மின்னழுத்தமாகும். ஏனெனில், படங்காட்டி நேர்முனை மின்னழுத்தம் (kinescope anode voltage) கிடைமட்ட வெளிவரு அளவைப் பொறுத் துள்ளது. கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்ட மின்சுற்றுகள் இயங்க வில்லையானால் படங்காட்டித் திரையின்மேல் எந்தவித ஒளிர்வும் இருக்காது.

சுற்றுவை

தொலைக்காட்சி நிலயத்திலிருந்து காட்சியும் அதனுடன் தொடர்புள்ள ஒலியும், வான்கம்பி மூலம் மின்காந்த அலைகளுடன் சேர்த்து வெளியில் பரப்பப்படுகின்றன. வானிலே மிதந்து வரும் மின்காந்த அலைகளை வீட்டிலும் வேறு இடங்களிலும் உள்ள தொலைக்காட்சி வாங்கி (television receiver) ஏற்று, மின்காந்த அலைகளிலிருந்து காட்சி அலைகளையும், ஒலி அலைகளையும் பிரித்து நமக்குத் தருகிறது. எனவே, தொலைக்காட்சி வாங்கியில் இரண்டு வாங்கிகள் இருக்கின்றன. ஒன்று : பட ஊர்திச் சைகைகளுக்கான வீச்சு பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி (A.M. Receiver); மற்றொன்று; படஊர்திச் சைகையோடு சேர்ந்த ஒலிச் சைகைகளுக்கான அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி (F.M. Receiver).

வாங்கியின் ஒலிப்பகுதி, ஒலிபெருக்கிக்கான கேட்கும் சைகையைக் (audio signal) கொடுக்கிறது. வாங்கியின் படப் பகுதி, படக்குழாயின் கிரிட்-எதிர்முனை சுற்றுக்குத் (grid-cathode circuit) தேவையான புலனுறு சைகையைக் (video signal) கொடுக்கிறது.

படங்காட்டித் திரையின்மேல் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்வதற்கான கிடைமட்ட விலக்கு மின்சுற்றும் செங்குத்து விலக்கு மின்சுற்றும் தொலைக்காட்சி வாங்கியில் இருக்கின்றன.

புலனுறு சைகையிலிருந்து படத்திரையில் மீண்டும் படத்தை உண்டாக்க, செங்குத்து, கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்டத்தைக் காலத்தோடு இயக்குவதற்கான ஒத்தியக்க மின்சுற்றுகளும் வாங்கியில் இருக்கின்றன.

ஒலிச்சைகை, படச்சைகை ஆகிய இரண்டு சைகைகளும் வானொலி அதிர்வெண் பகுதியிலும், பொது வானொலி அதிர்வெண் பகுதியிலும் பெருக்கப்படுகின்றன.

புலனுறு பிரிப்பி (video detector) பகுதியில் அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட ஒலிக்காக (F.M. sound) 4·5 மெ. சை.-ல் மையங்கொண்ட ஓர் இடைநிலை அதிர்வெண் சைகையை (*i.f.* signal) உண்டாக்க ஒலிச்சைகை, படஊர்தியுடன் துடிக்கிறது. இந்த ஏற்பாட்டிற்கு இடைநிலை ஊர்தி ஒலி (inter carrier sound) என்று பெயர்.

வான்வெளியிலிருந்து வாங்கு வான்கம்பியை வந்தடையும். படவானொலி அதிர்வெண் ஊர்திச் சைகைகளும் ஒலி வானொலி அதிர்வெண் ஊர்திச் சைகைகளும் செலுத்துகைக் கம்பி வழியாக வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கிப் பகுதியோடு சேர்க்கப்பட்டு பெருக்கப்படுகின்றன.

பெருக்கப்பட்ட இந்த வானொலி அதிர்வெண் வெளிவருமளவும் (output) உள் அலை இயற்றியிலிருந்து (local oscillator) வரும் வெளிவரு அளவும் கலக்கப்பட்டு தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட நிலையத்தின் ஊர்திச் சைகைகள் வாங்கியின் கீழ்-இடைநிலை அதிர்வெண்களுடன் கலக்கிப் பிரிக்கப்படுகின்றன.

புலனுறு பிரிப்பிக்குத் (video detector) தேவையான பல வோல்ட்டுகளைக் கொடுப்பதற்குக் கலக்கியிலிருந்து வரும் பட இ. அ. சைகையை, இ. அ. பகுதி பெருக்குகிறது.

படத்தைத் திரும்ப உண்டாக்குவதற்கு புலனுறு பெருக்கிக்குத் (video amplifier) தேவையான, படக்கருவி சைகை (camera signal), ஒத்தியக்கம், மறைத்தல் செய்திகள் போன்றவை சேர்ந்த கலப்புப் புலனுறு சைகையைப் புலனுறு பிரிப்பி கொடுக்கின்றது.

புலனுறு பெருக்கி, படக்குழாயின் கிரிட்-எதிர்முனை மின் சுற்றை (grid-cathode circuit) இயக்கப் போதுமான அளவுக்குக் கலப்புப் புலனுறு சைகையைப் பெருக்குகிறது.

கலப்புப் புலனுறு சைகை, படங்காட்டியின் கட்டுப்பாட்டு கிரிட்டுடன் சேர்க்கப்படுகிறது. இந்த முறைக்கு கிரிட்-இயக்கம் (grid drive) என்று பெயர். கலப்புப் புலனுறு சைகையை எதிர் முனையுடன் இணைப்பதற்கு எதிர்முனை இயக்கம் (cathode drive) என்று பெயர்.

ஒத்தியக்க மின்சுற்றுகளில் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்டப் பெருக்கிப் பகுதிகளும், பிரிப்பிப் பகுதிகளும் இருக்கின்றன. ஒத்தியக்கப் பிரிப்பி என்பது கலப்புப் புலனுறு சைகையிலுள்ள படக்கருவி சைகையிலிருந்து ஒத்தியக்கத் துடிப்பின் வீச்சினைப் பிரிக்கக்கூடிய ஒரு வெட்டுப்பகுதியாகும்.

வாங்கியில், வான்கம்பியின் உள்ளிடு மின்முனைகளிலிருந்து படங்காட்டியின் கிரிட் எதிர்முனை மின்சுற்று வரை மொத்த மின்னழுத்தப் பெருக்கம் 1 மிலியன் மடங்காகும். விலக்கு மின்

சுற்றில் செங்குத்து, கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்டத்திற்கான அலை இயற்றிகளும், பெருக்கிகளும் இருக்கின்றன. அதோடு கிடைமட்ட வெளிவரும் மின்சுற்றில் தடைக்கருவிப் பகுதியும் (damper stage) சேர்ந்து இருக்கிறது.

தொலைக்காட்சி வாங்கிக்கு இரண்டு வகையான மின்திறன் தேவைப்படுகிறது. (1) பெருக்கிப் பகுதிகளை இயக்கும் நேர் மின்னழுத்தங்களை வழங்கும் 300 வோல்ட்டுகளோடு கூடிய B+ மின்திறன். தொலைக்காட்சியில் இதற்குக் கீழ் மின்னழுத்தம் வழங்கல் (low voltage supply) என்று பெயர். (2) படக் குழாய்க்கு நேர்முனை மின்னழுத்தத்தைக் (anode voltage) கொடுக்கிற (9 முதல் 80 KV வரையுள்ள) உயர் மின்திறன் ஆகும். இதற்கு உயர் மின்னழுத்தம் வழங்கல் (high voltage supply) என்று பெயர்.

பயிற்சிகள்

க. கோடிட்ட இடங்களைச் சரியான சொற்களால் நிரப்பவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. தொலைக்காட்சி வாங்கியின் ஒலிப்பகுதி ஒலிபெருக்கிக் கான ——— கொடுக்கிறது.
2. வாங்கியின் படப்பகுதி, படக்குழாயின் கிரிட்-எதிர்முனை மின்சுற்றுக்குத் தேவையான ——— கொடுக்கிறது.
3. பட்டை அகலம் (band-width) அதிகமானால் ——— குறைகிறது.
4. புலனுறு பிரிப்பியின் (video detector) முக்கிய வேலை ——— கொடுப்பதாகும்.
5. மிகுதியான வேறுபாட்டுடன் படங்காட்டியை இயக்கு வதற்குத் தேவையான புலனுறு சைகையின் அளவு கிட்டத்தட்ட ——— வோல்ட்டுகள் ஆகும்.
6. கலப்புப் புலனுறு சைகையைப் படங்காட்டியின் எதிர் முனையுடன் இணைப்பதற்கு ——— என்று பெயர்.
7. கலப்புப் புலனுறு சைகையைப் படங்காட்டியின் கட்டுப் பாட்டு கிரிட்டுடன் சேர்ப்பதற்கு ——— என்று பெயர்.
8. கலப்புப் புலனுறு சைகையிலுள்ள படக் கருவி சைகை யிலிருந்து ஒத்தியக்கத் துடிப்பின் வீச்சினைப் பிரிக்கக்

கூடிய ஒரு வெட்டுப் பகுதிக்கு (clipper stage) ——— என்று பெயர்.

9. புலனுறு சைகை வீச்சில் மேலேயுள்ள ——— நூற்று மேனி (per cent) ஒத்தியக்கத்திற்காகவே பயன்படுத்தப் படுகிறது.

10. படம் நல்ல ஒத்தியக்கத்தோடும் பனிப்படலத் தோற்றம் இல்லாமலும் இருக்க மிகுதியான ——— தேவைப் படுகிறது

உ. சரியான விடையைத் தெரிந்தெடுத்து எழுதவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. தொலைக்காட்சி நிலையத்தில் பரப்பப்பட்ட பட ஊர்திச் சைகைகளை மீண்டும் காட்சியாக மாற்றுவது தொலைக் காட்சி அமைப்புச் சட்டத்திலுள்ள

   (அ) வீச்சுப் பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி (A. M. receiver);

   (ஆ) அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி (F. M. receiver);

   (இ) பண்பேற்றப்படாத வாங்கி;

   (ஈ) பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி.

2. தொலைக்காட்சி நிலையத்திலிருந்து பரப்பப்படும் ஒலிச் சைகைகளை மீண்டும் ஒலியாக மாற்றுவது தொலைக் காட்சி அமைப்புச் சட்டத்திலுள்ள

   (அ) வீச்சு பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி (A. M. receiver);

   (ஆ) அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி (F. M. receiver);

   (இ) பண்பேற்றப்படாத வாங்கி;

   (ஈ) பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி.

3. பட்டை அகலம் (band width) அதிகமானல் கூடுகை

   (அ) அதிகமாகும்; (ஆ) குறையும்;

   (இ) எந்த மாற்றமும் ஆகாது; (ஈ) சுழியாகும்.

4. படங்காட்டி முழுவதும் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யத் தேவையான வரிக்கண்ணோட்ட மின்னோட்டத்தை

விலக்கு இணைப்புச் சட்டத்தில் கொடுக்கிற மின்வெளி வரு அளவு பகுதிக்குப் பெயர்

(அ) புலனுறு பெருக்கிகள்;

(ஆ) ஒத்தியக்கப் பெருக்கிகள்;

(இ) வடிகட்டி;

(ஈ) விலக்குப் பெருக்கிகள்.

5. தடைக் கருவி (damper) இல்லாமல் கிடைமட்ட வெளி வரு மின்சுற்று இயங்க முடியாது. கரணியம்,

(அ) தடைக்கருவிப் பகுதி, கிடைமட்ட ரம்பப் பல் வரிக் கண்ணோட்ட மின்னோட்டத்தில் சைன் அலை அலைவுகள் (sine wave oscillation) குறைப்பதோடு கிடைமட்டப் பெருக்கிக்கு வேண்டிய உயர்ந்த B + மின்சாரத்தைக் கொடுக்கிறது;

(ஆ) கிடைமட்டப் பெருக்கிக்கு வேண்டிய உயர்ந்த B + மின்னழுத்தத்தை மட்டும் கொடுக்கிறது;

(இ) கிடைமட்ட ரம்பப் பல் வரிக்கண்ணோட்ட மின் னோட்டத்தில் சைன் அலை அளவுகளைக் குறைக் கிறது;

(ஈ) விலக்கு மின்னழுத்தத்தை உண்டாக்குகிறது.

ஊ. கீழ்க்காணும் வினாக்களுக்கு விடை கூறவும்

1. தொலைக்காட்சி வாங்கியிலுள்ள வான்கம்பி, செலுத் துகைக் கம்பி—இவற்றின் பணியினைக் கூறவும்.

2. புலனுறு பிரிப்பி, புலனுறு பெருக்கி ஆகிய பகுதியின் வேலையைச் சொல்லவும்.

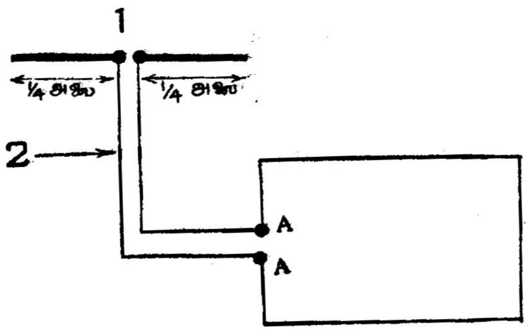
3. ஒத்தியக்க மின்சுற்றுகளின் முக்கியத்துவத்தை விளக்கவும்.

4. விலகல் மின்சுற்றுகளின் பணியினை விளக்கவும்.

5. தொலைக்காட்சி வாங்கிக்கு மின்திறன் வழங்கல் பற்றி சுருக்கமாகக் கூறவும்.

9. வாங்கும் வான்கம்பி

வானத்தில் மிதந்து வரும் மின்காந்த அலைகளை வாங்கியில் பெறுவதற்கு வழி செய்கிறது வாங்கும் வான்கம்பி. இது சிறிது நீளமுள்ள ஒரு கம்பி அல்லது ஏதாவது ஒரு கடத்தி (conductor) ஆகும். இதில், பரப்பு நிலையத்திலிருந்து அனுப்பப் பட்ட மின்காந்த அலையினால் மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகின்றது. வாங்கியில் போதுமான சைகையைப் பெறுவதற்கு வான்கம்பி மிகவும் நீளமுள்ளதாக இருக்கவேண்டும். அல்லது, ஒரு குறிப் பிட்ட அதிர்வெண்ணை (frequency) பெருக்குகின்ற ஒத்ததிர்வு நீளத்தைப் (resonant length) பெற்றிருக்க வேண்டும். நடைமுறைக்கு வசதியான அளவுள்ள ஓர்-அரை அலை நீளமுள்ள மிக அதிக அதிர்வெண் (VHF), புற அதிக அதிர்வெண் (UHF) பட்டைகளுக்கான வான்கம்பியின் பொதுவான வகை, அரை அலை ஒத்ததிர்வு இருமுனை (half-wave resonating dipole) ஆகும்.



படம் 9-1(a)

வாங்கியுடன் இணைக்கப்பட்ட வான்கம்பியும் செலுத்துகைக் கம்பியும்.

1. அரை-அலை வான்கம்பி; 2. செலுத்துகைக் கம்பி.

A, A—வாங்கியில் உள்ள வான்கம்பி முனைகள்.

தொலைக்காட்சி வாங்கிக்கான இந்த வான்கம்பி அமைப்பில் antennasystem), வான்கம்பி கடத்திகளில் (antenna conduc-

tors) தூண்டு சைகை மின்னோட்டத்தை உண்டாக்குவதற்கு வானத்தில் மிதந்துவரும் மின்காந்த அலையை இந்த இருமுனை தடுக்கிறது. செலுத்துகைக் கம்பியானது (transmission line) வாங்கியின் வான்கம்பி உள்ளிடு முனைகளுக்கு (input terminals) குறைந்த இழப்புகளோடு சைகை மின்னோட்டத்தைக் கடத்துகிறது. வான்கம்பி சைகை (antenna signal) என்பது அதே வான்கம்பியில் வாங்கப்படுகின்ற பட ஊர்திச் சைகையும் ஒலி ஊர்திச் சைகையுமாகும்.

ஒரு நல்ல படத்தைத் திரும்ப உண்டாக்குவதற்கு ஒரு வாங்கிக்குப் போதுமான வான்கம்பிச் சைகை தேவைப்படுகின்றது. வான்கம்பியில் இருந்துவரும் படஊர்திச் சைகையே ஒத்தியக்க மின்சுற்றுக்களுக்காகவும் (synchronising circuits) படங்காட்டிக்காகவும் (kinoscope) கலப்புப் புலனுறு சைகையைத் திரும்பப் பெறுவதற்குப் பெருக்கப்பட்டு பிரிக்கப்படுகின்றது. வலிவான வான்கம்பிச் சைகையே தெளிவான நல்ல படத்தை உண்டாக்க உதவுகின்றது. இதற்குத் தேவையான வான்கம்பிச் சைகையின் அளவு 200 முதல் 2000 μV வரை இருக்கவேண்டும்.

வான்கம்பியின் ஒத்ததிர்வு நீளம்

பரப்பப்பட்டு பரந்துவரும் மின்காந்த அலையின் அதிர்வெண் (f), அலைநீளம் (λ), திசைவேகம் (V) ஆகியவற்றிற்கு உள்ள தொடர்பை,

$$\text{அலைநீளம்} = \frac{\text{திசைவேகம்}}{\text{அதிர்வெண்}}$$

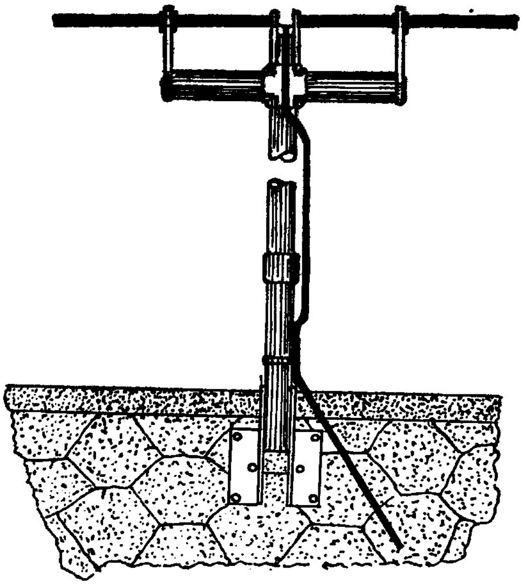
என்ற வாய்பாட்டினால் குறிக்கலாம். அதாவது,

$$\lambda = V/f = \frac{3 \times 10^{10} \text{ செ.மீ./விநாடி}}{f}$$

$$= \frac{186000 \text{ கல்/விநாடி}}{f} \quad \ldots\ldots(1)$$

இங்கு V என்பது ஒளியின் திசைவேகமாகும். வான்கம்பியின் நீளம் (physical length) சைகை அதிர்வெண்ணுக்கு ஏற்ப அலை நீளத்தில் அரைப்பகுதியோ, கால்பகுதியோ இருந்தால், வான் கம்பி மின்னோட்டத்தில் (antenna current) ஒத்ததிர்வு ஏற்றத்தை (resonant rise) ஏற்படுத்த அந்த அதிர்வெண்ணில் வான்கம்பி ஒத்ததிர்கின்றது. இந்த நீளங்களின் பன்மடங்குகள் (multiples)

சீரிசை ஒத்ததிர்வுகளாக (harmonic resonances) கருதப்படு கின்றன.



படம் 9-1(b)
தொலைக்காட்சி வாங்கிகளில் மிக அதிகமாகப் பயன்படும் இருமுனை வான்கம்பித் தொகுதி.

ஒத்ததிர்வு வான்கம்பிகளில் (resonant antennas) அடிப்படையாக இரு வகைகள் இருக்கின்றன. ஒன்று, கீழ் அதிர்வெண் களில் பயன்படுத்தப்படும் கால்-அலை மார்க்கோனி வான் கம்பி (quarter wave Marconi antenna) : இரண்டாவது, அரை-அலை எர்ட்ஃச்சு வான்கம்பி (Half wave Hertz antenna) ஆகும். அரை - அலை வான்கம்பியில் வழக்கமாக ஒன்றுக் கொன்று காப்பிடப்பட்ட இரண்டு கால் அலைக்கம்பிகள் (quarter-wave elements) இருக்கின்றன. இந்த இரண்டு கால் அலைக் கம்பிகள் ஓர் அரை - அலை நீளத்தை உண்டாக்குகின்றன. இதற்கு இருமுனை (dipole) என்று பெயர். இருமுனை வான் கம்பி நிலத் தொடர்பு இல்லாமல் தனித்து இயங்குகின்றது. எனவே, இருமுனை வான்கம்பியை நிலத்திற்கு மேலே வெகு தூரத்தில் அல்லது மற்ற உறிஞ்சுப் பொருள்களுக்கு (absorbing bodies) மேலே நாட்டப்படுகிறது. இந்தக் காரணத்தினாலும்

உயர் அதிர்வெண்களில் (higher frequencies) அரை - அலையின் நீளம் நடைமுறைக்கு ஏற்ற அளவாக இருப்பதாலும் தொலைக் காட்சியில் இருமுனையே அடிப்படை வான்கம்பியாகும். விரிவான வான்கம்பி அணிகள் (antenna arrays) என்பவை இருமுனைகளின் கூட்டு அமைப்பேயாகும். ஒப்பீடு 1-ன் அடிப்படையில் அரை - அலையின் நீளத்திற்கான வாய்ப்பாடு பெறப்படுகின்றது. இது,

$L = \frac{492}{f}$ ஆகும். ஒளியின் வேகத்தில் செல்லும் மின்காந்தப் புலத்தின் அடிப்படையில் F என்பது மெகா சைக்கிளில் (mega cycles) அதிர்வெண்ணையும், L என்பது அடிகளில் (in feet) அரை-அலை நீளத்தையும் குறிக்கின்றது. என்றாலும், அரை அலைக்கடத்தியின் ஒத்ததிர்வு நீளம் திறந்த வெளியில் உள்ள அரை-அலையைவிடச் சிறிதளவு குறைவாக இருக்கின்றது. இதற்குக் காரணம் வான்கம்பியின் முனைகளில் மின்னோட்டப் பகிர்வை மாற்றுகின்ற வான்கம்பியில் உள்ள மின் தேக்கமே (capacitance) ஆகும். எனவே, அரை-அலை இருமுனையின் நீளம்,

$$L\,(ft) = \frac{462}{f\;(Mc)} \qquad \ldots\ldots(2)$$

என்ற வாய்ப்பாட்டிலிருந்து கணக்கிடப்படுகின்றது. L, அரை-அலை இருமுனையின் நீளத்தை நேரடியாக அடிகளில் (in feet) கொடுக்கிறது. இதுதான் ஒரு மின் அரை-அலைக்கு ஏற்ற அரை - அலை வான்கம்பியின் உண்மையான நீளமாகும். இந்த மதிப்பில் ஒரு பாதி, ஒவ்வொரு இரண்டு கால்-அலை முனைகளின் நீளத்திற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இருமுனைகளுக்கு இடையே உள்ள இந்தச் சிறிய மின்காப்புத் தூரம் (insulation distance) புறக்கணிக்கப்படுகின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, 60 மெகா சைக்கிளுக்குத் தேவையான ஓர் இருமுனையின் அரை-அலை நீளம் 7.7 அடியாகும். எனவே, ஒவ்வொரு பகுதியும் 3.85 அடி நீளம் இருக்க வேண்டும்.

வான்கம்பி சொற்களின் வரையறை

அலை தளவிளைவு (Wave polarisation)

வானொலி சைகையாகிய நகரும் மின்காந்தப் புலத்தில் இரண்டு பகுதிகள் (components) அடங்கியிருக்கின்றன.

1. அனுப்பும் வான்கம்பியில் மின்னோட்டத்தோடு தொடர்பு கொண்ட காந்தப் புலம்;

2. அதனுடைய மின் அழுத்தத்தோடு தொடர்பு கொண்ட மின்புலம் (electric field), இந்த இரண்டு புலங்களும் விண் வெளியில் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருக்கின்றன. அதோடு இரண்டும் அலைசெல்லும் திசைக்குச் செங்குத்தாக இருக்கின்றன.

மின்காந்த அலை, வாங்கும் வான்கம்பியைக் கடந்து செல்லும் போது அனுப்பப்பட்ட வானொலி சைகை போன்று அதே வேறு பாடுகளோடு அது (மின்காந்தஅலை) வான்கம்பி மின்னோட் டத்தைத் (antenna current) தூண்டுகிறது.

தளவிளைவு (polarisation) என்பது மின்புலத்தின் திசை என்று (ஒருதலை முடிவாக) வரையறுக்கப்படுகிறது. இது வானில் (space) வான்கம்பியின் நிலையினுல் முடிவு செய்யப்படுகின்றது. ஒரு கிடைமட்ட இருமுனை, தளவிளைவை கிடைமட்டமாகப் பெறுகிறது. அப்போது காந்த விசைக்கோடுகள் கடத்திகளைச் சுற்றி செங்குத்துத் தளத்தில் இருக்கின்றன. மின்புலம் கடத்தி களுக்கிடையில் கிடைமட்டமாக இருக்கின்றது. நிலத்திற்குச் செங்குத்தாக உள்ள ஒரு வான்கம்பி தளவிளைவை செங்குத்தாகப் பெறுகிறது (vertically polarised). தொலைக்காட்சியில் செலுத்து வதற்காக கிடைமட்டத் தளவிளைவை (horizontal polarisation) FCCயினுலும், அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட பரப்புப் பட்டை களினுலும் (FM broadcast bands) குறிப்பிடப்படுகிறது. எனவே, கிடைமட்டமாக தளவிளைவைப் பெற்ற அலையை அதிகமாக இழுப்பதற்கு, வாங்கும் வான்கம்பி கிடைமட்டமாகப் பொருத்தப் படுகிறது. கிடைமட்டத் தளவிளைவை தேர்ந்தெடுப்பதற்குக் காரணம், இதில் VHF, UHF அலைவரிசைக்கான அதிர்வெண் களில் மிகுந்த அளவு சைகை வலிவும் குறைந்த அளவு திருப்பமும் உடையன என்று ஆய்வுகளின் முடிவுகள் தெரிவிக் கின்றன. மேலும், வாங்கி இருமுனையின் (receiver dipole) கிடை மட்ட திசை பொய்த் தோற்றங்களை (ghosts) குறைக்க உதவு கின்றது.

ஒரு மீட்டருக்கான மைக்ரோ வோல்ட் (Microvolts per meter)

இந்த அலகு, மின்காந்த அலையினுடைய புலவலிமையின் (field strength) ஓர் அளவாகும். ஒரு மீட்டர் என்பது 40 அங்குலத்திற்குச் சிறிது குறைந்தது. எடுத்துக்காட்டாக, 40 அங்குல நீளமுள்ள ஒத்ததிர்வு அரை-அலை இருமுனை (resonant half-wave dipole) செலுத்துகைக் கம்பிக்கு 300 மைக்ரோ வோல்ட் (μV) சைகை கொடுக்குமானுல், புலவலிமை மீட்டருக்கு 300

மைக்ரோ வோல்ட் ஆகும். வான்கம்பியின் உயரம் பெரும் பாலும் 30 அடிக்கு தரப்படுத்தப்படுகிறது. மேலும், வான்கம்பி (antenna polarisation) தளவிளைவு, அலை தளவிளைவும் (wave polarisation) ஒன்றே ஆகும். சிற்றூர் அல்லது குடியிருப்பு புலங்களுக்கு VHF செயல்முறைக்குத் தேவையான புலவலிமை மீட்டருக்கு 500 μV ஆகும். நகர்ப்புறங்களுக்கு மீட்டருக்கு 5000 μV ஆகும்.

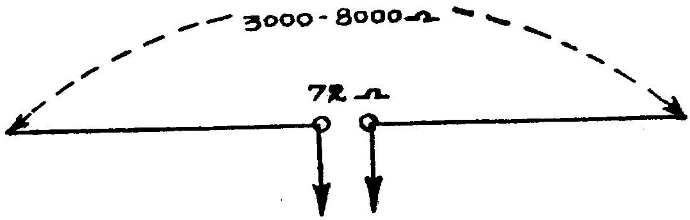
ஒரே புலவலிமை, நீளம் அதிகமான வான்கம்பியில் மிகுதி யான வான்கம்பி சைகையை உண்டாக்குகிறது. எடுத்துக் காட்டாக, மீட்டருக்கு 800 μV உள்ள புலவலிமை 100 Mc-ல் ஒத்ததிர்வுக்கான 4.62 அடி நீளமுள்ள ஓர் அரை - அலை இரு முனையை எடுத்துக் கொள்வோம். இங்கு வான்கம்பி சைகை 1120 μV இருக்கும். ஏனெனில், இருமுனையின் நீளம் ஒரு மீட்டரைக்காட்டிலும் 1.4 மடங்கு நீளமுள்ளதாய் இருக்கிறது. 200 Mc-ல் ஒத்ததிர்வுக்கான 2.31 அடி நீளமுள்ள ஓர் அரை-அலை இருமுனை அதே புலத்தில் வான்கம்பி சைகையில் பாதி யைத்தான் (அதாவது 560 μV) கொடுக்கிறது.

வாங்கி வான்கம்பியில் வானொலி அதிர்வெண் ஊர்திச் சைகையின் (r-f. carrier signal) புலவலிமை, அனுப்பப்பட்ட ஆற்றலையும் (radiated power) ஊர்தி அதிர்வெண்ணின் பரப்புதல் பண்புகளையும் (propagation characteristics) பொருத்து இருக் கிறது. ஒரே இடத்திலிருந்து பல நிலையங்கள் காட்சியைப் பரப் பினாலும் பல்வேறுபட்ட வழிகளுக்கு (channels) வாங்கியில் புல வலிமை ஒரே அளவாக இருப்பதில்லை. அதோடு வாங்கி வான் கம்பியின் பண்புகள் வெவ்வேறு அதிர்வெண்களுக்கு வெவ் வேருக மாறுகின்றன.

வான்கம்பி மின் எதிர்ப்பு (Antenna impedance)

வான்கம்பி மின் எதிர்ப்பு, (Z_a), வான்கம்பி வழியே பல்வேறு புள்ளிகளில் உள்ள மின்னோட்டத்தின் அளவுகளுக்கு ஏற்ப மாறுகிறது. ஓர் ஒத்ததிர்வு அரை-அலை இருமுனைக்கு Z_a மத்தியில் கிட்டத்தட்ட 72 ஓம்கள் இருக்கின்றன. இருமுனையின் முனைகளில் Z_a பல ஆயிரம் ஓம்கள் இருக்கிறது. இடைப்பட்ட புள்ளிகள் இடைப்பட்ட அளவுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. மேலும் வான்கம்பி மின் எதிர்ப்பு (Z_a) நடுவில் 72 ஓம்களைவிட அதிகமாக இருக்கிறது. அந்த அளவுகள் E/I தகைவுக்கு ஏற்ப மாறு மின்னோட்ட மின் எதிர்ப்புகளாகும் (A.C. impedance).

இந்த மின் எதிர்ப்புகளை ஓம் மீட்டரைக் கொண்டு அளவிட முடியாது.

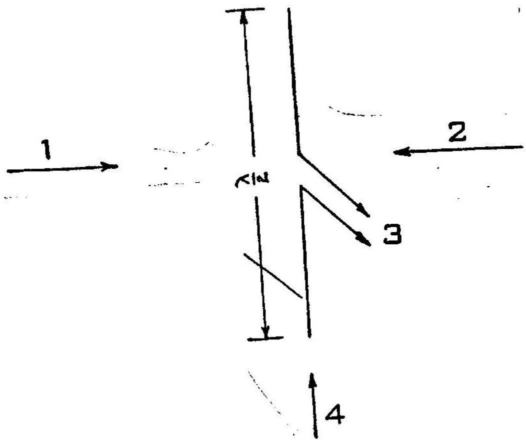


படம் 9-2(a)

அரை-அலை இருமுனை வான்கம்பியின் மின் எதிர்ப்பு.

வான்கம்பி பட்டை அகலம் (Antenna band width)

அரை-அலை வான்கம்பி என்பது மின்தடை (resistance), மின் மறுப்பு (reactance) ஆகியவற்றோடு கூடிய ஓர் ஒத்ததிர்வு மின் சுற்றுக்குச் (resonance circuit) சமமானதாகும். எனவே, இங்கு



படம் 9-2(b)

இருமுனை வான்கம்பிகளின் சைகை ஏற்பு.

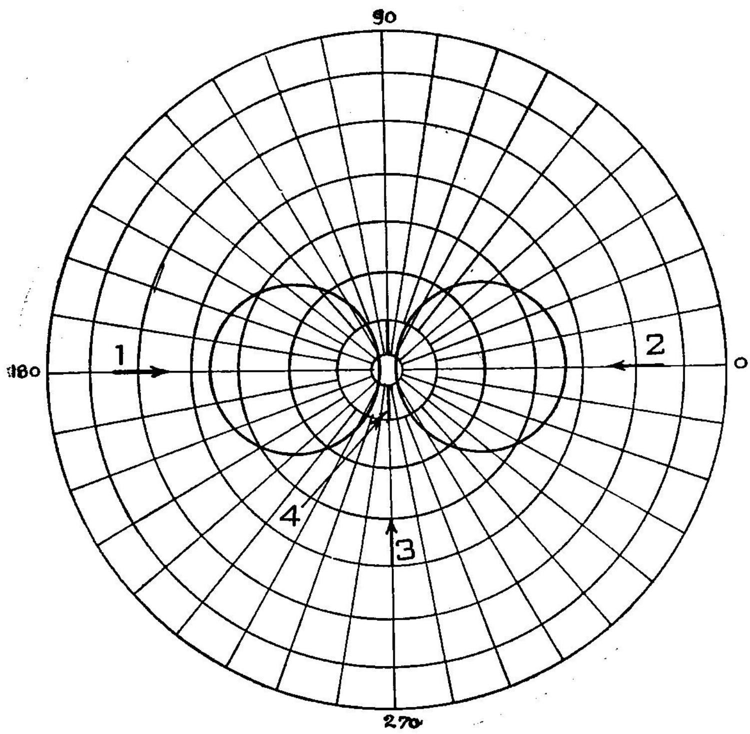
1, 2—மிக அதிகமான சைகை ஏற்பு; 3. வாங்கிக்கு; 4. மிகக் குறைந்த சைகை ஏற்பு.

பட்டை அகலத்தை முடிவு செய்கின்ற Q-வின் மதிப்பு வான் கம்பியில் குறைவாக இருப்பதாகக் கருதமுடியும். வான்கம்பி கடத்திகளின் அதிகமான விட்டம் Q-வின் மதிப்பைத் தாழ்த்தி,

பின் மறுப்பைக் (reactance) குறைக்கிறது. இதனுல் பரந்த அதிர் வெண்ணை ஏற்க முடிகிறது. இந்தக் காரணத்தினுல் பொதுவாக வாங்கும் வான்கம்பிக்கு $\frac{1}{4}$ அங்குலத்திலிருந்து $\frac{1}{2}$ அங்குலம் வரை விட்டமுள்ள உலோகக் குழாய் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

முன்-பின் தகவு (Front to back ratio)

முன்-பின் தகவு என்பது வான்கம்பி, பின்னுலிருந்து ஏற்கும் சைகைக்கும் முன்னே இருந்து ஏற்கும் சைகைக்கும் உள்ள விகிதத்தைக் குறிக்கிறது. எடுத்துக்காட்டாக ஒரு வான்கம்பி, அனுப்பியலிருந்து முன்னுல் தடுக்கும் சைகை 1000 μV-ம் பின்



படம் 9-2(c).

இருமுனை வான்கம்பியின் திசை எதிர்ச்செயல் வரைகோடு (Directional response curve).

1, 2—பெரும சைகை ஏற்பு; 3. சைகை கூடுகை இல்லை; 4. இருமுனை வான் கம்பி.

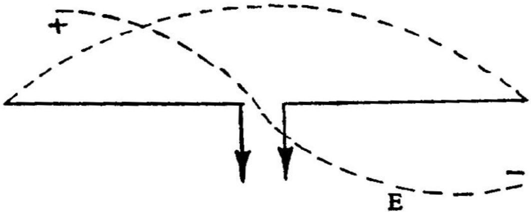
பக்கத்தில் இருந்து வரும் அதே அதிர்வெண்ணின் சைகை $500\ \mu V$-ம் இருந்தால்,

$$\text{முன்-பின் தகவு (வோல்ட்டில்)} = \frac{1000\mu V}{500\mu V} = 2 \text{ மடங்கு}$$

அல்லது $6db$ ஆகும்.

வான்கம்பி பண்புகளின் சுருக்கம்

பல இருமுனைக் கம்பிகள் (multiple dipole elements) வான்கம்பியில் பலவகைக் கூட்டு அமைப்புகளைக் கொடுக்கும். பொதுவாக, அதிகமான இருமுனைகள் அதிகமான சைகையைத் தடுக்கும். ஆனால் வாங்கிக்குச் செலுத்துகைக் கம்பியினால் எவ்வளவு பயனுடைச் சைகை கொடுக்கப்படல் வேண்டும் என்பதை வான்கம்பி பண்புகள் முடிவு செய்கின்றன. தேவையான சைகையைக் கொடுப்பதற்கு சைகை-ஓசை தகவு (signal to noise ratio) ஒரு நல்ல அளவு இருக்கவேண்டும். சைகை-ஓசை தகவு ஒரு நல்ல அளவு இருப்பதற்கு வான்கம்பி சிறப்பாக ஓரப்பகுதிகளில் (fringe areas) அதிகக் கூடுகையைப் (gain) பெற்றிருக்க வேண்டும். என்றாலும், கூடுகை என்பது, பொதுவாக, குறுகிய பட்டை அகலத்தோடு தொடர்பு கொண்டது. 72 முதல் 300 ஓம்கள் வரை வான்கம்பி மின் எதிர்ப்பு, செலுத்துகைக் கம்பிக்குப் (transmission line) பொருத்தமாக இருக்கும். இதில் மிகவும் முக்கியமானது ஒரு நல்ல முன்-பின் தகவு ஆகும். இந்தத் தகவு இரண்டு வெவ்வேறு திசைகளில் இருந்து ஒரே சைகையை ஏற்கும்போது படத்தில் ஏற்படும் பொய்த் தோற்றங்களைத் தடுப்பதற்குப் பயன்படுகின்றது.



படம் 9-3,
அரை-அலை வான்கம்பியின் மின் ஓட்ட, மின்னழுத்தப் பகிர்வு.

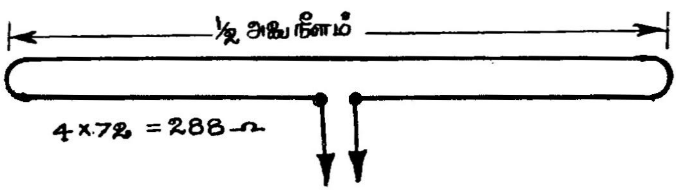
நேர் இருமுனை (Straight dipole) : படம் 9-1 முதல் 9-2 வரை காட்டப்பட்டிருக்கும் படங்களில் வான்கம்பி, ஓர் எர்ட்ஸ்ச் இரட்டை (Hertz doublet) அரை-அலை இருமுனை ஆகும். இதனை

சாதாரணமாக நேர் இருமுனை (straight dipole) என்று சொல்ல லாம். அரை-அலை ஒத்ததிர்வுக்கு அதனுடைய மின்னழுத்த, மின்னோட்டப் பகிர்வு படம் 9-3-ல் காட்டப்பட்டிருக்கின்றது. பரப்பப்பட்ட மின்காந்த புலத்தினுல் தூண்டப்பட்ட வானொலி அதிர்வெண் தூண்டுதலோடு (r-f excitation) செலுத்தப்பட்ட மின் அழுத்தத்தைப்போல் அதே வேறுபாடுகளோடு வான்கம்பி யில் மின்னோட்டம் தூண்டப்படுகின்றது. வான்கம்பியில் பல்வேறு புள்ளிகளில் இருக்கும் மாறு மின்னோட்டச் சைகையி னுடைய (AC signal) பெருமஅளவுகளின் உறையை (envelope) E-க்கும் I-க்குமான புள்ளியிட்ட கோடுகள் காட்டுகின்றன. வான்கம்பியின் முனைகளில் இருந்து திருப்பப்பட்ட மின்னோட் டங்கள் கம்பியின் நடுவில் அசல் மின்னோட்டத்தோடு சேர்க்கப் படுவதால் அதன் நடுவில் பெருமமின்னோட்டம் (maximum current) இருக்கிறது. வானவெளியிலுள்ள வான்கம்பியின் முனைகளில் பெருமமின்னழுத்தமும் (maximum voltage) சுழி மின்னோட்டமும் (zero current) இருக்கிறது. என்ருலும், முனைகளில் மின்தேக்கம் இருக்கின்ற காரணத்தால் சாதாரணமாக முனைகளில் மின்னோட்டம் சுழியாக இருப்பதில்லை. அதற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு உண்டு. எனவே, தடையற்ற விண் வெளி யில் அரை-அலைக்கு அதே மின்னோட்டப் பகிர்வை கொடுப் பதற்கு வான்கம்பியின் நீளம் சிறிதளவு சிறியதாக்கப்பட வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணுக்கு வான்கம்பியின் நீளம் ஏன் அதை ஒத்திருக்கும்படி செய்கிறது என்பதை மின்ன ழுத்த, மின்னோட்டப் பகிர்வு காட்டுகிறது. வான்கம்பி கடத்தி யில் மின்னணு மின்னேற்றங்கள் (electron charges) நடுவில் இருந்து வெளிநோக்கி கம்பி முனைகளுக்குச் சென்று மீண்டும் திரும்பி மையத்தை நோக்கிவரும் ஓர் அரைச் சுற்றின் (one half cycle) நேரத்தில் மின்னோட்டமும் மின் அழுத்தமும் பெருமஅள வில் இருக்கின்றன. மற்ற அதிர்வெண்களில் படுகின்ற திரும்பு கின்ற மின்னணுக்களின் பகுதி நீக்க முறை (partial cancellation), வான்கம்பி சைகையின் அளவைக் குறைக்கின்றது.

மடிப்பு இருமுனை (Folded dipole)

மடிப்பு இருமுனை வான்கம்பி என்பது படம் 9-4-ல் காட்டப் பட்டிருக்கிறது. இதில் இரண்டு அரை-அலைத் தண்டுகள் (rods) அவற்றின் முனைகளில் சேர்க்கப்பட்டு இருக்கின்றன. ஒரு கம்பியின் நடுவில் இடைவெளி இருக்கிறது. அதன் வழியே செலுத்துகைக் கம்பியோடு வான்கம்பி இணைக்கப்படுகின்றது.

தண்டுகளுக்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி (space) அரை-அலை நீளத்தோடு ஒப்பிடும்போது மிகச்சிறியதாகும். இந்த அரை-அலை மடிப்பு இருமுனை, அரை-அலை நேர் இரு முனையைப் போன்று அதே திசைப் பண்புகளைக் (directional characteristics) கொண்டது. அதேயளவு சைகை ஏற்பையும் (signal pick-up) உடையது. என்றாலும் மடிப்பு இருமுனையின் மின்தடை வான் கம்பி (antenna resistance) கிட்டத்தட்ட 300 ஓம்கள் இருக்கின்றன.

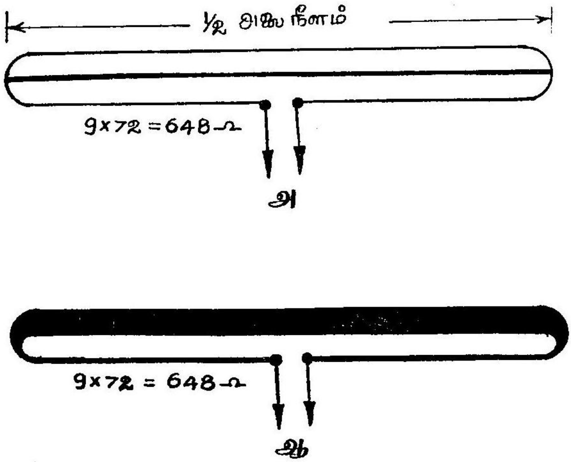


படம் 9-4.
மடிப்பு அரை-அலை இருமுனை

இது, 300 ஓம்கள் மின்தடை உள்ள செலுத்துகைக் கம்பியோடு பொருந்துவதற்கு ஏற்றதாக உள்ளது. அரை-அலை மடிப்பு இரு முனையினுடைய இணைந்த பகுதியின் மையம், சிறும மின்னழுத்தம் கொண்ட ஒரு புள்ளியாகும். அடிப்படை அரை-அலை ஒத்ததிர்வு அதிர்வெண்ணின் இரு மடங்கில் செயல்படுவதால் பக்கத் திசையில் இருந்து குறைந்த சைகையை வாங்கும் முழு அலை மடிப்பு இருமுனை 8 போன்ற முனை அமைப்பைக் (polar pattern) கொண்டதன்று. இது நேர் இருமுனையில் இருந்து மற்றொரு வேறுபாடு ஆகும். செலுத்துகைக் கம்பியோடு இணைகின்ற அரை-அலை மடிப்பு இருமுனையின் நடுவில் உள்ள மின் தடை நேர் இருமுனையின் மின்தடையைவிட மிகுதியானது. இதற்குக் காரணம், மொத்த வான்கம்பி மின்னோட்டத்தில் ஒரு பகுதி மாத்திரமே திறந்த பகுதியில் (open section) ஓடுகிறது. இதன் காரணமாக மடிப்பு இருமுனை வான்கம்பி மின்தடை, எல்லா கடத்திப் பகுதிகளின் மொத்த விட்டத்திற்கும் திறந்த பகுதியின் விட்டத்திற்கும் உள்ள தகவின் இருமடியால் 72-ஐப் பெருக்கக் கிடைக்கும் மின்தடைக்குச் சமமாகிறது. எடுத்துக் காட்டாக, படம் 9-4-ல் இரண்டு கடத்திப் பகுதிகளுக்கும் ஒரே விட்டமாக இருக்கும்போது மொத்த விட்டம் திறந்த பகுதியின் விட்டத்தைப்போல் இரு மடங்காகும். எனவே, வான்கம்பியின் மின் எதிர்ப்பு

$$= 72 \times 4 = 288 \text{ ஓம்கள் ஆகும்.}$$

இந்த 288 ஓம்கள் மின்தடை ஏறத்தாழ 300 ஓம் மின்தடையாகக் கருதப்படுகிறது. மடிப்பு இருமுனைக்கு மிகுதியான மின்தடை விரும்பப்படுகின்ற இடங்களில் இணைந்த கடத்திப் பகுதியின் விட்டம் அதிகப்படுத்தப்படுகிறது. படம் 9-5-ல் அதே



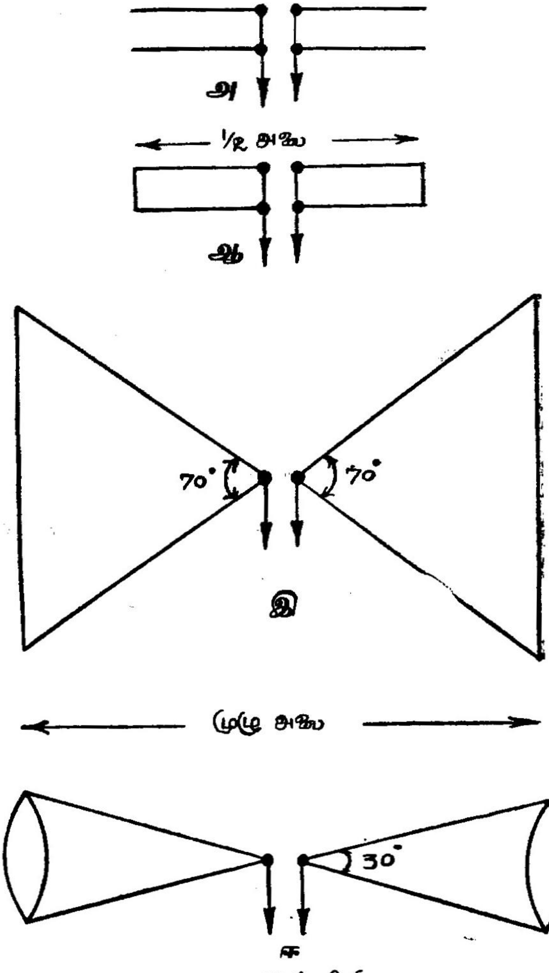
படம் 9-5.
உயர் மின் எதிர்ப்பு மடிப்பு இருமுனை வான்கம்பி
அ. மற்றொரு மூடப்பட்ட கடத்தியுடன்; ஆ. அகலமான விட்டமுள்ள கடத்தியுடன்.

விட்டமுள்ள மற்றொரு இணைந்த கடத்தி சேர்க்கப்படும்போது கடத்தியின் மொத்த விட்டம் திறந்த பகுதியின் விட்டத்தைப் போல் மூன்று மடங்கு ஆகிறது. எனவே, வான்கம்பி மின் தடை $= 72 \times 3^2 = 72 \times 9 = 648$ ஆகிறது. வான்கம்பியில் மற்றொரு பகுதியைச் சேர்த்து விட்டத்தை அதிகப்படுத்துவதற்குப் பதிலாக இணைந்த கம்பியின் (closed conductor) விட்டத்தையே அதிகப்படுத்தியும் வான்கம்பியின் மின் எதிர்ப்பை மாற்றலாம்.

அகலப்பட்டை இருமுனை (Broad-band dipole)

ஏறத்தாழ $0{\cdot}1\lambda$ அல்லது அதற்கும் அதிகமான குறுக்கு வெட்டு உருவஅளவு (cross sectional dimension) உடைய ஒரே தடிப்பான இருமுனை வான்கம்பி புறக்கணிக்கத்தக்க அளவிற்குக் குறைந்த விட்டமுடைய ஒரு மெல்லிய இருமுனைக் கடத்தியோடு ஒப்பிடும்போது பரந்த பட்டை அதிர்வெண்களுக்கு அதிகமான சீரான எதிர்ச்செயலைத் (response) தர முடியும். படம்

9-6 பலவகைப்பட்ட தடிப்பான அகலப்பட்டை இருமுனைகளை காட்டுகின்றது. இவைகளைக் கம்பிக் கடத்திகள் (wire conductors), உலோகத் தகடுகள் (metal sheets) அல்லது மெல்லிய உலோகத் தகடு (metallic foil) ஆகியவற்றைக் கொண்டு அமைக்க முடியும். மிகுதிப்படுத்தப்பட்ட தடிப்பு, இருமுனை பண்புகளில்



படம் 9–6.

அகலப்பட்டை இருமுனை வான்கம்பிகள்

அ, ஆ- அரை-அலை இருமுனைகள்; இ- முழு அலை முக்கோண இருமுனை (அ-த) பௌட்டி வான்கம்பி; ஈ- முழு அலை இரு கூம்பு வான்கம்பி.

(dipole characteristics) கீழ்க்கண்ட மூன்று விளைவுகளைப் பெற்றிருக்கிறது.

1. வான்கம்பியின் தடை குறைகிறது. மின் மறுப்பு மேலும் (reactance) குறைக்கப்படுகிறது. இதனால், குறைந்த Q மதிப்போடு கூடிய வான்கம்பி பரவலான பட்டை அதிர்வெண்களில் மிகச் சீரான மின் எதிர்ப்பைப் பெற்றிருக்கின்றது.

2. பல்வேறு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்படுவதற்கு முன்னால் திசை அமைப்பின் அகலப்பக்க எதிர்ச்செயல் (broad-side response) பரந்த அதிர்வெண் நெடுக்கத்தில் (wide frequency range) நிலை நிறுத்தப்படுகிறது.

3. தடிப்பு மிகுதிப்படுத்தப்படும்போது மின் அலை நீளங்களுக்கு (electrical wave-length) சமமான நீளத்தைக் (physical length) கொடுப்பதற்கு வான்கம்பியின் நீளம் அதிகமாகக் குறைக்க வேண்டியிருக்கிறது.

படம் 9-6 (அ, ஆ) ஆகிய இரு படங்களில் வான்கம்பிகள் அரை-அலை இருமுனைகளாகச் செயல்படுத்தப்படுகின்றன. கடத்திகள் 0.1 அல்லது அதற்குக் குறைவான இடைவெளிவிட்டு பிரிக்கப்பட்டிருந்தால் அவை அகலமான குறுக்கு வெட்டுடைய ஒரு சீரான வான்கம்பியாகக் கருதப்படுகிறது. எல்லாக் கடத்திகளின் மையங்கள் சேர்க்கப்பட்டு இருக்கின்றன. மேலும், இரண்டு வான்கம்பிகளின் முனைப்புள்ளிகள் (end points) ஒரே மின்னழுத்தத்தில் இருப்பதால் படம் ஆ-வில் இருப்பதுபோல் முனைகளையும் சேர்க்க முடியும். என்றாலும் இ-ல் காட்டப்பட்டிருப்பதுபோல் முக்கோண இருமுனையும் (triangular dipole) ஈ-ல் காட்டப்பட்டு இருப்பதுபோல் கூம்பு இருமுனையும் (conical dipole) முழு-அலை வான்கம்பிகளாக செயல்படுத்தப்படுகின்றன. காரணம், அவை நடுவில் அரை-அலை ஒத்ததிர்வில் (half-wave resonance) மிகக் குறைந்த மின்தடையைப் பெற்றிருக்கின்றன.

முழு அலை இருமுனையாக இருப்பதால் வான்கம்பியின் கூடுகை (antenna gain) கிட்டதட்ட $3db$ ஆக இருக்கிறது. படத்தில் காட்டப்பட்டு இருக்கிற இந்தக் கோணங்கள் முழு அலை ஒத்ததிர்வுக்கு வான்கம்பியின் நடுவில் ஏறத்தாழ 300 ஓம்கள் மின்தடையைக் கொடுக்கின்றன. சிறு கோணங்கள் அதிகமான மின் எதிர்ப்பைக் கொடுக்கின்றன. வான்கம்பியின் மொத்த நீளத்தில் முக்கோண இருமுனைக்கு 10 நூற்று மேனியும் (per cent)

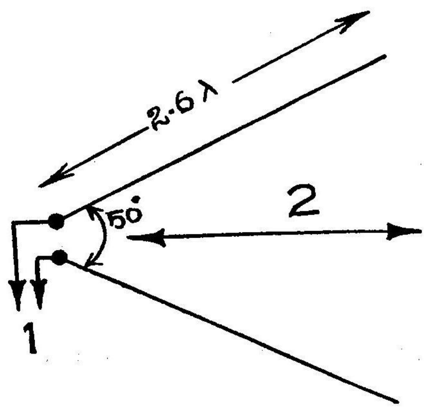
அரைக்கூம்பு வான்கம்பிக்கு (dicone antenna) 25 நூற்று மேனியும் குறைக்க முடியும். முக்கோண இருமுனை பௌட்டி வான்கம்பி (Bowtie antenna) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்தப் பௌட்டி வான்கம்பிதான் பொதுவாக எல்லா புற மிகை அதிர்வெண் (UHF)வழிகளையும் சேர்த்து அகலப்பட்டை (broad band) வாங்கும் வான்கம்பியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வான்கம்பியின் முனை களில் அகல விட்டத்தோடுகூடிய சீரற்ற குறுக்குவெட்டு அகலப் பட்டைப் பண்புகளை மேம்படுத்துகிறது.

நீள்-கம்பி வான்கம்பிகள் (Long-wire antennas)

அரை-அலை இருமுனைகளோடு ஒப்பிடுகையில் பல அலை நீளங்கள் கொண்ட ஒரு நீள்-கம்பி வான்கம்பி, மிகுந்த சைகையை ஏற்கும் வாய்ப்பையும் கூர்மையான (sharper) திசைத் தன்மை யையும் பெற்றிருக்கிறது. வான்கம்பியின் கம்பி (antenna wire) அரை-அலைகளின் எண்ணிக்கையில் நீளமாக்கப்பட்டு இருப் பதால் மின்னோட்டப் பகிர்வு காரணமாகத் திசை அமைப்பு (directional pattern) வான்கம்பியின் வழியே திசைத் தன்மையை (directivity) உயர்த்தி மாறுகிறது.

V-வான்கம்பி (V-Antenna)

படம் 9-7-ல் காட்டப்பட்டு இருப்பதுபோல் இரண்டு நீண்ட கம்பிகளைச் சேர்த்து கிடைமட்ட V போன்று அமைத்து

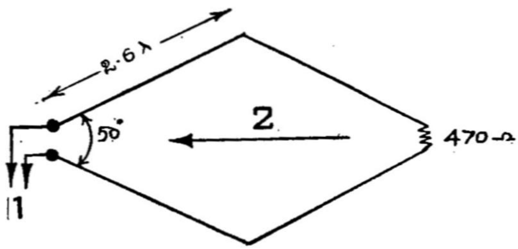


படம் 9-7.
V-வான்கம்பி
1. செலுத்துகைக் கம்பி; 2. பெரும ஏற்புத் திசை.

V-வடிவ வான்கம்பி செய்யப்படுகின்றது. அவ்வாறு அமைக்கப் படும்போது ஒவ்வொரு கம்பிக்கான திசை அமைப்பின் பெரும் பகுதி, இரண்டு கம்பிகளுக்கிடையேயுள்ள கோணத்தை இரண்டாகப் பிரிக்கும் கோடு வழியே வலிவுபெறச் செய்கிறது. எனவே, V-வான்கம்பி, இரு சமவெட்டிக் கோடு (line of bisector) வழியே சிறப்பாக வாங்குகிறது. கடத்திக் கால்களின் (conductor legs) மின் நீளம் (electrical length) மிகுதியாக இருக்கும்போது பெரும் வான்கம்பி கூடுகைக்கு V-யின் கோணம் சிறியதாக இருக்க வேண்டும்.

சாய்சதுர வான்கம்பி (Rhombic antenna)

V-வான்கம்பியைவிட மிகுந்த திறன் உள்ள அமைப்பு சாய் சதுர வான்கம்பியாகும். இரண்டு கிடைமட்ட V-பகுதிகளைச் சேர்த்து இது அமைக்கப்படுகிறது. சாய் சதுர வான்கம்பியை ஒரே திசையாகச் (unidirectional) செய்வதற்கு அதன் முனைகளில்



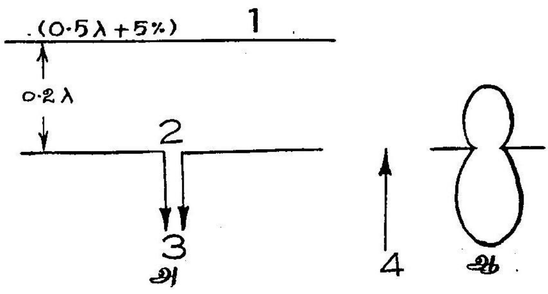
படம் 9-8.
சாய்சதுர வான்கம்பி
1. 300 Ω செலுத்துகைக் கம்பி; 2. பெரும ஏற்புத் திசை.

300 ஓம்கள் செலுத்துகைக் கம்பிக்குக் கிட்டத்தட்ட பொருத்த மான 470 ஓம்கள் மின்தடை ஒன்று இணைக்கப்படுகிறது. V-வான்கம்பியும் சாய்சதுர வான்கம்பியும் கிடைமட்ட தளவிளைவுக் காகக் கிடைமட்டமாகவே தொலைக்காட்சி வான்கம்பியாகப் பொருத்தப்படுகின்றன. மிகக் குறைந்த செயல் அதிர்வெண்ணில் (lowest operating frequency) ஒவ்வொரு காலும் (each leg) குறைந்தது இரண்டு அலை நீளங்கள் கொண்டதாக இருக்க வேண்டும். கம்பியின் நீளத்தோடு வான்கம்பியின் கூடுகையும் திசைத் தன்மையும் உயருகிறது. 2λ-விலிருந்து 6λ வரை கால் நீளங்கள் (leg lengths) உள்ள வான்கம்பிக்கு 50° என்பது பொருத்தமான கோணமாகும். நீளம் அதிகமுள்ள கால்கள் சிறு கோணங்களைப் பெற்றிருக்க வேண்டும். ஒவ்வொரு காலும்

4 அலை நீளங்கள் கொண்ட V-வான்கம்பி, $7db$ கூடுகையைப் பெற்றிருக்கிறது. அதே நேரத்தில், அதே அளவு கொண்ட சாய்சதுர வான்கம்பி கிட்டத்தட்ட $10db$ கூடுகையைப் பெற்றிருக்கிறது. புற-மிகை அதிர்வெண்களில் (UHF) தொலைக் காட்சிப் பட்டைக்கு (television band) மிகை கூடுகை (high-gain) வான்கம்பியைக் கொடுப்பதற்கு இந்த நீளங்கள் நடைமுறைக்கு ஏற்றதாக இருக்கின்றன. இந்தச் சாய்சதுரம் 3 முதல் 1 வரை மொத்த அதிர்வெண் நெடுக்கத்திற்கு (frequency range) மிகுந்த கூடுகையோடும் கூர்மையான திசைத் தன்மையோடும் சீரான வான்கம்பி மின் எதிர்ப்பைக் (antenna impedance) கொடுக்க முடியும்.

ஒட்டு அணிகள் (Parasitic arrays)

வாங்கும் வான்கம்பியில் மின்சாரம் ஓடும்போது, அது தடுத்த சைகையின் ஒரு பகுதியை அனுப்பும் வான்கம்பியில் நிகழ்வது போல் வாங்கும் வான்கம்பி வெளியில் பரப்புகின்றது. ஏறத் தாழ ஓர் அரை-அலை நீளமுள்ள ஒரு கடத்தியை அரை-அலை



படம் 9-9(a)

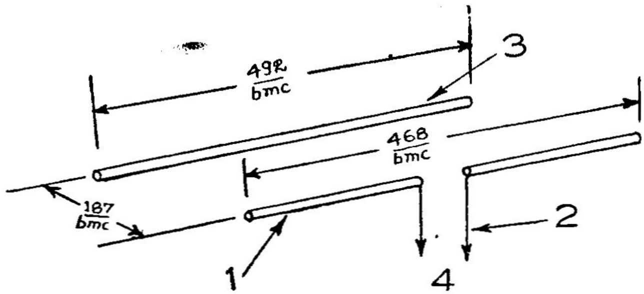
பின்னுல் திருப்பியோடு கூடிய இருமுனை

1. திருப்பி; 2. அரை-அலை இருமுனை; 3. செலுத்துகைக் கம்பி; 4. ஏற்புத் திசை.

இருமுனை வான்கம்பியோடு இணைக்காமல் அதற்கு இணையாக வைத்தால், வான்கம்பியால் வீசப்பட்ட (radiated) சைகையின் சிறிதளவை இந்தக் கம்பி தடுக்கிறது. இந்தக் கம்பியால் மீண்டும் பரப்பப்படும் இந்தச் சைகை வான்கம்பி மின்னேட்டத்துடன் சேர்கிறது.

இதன் காரணமாக, வாங்கும் வான்கம்பியில் கதிர்வீச்சால் இயக்கப்பட்ட சைகையின் ஒரு பகுதி தடுக்கப்பட்டு இணைக்கம்பி

யால் மீண்டும் மீட்கப் படுகிறது (recovered). இதனுல், கூடுகை யும் திசைத் தன்மையும் மிகுதியாகிறது. இந்தக் கம்பிக்கு (free wire), ஒட்டுக் கம்பி (parasitic element) என்று பெயர். ஏனெனில், இந்தக் கம்பி இருமுனை வான்கம்பியோடு சேர்க்கப்படவில்லை. அதனை ஒட்டினுற்போல் அருகில் இருக்கிறது. வான்கம்பிக்குப் பின்னுல் வைக்கப்படும் ஒட்டுக் கம்பிக்கு திருப்பி (reflector) என்று பெயர். வான்கம்பிக்கு முன்னுல் வைக்கப்பட்ட ஒட்டுக்



படம் 9-9(b)

திருப்பியோடு கூடிய இருமுனை வாங்கும் வான்கம்பி

1. வான்கம்பி; 2. செலுத்துகைக் கம்பி; 3. திருப்பி; 4. வாங்கிக்கு.

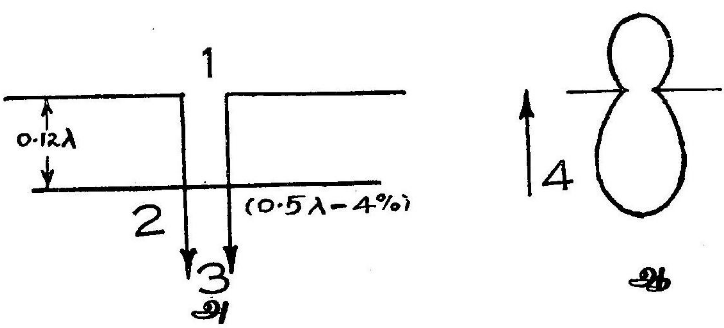
கம்பிக்கு திசைக் காட்டி (director) என்று பெயர். செலுத்துகைக் கம்பியோடு இணைக்கப்பட்டுள்ள இருமுனை வான்கம்பி, செலுத்து கைக் கம்பி (driver element) எனப்படும். இந்தச் செலுத்துகைக் கம்பி, ஒரு நேரான இருமுனையாகவோ மடிப்பு இருமுனையாகவோ இருக்கலாம்.

ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஒட்டுக் கம்பிகளோடு (parasitic elements) கூடிய ஓர் இருமுனை வான்கம்பிக்கு ஒட்டு அணி (parasitic array) என்று பெயர். இதுதான் தொலைக் காட்சியில் பொதுவாக மிகுதியாகப் பயன்படுத்தப்படும் வாங்கும் வான்கம்பியாகும். ஏனெனில், இது அமைப்பதற்கு மிக எளிமை யானது. சராசரி சைகை வலிமைகளுக்குப் போதுமான கூடுகை யைக் (gain) கொடுக்கிறது. இதனை எளிதாக, ஒழுங்காக அமைக்க முடியும். வெறும் இருமுனையோடு (dipole alone) ஒப் பிடும் போது இது திசைத் தன்மையை உயர்த்துகிறது. ஒட்டுக் கம்பிகளின் (parasitic elements) முக்கியமான திசை விளைவு

(directional effect), வான்கம்பியின் பின்னுலிருந்து வரும் சைகைகளின் வலிவைக் குறைத்து அதனுடைய எதிர்ச்செயலை (response) ஒரே திசையாக்குவதாகும். எனவே, ஒட்டுக் கம்பியோடு கூடிய ஒரு வான்கம்பி, வான்கம்பிக்குப் பின் திசைகளில் இருந்துவரும் பலவழி திருப்ப சைகைகளின் (multiple reflected signals) வலிமையைக் குறைப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

இருமுனையும் திருப்பியும் (Dipole and reflector)

திருப்பி வழக்கமாக இருமுனைக்குப் பின்னுல் கிட்டத்தட்ட 0·2λ அல்லது கால் அலைக்குச் சிறிது குறைவான தூரத்தில் வைக்கப்படுகிறது. இதனுல் முன்னுலிருந்துவரும் சைகைகள் வலிவூட்டப் படுகின்றன. மேலும், திருப்பி, இருமுனையைக் காட்டிலும் 5 நூற்று மேனி நீளம் அதிகமானது. அல்லது ஓர் அரை-அலையைவிடச் சற்று அதிகமானது. வான்கம்பி எதிர்ச் செயல் (response), கம்பிகளுக் கிடையிலுள்ள இடைவெளியையும் ஒட்டுக் கம்பியின் இசைவையும் (tuning) பொருத்தது.



படம் 9-10.

முன்னுல் திசைக் காட்டியுடன் கூடிய இருமுனை.

1. அரை-அலை இருமுனை; 2. திசைக் காட்டி; 3. செலுத்துகைக் கம்பி; 4. ஏற்புத் திசை.

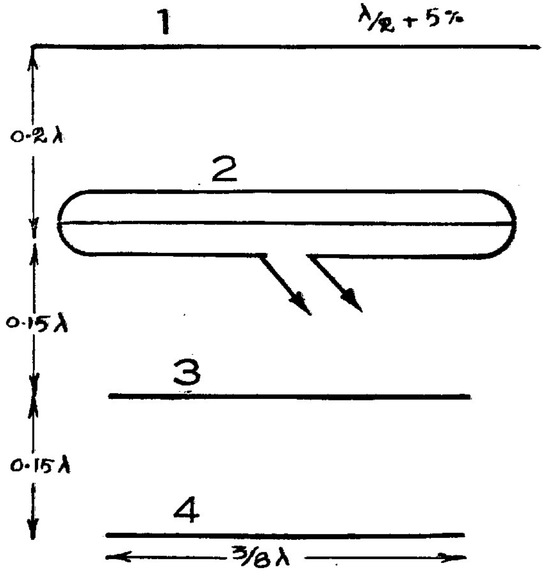
ஒட்டுக் கம்பியின் இசைவை (tuning) கம்பியின் நீளத்தை மாற்றி சீர் செய்யலாம். நெருக்கமான இடைவெளி (closer spacing), வான்கம்பி (மின்) எதிர்ப்பை (antenna impedance) குறைக்கிறது; அதிர்வெண் எதிர்ச் செயலை (frequency response) குறுக்குகிறது (narrows). படம் 9-10-ல் காட்டப்பட்டு இருக்கின்ற மாதிரி அமைப்பில் இருமுனையும் திருப்பியும் கிட்டத்தட்ட 5*db*

மின்னழுத்த கூடுகையைப் பெற்றிருக்கின்றன. வான்கம்பி மின் எதிர்ப்பு வான்கம்பியினுடைய மின் எதிர்ப்பில் சுமார் $\frac{1}{4}$ பாகமே யாகும். இதனுல் மடிப்பு இருமுனையினுலும், திருப்பியினுலும் 150 ஓம்களும் நேர் இருமுனையினுலும், திருப்பியினுலும் 36 ஓம்கள் மின் எதிர்ப்பும் ஏற்படுகிறது. முன்-பின் தகவு (front-to-back ratio) ஏறத்தாழ $3db$ ஆகும். இதனுல் பின்னுலிருந்து கிடைப் பதைவிட முன்னுலிருந்து 1·4 மடங்கு அதிகமான சைகை மின் னழுத்தம் கிடைக்கிறது.

திருப்பியோடு இருமுனையின் எதிர்ச்செயலைக் (response) கீழ்க்கண்டவாறு விளக்க முடியும். முன்னுலிருந்துவரும் சைகை, திருப்பியில் இரு முனையைக் காட்டிலும் 90°க்குப் பிறகு மின்னேட்டத்தை (current) உண்டாக்குகிறது. திருப்பியின் இடைவெளிக் காரணமாகவும் அதனுடைய அதிகப்படியான நீளத்தின் (extra length) காரணமாகவும் இந்த 90° பின் தங்கல் (lag) ஏற்படுகிறது. திருப்பியிலுள்ள மின்னேட்டம் சைகையை இருமுனைக்கு வீசுகிறது (radiate). இது 90°க்குப் பிறகு வந்து சேருகிறது. இதற்கிடையில் இருமுனையிலுள்ள சைகை அத னுடைய சுற்றில் 180° அளவு மாறி இருக்கிறது. 180°க்குத் தாம தப்படுத்தப்பட்டு திருப்பியிலிருந்து வீசப்பட்ட சைகை செலுத்து கைக் கம்பியில் அதிகச் சைகையை உண்டாக்குவதற்கு இருமுனை யில் வான்கம்பி மின்னேட்டத்துடன் (antenna current) சேர் கிறது. சைகையில் ஏற்படும் இந்த உயர்வு (increase) $6db$ வரை முன்னேக்கு கூடுகையை (அல்லது வெறும் இருமுனையின் சைகை மின்னழுத்தத்தைப் போல் இரு மடங்கு) கொடுக்கிறது. என்றுலும், பின்னுலிருந்துவரும் சைகைக்காகத் திருப்பியில் இருந்து வீசப்பட்ட சைகை இருமுனையிலுள்ள வான்கம்பி மின் னேட்டத்துக்குச் சுமார் 90° கட்டம் தள்ளி (out of phase) இருக் கிறது. எனவே, பின்னுலிருந்து வந்த கூட்டுச் சைகை (combi- ned signal) முன்னுலிருந்து வரும் கூட்டுச் சைகையைவிடக் குறைவாக இருக்கிறது.

இருமுனையும் திசைக் காட்டியும்

ஒட்டு திசைக் காட்டிக் கம்பி (படம் 9-10) இருமுனைக்கு முன் னுல் 0·12λ தூரத்தில் வைக்கப்பட்டு இருக்கிறது. இது செலுத் துக் கம்பியைவிட (driver element) 4 நூற்று மேனி நீளத்தில் குறைந்தது.



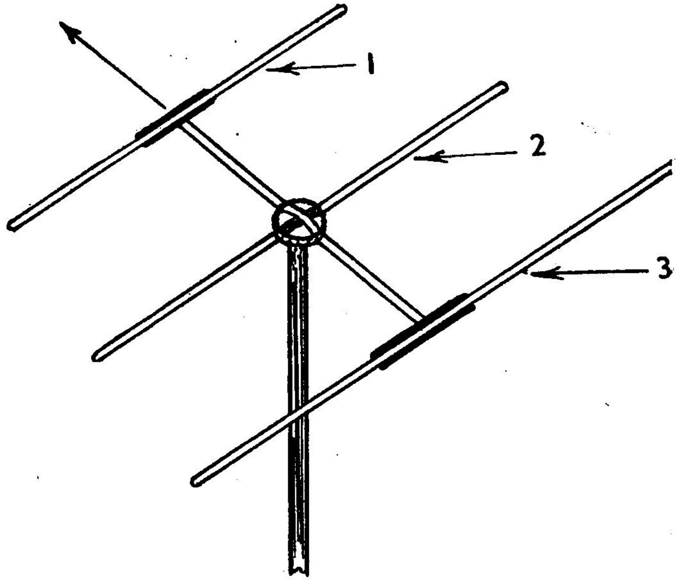
படம் 9-11(a)

இருமுனை, திருப்பி இரண்டு திசைக் காட்டிகள் இவற்றோடு கூடிய யாகி வான்கம்பி
1. திருப்பி; 2. உயர் மின் எதிர்ப்பு மடிப்பு இருமுனை; 3, 4. திசைக் காட்டிகள்.

யாகி வான்கம்பி (Yagi antenna)

ஒரு திருப்பி, இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட திசைக் காட்டி இவற்றோடு கூடிய ஓர் இருமுனைக்கு யாகி வான்கம்பி (Yagi antenna) என்று பெயர். இது அடக்கமான அதிகக் கூடுகை யுள்ள கூர்மையான முன்னேக்கு அகலப்பக்கப் பகுதியுடனும், குறுகிய பட்டை அகலத்தோடு கூடிய ஓர் அணியாகும். இது பெரும்பாலும் தாழ்ந்த சைகை (low-signal) பகுதிகளில் ஒரு தொலைக்காட்சி வழி அல்லது அடுத்தடுத்த பல தொலைக்காட்சி வழிகளைச் சேர்க்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. 3 ஒட்டுக் கம்பி களோடு கூடிய யாகி வான்கம்பியின் கூடுகை சுமார் $10db$ ஆகும். அதனுடைய முன்-பின் தகவு கிட்டத்தட்ட $15db$ ஆகும். ஒட்டுக் கம்பிகளுடன் வான்கம்பி மின்தடையின் குறைக் கப்பட்ட அளவு சுமார் 150 முதல் 300 ஓம்கள் இருக்கும்படி செலுத்துகைக் கம்பிக்கு (driven element) பொதுவாக ஒரு மிகை மின் எதிர்ப்புள்ள மடிப்பு இருமுனை பயன்படுத்தப்படுகிறது அதிக

மான திசைக்காட்டியைச் சேர்க்க முடியும். ஆனால், திருப்பி ஒன்றே ஒன்றுதான் சேர்க்கப்படுகிறது. காரணம், அதிகமான திருப்பிகள் எதிர்ச்செயலை மேம்படுத்துவது இல்லை.



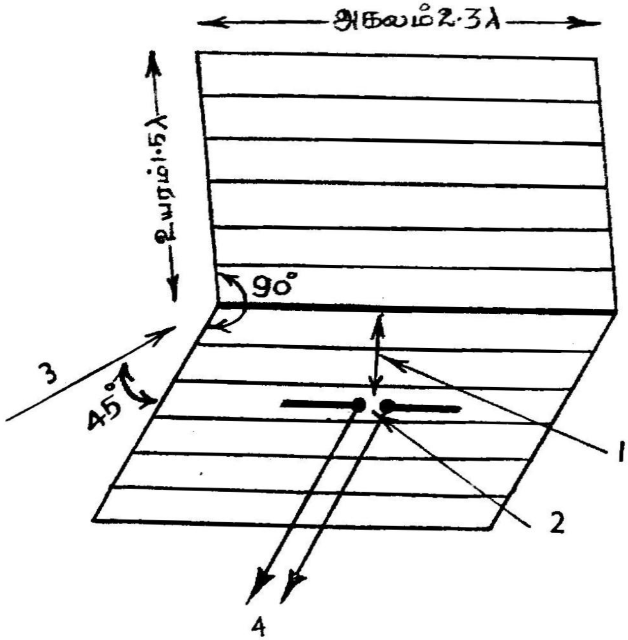
படம் 9-11(b)

திருப்பி திசைக் காட்டியோடு கூடிய இருமுனை

1. திசைக் காட்டி; 2. இருமுனை வான்கம்பி; 3. திருப்பி.

மூலைத் திருப்பியோடு கூடிய இருமுனை (Dipole with corner reflector)

படம் 9-12-ல் காட்டப்பட்டு இருக்கும் வான்கம்பியில் ஒரு திருப்பி (reflector) இருக்கிறது. இது அரை-அலை இருமுனைக்குப் பின்னால் மூலை கடத்தும் தகடாக (corner conductor sheet) அமைக்கப்பட்டு இருக்கிறது. மூலைத் திருப்பி ஒரு திடமான உலோகத் தகடாகவோ (solid metal sheet) கம்பிகள் அல்லது கம்பித் திரைகள் கொண்ட சட்டங்களாகவோ இருக்கும். ஆனால், சட்டக் கம்பிகளுக்கு (grid wire) இடையிலுள்ள இடைவெளி $0{\cdot}1\lambda$ அல்லது அதற்குக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். ஒட்டுத் திருப்பியிலிருந்து (parasitic reflector) காப்பிடப்பட்ட இருமுனை வாங்கு வான்கம்பி, 90° மூலையை இரு சமமாக வெட்டும் கோட்டின் வழியே நிலை நிறுத்தப்பட்டிருக்கிறது. இந்தக் கோட்டின் வழியாகவே முன்னாலிருந்து பெரும சைகை



படம் 9-12.

மிகை உயர் அதிர்வெண் UHF பட்டைக்கான மூலை திருப்பியோடு கூடிய இருமுனை
1. மூலைக்கு $\lambda/4$ இடைவெளி; 2. அரை-அலை இருமுனை; 3. ஏற்புத்திசை; 4. செலுத்துகைக் கம்பி.

(maximum signal) பெறப்படுகிறது. புறமிகை அதிர்வெண் பட்டை (UHF band) அதிர்வெண்களில் இந்த வான்கம்பியின் அளவு சிறியதாக இருப்பதால் புறமிகை அதிர்வெண்ணுக்கு இந்த வான்கம்பியின் அமைப்பு செயல்படுத்தக் கூடியது ஒன்றாகும்.

பல பட்டை வான்கம்பிகள் (Multi-band antennas)

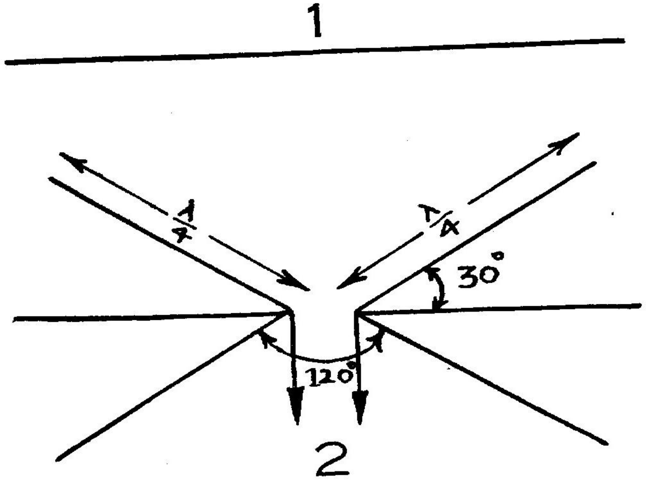
எல்லாத் தொலைக்காட்சி பரப்பு வழிகளும் (television broadcast channels) மூன்று பட்டைகளாகக் கருதப்படுகின்றன. அவை 54 முதல் 88 Mc கொண்ட தாழ்ந்த பட்டை VHF வழிகள், 174 முதல் 216 Mc கொண்ட உயர்பட்டை VHF வழிகள், 420 முதல் 890 Mc கொண்ட UHF வழிகள் என்பன. இரு VHF பட்டைகளுக்கும் சேர்த்து ஓர் இருமுனையைப் பயன்படுத்தும் சிக்கல் அகலப்பக்க எதிர்ச்செயலை (broad side

response) நிலைநிறுத்துவதிலுள்ளதாகும். தாழ் பட்டை (low-band) இரு முனையின் திசை அமைப்பு (directional pattern) 174-லிருந்து 216 Mc வரையுள்ள பட்டையில் 3வது, 4வது சீரிசை அதிர்வெண் களில் (harmonic frequencies) பக்கப்பகுதிகளாகப் பிரிகிறது. அதனால் தாழ்ந்த அதிர்வெண்களில் சைகை எடுப்பு (signal pick-up) போதுமானதாக இருப்பதில்லை. ஆதலால் 174 முதல் 216 Mc கொண்ட பட்டையில் ஓர் அரை-அலை நீளத்திற்கு வெட்டப்பட்ட ஓர் உயர்-பட்டை இருமுனை 54 முதல் 88 Mc பட்டைக்குப் பொருத்தமானதாக இருப்பதில்லை. இதன் விளை வாக இரு VHF பட்டைகளுக்குப் பொதுவாக ஒவ்வொரு பட்டைக்கும் இரண்டு தனித்தனி இருமுனைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. அல்லது 54 முதல் 88 Mcக்கான ஓர் இருமுனையை 174 முதல் 216 Mc பட்டையில் அகலப்பக்க ஒரு திசை எதிர்ச் செயலை (broad side unidirectional response) கொடுக்கும்படி சிறிது மாற்றி அமைக்கப்படுகிறது. UHF பட்டைக்கு ஒரு VHF வான்கம்பி, ஒரு நீள் கம்பி (long wire) வான்கம்பியாக இயங்கும். அல்லது ஒரு VHF வான்கம்பியை ஓர் அகலப்பட்டை (broad side) இருமுனைக்குப் பின், முன்னால் சேர்க்கப்பட்ட ஒரு திருப்பித் தகடாகப் (reflector sheet) பயன்படுத்த முடியும். VHF வழிகளில் இருப்பதுபோலவே அதே சைகை வலிமையைக் கொடுப்பதற்கு UHF வான்கம்பிக்கு மிகுந்த கூடுகை தேவைப்படுகிறது என்பது குறிப்பிடத்தக்கது. ஏனெனில், புற-மிகை அதிர்வெண்களில் (ultra-high frequency) குறிப்பு இருமுனை (reference dipole) குறுகி யதாக இருக்கிறது.

கூம்பு இருமுனை (Conical dipole)

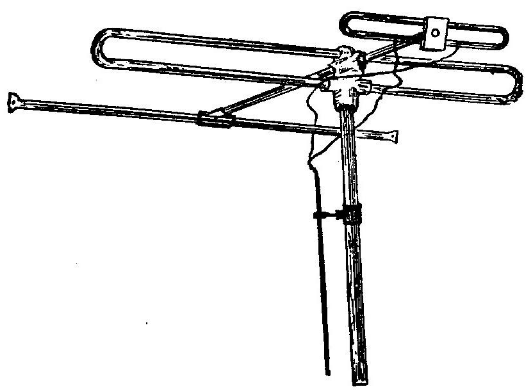
VHF இரட்டைப் பட்டை (dual band) வான்கம்பி, பொது வாகக் கூம்பு இருமுனை (conical dipole) அல்லது விசிறி இரு முனை (fan dipole) என்று அழைக்கப்படுகிறது. இந்த வான் கம்பியில் இரண்டு அரை-அலை இருமுனைகள் கிடைத் தளத்திலிருந்து சுமார் 30°க்கு கூம்புப் பகுதிபோல சாய்ந்திருக் கின்றன. வழக்கம் போல ஒரு கிடைமட்ட இருமுனை (horizontal dipole) நடுவில் இருக்கிறது. எல்லா இருமுனை களும் வரும் சைகையின் அலை முகத்திற்கு (wave front) அகலப் பக்கத் திசையிலிருந்து (broad side direction) ஏறத்தாழ 30° கோணத்தில் உள்நோக்கி திருப்பப்படுகின்றன. இதனால், இரண்டு கூம்புப் பகுதிகளுக்கிடையில் (conical section) 120° கோணம் கிடைக்கிறது. கோணத்தின் அளவு குறையுமானால் அலைமுகத்திற்குக் குறுக்கேயுள்ள தூரம் குறைக்கப்படுவதால் (decreased) ஒரு நேர் திருப்பி அல்லது ஒரு கூம்புத் திருப்பி

(conical deflector) தாழ் அதிர்வெண்களில் தடுக்கப்படும் சைகையின் அளவும் குறைகிறது. ஒரு நேர்த்திருப்பி (straight



படம் 9-13.
திருப்பியோடு கூடிய கூம்பு இருமுனை
1. திருப்பி; 2. செலுத்துகைக் கம்பி.

reflector) அல்லது ஒரு கூம்புத் திருப்பியை கூம்பு இருமுனைக்குப் பின்னால் கிட்டத்தட்ட அதே விளைவுகளோடு பயன்படுத்த முடியும்.



படம் 9-14.
இரட்டைப்பட்டை இருமுனை வான்கம்பி

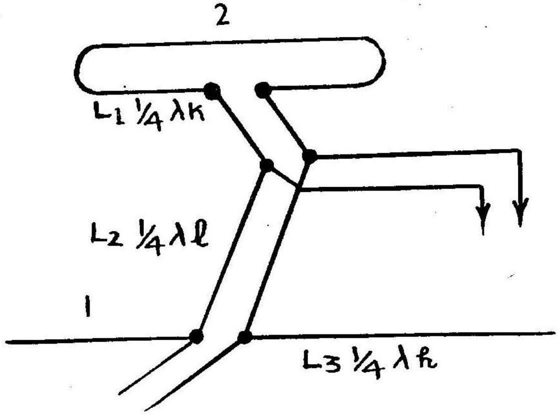
திருப்பியோடு கூடிய கூம்பு இருமுனைதான் இரு VHF பட்டைகளுக்கும் பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் வாங்கும் வான்கம்பியாகும். வான்கம்பி மின்தடை சுமார் 150 ஓம்கள் ஆகும். 54 முதல் 88 Mc பட்டைக்குத் தேவையான ஒரு-திசை அகலப்பட்டை எதிர்ச்செயலைக் கொடுக்கிற ஒட்டு திருப்பியோடு கூடிய கூம்பு வகை அரை-அலை இருமுனைதான் வான்கம்பி யாகும். 174 முதல் 216 Mc பட்டைக்காக இருமுனைக் கம்பி களைத் திருப்புவது மூன்ருவது நான்காவது சீரிசை அதிர்வெண் களில் உண்டாகின்ற பிளக்கப்பட்டப் பகுதியின் திசையை மாற்றுகிறது. இதனல், அவை அகலப்பக்க திசையில் முக்கிய மான முன்னேக்குப் பகுதியை உண்டாக்குவதற்குச் சேர்கின்றன.

இரட்டைப் பட்டை இருமுனை வான்கம்பி (Dual band dipole antenna)

இரட்டைப் பட்டை இருமுனை வான்கம்பியில் இரண்டு வான் கம்பிகள் உள்ளன. ஒன்று, 54 முதல் 88 Mc பட்டைக்கான திருப்பியோடு கூடிய அரை-அலை மடிப்பு இரு முனை; மற்ருென்று அதற்குப் பின்னல் 174 முதல் 216 Mc பட்டைக்கான குறுகிய அரை-அலை மடிப்பு இருமுனை. உயர்-பட்டை (high-band) இருமுனை அதிர்வெண்ணில் இரண்டு மடிப்பு இருமுனைகளுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் கிட்டத்தட்ட கால்-அலை நீளமாகும் (one-quarter wave length). இது, செலுத்துகைக் கம்பியை வாங்கியோடு இணைக்கப்படுகிற இடங்களில் நீள இருமுனை யோடு (long dipole) குறுகிய இருமுனையை (short dipole) இணைக்கும் கம்பியின் நீளமாகும். குறுகிய இருமுனை இந்தத் தாழ் அதிர்வெண்களில் சிறிதளவே எடுப்பதால் (pick-up) தாழ்-பட்டை வழிகளுக்குத் திருப்பியோடு கூடிய நீள் மடிப்பு இரு முனை (long folded dipole) செலுத்துகைக் கம்பிக்கு வான்கம்பிச் சைகையை வழங்குகிறது. உயர் பட்டை வழிகளுக்கு (high-band channels) குறுகிய மடிப்பு இருமுனை செலுத்துகைக் கம்பியில் வான்கம்பிச் சைகையை வழங்குகிறது. இங்கு நீண்ட மடிப்பு இருமுனை திருப்பியாகச் செயல்படுகிறது. உள் கம்பி வான் கம்பியினுடைய (in line antenna) திசைத் தன்மையின் அமைப்பு (directivity pattern) எல்லா VHF வழிகளிலும் ஒரு-திசை அகலப் பக்க எதிர்ச்செயலோடு கிட்டத்தட்ட ஒரே சீராக இருக்கிறது. கீழ்ப்பட்டை வழிகளில் சராசரி வான்கம்பி கூடுகை (antenna gain) கிட்டத்தட்ட $2db$ ஆகும். மேல்பட்டை வழிகளில் வான் கம்பி கூடுகை $5db$ ஆகும். வான்கம்பி மின்தடை சுமார் 150 ஓம்கள் ஆகும்.

உயர்-தாழ் வான்கம்பி (High-low antenna)

VHF இரட்டைப் பட்டை வான்கம்பி, தாழ் பட்டைக்கு வேருகவும் உயர் பட்டைக்கு வேருகவும் இரண்டு தனித்தனியான இருமுனைகளைப் பயன்படுத்துகிறது. இதில் 54 முதல் 88 Mc பட்டைக்குத் தனியான இருமுனையும் திருப்பியும், 174 முதல் 216 Mc பட்டைக்குத் தனியான இருமுனையும் திருப்பியும் ஒரே மரத்



படம் 9-15.

பொது செலுத்துகைக் கம்பியுடன் இணைக்கப்பட்ட மேல்-கீழ்ப்பட்டை இருமுனைகள். (தெளிவு கருதி திருப்பிகள் காட்டப்படவில்லை).

1. திருப்பியோடு கூடிய கீழ்ப்பட்டை இருமுனை; 2. திருப்பியோடு கூடிய மேல் பட்டை இருமுனை; λ_h— மேல்பட்டை அலை நீளம்; λ_l—கீழ்ப்பட்டை அலை நீளம்.

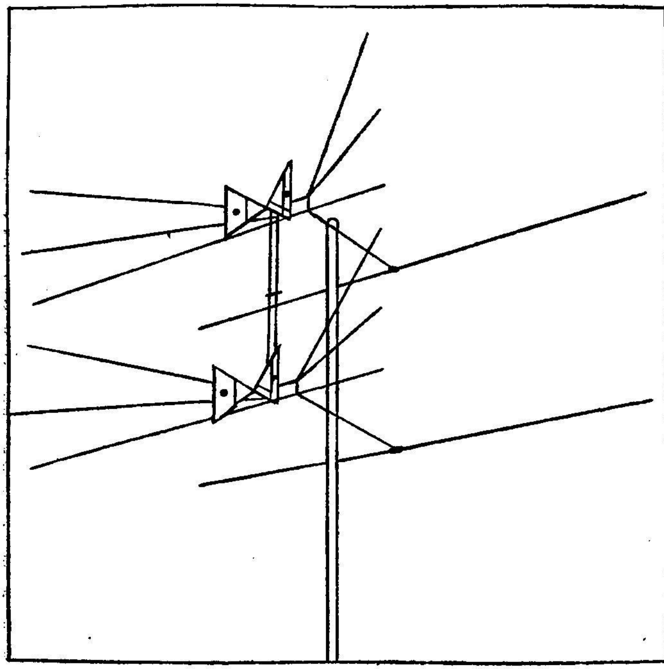
தில் கட்டப்பட்டிருக்கிறது. இரண்டு பட்டைகளின் நிலையங்கள் வெவ்வேறு திசைகளில் இருக்கும்போது இரண்டு இருமுனைகளைக் கொண்ட இதுபோன்ற அமைப்பு ஒவ்வொரு இருமுனைக்கும் தனித்தனியான தோற்றுவாயை (orientation) அனுமதிப்பதே இந்த அமைப்பின் பயனுகும். ஒரு மடிப்பு இருமுனையை அல்லது ஒரு நேர் இருமுனையை ஒரு வான்கம்பிக்கோ அல்லது இரண்டு வான்கம்பிகளுக்கோ பயன்படுத்தலாம். குறுகிய இருமுனை (short dipole) மரத்தின் மேலே வைப்பது வழக்கம். நீண்ட இருமுனைக்கு மேலே குறுகிய இருமுனை எவ்வளவு தொலைவில் இருக்க வேண்டும் என்பதில் சிக்கல் ஒன்றுமில்லை. ஆனல், குறுகிய இருமுனையைப்போல் சுமார் அதே அரை-நீளம் இடைவெளியிருப்பது பொருத்தமானது.

வாங்கியில் ஒவ்வொரு வான்கம்பியையும் தேர்ந்தெடுக்க ஓர் இருமுனை இரு எறி (double-pole—double throw)

இணைப்பைப் பயன்படுத்தி, ஒவ்வொரு வான்கம்பியையும் தனித்தனி செலுத்துகைக் கம்பிகளால் இணைக்கும்போது நல்ல பலன் கிடைக்கிறது. சிறும மின்தேக்குதிறனுக்கு (minimum capacitance) ஒரு கத்தி இணைப்பி (knife switch) சிறந்தது. என்றாலும், இரண்டு இருமுனைகளையும் படம் 9-15-ல் காட்டியது போல் ஒரு பொதுவான செலுத்துகைக் கம்பியோடு இணைக்கலாம்.

VHF, UHF வான்கம்பி

தொலைக்காட்சியில் எல்லா வழிகளையும் பெறுவதற்குத் திருப்பியோடு கூடிய ஒரு VHF கூம்பு இருமுனையையும் UHF முக்கோண இருமுனையையும் சேர்த்து வான்கம்பி அமைக்கிறார்கள். இந்த வான்கம்பி 2 முதல் 5 வரையுள்ள தாழ்-பட்டை



படம் 9-16.
VHF, UHF வான்கம்பி

வழிகளுக்கு ஒட்டு திருப்பியோடு கூடிய கூம்பு இருமுனையாக இருக்கிறது. அதுவே 7 முதல் 13 வரையுள்ள உயர்-பட்டை வழிகளுக்கு (high-band channels) V-வகை வான்கம்பியாக இயங்கு

கிறது. 470 முதல் 890 Mc பட்டையில், 14 முதல் 83 வரையுள்ள UHF வழிகளைச் சேர்த்து கூம்புக் கம்பிகள் (conical elements) பௌட்டி வான்கம்பிக்குத் திருப்பியாக அமைகிறது. இங்கு சராசரி வான்கம்பி கூடுகை (antenna gain) 5 முதல் $6db$ ஆகும்.

அடுக்கு அணிகள் (Stacked arrays)

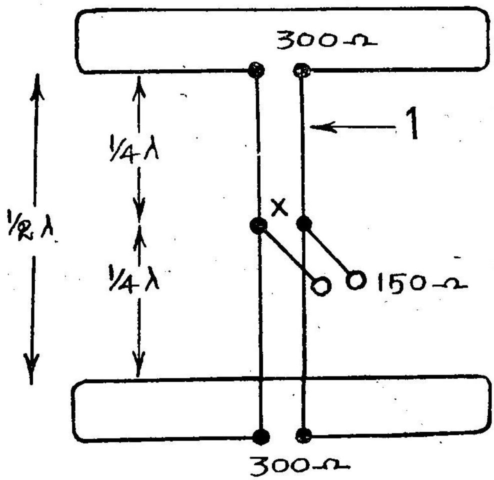
வான்கம்பி கூடுகையையும் திசைப்பண்பையும் மிகுதிப் படுத்துவதற்கு ஒரே வகையான இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வான்கம்பிகளை ஒன்றுக்குப் பக்கத்தில் ஒன்று அமைத்து அவற்றை ஒரு பொதுவான செலுத்துகைக் கம்பியுடன் இணைக்கிறார்கள். தனித்தனி வான்கம்பிகளுக்கு (individual antennas) பேய்ஸ் (bays) என்று பெயர். எல்லாம் சேர்ந்த தொகுதிக்கு (combined unit) அடுக்கு அணி (stacked array) என்று பெயர். வான்கம்பிகளை ஒன்றுக்குமேல் ஒன்று வைத்து அமைப்பதற்குச் செங்குத்து அடுக்கு (vertical stacking) என்று பெயர். அடுக்குக்கு அகலப்பக்கத் திசையில் வான்கம்பி மிக நன்றாக வாங்குவதாலும் செலுத்துவதாலும் இது அகலப்பக்க அணியாகக் (broad side array) கருதப்படுகிறது.

பொதுவாக, வான்கம்பியை அடுக்கு முறையில் அமைக்கும் போது அணியின் பரப்பு பெரிதாகி அதனால் தடுக்கப்படும் சைகையின் அளவும் மிகுதியாவதால் ஒவ்வொரு வான்கம்பிக்கும் $3db$ வரை மேற்கொண்டு கூடுகை கிடைக்கிறது. அடுக்கு அணியில் வான்கம்பிகளை (bays) ஒன்றோடொன்று இணைக்கும் தண்டுகளுக்கு (rods) கட்ட தண்டுகள் (phasing rods) என்று பெயர்.

செங்குத்து அடுக்கு (Vertical stacking)

வான்கம்பியின் செங்குத்து அடுக்கு முறை பெரும்பாலும் வலுக்குறைந்து சைகைப் பகுதிகளில் கூடுகையை அதிகப்படுத்து வதற்கும் செங்குத்துத் தளத்தில் திசைப்பண்பைக் கூர்மை யாக்குவதற்கும் பயன்படுகிறது. படம் 9-17-ல் செங்குத்து அடுக்கு முறையில் வான்கம்பிகள் எவ்வாறு பொது செலுத்து கைக் கம்பியுடன் இணைக்கப்படுகின்றன என்பதை விளக்கு கிறது. எளிமையைக் கருதி படத்தில் திருப்பிகள் இல்லாமல் மடிப்பு வான்கம்பிகள் மட்டும் காட்டப்பட்டு இருக்கின்றன. அதே கோட்பாடுகள்தாம் மற்ற எந்த வான்கம்பிக்கும் செயல் படுத்தப்படுகின்றன. பொதுவாக, அடுக்கு அணியில் வான்

கம்பிகளுக்கு இடையே பயன்படுத்தப்படும் அரை-அலை இடைவெளி, இரண்டு கால்-அலைப் பகுதிகளோடு அவற்றை உள்ளிணைப்பு (inter connecting) செய்வதற்கு வசதியாக இருக்கிறது. வடிவொத்து இருப்பதால் இரு வான்கம்பிகளிலிருந்து (bays) வரும் சைகைகள் X என்ற புள்ளிக்குச் செல்ல ஒரே தொலைவைக் கடக்கிறது. எனவே, வாங்கிக்கு இரண்டு கம்பிகளும் இணையாக

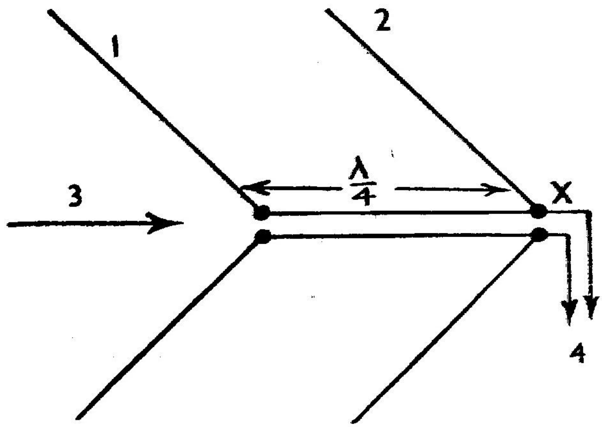


படம் 9-17.
அகலபபக்க அணியில் செங்குத்தாக அமைக்கப்பட்ட இரண்டு அடுக்கு வான்கம்பிகள்
(தெளிவு கருதி திருப்பிகள் நீக்கப்பட்டுள்ளன)
1. 300 Ω கம்பி

இருப்பதால் இங்கு மின் எதிர்ப்பு (impedance) ஒவ்வொரு பகுதியின் மின் எதிர்ப்பில் பாதியாகும். அணியில் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட வான்கம்பிகள் இருக்குமானால் அவை அடுத்தடுத்து இணையாகத் தொகுக்கப்பட்டு, பின்னர் அந்த இணைகள் பொது செலுத்துகைக் கம்பியுடன் சேர்க்கப்படுகின்றன. செங்குத்தாக அடுக்கப்பட்ட அணியின் கிடைமட்ட திசைப்பண்பின் அமைப்பு, தனித்தனி வான்கம்பிகளைப்போல் அதே அகலப்பக்க எதிர்ச் செயலை (broad-side response) உடையதாகவும் ஆனால் அதைவிட மிகுதியான கூடுகையையும் பெற்றிருக்கிறது.

ஒரு-திசை முனை-தீ அணி (Unidirectional end-fire array)

படம் 9-18-ல் இரண்டு வான்கம்பிகள் ஒன்றுக்குப் பின் ஒன்றாக கால்-அலை நீளத்திற்கு அப்பால் அடுக்கி வைக்கப்பட்டு இருக்கின்றன. அவை X என்ற புள்ளியில் எந்த ஒட்டுத் திருப்பியும் அல்லது திசைக்காட்டியும் இல்லாமல் ஒரு திசை எதிர்ச் செயல் (unidirectional response) கொண்ட அணியாக அமையும்படி பொது செலுத்துகைக் கம்பியுடன் இணைக்கப் பட்டு இருக்கின்றன. இந்த ஏற்பாடு (அமைப்பு) முனை-தீ-அணி (end fire array) எனப்படுகிறது. ஏனெனில், அணியின் கம்பி

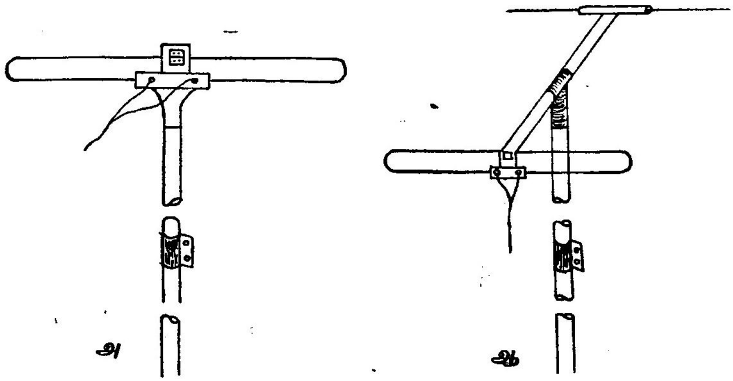


படம் 9-18.
இரட்டை V வான்கம்பிகள்
1. முன்னே உள்ள வான்கம்பி; 2. பின்னே உள்ளே வான்கம்பி; 3. பெரும ஏற்புத்திசை; 4. செலுத்துகைக் கம்பி.

வழியே இது பெரும எதிர்ச் செயலைப் (maximum response) பெற்றிருக்கிறது. இந்த இரட்டை V-என்ற அமைப்பு VHF வான் கம்பியாக மிகுதியாகப் பயன்படுகிறது. ஒவ்வொரு V-யும் ஓர் இருமுனையாகும். இந்த இருமுனை தாழ்-பட்டை வழிகளுக்காக (low-band channels) வெட்டப்பட்டு உயர்-பட்டை வழிகளில் (high-band channels) அகலப்பக்க எதிர்ச் செயலுக்கு (broad-side response) ஏற்ப கோணம் அமைக்கப்பட்டு இருக்கிறது.

முன்னுலிருந்து சைகையை வாங்கும்போது வான்கம்பி-1, வான்கம்பி 2-ஐக் காட்டிலும் சைகையை கால் சுற்று (quarter cycle) முன்னதாகத் தடுக்கிறது. என்றாலும், இரண்டு வான்கம்பி

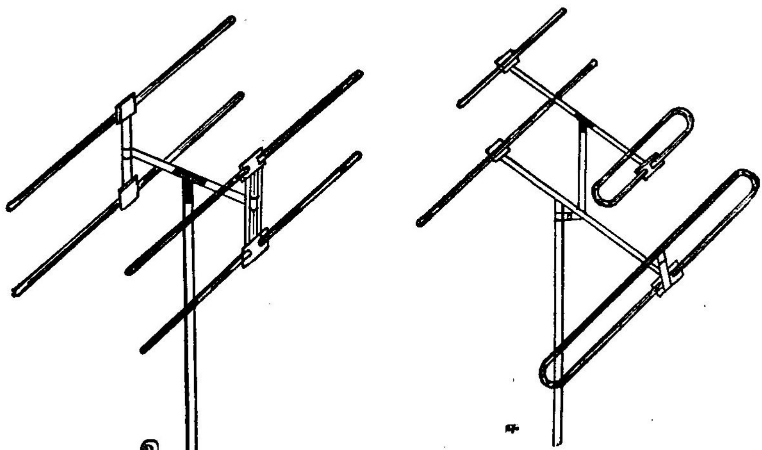
களையும் இணைக்கும் கால்-அலைக் கம்பி (quarter wave line) × என்ற புள்ளியில் இரண்டாவது வான்கம்பியால் தடுக்கப்பட்ட சைகையைப்போல் அதே கட்டத்தில் (phase) இந்தச் சைகையைக் கொடுக்கிறது. எனவே, இந்த அணி முன்னாலிருந்துவரும் சைகைகளுக்கு $3db$ கூடுகையைக் கொடுக்கிறது.



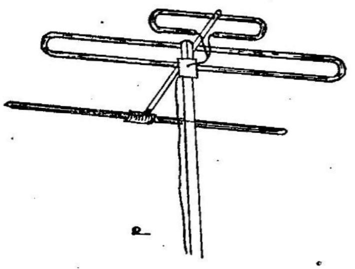
படம் 9-19.

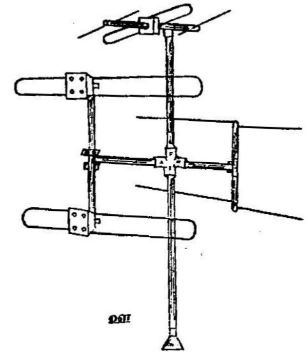
வழக்கத்திலுள்ள பலவகைத் தொலைக்காட்சி வாங்கு வான்கம்பிகள்.

அ. மடிப்பு இருமுனை ஆ. திருப்பியோடு கூடிய மடிப்பு இருமுனை



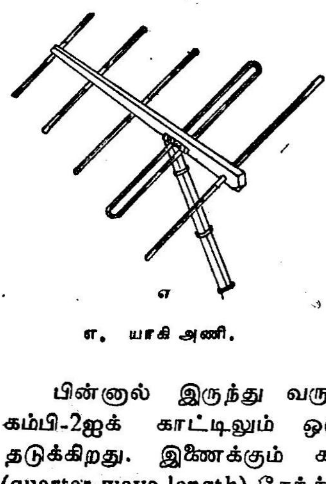
இ. திருப்பியோடு கூடிய அடுக்கு இருமுனை ஈ. வெவ்வேறு அதிர்வெண்களுக்காக வெட்டப்பட்ட இரண்டு மடிப்பு இருமுனைகள்.

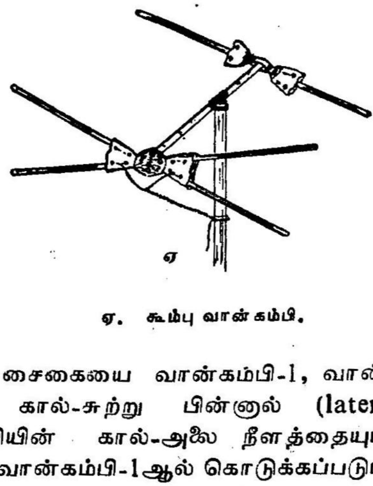




உ. கீழ்மேல் அதிர்வெண் மடிப்பு இருமுனைகள் சேர்த்த ஆம்பினல் அணி (Amphenol array)

ஊ. கீழ்ப்பட்டைக்கான அடுக்கு அணி மேல்பட்டைக்கான ஒற்றை இருமுனை





எ. யாகி அணி.

ஏ. கூம்பு வான்கம்பி.

பின்னால் இருந்து வரும் சைகையை வான்கம்பி-1, வான்கம்பி-2ஐக் காட்டிலும் ஒரு கால்-சுற்று பின்னால் (later) தடுக்கிறது. இணைக்கும் கம்பியின் கால்-அலை நீளத்தையும் (quarter-wave length) சேர்த்து வான்கம்பி-1ஆல் கொடுக்கப்படும் சைகை, வான்கம்பி-2லிருந்து வரும் சைகைக்கு 180° கட்டத்திற்குப் பின்னால் (out of phase) × என்ற புள்ளிக்கு வந்து சேருகிறது. எனவே, இரண்டு சைகைகளும் அழித்துகொள்வதால் (cancel) பின்னால் (back) இருந்து வாங்கும் சைகை சிறும அளவை அடைகின்றன.

கற்றவை

வானத்தில் மிதந்துவரும் தொலைக்காட்சி மின்காந்த அலைகளை வாங்கியில் பெறுதற்கு வழிசெய்கிறது வாங்கும் வான்கம்பி. இந்த வான்கம்பி ஒரு கம்பி அல்லது ஏதாவது ஒரு கடத்தியாக இருக்கலாம். வழக்கத்தில் பெரும்பாலும் அரை-அலை நீளமுள்ள அரை-அலை ஒத்ததிர்வு இருமுனை (half-wave resonating dipole) வாங்கு வான்கம்பியாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தெளிவான படத்தைத் திரும்ப உண்டாக்க வலிவான வான் கம்பிச் சைகை (antenna signal) உதவுகிறது.

வான்கம்பியின் ஒத்ததிர்வு நீளம் மின்காந்த அலையின் திசைவேகத்திற்கும் அதன் அதிர்வெண்ணுக்குமுள்ள தகவு ஆகும். அரை-அலை இருமுனையின் நீளம் (L) அடியில் $= \frac{426}{f}$

L—நீளம் (அடியில்), f — அலையின் அதிர்வெண் மெகா சுற்றில் (சைக்கிளில்) (Mc). ஒத்ததிர்வு வான்கம்பியில் (1) கால்-அலை மார்க்கோனி வான்கம்பி (quarter wave Marconic antenna), (2) அரை-அலை எர்ட்ஃசு வான்கம்பி (half-wave Hertz antenna) என இரு வகைகள் இருக்கின்றன. கிடைமட்டத் தள விளைவுள்ள (horizontal polarisation) சைகைகளுக்கு வான்கம்பியும் கிடை மட்டமாக இருக்கிறது. நேர் இருமுனையின் (straight dipole) நடுவில் உள்ள மின்எதிர்ப்பு (impedance) 72 ஓம்கள் ஆகும். அரை-அலை மடிப்பு இருமுனையின் (half-wave folded dipole) பண்புகள் (characteristics) நேர் இருமுனையை (straight dipole) ஒத்ததே. ஆனால் நடுவிலுள்ள மின் எதிர்ப்பு 300 ஓம்கள் ஆகும். அரை-அலை வான்கம்பியில் இரண்டு கால்-அலை கம்பி கள் இருக்கின்றன. எனவே, இவ்வகை வான்கம்பிக்கு இருமுனை (dipole) என்று பெயர் வந்தது. மின்காந்த அலை வாங்கு வான் கம்பியைக் கடந்து செல்லும்போது வானொலி சைகை போன்று அதே வேறுபாடுகளோடு அது வான்கம்பி மின்னோட்டத்தைத் (antenna current) தூண்டுகிறது. வாங்கு வான்கம்பியில் வானொலி அதிர்வெண் ஊர்திச் சைகையின் (r-f carrier signal) புல வலிமை அனுப்பப்பட்ட ஆற்றலையும் ஊர்தி அதிர்வெண்ணின் பரப்புதல் பண்புகளையும் பொறுத்தது. அரை-அலை வான்கம்பி என்பது மின்தடை, மின்மறுப்பு ஆகியவற்றோடு கூடிய ஓர் ஒத்ததிர்வு மின் சுற்றுக்குச் (resonant circuit) சமம்.

வான்கம்பி முன்னே இருந்து ஏற்கும் சைகைக்கும் பின்னு லிருந்து ஏற்கும் சைகைக்கும் உள்ள தகவுக்கு முன்-பின் தகவு

(front-to-back ratio) என்று பெயர். இரண்டு அரை-அலை தண்டுகளை அவற்றின் முனைகளில் சேர்த்து ஒன்றின் நடுவில் இடைவெளிவிட்டு மடிப்பு இருமுனை (folded dipole) செய்யப் படுகிறது.

வான்கம்பிக் கூடுகை என்பது அரை-அலை ஒத்ததிர்வு இரு முனையோடு (half-wave resonant dipole) ஒப்பிடும்போது வான் கம்பி அணி (antenna array) எவ்வளவு மிகுதியான சைகையைப் பெறமுடியும் என்பதைக் காட்டுகிறது. ஒரு மின்னழுத்தக் கூடுகை (voltage gain) Z என்பது $6db$க்குச் சமமாகிறது.

படத்தில் தோன்றும் பொய்த் தோற்றம் (ghost) பொதுவாக அனுப்பியிலிருந்து வரும் நேரடிச் சைகையும் (direct signal) வான்கம்பியினுல் வாங்கப்படும் திருப்பு சைகையும் (reflected signal) சேர்ந்து தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. ஒரு குறுகிய முன் னேக்கு தொங்கு கம்பியுடன் (narrow forward lobe) கூடிய ஒரு திசையுள் வான்கம்பி (directional antenna) பொய்த் தோற்றத்தை நீக்க முடியும். இருமுனைக்குப் பின்னுல் வைக்கப்பட்ட ஓர் ஒட்டுணி திருப்பி (parasite reflector) வான்கம்பி கூடுகையையும் முன்பின் தகவையும் மிகுதியாக்குகிறது. இதனுல் பொய்த் தோற் றத்தினுல் ஏற்படும் சிக்கல்கள் குறைகின்றன. (இடைவெளிக்கும் நீளத்திற்கும் படம் 9-9ஐப் பார்க்கவும்). என்ருலும் ஓர் ஒட்டு திசைக் காட்டி இருமுனைக்கு முன்னுல் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது (படம் 9-10).

யாகி வான்கம்பி என்பது ஒரு திருப்பியோடும் இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட திசைக் காட்டிகளோடும் கூடிய ஓர் ஒட்டுணி அணியாகும். இதனுடைய சிறப்புக் கூறுகள் (features) மிகுந்த கூடுகையும் (high gain), நல்ல முன்பின் தகவும், குறுகிய முன்னேக்கு தொங்கு கம்பியும் குறுகிய பட்டை அகலமும் (narrow band width) ஆகும். அணியின் அகலப்பக்க எதிர்ச் செயலை (broad-side response) மிகுதிப் படுத்துவதற்கு வான்கம்பி களை ஒன்றுக்குமேல் ஒன்று செங்குத்தில் அடுக்காக வைக்க முடியும் (படம் 9-17). அகலப்பக்க அணியைப் பார்க்கவும். அணி வரி (line of array) வழியாக எதிர்ச்செயலை (response) மிகுதிப்படுத்துவதற்கு வான்கம்பிகளை ஒன்றுக்குப் பின் ஒன்ருக கிடைமட்டத்தில் அடுக்கிவைக்க முடியும். படம் 9-17-ல் இரட்டை V வான்கம்பி அணியைப் பார்க்கவும்.

பொதுவாக, நேர் இருமுனை வான்கம்பியே எல்லாத் தொலைக் காட்சி வாங்கிக்கும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. எனினும் மிகுதி

யான கூடுகை பெறுவதற்கும் கூர்மையான திசைப் பண்பைப் பெறுவதற்கும் பரப்பப்படும் அலையின் அதிர்வெண்ணுக்கு ஏற்பவும் மடிப்பு இருமுனை, அகலப்பட்டை இருமுனை, நீள் கம்பி வான் கம்பி, V வான்கம்பி, சாய் சதுர வான்கம்பி, யாகி வான்கம்பி, பல பட்டை வான்கம்பிகள், கூம்பு இருமுனை, இரட்டைப் பட்டை இருமுனை வான்கம்பி, உயர்-தாழ் வான்கம்பி, VHF, UHF வான்கம்பி, அடுக்கு அணிகள், போன்று பல் வேறுபட்ட வாங்கி வான்கம்பிகள் நடைமுறையில் இருக்கின்றன.

தேவைக்குக் குறைவான வான்கம்பி சைகை வலிவு குறைந்த, பனிப் படலம் போன்ற படத்தைக் கொடுக்கிறது. வலிவு குறைந்த சைகையின் காரணியமாக படத்தில் குறுக்கீடு (interference) தெளிவாகத் தெரிகின்றது. அதோடு ஒத்தியக்கமும் சரியாக இருப்பதில்லை.

பயிற்சிகள்

க. கோடிட்ட இடங்களைச் சரியான சொற்களால் நிரப்பவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. வானத்தில் மிதந்து வரும் மின்காந்த அலைகளை வாங்கியில் பெறுதற்கு வழி செய்வது ——— ஆகும்.
2. வான்கம்பி ஒரு குறிப்பிட்ட ——— பெருக்குகின்ற ஒத்திர்வு நீளத்தைப் பெற்றிருக்க வேண்டும்.
3. வாங்கு வான்கம்பியில் வானொலி அதிர்வெண் ஊர்திச் சைகையின் (*r-f* carrier signal) புல வலிமை ——— பொறுத்தது.
4. ஒரே புல வலிமை, நீளம் அதிகமான வான்கம்பியில் ——— வான்கம்பி சைகையை உண்டாக்குகிறது.
5. வான்கம்பி, முன்னே இருந்து ஏற்கும் சைகைக்கும் பின்னேயிருந்து ஏற்கும் சைகைக்கும் உள்ள தகவுக்கு ——— என்று பெயர்.
6. வாங்கி வான்கம்பியின் பண்புகள், வெவ்வேறு அதிர் வெண்களுக்கு ——— மாறுகின்றன.
7. அரை-அலை வான்கம்பி என்பது மின் தடை, மின் மறுப்பு (reactance) ஆகியவற்றோடு கூடிய ——— சமம் ஆகும்.

8. முக்கோண இருமுனைக்கு மற்றொரு பெயர் ——— என்பதாகும்.

9. வான்கம்பிக்குப் பின்னால் வைக்கப்படும் ஒட்டுணிக் கம்பிக்கு ——— என்று பெயர்.

10. வான்கம்பிக்கு முன்னால் வைக்கப்படும் ஒட்டுக் கம்பிக்கு ——— என்று பெயர்.

11. ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட ஒட்டுணிக் கம்பிகளோடு (parasite elements) கூடிய ஓர் இருமுனை வான் கம்பிக்கு ——— என்று பெயர்.

உ. சரியான விடையைத் தெரிந்தெடுத்து எழுதவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. 100 மெ. சை.-ல் ஓர் அரை-அலை இருமுனையின் நீளம்
   (அ) 4 மீட்டர்;
   (ஆ) 100 அடி;
   (இ) 100 மீட்டர்;
   (ஈ) 4·62 அடி.

2. படத்தின் பொய்த் தோற்றத்தை நீக்குவதற்கு
   (அ) செலுத்துகைக் கம்பியை முறுக்க வேண்டும்;
   (ஆ) நீண்ட செலுத்துகைக் கம்பியைப் பயன்படுத்த வேண்டும்;
   (இ) வான்கம்பியின் இடத்தை (location) அல்லது திசையை (orientation) மாற்ற வேண்டும்;
   (ஈ) இரண்டு வான்கம்பிகளைச் சேர்க்க வேண்டும்.

3. யாகி வான்கம்பியின் சிறப்புக் கூறுகள் (features)
   (அ) இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இயக்கு கம்பிகள் (driven elements);
   (ஆ) அடுக்கு V இருமுனைகள்;
   (இ) உயர் முன்னோக்கு கூடுகை (high forward gain);
   (ஈ) மிகப் பெரிய பட்டை அகலம்.

4. கீழே கொடுக்கப்பட்டிருப்பவைகளில் எது திருப்பியோடு கூடிய ஓர் இருமுனைக்கு தவறானது (false)

(அ) கம்பியைத் திருப்பியோடு இணைக்க வேண்டும்;

(ஆ) முன்பின் தகவு மிகையாகிறது;

(இ) முன்னோக்குத் திசையில் கூடுகை மிகுதியாகிறது;

(ஈ) மிகக் குறைந்த வழிக்கு (lowest channel) அதை வெட்ட வேண்டும்.

5. கீழே கொடுக்கப்பட்டவற்றில் எது உண்மையானது?

(அ) ஒரு நேர் இருமுனையின் மின் எதிர்ப்பு (impedance) 300 ஓம்கள்;

(ஆ) ஒரு மடிக்கப்பட்ட இருமுனையின் மின் எதிர்ப்பு (impedance) 300 ஓம்கள்;

(இ) ஓர் இருமுனையை V வடிவில் செய்வது தாழ்ந்த அதிர்வெண் எதிர்ச் செயலை மேம்படுத்துகிறது;

(ஈ) மடிக்கப்பட்ட இருமுனையை V வடிவில் செய்ய முடியாது.

6. கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளனவற்றில் எது உண்மையானது?

(அ) ஒரு திருப்பி வான்கம்பிக்குப் பின்னால் இருக்கிறது;

(ஆ) ஒரு திருப்பி கம்பியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது;

(இ) ஒரு திசைக் காட்டி, வான்கம்பிக்குப் பின்னால் இருக்கிறது;

(ஈ) ஒரு திசைக் காட்டி, கம்பியுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

7. யாகி வான்கம்பியில் திருப்பி ஒன்றே ஒன்று தான் சேர்க்கப்படுகிறது. காரணியம்

(அ) ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட திருப்பிகள் எதிர்ச்செயலை (response) மேம்படுத்துவதில்லை;

(ஆ) ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட திருப்பிகள் எதிர்ச்செயலைக் குறைக்கின்றன;

(இ) ஒன்றுக்கு மிகுதியான திருப்பிகளைச் சேர்ப்பதால் செலவு அதிகமாகிறது;

(ஈ) இருமுனையின் மின்தடை அதிகமாகிறது.

8. படங்காட்டியில் பொய்த் தோற்றம் (ghost) உண்டாவதற்குக் கரணியம்

(அ) வான்வெளியில் பல்வேறு மின்காந்த அலைகள் வருவது;

(ஆ) பல வழிகளில் திருப்பப்பட்டு வான்கம்பியை வந்து சேரும் திருப்புச் சைகைகள் (reflected signals);

(இ) மின்காந்த அலையின் திசைவேகம்;

(ஈ) தொலைக்காட்சி வெகு தொலைவில் இருப்பது.

9. படங்காட்டியில் பொய்த் தோற்றம், உண்மைப் படிவத்திற்கு வலது பக்கத்தில் உண்டாகிறது. கரணியம்,

(அ) வரிக்கண்ணோட்டம் இடது பக்கத்திலிருந்து வலது பக்கமாக நடக்கிறது;

(ஆ) திருப்பப்பட்ட சைகை (reflected signal) நேரடி சைகையைவிடக் காலம் கடந்து வாங்கு வான் கம்பியை வந்தடைகிறது;

(இ) வான்கம்பியின் மின்தடை;

(ஈ) வான்கம்பின் மின் எதிர்ப்பு.

கூ. கீழ்க்காணும் கேள்விகளுக்கு விடை எழுதவும்

1. வரையறை கூறுக : (i) வான்கம்பி கூடுகை, (ii) முன் பின் தகவு, (iii) ஒட்டுணிக் கம்பி (parasitic element), (iv) அகலப்பக்க அணி (broad-side array), (v) முனை-தீ அணி (end-fire array).

2. படத்தின் பொய்த் தோற்றத்தின் (ghosts) கரணியம் யாது? பொய்த் தோற்றம் வழக்கமாக ஏன் முதன்மைப் படிவத்திற்கு வலது பக்கத்தில் இருக்கிறது? பொய்த் தோற்றத்தினை நீக்கும் வழிகள் யாவை?

3. மடிப்பு இருமுனையின் அமைப்பைப் படத்துடன் விளக்கவும்.

4. திருப்பி, திசைக் காட்டி—படத்துடன் விளக்கவும். ஒரு தனி அரை-அலை (half-wave dipole alone) இருமுனையின் முனைத் திசை அமைப்பையும் (polar directivity pattern) திருப்பியோடு கூடிய அரை-அலை இருமுனையின் முனைத் திசை அமைப்பையும் படத்தில் காட்டவும்.

தனி அரை-அலை இருமுனையில் இல்லாத இரண்டு நன்மைகள் திருப்பியோடு கூடிய அரை-அலை முனையில் யாவை ?

5. ஓர் ஒட்டுணித் திருப்பிக்கும் (parasitic reflector), ஓர் ஒட்டுணி திசைக் காட்டிக்குமுள்ள (parasite director) இரண்டு வேறுபாடுகள் யாவை ?

6. யாகி வான்கம்பி அமைப்பைப் படத்துடன் விளக்கவும். இதிலுள்ள நன்மை தீமைகள் யாவை ?

7. ஐந்து வகை தொலைக்காட்சி வான்கம்பிகளைப் படத்துடன் விளக்கவும். ஒவ்வொன்றுக்குமுள்ள ஒரு முக்கிய சிறப்புக் கூறு சொல்லவும்.

8. அடுக்கு அணி என்றால் என்ன? படத்துடன் விளக்கவும்.

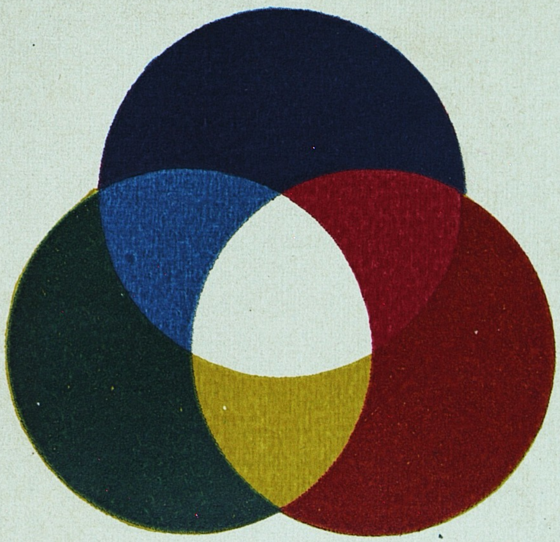
10. வண்ணத் தொலைக்காட்சி

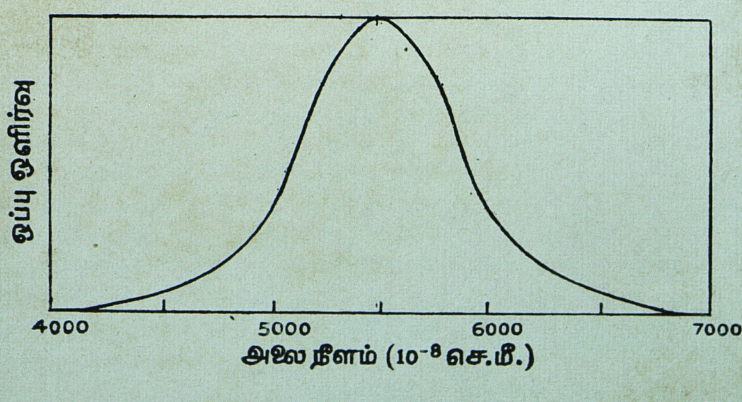
(Colour Television)

உலகத்தில் வண்ணத்திற்கு என்று ஒரு சிறப்பான தனி இடம் இருக்கத்தான் செய்கிறது. ஒளிப்படமாக (photo) இருந்தாலும் சரி, திரைப்படமாக இருந்தாலும் சரி, வாழ்க்கைத் துணையைத் தேடும் படலமாக இருந்தாலும் சரி வண்ணத்திற்கு ஓரிடம் இருக்கத்தான் செய்கிறது. அது போலவே தொலைக்காட்சியிலும் ஒரு-வண்ண (mono chrome) தொலைக்காட்சியைவிட காட்சியிலுள்ள பண்ணிறங்களை அப்படியே அழகு மிளிரக் காட்டும் வண்ணத் தொலைக்காட்சியைக் காணுவதில் ஒரு கரைகாண முடியாத மகிழ்ச்சியை நமது உள்ளம் பெறுகிறது என்பது யாரும் மறுக்க முடியாத உண்மை. ஒரு-வண்ணத் தொலைக்காட்சியின் அமைப்பில் எவ்வளவு சிக்கல் இருக்கிறதோ அது போன்ற பல சிக்கல்கள் வண்ணத் தொலைக்காட்சியில் இருக்கின்றன. என்றாலும், நாளொருமேனியும் பொழுதொரு வண்ணமுமாக வளர்ந்துவரும் அறிவியல் உலகமே அந்தச் சிக்கல்களையும் களைந்து எழில் சிந்தும் வண்ணத் தொலைக்காட்சியை ஆக்கித் தந்துள்ளது.

வண்ணப் படத்திற்கு வேண்டிய முதன்மையான மூன்று வண்ணங்கள் சிவப்பு (red), பச்சை (green), நீலம் (blue) என்பன. இந்த மூன்று மூல வண்ணங்களைத் தனித் தனியாகவும், ஒன்றோடொன்று வேண்டிய அளவில் சேர்த்தும் நமக்கு வேண்டிய வெள்ளை, சாம்பல், கறுப்பு, ஊதா, மஞ்சள் போன்ற பல்வேறு வண்ணங்களைப் பெற்றுக்கொள்ளலாம்.

தொலைக்காட்சிக்கு ஒரு-வண்ண முறையை (black and white system) ஏற்பாடு செய்தபோது அன்று 1941-ல் ஒரே ஒரு முறைதான் (only one black and white system) இருந்தது. வரிக் கண்ணோட்ட அமைப்பில் எத்தனை வரிகள் (no. of lines in the scanning pattern) இருக்க வேண்டும், பண்பேற்ற முறைகள் (modulation methods), தொலைக்காட்சி அலைகளைப் பரப்பும் வழிகள் (channels) யாவை என்பன பற்றியே முடிவு செய்ய வேண்டி யிருந்தது. ஆனால், அந்த நிலைமாறி 1950-ல்



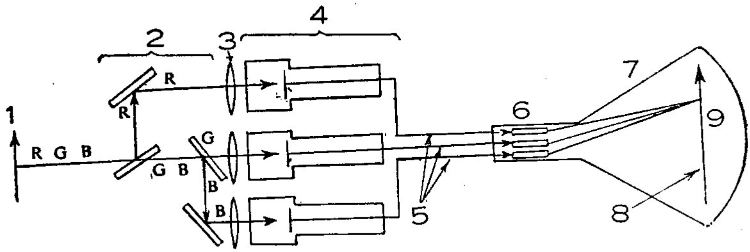

ஒப்பு ஒளிர்வு
4000
5000
6000
7000
அலை நீளம் (10-8 செ.மீ.)

வண்ணத் தொலைக்காட்சியைப் பற்றி சிந்திக்கும்போது பல்வேறு முறைகளின் (several different systems) குணநலன்களைப் பற்றி நினைத்துப் பார்க்கவேண்டியிருந்தது. அந்த அளவுக்குத் தொலைக் காட்சி பற்றிய அறிவு வளர்ந்திருந்ததே அதற்குக் காரணம். அந்த வெவ்வேறு முறைகளைப் (different systems) பொதுவாக இரு பெரும் பிரிவாகப் பிரிக்கிறுர்கள்: (1) வரிசை வண்ணத் தொலைக்காட்சி முறை (அமைப்பு) (sequential colour television system), (2) ஒரே-நேர வண்ணத் தொலைக்காட்சி முறை (அமைப்பு) (simultaneous colour television system). வரிசை வண்ணத் தொலைக்காட்சி முறையில், புலவரிசை முறை (field sequential system), வரி வரிசை முறை (line sequential system), புள்ளி வரிசை முறை (dot sequential system) என்று மூன்று உட் பிரிவுகள் இருக்கின்றன. ஒரே-நேர வண்ணத் தொலைக்காட்சி முறையில் அமெரிக்க வானொலிக் கழகம் (Radio Corporation of America—RCA), ஹேசல்டின் (Hazeltine), ஃபில்கோ (Philco) ஆகிய மூன்று நிறுவனங்களால் அமைக்கப்பட்ட மூன்று முறைகள் இருக்கின்றன. இந்த முறையின் முக்கிய சிறப்புக்கூறு (essential feature) மூன்று சைகைகளை எடுத்துச் செல்லத் தனித்தனியான மூன்று துணை ஊர்திகள் (sub-carriers) இருக்கின்றன.

ஒரே-நேர முறைகளில் (simultaneous systems) பொருளை (பார்க்க) நோக்கத் தனித்தனியாக மூன்று படக் கருவிகள் (cameras) ஒரே வாய்ப்பு நிலையில் (same vantage point) அமைக் கப்பட்டிருக்கின்றன. மூன்று படக் கருவிகளும் மூன்று வெவ் வேறு படிவங்களை எடுக்கின்றன. அந்த மூன்று வெவ்வேறு படிவங்களையும் வாங்கியிலுள்ள படக் குழாய் (receiver picture tube) மீண்டும் ஒன்று சேர்த்து காட்சியை உண்டாக்கி அதே நிறத்தில் தோற்றுவிக்கிறது. ஒரு படிவம் படக் கருவிக்கு முன்னு லுள்ள பொருளின் சிவப்பு நிறத்தையும், இரண்டாவது படிவம் பச்சை நிறத்தையும், மூன்றுவது படிவம் நீல நிறத்தையும் குறிக் கிறது. வண்ணத்தேர்வு ஆடிகள் (colour selective mirrors) என்ற அமைப்பு காட்சியிலிருந்து வரும் ஒளியை மூன்று தனித்தனிப் பாதைகளின் வழியே செலுத்துகிறது. இதனுல் சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய ஒளி, மூன்று தனித்தனி படக் கருவிகளில் நுழை கின்றன. முதன்மை வண்ணங்களாகிய (primary colours) இந்த மூன்று நிறங்களும் குறிப்பிட்ட முறையில் ஒன்றின் மேலொன்று சேர்ந்து காட்சியிலுள்ள பொருளின் முழு நிறத்தைக் கொடுக்கக் கூடிய 'கலப்புப் படிவத்தை' (composite image) உண்டாக்குகின்றன. மூன்று படக் கருவிகளிலிருந்துவரும் வெளி

வரு அளவுகளைத் (outputs) தனித்தனியான பெருக்கிகளிலும் (amplifiers), பண்பேற்றிகளிலும் (modulators) செலுத்தப்படுகின்றன. இந்த மூன்று மூல படிவ சைகைகள் (primary image signals) தனித்தனி மின்சுற்றுகள் மூலம் வாங்கியிலுள்ள படக்குழாயின் கட்டுப்பாட்டு மின்முனைகளோடு (control electrodes) இணைக்கப்படுகின்றன.

இப்போது, வழக்கிழந்த ஒருவகை ஒரே-நேரே வண்ண வாங்கியில் (simultaneous colour receiver) மூன்று தனித்தனி படக்குழாய்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒவ்வொன்றிலும் சரியான முதன்மை நிறத்தின் ஒளிர்ப்பி (phospor) அல்லது வடிகட்டி (filter) இருக்கிறது. வண்ணத் தேர்வு ஆடிகள் (colour selective mirrors) கண்களுக்கு முன் இந்தப் படிவங்களை ஒன்று சேர்க்கின்றன. மற்றொரு வகை வாங்கியில் ஒளிர்ப்பியின் பல



படம் 10-1.

ஒரே-நேர வண்ணத் தொலைக்காட்சி அமைப்பின் கூறுகள்

1. பொருள்; 2. ஆடிகள்; 3. வில்லைகள்; 4. படக்கருவிகள்; 5. தனித் தனி வழிகள் (ஊர்திகள் (அ) துணை ஊர்திகள்); 6. மின்னணுத் துப்பாக்கிகள்; 7. மூவண்ண படக்குழாய்; 8. மூவண்ண ஒளிர்ப்பித் திரை; 9. படிவம்.

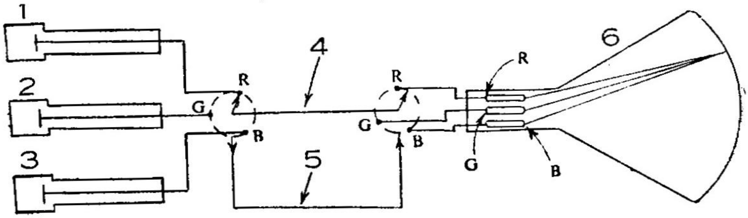
நூறாயிரம் சிறு புள்ளிகள் சேர்ந்த ஒரு நோக்குத் திரையின் (viewing screen) மீது மூன்று படிவங்களும் உண்டாக்கப்படுகின்றன. கலப்புப் படிவத்தின் அடிப்படை படக்கூறு ஒவ்வொன்றிலும், சிவப்பொளி, பச்சை ஒளி, நீல ஒளி ஆகியவற்றை உண்டாக்கக் கூடிய மூன்று ஒளிர்ப்பிப் புள்ளிகளின் கூட்டம் (group of phospor dots) அடங்கியிருக்கிறது. சிவப்பு, பச்சை, நீலப் புள்ளிகள் ஒவ்வொன்றையும் தனித்தனியாக தூண்டக்கூடிய வகையில் மூன்று மின்னணுத் துப்பாக்கிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவ்வாறு ஒரு துப்பாக்கியை மட்டும் இயக்கி, சிவப்பு ஒளியிலுள்ள ஒரு படிவத்தை உண்டாக்க முடியும். இதுபோலவே, மற்ற துப்பாக்கிகளையும் இயக்கி,

பச்சை, நீல நிறத்திலுள்ள படிவங்களைத் தனித்தனியாக உண்டாக்கலாம். மூன்று மூல - படிவ சைகைகளை அவற்றிற்குரிய துப்பாக்கிகளில் செலுத்தி மூன்று படிவங்களையும் ஒரே நேரத்தில் உண்டாக்கினால் தொலைக்காட்சியில் எடுக்கப்பட்ட காட்சியின் அதே நிறத்தை மீண்டும் பெற முடிகிறது.

வரிசை முறைகள் (sequential systems) என்று சொல்லப்படும் மற்றொரு பிரிவு தொலைக்காட்சி முறையில் ஒரே ஓர் ஊர்தி (carrier)தான் இருக்கிறது. ஒரே-நேர முறையில் இருப்பது போலவே இந்த முறையிலும் படக் கருவியும், படக்குழாயும் ஒத்திருக்கின்றன. மூன்று படக் கருவிகளில் (cameras) ஒவ்வொன்றும் செலுத்துகை அமைப்புடன் (transmission system) ஒரு குறிப்பிட்ட நேரம் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதாவது, புலவரிசை முறையில் (field-sequential system) ஒரு புலத்தை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யும் நேரம் வரையிலும் (duration of one scanning field) அல்லது வரி-வரிசை முறையில் (line-squential system) ஒரு வரியை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யும் நேரம் வரையிலும் (period of one scanning line), புள்ளி வரிசை முறையில் (dot-sequential system) ஒரு படக்கூறை (picture element) வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யும் நேரம் (period of picture element) வரையிலும் ஒவ்வொரு படக்கருவியும் செலுத்துகை அமைப்புடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும். முதலில் சிவப்பு ஒளி படக்கருவியும், பிறகு பச்சை ஒளி படக்கருவியும், பின்னர் நீல ஒளி படக் கருவியும்; மீண்டும் சிவப்பு ஒளி படக்கருவியும், இவ்வாறு ஒரு வரிசை முறையில் படக்கருவிகள் ஒன்றன்பின் ஒன்றாகச் செலுத்துகை அமைப்புடன் இணைக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு முதன்மை வண்ணங்கள் (வண்ண அளவுகள்-colour values) சிவப்பு, பச்சை, நீலம்; சிவப்பு, பச்சை, நீலம்...என்று ஒரு வரிசை முறையில் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அனுப்பப்படுகின்றன.

வாங்கியில் ஒவ்வொரு முதன்மை நிறத்தோடும் தொடர்பு கொண்ட மின்னணுத் துப்பாக்கிகள் இதே வரிசை முறையில் தூண்டப்படுகின்றன. இதனால் மூல படிவங்கள் (primary images) ஒரு நேரத்தில் ஒரு புலம், (one field at one time), ஒரு நேரத்தில் ஒரு வரி (one line at one time), ஒரு நேரத்தில் ஒரு படக்கூறு (one picture element at one time) என்ற முறையில் உண்டாக்கப்படுகின்றன. கண்ணினுடைய காட்சி நீடிப்பு (persistence of vision) என்ற பண்பினால் ஒவ்வொரு மூல படிவங்களும் தொடர்ந்து இருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. அதாவது, மூன்று மூலவண்ணப் படிவங்களும் (primary colour images) ஒரே

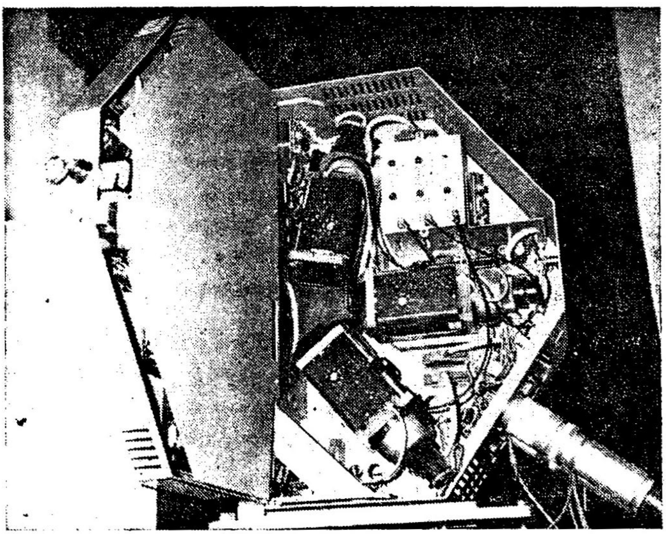
நேரத்தில் இருப்பதுபோல் கலப்புப் படிவம் (composite image) தோன்றுகிறது. இவ்வாறு, மூன்று வண்ணங்களைத் தனித்தனியே மூன்று ஊர்திகளில் (carriers) அனுப்பும் ஒரே-நேர முறையின் விளைவை (effect of simultaneous system) வரிசை முறையில் (sequential system) ஒரு சைகையைக் (one signal) கொண்டு செய்ய முடிகிறது.



படம் 10-2(a)

வரிசை வண்ணத் தொலைக்காட்சி அமைப்பின் கூறுகள்.

1. சிவப்பு படக்கருவி; 2. பச்சை படக்கருவி; 3. நீல படக்கருவி; 4. புலனுறு சைகை ஊர்தி; 5. ஒத்தியக்கச் சைகை; 6. மூவண்ண படக்குழாய்.



படம் 10-2(b)

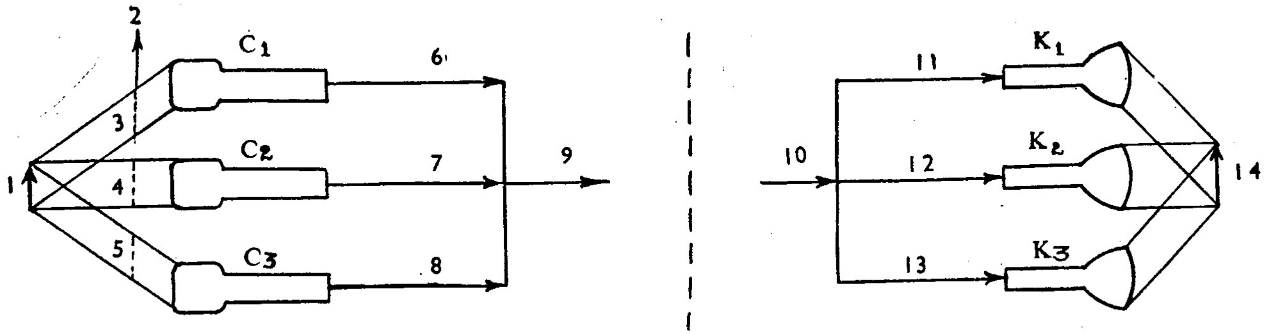
வண்ணத் தொலைக்காட்சி படக்கருவிகளின் உள்ளமைப்பு

வண்ணச் சைகைகள் (Colour signals)

தொலைக்காட்சி நிலையத்தில் படிவம் வரிக்கண்ணோட்டம் செய்யப்படும்போது ஒளி வண்ண வடிகட்டிகளின் (optical colour filters) உதவியால் காட்சியிலுள்ள சிவப்பு, பச்சை, நீல நிறங்களுக்கு ஏற்பப் படத்திற்கு வேண்டிய புலனுறு சைகைகள் (video signals) பெறப்படுகின்றன. படிவத்தினுடைய சிவப்புப் பகுதிக்கு வேண்டிய நிறம் சிவப்பு புலனுறு சைகையிலும் (red video signal), பச்சை பகுதிக்கு வேண்டிய நிறம் பச்சை புலனுறு சைகையிலும், நீலப் பகுதிக்கு வேண்டிய வண்ணம் நீல புலனுறு சைகையிலும் இருக்கின்றன. தொலைக்காட்சி வாங்கியில் சிவப்பு, பச்சை, நீல நிறங்களை மூவண்ண படங்காட்டியின் (tricolour kinescope arrangement) உதவியால் கலந்து படத்தை அதனுடைய இயற்கை வண்ணத்தோடு உண்டாக்க சிவப்பு, பச்சை, நீல புலனுறு சைகைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. படம் 10-3-ல் வண்ணப் படத்தை உண்டாக்க தனித்தனியான மூன்று படக்குழாய்கள் இருக்கின்றன. ஆனால், பொதுவாக வண்ணத் தொலைக்காட்சி வாங்கியில் (receiver) ஒரே ஒரு மூவண்ண படங்காட்டி (tricolour kinescope) பயன்படுகிறது. இந்தக் குழாயில் சிவப்பு, பச்சை, நீல ஒளிர்ப்பிகளோடு கூடிய ஒரு திரையும் மூன்று மின்னணுத் துப்பாக்கிகளும் இருக்கின்றன.

தொலைக்காட்சி பரப்புவதில் சிவப்பு, பச்சை, நீல புலனுறு சைகைகள் அனுப்பப்படுவதில்லை. அவை எல்லாவற்றையும் கலந்து ஒரு கலப்பு வண்ணச் சைகையும் (composite colour signal), ஒரு-வண்ணச் சைகையும் (monochrome signal) உண்டாக்கப்படு கின்றன. இந்த இரண்டு சைகைகள் வாங்கிக்குள் செலுத்தப் படுகின்றன. படத்திற்கு வேண்டிய ஒளிர்வு (brightness) தருவ தற்காக வண்ணப் புலனுறு சைகைகள் தேவையான விகிதத்தில் சேர்க்கப்பட்டு ஒரு வண்ணச் சைகை உண்டாக்கப்படுகிறது. இந்தக் காரணத்திற்காக இது வெளிச்சச் சைகை (luminance signal) என்று அழைக்கப்படுகிறது. சிவப்பு, பச்சை, நீலநிற பகுதி களோடு கூடிய நிற சைகை (colour signal), வண்ணச் சைகை (chrominance signal)என்று அழைக்கப்படுகிறது. பட ஊர்தியைப் (picture carrier) பண்பேற்றுவதற்காக நிறத்திற்கான இந்தச் சைகை, வெளிச்சச் சைகையோடு ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டிருக் கிறது. வண்ணத் தொலைக்காட்சி வாங்கிகள் வெளிச்சச் சைகை களையும் வண்ணச் சைகைகளையும் பயன்படுத்துகின்றன.

சுருங்கக் கூறின், கருப்பு-வெள்ளை தொலைக்காட்சி பரப்பியில் (broadcasting) ஒரு-வண்ணச் சைகையை (monochrome signal)



படம் 10-3.

வண்ணத்தில் தொலைவில் அனுப்பப்படும் ஒரு காட்சி

1. வண்ணப்படிவம்;
2. ஒளி வடிப்பிகள்;
3. சிவப்பு;
4. பச்சை;
5. நீலம்;
6. சிவப்பு புலனுறு சைகை;
7. பச்சை புலனுறு சைகை.
8. நீல புலனுறு சைகை;
9. செலுத்து மேட்ரிக்சுக்கு உள்ளீடு அளவு;
10. வாங்கு மேட்ரிக்சிலிருந்து வெளி வரு அளவு;
11. சிவப்பு புலனுறு சைகை;
12. பச்சை புலனுறு சைகை;
13. நீல புலனுறு சைகை;
14. வண்ணப் படிவத்தைத் திரும்பு உண்டாக்குதல்,

K_1- சிவப்பு படங்காட்டி,
K_2- பச்சை படங்காட்டி,
K_3- நீல படங்காட்டி.
C_1 - படக்கருவி-I
C_2 - படக்கருவி-II
C_3 - படக்கருவி-III

அனுப்புவதைப்போல் வண்ணத் தொலைக்காட்சி பரப்பியில் வெளிச்சச் சைகையோடு(luminance signal)நிறத்திற்கு வேண்டிய வண்ணச் சைகையையும் சேர்த்து அனுப்பப்படுகிறது. இந்த முறையில் எந்த ஒரு நிலையமும் அதற்கென ஒதுக்கப்பட்ட 6 Mc வழியை (channel) ஒரு-வண்ணத் தொலைக்காட்சிப் பரப்புக்கோ வண்ணத் தொலைக்காட்சிப் பரப்புக்கோ பயன்படுத்த முடியும்.

வண்ணச் சேர்க்கை (Colour addition)

வண்ணத் தொலைக்காட்சியில் வரும் காட்சிகளின் பல்வேறு வண்ணங்களும் மூன்று முதன்மை வண்ணங்களைச் சேர்த்து உண்டாக்கப்படுகிறது என்று மேலே கண்டோம். இந்த முறைக்கு வண்ணச் சேர்க்கை (additive) என்று பெயர். ஏனெனில், இங்கு தனித்தனியான வண்ணப் படிவங்கள் படங்காட்டியினால் உண்டாக்கப்பட்டு ஓர் அமைப்பில் சேர்க்கப் படுகின்றன. இந்த அமைப்பு தனிப்பட்ட வண்ணங்களை ஒன்றிணைக்கக் கண்ணுக்கு உதவுகிறது. படம் 10-3-ல் காட்டியுள்ளதுபோல் வண்ணப் படிவங்களை ஒன்றின்மேல் ஒன்று சேர்த்து இந்தச் சேர்க்கை விளைவு (additive effect) உண்டாக்கப் படுகிறது. இந்த அமைப்பிலுள்ள (arrangement) ஒவ்வொரு வண்ணப் படங்காட்டியின் திரையிலும் சிவப்பு, பச்சை, நீல படிவங்களை உண்டாக்கக்கூடிய ஒளிர்ப்பி இருக்கிறது. ஒளி எறிதல் அமைப்பு (optical projection) ஒன்றின் உதவியால் மூன்று முதன்மை வண்ணப் படிவங்களும் ஒரு பொதுத் திரையில் விழும்படி எறியப்படுகிறது. ஒவ்வொரு படிவங்காட்டியிலுள்ள ஒளிர்ப்பியும் வண்ணப் படிவத்தை உண்டாக்கும் ஒளித்தோற்று வாயாக (light source) இருப்பதாலும் வண்ணப் படிவங்கள் ஒன்றாகச் சேர்த்து பார்க்கப்படுவதாலும் திரையில் படத்தைப் பார்ப்பவர்கள் மூன்று முதன்மை வண்ணங்கள் கலந்த பொருளை அதனுடைய இயற்கையான நிறங்களோடு பார்க்கிறார்கள். இதே முடிவுகள் மூவண்ண ஒளிர்ப்பித் திரையைக் (tricolour phosphor screen) கொண்ட ஒரு படங்காட்டியினால் பெறப்படு கின்றன.

வண்ணக் கலவையைப் பற்றி படம் 10-1. விளக்குகிறது. இதில் சிவப்பு, பச்சை, நீல நிறங்களுள்ள மூன்று தனித்தனி வட்டங்கள் இருக்கின்றன. இந்த வட்டங்களின் ஒரு பகுதி ஒன்றின்மேல் ஒன்று சிறிதளவு படிகின்ற இடங்களில் பல்வேறு நிறங்கள் உண்டாகின்றன என்பதைப் படம் காட்டுகிறது. சிவப்பு பச்சை, நீலம் ஆகிய மூன்று நிறங்களும் சேருகின்ற நடு

இடத்தில் வெள்ளை நிறம் உண்டாகிறது. இதிலிருந்து, நடுவில் தோன்றும் வெள்ளை நிறம், சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய நிறங்களை ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் சேர்ப்பதால் உண்டாகிறது என்று அறிகிறோம். இதுபோல் பச்சையும், நீலமும் சேருகின்ற இடத்தில் பசுமை கலந்த நீல நிறம் உண்டாகிறது. இந்த நிறம் சயான் (cyan) என்று அழைக்கப்படுகிறது. சிவப்பும், நீலமும் சேருகின்ற இடத்தில் சிவப்பு-கருஞ்சிவப்பு (red-purple) நிறம் ஏற்படுகிறது. இது மசன்டா (magenta) என்றழைக்கப்படுகின்றது. நீல நிறம் அதிகமாகவும், சிவப்பு நிறம் குறைவாகவும் இருந்தால் கருஞ் சிவப்பு (purple) நிறம் உண்டாகிறது. கிட்டத்தட்ட ஒரே அளவு சிவப்பும் பச்சையும் கலந்தால் மஞ்சள் நிறம் (yellow) உண்டாகிறது. மிகுதியான சிவப்பும் குறைந்த அளவு பச்சையும் சேர்ந்தால் ஆரஞ்சு நிறம் உண்டாகிறது. இவ்வாறு சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய மூன்று முதன்மை வண்ணங்களை வேண்டிய அளவு சேர்த்து இயற்கையில் காணும் எல்லா நிறங்களையும் உண்டாக்க முடியும்.

முதன்மை வண்ணங்களும், துணை வண்ணங்களும் (Primary colours and complementary colours)

பல்வேறு வண்ணக் கலவைகளை (colour mixtures)உண்டாக்க சேர்க்கப்படும் நிறங்களுக்கு முதன்மை நிறங்கள் (primary colours) என்று பெயர். ஒரு நிறம் மற்ற முதன்மை நிறங்களின் எந்தக் கலவையைக் கொண்டும் செய்யக் கூடாததாக இருக்குமானால் அது முதன்மை நிறம் எனப்படும். சிவப்பு, பச்சை, நீலம் என்பவை தொலைக்காட்சியில் பயன்படும் முதன்மை நிறங்களாகும். ஏனெனில், இந்த மூன்று நிறங்களைச் சேர்க்கும்போது பலவகை வண்ணக் கலவைகள் உண்டாகின்றன. எனவே, சிவப்பு, பச்சை, நீல நிறங்களுக்குக் (கூட்டு) கலவை முதன்மை நிறங்கள் (additive primaries) என்று பெயர்.

ஒரு முதன்மை நிறத்தோடு எந்த நிறத்தைச் சேர்த்தால் வெள்ளை நிறம் உண்டாகிறதோ, சேர்க்கப்படும் அந்த நிறத்திற்குத் துணை நிறம் (complementary colour) என்று பெயர். எடுத்துக் காட்டாக, சிவப்பு நிறத்தோடு சயான் (cyan) என்ற நிறத்தைச் சேர்த்தால் வெள்ளை நிறம் உண்டாகிறது. எனவே, சிவப்பு என்ற முதன்மை நிறத்திற்கு சயான் துணை நிறமாகும். சயான் என்பது பச்சையும் நீலமும் சேர்ந்த நிறமாகும். எனவே, சிவப்பு, பச்சை, நீலம் சேர்ந்து வெள்ளை நிறம் உண்டாகிறது என்று அறிகிறோம். இதுபோல் மசன்டா (magenta) பச்சையுடனும், மஞ்சள் (yellow)

நீலத்துடனும் சேர்ந்து வெள்ளை நிறம் உண்டாவதால் மசன்டா பச்சை நிறத்திற்கும், மஞ்சள் நீல நிறத்திற்கும் துணை நிறங்களாகும். சில நேரங்களில் துணை நிறங்களாகிய சயான், மசன்டா, மஞ்சள் என்பனவற்றை முறையே (—)சிவப்பு, (—)பச்சை, (—)நீலம் என்று குறிக்கப்படுகின்றன. காரணம், வெள்ளை நிறத்திலிருந்து சிவப்பை எடுத்துவிட்டால் கிடைப்பது சயான் நிறம்; பச்சையை எடுத்துவிட்டால் கிடைப்பது மசன்டா நிறம்; நீலத்தை எடுத்து விட்டால் கிடைப்பது மஞ்சள் நிறம் ஆகும். இதை ஓர் அட்டவணையில் கீழ்க்கண்டவாறு குறிக்கலாம்.

முதன்மை நிறம்	துணை நிறம்
சிவப்பு	சயான் = (—)சிவப்பு
பச்சை	மசன்டா = (—)பச்சை
நீலம்	மஞ்சள் = (—)நீலம்

துணை நிறங்களுக்குக் கழித்த முதன்மை நிறங்கள் (subtractive primaries) என்று பெயர்.

வண்ணத் தொலைக்காட்சி (கலைச்) சொற்களின் வரையறை (Definition of colour television terms)

வண்ணத் தொலைக்காட்சியில் பயன்படுத்தப்படும் சில மிக முக்கியமான சொற்கள் கீழ்க்கண்டவாறு வரையறுக்கப்படு கின்றன.

வெள்ளை : நடைமுறை காரியங்களுக்கு வெள்ளை ஒளி (white light) என்பது சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய முதன்மை நிறங்கள் சரியான விகிதத்தில் சேர்ந்த ஒரு கலவையாகும். தொலைக்காட்சியில் காணும் வெள்ளை நிறம் 30 நூற்று வீதம் சிவப்பும், 59 நூற்று வீதம் பச்சையும், 11 நூற்று வீதம் நீலமும் கலந்த நிறமாகும். இந்த வெள்ளை நிறம் பகல் வெளிச்சத்தைப் போல் நீலங்கலந்த வெள்ளை நிறமாகும்.

நிறம் (Hue) : வண்ணமே அதனுடைய நிறமாகும். பச்சை இலைகள் பச்சை நிறத்தைப் (green hue) பெற்றிருக்கின்றன. சிவப்பு ஆப்பிள் பழம் சிவப்பு நிறத்தைப் பெற்றிருக்கிறது. எந்த ஒரு பொருளின் வண்ணமும் (colour) முக்கியமாக அதனுடைய நிறத்தினால் (hue) வேறுபடுத்தப்படுகின்றது. கண்ணில் பார்வை

உணர்வைத் (visual sensation) தூண்டும் ஒளியின் வெவ்வேறு அலை நீளங்களிலிருந்து வெவ்வேறு நிறங்கள் (hues) உண்டாகின்றன.

நிறைவு (Saturation) : நிறைவு என்பது ஒரு நிறம் அதே நிறத்தின் தெளிவான, தெளிவற்ற நிறத் திண்மைகளை (shades) வேறுபடுத்தி, வெள்ளை ஒளியினால் எவ்வளவு வெளிறடிக்கப்படுகிறது (diluted) என்பதைக் காட்டுகிறது. வெள்ளை நிறத்திலிருந்து ஒரு நிறம் எவ்வளவு மிக அதிகமாக வேறுபடுகிறதோ அவ்வளவுக்கு அதிகமாக அதனுடைய நிறைவு இருக்கும். நிறைவு என்பது தூய்மை (purity), வண்ணம் (chroma) ஆகிய சொற்களால் குறிக்கப்படுகின்றது. உயர்ந்த தூய்மை (high purity), வண்ணம் (chroma) ஆகிய இரண்டும் மிகுந்த நிறைவையும் (high saturation) தெளிவான வண்ணத்தையும் (vivid colour) ஒத்திருக்கின்றது.

வண்ணம் (Chrominance) : வண்ணம் என்பது நிறத்தையும் (hue), அந்த நிறத்தின் நிறைவையும் (saturation of colour) குறிப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. தொலைக்காட்சியில் அனுப்பப்படுகின்ற வண்ணச் சைகை (chrominance signal) நிறத்தையும், சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய நிறங்களின் நிறைவையும் குறிக்கின்றது.

வெளிச்சம் (Luminance) : வெளிச்சம் என்பது ஒளிர்வாக (as brightness) கண் உணர்ந்தறிகிற ஒளிச் செறிவைக் (light intensity) குறிக்கின்றது. ஒரு-வண்ணத் தொலைக்காட்சியில் வரும் கருப்பு-வெள்ளையின் வெளிச்சத்தோடு கூட பல்வேறு வண்ணங்களைப் பல்வேறு ஒளிர்வுடன் (brightness) கண் காண்கிறது. படம் 10-2(a) & (b)-ல் காட்டியிருப்பதுபோல் சயானுக்கும், ஆரஞ்சுக்கும் இடையிலுள்ள பச்சை பெரும ஒளிர்வு (maximum brightness) உள்ளதாக இருக்கிறது.

பதிவு செய்தல் (Registration) : கடைசியாகக் கிடைக்கும் படங்களின் வண்ணக்கலவைகள் சரியான நிறத்தோடு அமையும்படி தனித்தனி வண்ணப் படிவங்களை அவ்வவற்றிற்குரிய இடத்தில் வைப்பதே பதிவு செய்தல் எனப்படும். படிவங்களை ஒன்றின்மீது ஒன்று வைக்கும்போது, ஒவ்வொரு வண்ணப் படிவமும் மற்றதன் மேல் மிகப் பொருத்தமாகப் படியவில்லையானால் சரியில்லாத வண்ணக் கலவைகள் உண்டாகும். காரணம், படத்திலுள்ள உண்மையான வண்ணங்கள், படிவத்தில் தவறான வேறு இடத்தில் இருப்பதேயாகும்.

ஒரு வண்ணத்தின் சிறப்புக் கூறுகள் (1) அதனுடைய நிறம் (hue), (2) அதனுடைய நிறைவு (saturation), (3) அதனுடைய ஒளிர்வு (brightness) ஆகியவையாகும். நிறம், ஒளியின் அலை நீளத்தைப் (wave-length) பொறுத்தது. ஒளி ஆற்றல் (light energy) என்பது வானொலி அலைகளைவிட (radio waves) அதிர்வெண் (frequency) மிக அதிகமாகவுள்ள மின்காந்தக் கதிர் வீச்சு (electromagnetic radiation) ஆகும். கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளியின் (visible light) அதிர்வெண் வினாடிக்கு 430×10^{12} சுற்றுகளுக்கு (430×10^{12}cps) மேல் இருக்கிறது. இவ்வளவு பெரிய அளவின் காரணியமாக ஒளி அலைகள் (light waves) அலை நீளத்தால் குறிப்பிடப்படுகின்றன. அலை நீளம் மில்லிமைக்ரான் (millimicron) என்ற அலகால் அளவிடப்படுகிறது. ஒரு மில்லிமைக்ரான் என்பது 1×10^{-9} மீட்டராகும். படம் 10-2 (a) & (b)-ல் காட்டப்பட்டிருப்பதுபோல நீல ஒளி மிகக்குறுகிய (shortest) அலை நீளத்தை (400 மில்லிமைக்ரான்) உடையது. சிவப்பொளி மிக நீண்ட (longest) அலை நீளத்தை (700 மில்லிமைக்ரான்) உடையது. பச்சை ஒளி, 550 மில்லிமைக்ரான் அளவில் இருக்கிறது. ஒவ்வொரு வண்ணத்திற்கும் அதனுடைய நிறத்தை (hue) முடிவு செய்ய முனைப்பு அலை நீளம் (dominant wave-length) ஒன்று இருக்கிறது.

தெளிவான (நல்ல) சிவப்பு நிறம் வெள்ளையோடு கலக்கப்படும்போது இளஞ்சிவப்பாகத் (pink) தோன்றுகிறது. இரண்டு வண்ணங்களின் நிறமும் ஒன்றேதான். ஏனென்றால், அவற்றின் முனைப்பு அலை நீளம் மாறவில்லை. என்றாலும், இளஞ் சிவப்பு நிறம் குறைவாக நிறைவு அடைகிறது. நல்ல சிவப்பு நிறம் 100 விழுக்காடு நிறைவை (saturation) உடையது. நல்ல சிவப்பு நிறத்தில் வெள்ளை ஒளி கிடையாது. வெள்ளை ஒளி சேர்க்கப்படும்போது விழுக்காடு நிறைவு (percent saturation) குறைகிறது. வண்ணம் பலவீனம் அடைகிறது; அல்லது குறைவடைகிறது (desaturated).

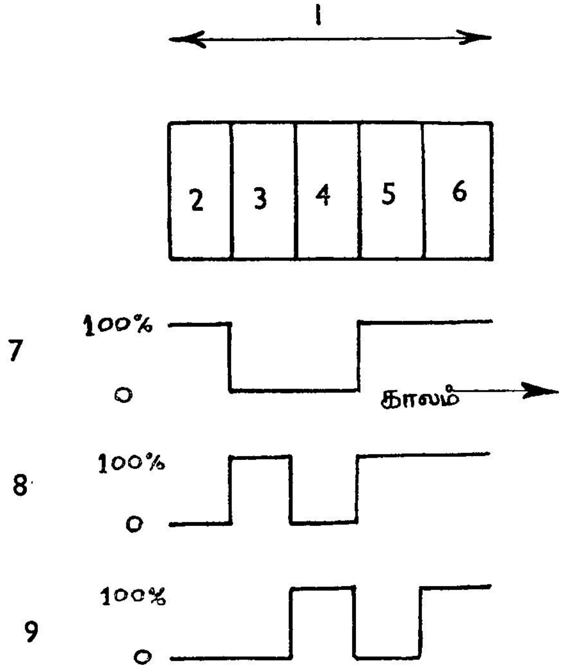
எந்த ஒரு வண்ணத்தின் கடைசி அடையாளப் பண்பு (last identifying characteristic) அதனுடைய ஒளிர்வு (brightness) ஆகும். இந்த ஒளிர்வு, திரும்ப உண்டாகும் ஒரு கருப்பு-வெள்ளை வண்ணம் படத்தில் எவ்வாறு தோன்றும் என்பதைக்காட்டுகிறது. ஒரு-வண்ணத் தொலைக்காட்சியில் காட்டப்பட்ட அல்லது கருப்பு – வெள்ளை படலத்தில் (black and white film) பிடிக்கப்பட்ட ஒரு காட்சியை எடுத்துக்கொள்வோம். படத்தில் நல்ல சிவப்பு நிறத்தில் (dark red) பாவாடையும், மஞ்சள் நிறச் சட்டையும், நீல நிறத் தொப்பியும் இருப்பதாகக் கொள்வோம். ஒரே ஒளியூட்டத்திற்கு (illumination) இந்த வெவ்வேறு நிறங்கள்

வெவ்வேறு ஒளிர்வு அளவுகளை (brightness values) உடையதாக இருக்கும். எனவே, வெவ்வேறு ஒரு-வண்ணச் சாயல்களோடு (shades of monochrome) படம் உண்டாக்கப்படுகிறது. படம் 10-2 (a)&(b)-ல் காட்டப்பட்டிருப்பதுபோல் நல்ல சிவப்பு நிறம் குறைந்த (low) ஒளிர்வுடையது; மஞ்சள் மிகுந்த (high) ஒளிர்வுடையது; நீலம் நடுத்தர (medium) ஒளிர்வுடையது. எனவேதான், ஒரு-வண்ணப் படத்தில் (monochrome picture) மஞ்சள் சட்டை வெள்ளையாகவும், சிவப்பு பாவாடை கருப்பாகவும் (black), நீலக் குல்லாய் சாம்பல் நிறமாகவும் (grey) இருக்கிறது. உண்மையிலேயே பல்வேறு நிறங்களுக்குள்ள ஒப்பொளிர்வினுல்தான் (relative brightness) இயற்கையான வண்ணங்களோடு காட்சிகளை மீண்டும் உண்டாக்க முடிகிறது.

வண்ணத் தொலைக்காட்சிப் பரப்புதல் (Colour television broadcasting)

சாதாரண ஒரு-வண்ணத் தொலைக்காட்சியில் செய்வதுபோலவே, வண்ணத் தொலைக்காட்சியிலும் படங்கள், காட்சிகள் பரப்பப்படுகின்றன. காட்சியிலுள்ள வண்ணத்திற்கு ஏற்ப, படக்கருவி சிவப்பு, பச்சை, நீல ஒளியை ஏற்றுக் கொள்கிறது. அவற்றிலிருந்து படம் 10-4-ல் காட்டியிருப்பதுபோல் R,G,B என்று குறிக்கப்படும் முதன்மை சிவப்பு, பச்சை, நீல வண்ணங்களின் புலனுறு சைகைகளை அது உண்டாக்குகின்றது. படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கும் வண்ணக் கட்டங்களுக்குக் (colour bars) குறுக்கே ஒரு கிடைமட்ட வரியை வரிக்கண்ணோட்டம் செய்வதால் கிடைக்கும் வண்ண புலனுறு சைகையின் மின்னழுத்தங்களை இது விளக்குகிறது. 100 விழுக்காடு வீச்சு (amplitude), நிறைவு வண்ணத்தினுல் (saturated colour) உண்டாக்கப்பட்ட வண்ணப் புலனுறு சைகையின் பெரும அளவைக் குறிக்கின்றது. எடுத்துக்காட்டாக, மஞ்சள் நிறத்திற்கான அளவுகளைக் காண்போம். துணை நிறமாகிய (complementary colour) மஞ்சள், முதன்மை நிறங்களாகிய சிவப்பு, பச்சை ஆகிய இரண்டும் சேர்ந்து உண்டாகும் ஒரு வண்ணமாகும். எனவே, படக்கருவியிலுள்ள சிவப்பு, பச்சை நிறத்திற்கான குழாய்கள் அவற்றின் வடிகட்டிகளின் (filters) மூலமாக ஒளியைப் பெறுவதால் மஞ்சள் நிறத்திற்கான புலனுறு சைகை இந்த இரு முதன்மை வண்ணங்களுக்கு உண்டாகிறது. மேலும், மஞ்சள் 100 விழுக்காடு நிறைவுடையதால் (saturated) சிவப்பு, பச்சை புலனுறு மின்னழுத்தங்களும் (video voltages) 100 விழுக்காடு அளவிலேயே (level) இருக்கின்றன என்ருலும் மஞ்சளில் நீல நிறமில்லை. எனவே, மஞ்சள் நிறத்திற்கு நீல புலனுறு மின்னழுத்தம் சுழியில் (zero) இருக்கிறது.

வலது பக்கத்தில் கடைசி கட்டத்தில் இருப்பது வெள்ளை நிறம். இது சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய மூன்று நிறங்களையும்

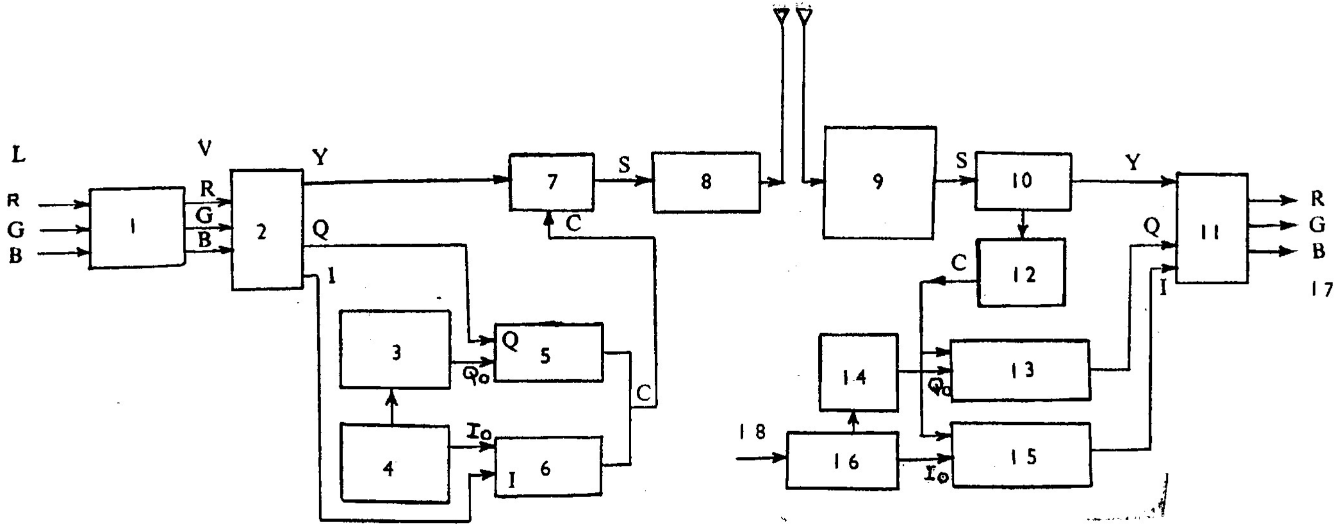


படம் 10-4.

வண்ணப் பட்டைக்கேற்ற சிவப்பு, பச்சை நீல நிற புலனுறு சைகை மின்னழுத்தங்கள்

1. கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்ட வரி; 2. சிவப்பு; 3. பச்சை; 4. நீலம்; 5. மஞ்சள்; 6. வெள்ளை; 7. சிவப்பு புலனுறு மின் அழுத்தம்; 8. பச்சை புலனுறு மின் அழுத்தம்; 9. நீல புலனுறு மின்அழுத்தம்.

கொண்டது. எனவே, மூன்று படக்கருவிக் குழாய்களிலும் (camera tubes) ஒளி விழுகிறது. சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய மூன்று வண்ணங்களுக்கும் வண்ணப் புலனுறு சைகைகள் (colour video signals) இருக்கின்றன. மேலும், ஒவ்வொரு வண்ணப் புலனுறு சைகையும் 100 விழுக்காடு அளவில் (மட்டத்தில்) இருக்கிறது. ஏனெனில், வெள்ளை நிறம் நிறைவுள்ள முதன்மை வண்ணங்களால் (saturated primary colours) ஆகியது. பின்னர், வாங்கிக்கு (receiver) ஒளிர்வு சைகைகளாகவும் (brightness signals), வண்ணச் சைகைகளாகவும் (chrominance signals) அனுப்பு



படம் 10-5.

வண்ணத் தொலைக்காட்சி அமைப்பில் பரப்பி, வாங்கி ஆகியவற்றின் பணிகள்

L—ஒளி உள்ளிடு அளவு ;
V—புலனுறு சைகை வெளிவரு அளவு ;
1. படக்கருவி ;
2. மேட்ரிக்சு ;
3. 90° கட்டமாற்றி ;
4. 3·58 Mc துணை ஊர்தி அலையியற்றி ;
5. Q-பண்பேற்றி ;
6. I-பண்பேற்றி ;
7. சேர்ப்பி ;
8. செலுத்தி ;
9. வாங்கியின் R.F., I.F.ம் பரப்பியின் சுற்றுகள் ;
10. புலனுறு பெருக்கி ;
11. மேட்ரிக்சு ;
12. 3.58 Mc வண்ணப் பெருக்கி
13. பண்பிறக்கி ;
14. 90° கட்டம் மாற்றி ;
15. பண்பிறக்கி ;
16. 3·58 Mc அலையியற்றி ;
17. மூவண்ண படக்கம்பிக்கான புலனுறு சைகை ;
18. வண்ண ஒத்தியக்க உள்ளிடு அளவு

வதற்கு, முதன்மை வண்ண மின்னழுத்தச் சைகைகளைத் தொகுப்பதன் பொருட்டு, சிவப்பு, பச்சை, நீல புலனுறு சைகைகள் ஒன்றாகச் சேர்க்கப்படுகின்றன. இது படம் 10-5-ல் விளக்கப்பட்டிருக்கிறது.

மேட்ரிக்ஸ் பகுதி (Matrix section)

மேட்ரிக்ஸ் என்பது ஒளிர்வு சைகைகளையும் வண்ணச் சைகைகளையும் உண்டாக்கத் தேவையான முதன்மை வண்ணச் சைகைகளை விகிதப்படுத்தும் ஒரு மின்தடை மின்னழுத்தப் பிரிப்பி மின்சுற்று (a resistive voltage-divider circuit) ஆகும். மேட்ரிக்ஸில் சிவப்பு, பச்சை, நீல வண்ண புலனுறு மின்னழுத்தங்களை உட்செலுத்தி, கீழ்க்கண்ட மூன்று புலனுறு சைகை வெளிவரு சேர்க்கைகள் (video signal output combinations) உண்டாக்கப்படுகின்றன.

1. வெளிச்ச சைகை (Luminance signal)—இது Y-சைகை (Y-signal) என்று அழைக்கப்படுகின்றது. இதில் படத்தின் ஒளிர்வு வேறுபாடுகள் (brightness variations) அடங்கியிருக்கின்றன.

2. வண்ணப் புலனுறு சைகை (Colour video signal)—இது Q-சைகை (Q-signal) என்றழைக்கப்படுகிறது. இது படத்தின் பச்சை அல்லது கருஞ்சிவப்பு (purple) நிறத்தைக் குறிக்கின்றது.

3. வண்ணப் புலனுறு சைகை—இதற்கு I-சைகை (I-signal) என்று பெயர். படத்தின் ஆரஞ்சு அல்லது சயான் நிறத்தை இது குறிக்கின்றது.

படத்தின் வண்ணச் சைகை உண்டாக்குவதற்கு I, Q ஆகிய இரு சைகைகள் சேர்க்கப்படுகின்றன. Y-சைகை ஒரு-வண்ணச் சைகைக்கு (monochrome signal) சமமானதால், Y-சைகை மஞ்சள் நிறத்திற்கு இல்லை என்பது ஈண்டு குறிப்பிடத்தக்கது.

வண்ணத் துணை ஊர்தி (Colour sub-carrier)

I, Q ஆகிய இரு சைகைகளும் 3·58 Mc துணை ஊர்தியின் பண்பேற்றப் பக்கப் பட்டைகளாக (modulation side-bands) வாங்கிக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. துணை ஊர்தி என்பது பண்பேற்ற அதிர்வெண்களின் (modulation frequencies) நெடுக்கத்திற்கு (range) உள்ளேயே உள்ள குறைந்த அதிர்வெண்ணுள்ள (low frequency) ஊர்தி அலை (carrier wave) ஆகும். இந்தத் துணை ஊர்தி முக்கிய ஊர்தி அலையை (main carrier wave)

பண்பேற்றுகிறது. எடுத்துக்காட்டாக, 4 வழிக்காக (channel 4) 67.25 Mc-ல் உள்ள படஊர்தி அலையை (picture carrier wave) 3.58 Mc புலனுறு அதிர்வெண் (video frequency) வண்ணத் துணை ஊர்தியினால் (colour sub-carrier) பண்பேற்ற முடியும். ஒவ்வொரு வழிக்கும் (channel) படஊர்தி அதிர்வெண் (picture carrier frequency) வெவ்வேறாக இருந்தாலும், எல்லா நிலையங்களுக்கும் வண்ணத் துணை ஊர்தி ஒருபடித்தான புலனுறு அதிர்வெண்ணையே (3.58 Mc) கொண்டுள்ளது என்பது இங்கு கூர்ந்து நோக்க வேண்டியதொன்றாகும்.

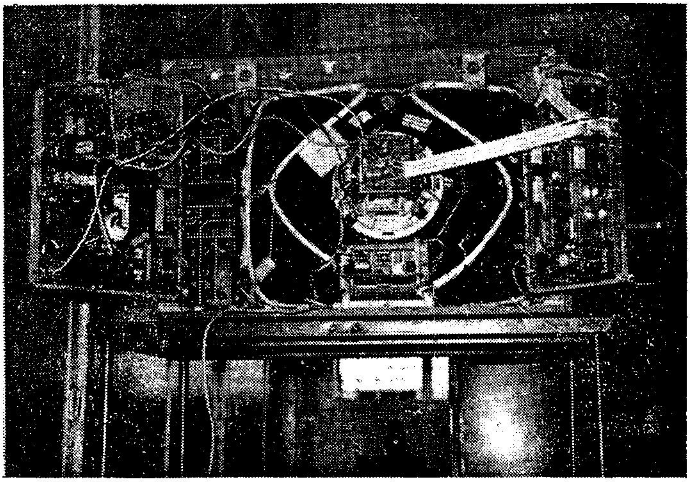
ஒரு துணை ஊர்தியைப் பயன்படுத்தி ஒரு முக்கிய ஊர்தியின் மேல் இரண்டு பண்பேற்றி சைகைகளை (modulation signals) அனுப்பும் முறைக்கு ஒன்றாயிணைத்தல் (multiplexing) என்று பெயர். இங்கு 3.58 Mc உள்ள வண்ணச் சைகையாகிய C, Y-சைகையுடன் ஒன்றாயிணைக்கப்படுகிறது. இதனால், வண்ணமும் வெளிச்சமும் படஊர்தியின் மேல் செலுத்தப் படுகிறது.

வண்ணப் பண்பேற்றம் (Chrominance modulation)

படம் 10-5-ல் காட்டியிருக்கிறபடி 3.58 Mc வண்ணத் துணை ஊர்தி அலையியற்றியிலிருந்து (colour sub-carrier oscillator) வரும் வெளிவரு அளவு (output) I, Q பண்பேற்றிகளுடன் இணைக்கப்படுகிறது. மேலும், அவை (I, Q பண்பேற்றிகள்) மேட்ரிக்சிலிருந்து I, Q ஆகிய புலனுறு சைகை உள்ளிடு அளவுகளையும் (video signal input) பெறுகின்றன. ஒவ்வொரு மின் சுற்றும் I அல்லது Q புலனுறு சைகையினால் 3.58 Mc துணை ஊர்தியின் வீச்சுப் பண்பேற்றத்தை உண்டாக்குகின்றது. I, Q ஆகிய இரு பண்பேற்றிகளுக்குத் தனித்தனியான உள்ளிடு அளவுகள் இருக்கின்றன. ஆனால் பொதுவான வெளிவரு அளவு I, Q பண்பேற்றத்தைச் சேர்க்கிறது. இந்தச் சேர்ந்த-வெளிவரு அளவு (combined output) தான் வண்ணச் சைகை C ஆகும்.

Q என்று குறிக்கப்பட்டுள்ள பண்பேற்றி Q-க்கு வரும் 3.58 Mc அலையியற்றியின் உள்ளிடு அளவை (oscillator input) Io-வோடு ஒப்பிடும்போது 90° கட்ட மாற்றத்தை (phase shift) உண்டாக்குகின்றது. Q-பண்பேற்றி பெருக்கற்பலன் (Q-modulator product) I-சைகையுடன் 90° கட்ட மாற்றத்தில் இருப்பதால் இந்தச் சைகை Q-சைகை என்று அழைக்கப்படுகிறது. துணை ஊர்தியை இந்த இரு வெவ்வேறு கட்டங்களில் (phase) பண்

பேற்றுவது I, Q ஆகிய சைகைகளின் வண்ணங்களை அவற்றின் அடையாளம் (identity) இழக்காமல் பரப்பமுடிகிறது. வாங்கியில் ஒவ்வொரு சைகையும் பண்பிறக்கிகளுக்கிடையில் (demodulator) அதே கட்டத்துடன் திரும்பப் பெறப்படுகின்றது.



படம் 10-6
வண்ணத் தொலைக்காட்சி வாங்கியின் மின்சுற்று

I, Q சைகைகள் ஒரு சரியீட்டுப் பண்பேற்றியில் (balanced modulator) 3.58 Mc துணை ஊர்தியைப் பண்பேற்றுகின்றன. சரியீட்டுப் பண்பேற்றி என்பது பக்கப்பட்டைகளை மட்டும் விட்டுப் பண்பேற்றப்பட்ட ஊர்தியை நீக்குகிற ஒரு மின்சுற்றுரும். குறுக்கீட்டு விளைவைக் (interference) குறைப்பதற்கு இது செய்யப் படுகிறது. ஆகவே, வண்ணத் துணை ஊர்தியை (colour sub-carrier) அடக்கி வைத்துப் பண்பேற்றப்பட்ட வண்ணச் சைகையைப் பகுப்பதற்கு (detect) அதை வாங்கியில் திரும்ப நுழைக்கவேண்டியிருக்கிறது. எனவேதான் வண்ண வாங்கியில் (colour receiver) 3.58 Mc அலையியற்றி இருக்கிறது.

மொத்தப் புலனுறு சைகை (Total video signal)

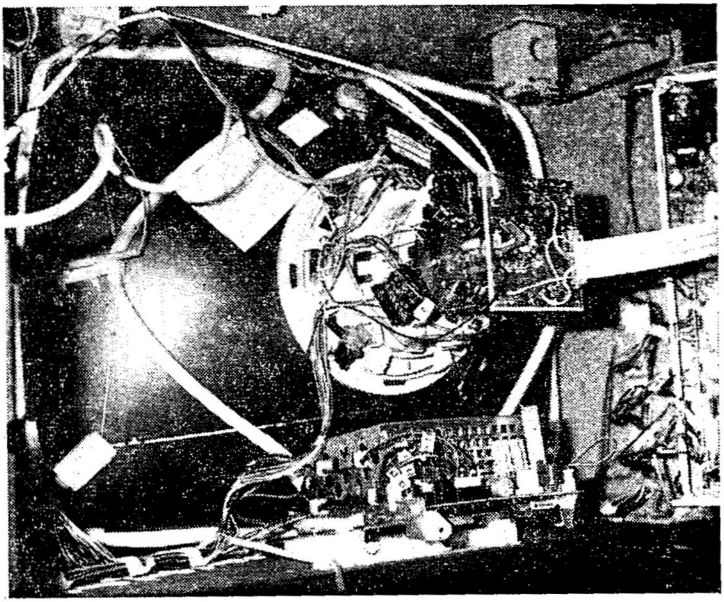
வண்ணத்தைக் கொடுக்கும் வண்ணச் சைகை C-யும், வெளிச்சத்தைக் கொடுக்கும் வெளிச்சச் சைகை Y-யும் சேர்க்கும்

பகுதி அல்லது வண்ண இணைப்பியில் (adder section or colourplexer) இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மொத்த வண்ணங் கலந்த புலனுறு சைகையை (colourplexed video signal) வாங்கிக்கு அனுப்புவதற்கு இந்தப் பகுதி Y-சைகையையும் 3·58 Mc வண்ணச் சைகையையும் சேர்க்கிறது. வண்ணங் கலந்த புலனுறு சைகை S என்று குறிக்கப்படுகின்றது. இந்தச் சைகை காட்சி பரப்பு நிலையத்திற்கு ஒதுக்கப்பட்ட படஊர்தியின் வீச்சுப் பண்பேற்றத்தினுல் (amplitude modulation) அனுப்பப்படுகிறது. S பண்பேற்றம் (S modulation) என்பது நிறத்தைக் குறிப்பிட்ட நேரத்திற்குக் கொடுக்கும் வண்ண ஒத்தியக்கச் சைகைகளுடன் கூட (colour synchronising signals) விலக்கு ஒத்தியக்கத் துடிப்புகளும் (deflection synchronising pulses) சேர்ந்த ஒரு கலப்புப் புலனுறு சைகை (composite video signal) ஆகும்.

வண்ண வாங்கியில் வண்ணச் சைகைகள் : வாங்கியிலுள்ள வண்ணப் படங்காட்டியில் (kinescope) சிவப்பு, பச்சை, நீலப் புலனுறு சைகைகளைத் திரும்பப் பெறுவதற்குப் பரப்பியில் செய்தது போலவே அதே வேலை எதிர்த் திசையில், எதிர் வரிசையில் (reverse order) செய்யப்படுகிறது. இந்த வேலை, வாங்கும் வான்கம்பியில் (receiving antenna) தொடங்குகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அலைவரிசையில் (selected channel) வரும் பண்பேற்றப்பட்ட படஊர்திச் சைகை (picture carrier signal) வாங்கு வான்கம்பியின் வழியாக வாங்கிக்குள் வருகிறது. அங்கு அது வானொலி அதிர்வெண் (radio frequency—r-f), இடைநிலை அதிர்வெண் (intermediate frequency—i-f) பகுதிகளில் பெருக்கப்படுகிறது. அடுத்தபடியாக, மொத்தப் புலனுறு சைகை S கிடைப்பதற்கு, உள்ளே வந்த படஊர்திச் சைகை புலனுறு பகுப்பியில் (video detector) திருத்தப்படுகிறது (rectified). பகுப்பியைத் தொடர்ந்து புலனுறு மின்சுற்றுகள் (video circuits) [கருப்பு-வெள்ளை] ஒருவண்ணப் படத்திற்கு ஒன்றும், வண்ணத்திற்கு ஒன்றுமாகத் தனித்தனியான இரு வழிகளில் பிரிகின்றன.

புலனுறு பெருக்கியிலிருந்து (video amplifier) வெளிவரும் Y-சைகையில், S-சைகையின் உள்ளிடு அளவினுடைய வெளிச்சப் பகுதி (luminance component) மட்டும் அடங்கியிருக்கிறது. மூல வண்ணப் புலனுறு பண்பேற்றம் (original colour video modulation) 3.58 Mc வண்ணச் சைகையில் இருக்கிறது. ஆனுல், அது பண்பிறக்கம் (demodulation) செய்யப்பட வேண்டும்.

I, Q ஆகிய சைகைகளைத் திரும்பப் பெறுவதற்கு, மொத்தப் புலனுறு சைகை S, வண்ணப் பண்பிறக்கிகளுக்காக வண்ணப் பட்டை செல்லும் பெருக்கியோடு (chrominance band-pass amplifier) இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தப் பகுதி வண்ணச் சைகையைப் பெருக்குகிறது. ஏனெனில், இது 3·58 Mc-யோடு இசை



படம் 10-7
வண்ணத் தொலைக்காட்சி வாங்கியின் படக்குழாய்

யும்படி செய்யப்பட்டிருக்கிறது. பின்னர், வண்ணச் சைகை வெளிவரு அளவு I, Q பண்பிறக்கிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. I,Q சைகைகளைப் பிரிப்பதற்குத் தேவையான துணை ஊர்தி அதிர்வெண்ணை (sub-carrier frequency) வாங்கியிலுள்ள 3·58 Mc அலையியற்றி, பண்பிறக்கிகளில் செலுத்துவதைப் படத்தில் காணலாம். பின்னர், பண்பிறக்கிகளில் இருந்து வரும் வண்ணச் சைகைகள், புலனுறு பெருக்கியிலிருந்து வரும் Y-சைகையுடன் மேட்ரிக்சு பகுதியில் (matrix unit) சேர்க்கப்படுகின்றன. வாங்கியிலுள்ள மேட்ரிக்சு, படங்காட்டியில் (kinescope) படத்தைத் திரும்பவும் வண்ணத்துடன் காட்டுவதற்கு வேண்டிய மூலச் சிவப்பு, பச்சை, நீலநிறப் புலனுறு சைகைகளை

உண்டாக்குகிறது. காட்சி அனுப்பும் கருவியில் (transmitter) படக்கருவியிலிருந்து (camera) வான்கம்பி (antenna) வரையிலும், வாங்கியில் (receiver) வான்கம்பியிலிருந்து படங்காட்டி (kinescope) வரையிலும் பல்வேறு சைகைகளின் வரிசையை அட்டவணையில் காண்க.

அட்டவணை

வண்ணச் சைகைகளின் வரிசை (Sequence of colour signals)

அனுப்பி (Transmitter)	வாங்கி (Receiver)
1. படக் கருவியிலிருந்து சிவப்பு, பச்சை, நீலப் புலனுறு சைகைகள்.	1. வான்கம்பிச் சைகை (antenna signal), வண்ணங் கலந்த புலனுறு சைகையினால் வானொலி அதிர்வெண் படஊர்தி (r-f picture carrier) பண்பேற்றப்படுகிறது.
2. Y, I, Q ஆகிய புலனுறு சைகைகள்.	2. புலனுறு பகுப்பியிலிருந்து (video detector) வரும் Y-சைகை, 3.58 Mc வண்ணச் சைகை இவற்றோடு கூடிய வண்ணங் கலந்த புலனுறு சைகை.
3. I, Q பண்பேற்றத்துடன் 3.58 Mc வண்ணச் சைகை.	3. பண்பிறக்கப்பட்ட வண்ணச் சைகை. I, Q, R-Y, B-Y, G-Y அல்லது மற்ற வண்ணப் புலனுறு சைகையாக இருக்கலாம்.
4. Y-சைகை, 3.58 Mc. வண்ணச் சைகை இவற்றோடு கூடிய வண்ணங் கலந்த (colourplexed) புலனுறு சைகை.	4. படங்காட்டி உள்ளிடு அளவுக்கு வேண்டிய வண்ணப் புலனுறு சைகையும் Y-சைகையும்.
5. வான்கம்பிச் சைகை (antenna signal), வண்ணங் கலந்த புலனுறு சைகையினால், வானொலி அதிர்வெண் (r-f) படஊர்தி பண்பேற்றப்படுகிறது.	5. படங்காட்டித் திரையின் மேல் சிவப்பு, பச்சை, நீல நிறங்கள்.

வண்ணப் படம் பொதுவாக ஒரு மூவண்ணப் படங்காட்டியினுல் (tricolour kinescope) திரும்ப உண்டாக்கப்படுகிறது. இந்த மூவண்ணப் படங்காட்டியிலுள்ள ஒரு திரை சிவப்பு, பச்சை, நீல நிற ஒளியை உண்டாக்குகிறது. ஒரு படங்காட்டியில் (kinescope) ஒரு மூவண்ணத் திரையும் (tricolour screen), ஒவ்வொரு வண்ண ஒளிர்ப்பிகளுக்கும் (colour phosphors) வேண்டிய மின்னனுக் கற்றையை உண்டாக்கும் மூன்று மின்னனுத் துப்பாக்கிகளும் இருக்கின்றன. இந்தப் படங்காட்டியில் ஒவ்வொரு வண்ணப் புலனுறு சைகை மின்னழுத்தமும் (colour video signal voltage) மூன்று துப்பாக்கிகளில் ஒன்றில் செலுத்தப் படுகிறது.

கற்றவை

வண்ணப் படத்திற்கு வேண்டிய முதன்மையான மூன்று வண்ணங்கள் சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகியவை. இந்த மூன்று அடிப்படை வண்ணங்களை வேண்டிய அளவில் கலந்து பல்வேறு வண்ணங்களை ஆக்கிக் கொள்ளலாம்.

வண்ணத் தொலைக்காட்சி முறையில் (1) வரிசை வண்ணத் தொலைக்காட்சி முறை (Sequential Colour Television System), (2) ஒரே - நேர வண்ணத் தொலைக்காட்சி முறை (Simultaneous Colour Television System) என இரு முறைகள் இருக்கின்றன.

வரிசை வண்ணத் தொலைக்காட்சி முறையில் புல வரிசை முறை, வரி வரிசை முறை, புள்ளி வரிசை முறை என்று மூன்று உட்பிரிவுகள் இருக்கின்றன. மூன்று வண்ணங்களைத் தனித் தனியே மூன்று ஊர்திகளில் அனுப்பும் ஒரே-நேர முறையின் விளைவை (Effect of Simultaneous System) வரிசை முறையில் ஒரே சைகையைக் கொண்டு செய்ய முடியும்.

தொலைக்காட்சி பரப்புவதில் சிவப்பு, பச்சை, நீலப் புலனுறு சைகைகள் அனுப்பப்படுவதில்லை. அவை எல்லாவற்றையும் சேர்த்து ஒரு கலப்பு வண்ணச் சைகையும் (composite colour signal), ஒருவண்ணச் சைகையும் (monochrome signal) உண்டாக்கப்படுகின்றன. இந்த இரண்டு சைகைகள் வாங்கிக்குள் செலுத்தப்படுகின்றன. படத்திற்கு வேண்டிய ஒளிர்வு (brightness) தருவதற்காக, வண்ணப் புலனுறு சைகைகள் தேவையான விகிதத்தில் சேர்க்கப்பட்டு ஒருவண்ணச் சைகை உண்டாக்கப்படுகிறது. வண்ணத் தொலைக்காட்சியில் சிவப்பு, பச்சை, நீலம் ஆகிய மூன்று நிறங்களும் ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்

தில் சேரும் இடத்தில் வெள்ளை நிறம் உண்டாக்கப்படுகிறது. பச்சையும், நீலமும் சேரும்போது சயான் (cyan) என்னும் பசுமை கலந்த நீலநிறம் கிடைக்கிறது. சிவப்பும் நீலமும் சேருகின்ற இடத்தில் மசன்டா (magenta) என்ற சிவந்த சிவப்பு நிறம் ஏற்படுகின்றது. ஒரே அளவு சிவப்பும் பச்சையும் கலக்கின்ற இடத்தில் மஞ்சள் நிறம் உண்டாகின்றது. மிகுதியான சிவப்பும் குறைந்த அளவு பச்சையும் சேர்ந்தால் ஆரஞ்சு நிறம் கிடைக்கிறது.

சிவப்பு, பச்சை, நீல நிறங்களுக்கு முதன்மை நிறங்கள் (primary colours) என்று பெயர். ஒரு முதன்மை நிறத்தோடு எந்தப் பச்சை நிறத்தைச் சேர்த்தால் வெள்ளை நிறம் உண்டாகிறதோ சேர்க்கப்படும் அந்த நிறத்திற்குத் துணை நிறம் (complementary colour) என்று பெயர். சிவப்புக்குத் துணை நிறம் சயான்; பச்சைக்குத் துணை நிறம் மசன்டா; நீலத்திற்குத் துணை நிறம் மஞ்சள்.

வெள்ளை நிறத்திலிருந்து சிவப்பை எடுத்துவிட்டால் கிடைப்பது சயான். எனவே, சயான் (—)சிவப்பு என்று சொல்லப்படுகிறது. இதுபோல் மசன்டா (—)பச்சை என்றும், மஞ்சள் (—) நீலம் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. துணை நிறங்களுக்குக் கழித்த முதன்மை நிறங்கள் என்று பெயர்.

வண்ணம் (chrominance) என்பது நிறத்தையும், அந்த நிறத்தின் நிறைவையும் குறிக்கப் பயன்படுகிறது. ஒரு வண்ணத்தின் சிறப்புக் கூறுகள் :

(1) அதனுடைய நிறம்

(2) அதனுடைய நிறைவு

(3) அதனுடைய ஒளிர்வு ஆகியவையாகும்.

நிறம், ஒளியின் அலை நீளத்தைப் பொறுத்தது. வெளிச்சச் சைகை, Y-சைகை என்று அழைக்கப்படுகிறது. படத்தின் ஒளிர்வு வேறுபாடுகள் இதில் அடங்கியுள்ளன. Q-சைகை என்ற ஒருவண்ணப் புலனுறு சைகை படத்தின் பச்சை அல்லது கருஞ்சிவப்பு நிறத்தைக் குறிக்கிறது.

I என்ற மற்றொரு வண்ணப் புலனுறு சைகை, ஆரஞ்சு அல்லது சயான் நிறத்தைக் குறிக்கிறது. படத்தின் வண்ணச் சைகை உண்டாக்குவதற்கு I, Q ஆகிய இரண்டு சைகைகளும்

சேர்க்கப்படுகின்றன. பண்பேற்ற அதிர்வெண்களின் நெடுக்கத்திற்கு உள்ளேயேயுள்ள குறைந்த அதிர்வெண்ணுள்ள ஊர்தி அலைக்கு (carrier wheel) துணை ஊர்தி (sub-carrier) என்று பெயர். துணை ஊர்தி, முதன்மை ஊர்தியைப் பண்பேற்றுகிறது. ஒவ்வொரு வழிக்கும் படஊர்தி அதிர்வெண் வெவ்வேறாக இருந்தாலும் எல்லா நிலையங்களுக்கும் வண்ணத் துணை ஊர்தி ஒரே புலனுறு அதிர்வெண்ணையே கொண்டுள்ளது.

வண்ண வாங்கியிலுள்ள வண்ணப் படங்காட்டியில் சிவப்பு, பச்சை, நீலப் புலனுறு சைகைகளைத் திரும்பப் பெறுவதற்குப் பரப்பியில் செய்ததுபோலவே அதே வேலையை எதிர்த் திசையில் செய்யப்படுகிறது.

பயிற்சிகள்

க. கோடிட்ட இடங்களைச் சரியான சொற்களால் நிரப்பவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. ——— என்ற அமைப்பு காட்சியிலிருந்து வரும் ஒளியை மூன்று தனித்தனிப் பாதைகளின் வழியே செலுத்துகிறது.
2. மூன்று நிறங்களும் குறிப்பிட்ட முறையில் ஒன்றின்மேல் ஒன்று சேர்ந்து காட்சியிலுள்ள பொருளின் முழு நிறத்தைக் கொடுக்கக் கூடிய ——— உண்டாக்குகின்றன.
3. சிவப்பு, பச்சை, நீல நிறப் பகுதிகளோடு கூடிய நிறச் சைகை (colour signal) ——— என்று அழைக்கப்படுகிறது.
4. பச்சையும் நீலமும் சேர்ந்து உண்டாகின்ற நிறத்திற்கு ———என்று பெயர்.
5. சிவப்பும் நீலமும் சேர்ந்து உண்டாகும் நிறத்திற்கு ——— என்று பெயர்.
6. ஒரே அளவு சிவப்பும் பச்சையும் கலந்தால் உண்டாகும் நிறம்———.
7. பல்வேறு வண்ணக் கலவைகளை உண்டாக்கச் சேர்க்கப்படும் நிறங்களுக்கு———என்று பெயர்.
8. தொலைக்காட்சியில் காணும் நீலங்கலந்த வெள்ளை நிறம் (bluish white)———நூற்றுமேனி சிவப்பும், ———நூற்றுமேனி பச்சையும்———நூற்றுமேனி நீலமும் கலந்த நிறமாகும்.

9. நிறம், ஒளியின்— ——பொறுத்தது.

10. வெளிச்சச் சைகை———என்று அழைக்கப்படுகிறது.

உ. பொருத்தமான விடையைத் தெரிந்தெடுத்து எழுதவும் (விடை நூலின் இறுதியில்)

1. படத்தின் ஒளிர்வு வேறுபாடுகள் எந்தச் சைகையில் இருக்கின்றன.

(அ) I, (ஆ) Q, (இ) Y, (ஈ) R-Y

2. வண்ணப் புலனுறு சைகையை ஒரு குறிப்பிட்ட விகிதத்தில் சேர்த்து உண்டாக்கப்படும் ஒருவண்ணச் சைகைக்கு (monochrome signal) வெளிச்சச் சைகை என்று பெயர். கரணியம்

(அ) இந்த ஒருவண்ணச் சைகை படத்தின் ஒளிர்வு வேறுபாடுகளைக் காட்டுவதற்காக உண்டாக்கப் படுகிறது;

(ஆ) இந்த ஒருவண்ணச் சைகையில் மூன்று முதன்மை நிறங்கள் சேர்ந்திருக்கின்றன;

(இ) இந்த ஒருவண்ணச் சைகை வண்ணத் தொலைக் காட்சியைக் காட்டுகிறது;

(ஈ) ஒருவண்ணச் சைகையில் கருப்பும் வெள்ளையும் கலந்திருக்கின்றன;

3. சிவப்பின் துணை நிறம்

(அ) மஞ்சள், (ஆ) வெள்ளை, (இ) சயான், (ஈ) மசன்டா.

4. பச்சையின் துணை நிறம்

(அ) சிவப்பு, (ஆ) மசன்டா, (இ) நீலம், (ஈ) மஞ்சள்.

5. நீல நிறத்தின் துணை நிறம்

(அ) மஞ்சள், (ஆ) பச்சை, (இ) ஆரஞ்சு, (ஈ) மசன்டா.

6. சிவப்புடன் 180° கட்டம் மாறியிருக்கும் (out of phase) வண்ணம்

(அ) சயான், (ஆ) மஞ்சள், (இ) பச்சை, (ஈ) நீலம்.

7. 920 Kc-யினுடைய குறுக்கிடும் துடி அதிர்வெண் (interfering beat frequency) வண்ணத் துணை ஊர்திக் கும், (அ) சேர்ந்த ஒலிக்கும் (additive sound), (ஆ) பட ஊர்திக்கும், (இ) கீழ்ப் பக்கத்து ஒலிக்கும் (lower adjacent sound), (d) மேல் பக்கத்துப் படத்துக்கும் (upper adjacent picture) இடையில் இருக்கிறது.

8. வண்ண ஒத்தியக்கக் கட்டத்தின் (colour synchronisation phase) நிறம்

(அ) சிவப்பு, (ஆ) சயான், (இ) நீலம், (ஈ) மஞ்சள் பச்சை (yellow green).

9. எந்தச் சைகை, 1·5 Mc பட்டை அகலத்துக்கான வண் ணச் செய்தியைப் (colour information) பெற்றிருக்கிறது?

(அ) I, (ஆ) Y, (இ) R-Y, (ஈ) B-Y.

10. பின்வருவனவற்றில் உள்ளதில் எது தவறு ?

(அ) I புலனுறு நிறங்கள் ஆரஞ்சு அல்லது சயான்;

(ஆ) அனுப்பி மேட்ரிக்சு வெளிவரு அளவு Y, I, Q, புலனுறு ஆகியவை சேர்ந்தது;

(இ) ஒரு மூன்று துப்பாக்கிப் படங்காட்டி ஒரு மேட்ரிக் சாக வேலே செய்ய முடியும்;

(ஈ) முழுமையாக நிறைவு செய்யப்பட்ட (fully saturated) வண்ணம் வெள்ளே.

11. பின்வரும் புலனுறு சைகைகளில் எந்தச் சைகை மிகச் சிறந்த தெளிவான (finest detail) படத்தைக் கொடுக்க முடியும்

(அ) R-Y, (ஆ) Q, (இ) I, (ஈ) Y.

௩. கீழ்க்காணும் வினுக்களுக்கு விடை எழுதவும்

1. ஒரே-நேர வண்ணத் தொலேக்காட்சி அமைப்பின் முக்கியக் கூறுகளேப் படத்துடன் விளக்கவும்.

2. வரிசை முறை வண்ணத் தொலேக்காட்சி அமைப்பின் முக்கியக் கூறுகளே (essential elements) படத்துடன் விளக்கவும்.

3. வரையறை கூறவும்: நிறம் (hue), நிறைவு (saturation), வெளிச்சம் (luminance), வண்ணம் (chrominance).

4. வண்ணச் சேர்க்கை (colour addition) என்றால் என்ன? மூன்று முதன்மை வண்ணங்களின் பெயர்களைக் கூறவும்.

5. வெள்ளையிலிருந்து சிவப்பு, நீலம், பச்சை நீங்கிய நிறங்கள் யாவை ?

6. முதன்மை நிறங்கள் (primary colours), துணை நிறங்கள் (complementary colours) என்றால் என்ன ? எடுத்துக்காட்டுகளுடன் விளக்குக.

வரையறைகள்
(Definitions)

1. **செங்குத்துப் பிரிவீடு** (Vertical resolution) : செங்குத்துப் பிரிவீடு என்பது படத்தின் உயரத்தில் பிரிக்கப்படும் தொலைக்காட்சிப் பிரிவீட்டு வரிகளின் (television resolution lines) எண்ணிக்கையாகும்.

2. **கிடைமட்டப் பிரிவீடு** (Horizontal resolution) : கிடைமட்டப் பிரிவீடு என்பது படத்தின் உயரத்திற்குச் சமமான தூரத்தில் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளுக்குச் செங்குத்தாகப் பிரிக்கப்படுகின்ற தொலைக்காட்சிப் பிரிவீட்டு வரிகளின் எண்ணிக்கையாகும்.

3. **பார்வைத் தகவு** (Aspect ratio) : பார்வைத் தகவு என்பது படத்தின் அகலத்திற்கும் (width), உயரத்திற்கும் (height) உள்ள தகவு (ratio) ஆகும்.

4. **அகலம்** (Width): தொலைக்காட்சிப் படத்தின் கிடைமட்ட நீளம் (horizontal length) தொலைக்காட்சியின் அகலம் எனப்படும்.

5. **உயரம்** (Height) : படத்தின் (frame) செங்குத்து நீளம் (vertical length) உயரம் எனப்படும்.

6. **பரு அமைப்பு** (Gross structure) : படத்தின் பரு அமைப்பு என்பது படத்தின் (frame) வெளிவரையும் (outline) அதன் பொது விகிதங்களும் படிவத்திலுள்ள பொருள்களின் வெளிவரைகளும் ஆகும்.

7. **நுண் அமைப்பு** (Fine structure) : படத்தின் நுண் அமைப்பு என்பது அதிலுள்ள பொருள்களின் நுணுக்கப் பிரிவுகளும் அவற்றின் வெளிவரைகளின் தெளிவும் ஆகும்.

8. **தொடர்ச்சி (Continuity) :** தொடர்ச்சி என்பது விட்டொளிர்தல் (flickering) இல்லாமல் படத்தைத் தெளிவாகக் காட்டுதல் ஆகும்.

9. **ஒளிர்வு வரிசை (Tonal Gradation) :** ஒளிர்வு வரிசை என்பது படத்தினுடைய ஒளிர்வின் அளவுகளை (brightness value) கருப்பிலிருந்து வெள்ளைவரை சரியான விகிதத்தில் வரைந்து காட்டுதல் (delineation) ஆகும்.

10. **படக்கூறு :** ஒரே சீரான ஒளி-நிழல் அளவைக் கொண்டதும் படிவத்தில் காட்டக்கூடிய மிகச் சிறிய விவரத்திற்கான அளவும் கொண்ட ஒரு படிவத்தினுடைய ஒரு மிகச் சிறிய பரப்புக்குப் படக் கூறு (elements) என்று பெயர்.

விடைகள்

அத்தியாயம் 1

க. (1) ஜான் லோகி பெயர்டு, (2) ஒளி மின்னியல்பு, (3) டாக்டர் பால் நிப்கோவ், (4) வெயிலர் கண்ணாடி உருளை, (5) ஜெர்மன், கார்ல் பிரான், (6) போரிஸ் ரோசிங், (7) விலாடிமிர் சுவோரிகின்.

உ. (1) ஆ, (2) இ, (3) அ, (4) ஆ, (5) அ, (6) இ, (7) ஈ, (8) அ, (9) ஈ, (10) ஆ.

அத்தியாயம் 2

க. (1) தொலைக்காட்சி அனுப்பி, (2) தொலைக்காட்சி வாங்கி, (3) படக்கருவிக் குழாய், (4) மொசைக் திரை, (5) நேர் விகிதத்தில், (6) படக்குழாய்.

உ. (1) இ, (2) அ, (3) ஆ, (4) அ, (5) ஈ.

அத்தியாயம் 3

க. (1) வெள்ளைத் தூள்களை, (2) நேர் விகிதத்தில், (3) பார்வை நீடிப்பு.

உ. (1) ஆ, (2) அ, (3) இ, (4) அ, (5) ஈ.

அத்தியாயம் 4

க. (1) பரு அமைப்பு, (2) நுண்ணமைப்பு, (3) தொடர்ச்சி, (4) ஒளிர்வு வரிசை, (5) வடிவம், (6) செவ்வக அமைப்பு, (7) பார்வைத் தகவு, (8) பிரிவீட்டுத் திறன், (9) செங்குத்துப் பிரிவீடு, (10) கிடைமட்டப் பிரிவீடு, (11) பட்டை அதிர்வெண்ணை, (12) படக் கூறுகளின், நேர் விகிதத்தில் (13) காட்சிக் கூர்மை, (14) காட்சிக் கூர்மையினுல், (15) மூன்று.

உ. (1) ஆ, (2) அ, (3) இ, (4) ஈ, (5) இ, (6) அ, (7) ஈ, (8) இ, (9) ஆ.

அத்தியாயம் 5

க. (1) மொத்த ஆற்றல், (2) நடுவில், (3) பயனுறு பரப்பளவு, (4) கூர்மை, (5) மின்னணு வில்லை, (6) மின் திறம், (7) இயக்க ஆற்றலை, (8) வட்டமாக, (9) நீள் வட்டமாக, (10) குறையணுத் தாக்குதல்.

உ. (1) ஆ, (2) இ, (3) ஆ, (4) இ, (5) ஈ, (6) இ, (7) ஆ, (8) இ.

அத்தியாயம் 6

க. (1) சைகைத் தகடு, (2) படக் காலம், (3) ஒளி மின் னோட்டம், (4) வலையால், (5) விடிகன், (6) படிவங்காட்டி, (7) படக் கூறுகளின், (8) குறைந்த திசைவேகம், (9) குவிய மாற்றம், (10) சைகைத் தகடு, (11) ஒளி எதிர் மின்முனை, இலக்கு, (12) மின்னணுப் பெருக்கி, (13) கண்ணாடித் தகடு, (14) குறைந்த மின் தடை கண்ணாடியால், (15) ஒளிகடத்தும்.

உ. (1) ஆ, (2) அ, (3) இ, (4) அ, (5) ஆ, (6) ஈ, (7) ஆ.

அத்தியாயம் 7

க. (1) படக்குழாய், (2) திசைவேகத்தையும் எண்ணிக் கையும், (3) P_4, (4) P_6, (5) 1. ஒளி விளக்கத் திறனும், 2. சிதைவுப் பண்பும், (6) வேறுபாட்டுத் தகவு, (7) ஒளி வட்டம், (8) ஒளிப் பொட்டின் அளவின்.

உ. (1) இ. (2) ஆ, (3) அ, (4) ஈ, (5) இ, (6) அ, (7) ஈ, (8) இ.

அத்தியாயம் 8

க. (1) கேட்கும் சைகையை, (2) புலனுறு சைகையை, (3) கூடுகை, (4) கலப்புப் புலனுறு சைகையை, (5) 80, (6) எதிர் முனை இயக்கம், (7) கிரிட்டு இயக்கம், (8) ஒத்தியக் கப் பிரிப்பி, (9) 25, (10) வான்கம்பிச் சைகை.

உ. (1) அ, (2) ஆ, (3) ஆ, (4) ஈ, (5) அ.

அத்தியாயம் 9

க. (1) வாங்கு வான்கம்பி, (2) அதிர்வெண்ணை, (3) அனுப் பப்பட்ட ஆற்றலையும் ஊர்தி அதிர்வெண்ணின் பரப்புதல் பண்புகளையும், (4) மிகுதியான, (5) முன்பின் தகவு, (6) வெவ்வேருக, (7) ஒத்ததிர்வு மின்சுற்றுக்கு

(8) பௌட்டி வான்கம்பி, (9) திருப்பி, (10) திசைகாட்டி, (11) ஒட்டுணி அணி.

உ. (1) ஈ, (2) இ, (3) இ, (4) அ, (5) ஆ, (6) அ, (7) அ, (8) ஆ, (9) ஆ.

அத்தியாயம் 10

க. (1) வண்ணத் தேர்வு ஆடிகள், (2) கலப்புப் படிவத்தை, (3) வண்ணச் சைகை, (4) சயான், (5) மசன்டா, (6) மஞ்சள், (7) முதன்மை நிறங்கள், (8) 30, 59, 11, (9) அலை நீளத்தை, (10) Y-சைகை.

உ. (1) இ, (2) அ, (3) இ, (4) ஆ, (5) அ, (6) அ, (7) அ (8) ஈ, (9) அ, (10) ஈ, (11) ஈ.

மேற்கோள் நூற்பட்டியல்
(Bibliograpy)

1. Television — V. K. Zworykin and G.A. Morton.
2. Television up to date — Robert W. Hutchinson, M.Sc.
3. Fundamental of Television Engineering — M. L. Kazinik and N. A. Safroshin.
4. Television Engineering — Donald G. Fink.
5. Television Receiver Theory — G. H. Hutson.
6. Television Engineering — Roy C. Whitehead.
7. Television — Frederick Roberth.
8. Understanding Television — J. R. Davies.
9. Practical Television — T. J. Morgan.
10. Basic Television — Bernard Grob.

கலைச்சொற்கள்

அ

அகலம்	—	Width
அகலப்பக்க அணிகள்	—	Broad-side arrays
அகலப்பக்க எதிர்ச்செயல்	—	Broad-side response
அகலப்பட்டை இருமுனை	—	Broad band dipole
அச்சுக் காந்தப்புலம்	—	Axial magnetic field
அச்சுக் கோடு	—	Axial line
அச்சுப் புலம்	—	Axial field
அச்சு மின்னணு	—	Axial electron
அடுக்கு அணிகள்	—	Stacked arrays
அதிர்வெண் (அலைப்) பண்பேற்றம்	—	Frequency modulation
அதிர்வெண் அளவுகள்	—	Frequency spectrum
அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி	—	F.M. receiver
அரை அலை ஒத்ததிர்வு	—	Half-wave resonance
அரைக் கூம்பு வான் கம்பி	—	Dicone antenna
அதிர்வெண் மாற்றி	—	Frequency converter
அமைப்புச் சட்டம்	—	Chassis
அலைக் கண்ணி	—	Wave trap
அலைத் தளவிளைவு	—	Wave polarisation
அலைமுகம்	—	Wave front
அனுப்பப்பட்ட ஆற்றல்	—	Radiated power
அனுப்பி அமைப்பு	—	Transmitter pattern
அனுப்பும் நிலையம்	—	Transmitting studio
அனுப்பி வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பு	—	Transmitting scanning pattern

ஆ

ஆர்த்திகன்	—	Orthicon
ஆர்த்திகனஸ்கோப்	—	Orthiconoscope

இ

இசைப்பிப் பகுதிகள்	— Tuned stages
இடைநிலை ஊர்தி ஒலி	— Inter carrier sound
இடைவெளி	— Separation
இணக்கம்	— Synchronisation
இணைப்பு மின்தேக்கம்	— Coupling capacity
இணை விலக்குத் தகடு	— Parallel deflection plates
இயக்க ஆற்றல்	— Kinetic energy
இயக்கக் கோடு	— Line of motion
இயக்கக் கூறு	— Component of motion
இயக்கு நெடுக்கம்	— Operating range
இயக்குப் பண்புகள்	— Operating characteristics
இயங்கு பொட்டு	— Moving spot
இரட்டை எண்ணிக்கை வரிகள்	— Even numbered lines
இரட்டைப் பட்டை	— Dual band
இருமடி மூலம்	— Square root
இருமுனை புலனுறு பிரிப்பி	— Diode video desector
இரும்பு உள்ளகம்	— Ferrite core
இலக்கு	— Target
இலக்குக் கண்ணாடி	— Target glass
இலக்குத் திரை	— Target screen
இலக்கு மின் அழுத்தம்	— Target potential

உ

உடனிகழ் தோற்றம்	— Simultaneous aspect
உணர்வூட்டுதல்	— Sensitizing
உயர்தரப் படிவம்	— High quality image
உயர்பட்டை	— High band
உயர்பட்டை வழிகள்	— High band channels
உள் அலையியற்றி	— Local oscillator
உள்ளிடு முனை	— Input terminal
உரிமம்	— Licence
உருவ அளவு	— Dimension
உருட்சிப் பிழை	— Astigmatism
உருளை உறை	— Cylinderical sleeve
உருத் திரிபு	— Distortion
உருள் மணி	— Globule
உறிஞ்சு பொருள்கள்	— Absorbing bodies
உறை	— Envelope

ஊ

ஊசி உருளை — Pin wheel
ஊர்தி மின்னோட்டம் — Carrier current
ஊர்தி வீச்சு — Carrier amplitude

எ

எதிர் — Negative
எதிர்க் குறையணு — Negative ion
எதிர்ப் படங்கள் — Negatives
எதிர் மின்னழுத்தம் — Negative voltage
எதிர்முனை — Cathode
எதிர்முனை இயக்கம் — Cathode drive
எதிர்முனைக் கதிர் — Cathode ray
எதிர்முனைக் கதிர்க் கற்றை — Cathode ray beam
எதிர்முனைக் கதிர்க்குழாய் — Cathode ray tube
எதிர்முனைப் பரப்பு — Cathode surface
எதிர்முனை மின் அழுத்தம் — Cathode potential

ஒ

ஒட்டு அணிகள் — Parasitic arrays
ஒட்டுக் கம்பி — Parasitic element
ஒட்டுத் திருப்பி — Parasitic reflector
ஒத்ததிர்வு ஏற்றம் — Resonant rise
ஒத்ததிர்வு நீளம் — Resonant length
ஒத்ததிர்வு வான் கம்பி — Resonant antenna
ஒத்தியக்கம், இணக்கம் — Synchronisation
ஒத்தியக்கக் கணத் தாக்கு — Synchronising impulse
ஒத்தியக்கச் சைகை — Synchronising signal
ஒத்தியக்கத் தர அளவைகள் — Synchronising standards
ஒத்தியக்க மின் அழுத்தம் — Synchronising voltage
ஒப்பொளிர்வு — Relative brightness
ஒலி அதிர்வெண் — Sound frequency
ஒலி ஊர்தி அதிர்வெண் — Sound carrier frequency
ஒருதிசைமுனை தீ அணி — Unidirectional end-fire array
ஒருவண்ணம் — Monochrome
ஒரே திசை — Unidirectional
ஒரே வாய்ப்பு நிலை — Same voltage points
ஒளி அழுத்தங்கள் — Light impulses
ஒளி ஆற்றல் பாயம் — Radial flux

ஒளி உணர்வு — Photo sensitivity
ஒளி உணர்வுதிறன் — Luminous sensitivity
ஒளி எதிர்முனை — Photo cathode
ஒளி எறிதல் — Optical projection
ஒளி கசியும் மொசைக் — Translucent mosaic
ஒளிக் குழாய் — Photo tube
ஒளி செதுக்கு முறை — Photo engraving technique
ஒளிச் செறிவு — Intensity of light
ஒலிச் சைகை — Sound signal
ஒளித் துடிப்புகள் — Light impulses
ஒளி-நிழல் அளவு — Tonal values
ஒளிப்பட அச்சு — Photographic print
ஒளிப்படக் கருவி — Camera
ஒளிப்படக் கருவிக் குழாய் — Camera tube
ஒளிப்படவியல் — Photography
ஒளிப்படப் படிவங்கள் — Photographic images
ஒளிப் படிவம் — Optical image
ஒளிப்பாயம் — Radiant flux
ஒலிப்பி — Loudspeaker
ஒளிர்ப்பித் திரை — Phosphor screen
ஒளிப் பொட்டு — Spot of light
ஒளி மின் உணர்திறன் — Photo electric sensitivity
ஒளி மின் உமிழ்தல் — Photo electric emission
ஒளி மின்னோட்டம் — Photo electric current
ஒளி மின்கலம் — Photo electric cell
ஒளி மின்சாரம் — Photo electricity
ஒளி மின்னணு — Photo electron
ஒளி மின் பண்பு — Photo electric function
ஒளி மின்மாற்றம் — Photo electrical translation
ஒளியூட்டத் தோற்றுவாய் — Source of illumination
ஒளிரும் பொருள் — Luminescent material
ஒளிர்ப்பி — Phosphor
ஒளிர்வு — Brightness
ஒளிர்வு அளவுகள் — Half-tone values
ஒளிர்வு அளவுகள் — Brightness values
ஒளி விலக்கத் திறன் — Luminous efficiency
ஒளிவிலக்க வெளிவரு அளவு — Luminous output
ஒற்றை எண் — Odd number
ஒற்றை எண் முறை — Odd line method

ஒற்றை எண்ணிக்கை வரிகள் — Odd numbered lines
ஒற்றைத் துடிப்பு — Pulse, single
ஒன்றுயிணைத்தல் — Multiplexing

ஓ

ஓரப் பகுதி — Fringe area

க

கட்டத் தண்டுகள் — Phasing rods
கட்டம் — Phase
கட்டுப்பாட்டு மின் முனை — Control electrode
கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தம் — Control voltage
கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தம் — Control potential
கட்டுப்பாட்டு மின்முனை மின்னழுத்தம் — Control electrode voltage
கணத்தாக்குதல்கள் — Impulses
கத்தி இணைப்பி — Knife switch
கம்பியிலா அலைகள் — Wireless waves
கருப்பு மட்டம் — Black level
கரும்புள்ளிகள் — Dark spots
கலக்கிப் பிரித்தல் மின்சுற்று — Super heterodyne circuit
கலப்புப் படிவம் — Composite image
கலவைப்பொருள் — Ingredient
கவர்ச்சி விசை — Attractive force
கற்றை — Beam
கற்றை அச்சு — Beam axis
கற்றை ஆற்றல் அடர்த்தி — Beam-power density
கற்றை இயக்கம் — Beam motion
கற்றைக் குவியம் — Beam focus
கற்றைக் குறுக்குவெட்டு — Beam cross-section
கற்றைத் திறன் — Beam power
கற்றை மின் அழுத்தம் — Beam voltage
கற்றை மின்னோட்டம் — Beam current
கற்றை முடுக்கு மின்னழுத்தம் — Beam accelerating voltage
காட்சிப் படிவங்கள் — Visual images
காந்தக் குவிப்பு — Magnetic focusing
காந்தப் பாயம் — Magnetic flux
காந்தப் புலம் — Magnetic field
காந்த விசை — Magnetic force

காந்த விசைக்கோடு	—	Magnetic lines of forces
காந்த விலகல் புலம்	—	Magnetic deflection field
காந்த விலகல்	—	Magnetic deflection
காந்த விலகல் இயற்றி	—	Magnetic deflection generator
காந்த விலக்கு இணைப்புச் சட்டம்	—	Magnetic deflection yoke
காப்பு	—	Shielding
காலம்	—	Period
கிடைமட்ட ஒத்தியக்கத் துடிப்பு	—	Scanning pulse, horizontal
கிடைமட்டத் தளம்	—	Horizontal plane
கிடைமட்டப் பிரிவீடு	—	Horizontal resolution
கிடைமட்ட வரிகள்	—	Horizontal lines
கிடைமட்ட வரிக்கண்ணோட்டம்	—	Horizontal scanning
கிடைமட்ட விலகல்	—	Horizontal deflection
கீழ் இடைநிலை அதிர்வெண்	—	Lower intermediate frequencies
குவிக்கும் அமைப்பு	—	Focusing system
குவிக்கும் சுருள்	—	Focusing coil
குவிக்கும் செயல்	—	Focusing action
குவிக்கும் விசை	—	Focusing force
குவிய மாற்ற விளைவு	—	Defocusing effect
குறிப்பு இருமுனை	—	Reference dipole
குறுகிய இருமுனை	—	Short dipole
குறுகிய குவியம்	—	Short focus
குறுகிய சுருள்	—	Short coil
குறையணுக் கண்ணி	—	Ion trap
குறையணுப் பொட்டு	—	Ion spot
குறைந்த தடைக் கண்ணாடி	—	Low resistivity glass
குறைந்த திசைவேகம்	—	Low velocity
குறுக்குக் காந்தப் புலம்	—	Transverse magnetic field
குறுக்குப் புலம்	—	Transverse field
குறுக்கு மின்புலம்	—	Transverse electric field
குறுக்கீட்டுப் பகுதி	—	Cross-over-region
குறுக்கீட்டுப் புள்ளி	—	Cross-over-point
கூட்டுச் சைகை	—	Combined signal
கூம்பு இருமுனை	—	Conical dipole

ச

சம மின் அழுத்த மட்ட நிலைக் கோடு	—	Equipotential contour
சாம்பல் நிற ஒளி	—	Grey tone
சாய்சதுர வான்கம்பி	—	Rhombic antenna
சாய்வுக் கோணம்	—	Oblique angle
சார்பு மின்னழுத்தம்	—	Bias voltage
சீசியம்	—	Cesium
சுருள்	—	Coil
சுருள் அமைப்பு	—	Coil system
சுருள் வடிவம்	—	Helix
சுருள் வடிவப் பாதை	—	Spherical path
சுழற்று இயக்கம்	—	Cycloidal motion
சுழற்று விசை	—	Twisting force
சுற்றளவை	—	Perimeter
செங்குத்து ஒத்தியக்கத் துடிப்பு	—	Synchronising pulse, vertical
செயலிலா வரிக்கண்ணோட்டம்	—	Inactive scanning
செயலூக்கி	—	Activator
செயல் பகுதி	—	Active portion
செயல் வரிகள்	—	Active lines
செயல் வரிக்கண்ணோட்டம்	—	Active scanning
செயல் வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள்	—	Active scanning lines
செலினியம்	—	Selenium
செலுத்துகைக் கம்பி	—	Transmission line
செயற் காலம்	—	Active period
செறிவு	—	Intensity
சேமக் கோட்பாடு	—	Storage Principle
சேர்க்கை விளைவு	—	Additive effect
சேர்ப்பி	—	Integrator
சைகை அலை	—	Signal wave
சைகை ஏற்பு	—	Signal pick-up
சைகைப் பண்பேற்றம்	—	Signal modulation
சைகைப் பூச்சு	—	Signal coat
சைகை மின்னோட்டம்	—	Signal current
சைகை மின்சுற்று	—	Signal circuit
சைகைத் தகடு	—	Signal plate
சைகைத் தரஅளவை	—	Signal standard
சைன் அலை	—	Sine wave

டெ

டெலக்ட்ராஸ்கோப் — Telectroscope

த

தகைவு — Stress
தடைக் கருவிப் பகுதி — Damper stage
தட்டு — Plate
தட்டை நீள்வட்டம் — Flatened ellipse
தர அளவை வரிசை — Standard sequence
தர அளவை வழி — Standard channel
தலைக்கோல் — Corner stone
தலை முனை — Head end
தான் கூடுகைக் கட்டுப்பாடு — Automatic gain control
திசை அமைப்பு — Directional pattern
திசைத் தன்மை — Directivity
திசைப் பண்புகள் — Directional characteristics
திசைவேகம் — Velocity
திசைவேகக் கூறு — Velocity component
திருத்தி — Rectifier
திரும்பு காலம் — Retrace period
திரும்பிவரும் திசைவேகம் — Retrace velocity
திரும்பிவரும் வரி — Retrace line
திரைப்படப் படலம் — Motion picture film
திரை வெளிச்சம் — Screen luminence
திறனடர்த்தி, ஆற்றல் அடர்த்தி — Power density
திறன் — Power
திறன்வரைகோடு — Power curve
துடிப்புகள் — Pulses
துண்டு — Segment
துளை — Aperture
துணை ஊர்தி — Sub-carrier
துணை நிறம் — Complementary colour
துணை மின் அணு — Secondary electron
தொகுதி — Group
தொடர் — Series
தொடு அச்சுமுறை — Contact printing
தொலைக்காட்சி — Television
தொலைக்காட்சி அமைப்பு — Television system
தொலைக்காட்சி அனுப்பி — Television transmitter
தொலைக்காட்சி வாங்கி — Television receiver

தோற்ற அளவு — Apparent sight
தோற்றுவாய் — Source, orientation

ந

நிப்கோவ் தட்டு — Nipkow's disc
நிலைக் காந்தம் — Permanent magnet
நிலை மின் அலகுகள் — Electrostatic units
நிலைக் காந்த மின் அணுத் துப்பாக்கி — Magnetostatic electron gun
நிலைத் தன்மை — Stability
நிலை மின் துப்பாக்கி — Electrostatic gun
நிலை மின் விசை — Electrostatic force
நிலையத் தேர்ந்தெடுப்பி — Station selector
நிழற்படங்கள் — Silhouettes
நிறமாலைத் தொகுப்பு — Spectral composition
நிறைவு — Saturation
நிறைவு வண்ணம் — Saturated colour
நீண்ட அச்சு — Long axis
நுண் அமைப்பு — Fine structure
நுண் இழை — Filament
நுண்ணிசைப்பிக் கட்டுப்பாடுகள் — Fine tuner controls
நூற்றுமேனி — Percent
நேர் இருமுனை — Straight dipole
நேர்கோடிலா இயக்கம் — Non-linear operation
நேர்கோட்டு உருவ அமைப்பு — Linear dimension
நேர் கோட்டு வரிக் கண்ணோட்டம் — Linear scanning
நேர்நோக்குப் படக் குழாய் — Direct view picture tube
நேர்ப் பொருத்தம் — Directly proportional
நேர்த் திருப்பி — Straight reflector
நேர் மின்னேற்றம் — Positive charge
நேர் முனை — Anode
நோக்குச் சட்டம் — Viewing frame
நோக்குத் திரை — Viewing screen

ப

பகுதி நீக்க முறை — Partial cancellation
பகுதிறன், பிரிவீட்டுத் திறன் — Resolving power
பக்கப்பட்டை அதிர்வெண் — Side-band frequency
பக்கவாட்டு இடப்பெயர்ச்சி — Sidewise displacement
பக்கவாட்டக் கசிவு — Lateral leakage

பசைப்பூச்சி அமைப்பு	—	Structure of emulsion
பட அதிர்வெண்	—	Picture frequency
பட அலைப் பண்பேற்றம்	—	Picture modulation
பட அலைப் பண்பேற்றி அளவைகள்	—	Picture modulation standards
பட ஊர்தி	—	Picture carrier
பட ஊர்தி அதிர்வெண்	—	Picture carrier frequency
படக் கருவி	—	Camera
படக் கருவிக் குழாய்	—	Camera tube
படக் காலம்	—	Picture period
படக் குழாய்	—	Picture tube
படக்கூறு	—	Picture element
படக் கூறுகளின் பிரிவீடு	—	Resolution of picture element
படக் கூறு துடிப்பு	—	Picture element impulse
படச் சைகை	—	Picture signal
படச் சைகைப் பக்கப்பட்டை	—	Picture signal side band
படத்திருப்பம்	—	Frame repetition
படத் தொலைவரைவி	—	Picture telegraph
படவீதம்	—	Frame rate
படிவம்	—	Image
படிவ அமைப்பு	—	Structure of image
படிவ ஆர்த்திகன்	—	Image orthicon
படிவம் உண்டாக்கும் அமைப்பு	—	Image producing system
படிவங்காட்டி	—	Iconoscope
படிவங்களைச் சேர்த்தல்	—	Synthesis of images
படிவங்களைப் பிரித்தல்	—	Analysis of images
படிவத் தகட்டு மின்னழுத்தம்	—	Image plate potential
படிவத் திருப்பம்	—	Image repetition
படிவப் படம்	—	Image frame
படிவப் பகுப்பி	—	Image desector
படிவப் பரப்பளவு	—	Image area
படிவப் புள்ளி	—	Image spot
பட்டை அகலம்	—	Band width
பட்டை அதிர்வெண்	—	Band frequency
பயனுறு உயரம்	—	Effective height
பயனுறு படவீதம்	—	Frame rate effective
பயனுறு பரப்பு	—	Effective area
பரப்புதல் பண்புகள்	—	Propagation characteristics
பரந்த அதிர்வெண் நெடுக்கம்	—	Wide frequency range

பலபட்டை வான்கம்பி — Multi-band antenna
பன்மடங்கு — Multiples
பார்வை உணர்வு — Visual sensation
பரு அமைப்பு — Gross structure
பிரிப்பிப் பகுதிகள் — Separator stages
பிரிவீடு — Resolution
பிரிவீட்டு வரிகள் — Resolution lines
பிழை செயல்பண்பு — Error function
பிறழ்ச்சி — Aberration
பின்னல் தகவு — Interlacing ratio
பின்னல்வரிக் கண்ணோட்டம் — Interlaced scanning
புலவரிசை முறை — Field sequential method
புள்ளிவரிசை முறை — Dot sequential method
புலனுகும் திறன் — Visible power
புலனுறு அதிர்வெண் — Video frequency
புலனுறு (அலைப்) பண்பேற்றம் — Video modulation
புலனுறு அலைப் பண்பேற்ற அதிர்வெண் — Video modulation frequency
புலனுறு சைகை — Video signal
புலனுறு சைகை மின்னோட்டம் — Video signal current
புலனுறு பிரிப்பி — Video detector
புலனுறு பெருக்கி — Video amplifier
புலனுறு மின்னழுத்தம் — Video voltage
புறமிகை அதிர்வெண் — Ultra-high frequency
பெருக்கி — Amplifier
பெருக்கி அமைப்பு — Amplifier structure
பெருக்கிப் பகுதி — Amplifier stage
பெரும அளவு — Maximum value
பெரும ஊர்தி வீச்சு — Peak carrier amplitude
பெருக்குச் சுற்று — Amplifying circuit
போலிச் சைகைகள் — Spurious signals

ம

மடிப்பு இருமுனை — Folded dipole
மறைக்கும் துடிப்புகள் — Blanking pulses
மறைத்தல் செய்திகள் — Blanking information
மறைதல் மட்டம் — Blanking level
மாறிகள் — Variables
மாற்றுச் செயல் — Transfer action
மாற்றுப் பண்பு — Transfer characteristics

மிகைக் கூடுகை	—	High gain
மிகை மின்னழுத்தம்	—	High voltage
மின்கலம்	—	Cell
மின்கல அடுக்கு	—	Battery
மின்காப்புத் தூரம்	—	Insulation distance
மின் சுற்று முறை	—	Electrical circuit method
மின் சைகை	—	Electrical signal
மின்தடை	—	Resistance
மின்தேக்கம்	—	Capacitance
மின் தேக்கி	—	Condenser
மின் தேக்குதிறன்	—	Capacitance
மின் தொலைநோக்கி	—	Electric telescope
மின் நீளம்	—	Electrical length
மின் பண்புகள்	—	Electrical characteristics
மின் புலம்	—	Electric field
மின் மறுப்பு	—	Reactance
மின் முனை	—	Electrode
மின் முனை அமைப்பு	—	Electrode system
மின் முனைத் தொகுப்பு	—	Electrode assembly
மின்னணு	—	Electron
மின்னணுத் துப்பாக்கி	—	Electron gun
மின்னணுப் படிவம்	—	Electron image
மின்னணு வில்லை	—	Electron lens
மின்னியற்றி	—	Current generator
மின்னழுத்தத் தடை	—	Load resistance
மின்னேற்றம்	—	Charge
மின்னேற்றச் சேர்க்கை	—	Charge configuration
மின்னேற்றச் சேமிப்புப் பண்பு	—	Charge storage function
மின்னோட்ட அதிர்வெண்	—	Power system frequency
மின்னோட்டத் துடிப்பு	—	Current impulse
முக்கிய ஊர்தி அலை	—	Main carrier wave
முடுக்கு மின்முனை	—	Accelerating electrode
முதன்மை நிறங்கள்	—	Additive primaries
முடுக்கு மின் அழுத்தம்	—	Accelerating voltage
முனைப்பு அலை	—	Dominant wave
முன் பின் தகவு	—	Front to back ratio

மு

முன்னோக்குத் திசைவேகம்	—	Forward velocity
மூலப் படிவம்	—	Primary image

மெலிந்த பக்கப்பட்டை — Attenuated side-band
மேல்நோக்குத் திசைவேகம் — Upward velocity
மொசைக் தகடு — Mosaic plate
மொசைக் திரை — Mosaic screen
மையநோக்கு விசை — Centripetal force

வ

வடிகட்டி — Filter
வடிவம் — Shape
வட்ட இயக்கம் — Circular motion
வட்டப்பொட்டு — Circular spot
வண்ணங்கலந்த — Colour plexed
வண்ணச் சைகை — Chrominance signal
வரம்புப் பிரிவீடு — Limiting resolution
வரி அமைப்பு — Line structure
வரி அதிர்வெண் — Line frequency
வரிக்கண்ணோட்டம் — Scanning
வரிக்கண்ணோட்ட இயக்கம் — Scanning motion
வரிக்கண்ணோட்ட இயற்றி — Scanning generator
வரிக்கண்ணோட்ட இணைப்புச் சட்டம் — Scanning yoke
வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை — Scanning beam
வரிக்கண்ணோட்டப் புலம் — Scanning field
வரிக்கண்ணோட்டப் பொட்டு — Scanning spot
வரிக்கண்ணோட்ட மாதிரி — Scanning pattern
வரிக்கண்ணோட்ட மாதிரி அமைப்பு — Scanning pattern
வரிக்கண்ணோட்டத் தர அளவைகள் — Scanning standards
வரி-வரிக்கண்ணோட்ட அதிர்வெண் — Line-scanning frequency
வரி - வரிக்கண்ணோட்டக் காலம் — Line scanning period
வரிக்கண்ணோட்ட வரி — Scanning line
வரிக்காலம் — Line period
வரிசை — Sequence
வரிசை முறை — Sequential method
வழிப்பட்டை அகலம் — Channel band width
வழிதவறிவரும் விசைக்கோடுகள் — Stray lines of force
வாங்கி — Receiver
வாங்கி அமைப்பு — Receiver pattern
வாங்கு வான்கம்பி — Receiver antenna

வானொலி அதிர்வெண் ஊர்தி — Radio frequency carrier
வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கி — Radio frequency
வான்கம்பி அமைப்பு — Antenna system
வான்கம்பி அணி — Antenna array
வான்கம்பிக் கூடுகை — Antenna gain
வான்கம்பி மின் எதிர்ப்பு — Antenna impedance
வான்கம்பிச் சைகை — Antenna signal
விசிறி இருமுனை — Fan dipole
விரைந்து மீள் மின்னழுத்தம் — Fly-back supply
விட்டொளிர்தல் — Flicker
விலகல் — Deflection
விலகல் அலை இயற்றி — Deflection oscillator
விலகல் இணைப்புச் சட்டம் — Deflection yoke
விலகல் உணர்வு நுட்பம் — Deflection sensitivity
விலகல் எண் — Deflection coefficient
விலகல் கோணம் — Angle of deviation
விலகல் தகடு — Deflection plate
விலகல் பாயம் — Deflection flux
விலக்கு அமைப்பு — Deflection system
விலக்கு இணைப்புச் சட்டம் — Deflection yoke
விலக்குப் புலம் — Deflection field
விலக்குப் பெருக்கிகள் — Deflection amplifiers
விலக்கு மின் அழுத்தம் — Deflecting voltage
விலக்கு விசை — Deflecting force
வில்லை — Lens
வில்லை அமைப்பு — Lens system
விசை வரிகள் — Lines of force
வீச்சு — Amplitude
வீச்சுப் பண்பேற்றம் — Amplitude modulation
வீச்சுப் பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி — A.M. receiver
வெளிச்சம் — Luminance
வெளிச்சச் சைகை — Luminance signal
வெளிவரு சைகை மின்னழுத்தம் — Output signal voltage
வெளிவரு மின்னோட்டம் — Output current
வெட்டுக் கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தம் — Cut-off control voltage
வெட்டுப்பகுதி — Clipper stage

பெயர்க் குறிப்புகள்

தொலைக்காட்சிக் கருவியின் வளர்ச்சிக்கு முன்னோடிகளாக இருந்தவர்கள்

1. எடிசன் (Edison)
2. என்றிச் ருடால்ஃப் (Henrich Rudolph)
3. கிரகாம் பெல் (Graham Bell)
4. கேம்பெல் (Cambell)
5. சர் அம்ப்ரோஸ் ஃபிளெமிங் (Sir Ambrose Fleming)
6. சென்கின் (Senkin)
7. சென்லாக் (Senlacq)
8. டேவிட் ஹியூக்ஸ் (David Huges)
9. பால் நிப்கோவ் (Paul Nipkov)
10. பெர்சிலியஸ் (Berzelius)
11. மரைஸ் லெப்லாங் (Maurice Leblanc)
12. மார்க்கோனி (Marconi)
13. மே (May)
14. ரிச்சர்டு ரேஞ்சர் (Richard Ranger)
15. லீ டி ஃபாரெஸ்ட் (Lee de Forest)
16. வில்லியம் குருக்ஸ் (William Crooks)
17. விலாடிமிர் சுவோரிகின் (Vladimir Zworykin)
18. வெயிலர் (Weiller)
19. ஜோசஃப் சுவான் (Joseph Swan)
20. ஷெல்ஃபோர்டு பிட்வெல் (Shelford Bidwell)

பொருட் குறிப்பு அகராதி

அ

அகலப்பக்க அணி, 244
அகலப்பட்டை, 230
அகலப்பட்டை இருமுனை, 227
அகலப்பக்க எதிர்ச்செயல், 238, 245, 246
அசையாப் படங்கள், 23
அசையும் நிழற்படங்கள், 24
அசையும் படங்கள், 11
அச்சுக் காந்தப்புலம், 148
அச்சுக்கோடு, 148
அச்சுப் புலம், 147, 149
அடிப்படைப் பொருள்கள், 171
அடுக்கு அணி, 244
அடுக்குகள், 159
அடுத்தடுத்த வரிகள், 47
அடையாளம், 273
அதிர்வு, 164
அதிர்வெண், 216, 217
அதிர்வெண் எதிர்ச்செயல், 234
அதிர்வெண் நெடுக்கம், 232
அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட ஒலிச் சைகை, 204
அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட சைகை, 201
அதிர்வெண் பண்பேற்றப்பட்ட பரப்புப் பட்டை, 220
அதிர்வெண் பண்பேற்றம், 64, 66
அதிர்வெண் மாற்றி, 204, 205
அதிர்வெண் மாலைகள், 80
அமைப்புச் சட்டம், 200
அம்புரோஸ் ஃப்ளம்மிங், 18
அரைஅலை இருமுனை, 232
அரைஅலை எர்ட்ஃச்சு வான் கம்பி, 218
அரைஅலை ஒத்ததிர்வு, 229
அரைஅலை ஒத்ததிர்வு அதிர் வெண், 226
அரைஅலை இருமுனை, 241
அரைஅலை ஒத்ததிர்வு இருமுனை, 216
அரைஅலை இடைவெளி, 245
அரைஅலை மடிப்பு இருமுனை, 226, 241
அரைஅலை வான்கம்பி, 218
அரைக்கூம்பு வான்கம்பி, 230
அலைக்கண்ணி, 205
அலை தள விளைவு, 219, 221
அலை நீளம், 217, 267
அலைப் பண்பிறக்கம், 49
அலைப் பண்பேற்றத் தர அளவைகள், 64
அலைப் பண்பேற்றப்பட்ட கற்றை மின்னோட்டம், 152
அலைப் பண்பேற்றம், 67
அலைமுகம், 239
அலையியற்றி, 203
அளவு, 106
அளவு கூற்றெண்கள், 93
அளவை மதிப்புகள், 93
அறிவியல் பொருட்காட்சி, 7
அறைத்தல், 171
அனுப்பி அமைப்பு, 92
அனுப்பி வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பு, 92
அனுப்பி வான்கம்பி, 53
அனுப்பும் கருவி, 276
அனுப்பும் நிலையம், 50
அனுப்பும் வழி, 62

ஆ

ஆசிலாஸ்கோப், 172
ஆடி, 8
ஆர்த்திகன், 138, 139, 144
ஆர்த்திகனஸ்கோப், 144
ஆர்வில் ரைட், 17

ஆழம், 188
ஆற்றல் அடர்த்தி, 101
ஆற்றல் பகிர்வு, 101

இ

இசைப்பி, 204
இடைநிலை அதிர்வெண், 204, 274
இடைநிலை அதிர்வெண் சைகை, 203, 204
இடைநிலை அதிர்வெண் பகுதி, 206
இடைநிலை அதிர்வெண் படச் சைகை, 204
இடைநிலை அதிர்வெண் பெருக்கி, 204
இடைநிலை ஊர்தி ஒலி, 203
இணைப்புத் தேக்கி, 131
இணை வரிகள், 90
இணை விலக்குத்தகடுகள், 122
இயக்கக் கூறு, 114
இயக்கக் கோடு, 124
இயக்க நெடுக்கம், 156, 175
இயக்கப் பண்புகள், 173
இயக்கம், 171
இயங்கு பொட்டு, 103
இயல்பான வெளிச்சம், 175
இயற்பியல், 7, 171
இயைபியல், 171
இயல்பியல் கூட்டுப் பொருள்கள், 173
இரட்டை எண்ணிக்கை வரிகள், 63
இரட்டைப் பட்டை இருமுனை வான்கம்பி, 241
இரு சம வெட்டிக்கோடு, 231
இருண்டப் பரப்பு, 66
இருண்டப் பகுதிகள், 187
இரும்பு உள்ளிடு, 114
இரும்பு உள்ளகம், 127
இருமுனை, 218
இருமுனை இரு எறி, 242
இருமுனை பண்புகள், 228
இருமுனை புலனுறு பிரிப்பி, 208
இருமுனை வான்கம்பி, 218, 237
இருள் மின்னோட்டம், 161
இலக்கு, 151, 159
இலக்குத் தகடு, 153
இலக்குத் திரை, 158
இலக்கு மின் முனை, 153
இலக்கு மின்னழுத்தம், 156, 163

ஈ

ஈரிணை விலகல் சுருள்கள், 50

உ

உ. ஏ. சனப்ரியா, 30
உடனிகழ் தோற்றம், 60
உணர்திறன், 156
உணர்வுதிறன், 163
உந்து வண்டிகள், 17
உயர் தாழ் வான்கம்பி, 242
உயர் பக்க நுட்பம், 108
உயர் பட்டை, 246
உயர் பட்டை இருமுனை, 239
உயர் பட்டை வழி, 241, 242
உயர் மாற்றுச் சரிவு, 183
உயர் மின்னழுத்தம், 210
உயர் மின்னழுத்தத்திருத்தி, 209, 210
உயர் வேறுபாடு, 187
உயர் வேறுபாட்டு வரைகோடு, 183
உருக்குலைவு, 191
உருத்திரிபு, 146, 158
உருப்பெருக்கி வில்லைகள், 191
உருவ அளவுகள், 74, 154
உருள் மணிகள், 44
உருள் மணிப்பகிர்வு, 141
உருளை வடிவமான உறை, 108
உள் அலையியற்றி, 203, 204
உள்ளிடு அளவு, 174
உள்ளிடு முனைகள், 203, 217

ஊ

ஊசி உருளை, 155
ஊசித் துளை, 7
ஊர்தி அதிர்வெண், 204
ஊர்தி மின்னோட்டம், 47
ஊர்தி வீச்சு, 65
ஊர்தி அலை, 271

எ

எடிசன், 11
எதிர்க் குறையணுக்கள், 129
எதிர்ச்செயல், 235
எதிர்ப் படங்கள், 55, 56
எதிர் மதிப்பு, 107
எதிர் மின்முனை, 151
எதிர் மின்னழுத்தம், 107, 146, 161
எதிர் மின்னேற்றம், 15, 45
எதிர் முனை, 15, 105, 143
எதிர்முனைக் கதிர்கள், 15, 61
எதிர்முனைக் கதிர்க் குழாய், 15, 17, 33, 35, 169, 172
எதிர்முனைக் கதிர்க்குழாய் ஒளிப் படக் கருவி, 35
எதிர்முனைக் குழாய், 2, 18
எதிர்முனைப் பரப்பு, 108, 112
எந்திர வரிக்கண்ணோட்டம், 35
எந்திர வரிக்கண்ணோட்ட முறை, 16, 34
எமிட்ரான் ஒளிப்படக் கருவி, 35
எர்ட்ஃச் இரட்டை, 224
எளிதிற் கடத்தி, 154
எறிதல் அமைப்பு, 189, 191
எறிதல் குழாய்கள், 178
எறிதல் படங்காட்டி, 210
எறிதல் திரைகள், 194
எறி விளக்கு, 30

ஒ

ஒட்டு அணி, 233
ஒட்டு அணிகள், 232
ஒட்டுக் கம்பி, 233
ஒட்டுத் திருப்பி, 237, 241
ஒத்தியக்கச் சைகைகள், 51, 53
ஒத்தியக்கத் தர அளவைகள், 65
ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள், 93, 206, 207
ஒத்தியக்கப் பிரிப்பி, 207
ஒத்தியக்க மின்சுற்று, 200, 206, 207
ஒத்தியக்க மின்னழுத்தம், 206, 208
ஒத்தியங்கி, 50
ஒத்ததிர்வு அரை-அலை இரு முனை 220
ஒத்ததிர்வு நீளம், 216
ஒத்ததிர்வு மின்சுற்று, 222
ஒத்ததிர்வு வான்கம்பிகள், 218
ஒப்பொளிர்வு, 268
ஒருதிசை அகலப்பட்டை, 241
ஒருதிசை முனை தீ அணி, 246
ஒரே-நேர வண்ணத் தொலைக் காட்சி, 257
ஒரு வண்ணத் தொலைக்காட்சி 66, 256, 262
ஒரு வண்ண சாயல், 268
ஒரு-வண்ணச் சைகை, 261, 271
ஒரு-வண்ணப் படம், 268
ஒன்ருயிணைத்தல், 272
ஒரு-வண்ண முறை, 256, 259
ஒலி அதிர்வெண், 48
ஒலி ஊர்தி, 48, 64
ஒலி ஊர்தி அதிர்வெண்கள், 203, 204
ஒலி ஊர்தி அலைப்பண்பேற்றம், 68
ஒலிச் சைகை, 47, 66, 201
ஒலித் தர அளவைகள், 65
ஒலி பெருக்கி, 48
ஒலி வாங்கி, 18
ஒலி வானொலி அதிர்வெண் ஊர்திச் சைகை, 203
ஒலி விலகல் 66, 68
ஒளி அச்சு, 191
ஒளி அடுக்கு, 159, 160
ஒளி அமைப்பு, 192
ஒளி ஆற்றல், 267
ஒளி ஆற்றல் பாயம், 144
ஒளி உணர்வு திறன், 150
ஒளி எறிதல் அமைப்பு, 263
ஒளி எதிர்முனை, 154
ஒளி ஒலி சைகை, 48
ஒளி கசியும் மொசைக், 149
ஒளி கடத்தல், 156
ஒளி கடத்தும் இலக்கு, 156
ஒளி கடத்தும் தன்மை, 159
ஒளிக் கருவிகள், 194
ஒளிக் கோட்பாடு, 192
ஒளிச் சிதறல், 184, 185
ஒளி செதுக்கு முறை, 154
ஒளி செதுக்கல் முறை, 1
ஒளி செலுத்துகை, 192

ஒளிச் செறிவு, 170, 206
ஒளித் திருப்ப அமைப்பு, 192
ஒளித் துடிப்பு, 62
ஒளித் தோற்றுவாய், 263
ஒளி நிழல், 5, 8, 20, 24, 56, 57 62
ஒளிப் படக் கருவி, 6, 45
ஒளிப் படப் படிவங்கள், 55
ஒளிப் படவியல் 55, 56, 57, 69
ஒளிப் படிவம், 45, 52, 153, 158
ஒளிப் படிவங்கள், 139
ஒளிப் பாயம், 154
ஒளிபுகும் பாயம், 159
ஒளிப் பொட்டு, 15, 50, 51
ஒளி மாற்றப் பண்புகள், 162
ஒளி மின் உணர்திறன், 152
ஒளி மின் உமிழ்தல், 139
ஒளி மின்கலம், 11, 22, 25, 143
ஒளி மின்சாரம், 5
ஒளி மின் தன்மை, 5
ஒளி மின் பண்பும் மின் சேமப் பண்பும், 141
ஒளிமின் மாற்றம், 45, 52
ஒளி மின்னணுக்கள், 146
ஒளி மின்னோட்டம், 138
ஒளி வண்ண வடிகட்டி, 261
ஒளிர்வு, 261
ஒளி மின்னழுத்தம், 68
ஒளியின் பகிர்வு, 45, 47
ஒளியுணர்வு, 141
ஒளியும் நிழலும், 55
ஒளியூட்டப்படுதல், 51
ஒளியூட்டம், 51, 149, 162
ஒளியூட்டு தோற்றுவாய், 153
ஒளிர்ப்பி, 49, 110, 170, 258
ஒளிர்ப்பிகள், 171, 172
ஒளிர்ப்பியின் சிதைவுநேரம், 179
ஒளிர்ப்பித் திரை, 51, 210
ஒளிர்ப்பித் துகள், 186
ஒளிர்ப்பிப் பண்பு, 180
ஒளிர்ப்பிப் படிவம், 191
ஒளிர்ப்பி வரைகோடு, 182
ஒளிர்வு, 46, 51, 175, 192
ஒளிர்வு, 266, 267
ஒளிர்வு அளவுகள், 65
ஒளிர்வுக் குலைவு, 183
ஒளிர்வு சைகை, 171, 269
ஒளிர்வு திறன், 176
ஒளிர்வு மதிப்பு, 175
ஒளிர்வு வரிசை, 73
ஒளிர்வை, 51
ஒளிரும் பொருள், 49
ஒளி வட்டம், 184, 185
ஒளி வட்ட விளைவு, 186
ஒளி வாங்கி, 9
ஒளி வால்வு, 30
ஒளி விலகல் எண், 191
ஒளி விளக்கச் சிதைவு வரை கோடு, 178
ஒளி விளக்கத்திறம், **173**, 175, 176
ஒளி விளக்க வெளிவரு அளவு, 174, 176
ஒளி வெளிவரு அளவு, 175
ஒற்றை எண், 91
ஒற்றைத் துடிப்பு, 65
ஒற்றை வரி, 92
ஒற்றை வரிப் பின்னல் முறை, 84
ஒன்றிணைக்கும் முறை, 51

ஓ

ஓரப்புலம், 148

க

கடத்திக் கால்கள், 231
கட்டம், 235, 247
கட்டத்தண்டுகள், 244
கட்டுப்பாட்டுக் கிரிடு, 206
கட்டுப்பாட்டு மின்னழுத்தம், 51
கட்டுப்பாட்டு மின்முனை, 51, 107, 110, 258
கட்டுப்பாட்டு முனை மின் அழுத்தம், 107
கண்ணாடி இலக்கு, 153
கண்ணாடி முகப்பு, 185
கண்ணின் நினைவாற்றல், 10
காணும் தூரம், 95
கணத் தாக்குதல்கள், 42
கத்தி இணைப்பி, 243
கதிர்க் குழாய், 20
கந்தகம், 171
கம்பி, 5
கம்பிக் கடத்திகள், 288

கம்பிச் சுருள்கள், 16
கம்பி வலை, 161
கம்பியில்லா அலை, 14
கம்பியில்லா அலைகள், 9
கம்பியில்லா செய்திமுறை, 22
கம்பியில்லா தொலைபேசி செய்தி, 18
கருஞ்சிவப்பு, 8
கரும் புள்ளி, 129
கரும் புள்ளிகள், 55
கரும் பொட்டு, 130
கருப்புக் கூறுகள், 88
கருப்பு மட்டம், 68
கருப்பு-வெள்ளை படலம், 267
கலக்கி, 204
கலக்கிப் பகுதி, 204
கலக்கிப் பிரிக்கும் மாற்று, 48
கலக்கிப் பிரித்தல் மின்சுற்று, 201
கலத்தல், 171
கலப்புப் புலனுறு சைகை, 206, 274
கலப்பு வண்ணச் சைகை, 261
கலப்புப் படிவம், 257
கலவைகள், 171
கலவைப் பொருள்கள், 171
கலவை முதன்மை நிறங்கள், 264
கவர்ச்சி விசை, 112
கற்றை ஆற்றல் அடர்த்தி, 101
கற்றை இயக்கம், 51
கற்றைக் குறுக்கு வெட்டு, 101, 111
கற்றைத் திறன், 110
கற்றை மின்னழுத்தம், 105, 107 176
கற்றை மின்னோட்டம், 176
கற்றை மின்னோட்ட அடர்த்தி 170
கற்றையின் குவியம், 108
கற்றை விலகல் அமைப்பு, 187
கற்றை விலகல் தகடுகள், 170
காட்சிக் கூர்மை, 87, 95
காட்சி நீடிப்பு, 259
காந்தக் குவிப்பின் கோட்பாடு, 112
காந்தக் கோடுகள், 126
காந்தச் சுருள்கள், 45
காந்தப் பாயம், 124, 127
காந்த குவியப் புலம், 187
காந்தப் புலம், 106
காந்த விசைகள், 123
காந்த விசைக் கோடுகள், 112
காந்த விலகல் அமைப்பு, 123
காந்த விலகல் இணைப்புச் சட்டங்கள், 126
காந்த விலகல் இயற்றி, 131
காந்த விலகல் புலங்கள், 128
காந்த விலகல் தொகுப்பு, 126
காப்பு, 150
கார்ல் பிரான், 15
கால், அலைக்கம்பி, 247
கால் அலை நீளம், 248
கால் அலை மார்க்கோனி வான் கம்பி, 218
கால்சியம், 171
கால் நீளங்கள், 231
கால நிலை முன்னறிவிப்பு, 164
கால மாறிலி, 66
கிடைமட்ட இருமுனை, 239
கிடைமட்ட ஒத்தியக்கம், 208
கிடைமட்ட ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள், 66
கிடைமட்டப் பட்டை, 103
கிடைமட்டப் பிரிவீடு, 77, 80
கிடைமட்டத் தளம், 66, 69, 74
கிடைமட்ட வரிகள், 45
கிடைமட்ட வரிக் கண்ணோட்ட இயற்றி, 131
கிடைமட்ட வரிக் கண்ணோட்டம், 207
கிடைமட்ட வரிக் கண்ணோட்ட மின் சுற்றுகள், 210
கிரகாம்பெல், 9
கிரிடு எதிர்முனை மின்சுற்று, 200
கிரிடு இயக்கம், 206
கிளர்ச்சி, 139
கீட்டுப் புள்ளி, 108
கீழ் இடைநிலை அதிர்வெண், 203
கீழ் கடத்து RC வடிகட்டி, 208
கீழ்ப்பட்டை வழி, 241
கீழ் மின்னழுத்தம் வழங்கல், 210
கீழ் நோக்கு இயக்கம், 90
கீழ் அதிர்வெண், 64
கீற்றுகள், 11
குலுக்கு இயக்கம், 59
குவிக்கும் சுருள், 112

குவிக்கும் செயல், 110
குவிக்கும் புலம், 114
குவியக் கட்டுப்பாடுகள், 104, 187
குவியப் புலம், 187
குவிய மாற்றம், 146
குவிய மாற்ற விளைவு, 146
குழாய் முகப்பு, 189
குறிப்பு இருமுனை, 239
குறுக்குக் காந்தப் புலம், 149
குறுக்கு, புலம், 149
குறுக்கு மின்புலம், 148
குறுக்குவெட்டு, 187
குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு, 101
குறுகிய இருமுனை, 241, 242
குறுகிய மடிப்பு இருமுனை, 242
குறைந்த தடைக் கண்ணுடி, 153
குறைந்த வெப்பத் திறன், 163
குறைந்த வேறுபாடு, 186
குறையணுக் கண்ணி, 131
குறையணுப் பொட்டு, 129
கூடுகை, 204, 206, 224, 233
கூட்டு ஒலிச் சைகை, 203
கூட்டுச் சைகை, 235
கூட்டாட்சித் தொடர்புக் குழு, 84
கூட்டுத் துடிப்பு, 65
கூடுகை, 245
கூட்டுப் புலனூறு சைகை, 205, 207
கூட்டுப் பொருள்கள், 171, 173
கூம்பு இருமுனை, 229, 239
கூம்பும் கம்பிகள், 244
கூம்பு உறை, 189
கூம்புத் திருப்பி, 239
கூலிட்ஜ், 23
கூறுகள், 87
கேட்மியம், 171
கேட்மியம் சல்ஃபைடு, 173
கோண மாற்றம், 125
கோளப் பிறழ்ச்சி, 193

ச

சம நீள் சதுரம், 102
சமமான பகிர்வு, 173
சம மின்னழுத்த மட்டநிலைக் கோடுகள், 110
சம வரித் தொகுதிகள், 91
சயான், 264
சரியீட்டுப் பண்பேற்றி, 273
சாம்பல் நிற ஒளி, 78
சாய்சதுர வான்கம்பி, 231
சாய்வு, 156
சாய்வுக் கோணம், 147
சார்பு மின்னழுத்தம், 206
சி. எஃப். ஜென்கின்ஸ், 23, 24
சிதைவுக் காலம், 179
சிதைவு நேரம், 179
சிதைவுப் பண்பு, 173, 179
சிவப்பு, 256
சிலிகன், 171
சிலிகேட், 173
சிற்றலை, 33
சீசியம், 45, 141
சீராக ஒளியூட்டப்படுதல், 175
சீரிசை அதிர்வெண், 239
சுமை மின்தடை, 162
சுருள் அமைப்பு, 114
சுருள் வடிவப் பாதை, 113
சுருள் வில், 10
சுவோரிகின், 139
சுழற்று விசை, 113
சுழி அளவு, 161
சுழி மின்னோட்டம், 225
சூடாக்கி, 106
சூடாக்கி இழை, 184
சூடாக்குதல், 171
சூழ் ஒளி, 183
செங்குத்தாக, 11
செலுத்துகைக் கம்பி, 241
செங்குத்து ஒத்தியக்கச் சைகைகள், 208
செங்குத்து ஒத்தியக்கத் துடிப்புகள், 66
செங்குத்துக் கட்டை, 78
செங்குத்துத் துடிப்புகள், 208
செங்குத்துப் பிரிவீடு, 77
செங்குத்துப் பிரிவீட்டு எண், 85
செங்குத்துப் பிரிவீட்டுக் கூற்று, 80
செங்குத்து விலக்கு அலையியற்றி, 208
செங்குத்து வரிக்கண்ணோட்டம், 207

செங்குத்து விலக்கு புலம், 116
செங்குத்து அடுக்கு, 244
செயலூக்கி, 171
செயற்காலம், 84
செயல் பகுதி, 90, 91
செயல்படு பரப்பு, 155
செயல் பரப்பு, 94
செயல் வரிகள், 78, 186
செயல்வரிக் கண்ணோட்டம், 92
செயல் வரிக் கண்ணோட்ட நேரம், 93
செயல் வரிக் கண்ணோட்ட வரி கள், 78, 91, 103
செலினியம், 4
செலினியத் திரை, 5
செலினிய மின்கலம், 5
செலுத்துகைக் கம்பி, 203, 217, 220, 233, 235, 237
சென்லாக், எம்., 3, 5
செறிவு, 57
சேமக் கோட்பாடு, 138
சேர்க்கை விளைவு, 263
சேம வகை படக் கருவி, 144
சேமிப்பு, 152
சேர்ப்பி, 208
சைகை ஓசை தகவு, 224
சைகைத் தகடு, 143, 154
சைகைத் தகடு மின்முனை, 159
சைகைப் பூச்சு, 143
சைகை மின்னோட்டம், 82, 161, 162
சைகை மின்சுற்று, 144, 149
சைகை வீச்சு, 207
சைன் அலை, 82
சைன் அலை அலைவுகள், 209

ட

டெலஸ்ட்டீரியோகிராப், 19
டெலெக்ட்ராஸ்கோப், 5
டேவிட் ஹியூக்ஸ், 18

த

தகைமை இலக்கம், 77, 83
தடைக் கருவி பகுதி, 209
தர அளவைகள், 84
தர அளவை வழி, 64
தள விளைவு, 220
தனி அளவுகள், 110
தனிக் குறிப்பீடுகள், 64
தாங்கும் அளவு, 82
தாழ் சாய்வு மாற்றுப் பண்பு,183
தாழ்ந்த சைகை, 236
தான் அதிர்வெண் கட்டுப்படுத் தும் மின் சுற்று, 208
தான் ஒலிக் கட்டுப்பாடு, 206, 207
தான் கட்டுப்பாடு, 207
தான் கூடுகை கட்டுப்பாடு, 206, 207
திசை அமைப்பு, 230, 239
திசை காட்டி, 233, 237
திசை சார்ந்த நோக்குத் திரை கள், 189
திசைத் தன்மை, 230
திசைப் பண்புகள், 226
திசை வேகம், 217
திசை விளைவு, 233
திருப்பப் படிவங்கள், 59
திருப்பி, 233, 237
திருப்பித் தகடு, 239
திருப்புக் காலம், 82
திரும்புங்காலம், 131
திரும்பும் கற்றை, 161
திரும்பிவரும் திசை வேகம், 90, 95
திரும்பி வரும் வரி, 90
திரை, 106
திரைப்படம், 11
திரைப்பட படலம், 58, 74
திரையின் அளவு, 176
திறப்பு, 56
திறப்புகள், 154
திருப்பிகள், 244
திறனடர்த்தி, 111
தீயகம், 141, 171
துடிக்கும் அலையியற்றி, 203
துடிப்பு, 65
துடிப்புகளின் வடிவம், 65
துணை உமிழ்வு, 161
துணை ஊர்தி, 257, 273
துணை ஊர்தி அதிர்வெண், 275
துணை நிறம், 264, 268
துணை வண்ணங்கள், 264
துணைகள், 106, 176
துத்தநாக பெரிலியம் சிலிகேட் 173

துத்தநாகம், 171
தூண்டு சைகை மின்னோட்டம், 216
தெவிட்டு நிலை, 150
தேக்குத் திறன், 144
தொகு பயன் மின்னழுத்தம், 210
தொடர்ச்சி, 73
தொடு அச்சு முறை, 56
தொலை, 114
தொலைக்காட்சி, 11
தொலைக்காட்சி அனுப்பி, 42
தொலைக்காட்சி அமைப்பு தர அளவைகள், 63
தொலைக்காட்சிப் பணி, 80
தொலைக்காட்சிப் பட்டை, 232
தொலைக்காட்சிப் பரப்பு, 238
தொலைக்காட்சி வாங்கி, 16, 42, 200
தொலைபேசி, 9
தொலைபேசி நிறுவனம், 26, 33
தொலைவரை முறை, 9
தொழிலியல் தொலைக்காட்சி, 156
தோராய விகிதம், 175
தோற்ற அளவு, 101
தோற்றுவாய், 108
தாழ்-பட்டை வழிகள், 246

ந

நகரும் பொட்டு, 11
நடுநிலை அடர்த்தி வடிகட்டிகள், 186, 189
நடைமுறை நெடுக்கம், 173
நழுவு இணைப்பு, 7
நாக சல்ஃபைடு, 173
நிப்கோவ் தட்டு, 9, 10
நிலைகாந்தத் துப்பாக்கி, 106
நிலைகாந்த மின்னணுத் துப்பாக்கிகள், 111
நிலைகாந்த விசைகள், 111
நிலைப்பாடு, 151
நிறச் சைகை, 261
நிறைவு, 266, 267
நிறமாலைச் சேர்க்கை, 172
நிறம், 265, 267
நீண்ட அச்சு, 104
நீண்ட மடிப்பு இருமுனை, 241
நீலம், 256
நீள இருமுனை, 241
நீள் மடிப்பு இருமுனை, 241
நுண் அமைப்பு, 55, 73, 76
நுண்ணிசைப்பி கட்டுப்பாடுகள், 204
நுண்வரி அமைப்பு, 186
நூற்றுமேனி, 229
நெடுக்கம், 156, 271
நேரடி ஒளித்தூண்டுதல், 186
நேரடி நோக்கு, 177
நேரடி நோக்குக் குழாய்கள், 178
நேர் இருமுனை, 224, 225
நேர் கோட்டு வரிக்கண்ணோட்டம், 61
நேர்த்தகடு, 148
நேர்த்திருப்பி, 240
நேர் நோக்கு ஒளி உருப்பெருக்கிகள், 189, 190
நேர் நோக்குப் படக்குழாய்கள், 111, 210
நேர்ப் பொருத்தம், 131
நேர் மின்னேற்றப் பகிர், 45
நேர் மின்னோட்டம், 151
நேர் மின்னழுத்தம், 161, 209
நோக்குச் சட்டம், 10
நோக்குத் திரை, 258
நோக்குக் கோணம், 191

ப

பக்கப் பட்டை அதிர்வெண், 82
பக்கவாட்டு இடப்பெயர்ச்சி, 120
பக்கவாட்டுக் கசிவு, 153
பகு திறன், 186, 194
பகுப்பு, 12
பசைப்பூச்சு, 56
பசைப்பூச்சு அமைப்பு, 76
பட்டை அகலம், 80, 83, 203
பட்டை அதிர்வெண், 80
பண்பிறக்கம், 53
பட அதிர்வெண், 49, 67
படஅலைப் பண்பேற்ற தர அளவைகள், 65
பட இடைநிலை அதிர்வெண் சைகை, 204
பட இடை நேரம், 179
பட ஊர்தி, 49, 64, 204
பட ஊர்தி அதிர்வெண், 48, 203, 204

படஊர்திக் கூடு, 65
படஊர்திச் சைகை, 274
படக் கருவி, 20, 35, 50, 170, 276
படக் கருவிக் குழாய், 61, 101, 269
படக் கருவிச் சைகை, 205
படக் குழாய், 61, 106, 107, 163, 169
படக் குழாய்கள், 49, 50, 112
படக் குழாய்களின் அமைப்பு, 187
படக் குழாய் வேறுபாடு, 186
படக் குழாயின் மாற்றுப் பண்பு, 179
படக் கூறு, 55, 59, 104, 141, 259
படக் கூறுகள், 55, 56, 101
படக் கூறுகளின் பிரிவீடு, 76
படக் கூறு துடிப்புகள், 60
படக் கற்றை, 60
படங்காட்டி, 206, 274
படங் காட்டும் கருவி, 58, 193
படச் சைகை, 51, 107, 201
படச் சைகை பக்கப் பட்டை, 64
படத் திருப்பம், 51
படத் தொலைவரை, 9
படப் பரப்பு, 55
படப் பரப்பளவு, 116
படப் பெருக்கி, 207
படம், 84, 91
பட வரிக்கண்ணோட்டம், 92
பட வரிக்கண்ணோட்ட இடை நேரம், 153
பட வானொலி அதிர்வெண், ஊர்திச் சைகை, 203
படவீதம், 59, 83, 84
படித்தர அமைப்பு, 45
படிமைத் தாள், 10
படிவ அமைப்பு, 76
படிவ ஆர்த்திகன், 38, 44, 139, 151
படிவங் காட்டி, 35, 44, 45, 105, 112, 128, 138, 139, 145, 170
படிவத் தகட்டு மின்னழுத்தம், 51
படிவத் திருப்பம், 55
படிவத் திருப்ப வீதம், 59
படிவத்தின் நுண் அமைப்பு, 73
படிவத்தின் பரு அமைப்பு, 73
படிவப் பகுப்பி, 112
படிவப் படம், 73
படிவப் படங்கள், 74
படிவப் பரப்பளவு, 104
படிவப் பரப்பு, 187
படிவம், 5
படிவ வெளிச்சம், 192
பண்பேற்றி, 258
பண்பேற்றி சைகை, 272
பண்பேற்ற அதிர்வெண், 272
பண்பிறக்கிகள், 273
பதிவு செய்தல், 266
பயனுறு அகலம், 101, 110
பயனுறு உயரம், 101
பயனுறு படவீதம், 59
பயனுறு பரப்பு, 101
பயனுறு பரப்பளவு, 102, 108
பயனுறு விட்டம், 110
பட ஊர்தி, 261
பச்சை, 256
பரப்பி, 8
பரப்புதல் பண்புகள், 221
பராக்சியல் மின்னணுக்கள், 111
பரவும் ஆற்றல், 139, 144
பலவழி திருப்ப சைகைகள், 234
பளுத்தடை, 155
பார்வை உணர்வு, 266
பார்வைத் தகவு, 66, 69, 74
பார்வை நீடிப்பு, 60
ஃபாரஸ்ட் லீ டி, 19, 21
பால்டுவீன், 83
பால் நிப்கோவ், 9
பிட்வெல், 9, 19
பியர்டு, ஜே. எல்., 23
பிரான், 15
பிரிப்பிப் பகுதிகள், 207
பிரிவீடு, 156
பிரிவீட்டுத் திறன், 76
பிரிவீட்டு வரி, 76
பிழைச் செயல் பண்பு, 102
பிளாட்டின முனை, 8
பின்னல், 59
பின்னல் தகவு, 69
பின்னல் வரிகள், 51
பின்னல் வரிக்கண்ணோட்டம், 42, 63, 116
பின்னல் வரிக்கண்ணோட்ட மாதிரி அமைப்பு, 170

புல அதிர்வெண், 67
புலம், 65
புலனுகும் ஒளி, 267
புலவரிக்கண்ணேட்ட காலம், 85, 94
புலவரிசை முறை, 257, 259
புலவரிசை முறைப்படி, 172
புல விசை, 116
புல விலக்குச் சட்டம், 160
புலனுறு அதிர்வெண், 86
புலனுறு சைகை, 146, 206, 261
புலனுறு நிறமாலை, 173
புலனுறு பிரிப்பி, 203, **205**
புலனுறு பெருக்கி, **205**, 274
புள்ளி வரிசை முறை, 259
புலனுறு மின்சுற்றுகள், 274
புலனுறு சைகை வெளி வரு சேர்க்கைகள், 271
புற ஒளி தோற்றுவாய்கள், 183
புறக் குவியச் சுருள், 160
புற மிகை அதிர்வெண், 230, 232, 239
புற மிகை அதிர்வெண் பட்டை, 238
பூச்சுகள், 189
பெர்சானியோ, 19
பெர்சிலியஸ், 4
பெரிலியம், 171
பெருக்கிப் பகுதிகள், 207
பெருக்குச் சுற்று, 144
பெரும அளவு, 155
பெரும உணர்வுதிறன், 163
பெரும ஊர்தி வீச்சு, 65
பெரும எதிர்ச் செயல், 246
பெரும ஒளிர்வு, 59
பெரும புலனுறு அதிர்வெண், 85
பெரும விலகல், 66
பெரும வெண்மட்டம், 68
பெரும வெளிச்சம், 185
பெரும வெள்ளை, 160
பௌட்டி வான்கம்பி, 230
பொட்டாசியம் அயோடைடு, 8
பொட்டின் ஒளிர்வு, 51
பொட்டுச் செறிவு, 209
பொய்த் தோற்றங்கள், 220
பொய்ப் படிவம், 191
பொலிவுக் குலைவு, 182
போரிஸ் ரோஸிங், 16
போலிச் சைகைகள், 145

ம

மஜெண்டா, 264
மஞ்சள், 264
மடிப்பு இருமுனை, 225, 226
மடிப்பு வான்கம்பி, 244
மண்டலம், 141
மரைஸ் லெப்லாங், 148
மறைக்கும் துடிப்புகள், 206
மறைதல் செய்திகள், 205
மார்கோனி, 17
மார்கோனி வானொலி, 33
மாறிலிகள், 177
மாற்றுச் சரிவு, 182
மாற்றுச் செயல், 175
மாற்று வரிகள், 42
மாறு மின்னேட்ட உள்ளிடு, 210
மாறு மின்னேட்டச் சைகை, 225
மாறு மின்னேட்டம், 6
மான்சியர் ஆர்மென்காடு, 19
மிகை உயர் அதிர்வெண், 238
மிகை ஒளியின் வெளிச்சம், 177
மிகை கூடுகை, 232
மிகை மின்னழுத்தம், 131
மின்அலை நீளங்கள், 229
மின் உந்தி, 10
மின் எதிர்ப்பு, 221
மின் கடத்தாப் பொருள், 160
மின்கலமும் மின்னூட்டமும், 21
மின்காந்தம், 6
மின்காந்தக் கதிர் வீச்சு, 267
மின்காந்த அலைகள், 42, 217
மின்காப்புத் தூரம், 219
மின்குமிழ், 5
மின்சுற்று முறை, 60
மின்சைகை, 47
மின் தடை, 4, 222, 226
மின்திறன், 173
மின்தேக்கி, 143
மின் தொலைநோக்கி, 9
மின் தடை மின்னழுத்தப் பிரிப்பி மின்சுற்று, 271
மின் நீளம், 231
மின் படிவம், 45
மின்புலம், 106
மின் பொறி, 15

மின் மறுப்பு, 222, 223, 229
மின் முனை, 143
மின் முனை அமைப்பு, 49, 51, 108, 110
மின் விலகல் அமைப்புகள், 118
மின் விலகல் புலங்கள், 128
மின் விளக்கு, 15
மின்னடுக்கி, 6
மின் எதிர்ப்பு, 245
மின்னழுத்தம், 14, 46, 160
மின்னழுத்த அளவு, 141
மின்னழுத்தத் தாழ்வு, 162
மின்னழுத்த வேறுபாடு, 161
மின்னணு, 5, 18
மின்னணுக்கள், 15
மின்னணுக் கற்றை, 21, 45, 47, 49, 50, 108
மின்னணுக்களின் கற்றை, 118
மின்னணுக் கற்றைகளின் விலகல், 114
மின்னணுத் துப்பாக்கி, 105, 137, 170
மின்னணுப் படிவம், 153
மின்னணுப் பெருக்கம், 138, 151, 153
மின்னணுப் பெருக்கி, 152, 153
மின்னணு முறை, 3
மின்னணு வரிக்கண்ணோட்டக் கற்றை, 118
மின்னணு வில்லை, 108
மின்ஞுக்கி, 72, 60
மின்னிழப்பு, 144
மின்னிறக்கம், 151
மின்னூட்டம், 139
மின்னேற்ற சேர்க்கை, 139
மின்னேற்றப் படிவம், 153
மின்னோட்டம், 111, 235
மின்னோட்ட அடர்த்தி, 144, 176
மின்னோட்டத் துடிப்பு, 173, 176
மீள் மின்னழுத்தம் வழங்கல், 210
முகப்புத் தகடு, 158
முக்கிய ஊர்தி அலை, 271
முக்கோண இருமுனை, 229
முடுக்க மின் முனைகள், 106
முனைப்பு அலை நீளம், 267
மும்முனை வால்வு, 21
முழு அக ஒளித்திருப்பம், 185
முன்பின் கதவு, **223**, 235
மூடி, 58
மூடு சுற்று தொலைக்காட்சி, 159
மூவண்ணத் திரை, 277
மூவண்ண ஒளிர்ப்பித் திரை, 263
மூவண்ணப் படங்காட்டி, 261, 277
மெல்லிய உலோகத் தகடு, 228
மெல்லியக் கற்றை, 105
மெலிந்த பக்கப் பட்டை, 68
மென்படலம், 45
மே, 5
மேட்ரிக்ஸ் பகுதி, 271
மேல் நோக்கு முடுக்கம், 120
மேல் மட்ட அளவு, 177
மேல் வரம்பு, 188
மைக்கா, 44
மொசைக் தகடு, 45, 52
மொசைக் தகட்டு மின் அழுத்தம், 46
மொசைக் திரை, 138, 139
மொசைக் பரப்பு, 139
மோர்ஸ் குறியீடுகள், 18
முதன்மை நிறங்கள், 261
முதன்மை வண்ணங்கள், 257, 264
மூல படிவ சைகைகள், 258
மூல படிவங்கள், 259

ய

யாகி வான்கம்பி, **236**

ர

ரம்பப் பல் வரிக்கண்ணோட்ட மின்னோட்டம், 209
ராடார், 172
ராயல் கழகம், 3
ரீச் போஸ்ட், 28

வ

வரம்புப் பிரிவீடு, 156
வட்ட இயக்கம், 125
வட்டப் பாதை, 113
வட்டப் பொட்டு, 112
வடிவம், 65

வடிகட்டி, 258, 268
வடிவமைப்பு, 171
வணிக எறிதல் வாங்கி, 193
வணிக தொலைக்காட்சி அமைப்பு, 61
வணிகப் பரப்புதல், 163
வண்ணம், 266
வண்ண இணைப்பியல், 274
வண்ணச் சேர்க்கை, 263
வண்ண ஒத்தியக்கச் சைகை, 274
வண்ண ஒளிர்ப்பிகள், 277
Q-சைகை, 271
வண்ணத் துணை ஊர்தி, 271, 273
வண்ணத் துணை ஊர்தி அலை, 272
வண்ணச் சைகை, 261, 269
வண்ணப் பண்பேற்றம், 272
வண்ணப் புலனுறு சைகை, 269
வண்ணப் புலனுறு சைகை மின்னழுத்தம் 271, 277
வண்ணத் தேர்வு ஆடிகள், 257, 258
வண்ண வாங்கி, 273
வரி அகலம், 84
வரி அதிர்வெண், 66, 67
வரி அமைப்பு, 104, 187, 192
வரிக்கண்ணோட்டம், 5, 186, 206
வரிக்கண்ணோட்ட அமைப்பு, 51
வரிக்கண்ணோட்ட இயக்கம், 149
வரிக்கண்ணோட்ட இயற்றி, 131, 148
வரிக் கண்ணோட்ட இயற்றிக் குழாய், 131
வரிக் கண்ணோட்டக் கற்றை, 105
வரிக் கண்ணோட்டக் கற்றைகள், 101
வரிக்கண்ணோட்டக் கோடுகள், 20
வரிக் கண்ணோட்டத் தர அளவைகள், 64, 86
வரிக் கண்ணோட்ட நேரம், 93, 96
(புல) வரிக்கண்ணோட்ட நேரம் 96
வரிக்கண்ணோட்டப் படக்கருவி, 20
வரிக்கண்ணோட்டப் புலங்கள், 66
வரிக்கண்ணோட்ட மாதிரி, 116
வரிசை வண்ணத் தொலைக் காட்சி, 80
வரிக்கண்ணோட்ட மாதிரி அமைப்பு, 130
வரிக்கண்ணோட்ட முறை, 3, 7, 8, 17
வரிக்கண்ணோட்ட வரி, 115
வரிக்கண்ணோட்ட வரிகள், 65, 107
வரிக்கண்ணோட்ட வரிகளின் அமைப்பு, 144, 149
வரிக் காலம், 67, 82
வரிசை, 62
வரி வரிசை முறை, 257, 259
வரிசை முறை, 66, 257
வரிப் படங்கள், 120, 34
வரிப் படிவம், 192
வரிப் புலங்கள், 88
வரி-வரிக்கண்ணோட்ட நேரம், 96, 272
வரைகோடுகள், 163
வாங்கி, 6, 8, 10, 48, 276
வாங்கி அமைப்பு, 92, 93
வாங்கித் திரை, 19
வாங்கிப் பெட்டி, 188
வாங்கி மின்சுற்றுகள், **200**
வாங்கு வான்கம்பி, 47, 53, 203, 216, 220, 274
வால்வு பெருக்கி, 25
வான்கம்பி, 47, 229, 276
வான்கம்பிகள், 33
வான்கம்பி அமைப்பு, 216
வான்கம்பி அணிகள், 219
வான்கம்பி கடத்திகள், 216
வான்கம்பி சைகை மின்னோட்டம், 207, 208
வான்கம்பி பட்டை அகலம், **222**
வான்கம்பி மின் எதிர்ப்பு, 232, 234
வான்கம்பி மின்னோட்டம், 217, 220, 235
வான்கம்பி மின்தடை, 241
வான்கம்பி கூடுகை, 241, 244
வானொலி அதிர்வெண், 274

வானொலி அதிர்வெண் ஒலிச் சைகை, 203
வானொலி அதிர்வெண் ஊர்தி கள், 64
வானொலி அதிர்வெண் ஊர்திச் சைகை, 203, 221
வானொலி அதிர்வெண் தூண்டு தல், 225
வானொலி அதிர்வெண் பகுதி, 206
வானொலி அதிர்வெண் பெருக்கி, 48, 203, 204
வானொலி அதிர்வெண் வழித்தர அளவைகள், 64
வானொலி அதிர்வெண் வெளி வரு அளவு, 203
வானொலி அலைகள், 18, 267
வானொலி நிலையங்கள், 18
விசை வரிகள், 106
விட்டொளிர்தல், 59
விடிகன், 156, 162
வில்பர் ரைட், 17
வில்லியம் க்ரூக்ஸ், 15
வில்லை, 45
வில்லை அமைப்பு, 139
விலக்கு அமைப்பு, 122
விலக்கு அமைப்புகள், 171
விலக்கு இணைப்புச் சட்டம், 209
விலக்கு ஒத்தியக்கத் துடிப்பு, 274
விலக்கு தகடுகள், 148
விலக்கு புலம், 122
விலக்கு பெருக்கிகள், 209
விலக்கு மின் சுற்றுகள், **208**
விலக்கு மின்னழுத்தம், 118
விலக்கு விசை, 116
விலகல் அலையியற்றி, 207
விலகல் இணைப்புச் சட்டம், 131
விலகல் எண், 122
விலகல் தகடுகள், 50, 131, 170
விலகல் விசையின் வலிமை, 188
விலகு எறிதல் கருவி, 192
விலாடிமிர் சுவோரிகின், 17
வீச்சு, 148, 268
வீச்சு பண்பேற்றம், 64, 274
வீச்சு பண்பேற்றப்பட்ட படச் சைகை, 204
வீச்சு பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி, 200
வீலர், 80
வெண் பண்பேற்றப்பட்ட வாங்கி 200
வெட்டுக் கட்டுப்பாட்டு மின் அழுத்தம், 107
வெட்டுப் பகுதி, 207
வெஹிலர், 13
வெள்ளி உணர்வூட்டுதல், 143
வெள்ளித் துகள்கள், 53
வெள்ளை, 265
வெள்ளை ஒளிகள், 163
வெள்ளைப் படக் கூறு, 161
வெள்ளைப் பரப்பு, 160
வெளிச்சம், 266
வெளிச்சத்தின் மதிப்பு, 175
வெளிச் சைகை, 261, 263, 271, 273
வெளிவரு சைகை மின்னழுத்தம், 155
வெளிவரு மின்னழுத்தம், 161
வேறுபாட்டுத் தகவு, 185
வைத்தூற்றி, 169

ஷெ

ஷெல்ஃபோர்டு பிட்வெல், 19

ஹெ

ஹெர்ட்ஸ், 14