

Nozdroviczky
László

A

TELEVÍZIÓ



NOZDROVICZKY LASZLO
A TELEVIZIO
harmadik kiadás

NOZDROVICZKY
A TELEVIZIO

A könyv első része a televízió működésének megértéséhez szükséges elektro-és rádiótechnikai alapismereteket ismerteti. A második rész a korszerű televíziótechnikával foglalkozik: ismerteti az adás és vétel elvét, tanácsokat ad a készülékek helyes kezeléséhez, továbbá egyszerű hibaelhárítási útmutatót közöl. Külön fejezet foglalkozik a televízió-antennák építésével és mérésével. A könyv harmadik része az ipari televíziót tárgyalja, valamint áttekintést ad a televízió fejlődéséről és jövőjéről. A melléklet a nagytávolságú televízió-vétel szempontjából érdekes adatokat tartalmaz.

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ

A védőborítót tervezte
FÖLDIÁK GYÖRGY

NOZDROVICZKY LÁSZLÓ

A TELEVÍZIÓ

HARMADIK, JAVÍTOTT KIADÁS

MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ
BUDAPEST, 1963

A szöveget ellenőrizte
TÁBORI RÓBERT

Az illusztrációkat
KORCSMÁROS PÁL
készítette

© NOZDROVICZKY LÁSZLÓ, 1963

ETO: 621.397

MŰ 138-g-6365

Felolvasó kiadó: Solt Sándor
Felolvasó szerkesztő: Gara Ernő
Műszaki szerkesztő: Márkus Balint

Azonossági szám: 40706 · Kiterjedelem: 13 (A5) + 2 db A4-es mell.
Ábrák száma: 154 · Példányszám: 20 100
*
Kossuth Nyomda, Budapest

ELŐSZÓ AZ ELSŐ KIADÁSHOZ

Ezt a könyvet azoknak az olvasóknak ajánlom, akik a televízióról általános ismereteket kívánnak szerezni akár kíváncsiságból, akár pedig abból a célból, hogy a későbbiek során a televízióval komolyabban foglalkozzanak.

A rendszeres magyar televízió-műsorszórás megindulásával egyre gyarapodik a televízió-vevőkészülékek tulajdonosainak száma, s mind nagyobb lesz a televízióval foglalkozó amatőrök tábora. Napról napra nő a lakosság érdeklődése a technika iránt, az ifjúság kíváncsisága pedig a technikai vívmányokat illetően szinte végtelen. Napjainkban mind gyakrabban találkozunk a kérdésekkel: mi a televízió, hogyan működik? Milyen a televízió-adóállomás? Milyen a televízió-vevőkészülék? Mi a televízió fejlődésének útja? Mire lehet a televíziót felhasználni a műsorszóráson kívül?

Ezek a tények és kérdések ösztönöztek e könyv megírására. Abból a fel-tételezésből indultam ki, hogy az olvasónak nincsenek elektro- és rádiótechnikai alapismeretei.

A televízió keletkezése és fejlődése szorosan összefügg a fizika és a technika fejlődésével. Ennek megfelelően a történelmi áttekintésben a fizika és más tudományágak területéről kitérek azokra a felfedezésekre és ismeretekre, amelyek a televízió megvalósítását lehetővé tették. Külön fejezetben foglalkozom az elektrotechnikai jelenségekkel, amelyeknek ismerete a televízió megértéséhez szükséges. Tártyalom az első képtovábbítási kísérleteket vezetken és Nipkov-tárcsa segítségével; ezeknek ugyan ma már csak történelmi jelentőségük van, de nagyon is alkalmasak arra, hogy a képtovábbítás lehetőségét elektromos jelekkel, valamint a képbontás és a képszerelvények lényegét megértjük.

A korszerű televízió-műsört úgyszólván kizárólag csak rádióhullámok közvetítik. Meg kell tehát ismernünk a rádióadás és a rádióvétel elvét, valamint a rádióhullámok terjedését. Ezek tisztázása után rátérek a korszerű televízió működési elvének ismertetésére, az adóállomás és a stúdió leírására, a vevőkészülék működésének és kezelésének tárgyalására. Foglalkozom a színes televízióval is. Elmondom, hogyan lehet megvalósítani, és milyen színes televíziórendszereket használnak külföldön.

Befejezésül megemlítem a televízióval kapcsolatos további lehetőségeket és a televízió alkalmazását a tudomány és technika területén.

E könyv megírásakor a hazai adottságokra és a fiatal magyar televízió nyújtotta lehetőségekre támaszkodtam. Figyelembe vettem a külföldön már meg-

jelent hasonló témájú és szintű könyveket, és hasznosítottam azokat a tapasztalatokat, amelyeknek felhasználása az anyag megértését megkönnyítheti.

A felhasználte iradalomból K. Glatkov „A távolbaldás”, A. M. Haffin „A televíziótechnika alapjai”, H. Richter „TV- és URH-szebkönyv”, valamint M. S. Kivier „A szines televízió alapjai” c. könyveket emlitem meg. Végeztül köszönetemet fejezem ki Todor Róbertnek, a könyv lektorádnak hasznos tanácsaiért és Zajtás Imrénnek a könyv törtélesekör végzett lelkes munkájáért.

Remélem, kitűzött céloimat sikerült elérnem; az olvasó olyan könyvet kap kézbe, amely kielégíti a televízió iránti kíváncsiságát, magyarázatot talál a televízió megvalósításának lehetőségére, és felkelti az érdeklődést a technika eme érdekes és szép ága iránt.

Budapest, 1957. március 28.

NOZDROVICZKY LÁSZLÓ

ELŐSZÓ A MÁSODIK KIADÁSHOZ

Az a tény, hogy e könyv első kiadása szinte hetek alatt elfogyott, bizonyítja, hogy a televízió iránti érdeklődés igen nagy. A televízió a technika iránt érdeklődők figyelmének középpontjában áll, különösen a rendszeres magyar televízióműsorszórás megindulása óta.

Amikor „A televízió” második, bővített kiadását újídra bocsátom, ezt az érdeklődést kívánom fokozottabb mértékben kielégíteni. Az olvasónak az előzőnél gyakorlatibb könyvet szeretnék adni. Az elméleti alapok ismertetése után ezéért több figyelmet fordítottam a televíziókészülék-tulajdonost vagy leendő tulajdonost érdeklő gyakorlati kérdésekre.

A második kiadásban jelentős új anyag a televízió-vevőantennákat tárgyaló fejezet; ez az antennéépítéssel kapcsolatban részletes útmutatásokat ad. Foglalkozom a vételi, készülék- és antennahibákkal, tanácsokat adok az egyszerűbb hibák elhárítására. Ismertetem a televízió-vételi zavarokat, azok eredetét és megszüntetési lehetőségeiket. Foglalkozom a nagytávolságú televízióvétél kérdéseivel is. Ismertetem továbbá a forgalomban levő vagy 1959-ben forgalomba kerülő magyar televízió-vevőkészülékeket.

A második kiadásban ismertetem az ipari televíziót. Ennek új, már a közeljövőben jelentősége lesz a különböző iparágakban és a természettudományokban. Nem feledkezhetem meg természetesen a videotelefonról sem, amely már megoldott kérdésnek tekinthető.

A bővítésen kívül az első kiadás néhány fejezetét is kiegészítettem, javítottam, figyelembe véve az olvasók észrevételeit, bírdátait. A második kiadásra vonatkozó észrevételeket is hálás köszönettel veszem, és kérem azokat a Műszaki Könyvkiadóhoz eljuttatni.

Budapest, 1959. április 15.

NOZDROVICZKY LÁSZLÓ

ELŐSZÓ A HARMADIK KIADÁSHOZ

A televízió rohamos terjedése, az előző kiadások sikere, továbbá az Olvasóktól kapott levelek alapján határoztuk el e könyv újbóli megjelentetését.

A harmadik kiadás lényegében a második javított és bővített kiadás anyagát tartalmazza. Az előző kiadástól csak annyiban tér el, hogy a magyar gyártmányú tv-vevőkészülékek és azok műszaki adatai nem szerepelnek benne. Elmaradt továbbá a szak kifejezések szótárszerű felsorolása és értelmezése is. A készülékek ismertetését azért hagytuk el, mert e fejezet bővítése az időközben gyártott tv-vevőkészülékekkel egyrészt a terjedelmet igen megnövelte volna, másrészt pedig a szerző „Televízió otthonunkban” c. könyvének második kiadásában ez az ismeret teljes egészében megtalálható. A szak kifejezések értelmezésére a beérkezett vélemények szerint az Olvasók nem tartanak igényt.

A KIADÓ

TARTALOMJEGYZÉK

Előszó az első kiadáshoz	3
Előszó a második kiadáshoz	5
Előszó a harmadik kiadáshoz	6
Bevezetés	11
Történelmi áttekintés	
Az optika	14
A mágnesség és az elektromosság	16
A világító anyagok, a légritkított tér	18
Az elektrotechnika	
A feszültség és az áram	20
Az elektromágnes	24
A korpuszkuláris sugárzás	27
Az elektron	31
A tényelektromosság	34
A fotocella	37
Képvitel vezetéken	
A szem és a látás	39
A képtovábbítás első elgondolásai	42
A kódfénylámpa	46
A kép soronkénti továbbítása	47
Mechanikai képbontás	48
Képtovábbítás Nipkov-tárcsával	50
A képet továbbító jel alakja	52
Mozgóképek továbbítása	53
A továbbításra kerülő elektromos jelek mennyisége	54
A rádiótechnika	
A hullámmozgás	56
A hanghullámok	57
Az elektromágneses hullámok	58
Az elektromos hangátvitel	60
A mikrofon	61
A hallgató	61
A telefon	62
	7

A rezgőkör	62
Csillapított rezgések	64
Csillapítatlan rezgések	65
Az antenna	65
A hullámhossz és a frekvencia összefüggése	66
A rádióállomás	67
A moduláció	68
Az adás	69
A rádióvétél	69
A rezonancia	69
A demoduláció	69
A detektoros vevő	71
Az egyenes vevő	71
A frekvenciaváltó vevő	72
A vevőkészülék érzékenysége	74
Az elektroncső	75
A dióda	75
A trióda	75
A többtrácós csövek	77
A korszerű televízió	
Képilek átvitele rádióhullámokkal	79
A frekvenciászűrésesség	79
A képlemszám és a sávzsélesség	80
Az elektronikus képbontás	81
A rádióhullámok	82
A rádióhullámok terjedése	82
Az egyes hullámterományok befogadóképessége	84
A képcső	86
A fluoreszkáló anyag	87
Az ioncsapda	88
Az elektronsugár eltérítése	88
A váltótoros letapogatás	91
Az elektronsugár vezérlése	93
A szinkronizáció	93
A képbontócső	94
Az ikonoszóóp	94
Az elektronsóksorozó	98
A képortlkon	99
A korszerű televízió-adás és -vétel elve	102
A televízió-adás	
Az adóállomás	105
Az adóantenna	105
A képadó	107
A hangadó	108
A frekvenciamoduláció	108
A magyar televízió főbb műszaki adatai	110
A stúdió	111
A kamera	113
A készülékterem	115
A filmkövetítés	117

A futópontos rendszer	118
A vidékonnal működő filmkövetítő berendezés	118
A stúdióon kívüli adás	119
A képrögzítés	123
A televízió-vétel	
A vevőkészülék működése	125
Az egyenes erősítészű televízió-vevőkészülék	125
A frekvenciaváltó televízió-vevőkészülék	128
A készülék áramellátása	129
A vevőkészülék üzemeltetése	131
A kezelógombok	131
A készülék üzembe helyezése	134
A nézési távolság	136
A vizsgátlókép	136
A televízió-antennák	
Általános tudnivalók	140
Az antenna adatai	144
A kereskedelemben kapható televízió-antennák	148
Az antennaeptéssel kapcsolatos tudnivalók	150
A szobantennák	150
A vételi hibák	
A készülékhibák	153
A készülék nem működik	153
Melyik csövet ellenőrizzuk	155
Egési szagok	156
A képhibák	156
A vevőantenna-hibái	158
A szellemkép	158
A visszaverőfelület helyének megállapítása	160
A zavarok	161
A fejlődés útja	
A képélesség határa	164
A képméret növelése	166
A vetített kép	166
A televízió-kép rögzítése mágneses szalagra	168
A televízió-adás hatósugarának növelése	171
A színes televízió	176
A színek	177
A színes kép	178
A színes televízió-rendszerek	180
A korszerű színes televízió	183
A három-elektronsugaras színes képcső	186
Az egy-elektronsugaras színes képcső	186
A lapos képcső	188
A háromdimenziós televízió	190
Az ipari televízió	192
Általános tudnivalók	192

A vidéken	194
A zárt rendszerű ipari televízió	195
Az ipari televízió alkalmazása	196
A videotelefon	197

FÜGGELÉK

Tudnivalók a képcsőről

A nagy távolságú televízió-vétel

A televízió-szabványok

Az OIRT-szabvány fontosabb adatai	204
A CCIR-szabvány fontosabb adatai	205
Az angol szabvány fontosabb adatai	205
A francia szabvány fontosabb adatai	206
Az amerikai szabvány fontosabb adatai	206
A televízió-szabványok összehasonlítása	207
Az európai országokban használt televízió-szabványok	207

B E V E Z E T É S

A Széchenyi-hegyi kirándulók figyelmét Kissé szokatlan épület ragadja meg, ehhez hasonló a budai hegyekben nemigen látható. A tizemeletnyi magasságú építmény tetejétől lepkeszárnyakra emlékeztető nyúlványokkal ellátott vasszerkezet emelkedik a magasba.

Ezt az épületet különben Budapest egész területéről is jól láthatjuk, ha megfelelő kilátóhelyet keresünk magunknak. A budapesti televízió-adóállomás „uralkodik” az egész város és környéke felett. Az épület tetején levő televízió-adóantenna a budapesti és Budapesthez közeli városok és falvak televízió-elfőltetőinek sugározza a műsort...

... A televízió-vevőkészülék előtt ülünk. A szobában csak egy asztali lámpa világít. Felhomály van. A készülék előlapján kékesfehér színben világít a képernyő. Ha eléggé közel hajolunk a képernyőhöz, igen vékony világító vonalakat láthatunk rajta, amint egymás alatt szorosan sorakoznak, és haladnak az ernyő egyik végétől a másikig.

Alig telik el pár perc, és az ernyőn megjelenik a budapesti televízió-adóállomás vizsgálóképe. Házigazdánk a kezelőgombokhoz nyúl, s az eddig elmosódott, ugráló képet élesre állítja. A kép most már kristálytisztán, nyugodtan áll az ernyőn. Közben a kísértőzene hangjai is felszendülnek. Olyan tisztán és természetesen hangzik a Rákóczi-induló, mintha a helyszínen hallgatnánk a zenekart. Ilyen jó minőségű, zavarmentes hangvisszaadáshoz nem szoktunk hozzá normál rádióvevő készülékünk hallgatása közben.

Elhangzanak a Rákóczi-induló utolsó akkordjai is. A vizsgálókép eltűnik az ernyőről, s helyében csinos, fiatal nő jelenik meg. Üdvözöl bennünket, és bejelenti, hogy a televízió-adó megkezdi műsorát...

Pillanatok alatt az Operaházban vagyunk. A színpadon az ismert, közkezdvelt színeszek játszanak. De a színeszeket nem a megszokott módon látjuk, nem egy helyről (valahonnan fentről az erkélyről vagy akár a páholyból), hanem előlről, oldalról, távolról vagy éppen nagyon közelről, néha pedig hátulról figyelhetjük őket.

Televízió-vevőkészülékünk hasonló könnyedséggel elvisz bennünket a Népszadionba is. Jelen lehetünk a nagy nemzetközi futballmérkőzéseken; csapatunk csatárait pár lépésnyi távolságról követhetjük, miközben valamilyen a szurkolók buzdírtásától kísérvé gólt rúg az ellenfél kapujába.

Láthatjuk a göllövő csatár arcán felragyogó örömet és a kapus elkéseredtségét is.

Vevőkészülékünk képernyőjét nézve, hihetetlen gyorsasággal és könnyedséggel száguldnunk egyik kaputól a másikig. Még ha sikerült volna is belépőjegyet szerezni, a játékot akkor sem nézhettük volna annyi nézőpontból, mint a televízióval; a mérkőzést a bíró, a játékos, a kapu mellett leselkedő fotóriporter vagy akár a labda „szemszögéből” is nézhettük.

Vevőkészülékünk képernyőjén láthatjuk az új filmek bemutatóit, a nagy zenekari hangversenyeket, a cirkuszi előadásokat és sok más nevezetes eseményt, amelyeknek megtekintésére közben nem juthatnánk el.

A technika e remekműve a tudósok sok évszázados munkájának köszönhető. De amíg megszületett a korszerű televízió, az embereknek sok-sok természeti jelenséget kellett felismerniök, a tudósoknak és kutatóknak számos fizikai, vegyszert és technikai kérdést megoldaniök és számtalan kísérletet elvégezniök.

Nos röviden, a korszerű televízió megvalósításához az alábbi feladatokat kell megoldani:

- a) a továbbítandó képről származó fénycsugárát átalakítani elektromos jelekké — úgynevezett képlejlekké;
 - b) a képlejlekek vezérelni az adóállomás által kisugárzott elektromágneses hullámokat (rádióhullámokat);
 - c) a vevőkészülék segítségével az elektromágneses hullámok energiáját visszaalakítani képlejlekké;
 - d) a képlejleket a továbbított kép fénycsugárjává változtatni.
- Hogyan sikerült az embereknek mindezt megoldaniök, hogyan szereztek meg az ehhez szükséges ismereteket, milyen utak vezettek a célhoz, azt ismertettük e könyvben.



TÖRTÉNELMI ÁTTEKINTÉS

A társadalom és a civilizáció sok évezredek története folyamán az emberekben állandóan megvolt az a törekvés, hogy mind újabb és újabb hírközlési lehetőségeket találjanak. A társadalom fejlődésével együtt fejlődtek a hírközlő eszközök, így a televízió is, amely elsősorban hírközlő eszköznek tekinthető. Ez is hosszú fejlődési utat tett meg, és sok idő telt el azóta, hogy őseink a legprimitívebb eszközökkel továbbították az első jeleket egészen addig, amíg el nem jutottak a modern televízióig.

A mai televízió elképzelhetetlen volna, ha nem ismernénk az optika, a mágnesség és az elektromosság törvényeit, szemünk és fülünk szerkezeti felépítését és működését. Nem beszélhetnénk televízió-műsorszórásról, ha nem találják volna fel a távirót, a telefont, a mozi, a rádiót és a képtávirót. Számtalan nagyobb és kisebb felfedezés előzte meg tehát a televíziót.

Hogy a televízió-adás és -vétel elvét valójában megérthessük, beszélünk kell röviden azokról az ismeretekről, amelyek a televízió megvalósításával szorosan összefüggnek.

Mindenekezlött felmerülhet a kérdés: milyen idős is tulajdonképpen a távolbaltást? Nos, erről a következőket mondhatjuk:

Nálunk csak az utóbbi években kezdtek beszélni szélesebb körökben a televízióról. Az első kísérleti televízió-adások csak pár évvel ezelőtt indultak meg. A második világháború befejezése után azonban mind gyakrabban találkoztunk olyan újságcikkekkel, amelyek a külföldi televízió-adásokról számoltak be. A szakemberek a televízió-technika területén már néhány évtizede dolgoznak, egyes tudósok és feltalálók már több, mint 50 éve. A mozgóképek továbbítására szolgáló berendezés első terve pedig már 75 év-nél is idősebb.

Azok a tudományágak, szakterületek és felfedezések, amelyek a távolbaltás megvalósítását lehetővé tették, egyes esetekben több évszázadosak, esetleg évezredek.

Kezdjük tehát a legelejen.

Az optika

A televízió története akkor kezdődött, amikor néhány ezer évvel ezelőtt az ember tudatosan kezdte megfigyelni az optikai, mágnesses és elektromos jelenségeket; ezek ugyanis a televízió-technika alapjai.

Amikor az optikai, mágnességi és elektromossági megfigyeléseket az emberek értékelni kezdték, és a jelenségeket egymással összefüggésbe hozták, csodálatra méltó dolgoknak lettek tanúi. Egy más után születtek a felfedezések. Az eredmények: új eszközök és találmányok az ember életét könnyítették meg, és biztosították a fejlődés további útját.

Az optikai jelenségeket az emberek már régen megfigyelték. Őseink a víz fölé hajolva tükröképüket látták. Eleinte feltétlenül megijedtek tőle, később azonban rájöttek, hogy ez saját képük, ami csodálatos módon keletkezett, s félelem helyett meglepődés fogta el őket.

Sokkal később, amikor az emberek megismerték a fémeket, és fém-készítményeket kezdtek gyártani, az első tárgyak egyike a tükör volt — simára csiszolt réz- vagy bronzlemez. A tükörrel fényfoltot lehet vetíteni. Az embereket érdekelni kezdte ez a jelenség. Eleinte csak szórakozásból, később pedig komolyan kezdték tanulmányozni.

Viszonylag rövid idő alatt állapították meg a fényvisszaverődés és a fénytörés törvényeit. Megmagyarázták olyan egyszerű jelenségeket, mint pl. a félig vízbe merített pálcá látszólagos törését.

A múlt század végén az archeológusok ásatásokat végeztek azokon a helyeken, ahol valamikor Asszíría fővárosa, Ninive állott. A sok ritka lelet közül különösen egy ragadta meg a figyelmüket. Ez egy kvarckristály volt, amelyet kétségtelenül emberi kéz csiszolt lencse alakúra. A fénysugarak, miközben áthaladnak az ilyen lencsén, megtörnek és egy pontban, a fókuszban összpontosulnak. Ha a lencse által összegyűjtött napsugárakat könnyen gyulladó anyagra irányítjuk, az hamarosan meggyullad. Gyermekkorunkban ezt bizonyára már sokszor kipróbáltuk.

A lencsét, a nagyítótüveget tehát már a régi asszírok is ismerték. Minden bizonytal ismerték a fény egyéb alaptörvényeit, valamint az optikai jelenségek más törvényszerűségeit is.

A középkorban a tudomány és kultúra egyik központja Arábia volt. A VII. században az arabok hatalmas, kulturált birodalmat teremtettek. A régi görög és római kultúrából sok mindent átvetettek, a tudományt tovább fejlesztették.

1000 körül Arábiában élt *Alhazen* tudós, aki elsőnek kezdte tanulmányozni az emberi szem felépítését. Ő adta meg elsőnek a látsi folyamat helyes magyarázatát, és megdöntötte azt a régi felfogást, miszerint a szem láthatatlan sugarakat bocsát ki magából. A régi elképzelés szerint ugyanis az emberi szemből kisugárzott láthatatlan sugarak a rovarok tapintóihoz hasonlóan tapogatóják végig a környező tárgyakat, s így szerzünk benyomásokat a külvilágról. *Alhazen* bebizonyította, hogy éppen ellenkezőleg: a

környező tárgyakról visszavert fénysugarak szemünkbe kerülnek, és ott látás benyomást keltenek. Ez a megállapítás volt az alap, amelyre a távolblátás bonyolult megoldását a későbbiekben helyezték.

Az arabok azonban nemcsak a szemet és a látás mechanizmusát tanulmányozták, hanem foglalkoztak az optika egyéb területeivel is. *Alhazen* említi meg elsőnek munkájában a nagyítótüveget, a szemtüveget, melyet csak 250 évvel később ajánlott rosszul látó kortársainak a neves angol fizikus és filozófus, *R. Bacon*.

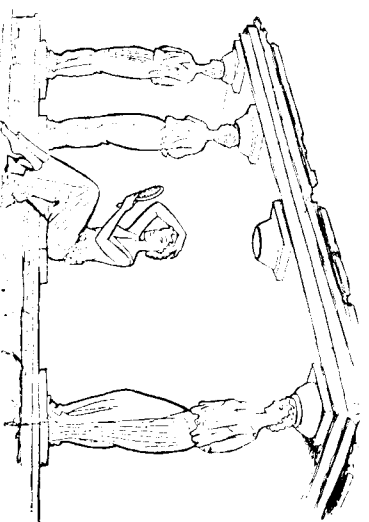
A középkor tudósai közül külön meg kell még említenünk *Leonardo da Vincit*, a nagy gondolkodót és művészt. Ő már 1470-ben felfedezte az emberi szem néhány igen meglepő sajátosságát.

Szemünk nem olyan tökéletes, mint gondolnánk. Nem képes pl. követni a gyorsan mozgó tárgyakat, de a látottakat a benyomás megszűnte után is megtartja egy darabig. A szem érzékenysége sem egyenletes. Sötétben, homályban nem különbözteti meg a színeket. Igaz azonban, hogy szemünk érzékenysége igen nagy; megkülönbözteti a legkisebb világosságváltozásokat is, és még nagy távolságokból is képes meglátni a gyertyafényt. A szem a látott képből azonban csak a középső részt látja élesen. Ahhoz, hogy az egész képet egyforma tisztán lássuk, szemünket állandóan mozgatnunk kell, szemünkkel a képet végig kell tapogatnunk.

A szem csodálatra méltó szerkezet, de ugyanakkor fizikai szempontból tökéletlen. Ezt a tökéletlenséget az agy helyesbíti. Ezért látjuk a tárgyakat helyesen, és nem vesszük észre a szem tökéletlenségét. Nem tudjuk, hogyan látnánk akkor, ha egy szép napon megszűnnének szemünk tökéletlenségei. Valószínűleg le kellene mondanunk a mozirol és a televízióról, ezek ugyanis szemünk említett tökéletlenségeit hasznosítják, mint a későbbiekben majd látjuk.

A televíziót illetően jelentős esemény történt 1666-ban is. Ekkor fejezte be *Newton*, neves angol tudós, klasszikus kísérleteit az üvegprizmán átbocsátott fehér fény színspektrumának tanulmányozásával kapcsolatban. *Newton* ugyanis észlelte, hogy az üvegprizmán átbocsátott fehér fénysugarak felbomlanak a szírvárvány színeire. Ebből azt a következtetést vonta le, hogy a fehér napfény aszilvánávvá valamennyi színének sugaraiból tevődik össze. Kísérleteiben a prizmánál egyéb szerepe nem volt, mint hogy a fehér színt összetevőire bontsa.

Amikor ugyanis az így felbontott sugarakat egy másik prizmával újból összegyűjtötte, ismét fehér színt kapott. E felfedezésnek nagy fontosságát majd csak akkor fogjuk látni, amikor a színes televízióról beszélünk.



A mágnesség és az elektromosság

Most gondoljunk egy pillanatra az ógörög Magnétia város lakosaira. E gazdag város lakói időszámításunk előtt a VII—VI. sz.-ban az egyéb árukon kívül csodakövekkel is kereskedtek. A várost környező hegyekben ugyanis néha olyan követeket találtak, amelyek „csodálatra méltó módon viselkedtek”. Ha egy ilyen „csodakő” közelébe vasdarabot helyeztek, azt a kő magához rántotta. A vasdarabot csak erővel lehetett eltávolítani tőle. Ez a szokatlan jelenség annyira megragadta az emberek képzeletét, hogy a legfantasztikusabb mondák és híresztelések terjedtek el.

Ezek közül megemlíthjük a vasszegecs saruban járó pástor legendáját. Ő a hegyek között csatangolva egy sziklához „ragadt”. Helyéről csak akkor tudott elmozdulni, amikor lábát kioldotta a saruból. Ugyanakkor a tengérszék között az a hiedelem terjedt el, hogy a tengerben vannak olyan sziklák, amelyek mellett nem szabad vasszegekkel szegezett hajókkal elhajózni. Ha a hajó ilyen sziklát közelít meg, a szegeket a szikla magához rántja, és a hajó darabokra esik szét.

Nos a „csodakövek”, amelyeket a görögök találtak, nem voltak kövek. Ez mágneses vasérc volt, pontosabban vasoxid. A „mágneses” elnevezés Magnétia város nevéből származik.

A mágnés azonban Kinában már régebben ismeretes volt. Míg a görög filozófusok és tudósok azon fáradoztak, hogy felfogják a mágnés csodálatos sajátosságát, addig a kínaiak ezt már régen gyakorlati célokra használták, nevezetesen irányjelzésre. Segítségével a tengerészek és az utasok Észak-Dél irányát határozták meg. Erről az időszámításunk előtt kb. 1100-ban írt kínai feljegyzések tanúskodnak.

A mágneses iránytűt a kínaiaktól az arabok vették át, tőlük pedig az európaiak.

A XVI. sz. végéig azonban a mágnességéről csak három dolog volt ismeretes:

- a mágnés egyes fémeket, pl. a vasat magához vonzza;
- ha egy vasdarab a mágneshoz ér, az maga is mágneses lesz;
- a mágnésből készített nyílacska egyik végével mindig az északi irányt mutatja.

A mágneses jelenség első felhasználása után 30 évszázaddal megszületett az elektrorechnika, amely nagy részben a mágneses jelenségeket használja. Az utóbbi évszázadokban sokkal többet tudtunk meg a mágnességéről, mint azt az megelőző három évszázad alatt.

*

Az időszámításunk előtti VI. században *Thales*, neves matematikus és filozófus, az ókori Görögország egyik legnagyobb tudósán, tanítványával a

mágneshoz hasonló csodálatos követeket keresett. Fáradozása nem volt hiábaválgó. A talált kövek azonban nem hasonlítottak a mágneshoz. Pirosas sárgásbarna színűek és a mágnésnél sokkal könnyebbek voltak, a tűzben pedig elégtelenek. A tenger hullámai sodorták ezeket partra. Amikor *Thales* a tengeri moszattól és homoktól megtisztítani akarván, gyapjúszövetű kontóse szélvel megörölte őket, csoda történt: a hajszálak, a porzsemegek, a száraz fűszálak a kövekhez ugrottak, hozzájuk tapadtak, majd rövid idő múlva elváltak tőlük. Ez hasonlított a mágnés által előidézett jelenséghez, de ezek a kövek olyan anyagokat vonzottak, amelyeket a mágnés nem rántott magához.

A talált kő borostyánkő volt. A borostyánkőben néha kőrisbogarakat vagy más rovarokat találhatunk. Jelenlétük érthető, mivel a borostyánkő tulajdonképpen nem kő, hanem növényi gyanta, mely valamikor vékony réteggel borította majdánem az egész szárazföldet. A kőrisbogarak nem ismerve a rájuk váró veszélyt, rászálltak a gyantarétegre, hozzáragadtak, és elsüllyedtek benne. A megkövesedett gyantában a kőrisbogarak olyanok maradtak, amilyenek milliónyi évekkal ezelőtt voltak.

Ha a borostyánkövet megdörzsöljük, elektromos töltést vesz fel. Ezzel magyarázható az a jelenség, hogy magához ragadja a könnyű tárgyakat.

Az elektromosság elnevezés az „elektron” szóból ered. Az ókori görögök így nevezték ugyanis a borostyánkövet. A borostyánkővel kapcsolatos jelenségek képezik az elektrorechnika másik fontosabb alapját.

(Megjegyezzük, hogy 1891 óta elektronnak nevezük az akkoriban legkisebbnek vélt anyagi részecskét, amely az elemi negatív töltéshordozó.) Az idők folyamán a borostyánkővel, a dörzselektromossággal a tudósok még sokat foglalkoztak. A XVII. századig azonban nem sokra mentek vele.

Egyszerű kis eszközökkel már sikerült szikrát kelteni, amikor *O. Guericke*, Magdeburg város polgármestere, akinek nevével a vákuummal kapcsolatban még találkozni fogunk, olyan gépet szerkesztett, amellyel képes volt előállítani a „láthatatlan elektromos folyadékot”. Ilyen folyadék jelenlétének tulajdonították ugyanis a megdörzsölt anyagok azon tulajdonságát, hogy kis tárgyakat képesek magukhoz ragadni.

Guericke olvasztott kénből gyermekfeji nagyságú gömböt öntetett, azt kősörűtkő módjára forgatókarral ellátott tengelyre helyezte, és faállványra szerelte fel. Mikor a gömböt gyorsan forgatni kezdte, és tenyerét hozzászorítva megdörzsölte azt, a gömb erősen megtelt elektromossággal. Ezek után a gömb képes volt bolyhoknál nagyobb tárgyakat is magához vonzani.

Ez volt az első elektrostatikus gép, amelyik alkalmas volt nagyobb elektromos töltések előállítására. A kapott energia természetesen jelentéktelen volt.

A dörzselektromossággal kapcsolatban itt még csak annyit említhetünk meg: néhány tudós megfigyelte, hogy a megdörzsölt borostyán pattogással kísért apró szikrákat vet. Mikor ezt a jelenséget az elektromos gépekkel kapcsolatban tanulmányozni kezdték, azt a feltételezést hangúlyozták, hogy

a jelenség kicsiben ugyanaz, mint a földünkön minden percben milliószorta nagyobb mértékben észlelhető jelenség, a villám. Azt kezdték hinni, hogy a borostyán felületéről vetett kis szikrák miniatűr villámlások, a pattogás pedig azonos a mennydörgéssel. E feltételezésnek a helyessége azonban csak a következő században bizonyosodott be.

A világító anyagok, a légritkított tér

Ki ne hallott volna az alkímistákról, a középkor vegyészéről? Azt is tudjuk, mi volt működésük fő célja. Meg akarták találni annak módját, hogyan lehet az anyagokat átváltoztatni, de főleg azt, miként lehet a legjelentéktelenebb kövecskét is arannyá változtatni. Ma már tudjuk, hogy az alkímisták munkálkodása minden tudományos alapot nélkülözött, főleg „varázslatokra” alapult, és kotyvasztásokból állt. Aranyat nem sikerült gyártaniuk, de azért munkálkodásuk mégsem maradt haszontalan.

Tevékenykedésük során az alkímisták számos hasznos dolgot fedeztek fel, munkájukkal lerakták a korszerű vegyészeti alapját.

Az alkímisták figyelmét különösen a foszfor kötötte le, mivel minden, ami ezzel kapcsolatba került, világított, égett, füstölt vagy robbant...

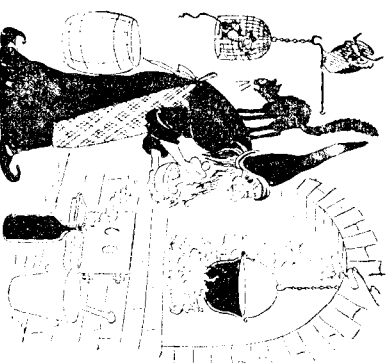
A foszfor a sötétben világít anélkül, hogy égne. Annak idején ez elegendő volt ahhoz, hogy a foszforban valamilyen titokzatos erőt gyanítsanak, amelynek segítségével esetleg az aranyat is előállíthatják. Az alkímistákat tehát a foszfor különös képen érdekelte.

A foszfor után más anyagokat is találtak, amelyek a foszforhoz hasonlóan fénylettek, „foszforeszkáltak”. A vegyészek ma már úgyszólván bármilyen „varázslatra” is képesek a foszforeszkálással kapcsolatban. A legkülönbözőbb színekben világító anyagokat képesek előállítani, rendelkezésünkre tudnak bocsátani olyan anyagokat is, amelyek csak adott körülmények között, meghatározott behatásokra világítanak, annyi ideig, ameddig éppen szükséges.

A televízió-technikában ezeknek a világító anyagoknak igen fontos szerepük van. Ezekkel vonjuk be a televízióképcső ernyőjét. Segítségükkel látjuk a képcső ernyőjén a képeket.

*

Guericke polgármester nevét már említettük. Dicsősége nem is annyira elektromos gépének megszerkesztéséhez fűződik, mint inkább a fizikai könyvekben „magdeburgi félgömbök” elnevezés



AZ ELEKTROTECHNIKA

A feszültség és az áram

Mint az eddigiekből láthatjuk, a mágnességgel és az elektromossággal kapcsolatos leggyeszertőbb jelenségeket az emberek már sok-sok évszázad óta ismerik. E jelenségeket azonban egészen a XVIII. századig nem tudták kellőképpen megmagyarázni, egymással összefüggésbe hozni, még kevésbé gyakorlatilag felhasználni. Az elektromosságot valamilyen láthatatlan folyadékknak vélték. Tanulmányozni nem tudták, mert az elektromosságból megfelelő mennyiséget nem voltak képesek összegyűjteni.

A megdörzsölt borostyánkő felületén keletkezett elektromos töltés csak kis szikrázásra és pattogásra volt képes. Nagyon gyenge volt, hiszen csak kis bolyhokat, szájakat tudott vonzani.

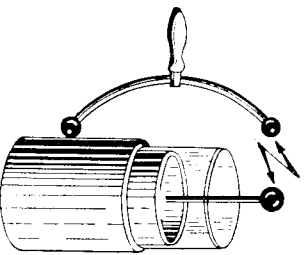
Az elektromosság tanulmányozásához tehát valamilyen módon nagyobb mennyiségű „láthatatlan folyadékot” kellett volna összegyűjteni. Ehhez azonban megfelelő edényt kellett készíteni.

Az elektromosság gyűjtésére alkalmas első „edényt” Hollandiában, a leydeni egyetemen készítették el. Innen ered a fizikai könyvekből ismert „leydeni palack” elnevezés.

A leydeni palack olyan üvegedény, amelynek belső és külső oldalához vékony ólmenez simul (1. ábra). Amikor a palack fegyverzetet, a belső és külső lemezt elektromos gép póliusáival kötötték össze, azok elektromos töltést vettek fel. Az így felvett töltést a palack viszonylag hosszú időn keresztül képes volt megtartani.

A palackban összegyűjtött elektromos töltést a fegyverzetek rövidrezárásával sütötték ki. Kisütés közben azonban azt észlelték, hogy rossz érintkezés esetén erős szikrázás és pattogás keletkezik. Mintha az elektromos gép póliusait zárták volna rövidre. A leydeni palack tehát átvette az elektromos gép töltését, s azt tárolta.

A leydeni palackkal kapcsolatos jelenségeket tanulmányozva a tudósok hamarosan megállapították, hogy elektromos belsőállapotok, vagyis kapacitás annál nagyobb, mennél nagyobbak a méretei, pontosabban mennél



1. ábra. Leydeni palack

nagyobbak a fegyverzetek felületi és mennél vékonyabb az ezeket szétválasztó üveg — mennél közelebb vannak tehát a fegyverzetek egymáshoz. A kísérleteket a leydeni palackkal és az elektromossággal szorgalmasan folytatták. Amikor több palackot párhuzamosan összekötöttek egymással, már annyi elektromos töltést tudtak összegyűjteni, hogy azt vezetékben 3 km-es távolságra lehetett továbbítani. Eközben észlelték azt is, hogy amíg a töltés a vezeték egyik végétől eljut a másik végéig, bizonyos idő eltelik, ez az idő azonban olyan rövid, hogy akkoriban még mérni sem tudták. (Csak sokkal később sikerült megállapítani az elektromosság terjedési sebességét. Ez szabadtéri terjedés esetén egyenlő a fény terjedési sebességével, tehát 300 000 km/s. Vezetéken való terjedéskor azonban — a vezeték felépítésétől függően — kisebb ennél.)

A XVIII. század közepén tehát a tudósok eljuttottak odáig, hogy elektromos géppel már nagyobb mennyiségű dörzselektromosságot képesek voltak előállítani, ezt a leydeni palackban el is tudták raktározni és vezetékben nagyobb távolságra továbbítani. De az elektromosság erőssége viszonylag még akkor is kicsiny volt, amikor már több leydeni palackot kapcsoláltak össze. A kapott szikrákat nem lehetett összehasonlítani a viharos égen látható nagy „szikrákkal”.

Ekkor kezdte el kísérleteit Lomonoszov, orosz akadémikus a nagy erősségű elektromos szikrák előállítására.

Lomonoszov laboratóriumának tetőszerkezetébe szigetelt fémrudat építtetett be. A fémrúd egyik vége magasba emelkedett az épület teteje fölé, a másik vége pedig laboratóriumában volt. Vihar esetén a fémrúdból vakító fényességű szikrákat kapott. A szikrázást ágyúdörgehez hasonló hang kísérte.

Kísérletei során Lomonoszov arra a meggyőződésre jutott, hogy a villámlás és az elektromos gépek segítségével kapott szikrázás azonos jelenség. A mesterségesen előállított elektromosság és a légköri elektromosság között mibenléti különbség nincs. Különbség csupán a töltés nagyságában van.

Lomonoszov 1753-ban „Az elektromos erőktől keletkező légköri jelenségekről” írt tanulmányában megcáfolta az akkoriban elterjedt felfogást, miszerint a hó, a fény és az elektromosság folyadék. E munkájában azt a helyes álláspontot képviseli, hogy a hó, akárcsak az elektromosság, kis anyagi részecskékből áll.

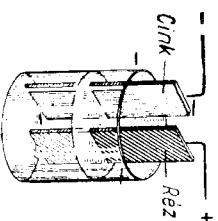
A XVIII. sz. végéig azonban az elektromossági kísérletek továbbra is csak az elektromos töltésekre vonatkoznak. A kapott elektromos töltések azonban pillanatok alatt eltűntek, ha a leydeni palack fegyverzetét rövidrezárták vagy földelték. A fiatal tudományág szempontjából csak a XIX. század jelentett nagy fordulatot. Ekkor az elektromosság területén tett felfedezések már olyan gyorsan követik egymást, hogy újszólván az egész civilizációt forradalmasították.

Egy alkalommal *Galvani* olasz orvosprofesszor laboratóriumában tanítványaival a béka testét tanulmányozta, s a következő csodálatos felfedezést tette: amikor késével a béka combidegéhez ért, ennek lába elkezdett görcsösen rángatózni — éppen úgy, mint az élő béka lába. Természetesen a jelenség olyan érdekes volt, hogy rögtön elkezdte annak okát keresni. Azt tapasztalta, hogy a béka lábai mindig akkor kezdtek rángatózni (ha késsel az ideghez ért), amikor a jelenlevők közül valaki az elektromos gépből szikrát húzott. Ebből azt következtette, hogy a béka izmai erősen összehúzódnak, amikor az izmok idegeire elektromosság hat.

Ezt különben mi is tapasztalhattuk, ha kezünkkel véletlenül villanyvezeteket érintettünk. Az elektromosság hatására izmaink görcsösen összehúzódnak, úgyhogy kezünket elkapjuk a vezetéktől. De előfordulhat az is, hogy a vezeték érintésekor kezünk olyan görcsösen ragad a vezetékhez, hogy azt nem tudjuk elereszteni. Ennek gyakran halál is lehet a következménye: az elektromosság megállítja szívütködésünket.

Miután a békacomb rángatózásának az okát *Galvani* helyesen állapította meg, hamarosan egy újabb jelenséget is észlelt. Ennek magyarázatában azonban tévedett.

A preparált békákat egy alkalommal *Galvani* vaskampóval erkélye rézkérfésére akasztotta. Az elektromos gép nem dolgozott, vihar sem volt, s a békaláb mégis rángatózott. *Galvani* ekkor azt a megállapítást tette, hogy az elektromosság magában a békában van, és az élőlények a



2. ábra. A legegyszerűbb áramforrás

+ testükben keletkező elektromosság hatására mozognak. Megfigyeléseit *Galvani* 1791-ben tette közzé. A tudósok körében tanulmánya nagy feltűnést keltett. Ennek hatására kezdte el *Volta*, egy másik olasz tudós is kísérleteit.

Kísérletei során *Volta* megfigyelte, hogy a béka lába a leydeni palack egészen gyenge töltésének hatására is mozog. De mozog akkor is, ha a béka lábához fém tárgyakkal ér, pl. különböző fémekből készült csipesszel és késsel.

Volta ebből arra következtetett, hogy az elektromosság nem a békában keletkezik — mint azt *Galvani* állította —, hanem a békacomb rángatózása a külféle fémek érintkezésének eredménye.

Volta tehát újabb irányban folytatta kísérleteit. Cink- és rézlemez közé sós vízben, majd alkalommal gyengén lúgos vízben áztatott posztót helyezett (2. ábra). Ekkor azt észlelte, hogy a lemezek az elektromosság állandó forrásaként viselkednek. Eltérően a leydeni palacktól, amelyet a rövid ideig tartó kisülés után mindig újból fel kellett tölteni elektromos gép segítségével, e lemezek huzamosabb ideig is képesek voltak elektromosságot szolgáltatni.

Több cink- és rézlemezpárt egymással sorbakötve, *Volta* meglehetősen

nagyfeszültségű áramforrást kapott. Amikor ezeket párhuzamosan kötötte, a kapott áramerősség megnőtt.

Ily módon állította elő *Volta* az első egyenfeszültségű áramforrást, sok-sok évszázaddal a megdörzsölt borostyán elektromos töltésének észlelése után. Ezt az elektromosságot sós vagy lúgos oldatba merített külféle fémlemezek szolgáltatták. A készüléket *volta-oszlopnak* nevezték.

Ma már tudjuk, hogy a béka lábizmai mind az elektromos géptől vagy a leydeni palacktól származó elektromosságtól, mind pedig a külféle fémek érintkezésétől származó elektromosságtól is összehúzódhatnak.

A tudomány csak sokkal később állapította meg, hogy az élőlények izmainak összehúzódásakor azokban igen gyenge elektromos feszültségek keletkeznek. *Galvani* azonban nem erre gondolt. Úgyszintén a tudomány már azt is megállapította, hogy a *Volta* által szerkesztett telep nem a két fém érintésének következtében adta a feszültséget, hanem az vegyi folyamatok következménye. Az ismertett egyenáramforrást a későbbiekben *galván-elemnek* nevezték el.

Galvani és *Volta* felfedezései, az elektromosság folyamatos termelésére képes elemek, megváltoztatták a kísérletek további jellegét. A tudósok most már véglegesen megegyeztek abban, hogy a cink- és rézlemez összekötő vezetékén valami folyik. Ez a „valami” képes volt arra, hogy felmelegítse, sőt el is olvassza a vékony fémhuzalt. Következésképpen az elektromosságnak éppen úgy, mint a hőnek, *energia* van, amely munka elvégzésére képes.

A folyó vízhez hasonlóan a volta-oszlop által előállított elektromos energia is állandóan „áramlik”; ennek alapján nevezték el ezt az energiát *dramának*. Ezzel kapcsolatban merült fel az *áramerősség* fogalma is; ez a víz folyásának erősségével hasonlítható össze. Az áramerősség *egysége az amper (A)*.

Az elektromos töltések *feszültsége* azzal a *magassággal* hasonlítható össze, amelyről a víz folyását megkezdte, és amelyről a víz folyásának *gyorsasága függ*. A *feszültség* *egysége a volt (V)*.

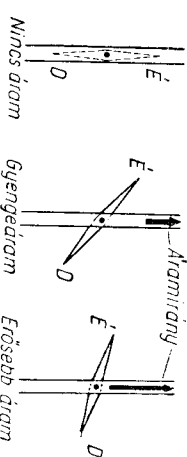
A különböző vastagságú és anyagú vezetékek ellendílása az árammal szemben a folyó medrében levő sziklák és egyéb torlaszok okozta vízfolyási akadályokkal hasonlítható össze. Az elektromos ellenállás *egysége az ohm (Ω)*.

Az elektromos *teljesítmény* fogalma pedig a folyó áramlásának teljesítményével hasonlítható össze, amely a vízmalmok lapátjait képes forgatni. *Egysége a watt (W)*, az áramerősség és a feszültség szorzata ($W = A \cdot V$).

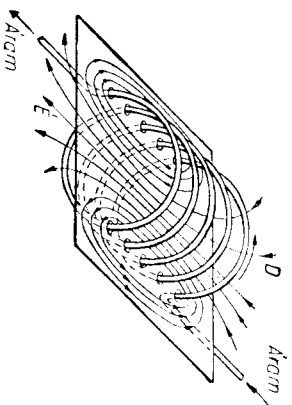
Az elektromágnes

A mágneses és az elektromos jelenségek sok évezredes megfigyelése alatt az emberek nem gondoltak arra, hogy e két természeti jelenség között létezik-e valamilyen kapcsolat. Csak annyi hasonlatosságot észleltek közöttük, hogy mind a mágnesség, mind az elektromosság képes egyes tárgyakat vonzani (a mágnes vasdarabokat, az elektromos töltésű tárgyak pedig könnyű pelyheket és hajszálakat). Az egyik hatása állandó, a másiké pedig csak addig tart, amíg el nem veszíti töltését.

Az egyenáramú elektromos áramforrás felalálása ez irányban is továbbfejlesztette az elektromosság ismeretét.



3. ábra. A mágnesű kitérőe elektromos áram hatására



4. ábra. Tekercs mágneses erőtere

sebb az áram, a tű annál nagyobb mértékben tér ki. Ha az áramerősség elegendően nagy, a mágnesű a vezetékre majdnem merőleges irányba áll be.

Oersted e kísérletekkel kapcsolatban jutott arra a gondolatra, hogy az áram által létesített mágneses erőteret gyűrű alakú erővonalakkal lehet ábrázolni (4. ábra).

A mágneses erőteret, a mágnességet tehát az elektromos áram is létrehozhatja. Nemsokára ezután már el is készítették az első *elektromágnesset*. Egy lágyvasrúd köré vezetőket tekercseltek, és a tekercsen áramot vezetve át a lágyvasrúd mágneses lett (5. ábra). Amikor az áram megszűnt, a lágyvasrúd elvesztette mágneses tulajdonságait. A tekercsben folyó áram irányának

felalálása ez irányban is továbbfejlesztette az elektromosság ismeretét.

Oersted koppenhágai fizikus egyike volt az elsőeknek, akik a mágneses és az elektromos jelenségek közötti összefüggést kutatni kezdték. 1819-ben nagy-szerű felfedezést tett: észrevette, hogy ha a mágnesű felett levő vezetéken áram folyik, a tű mozogni kezd, és a vezeték irányára merőlegesen igyekszik elhelyezkedni. Amikor az áramot kikapcsolta, a mágnesű elfoglalta eredeti helyzetét (3. ábra). Kísérletei során megállapította, hogy az elektromos áram, miközben a vezetéken átfolyik, a vezeték körül mágneses erőteret létesít. A mágnesű az áram irányától függően tér ki az egyik vagy másik oldalra. Mennél erő-

megváltoztatásakor pedig megváltozott a mágnesség polaritása; az északi pólus délivé vált, a déli pedig északivá.

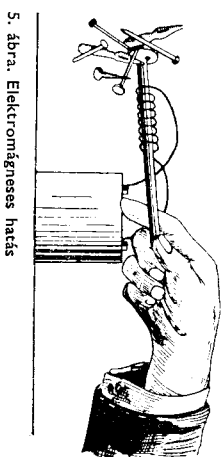
Alig egy évvel Oersted felfedezése után Ampère francia akadémikus megállapította, hogy két párhuzamos vezeték, amelyekben azonos irányú áram folyik át, vonzza egymást; ha azonban a vezetékben folyó áram irányát ellentétes, taszítják egymást.

Behízonította, hogy az elektromos áram nemcsak mágneses erőteret létesít a vezeték körül és mágnessé váltkoztatja a tekercset még vasmag nélküli is, hanem mozgást is létrehozhat, mivel két ilyen tekercs úgy viselkedik, mint két mágnes. Ez reményt kellett a tudósokban, hogy majd sikerül olyan gépet építeni, amellyel az elektromosság által keltett mágnesség hatására munkát végezhetünk. (Ezen törekvéseket, mint tudjuk, siker koronázta.)

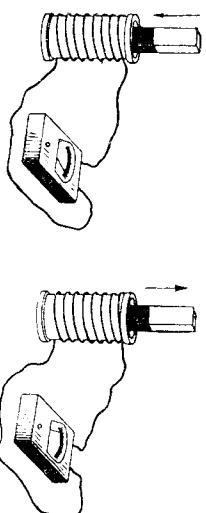
Faraday angol tudós célul tűzte ki, hogy mágnesség segítségével elektromosságot állít elő. Úgy okoskodott, hogy ha a vezetéken átfolyó áram hatására mágnesség keletkezik, miért ne lehetne mágnes segítségével elektromos feszültséget előállítani?

Kiartó, rendszeres munkája eredményéhez vezetett. Ha tekercs belsejébe állandó mágnesset tolt be, azt észlelte, hogy a tekercs végeihez kapcsolt műszer mutatója kileng, majd újból visszatér eredeti helyére. Ha pedig a mágnesset a tekercsből kihúzza, a jelenség megismétlődött, de ez alkalommal a műszermutató ellenkező irányba lengett ki (6. ábra).

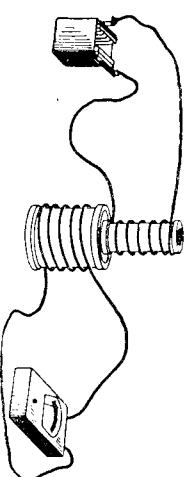
Egy másik alkalommal Faraday állandó mágnes helyett elektromágnesset használt. Amikor ezt a műszerhez kapcsolt tekercsben mozgatta, a műszer mutatója éppen úgy viselkedett, mint amikor a tekercsben állandó mágnesset mozgattott (7. ábra).



5. ábra. Elektromágneses hatás



6. ábra. A mágnes mozgásának hatására elektromos feszültség keletkezik

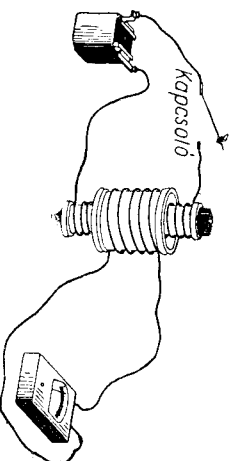


7. ábra. A műszer mutatója kileng, ha a tekercsben elektromágnesset mozgattunk

A mágnesség tehát elektromosságot létesít. Igaz, ehhez a mágne-
st állandóan mozgatni kellett. Kísérletei során *Faraday* azt is észlelte, hogy a
műszermutató kilengése sokkal nagyobb, ha a mozgó tekercs belsejében
lágvas van.

Faraday éveken át folytatott kísérletei után felállította azokat a törvé-
nyeket, amelyek az elektrotechnikának — az elektromosság gyakorlati
alkalmazásának — alapjai.

A kísérletek alátámasztották azt a feltételezést, mely szerint a tekercs-
ben azért keletkezik elektromos feszültség, mert a mágnes mozgásakor a



8. ábra. A műszer mutatója kileng,
ha az áramkört bontjuk vagy zárjuk

műszerhez kapcsolta. Amikor az első tekercs áramkörét ki- vagy bekapcsolta,
a második tekercsben — amelyet fémesen nem kötött össze az első tekercssel
— elektromos feszültség keletkezett, amelynek hatására a műszeren áram
folylt. Ez az áram az első tekercs áramkörének zárásakor az egyik irányba,
bontásakor pedig a másik irányba folylt (8. ábra).

E jelenségnek az a magyarázata, hogy az első tekercs áramkörének
zárásakor, ill. bontásakor keletkező, ill. megszűnő mágneses erőter erővona-
lai metszik a második tekercs meneteit, és azokban váltakozó irányú feszült-
séget létesítenek. Ennek az *elektromágneses indukció* néven ismert jelenségnek
az elektrotechnikában rendkívül fontos szerepe van.

Faraday kísérletei végül is teljesen tisztázták a mágnesség és az elekt-
romosság közötti kapcsolatot. A mágneses, az elektromos és az egyéb fontos
jelenségek és felfedezések pedig lehetővé tették azoknak az értékes talá-
lásoknak a megvalósítását, amelyeket a generátorról és motortól kezdve
a villanyvilágítás, a telefonon, a rádióon és a mozin keresztül egészen a
televízióig sorolhatnánk.

A korpuszkuláris sugárzás

Bár *Faraday* a mágnességgel és az elektromossággal kapcsolatban
sok kérdést tisztázott, lefektette az elektrotechnika alaptörvényeit, és
lehetővé tette az elektromosság gyakorlati felhasználását, a tudomány még
sok, látszólag egyszerű kérdésre nem tudott feleletet adni. Ilyenek voltak
többek között: miért melegít a tűz, mi a fény, miből vannak a körülöttünk
lévő tárgyak, mi maga az elektromosság stb. Érthető volt tehát, hogy a
tudósok és kutatók lázasan folytatták munkájukat. Kutattak, kísérleteztek,
és választ próbáltak adni a sok nyitott kérdésre.

Akkoriban már ismeretes volt, hogy normál nyomású levegőn vagy
gázon keresztül az elektromos áram nem terjed. De mi történik ritkított
levegővel vagy gázzal megtöltött csőben? Miközben a kísérleteket ez irányban
folytatták, a kutatók sok újabb jelenséget figyeltek meg.

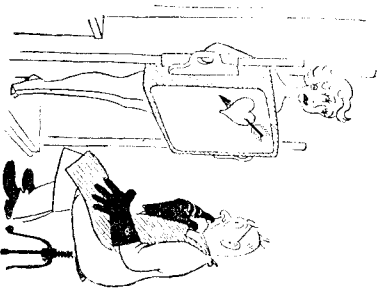
A XIX. sz. derekán *Geissler* német fizikus üvegcsövet készített, amely-
nek végibe fémlapokkal végződő fémhuzalokat forrasztott. A csőből a
levegőt ki lehetett szívattyúzni. A cső kivezetéseit nagyfeszültségű elektromos
gép pólusaihoz kapcsolta, majd a levegőt kezdte kiszivattyúzni. Ekkor azt
észlelte, hogy a gép pozitív pólusához kapcsolt lemez, az anódlémez körül
gyenge fény jelentkezik. A fény színe attól függött, hogy a csövet milyen
gázzal töltötte meg. Amilyen mértékben ritkult a csőben levő gáz, úgy vál-
tozott a fény: kezdetben kitöltötte az egész csövet, majd a negatív lemez, a
katódlémez környéke mindinkább elsötétedett, végül pedig a fény teljesen
megszűnt.

Megfigyelték: mihelyt a fény megjelenik, a csőön keresztül gyenge
áram kezd folyni. Az áramerősség annál inkább nőtt, mennél jobban ritkult
a gáz.

A gáz további ritkításakor a katódlémezzel ellentétes oldalon levő
üvegfal világozódni kezdett. A csőben egyébként ilyenkor fény már
nem volt látható. Ebből azt a következtetést lehetett levonni, hogy a katód-
ból valamilyen *lédítatation sugárzás* indul ki. E sugarak egyenes vonal mentén
terjedtek, és az üvegfal felületéhez ütközve, ott foszforeszkáláshoz hasonló
fényt keltenek. Az ilyen foszforeszkáláshoz hasonló fényt, amely valamilyen
sugárzás hatására keletkezik, a későbbiekben *fluoreszkálásnak* nevezték.

A kísérletek során a cső belsejébe a katódlémez és a fénylő üvegfal
közé fémtárgyat helyeztek. Ekkor azt észlelték, hogy a fénylő falon e tárgy-
nak az árnyékát látható. E sugarak mechanikai munka végzésére is képesek
voltak: az újfajta helyzetű könnyű kis lapátos kereket forgatták.

A cső melegegett azon a helyen, ahova a sugarak estek. Ha a katód-
lemezt homorú alakúra képezték ki, a katód fókuszában elhelyezett fémeket
és ötvözeteket meg lehetett olvasztani. Sőt, a láthatatlan sugarak képesek
voltak áthaladni vékony alumínium lemezen is. Míbenlétük tehát nagy problé-
mát jelentett a tudósoknak.



A jelenséget 1879-ben magyarázta meg a fizika. A ritkított gázzal töltött csővön keresztül nagyfeszültség hatására áram folyik — ez az áram a katódból kisugárzott anyagi részecskék áradata. A katódugarak — ahogyan az anyagi részecskék áradatát elnevezték — nagy sebességgel az anódra repülnek, majd az anódlemezhez csatlakozó vezetőken keresztül visszafolylnak az áramforrásba, ill. az üvegfalhoz ütközve annak fluoreszkálását idézik elő.

A továbbiakban megállapították azt is, hogy a katódugarakat mágnessel el lehetett téríteni eredeti útjukból. Bár maguk a sugarak láthatatlanok, jelenlétüket — útirányukat — a hatásukra világító anyagok segítségével ki lehetett mutatni.

A katódugarak, mint később bebizonyosodott, negatív elektronos töltésű részecskékből állnak, mégpedig azokból a részecskékből, amelyek minden anyag atomjában megtalálhatók. E részecskéket ma elektronoknak nevezzük. A katódlemezről származó sugarak tehát elektron-sugarak.

1895-ben Röntgen német tudós tanulmányozta a Geissler-csőben keletkező sugarak néhány anyagán való áthaladását. Röntgen báriumplatin-claniddal bevont ernyőn figyelte a képeket, amelyeket azután kapott, hogy a sugarak a vizsgált anyagon áthaladtak. Az ernyő zöldes színnel világított még akkor is, amikor a Geissler-cső az ernyőtől nagyobb távolságra volt. A sugarak átvilágították a meglehetősen vastag papírolapokat, a falemezeket, sőt még a fémfóliát is; csak a 2 mm vastag ólomlemez jelentett akadályt újukban.

Röntgen igazán csak akkor lepődött meg, amikor kezét a cső és az ernyő közé helyezte. Ekkor azt látta, hogy a keze által vetített világos árnyékban ott vannak a csontok sötét árnyékai is. Az ernyőre a csontok árnyékához hasonló árnyékokot vetített az úján levő karikagyűrű is. Ezután az ernyő és a cső közé pénzárcaját helyezte — az ernyőn meg lehetett látni a pénzárca tartalmát, a kulcsokat és a pénzdarabokat.

Mivel Röntgen azt hitte, hogy a csőből eredő és az ernyő felé áramló sugarak azonosak a cső belsejében a katódtól az anód felé áramló sugarakkal, megkísérelte ezeket is kitéríteni újjukból elektromágnessel. A mágnesnek azonban a sugarakra nem volt semmilyen hatása. A továbbiakra kiderült az is, hogy a fényképezőlemez igen érzékeny ezekre a sugarakra. Röntgen a lehetőséget felhasználta, felvételeit készített a sugarak által átátszóvá vált kezéről.

A Röntgen által felfedezett sugarak tehát nem azonosak a Geissler-csőben áramló elektronsugarakkal. Amit felfedezett, az a ma már igen jól ismert röntgensugár; e sugarakat ó X-sugaraknak nevezte el. Bár a rönt-

gensugarakat Geissler-csővel is elő lehet állítani, tulajdonságaik mégis mások, mint a Geissler-csőben áramló elektronsugaraké.

Röntgen felfedezése újabb kérdés elé állította a tudósokat: mik azok a röntgensugarak, milyen kapcsolat van az anyagok szerkezetére és az elektromosság, az elektromosság és a röntgensugarak között.

Mint tudjuk, a röntgensugarakat az orvostudomány ma már széles körben használja. A Röntgen által tervezett készülékek segítségével át lehet világítani az emberi test belső szerveit, meg lehet látni a testben levő idegen anyagokat, felfedezni a csonttöréseket stb.

A röntgensugarak eredetét és természetét azonban csak a XX. sz.-ban sikerült felderíteni, amikor tisztázódott az anyagok szerkezeti felépítésének titka és ezzel együtt az elektronok kérdése is. (Ekkor állapították meg, hogy a röntgensugárzás a fényugárzással azonos jelenség, és a fénytől csak hullámhosszban különbözik.)

A röntgensugarakkal azonban nem fejeződött be a felfedezések sorozata. Még allig sikerült tisztázni a velük kapcsolatos kérdéseket, máris újabb, még csodálatosabb jelenségeket tapasztaltak.

Bequerel, francia fizikus abból a feltételezésből kiindulva, hogy a röntgensugarak a Geissler-csőnek a katóddal szembeni oldalán levő erősen zölden világító részéből származnak, azt következtette, hogy más fluoreszkáló anyagok is képesek magukból röntgensugarakat kibocsátani.

Mivel ismeretes volt, hogy az urániumcső napfény hatására világít, a kutatók ezzel az anyaggal kezdtek foglalkozni. Fényképezőlemezt fekete papírosba csomagoltak úgy, hogy a lemezt semmiféle fény ne érhesse, majd a becsomagolt lemezt a napfényre helyezték, és egy darab urániumot tettek rá. Amikor a lemezt előhívták, az uránium alakja látható volt rajta. Ez nem is volt feltűnő, hiszen a jelenség hasonlított a röntgensugaraknál tapasztalt jelenséghöz. Annál nagyobb volt azonban a meglepetés, amikor a fényképezőlemezt fekete papírba csomagolva sötét helyen hagyták az urániumdarabbal együtt; amikor az így elrakott fényképezőlemezt előhívták, azt észlelték, hogy az urániumsó alakja még jobban látszik, mint az előző kísérlet alkalmával.

A lemez és az uránium a kísérlet közben napfényt nem kapott, az uránium sugárzása tehát nem a napfény hatására keletkezett. A fényképezőlemezt mégis érték sugarak. E kísérlethöz az előző kísérlet alkalmával valamilyen különleges sugarakat bocsát ki.

Az újonnan felfedezett sugarak viselkedése azonban érthetetlen volt: mindaddig, amíg a fizikusok meg nem állapították, hogy az uránium kisugárzása lényegében három csoportra osztható.

Az első csoporthoz tartozó sugarak a mágnes hatására kitérnek, és az elektronsugarakhoz hasonlóak — ezeket a sugarakat béta-sugaraknak nevezték.

A második csoportba tartozó sugarak a mágneses erőttér hatására kisebb mértékben térnek el irányukból, mint a béta-sugarak — és ellentétes

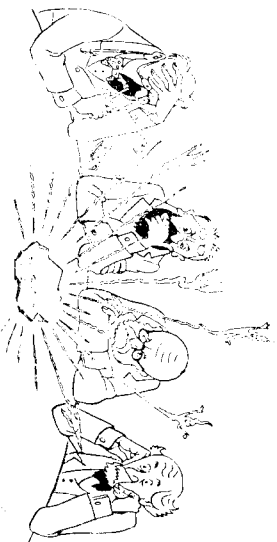
oldalra. E sugarakat a héliumgáz pozitív töltésű atomjai képezik, és *alfa-sugaraknak* nevezik őket.

A harmadik csoportba tartozó sugarak úgy viselkednek, mint a röntgen-sugarak, de jóval erősebbek náluk. Ezek a *gamma-sugarak*.

A világszerte ismert Curie-házaspár különösen sokat foglalkozott az újonnan felfedezett sugarakkal. Az ércek vizsgálata során azt tapasztalták, hogy e sugarakat nemcsak az uránium sugározza ki, de más elemek is, mint pl. a tórium. Az uránérből sikerült előállítaniok egy rendkívül erősen sugárzó, addig ismeretlen elemet, a rádiumot. A sugárzó elemeket ettől kezdve *radioaktív* elemeknek nevezik.

Az a tény, hogy néhány anyag különféle sugarakat bocsát ki, kezdte alátámasztani annak a feltevéleését, hogy nem az atomok az anyagok legkisebb részecskéi. Kezdtet elterjedni az a felfogás, hogy az atomok is oszthatók. A radioaktív anyagok, a rádium, a tórium, a polónium, az uránium atomjai ugyanis minden külső behatás nélkül állandóan bomlanak. Ennek következtében szabadulnak fel az atomokat alkotó részecskék, amelyek sugárzás formájában hagyják el az anyagot. Innen ered a *korpuszkuláris sugárzás* (az anyagi részecskék sugárzása) elnevezés, eltérően az *elektromágneses sugárzástól*, ami az elektromos és a mágneses erőterek terjedését jelenti.

A radioaktívítás jelenségeit, a korpuszkuláris sugárzást a tudósok nagy figyelemmel vizsgálták. Segítségükkel válték megoldani az anyag szerkezeti felépítésének kérdését, meg tudni azt, hogy mi történik a legkisebb anyagi részecskékben, az atomokban, és miből tevődnek össze ezek. Úgy gondolták, hogy most már megoldhatják az alapvető kérdéseket: mi az anyag, miből áll — és egyúttal választ adhatnak arra is, hogy mi az elektromosság.



Az elektron

Az anyag szerkezeti felépítésére, az elektromosság és a mágnesség mibenlétére vonatkozólag a tudósok csak a XX. sz. elején tudtak kielégítő választ adni. A kutatók és területen természetesen még ma is folyó, de a számunkra szülkséges ismereteket az anyagról, az elektromosságról és a mágnességről a következőkben foglathatjuk össze.

A természetben fellelhető legtöbb anyag egyszerű anyagokból tevődik össze, melyek vegyi úton tovább már nem bonthatók; ezeket elemeknek nevezzük.

Ez idő szerint 102 elemet ismerünk. Ilyen elem pl. a vas, réz, ezüst, oxigén, hidrogén, szén stb. Az elemeket atomok alkotják; felépítésüktől függenek az elemek tulajdonságai.

Az összetett anyagok legkisebb részecskéi a *molekulák*. A molekulákat különböző elemek atomjai alkotják. A víz molekulája pl. két atom hidrogénből és egy atom oxigénből áll; a konyhasó molekulája pedig egy nátrium-atomból és egy klóratomból.

Gyakran az egyszerű anyagokban is találunk molekulákat. A nemesgázok pl. két egyforma atomú molekulákból tevődnek össze.

Az összetett anyagokat vegyi úton fel lehet bontani alkotó elemekre, és fordítva: az elemeket mesterségesen egyesítve összetett anyagokat állíthatunk elő.

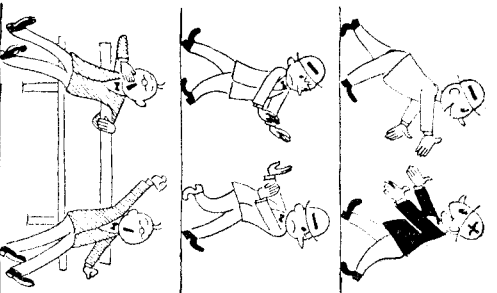
Néhány anyag molekulája igen sok atomból tevődik össze (a cukor viszonylag nem nagyon bomlott molekulája pl. 22 atom hidrogént, 12 atom szenet és 11 atom oxigént tartalmaz), és mégis olyan kicsinyek, hogy a leg-erősebben nagyító mikroszkóppal sem láthatók.

Az anyagok molekulái és atomjai állandóan mozognak; az anyag hőmérséklete éppen ettől a mozgástól függ. A melegebb test molekulái és atomjai nagyobb sebességgel mozognak, mint a hidegebb test molekulái és atomjai.

Mint az előzőkben láttuk, a XIX. sz. végéig azt hitték az emberek, hogy az atom a legkisebb részecske, amelyik tovább nem bontható. Ez azonban később megdőlt és kiderült, hogy az atom is bontható és felépítése igen bonyolult. Bizonyosodott, hogy az atom még kisebb anyagi részecskékből van összetéve, amelyek közül a legfontosabb az elektron, a proton, és a neutron.

Az elektronnak és protonnak elektromos töltése van. Töltésük egyenlő nagyságú, de ellentétes előjelű. Az elektron töltése negatív, a protoné pedig pozitív, az elektron sokkal könnyebb és mozgékonyabb is, mint a proton.

Mivel az elektron és a proton elektromos töltése ellentétes, vonzzák egymást. Az elektron és elektron, ill. a proton és proton azonban taszítják egymást.

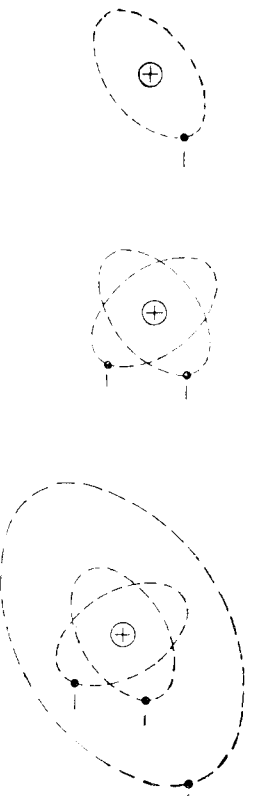


Az atomot alkotó harmadik részecske a neutron. Tömege megegyezik a proton tömegével, de elektromos töltése nincsen, elektromos szempontból tehát semleges.

Az atom közepében helyezkedik el az atommag, amely protonokból és neutronokból tevődik össze. Az atommag körül, tőle viszonylag nagy távolságra elektronok keringenek. A keringő elektronok pályái több rétegben is elhelyezkedhetnek; ezek a pályák tehát mintegy *héjakat* képeznek az atommag körül.

A különböző elemek atomjai abban különböznek egymástól, hogy atommagjuk összetétele és a körülöttük keringő elektronok száma különböző.

A legegyszerűbb elem a hidrogén. Atommagja körül egy elektron kering (9. ábra). Bomból és két neutronból tevődik össze, s körülötte két elektron kering. Bonyolultság tekintetében figyelemre méltó az uránium atomja, amelynek magja 92 protonból, 146 neutronból áll, és atommagja körül 92 elektron kering.



9. ábra. A hidrogén, hélium és lítium atomja

Mivel a pozitív töltésű protonok és a negatív töltésű elektronok száma minden elem atomjában egyenlő, az elektronok és a protonok töltése kiegyenlíti egymást, az atom tehát elektromos szempontból semleges.

A következő példával a láthatatlan atomok méreteit szemlélítjük. Ha a hidrogén atomját futballpálya nagyságára növelnénk meg, atommagja akkora lenne, mint egy mákszem, ami a középben van, az elektronok keringési pályái pedig valahol a futballpályát körülvevő alakban kezdődnének.

Az elektron tömege majdnem 1840-szer kisebb, mint a proton tömege; mindössze $9 \cdot 10^{-28}$ g (0,000 000 000 000 000 000 000 000 9 g); hogy

milyen kicsi ez a súly, azt akkor láthatjuk be, ha megmondjuk: kerekén 10²⁷ (1 000 000 000 000 000 000 000 000 000) elektront kellene összegyűjtenünk ahhoz, hogy súlyuk 1 g legyen.

Ha az atomból valamilyen külső erővel egy vagy több elektront eltávolítunk, az atom elektromos egyensúlya megpomlik, túlsúlyba kerül az atommag pozitív töltése, az atom tehát pozitív töltésű lesz.

Előfordulhat azonban az ellenkező eset is. Ha az atomba egy többlet-elektron kerül, akkor kifelé negatív töltést mutat. Az elektronhijas vagy elektronöbbletes atomokat *ionoknak* nevezzük.

Hasonló jelenség tapasztalható több atom, ill. valamilyen anyag esetében is. Ha valamilyen anyag negatív töltésű, ez azt jelenti, hogy többletelektront tartalmaz; a pozitív töltés pedig az elektronhiány következménye.

Ha üveget bőrrel dörzsölünk, akkor az üvegről elektronok mennek át a bőrre, az üveg tehát pozitív töltést, a bőr pedig negatív töltést mutat.

Maga az atommag azonban nagyon stabil, semmilyen külső erő sem képes egy pozitív töltésű vagy egy semleges részecskét leválasztani róla. Az atommagból valamilyen részecskét csak akkor szabadíthatunk ki, ha hatalmas sebességgel repülő más atommaggal, küllőálló protonnal vagy neutronnal, "bombázzuk". Ilyen részecskéket bocsátanak ki magukból pl. a radioaktív anyagok. Az atommagot kis méretei és benne levő viszonylag hatalmas szabad tér miatt a repülő részecskék csak igen nehezen tudják eltalálni; milliiónyi részecskével kell bombáznunk az atommagot, hogy azt eltaláljuk.

Ha bombázással sikerült az atommagból egy vagy több protont leválasztani, akkor egy másik egyszerű anyag (elem) atomjává változik. Olyan anyag atomjává, amelynek atommagjában annyi proton van, amennyi a bombázott atom magjában megmaradt.

Az elektronokat könnyebben le lehet választani atomjuktól, és pl. elektromos feszültség hatására a leválasztott elektronok egyirányba kezdenek mozogni — az áramforrás pozitív pólusa felé. Az elektronoknak ezt a mozgását nevezzük *elektromos áramnak*.

Néhány anyagban az elektronok áramlását könnyű megvalósítani; ezeket *vezető anyagoknak* nevezzük. Más anyagokban azonban az elektronokat nehezebb mozgásba hozni — ezek a *félvezetők*. A *szigetelőanyagokban* az elektronok csak igen nagy feszültségek hatására kezdenek áramlani.

A fémek atomjai könnyen leadják egyes elektronjaikat, ezért ezekben az anyagokban már egészen kis feszültségek hatására is tekintélyes áram folyik. Ez az oka, hogy tiszta fémeknek, pl. ezüstnek, réznek, alumíniumnak igen kicsi az ellenállása. Az elektromos vezetéseket ezért rendszerint rézből vagy alumíniumból készítik.

Az elektronok hő hatására is könnyen elhagyják az atomokat. A villanykörte izzószálából pl. a nagy hőmérséklet hatására állandóan távoznak elektronok. Mivel az izzószál közelében nincsen pozitív töltésű test, a kiszabadult

elektronok az izzószál közelében maradnak, és elektronfelhőt képeznek körülötte.

Az elektronok az atommag körüli keringésükön kívül, nagy sebességgel forognak saját tengelyük körül is. Ez a forgás mágneses hatást eredményez. Minden elektron parányi kis mágnesnek képzelhető.

A forgó elektron mágneses hatására gondolva, beszélünk az elektron mágneses nyomtétről, amelynek irányhatása megegyezik az elektron forgási tengelyével. Ha valamely anyagban az elektronok mágneses nyomtétréiként irányhatása egybeesik, az anyagnak mágneses sajátságai vannak. Ha az anyagban levő elektronok mágneses nyomtétréiként irányhatása különböző, a hatások kölcsönösen megsemmisítik egymást.

Mágneses erőteret az elektronok mozgása is létrehoz. Az egyirányban mozgó szabad elektron mozgási iránya körül mágneses erőteret létesít. Ezért alakul ki az áram által átjárt vezeték körül mágneses erőter.

Az elektronoknak van még egy jellemző tulajdonsága. Ha az anyag atomját valamilyen energikus hatás éri, pl. hő vagy fény, akkor „beegerjed”. Az atom elektronjai ilyenkor meghatározott mennyiségű energiát nyelnek el, s ekközben — mivel keringési pályájuk a mag körül több héjat is képezhet — az atommaghoz közelebbi pályáról egy távolabbira ugranak át. Igen rövid idő eltelte után az elektronok visszaugranak előbbi pályájukra, és közben anyagi részecskék alakjában kisugározzák az imént felvett energiátöbbletet. Ezeket a kisugárzott részecskéket *fénykvantumoknak*, *photonoknak* nevezzük. A fotonokra jellemző, hogy egy időben megvanunk bennük mind az anyagi részecskék, mind az elektromágneses hullámok sajátosságai.

A fényelektromosság

Mint a bevezetőben említettük, a képek továbbításának egyik alapvető feltétele, hogy a képekről származó fénysugarakat elektromos jelekké alakítsuk át. A távolbalátás megvalósítására csak akkor lehetett gondolni, amikor a fizika kapcsolatot talált a fény és az elektromosság között, ill. amikor elkészült az a készülék, amely lehetővé tette a fényváltozások átalakítását elektromos áram változásává.

Mint ismeretes, a vezető ellenállása anyagától és méretétől függ. Az egyforma méretű és anyagú vezetők ellenállása egyenlő; az egyforma méretű, de különböző anyagú vezetők ellenállása különböző. A vezető ellenállása annál kisebb, mennél nagyobb a keresztmetszete, s annál nagyobb, mennél kisebb a keresztmetszete. A vezető ellenállása hosszának növekedésével nő.

Az elektrotechnika egyik alaptörvényét *Ohm* német fizikus állította fel. Ez a törvény így hangzik: a vezetékben folyó áram erőssége egyenesen arányos a vezető végére kapcsolt feszültséggel és fordítottan arányos a vezető ellenállásával.

Más szavakkal ez azt jelenti: ha a vezetékben folyó áramerősséget kétszeresre kívánjuk emelni, akkor vagy a vezető végére kapcsolt feszültséget kell kétszeresére növelni, vagy pedig a vezető ellenállását kell felére csökkenteni. Ezt úgy érthetjük el, hogy a hosszt felére rövidítjük, vagy a keresztmetszetét kétszeresre növeljük, pl. egy vezető helyett két egyenlő keresztmetszetű vezetőt használunk.

Az emberek a fény és elektromosság között akkor találták meg a kapcsolatot, amikor olyan jelenségeket észleltek, amelyek *Ohm* törvényének látszólag ellentmondtak.

Egy kis ír város távíróerősítő állomásának kezelői 1873-ban egy hideg februári napon nagyon felizgulnak. Az Európa és Amerika közötti vizalatti kábelben továbbított jelek erőssége minden látható ok nélküli hol erősödött, hol pedig gyengült. Mennél jobban igyekeztek a távírázók a rendellenesség okát megállapítani, annál inkább zavarba jöttek. Hosszas hibakeresés után végül is az egyik távírázós megfigyelte, hogy a zavar akkor volt a legnagyobb, amikor azt a szekrényajtót nyitotta ki, amelyben a szelénből készített ellenállás volt. Ez az ellenállás a kábelben továbbított jelek erősségét szabályozta.

A vizsgálat során a távírázók megállapították, hogy a kábelben folyó áramerősség majdnem kétszeresére nő az esetben, ha a szelénre napsugarak esnek, ahhoz képest, amikor a szekrényajtó zárva van, tehát a szelént nem éri fény. Éjjel a szekrényajtót hába nyitogatták, a jelek erősségében változás nem volt tapasztalható; a szelént ilyenkor ugyanis nem érte fény.

Igy figyelték meg először, hogy a szelén — más vezető anyagoktól eltérően — jelentős mértékben változtatja ellenállását attól függően, hogy sötétben vagy világosságban van-e. Elegendő a szelént erős fénynyalábbal megvilágítani, hogy ellenállása nagymértékben csökkenjen, és így a rajta keresztüli folyó áramerősség jelentősen megnövekedjék. Azt is tapasztalták, hogy ha a szelénre eső fény erősségét fokozatosan változtatjuk, a rajta átfolyó áramerősség is fokozatosan változik.

E megfigyelés után a fizikusok hamarosan elkészítették az első *szelén-cellát*, ennek segítségével pedig egy újabb műszert, amellyel meg lehetett kezdeni a kutatásokat a fényelektromosság területén.

A fényelektromosság kutatására alkalmas elrendezés lényegében léghijas üvegburába zárt vékony szelénkristály-lemezből (szeléncellából), áramforrásból és mérőműszerből áll. A telep negatív sarkából az áram a szeléncellán és a mérőműszeren keresztül jut a telep pozitív sarkába.

Amíg a szeléncella sötétben van, az áramerősséget a szelén normális ellenállása határozza meg. Mithelyt a szeléncellát fény éri, a műszer mutatója jelzi az áramerősség növekedését. Az áramerősség olyan mértékben nő, amilyen mértékben növekszik a szeléncellára eső fény erőssége.

A szeléncella a belső fényelektromos hatás alapján működik. A fényelektromos hatást — a fénysugaraknak azt a hatását, hogy valamely testben

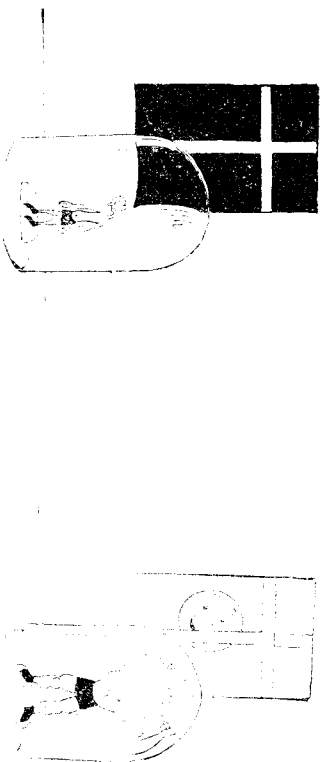
elektronokat szabaddirának fel — ugyanis két részre lehet osztani: a belső és a külső fényelektromos hatásra.

A belső fényelektromos hatás esetében a felszabadult elektronok a testben maradnak, és növelik az anyag vezetőképességét. A külső fényelektromos hatás esetében a felszabadult elektronok a testet környező térbe távoznak.

A külső fényelektromos hatást az 1888-as években fedezték fel. Alapvető jelenségeit Sztoletov orosz és Hallwachs német tudós tanulmányozta. A kísérletek során bizonyosodott, hogy a fénysugár erősségével egyenes arányban van a felszabadult elektronok száma, és nem tápasztálható az a teheretlenség, amely a belső fényelektromos hatásra jellemző. A külső fényelektromos hatás e tulajdonsága nagyban hozzájárult a távolbátás gyakorlati megvalósításához.

Az első távolbátató rendszer elvét ugyanis már 1874-ben, a belső fényelektromos hatás felismerése után megadták. A távolbátás céljaira azonban a belső fényelektromos hatás nem használható. A szeléncella ellenállása ugyanis nem változik rögtön a rászó fényszerősség-változásával, nem képes követni tehát a kép felületének gyors fényszerősség-változásait. Ilyen szempontból a szelén is olyan tökéletlen (tehetetlen), mint a szem. Ha a képváltozás (mozgás) igen gyors, a szelén ellenállása nem képes ezt a változást követni.

A külső fényelektromos hatáson alapuló legegyszerűbb eszközt fotocellának nevezzük.

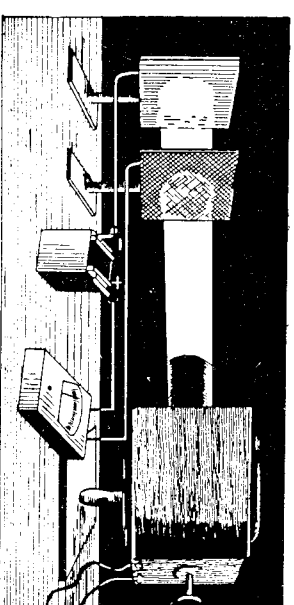


A fotocella

A fény és az elektromosság közötti kapcsolat tanulmányozásakor egy igen jól csiszolt cinklemez elé (amelyet egy telep negatív sarkához kötöttek) fémrácst helyeztek, és ezt a telep pozitív sarkához kötötték.

A rácst és a telep pozitív sarka közé galvanométert — igen érzékeny árammérő műszert — kapcsoltak (10. ábra).

Mint tudjuk, az elektromos áram csak a vezetón haladt át könnyen. Mivel a rácst és lemez között jelentős légréteg volt, áram nem folyhatott, a galvanométer mutatója tehát nyugalmi állapotban volt. Ha azonban a fémrácson keresztül erős fényel megvilágították a cinklemezt, a műszer mutatója



10. ábra. Kísérlet a külső fényelektromos hatás kimutatására

kilengett: az áramkörben gyenge áram folyt. Az áramfolyás megszűnt, mihelyt a fényt kikapcsolták; ezt a műszermutató nyugalmi állapotba való visszatérése jelezte.

Mennél erősebb volt a cinklemezre eső fénysugár, annál jobban lenggett ki a mutató, tehát annál erősebb áram keletkezett ezen az új és szokáttan módon. De mi is ennek a jelenségnek a lényege?

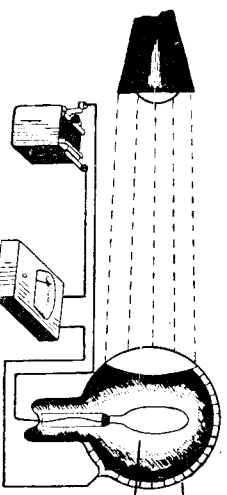
A fémlemezre eső fénysugár a fém felületén levő atomokból elektronokat szabadít ki, mégpedig annál többet, mennél erősebb a fény. A fém felületéről ily módon kiszabadított elektronokat irányítani lehet. Így elektromos áramot lehet létesíteni, amely mint ismeretes, elektronok áramlásából áll.

Az elektronok irányítása céljából kapcsoljuk a megvilágított lemezzel szemközt levő fémrácst a telep pozitív sarkához. Mivel a különböző töltésű testek vonzzák egymást, a kiszabadult elektronok a pozitív töltésű fémrácst felé áramlanak, s innen vissza a telephe. Ily módon a látszólag megszakított áramkörön keresztül elektronáradat, vagyis elektromos áram folyik. Ez a hatás főleg akkor érvényesül, ha a fémlemezt és a rácst üvegburába helyez-

zük, amelyből a levegőt kiszivattyúzzuk. Ilyen körülmények között ugyanis a levegő molekulái nem akadályozzák a negatív lemezről a pozitív rács felé repülő elektronokat munkájukban.

A fotocellát és kapcsolását a 11. ábrán láthatjuk.

A légritkított üvegbúra belső felületére megfelelő vegyi anyagot visznek fel, pl. céziumot. Ennek felületéről az elektronok fény hatására



11. ábra. Fotocella

egymástól jól elszigetelik. Az anód a telep pozitív sarkához, a katód a negatív sarkához csatlakozik.

Mivel az elektródákat egymástól elszigetelik, a légüres tér pedig nem vezet az elektronokat; sőtében az anód és a katód között gyakorlatilag nem folyik áram. Elegendő azonban a búra szabad felületére egy gyenge kis fényt bocsátani, hogy a fényérzékeny rétegből elektronok szabaduljanak ki; ezek az elektronok az anód felé kezdenek repülni, és a fotocella áramkörében — a fotocellán, a mérőműszeren és a telepen keresztül — áram kezd folyni. Ez az áram erősödik vagy gyengül aszerint, hogy növekszik-e vagy csökken a fényérzékeny rétegre eső fény erőssége.

Ha a fotocellán áthaladó változó erősségű áramot érzékeny ködfénylâmpán (a Geissler-csőhöz hasonló, ritkított gázzal töltött lámpán) vezetjük keresztül, akkor az ugyanolyan változó fénnel fog világítani, ahogyan a fotocellára eső fényerősség változik. A fotocella tehát a fényerősségváltozást, eltérően a szelencelláktól, tehetetlenségmentesen követi.

KÉPÁTVITEL VEZETÉKEN

A szem és a látás

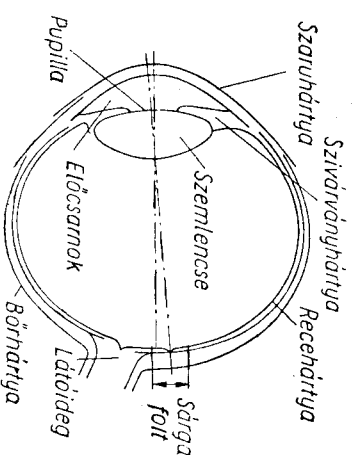
A szem a televízióban a végső felvevő szerv. Az egész televízió-technika és a távolbátás lehetősége is a látás sajátosságán épül fel. Ezért a szem és a látás tulajdonságainak tanulmányozása rendkívül fontos a televízió megértése szempontjából.

A 12. ábra a jobb szem vízszintes keresztmetszetét mutatja. A szemgolyót aránylag kemény, nem átlátszó hártya — a bőrhártya — veszi körül. E hártya elülső része a kissé cöreugró átlátszó szaruhártyát alkotja. A szaruhártya mögött helyezkedik el az elülső csarnok. Ezt a szem belső részétől a szivárványhártya választja el. A szivárványhártya közepén kis kör alakú nyílás van, amely a szem pupilláját képezi.

Különlleges izmok segítségével a pupilla átmérője elég széles határok között változtatható. Ez bizonyos mértékben megvédi a szemet az erős fény-sugaraktól. Sőtében a pupilla kitágul, hogy lehetőleg több fény juthasson a szemgolyóba, amikor pedig a fény különösen erős, a pupilla egészen összehúzódik.

A szivárványhártya mögött van a szemlencse. Ez átlátszó, lencse alakú test. A szivárványhártya, az előcsarnok és a szemlencse együttesen alkotják a szem optikai rendszerét. Ez képezi le a szemgolyó hátsó falán, a recephártyán a szem által megfigyelt tárgyak valóságos képét.

A recephártya a látószerv fényérzékeny része. Szerkezete nagyon bonyolult, rengeteg kis látóideg hálózza be; maguk az idegszálak a fényre érzékelőnek, feladatuk a fényingerket az agyhoz továbbítani. A fényre csak az idegszálak végei, a pálcikák és a csapocskák érzékenyek. A recephártyán kb. 130 millió pálcika és 7 millió csapocska van. Mindegyik csapocska külön-külön



12. ábra. A jobb szem vízszintes keresztmetszete

csatlakozik egy-egy idegszálnhoz, a pálcikák pedig fürtökben kapcsolódnak egy-egy idegszálnhoz.

A csapocskák lehetővé teszik, hogy a szem a legkisebb tárgyakat is megkülönböztesse. Ahhoz, hogy az agyban a fény érzékelése létrejöjjön, elegendő, ha a renehátrára eső kép akkora, mint a $m^2 \frac{1}{4} - \frac{1}{7}$ részével egyenlő csapocská felülete. A csapocskák a színre is érzékenyek. Érzékenyünk a fényre azonban kicsi — működésükhöz tehát jó megvilágítás szükséges, mivel csak ez esetben különböztetik meg a kép legkisebb részeit és színárnyalatait.

A pálcikák különösen érzékenyek a fényre. Segítségükkel az egészen gyengén megvilágított tárgyakat is láthatjuk. A szem tehát szűrőküvetben csak a pálcikák által lát. A pálcikák pedig a színekre érzéketlenek, ezért látunk a homályban mindent egyszínűnek. Mint hogy egy idegszálnhoz több pálcika csatlakozik, a pálcikák nem alkalmasak a kis tárgyak olyan jó megkülönböztetésére, mint a csapocskák.

Itt merülhet fel az élesítés kérdése is. Aki fényképezéssel foglalkozik, tudja, hogy az objektívtől különböző távolságokra levő fényképezendő tárgyak képének élességét a filmen úgy állítjuk be, hogy az objektív és a film közötti távolságot változtatjuk.

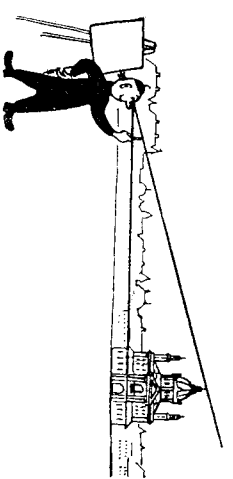
Szemünk esetében ez automatikusan megy végbe. Hogy a renehátrára eső kép éles legyen, szemlencsénk az apró izmok hatására kidomborodik, vagy belapul. Ettől függően változik a lencsén áthaladó fény sugar törési szöge is, úgyhogy a látott tárgyak képe a renehátrán mindig éles marad, függetlenül a szem és a tárgy közötti távolságtól. Az élesreállítás mechanizmusa tehát szemünket illetően más, mint a fényképezőgépekben.

A látási folyamat mai tudásunk szerint a következőképpen magyarázható: a pálcikákban és a csapocskákban a rájuk ható fény sugarak következtében fotokémiai folyamatok játszódnak le. E folyamatok eredményeképpen elektromos impulzusok (feszültségjelkések) keletkeznek, amelyeknek szaporasága annál nagyobb, mennél erősebb fény jut a szembe. Minden egyes idegszáln az agy meghatározott részét köti össze a renehátrya megfelelő részével. Az agyban bonyolult, eddig ismeretlen folyamatok játszódnak le, amelyeknek következtében az elektromos impulzusok a látás érzetévé alakulnak át.

E pillanatban, amikor e könyv oldalát nézzük, a visszavert fény egy része szemünkbe kerül, és a renehátrán leképezi az oldal nagyméretűben kicsinyített képét. Ugyanilyen mértékben kicsinyedik le minden betű és vessző is. Ha valamelyik nyomtatott jel képe a renehátrán csak akkora lenne, mint egyetlen csapocská nagysága, akkor az agyban nem egy betű, hanem csak egy pont benyomását keltené. Ha pedig a betű képe sokkal kisebb lenne, mint a csapocská mérete, akkor már nem érzékelnénk semmit sem — a betű helyét üresnek látánk.

A szemünk renehátrájára vetített kép annál

kisebb, mennél messzebről nézzük a tárgyat. Rajzoljunk üres papírlapra egy pontot. Ha a papírlapot közelről nézzük, a pontot jól láthatjuk. A pont renehátrájára vetített képének mérete ez esetben nagyobb egy csapocská méreténél. Mennél jobban távolítottuk szemünktől a papírlapot, a pontot annál kevésbé látjuk, mivel a renehátrán levő kép nagysága mindinkább csökken. Bizonyos távolság után a papírlapról eltűnik a pont, azt többé nem látjuk, minthogy képe kisebb a csapocská méreténél.



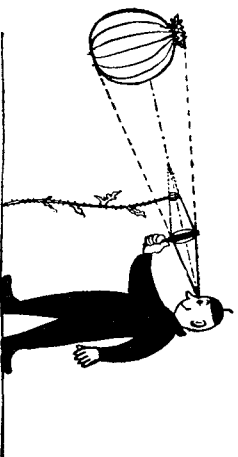
13. ábra. A látószög

E jelenség a látószöggel kapcsolatos. Tétélezzük fel, hogy egy függőlegesen tartott vonalzózt nézünk. Látószögnek a vonalzó felső és alsó végétől szemünkbe érkező fény sugarak által bezárt szöget nevezzük (13. ábra). Ha a vonalzózt közelebb hozzuk szemünkhöz, a látószög nő, ha pedig távolítottuk, kisebb lesz. Ha a vonalzózt olyan távolról nézzük, hogy a látószög egy ívpercnél kisebb lenne, akkor a vonalzózt már nem látánk, helyette legfeljebb egy elmosódott pontot észlelünk. A vonalzóznak a szemünk renehátrájára eső képe ilyenkor már olyan kicsi, mint egy csapocská mérete.

Valamely tárgyat tehát — függetlenül attól, hogy milyen távolságra van szemünktől — csak akkor látunk, ha látószöge nem kisebb egy ívpercnél. A kis vonalzózt tehát pl. már viszonylag rövid távolságról is csak pontnak látjuk, a gyárkémény pedig csak több kilométeres távolságról zsugorodik ponttá.

Mindaz vonatkozik valamely tárgy részleteire is. Mennél jobban távolodunk a tárgytól, annál nehezebben különböztetjük meg eleinte az apró, majd nagyobb, végül a legnagyobb részletet is. Megfelelő nagy távolságból pedig már a tárgyat sem látjuk.

Szemünknek ezt az érzékenységi küszöbét, amely megszabja, hogy a szemlélt tárgy egyes részleteit milyen legkisebb látószögben tudjuk még megkülönböztetni, a szem felbontóképesség-határának nevezzük. A felbontóképesség határát optikai lencsékkel, nagyítókkal növelhetjük.



14. ábra. A lencse megnövi a fény sugarakat, a látószög megnő, a tárgyakat tehát nagyobb látjuk

Természetesen a szemlélt tárgyat az optikai lencsék nem nagyíthatják meg. A lencsék a fénysugarakat megtörik, megváltoztatják azok irányát, megnövelik tehát a látószöveget (14. ábra). Nem szükséges tehát a tárgyat szemünkhez közelíteni, hogy a látószöveget megnöveljük; ezt nagyítóüveggel is elérhetjük.

A képtovábbítás első elgondolásai

Mint említettük, már az első szelencellák megépítése után hamarosan közzétettek elgondolásokat a távobjektívól. A távobjektív megvalósításához már azért is biztató reményeket fűztek, mivel a távirradós morsejelekkel és beszéd vezetéken való átvitele, a távbeszélés már ismeretes volt.

A távobjektívással kapcsolatos első elképzelések igen fantasztikusak voltak. Egyeseknek az volt a meggyőződésük, hogy néhány év múlva minden világosan ember láthat az elektromos szemmel, másoknak az, hogy elektromos készülékkel a Holdnak tőlünk ellentétes oldalát is láthatjuk stb.

Ezek az elképzelések természetesen hatással voltak az első kísérletekre is. Megpróbálták pl., hogy fényképezőgép-lencsével valamilyen tárgy képét szelencellára vetítsék, és azt várták, hogy majd valamilyen összefüggést észlelnek a képtartalom és a célján átfolyó áramerősség között. Ennek felhasználásával akarták megoldani a képátvitelt nagyobb távolságra. Ezekből a kísérletekből azonban nem lett semmi.

A tapasztalat mindössze az volt, hogy a szelencella a ráeső fény mennyisége összességére érzékeny. A szelencellára nézve „közömbös” volt, hogy ki vagy mi van előtte, ember, fa vagy ház, ha a róluk visszavert fény mennyisége egyenlő volt. A szelencella csak azt „tudja megkülönböztetni”, hogy világos vagy sötét tárgy van-e előtte.

A sok sikertelen kísérlet után bebizonyosodott, hogy a feladat megoldása bonyolultabb, mint ahogyan azt kezdetben gondolták. A kutatók újból elkezdték tanulmányozni az emberi szem felépítését és a látás mechanizmusát. Hamarosan arra a következtetésre jutották, hogy az „elektromos szemet” az emberi szem mintájára kell elkészíteni.

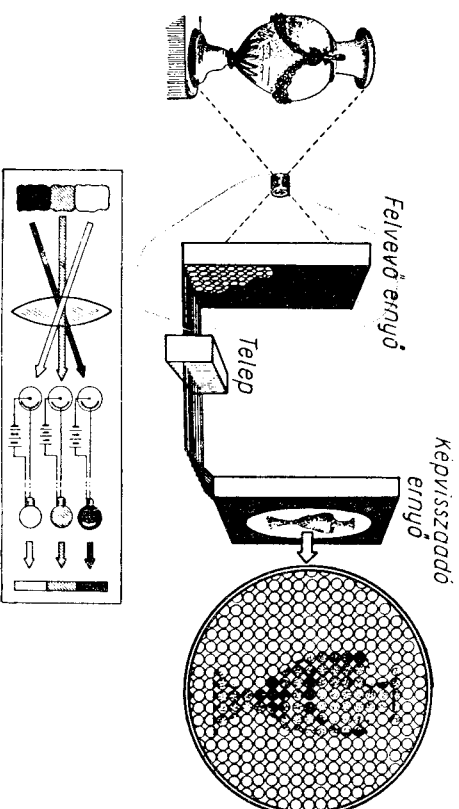
Ez a feltételezés megalapozott volt. A szelén érzékenységet a fényre

a szem recephátrájának érzékenységgel lehet összehasonlítani. Nehéz viszont utánozni azt a számos egyedi érzékeny elemet, amelyből a recephátya áll. A nagyítóüveg vagy a fényképezőgép-lencse első megközelítésben helyettesítheti a szem lencséjét, a vezetékek kötege pedig a látóidegeket.



Az első elképzelés szerint is a távobjektív berendezéshez két nagy ernyőre, az adóernyőre (felvevőre) és a vevőernyőre (képvisszadó ernyőre) volt szükség.

Az adóoldalon levő ernyő számos különböző szelencellából áll. Ennek felülete képezi az elektromos szem recephátráját. Míg azonban az emberi szem recephátrája milliónyi érzékeny csapocskát és pálcikát tartalmaz, addig az elektromos szem csak néhány száz szelencellából áll.



15. ábra. A képtovábbítás első terve

A vevőkészülék ernyőjén villanylámpák vannak; ezek száma és elrendezése megegyezik az adóoldalon levő szelencellák számával és elrendezésével. Minden szelencellát vezeték köt össze az elrendezésének megfelelő villanylámpával, s minden áramkörben telep is van. Ennek az elrendezésnek elvi rajzát a 15. ábra mutatja.

Most nézzük meg, hogyan működne ez a készülék.

Az átviendő képet — valamilyen egyszerű és könnyen megkülönböztethető alakot — fényképezőgéplencsével az adóoldali ernyőre vetítjük oly módon, hogy a kép lehetőleg az egész ernyő felületét kitöltse.

A szelencellák egy részére a kép legvilágosabb részéről jövő fény esik, aminek következtében a cellák ellenállása csökken, a telep által szolgáltatott áram erőssége tehát nő. Mivel mindegyik szelencellát egy teleppel és egy, a képvisszadó ernyőn levő villanylámpával kötjük sorba, az áramerősségnövekedés a megfelelő lámpák fényerejét (világosságát) megnöveli.

Azok a szelencellák, amelyekre a kép legsötétebb részeiről esik a fény, alig változtatják meg ellenállásukat. A rajtuk átfolyó áram gyengé marad, és az áramkörökben levő villanylámpák alig világítanak.

Néhány szelencellára egyidőben esik a fény a kép világos és sötét részéről is. Az ezeken átfolyó áramerősség az átlag fényerősségtől függ; a megfelelő villanylámpák tehát ennek megfelelően világítanak.

A vevőernyőn az erősen, közepesen és gyengén világító lámpák összességének hatása a továbbított kép benyomását kelti. Természetesen ez a kép oldalról sem olyan éles és tiszta, mint a felvevőernyőre vetített kép. A vevőoldali ernyőn látható kép életlen, körvonalai és részletei elmosódottak mindazokon a helyeken, amelyekre az adóoldali a szelencellákra eső fény a kép világosabb és sötétebb részleteiről jutott.

Itt vetődik fel a szem felbontóképességének kérdése. A mozaikképek-nél már tapasztalhattuk, hogy mennél kisebbek a mozaikképet alkotó kövek, annál részletesebb az ábrázolás, és annál közelebről vehetők csak észre a kép alkotóelemei. Azt is tudjuk, hogy mennél kisebbek a mozaikkövek, annál több kell belőlük, hogy a kérdéses képet összeállíthassuk. A mozaikképet mindig megfelelő távolságból kell néznünk, hogy egyes alkotóelemek ne láthassuk, hanem csak az egész kép összbenyomását észleljük. A mozaikkövek tehát nem lehetnek túl nagyok, nehogy a kép összbenyomását elrontsák.

Az ismertett távolbátró berendezés elvileg működne. De gondolkunk csak az akkori szelencellákra és villanylámpákra, méreteikre és minőségükre! Mind a szelencellák, mind pedig a villanylámpák tehetetlenek és nagyok voltak. A képvisszaadó ernyőn (a tehetetlenség miatt) csak állóképeket lehetne látni, de ennek a mozaikképnek az elemei is túl nagyok lennének ahhoz, hogy a körvonalakon kívül a részleteket is észlelhessük. Ezenkívül akkoriban még nem ismerték az erősítőket. A szelencellákon átfolyó gyenge áramokat nem tudták erősíteni, ami pedig szükséges lett volna ahhoz, hogy az akkori villanylámpákat világíttassák. Beláthatjuk tehát, hogy ezt a tervet gyakorlatilag nem lehetett megvalósítani.

De ha technikai nehézségek nem is merültek volna fel az elv megvalósításának volt egy nagy akadály. Még a leggyengébb minőségű kép továbbításához is igen sok szelencellára, illetve villanylámpára lett volna szükség. Az adó- és a vevőoldali ernyőt csak vastag, sokerű kábellel lehetett volna összekapcsolni. Laboratóriumban ez még elképzelhető, de mi történne a képek nagyobb távolságra való továbbítása esetén, méghozzá nem is egy, hanem több vevőhöz. A vezetékek mennyiségének szükséglete szinte kielégíthetetlennek mutatkozik.

A tervezők azonban ezen az első, meg nem valósított képtovábbító berendezésen is tanultak. Azeleőt remélték, hogy az egyetlenegy szelencellára vetített képet valamilyen módon nagyobb távolságra továbbíthatják, most belátták, hogy a képtovábbítást egészen másképpen kell megoldani: a továbbítandó képet lehetőleg sok apró részre, elemre kell bontani, majd ezek fényességét meghatározott nagyságú elektromos árammá, elektromos jellel átalkítani. Az így kapott jeleket ezután a vevőernyőhöz kell továbbítani és ott megfelelő erősségű fénypontokká változtatni. Mivel szemünk az egyes

képeket bizonyos távolságról már nem képes megkülönböztetni, a vevőernyőn a különálló fénypontokat összefüggő képek látjuk.

További feladat a nagyszámú összekötővezetékek kiküszöbölése volt. Ezt úgy oldották meg, hogy az adó- és vevőoldali ernyőket a szelencellák, illetve a villanylámpák megfelelő számú vezetéke helyett csak egy vezetékpárral kötötték össze, és erre a vezetékpárra sorban, egymás után rákapcsolták az összetartozó szelencella-izzólámpa párokat.

Ez azt jelenti, hogy az új rendszerrel a képelemeket nem egyszerre, hanem egymás után sorjában továbbítták.

Bizonyára tapasztaltuk már, hogy amikor éjjel kinézünk a robogó vonat ablakán, nem látunk egyebet, csak az időnként felbukkanó izzó fénycsíkokat, amelyek a vonat mögött a sötétben eltűnnek. Ezek a fénycsíkok a mozdony kéményéből kirepülő apró izzó szénzemcsék, amelyek a mozgó vonatból képest nagy sebességgel repülnek a vonat haladási irányával ellentétes irányban.

Vagy vegyünk a kezünkbe egy világító zseblámpát, és kezdjük el sebesen forgatni — a velünk szemben álló egyén egy világító kört fog látni. Akárcsak a mozdony kéményéből kirepülő szikra fénye, a zseblámpa fénye is egybefolyik, a mozgás pályájának megfelelő götbe mentén. De nem mindig. Ha a lámpát lassan forgatjuk, vagy amikor a szikra csak igen lassan repül, a világító csík helyett a valóságot látjuk — a világító pontot, amely a térben mozog.

Ez szemünk tehetetlensége miatt van így. A tárgyakat ugyanis nemcsak addig látjuk, ameddig a szemünk előtt vannak, hanem kb. egytized másodperccel tovább. Tehát, ha a gyorsan repülő szikra a vasúti kocsi ablaka előtt egytized másodpercnél rövidebb idő alatt repül el, akkor azt egyidőben látjuk mindazokon a helyeken, amelyeken keresztülrepül, vagyis egy világító pont helyett világító csíkot látunk.

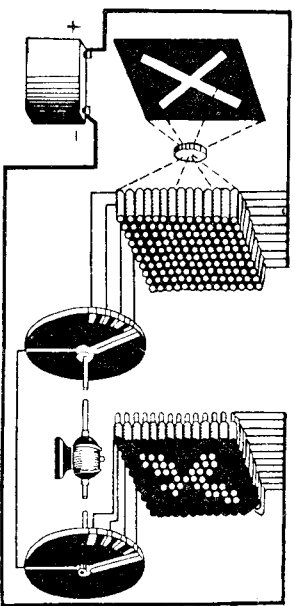
Ezek szerint az egypárvezetékes rendszer a következő gondolatmenetből indult ki: ha az emberi szem még a pillanatnyi látási benyomásokat is legalább $1/10$ másodpercig megtartja, akkor nem szükséges, hogy az előbbieken ismertett televízió-vevőberendezés ernyőjén egyidőben égen minden villanylámpa.

Ha $1/10$ másodperc alatt az ernyőn levő valamennyi villanylámpa sorjában csak igen rövid időre gyullad ki, majd újból elalszik, szemünk ezt nem fogja észlelni. Úgy tűnik majd, mintha mindégylék lámpa állandóan égne. Ez esetben az adó- és a vevőoldali ernyők összekapcsolásához elegendő egy



vezetékpár. Természetesen ilyenkor az adó- és vevőernyő mellé egy-egy forgókapcsolót kell elhelyezni (16. ábra). A két forgókapcsoló szinkronban és fázisban forog. Ez azt jelenti, hogy a két kapcsoló egy teljes kört egyenlő idő alatt tesz meg, és mindig egyforma állásban van.

A kapcsolók sorjában egy pillanatra összekapcsolják a vezetékpáron keresztül a fényérzékeny cellákat a megfelelő villanylámpákkal. Amikor az adóoldali forgókapcsoló karja ahhoz az érintkezőlemezhöz ér, amely pl. a második sorban levő ötödik cellához csatlakozik, akkor a vevőoldali kapcsoló forgókarja is ahhoz az érintkezőlemezhöz ér, amely a második sorban levő ötödik villanylámpát kapcsolja. Ezt leggyorsrúbben úgy oldhatjuk meg, hogy mindkét forgókart ugyanarra a motortengelyre helyezzük; ez azonban csak laboratóriumi munkáknál lehetséges. Nehezebb azonban a forgókarok szinkron-forgatásának biztosítása, ha a vevő nagy távolságra van az adótól.



16. ábra. Az adó- és vevőoldali ernyőt csak egy vezeték köti össze

Az akkori technikai nehézségek miatt azonban ezt a rendszert sem tudták megvalósítani. Csak 40 évvel a rendszer kidolgozása után, 1927-ben mutatták be az egyvezetékes képátvitelt a gyakorlatban. Akkor már megvoltak az érzékeny és tehetetlenségmentes fotocellák, az erősítők és a ködfénylámpák, vagyis az olyan lámpák, amelyek ugyanabban a pillanatban gyulladnak ki és alusznak el, mint amikor a kapcsoló zár, illetve bont. A villanylámpa ugyanis csak bekapcsolása után néhány pillanattal kezd világítani, s kikapcsolása után csak bizonyos idő múlva szűnik meg szálának izzása. A villanylámpa tehát kigyulladásával és kialvásával nem tudja pontosan követni a gyorsan forgó kar be-, illetve kikapcsolását.

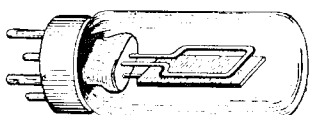
A ködfénylámpa lényegében ritkított gázzal töltött cső, amelyben izzószál helyett gáz világít. Kijalak szempontjából a televízióhoz annak idején használt ködfénylámpa a szokásos rádiócsőre hasonlít (17. ábra). Izzószál helyett két lemez van benne: a két elektródát; ezek egymástól kb. 2–3 mm-es távolságra vannak. Az egyik elektródát négyszögletes keret alakúra szokták készíteni.

Ha a ködfénylámpa elektródáira feszültséget kapcsolunk, akkor egy határozott feszültségérték elérésekor, pl. 100 V-nál az elektródák közelében levő gáz világítani kezd. A ködfénylámpa fénye vörös, ha a csőben levő gáz neon, és fehér, ha a gáz argon. A gáz világítása olyan kis energiatartást igényel, hogy a cső nem melegszik fel. Ezért a ködfénylámpákat *hidegfényű lámpáknak* is nevezik.

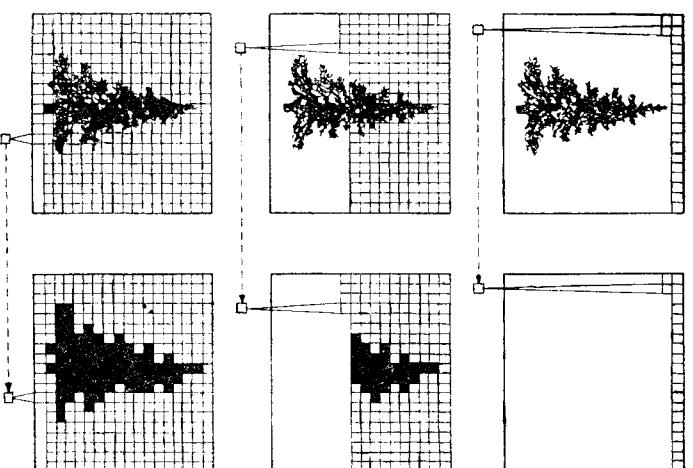
A ködfénylámpának két fontos tulajdonsága van. Begyulladás után fényereje a legkisebb feszültségváltozásra is erősen változik. Elegendő a fotocellától származó kis feszültségű jeleket a ködfénylámpához vezetni, hogy alacsony feszültséggel (az előfeszültséggel) a begyújtott lámpa fényerejét vezérelhessük. Másik fontos tulajdonsága pedig, hogy bármilyen gyorsan változik is a feszültség, a fényerősség változása képes követni azt. Ennek az a magyarázata, hogy a ködfénylámpa világításához és kialvásához nem kell felmelegedési, illetve lehűlési idő.

A kép soronkénti továbbítása. Az ismertetett egyvezetékes televízió-rendszerrel átvitt kép a vevőoldali ernyőn olyan, mint a nagy mozaik-kövekből kirakott kép — durva körvonalakkal és részletek nélkül (18. ábra). Az átvitt kép minőségét csak úgy lehet javítani, ha azt apróbb elemekre bontjuk. Ezt pedig az eddig megismert rendszerekkel nem lehetett elérni. A fotocellák is, a ködfénylámpák is túl nagy „elemek”.

A tervezők azonban ebből az újabb rendszerből is tanulnak. A képelemeket nem szükséges mind egyszerre továbbítani. A távolblátás alapelve most már a következőképpen alakult:



17. ábra. Ködfénylámpa



18. ábra. Durva elemekből álló kép. Bal oldalon adóernyő, jobb oldalon vevőernyő

ahoz, hogy elektromos jelekkel képeket továbbíthassunk, mindenekelejt apró részekre, elemekre kell a képeket bontanunk. A képelemekről visszavert fényt ezután áramimpulzusokká, jelekévé kell átalakítanunk. Ezeket a jeleket egymás után sorjában továbbítjuk egy vezetékpáron át a vevőernyőhöz. Az elektromos jeleket itt újból fénné változtatjuk olyképpen, hogy a jelek sorjában a megfelelő lámpákat felvillanítják — mégpedig valamennyit $1/10$ másodpercen belül.

Mechanikai képbontás

A képtovábbítás elvét már a XIX. sz. végén tisztázták, s mint láttuk, akkoriban csak a technikai nehézségek miatt nem tudták megvalósítani.

A fotocella és a ködfénylámpa feltalálása a televízió ügyét előrevitette az ismert rendszerek hátránya, hogy a megvalósításhoz számos fotocellára és ködfénylámpára volt szükség. Az $1 \times 1,2$ m-es vevőernyőn is csak 1200 elemet lehetett elhelyezni. Ez pedig nagyon gyenge képmínőséget adott, úgyhogy a képet alig lehetett felismerni.

A kutatók azonban nem adták fel a reményt, hogy az ismertetett módon megoldják a kérdést. Folytatták a munkát, de ugyanakkor újabb utakat is kerestek. Így pl. mechanikai megoldásokkal is próbálták a képet elemekre bontani, és az elemeket a vevőben újból képpé összerakni.

Az a lehetőség, hogy a vevőben minden egyes pillanatban csak egyetlen lámpa világítson, arra gondolatra vezetett, hogy esetleg az adóoldalon elegendő egyetlen fotocellát használni. (Hiszen a jelek egymás utáni továbbításakor az adóoldalon a fotocellák egymás után sorjában működnek; egy időben nincs mindegyik egyszerre a vonalra kötve.) Ehhez azonban az szükséges, hogy a fotocella elé sorban odajussanak a közvetítendő kép egyes képelemei; a fotocella a képelemeire bontott képet pontonként „végignéze”.

Ha figyelmesen megvizsgáljuk az olvasás folyamatát, megállapíthatjuk, hogy szemünk balról jobbra haladva betűnként tapogtatja le a sorokat. A sor végéről igen gyorsan újból balra tér ki, s a letapogatást most már egy sorral lejjebb kezdi. Egyidejűleg tehát kétirányú mozgást végez: jobbról balra és felülről lefelé.

Amikor szemünk az oldal utolsó sorának utolsó betűjéhez ér, a következő mozgás már bonyolultabb. Tekintetünk most nem balra és lefelé halad, hanem jobbra és felfelé a következő oldal kezdetéig. Ily módon bontja szemünk folyamatosan a szöveget elemekre: betűt betű után, sort sor után és oldalt oldal után. A betűkre való bontás meglehetősen gyors, a sorokat már lassabban bontjuk fel, az oldalakat pedig egészen lassan.

Most helyezzünk könyvünk oldalára egy hosszú papírsávot, amelynek szélessége megegyezik a könyvoldal magasságával. Ahol a legelső sor első

betűje van, vágjunk a papírsíkon a betű nagyságának megfelelő négyszögletes lyukat (19. ábra). Kezdjük el jobb oldali irányba húzni a papírsíkot úgy, hogy a kivágott lyuk a legfelső sor felett haladjon. Így — igaz, eléggé nehézkesen — mégis pontosan el tudjuk olvasni a szöveget.

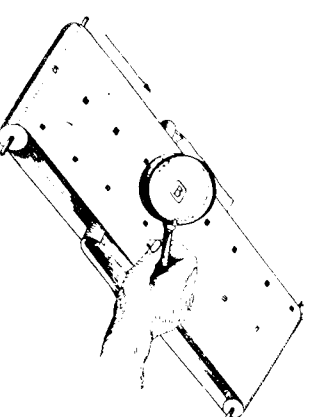
Amikor a kivágott lyuk a sor utolsó betűje mögé kerül, megszüntetjük a mozgatót, és a következő soron egy újabb lyukat vágunk, mégpedig azon a helyen, ahol a második sor első betűje van. Ezután tovább mozgatójuk a papírsíkot. Mindezt addig ismételjük, amíg el nem érünk az utolsó sor utolsó betűjéig. Végeredményben a papírsíkon annyi lyuk lesz, ahány sor volt a könyv oldalán.

Természetesen nem szükséges egy végtelenül hosszú papírsíkon a könyv összes oldalához elkészíteni a megfelelő kivágásokat. Míg a papírsíkot egy oldalnak megfelelő nyílásokkal ellátjuk, végeit összeragasztjuk, és hengerek segítségével körmozgását biztosítjuk (19. ábra).

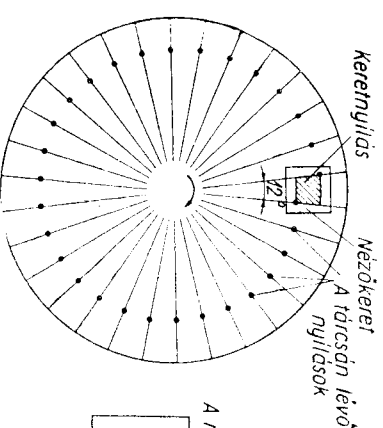
Ha ezt a sávot valamilyen mechanizmussal másodpercenként legalább 10—12 fordulattal forgatjuk, akkor az egész könyvoldalt egyszerre láthatjuk, mintha nem is lenne előtte a papírsáv. A valóságban szemünk minden egyes pillanatban csak egyetlenegy betűt lát, de tehetetlensége miatt ezt nem észleljük. Minden betűt tovább látunk, mint amennyi ideig szemünk előtt volt. Az első betű benyomáshoz hozzáadódik a második betű, ehhez a harmadik stb. és $1/10$ másodperc leforgása után már az utolsó sor utolsó betűje is megjelenik szemünk előtt.

Az első betű benyomása csak ekkor szűnik meg.

A papírsáv, amit készítettünk, egy mechanikai képbontó rendszer. Az idők folyamán több mechanikai képbontási rendszert dolgoztak ki; ezek közül a legegyszerűbb és legcélszerűbb Nipkov lengyel mérnök 1884-ben kidolgozott rendszere. Nipkov a képbontáshoz igen egyszerű berendezést szerkesztett, egy olyan tárcsát, amely lehetővé teszi, hogy



19. ábra. A szöveg felbontás elemekre



20. ábra. Nipkov-tárcsa 30 nyílással

4 A televízió

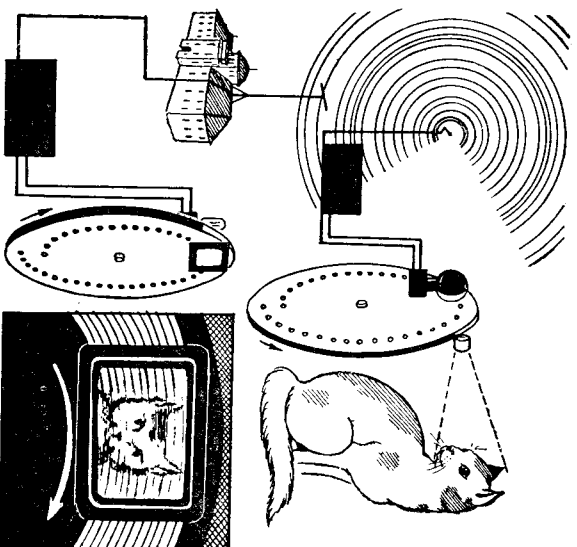
az adóberendezésben csak egy fotocellát, a vevőkészülékben pedig csak egy kódfénylámipát használjunk. Ezen a tárcsán spirálvonal mentén elhelyezkedő nyílások vannak (20. ábra). A tárcsát ebben az esetben úgy kell méretezni, hogy a rajta levő lyukak közötti távolság a felbontandó könyvoldal szövegének szélességével egyezzen meg, a spirál kezdete és vége közötti távolság pedig a könyvoldal magasságával. A tárcsán levő lyukak száma egyenlő a könyvoldalon található sorok számával.

Ha ilyen tárcsát a könyvoldal fölé helyezzünk, és azt elkezdjük gyorsan forgatni, akkor a végtelen szalag példájához hasonlóan az egész oldalt egyszerre láthatránk. (Megjegyezzük azonban, hogy a tárcsának igen nagyra kellene lennie — legalább olyan magasnak, mint egy ember, és a könyvoldal képe felül valamivel szélesebb lenne, mint alul.)

Most pedig térjünk vissza a televízióra, a Nipkov-tárcsával működő televízió-rendszerre, amely egyetlenegy fotocellát használ az adóoldalon és egy kódfénylámipát a vevőoldalon.

Képtovábbítás Nipkov-tárcsával

Miként az előzetes televízió-rendszereket, a Nipkov-tárcsás rendszert is csak akkor lehetett gyakorlatilag megvalósítani, amikor kifejlesztették az érzékeny fotocellákat, a tehetetlenségmentes kódfénylámipákat és az elektroncsöves erősítőket. A kísérleteket kezdetben vezetékekkel végezték, majd később, az 1930-as évek elejétől, rádióhullámokkal sugározták a kísérleti műsorokat.



50

Mint említettük, a Nipkov-tárcsás spirálvonal mentén elhelyezkedő lyukak találhatók (20. ábra). A képelemek nagyságát ezeknek a mérete szabja meg. A tárcsa előtt képeret van. Ez oly módon helyezkedik el, hogy nyílásába a tárcsa bármely

21. ábra. Nipkov-tárcsás televízió-rendszer

helyzetében csak egyetlen lyuk eshet. A tárcsa forgása közben a lyukak átjátsztatják a határolókeret nyílásának egész területét. Mindegyik lyuk egy képsort tapogtat le. A lyukak száma egyenlő a képbontás sorszámaival. A tárcsa egy fordulata alatt a lyukak a képet teljesen letapogatták.

A tárcsával működő televízió-rendszer elvét a 21. ábra mutatja. Az adásra kerülő jelenet képét objektívvvel a képhatároló keret kívágásán keresztül a Nipkov-tárcsára vetítjük. A tárcsát motor forgatja, amelynek másodpercenkénti fordulatszama egyenlő a másodpercenként továbbított képek számával.

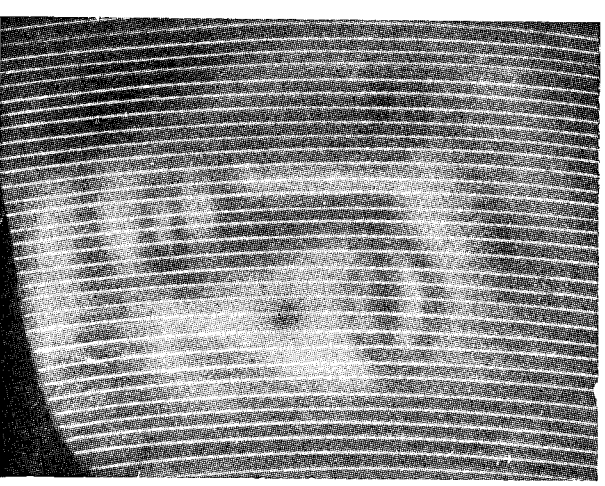
A tárcsa mögött, a képhatároló kerettel szemben fotocellát helyezünk el, amelynek árama arányos a katódjára eső fényerősséggel. A fényerősségtől függ, melyik képelemmel kerül szembe a tárcsán levő lyuk. A világosabb helyeknek nagyobb, a sötétebbeknek kisebb fényerősség felel meg. Ily módon a tárcsa forgása közben a fotocella áramkörében képjeltek keletkeznek. Ezek a jelek gyengék, továbbátvitelük végett erősíteni kell őket.

A jeleket a szükséges erősítések után vagy vezetékken vagy rádióhullámokkal továbbítjuk a vevőkészülékekhez.

A vevőkészülékben a vett és felerősített jelek a kódfénylámipa fényerősségét vezérik. A kódfénylámipa elektrodája, amelynek közelében a gáz világít, valamivel nagyobb, mint a vevőkészülék tárcsájához tartozó képhatároló keret nyílásának területé.

A vevőkészülék tárcsáján ugyanannyi lyuk van, mint az adó tárcsáján, és ugyanolyan a képhatároló keret alakja is.

A képet a forgó tárcsa lyukain keresztül szemlélhetjük. A kódfénylámipa elektrodájának egész felülete egyenletesen olyan fényerősséggel világít, amely arányos az adott pillanatban beérkező jellel. A néző szemében minden egyes pillanatban e világítófelületnek az a kis része jelenik meg, amelyet a tárcsa furata „kivágott”. Az adó-



21. ábra. Nipkov-tárcsával 30 sorra felbontott kép

4*

51

és vevőoldali tárcsák szinkronforgásának következtében — ezt szinkronmotorokkal érjük el — a képhatároló keretben az átvitt kép látható.

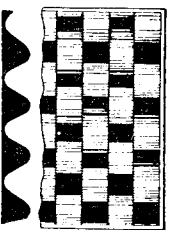
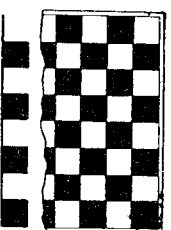
E rendszer példáján világosan láthatjuk, hogy a képelemek fényerősségének megfelelő jeleket egymás utáni sorrendben továbbítjuk, és a képelemek helyes összerakását a vezetőoldalon azáltal biztosítjuk, hogy az adó-, illetve a vevőoldali tárcsák szinkron forognak.

Az első televízió-műsorátvitel szabványai a következők voltak: a sorszám 30 (tehát 30 lyuk a tárcsán), a másodpercenként továbbított képek száma pedig 12,5. Ezekkel az adatokkal jó minőségű képet természetesen nem lehetett elérni. A kép nagyon durva és kezdetleges volt. Ilyen képet a 22. ábrán láthatunk.

E rendszerben a kép szélességének és magasságának aránya 4 : 3, minden sorban kb. 40 nyílás átmérő fert el. Az egész képet tehát $30 \times 40 = 1200$ elemre bontották. A későbbiekben 60 nyílásos tárcsát használtak, vagyis a képet 60 sorra bontották 80 elemmel egy sorban, tehát összesen 4800 elemre. Ha a tárcsán 120 nyílás van, akkor a képelemek száma $120 \times 160 = 19200$.

A képelemek számának növelésével természetesen javul a kapott kép minősége, és elvileg a Nipkov-tárcsával is lehetne tökéletes képet kapunk. A mechanikai képbontással ezt mégsem lehet a gyakorlatban elérni, minthogy a képelemek számának növelhetősége korlátozott.

A képet továbbító jel alakja. Tételvezük fel, hogy a felbontandó kép egy sakktábla, mely fekete—fehér mezőnyökből áll. Az egyszerűség kedvéért a felbontandó kép egy eleme legyen pontosan akkora, amekkorá a tárcsán levő nyílás. Más szóval, a Nipkov-tárcsán legyen 8 nyílás. Ezzel a tárcsával kell tehát a kép 64 elemét felbontani, majd továbbítani.



23. ábra. A sakktábla képe a vevőernyőn és a fotocellán átvitt képek fényerősség-változásait: a — ugrásszerű mozgás esetén; b — folyamatos mozgás esetén

Ha a négyzetleges nyílásokkal ellátott Nipkov-tárcsa ugrásszerűen mozogna — tehát nem folyamatosan forogna —, és ha minden nyílás mindig pontosan a sakktábla egy-egy mezőnyre előtt állana meg egy pillanatra, különösebb nehézségek nem lennének. A fotocellára mindig csak egyetlenegy mezőnyről esne fény, vagy a feketétől vagy a fehérről. Ez esetben a kép minden eleme olyan élesen lenne elválasztva a szomszédos elemtől, mint a sorok egymástól. A fotocellán átfolyó áram is egyszerűen változna. A fekete mezőnyről visszaverődő fény hatására gyakorlatilag nem folyna áram, a fehér mezőnyről visszaverődő fény pedig maximális áramerősséget okozna. Miliközben a tárcsa nyílásai sorban haladnának a mezőnyök előtt, az áramerősség ugrásszerűen váltakozna (23a ábra).

A tárcsa forgásakor azonban a nyílások a sorok mentén nem ugrásszerűen, hanem folyamatosan haladnak. A mezőnyökről visszaverődő fény teljes mennyiségben csak azon rövid idő alatt esik a fotocellára, amíg egy-egy nyílás pontosan egy-egy mezőnyre előtt van. A fotocellára jutó fény különben egy időben két mezőnyről származik. Az egyik mezőnyről jövő fény mennyiség általában csökken, a másiktól pedig általában nő.

Az elemeket egymástól élesen elválasztó határok helyett elmosódott határokat kapunk, mint azt a 23b ábra mutatja. Élesen csak a vízszintes határokat látjuk. A fotocellán átfolyó áram ebben az esetben már nem négy-szög alakú, hanem inkább hullám alakú. Az elektromos jelek tehát torzítottak.

Ezt a torzítást a folyamatos képbontó-rendszerekben nem lehet teljesen kiküszöbölni. A torzítást csak csökkenteni lehet azáltal, hogy a képelemek számát jelentősen növeljük, tehát ha a tárcsán levő nyílások számát szaporítjuk. Ehhez azonban a tárcsa átmérőjét kell nagymértékben növelni, vagy pedig erősen csökkenteni a nyílások méreteit. Az első esetben nagyon bonyolult lenne a készülék megépítése, a nyílások méreteinek csökkentése következtében pedig a fotocellára eső fény lenne olyan kicsi, hogy a kapott jel túl gyenge, és már nem lehet felerősíteni. Ez az oka annak, hogy a Nipkov-tárcsán a képelemek számát nem lehet tetszés szerint növelni, vagy legalábbis olyan képelemszámot elérni, amely már kifogástalan képet ad.

Mozgóképek továbbítása. Most nézzük meg, mi történik, ha a mozgóképeket Nipkov-tárcsával továbbítjuk.

Amikor az adóoldali ernyőn valamennyi fotocella egyszerre volt üzemben — sokvezetékű rendszerben —, az ernyőre eső kép mozgásakor egyes fotocellák megszüntek aktívan működni, s ugyanakkor más fotocellák kezdtek el dolgozni. Ugyanez volt az eset a vevőernyőn levő lámpákkal is, amelyeket külön-külön vezetékkel kötöttek össze a fotocellákkal. Az újabb egyvezetékű megoldásnál ez már lehetetlen volt. Ebben a berendezésben egytized másodpercen belül mindigik fotocella csak egyszer kapcsolódott a vonalra egy pillanatra. Miután ez időn belül sorjában mindigik fotocella egyszer a vonalra kapcsolódott, a folyamat előlről kezdődik. A vevőernyőn egytized másodperc alatt, vagyis a kapcsoló egy körülforgása alatt csak egy összerakott kép jelenik meg. Ez a kép — bár csak rövid ideig — mozdulatlan volt; mintha valamit egytized másodperces zársebességgel fényképezünk volna le. A tárcsás berendezésben hasonló a helyzet.

A tárcsa a folyamatos biztonság céljából általában forog. Egy fordulat alatt a tárcsa egy összetett állóképet továbbít. Ha a tárcsa két fordulata között a kép helyzete megváltozik, elmozdul — akkor a tárcsa a következő elfordulása közben már a kép új helyzetét bontja fel stb.

És itt merül fel a mozgóképek továbbításának kérdése. Aki fényképez, tudja, hogy kis zársebességgel nem lehet mozgó embert fényképezni, mert a kapott kép elmosódott lenne. A mozgó ember lefényképezéséhez nagyobb zársebességet kell használni, hogy a kép éles legyen. A helyes zársebesség

megválasztása a mozgási sebességtől és a mozgás irányától függ. Ha pl. olyan sportolót fényképezünk, aki a film síkjával párhuzamos irányban szalad, a zárssebességet $1/250$ és $1/1000$ másodperc közötti időre kell megválasztanunk. Lassúbb mozgás vagy a fényképezőgép felé futó sportoló esetében elegendő, ha $1/100$ vagy $1/50$ másodperces idővel exponálunk. Az így elkészített felvételek egy-egy állóképet ábrázolnak a filmen (pl. lánafelvételek).

Helyezzünk el egymás mellett több fényképezőgépet, és egy járó embert a következőképpen fényképezünk le: az első gépet $1/250$ -os zárssebességgel exponáljuk, utána rögtön a második gépet is ugyanilyen idővel, majd a harmadikat és így sorjában végig. Így módon egy felvételsorozatot kapunk. Minden felvétellel a mozgásnak egy részletét mutatja. A felvételsorozat a mozgást elemeire bontotta.

Most ragasszuk a felvételeket külön-külön könnyvoldalra, és az oldalakat ujjaink közül egyenként kieresztve pörgessük a lapokat. Az lesz a benyomásunk, hogy a képen látható ember jár. A mozgókép látásának magyarázata, hogy szemünk a mozgás egyes részleteit egybeolvasztja, ha a részletek elég gyorsan követik egymást. A mozgás részletei azonban nem fognak egybefolyjni, ha az egymást követő részletek pörgetése lassú.

A moziban a film továbbbitásának sebessége 24 kép másodpercenként. Felvételek a filmkockák exponálási ideje kb. $1/100$ másodperc. Vetítéskor a filmszalag nem mozog folyamatosan; ha a mozgás folyamatos lenne, a vászon nem sokat látnánk. Minden felvételt, vagy ahogyan mondani szokták, filmkockát rövid ideig mozdulatlanul kell a vászonra vetítenünk, majd elvisszavenni a vetítő fényugár újját, és ezalatt igen gyorsan, rántászerűen továbbítani a filmet, hogy az előbbi helyébe a következő kocka kerüljön. Szemünk a képet csupán az esetben tudja meglátni és rögzíteni a következő kép megjelenéséig, ha maga a kép egy kis ideig mozdulatlan marad.

Miként a moziban, úgy a televízióban is a mozgókép állóképekből tevődik össze. A folyamatos mozgást úgy kapjuk, hogy az állóképek igen gyorsan követik egymást.

A filmvetítéssel kapcsolatos kísérletek azt mutatták, hogy a filmkockák továbbbitási sebességének legalább 12—16-nak kell lennie másodpercenként. Ha a filmtovábbbitás ennél lassúbb, a vetített képen a mozgás szaggatott, nem folyamatos, a gyors mozgás pedig elmosódott.

Mint már említettük, az első televízió-adásoknál a Nipkov-tárcsa forgási sebessége 12,5 fordulat volt másodpercenként. Ez azt jelenti, hogy a mozgást másodpercenként 12,5 állóképre bontották. A mozgóképeket a vevőoldalon tehát már folyamatosan láthatták, de a gyors mozgás még eléggé elmosódott volt. Ezt az elmosódottságot csak a fordulatszám növelésével lehet megszüntetni.

A továbbbitásra kerülő elektromos jelek mennyisége. Ha mind-egyik állókép 1200 elemből áll, és ha másodpercenként 12,5 állóképet továbbbitunk, akkor az adó és vevő közötti vezetéken a másodpercenként továbbított

jelek száma $1200 \times 12,5 = 15\ 000$. A képelemek számának és a forgási sebességének a növelése tehát — ami a képmínőség javítása szempontjából szükséges — a másodpercenként átvendő jelek számát nagymértékben növeli.

A kezdetleges televízió-adásokra Nipkov-tárcsával akkor került sor, amikor már Európa-szerte működtek a közép- és hosszuhullámú rádióműsor-nyóró adóállomások, amikor már ismerték a szinkronmotorokat, a fotocellákat, a kódfény/lámpákat és az elektronsöves erősítőket. Ekkor már vezették helyett rádióhullámokkal is tudták továbbítani a képeleket.

A mechanikai képbontás azonban nem nyújtott sok reményt ahhoz, hogy a képmínőséget megfelelően javítani lehessen. Gondoljunk csak arra a nagy sebességre, amellyel a tárcsának forognia kellene, hogy a gyors mozgások ne legyenek elmosódottak. Milyen nagy tárcsát kellene használni ahhoz, hogy a képelemek, valamint a tárcsán levő lyukak számát a kellő mértékben megnövelhessük a jó képmínőség elérése céljából. Milyen nagy fényerősség lenne szükséges ahhoz, hogy a felvételre kerülő jelenetekről elegendő fény verődjön vissza a fotocellára a tárcsa kis nyílásain keresztül.

A nehézségeket csak elektronikai megoldásokkal lehetett áthidalni. Mielőtt azonban rátérnénk a korszerű televízió ismertetésére, ismerkedjünk meg kissé a rádiótechnikával, amelyen a korszerű televízió alapszik.

A RÁDIÓTECHNIKA

A hullámmozgás

Ki nem dobott már vízbe követet, és ki nem észlelte, hogy a síma vízfelület ennek következtében hullámozni kezd? Hullámzást okoz a hajó és az úszó ember is. Ha a hullámok útjába pl. forgácsok kerülnek, azokat a víz megboltygatja, szétszórja, de nem viszi magával. A jelenség, hogy a víz felületén levő tárgyakat a hullámok nem viszik magukkal, azt bizonyítja, hogy a víz nem mozog a hullámok terjedési irányában. Hullámzás közben tehát csak a hullám terjed, a víz azonban egyhelyben marad.

Azt a távolságot, amelyet az egyik hullámhegytől a másik hullámhegyig vagy az egyik hullámvölgytől a másik hullámvölgyig mérhetünk, *hullámhossznak* nevezzük. Könnyen megállapíthatjuk a hullámok terjedési sebességét is. Ehhez a hullámhosszt meg kell szorozni a hullámok számával, amelyek egy másodperc alatt egy adott pont mellett elhaladnak. Ha pl. két hullámhegy közötti távolság 30 cm, az egy másodperc alatt elhaladó hullámok száma pedig 5, akkor a hullámok terjedési sebessége $30 \times 5 = 150$ cm/s.

A hullámmozgást bemutathatjuk kötéllel is, ha a kötél egyik végét kitkötjük, másik végét pedig kezünkben fogva felfelé és lefelé mozgatjuk. A kötélen hullámok fognak haladni, bár a kötélt anyagának egyetlenegy részecskéje sem mozdul el a hullámok haladási irányában (24. ábra).

Amikor a víz vagy a kötél hullámozik, az anyagi részecskék rezegnek — felfelé és lefelé mozognak. Először a víz azon részecskéit kezdenek rezegni, amelyek a kő vízbeesési helyén vannak. Itt a vízrészecskék lenyomódnak (a víz felülete bemélyül), a vízbeesési hely körül pedig a víz feltornyosul. Amikor ez a feltornyosulás csökkeni, majd később mélyülni kezd, a szomszédos vízrészecskék kezdenek emelkedni stb. Ez a rezgő-, illetve hullámmozgás addig tart, amíg a kő vízbedobása



24. ábra. Kötél hullámmozgása

által keletkezett energia el nem fogy. Ha hullámmozgás magyarázatául elfogadjuk az elmondottakat, akkor az alábbi fontos következtetést tehetjük: a hullámok keletkezéséhez anyagi közegre van szükség, amelyet rezgésbe lehet hozni.

A hanghullámok

A vízhez hasonlóan a levegőt is rezgésbe lehet hozni. Ha pl. valamilyen rugalmas tárgy gyorsan rezeg, lég-hullámok keletkeznek. Fogjunk satuba egy rugalmas lemezt, majd végét ujjunkkal megfogva és elhúzva eresszük el azt. A lemez — rugalmassága miatt — gyorsan rezegni kezd (25. ábra).

Amikor a lemez az egyik oldalra elmozdul, nyomást gyakorol a mellette levő levegőrészecskékre, s ezeket összenyomja. Ennek következtében a légnomádszám növekedést a levegő részecskéi egymásnak továbbítják. A következő pillanatban, amikor a lemez ellenkező irányba kezd mozogni, légritkulás áll elő ott, ahol a levegő részecskéi az előbb összenyomódtak. A légritkulás az előbbi légnomást követve terjed tovább. Ezután a lemez újból összenyomja a légrészecskéket stb. Ilyen módon a rezgő lemeztől kiindulva a légrészecskék sűrűsödési és ritkulási szakaszai a tér minden irányába terjednek.

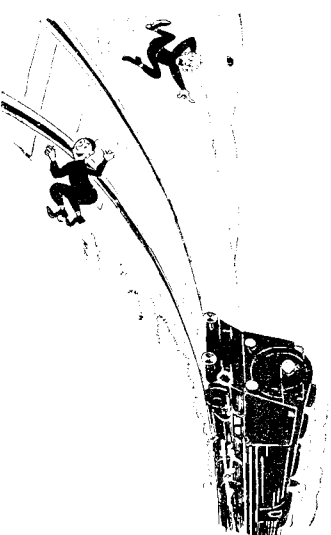
Ha rezgésbe hozzuk a *hangvillát*, vagy megpendítjük a kifeszített húrt, rezgésüket a környező levegő is átveszi, s ezek a rezgések hullámok alakjában továbbterjednek.

A rezgő test által keltett hullámok továbbterjedésük közben az útjukba eső testet képesek rezgésbe hozni. Ennek csak az a feltétele, hogy a kérdéses test is képes legyen rezegni a megfelelő másodpercenkénti rezgésszámmal. Ez történik pl. fülünk dobhártyájával is. A hanghullámok hatására a dobhártya a hullámok rezgésszámának megfelelően rezegni kezd. A dobhártya rezgéseit a hallóidegek továbbítják agyunkhoz, s így érzékeljük a hangot.

Hanghullám a levegőn kívül más közegben is keletkezhet. Tapasztalhattuk, hogy a vonat közeledését sokkal hamarabb meghallhatjuk akkor, ha fülünket a vasúti sínekhez közelítjük, mint olyankor, amikor csak a levegőn át terjedő hangok után fülünk.



25. ábra. A rezgő lemez a környező levegőt hullámmozgásba hozza

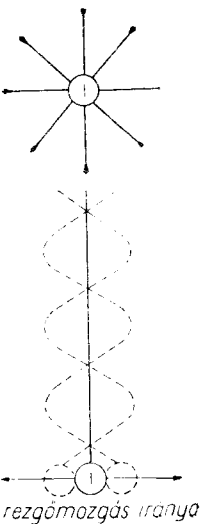


A hanghullámok terjedési sebessége a különböző közegekben más és más: pl. a levegőben kb. 340 m/s, a vízben 1500 m/s, az acélban pedig 5000 m/s. Néhány anyagban, mint pl. a lisztben vagy a homokban hanghullámok nem keletkezhetnek, mivel ezeknek nincs meg a kellő rugalmasságuk.

Torunkban hangszálak vannak. Amikor beszélünk, a tüdőnkből kiáramló levegő rezgésbe hozza a hangszálakat, és ezek rezgéseit átveszi a környező levegő is. A hangszálak rezgésszáma attól függ, hogy azok mennyire vannak megfeszítve, megfeszítésük mértékét pedig a beszéldégek határozzák meg.

Az elektromágneses hullámok

Mint tudjuk, minden elektromos töltés körül elektromos erőter van. Nos, a bennünket körülvevő világmindenség végtelenül sok elektromos töltést tartalmaz. Ezek erővonalai legkülönbözőbb irányokba mutatnak, és betöltik az egész mindenséget. Elegendő, hogy a tér valamelyik pontjában, ahol végtelenül sok rendezetlen irányú erővonal van, megboltygassuk a



26. ábra. A rezgő töltés és erőterének váltakozása

elektromos erőter, mint tudjuk, váltakozó mágneses erőteret létesít, amely az elektromos erőterre merőleges. A keletkezett váltakozó mágneses erőter pedig a tér szomszédos pontjaiban váltakozó elektromos erőteret kelt, ez újabb mágneses erőteret és így tovább. Mintha a váltakozó elektromos erőter energiája a mágneses erőter energiájává változna, ennek energiája pedig újból a szomszédos elektromos erőter energiájává alakulna át, azzal a különbséggel, hogy míg az egyik erőter rezgése pl. vízszintes, addig a másik erőter váltakozása függőleges síkú. Míg az elektromos erőter növekszik, a mágneses erőter csökken és fordítva. Ezt a folyamatot nagymértékben egyszerűsítve a 27. ábra szemlélteti.

Ezek az állandóan váltakozó és egymást létesítő erőterek, az elektromágneses rezgések, a térben nagy sebességgel terjednek, keréken 300 000 km/s sebességgel — akkorával, mint a fény. Eközben a fizikai közeg, amelyben ezek

nyugalmi állapotot, hogy a környezet átvegye és továbbítsa a hatást.

Tételezzük fel, hogy egy elektromos töltés, pl. egy elektron a tér valamelyik pontjában mozog, vagyis állandó rezgést végez. Az elektronnal együtt természetesen elektromos erőtere is mozog (26. ábra). A váltakozó

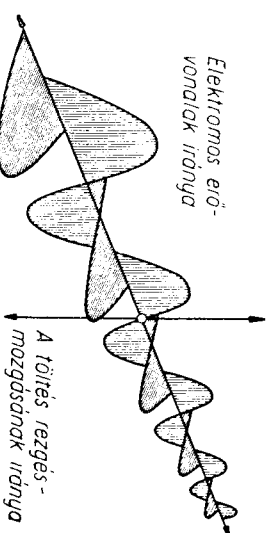
a rezgések terjednek (és amely nagyon sok rendezetlen állapotban lévő elektromos és mágneses erőterből áll), mozdulatlan marad, éppen úgy, ahogyan a víz is helyben marad, miközben hullámmzik. Amikor a vezetékben váltakozóáram folyik, a vezeték körülvevő közegben egymás után keletkeznek váltakozó mágneses és elektromos erők. A vezeték elektromágneses hullámokat sugároz ki. Mennél gyakrabban változtatja a vezetékben folyó áram az irányát, annál nagyobb a kisugárzott hullámok frekvenciája.

Az elektromágneses hullám egy másodperc alatt 300 000 kilométerre jut el a vezetéktől. Az első hullámot a többi, hasonló hullám követi mindaddig, amíg a vezetékben folyik a váltakozóáram. Mennél több hullámot sugároz ki egy másodperc alatt a vezeték, annál rövidebb lesz minden hullám hossza. Ha egy másodperc alatt egymillió hullám hagyja el a vezetékét, akkor a hullámok hossza:

$$300\ 000\ 000\ \text{m} = 300\ \text{m.}$$

$$1\ 000\ 000\ \text{rezgés}$$

Ha az egy másodperc alatt kisugárzott rezgések számát 300 millióra növeljük, a hullámok hossza 1 m lesz.



27. ábra. Az elektromágneses hullám terjedése

a kisugárzott hullám hosszának a fele legyen. A másodpercenként 50 rezgést végző áramot vivő vezeték hosszának

$$1\ 300\ 000\ \text{km} = 3000\ \text{km-nek}$$

$$2\ 50\ \text{rezgés}$$

kellene lennie, hogy elég nagy energiát tudjon kisugározni. Ilyen hosszú vezetékét nemigen találunk, és ezért kicsi az az energia, amelyet a hálózati váltakozóáram sugároz ki a vezetékekből.

Amilyen mértékben növekszik a rezgések másodpercenkénti száma, olyan mértékben közelíti meg a kisugárzott hullámhossz a gyakorlatban meglevő vezeték hosszát, tehát olyan mértékben növekszik a vezetékből kisugárzott elektromágneses energia. Ha a rezgések száma másodpercenként néhány százszor, a vezeték hossza pedig 100 m körüli, akkor már a vezetékből kisugárzott energia eléggé nagy, főleg ha a vezeték magásra emeljük, és a földtől jól elszigeteljük.

Az elektromos áram energiáját elektromágneses hullámok energiájává elsőnek H. Hertz alakította át 1886—1888-as évszamban. Az ő tiszteletére nevezték el a váltakozóáram frekvenciájának egységét — egy rezgést egy másodperc alatt — „hertz”-nek. Ennek rövidített jelölése Hz. A kilohertz (kHz) ezer rezgés egy másodperc alatt, a megahertz (MHz) pedig egymillió rezgés másodpercenként.

Az elméleti és a kísérleti adatok azt bizonyítják, hogy a fény és az elektromágneses rezgések természete egyforma. Mindkettő egyenlő sebességgel terjed a világűrben, különbözőség csak frekvenciájukban, ill. hullámhosszúkbán van. A rádiózáshoz használt elektromágneses rezgések hullámhossza néhány kilométer és néhány centiméter között van (10 ezer és 3000 millió rezgés között másodpercenként), a látható fény sugarak hullámhossza pedig 400 és 800 milliomod milliméter között (375 billió és 750 billió rezgés másodpercenként; 1 billió = milliószor millió).

A különböző hullámhosszúságú fény sugarakat szemünk más-más színben látja. A 380—450 milliomod milliméteres hullámokat ibolya, a 450—510 milliomod milliméteres hullámokat kék, az 510—550 közöttieket zöld, az 550—585 közöttieket sárga, az 585—780 közöttieket pedig piros színűeknek látja.

De nemcsak a rádióhullámok és a fény sugarak elektromágneses hullámok. A röntgensugarak, a radioaktív anyagok által kisugárzott gammasugarak és a természetben előforduló sok más kisugárzás is mind-mind elektromágneses rezgés, amelyek csak a másodpercenkénti rezgésszámukban (frekvenciájukban) különböznek egymástól. Az elektromágneses hullámok frekvenciásvájt a 28. ábra mutatja.

Az elektromos hangátvitel

Még a legerősebb hanghullámok is igen nagy mértékben csillapodnak továbbterjedésük közben. Mennél messzebbre vagyunk a hangforrástól, annál gyengébben halljuk a hangot. Pár kilométer távolságról már az ágyúlövést is alig halljuk meg. Ugyanakkor az áramot vezetékkel igen nagy távolságra lehet továbbítani. Természetesnek látszott tehát az a gondolat, hogy a hangokat célszerű lenne elektromos árammal továbbítani nagy távolságra. Ehhez azonban az szükséges, hogy a hangrezgéseket elektromos áram rezgés-

ilyre, és
kromos
ró szén-
nembrán
zák úgy,
géseket.
zt össze-



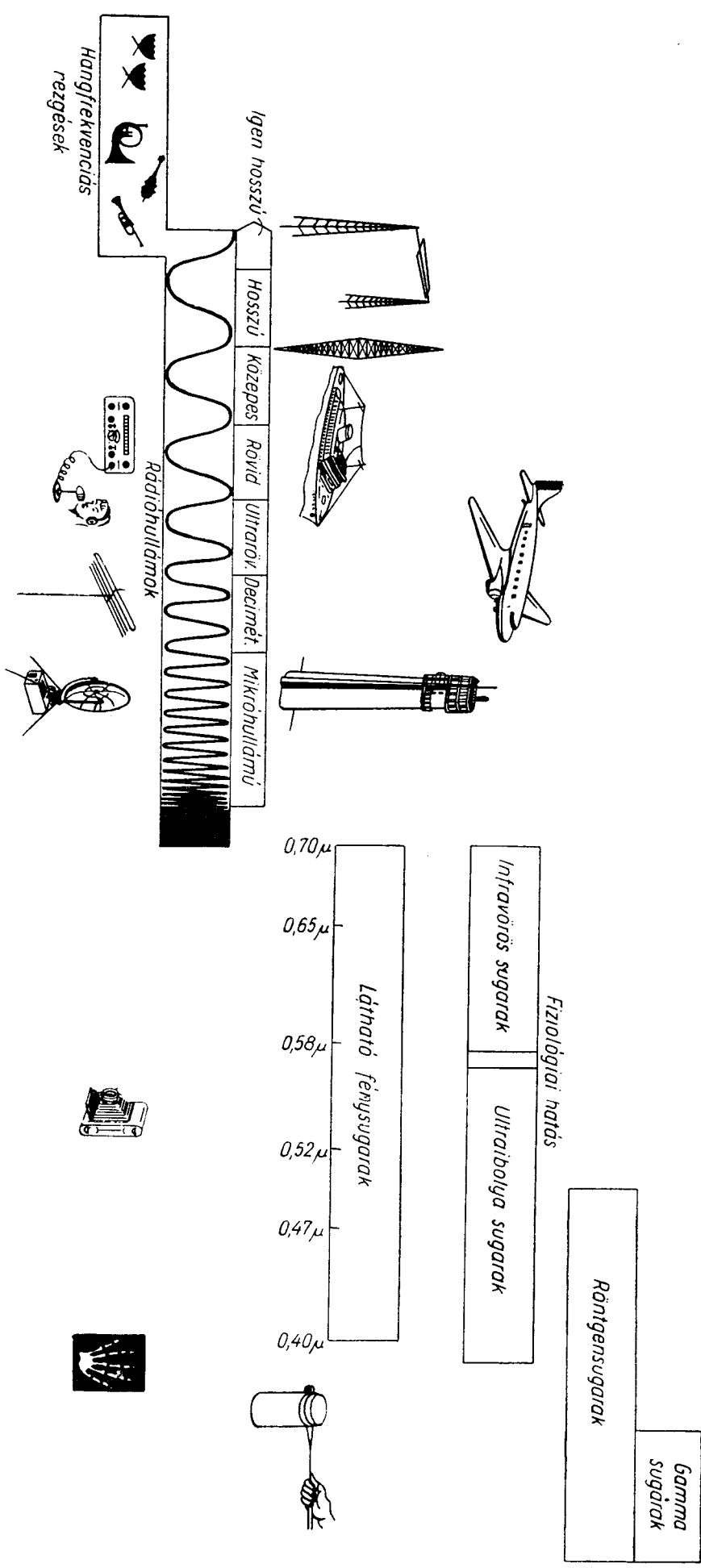
is e hall-
n ellen-
n folyó
elektro-
tuk át.
a).
amelyen
telkeres
állandó
st levő
változó
végezni,
beszélt
Ahhoz,
legyen,
ellátott
zetesen
<vencias
ltassuk.

mina,
meg-
khöl
ként
költ
és a

hívá
léré
egy
ertz
illió

s az
bes-
ám-
ám-
és
ám-
illió

ben
510
az
ek-
ek-
ek-
ek-



0,01 kHz	0,1	1	10	100 kHz	1 MHz	10	10 ²	10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸	10 ⁹	10 ¹⁰	10 ¹¹	10 ¹²	10 ¹³	10 ¹⁴ MHz
<i>Frekvencia</i>																			

$$(1 \text{ mikron } [\mu] = \frac{1}{1000} \text{ mm} = 10000 \text{ angstrom } [\text{\AA}] = 10^{-8} \text{ cm})$$

300	30	3 μ	0,3	3 x 10 ⁻²	3 x 10 ⁻³	3 x 10 ⁻⁴	3 x 10 ⁻⁵	3 x 10 ⁻⁶	3 x 10 ⁻⁷	3 x 10 ⁻⁸	3 x 10 ⁻⁹	3 x 10 ⁻¹⁰							
<i>MIKRON μ</i>																			
3 x 10 ⁶	3 x 10 ⁵	3 x 10 ⁴	3 x 10 ³	3 x 10 ²	30	3 Å	0,3	3 x 10 ⁻²	3 x 10 ⁻³	3 x 10 ⁻⁴	3 x 10 ⁻⁵	3 x 10 ⁻⁶							
<i>Angstrom Å</i>																			
3 x 10 ¹⁰ m	3 x 10 ⁵	3 x 10 ¹⁰	3 x 10 ¹	3 x 10 ²	30	3 m	30 cm	3	0,3	3 x 10 ⁻²	3 x 10 ⁻³	3 x 10 ⁻⁴	3 x 10 ⁻⁵	3 x 10 ⁻⁶	3 x 10 ⁻⁷	3 x 10 ⁻⁸	3 x 10 ⁻⁹	3 x 10 ⁻¹⁰ cm	
<i>Hullámhossz λ</i>																			

28. ábra. Az elektromágneses hullámok felosztása

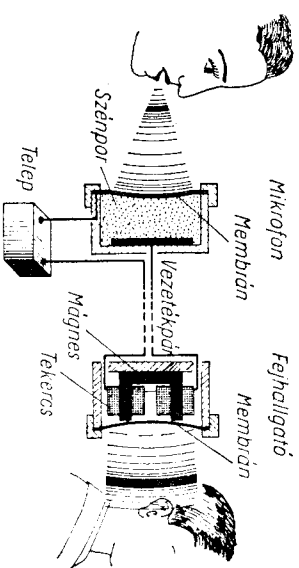


Az olyan mély levegő vezérlésű hangszórók kisugárzását néhány sűrű földtől jellemezzük. Az elsőnek nevezték másodpé (kHz) ez rezgés n. Az elektron ségél t hosszuk hossza r 3000 mi hossza p rezgés r látja. A milliom 550—58 nek látja. D mok. A és a te mágnes venciájú venciásá

seivé alakítsuk át, ezeket továbbítsuk azután vezetéklen a kívánt helyre, és ott újból hangfrekvenciás rezgésekké alakítsuk vissza őket.

A mikrofon. A levegő hangrezgéseit mikrofonnal lehet elektromos áram rezgéseivé átalakítani.

A legegyszerűbb a *szenmikrofon*. Ez egy doboz, amelyben igen apró szén-szemcsék vannak. A dobozt vékony, rugalmas keményfémlemezzel, a *membrán* zárja le. A hangrezgések nyomásingadozásai a membránt rezgésbe hozzák úgy, mint a dobhártyánkat, a membrán mozgása tehát követi a hangrezgéseket. Amikor mozgása közben a doboz belseje felé hajlik, a szén szemcséket összenyomja, ezáltal a szén-szemcsék közötti átmeneti ellenállás csökken; amikor pedig kifelé mozog, a szén-szemcsék lazább állapotba kerülnek, és a közöttük levő átmeneti ellenállás nő. Mivel a membrán a hangrezgések ütemére mozog, a mikrofon ellenállása is a hangrezgések ütemére ingadozik. A

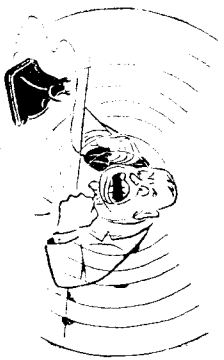


29. ábra. Hangátvitel telefonnal

mikrofon egy zárt áramkörben van, amely a mikrofonból, a telepből és e hallgató tekercséből áll. Ahogyan ingadozik ebben az áramkörben a mikrofon ellenállása, ugyanúgy változik az *Ohm-törvény* értelmében az áramkörben folyó áram erőssége is, tehát a hangrezgések ütemében. Így a hangrezgéseket elektromos áramingadozásokká, hangfrekvenciás elektromos árammá alakítottuk át. Ez a mikrofont a hallgatóval összekötő vezetékpárban folyik (29. ábra).

A hallgató legegyszerűbb alakja egy dobozban levő mágnes, amelyen tekercs helyezkedik el. E tekercsben folyó hangfrekvenciás áram a tekercs mágneses erőterét a hangfrekvencia ütemében változtatja. Ez az állandó mágnes erőteréhez hozzáadódik, illetve levonódik. A mágnes előtt levő membránra az ingadozó mágneses erőter a hangfrekvencia ütemében változó erősségű vonzást gyakorol. A membrán tehát hangrezgéseket fog végezni, amelyeket továbbad a levegőnek, végül is fülüünkkel a mikrofonra beszélt hangokat fogjuk hallani.

A hallgatót fülüünkhez kell tenni, hogy a beszédet jól halljuk. Ahhoz, hogy a hang egy szobában vagy nagyobb helyiségben is jól hallható legyen, hangszóróra van szükségünk. A *hangszóró* egy nagy membránal ellátott hallgatóhoz hasonlít. Ennek a membránnak a mozgatásához természetesen sokkal erősebb áram szükséges, mint a hallgatóéhoz. A hangfrekvenciás jeleket tehát erősíteniük kell ahhoz, hogy a hangszórót megszólaltassuk.



A telefon, amely lehetővé teszi a beszéd nagy távolságra való átvitelét, használhatóság szempontjából korlátozott. Eltekintve attól a hátránytól, hogy az egymással beszélő feleket vezetékkel kell összekötni — ami nagy távolságok esetén igen költséges — az összeköttetést mozgás esetén nem lehet megvalósítani. Gondoljunk csak a hajókra. Telefonkészekötetést ezen nem lehet vezetékkel létesíteni.

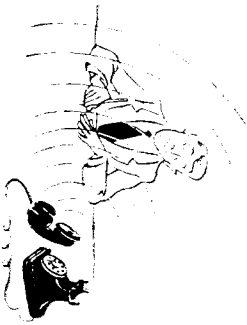
A telefonnak ezt a korlátozottágát akarták pótolni a fizikusok és kutatók akkor, amikor vezeték helyett elektromágneses hullámokat akartak felhasználni. Hiszen az elektromágneses hullámok a tér minden irányába terjednek vezeték nélkül! Ha a kívánt jeleket e hullámokkal sikerülne továbbítani, megszünnének a telefontal jelentkező hiányosságok.

A fátadozások nem voltak hiábavalók. A múlt század nyolcvanas éveiben megszületett a rádió. Oroszországban Popov, Olaszországban, illetve Angliában Marconi megépítette az első rádiókészüléket. E készülékeket természetesen nem lehet összehasonlítani a mai rádiókkal. Az erősítőcsoveket akkoriban nem ismerték, a jeleket nem tudták erősíteni. Az átrihalt távolság kezdetben nagyon kicsiny volt. Az első készülékekkel még beszédet sem lehetett továbbítani. A közvetítés csak jelek segítségével volt lehetséges: az elektromágneses hullámokat meghatározott jelek ütemében sugározták ki az adókészülékek. De kezdenek ez is sokat jelentett. Ebből fejlődtek ki ugyanis a modern rádióadó- és -vevőkészülékek, amelyek lehetővé teszik a vezeték nélküli összeköttetés létesítését a világ bármely két pontja között, az összeköttetést pl. hajók és repülőgépek között. Popovnak és Marconinak köszönhető, hogy ma már a nagy műsorszóró rádióállomások és televízió-adók elektromágneses hullámok által továbbítják otthonunkba a beszédet, zenét és a képeket.

A rezgőkör

Most azonban nézzük meg, hogyan lehet elektromágneses hullámokat előállítani.

Mint már szó volt róla, a rezgő töltés váltakozó elektromos erőteret létesít, ez pedig váltakozó mágneses erőteret. Ezek az erőterek a térben elektromágneses hullámok alakjában továbbterjednek. Mindenekelőtt tehát rezgő töltéseket, elektromos rezgéseket kell létesítenünk, majd a keletkező elektromágneses hullámokat a térbe kisugáratatnunk.

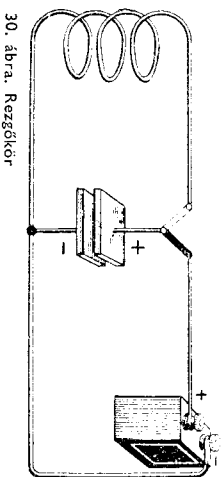


Bebizonyosodott, hogy az elektromos rezgéseket legkönnyebben az ún. elektromos rezgőkörrel lehet előállítani. A rezgőkör (30. ábra) öndukációs tekercsből és kondenzátorból áll (ez utóbbinak elődje a leydeni palack). Most nézzük meg, mi történik a rezgőkörben.

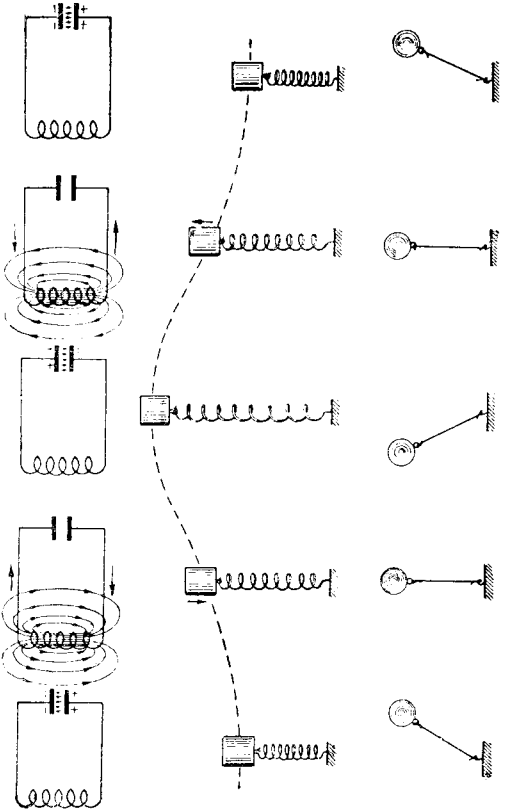
Ha a kondenzátort egy telep sarkaihoz kapcsoljuk, fegyverzetei feltöltődnek, és a közöttük levő feszültség akkora lesz, mint a telep feszültsége. A kondenzátor egyik fegyverzetén pozitív, másik fegyverzetén pedig negatív töltés lesz. Most a kondenzátort kapcsoljuk le a telepről és fegyverzeteit tekercsen keresztül kössük össze. Ekkor a kondenzátor kisül, miközben a tekercsen át áram folyik. Ha a kondenzátor fegyverzeteit tekercs helyett rövid huzallal zárunk rövide, a kondenzátor egy pillanattalatt kiszilne. A tekercsen keresztül lassúbb a kisülés, mert miközben a tekercsben áram folyik, körülötte mágneses erőter keletkezik, amely az áramerősség gyors növekedését gátolja. Végül mégis elfogy a kondenzátor összes energiája, és a fegyverzetén levő feszültség megszűnik.

Ha a kondenzátoron nincsen feszültség, akkor a fegyverzetein sem elektron többlet, sem pedig elektronhiány nincsen, a rezgőkörben tehát nem folyhatna áram. A valóság azonban más. Amint az áram csökkeni kezd, a tekercs mágneses erőtere is csökkeni kezd, és ez a mágneses erőterváltkozás feszültséget indukál a tekercsben, gátolva az áram pillanatok alatti megszűnését. Az indukált feszültség igyekszik fenntartani az áramot. Mivel a kondenzátor feszültsége nulla, az áram pedig az indukált feszültség hatására tovább folyik, a kondenzátor újból kezd feltöltődni, pontosabban ártöltődni; most a felső fegyverzet lesz negatív, alsó fegyverzete pedig pozitív töltésű.

A kondenzátor akkor töltődik fel maximális értékig, amikor a tekercs mágneses erőtere eltűnik. Ekkor a kondenzátor Kisülési folyamata újból kezdődik, azzal a különbséggel, hogy most a kisütőáram iránya ellentétes. Eközben a kondenzátor feszültsége újból csökken, a tekercs körüli mágneses erőter pedig újból növekszik. Amikor a kondenzátor feszültsége megint eléri a nullaértékét, és az áramerősség növekedése megszűnik (ekkor éri el az áram maximális értékét), a mágneses erőter nem engedi meg, hogy az áram megszűnjön. Miközben a mágneses erőter csökken, a tekercsben feszültséget indukál, aminek következtében az áram tovább folyik az előbbi irányba, és újból feltölti a kondenzátort. A kondenzátor felső fegyverzetén most megint pozitív töltés lesz, az alsón pedig negatív.



Ez a rezgés a rugóra felfüggesztett súly mozgására vagy az inga kilengéseire emlékeztet (31. ábra). Ha az ingát nyugalmi állapotból elmozdítjuk, földünk vonzóerejének hatására igyekszik elfoglalni eredeti helyét, de közben kilengésének legmélyebb pontjához ér, tehát teljességgel megáll, de a legmélyebb ponton áthaladva megint csak kileng.



31. ábra. Az inga, a rugón függő súly és a rezgőkör összehasonlítása

Csillapított rezgések. Ha az inga nem ütközne a levegő ellenállásába, és nem lépne fel a felfüggesztési sűrűlódás, akkor minden kilengése alkalomával ugyanazt a magasságot érné el, amelyről eredetileg eleresztettük. Mivel azonban az inga mozgási energiáját a levegő ellenállása és a sűrűlódás felemésztí, minden kilengés kisebb lesz, mint az előző, végül pedig a kilengések megszűnnek.

Ugyanez történik a rezgőkörben is. Ha a rezgőkörben nem lennének veszteségek, a kondenzátor feszültsége egy teljes rezgés után megint csak az eredeti feszültségértékét érné el. Veszteségmentes rezgőkört azonban nem lehet készíteni. Ezért az első rezgés után a teleptől kapott. A rezgőkör veszteségeit a tekercs ellenállása okozza. A kondenzátor feszültsége tehát minden rezgés után kisebb és kisebb lesz, amíg a benne felhalmozott energia fel nem emésződik; ekkor a rezgések megszűnnek. Az ilyen rezgéseket, amelyeknek nagysága (amplitúdója) fokozatosan csökken, *csillapított rezgések*nek nevezzük.

Csillapítatlan rezgések. Ha a rezgőkörben minden rezgés után pótoljuk azt az energiát, amely a rezgés közben elvesztett, akkor a rezgések nagysága mindig állandó marad, amplitúdójuk nem csökken. Az ilyen rezgéseket *csillapítatlan rezgések*nek nevezzük (32. ábra).

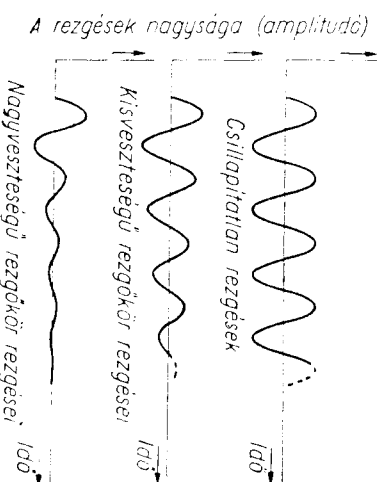
Nézzük csak az ingát. Az óra rugója állandóan pótolja azt az energiát, amelyet az inga egy kilengése alatt a sűrűlódás következtében elveszt, az inga kilengése tehát nem csökken, hanem állandóan egyforma. A rezgőkörben a veszteségeket elektroncső és áramforrás segítségével lehet pótolni. Ha a rezgőkört megfelelően összekapcsoljuk az elektroncsővel és az áramforrással, rezgőkört kapunk, amely csillapítatlan rezgéseket képes előállítani.

Rezgőkörrel tehát előállíthatunk rádióhullámokat. A kondenzátor fegyverzeteinek töltései ide-oda áramlanak, rezgéseket végeznek. A rezgőkörben levő elektronos rezgések következtében azonban nem a levegő részecskéi jönnek rezgésbe, hanem elektromágneses hullámok keletkeznek. Ezek a hullámok azonban annyira gyengék, hogy alig lehet őket kimutatni, mint ahogy majdnem az egész elektromos erőter a kondenzátor fegyverzetei között kis térben van összpontosítva, a mágneses erőter pedig majdnem teljesen a tekercs belsejében.

Amikor a tengeren vihar dúl, a védett kikötőben viszonylagos csend és nyugalom van. Ha pl. a kikötőben sikerülne hatalmas hullámokat kelteni, akkor a nyílt tengeren lehetne nyugalom. Ennek az a magyarázata, hogy a kikötő majdnem minden oldalról gátakkal van védve, amelyek az első esetben nem engedik meg, hogy a nyílt tenger hullámai a kikötőbe jussanak, a második esetben pedig, hogy a hullámok a nyílt tengerre áterjedjenek. Hasonló a helyzet a rezgőkörünkkel is, amelyet a kikötővel hasonlítunk össze.

Az antenna. Ahhoz, hogy a hullámok kijussanak a kikötőből, annak kapuit meg kell növelnünk, tehát a kondenzátor fegyverzeteit távolabb kell vinni egymástól, a tekercset pedig megnyújtani. De hogy ne csökkenjen a kapacitás és az indukció, tehát hogy ne változzanak meg a rezgőkör jellemzői, a kondenzátor lemezeit és a tekercs meneteit megfelelően növelni kell (33. ábra).

Kezelhetőség szempontjából azonban nem lenne célszerű túlságosan

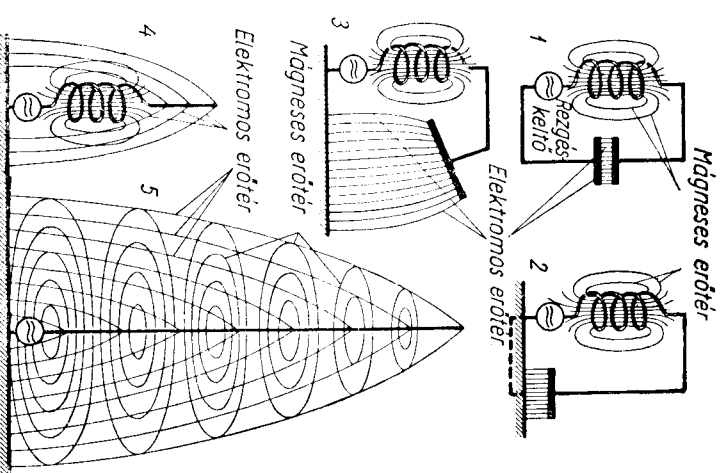


32. ábra. Rezgések görbéi

megnövelni a fegyverzeteket. Ezért az egyik fegyverzetet huzallal szoktuk helyettesíteni, amelyet mint egy igen keskeny, hosszú kondenzátorfegyverzetet foghatunk fel, a másik fegyverzet pedig rendszerint a föld, amely különösen akkor, ha nedves, jól vezet, tehát egy hatalmas kondenzátorfegyverzet szerepét képes betölteni.

A tekercset is helyettesíthetjük huzallal, mivel a huzal körűl is kialakul mágneses erőter. Az így kiképzett rezgőkörben is létrejöhetnek — az előbbihez hasonló módon — elektromos rezgések. Az ilyen rezgőkört, amely a rádiótechnikában antenna néven ismeretes, *nyílt rezgőkörnek* nevezzük.

A nyílt rezgőkör annyiban különbözik a zárt rezgőkörtől, hogy az utóbbiban az összes kapacitás a kondenzátorban, az összes indukció pedig a tekercsben összpontosul; a nyílt rezgőkörben pedig a huzal minden részecskéjének egyidejűben van indukciója és kapacitása. Ezért az antenahuzal egyidejűleg úgy viselkedik, mint az elektromos erőteret létesítő kapacitás és a mágneses erőteret létesítő indukció.



33. ábra. A rezgőkör általaltatása antennává

és csökken a benne folyó áram, tehát annál több idő szükséges egy rezgés megörrentéhez. Ha tehát nagyfrekvenciákat akarunk előállítani, a rezgőkör indukcióitását és kapacitását csökkentenünk kell. Kisebb frekvenciák előállításához viszont nagyobb indukcióitástú tekercs és nagyobb kapacitású kondenzátor szükséges.

A hullámhossz és a frekvencia összefüggése. Az elektromágneses hullámokat nagyságuk (amplitúdójuk), hosszuk és terjedési sebességük jellemzi.

Mint már láttuk, terjedési sebességük 300 000 km/s, amplitúdójuk a rezgőkörben folyó energia nagyságától függ, hosszukat pedig az a távolság adja meg, amelyet egy rezgés alatt futnak be.

Ezek szerint az 1 Hz-es rezgés hullámhossza 300 000 km, irányát pedig kétszer váltotta (34. ábra). A 2 Hz-es frekvencia rezgési irányát négyszer változtatja meg 1 s alatt. Mivel 1 s alatt az általa megtett út ugyancsak 300 000 km, belátható, hogy hullámhossza 150 000 km. Ibból következtethetjük, hogy a hullámhosszt megkapjuk, ha a terjedési sebességet (ez állandó érték) a frekvenciával elosztjuk. (Természetesen, ha a terjedési sebességet a másodpercenként megtett kilométerek számával adjuk meg, akkor a hullámhosszt is kilométerben kapjuk meg.):

$$300\,000 \text{ (km/s)} = 150\,000 \text{ (km)} \cdot 2 \text{ (s)}$$

A hullámhosszt azonban (amit λ -val szokás jelölni) inkább méterben adjuk meg. Ha a hullámhosszt méterben akarjuk kiszámítani, akkor a terjedési sebességet is a másodpercenként megtett méterek számával kell felírjunk:

$$300\,000\,000 \text{ (m/s)} = 150\,000\,000 \text{ (m)} \cdot 2 \text{ (s)}$$

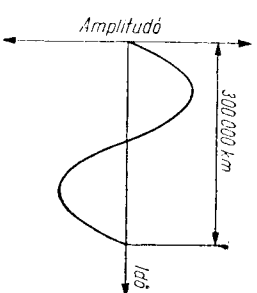
A frekvenciát f -fel szokás jelölni, a terjedési sebességet pedig c -vel. A hullámhossz kiszámításának képlete tehát:

$$c = \lambda \cdot f$$

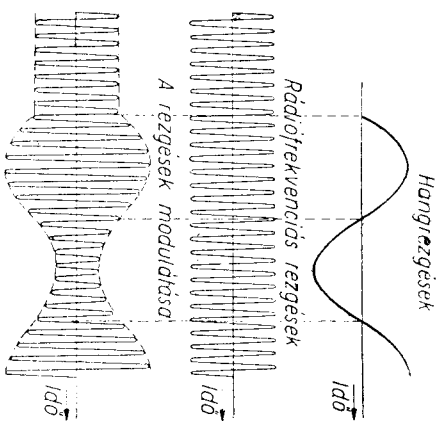
Jegyezzük meg jól: *amilyen mértékegységben írjuk fel a terjedési sebességet, ugyanolyan mértékegységben kapjuk a hullámhosszt.*

A rádióállomás

A nagyfrekvenciás rezgéskeltő, vagyis a megfelelően összekapcsolt rezgőkör, elektroncső (amelyről a későbbiekben még szó lesz és az áramforrás által keltett elektromágneses rezgéseket a nyílt rezgőkörhöz — antennához — vezetjük, amely ezeket elektromágneses hullámok alakjában a térbe kiugráztatja. Mivel a rezgések nagysága állandó, a térbe kisugárzott elektromágneses hullámok amplitúdója is változatlan.



34. ábra. 300 000 km-es hullámhossz



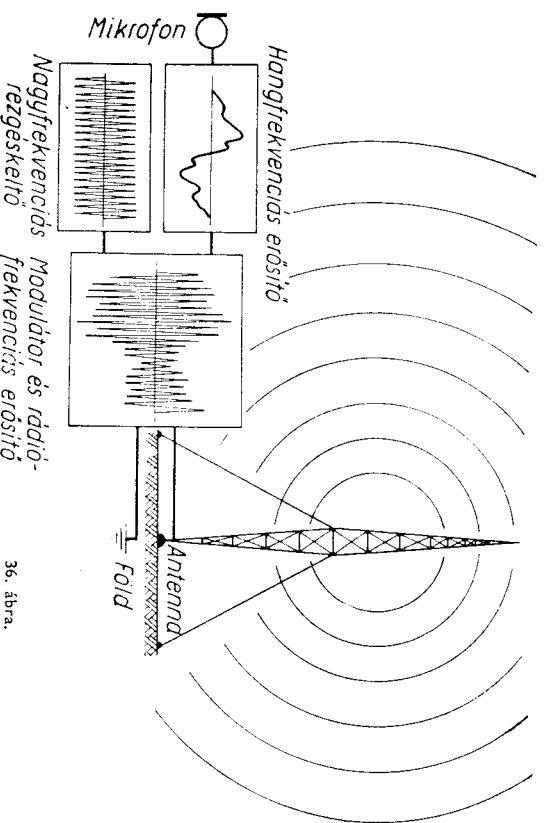
35. ábra. Rádiófrekvenciás rezgések modulálása hangfrekvenciás rezgésekkel

a hangfrekvenciák ütemében változtatjuk, a modulációt megvalósítja (példánkban a mikrofon), a modulátor, a moduláció következtében kapott változó amplitudójú rezgések pedig a modulált rezgések. A rezgéseket által keltett rezgés-

A telefonnál a vezetékben folyó áramot mikrofonnal vezérelni tudjuk, tehát az egyenáram értéke a hangrezgések ütemének megfelelően változik; ugyanezt elvégezzük az elektromágneses hullámokkal is. Ezt pl. elérhetjük azzal is, ha a mikrofont a rezgésektől és az antenna közötti áramkörbe kapcsoljuk. Ekkor beszéd közben a hangnyomás változásának megfelelően változni fog a mikrofon ellenállása, tehát az antennába kerülő nagyfrekvenciás áram amplitudója is.

A moduláció. Azt a folya-

matot, amellyel a rádióadó csillapítatlan rezgéseinek amplitudóját



36. ábra. A rádióadás egyszerűsített vázlatja

reket, amelyeket modulálunk, és amelyek a hangfrekvenciás rezgéseket matematikailag viszik, hordozó rezgéseknek (hullámoknak) nevezzük.

Az ismertetett egyszerű modulációs eljárást a gyakorlatban nem használjuk, mivel a nagyteljesítményű adóállomások hordozó hullámainak közvetlen modulálására a mikrofon nem alkalmas. A gyakorlatban a mikrofonáramot elektroncsövek segítségével kellő mértékben felerősítik, s a felerősített áramokkal vezérlik a hordozó hullámokat (35. ábra). Előre kell bocsátanunk, hogy vannak olyan modulációs rendszerek is, amelyek a hordozó hullámnak nem az amplitudóját, hanem a frekvenciáját változtatják a hangfrekvenciás rezgések ütemében. Erről az ún. frekvenciamodulációról később, a televízióadás ismeretésekor részletesebben is beszélünk.)

Ezek szerint a rádióadáshoz a következő egységek szükségesek: rezgésektől, amely a csillapítatlan elektromágneses hullámokat előállítja, modulátor, amely a hordozó hullám amplitudóját a hangfrekvenciák ütemének megfelelően változtatja, és antenna, amely az elektromágneses hullámokat kinyugtatja.

Az adás folyamata tehát nagy vonalakban a következő (36. ábra):

Az adóállomásról közvetlenül beszéd vagy zene hangrezgéseit mikrofonnal átalakítjuk elektromos rezgésekké, majd ezeket felerősítjük. A rezgésektől egy bizonyos frekvenciájú (pl. 500 KHz-es) rádiófrekvenciás elektroncsöves rezgéseket állítunk elő, és ezeket moduláljuk a felerősített hangfrekvenciás rezgésekkel. A moduláció eredménye, hogy a rádiófrekvenciás rezgések amplitudója a hangfrekvenciák ütemében ingadozik. A modulált rádiófrekvenciás rezgéseket ezután az adóantennára vesszük, amely kisugározza őket. Az adóantennából elektromágneses hullámok indulnak ki minden irányba, és viszik magukkal igen nagy távolságokra az adóállomás műsorát.

A rádióvétel

Mielőtt a rádióvételt elvéne ismertetésére rátérnénk, el kell még mondanunk egyet-mást a rezgőkörről.

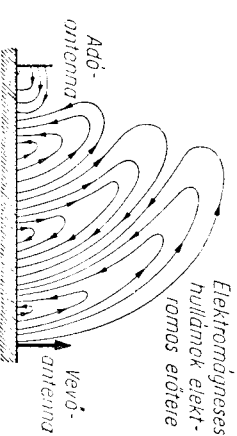
A rezonancia. A rezgőkörben keletkező rezgések frekvenciáját a rezgőkör kondenzátorának kapacitása, illetve tekercsének induktivitása határozza meg. Mennél nagyobb ezek értéke, annál kisebb a rezgések frekvenciája, és fordítva: kisebb kapacitással és induktivitással nagyobb frekvenciát állíthatunk elő. Minden rezgőkörhöz tehát egy határozott frekvencia tartozik, amelyet a rezgőkör önfrekvenciájának nevezünk.

Ha rezgőkörünkhöz olyan rezgésektől feszültségét vezetjük, amelyek frekvenciáját változtatni lehet, a következőket tapasztalhatjuk: mennél jobban közelíti meg a rezgésektől frekvenciája a rezgőkör önfrekvenciáját, annál jobban növekszik a rezgőkörben folyó áramerősség. Amikor a rezgésektől frekvenciája egyenlő a rezgőkör önfrekvenciájával, az áramerősség a

Legnagyobb. Ha a rezgéskeltő frekvenciája túlságosan távol esik a rezgőkör önfrekvenciájától, akkor a rezgőkörben áram alig folyik.

Ezt a jelenséget azonban elérhetjük úgy is, hogy a rezgéskeltő frekvenciáját változtatlanul hagyjuk, és a rezgőkör önfrekvenciáját változtatjuk pl. olyképpen, hogy kondenzátorának kapacitását változtatjuk (ehhez forgókondenzátort használunk, amelyet minden vevőben megtalálhatunk és amelynek forgatásával keressük meg a venni kívánt állomást).

Azt az esetet, amikor a rezgéskeltő frekvenciája megegyezik a rezgőkör önfrekvenciájával, tehát amikor a rezgőkörben a legnagyobb áram folyik, *rezonanciának* nevezzük. Mint látni fogjuk, a rezonanciának a rádióvetél szempontjából igen nagy jelentősége van.



37. ábra. Az elektromágneses hullámok elektromos erőtere a vevőantennában feszültséget kelt

létesít. A rádióhullámok esetében is így van ez; az elektromágneses hullámok mágneses tere metszi a vevőantennát, és benne feszültséget kelt.

A vevőantennában keltett feszültséget azonban úgy is magyarázhatjuk, hogy azt az elektromágneses hullámok elektromos erőtere idézi elő. Ennek hatására az antennában levő elektronok ugyanis rendezett mozgásba jönnek, az antennában tehát rezgések keletkeznek (37. ábra). Természetesen ezeknek a rezgéseknek feszültsége igen kicsi, és frekvenciájuk megegyezik a vett rádióhullám frekvenciájával.

Minden vevőantennában a legkülönbözőbb adóállomások, a közelieliek és távoliak, a nagy és kis teljesítményűek az ismertett módon egyaránt feszültséget keltenek. E sokaság közül ki kell választani azoknak a rezgéseknek a feszültségét, amelyek a venni kívánt adóállomás frekvenciájának felelnek meg. Ezért a vevőantennához rezgőkört csatolunk. A rezgőkör kapacitását vagy induktivitását változtatva, a rezgőkört a venni kívánt frekvenciára hangoljuk le; ekkor rezgőkörünk rezonanciában lesz a kiválasztott adóállomás frekvenciájával.

Rezonancia esetén, amikor tehát a rezgőkör önfrekvenciája megegyezik a venni kívánt állomás frekvenciájával, a rezgőkörben ennek a rezgéssei a legerősebbek; ugyanakkor más adóállomások rezgéssei, amelyek nincsenek rezonanciában a rezgőkörrel, igen kicsinyek. Ily módon a rezgőkör lehetővé teszi, hogy az antennában keltett számos adóállomás rezgéssei közül kiválasszuk a venni kívánt rezgéseket.

A demoduláció. Ha az antenna által felfogott és a rezgőkör által kiválasztott rezgéseket a hallgatóhoz vezetnénk, nem hallanánk semmit. Ennek az a magyarázata, hogy ezek a rezgések igen szaporák, nagyfrekvenciájúak, bár hangfrekvenciával moduláltak. Ha a hallgatóhoz vezetjük őket, a hallgató membránjára igen nagy sebességgel egymás után pozitív, majd negatív áramimpulzusok hatnak. A membrán képtelen ilyen sebessen követni a változásokat, gyakorlatilag tehát mozdulatlan marad.

A hangfrekvenciás rezgéseket le kell tehát választani a nagyfrekvenciás rezgésekről — hogy meghallgassuk őket —, és olyan árammá változtatni, amely a hangfrekvenciák ütemében ingadozik. Ha ilyen áramot vezetünk a hallgatóhoz, akkor a membrán képes lesz olyan ütemben mozogni, amilyen ütemben az adóoldalon levő mikrofon membránja mozog. A hangfrekvenciás rezgések leválasztásának folyamatát a nagyfrekvenciákról demodulációnak vagy detektálásnak nevezzük.

A demoduláció a moduláció folyamatának ellentéte. Moduláláskor a nagyfrekvenciás rezgésekre ültetjük a hangfrekvenciás rezgéseket, demoduláláskor pedig a nagyfrekvenciás rezgésekről leválasztjuk a hangfrekvenciás rezgéseket. A nagyfrekvenciás rezgések tehát csak arra valók, hogy a szükséges jelceket továbbítsák; szerepük ugyanaz, mint a telefonnál az állomásokat összekötő vezetéké.

A nagyfrekvenciás rezgésekről a hangfrekvenciás rezgéseket úgy választjuk le, hogy a modulált rezgéseket olyan berendezésen vesszük át, amely az áramot egyik irányba jól vezet, a másik irányba pedig nem. Ilyen tulajdonsága van pl. néhány kristálynak.

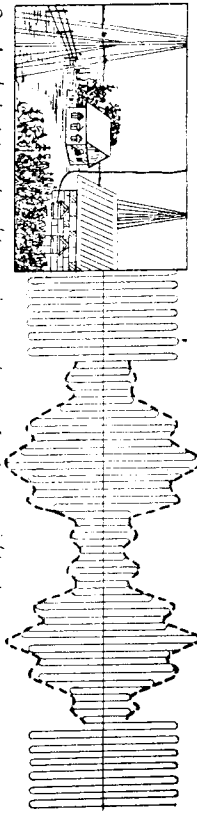
A detektoros-vevő. A kristálydetektoron keresztül, amelyet demodulálásra használunk, az áram csak egyirányban tud áthaladni. Ha tehát az egyirányított nagyfrekvenciás rezgéseket vezetjük a hallgatóhoz, ennek hatására mindíg csak egyirányú áramimpulzusok (a nagyfrekvenciás rezgések felhullámai) fognak átfolyni. Ezeknek az impulzusoknak a közepes erőssége a moduláló frekvencia ütemében változik, a hallgatóban tehát a moduláló hangfrekvenciának megfelelő áram fog folyni; és hallható hangokat fogunk hallani. A leírt folyamatot a 38. ábra szemlélteti. Ily módon működik a detektoros vevőkészülék.

A detektoros-vevőkészülékkel csak erős, közeli adóállomásokat lehet venni. A távolabbi adóállomások gyenge jeleinek vételére csak az elektronos vevők alkalmasak.

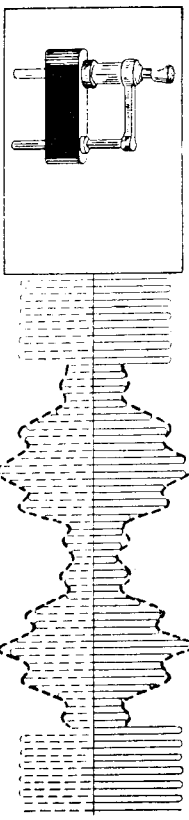
Az egyenes-vevő. Az elektroncsöves vevőkészülékben a vett nagyfrekvenciás rezgéseket rendszerint már a demodulálás előtt erősítik, és a demodulálást is elektroncső végzi. A kapott hangfrekvenciás rezgéseket szintén tovább erősítik, hogy a hangszórót működtetni lehessen.

A 39. ábrán egy egyszerű, ún. *egyenes vevőkészülék* elvi felépítését láthatjuk. Az antenna az adóállomások által kisugárzott elektromágneses hullámokat felveszi, és a vevőkészülékhez továbbítja. A vevőben a kívánt adó-

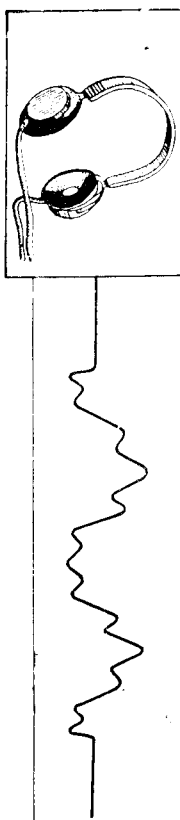
1 Az antenna által felvett modulált rezgések



2. A detektor leválasztja a hangfrekvenciákat



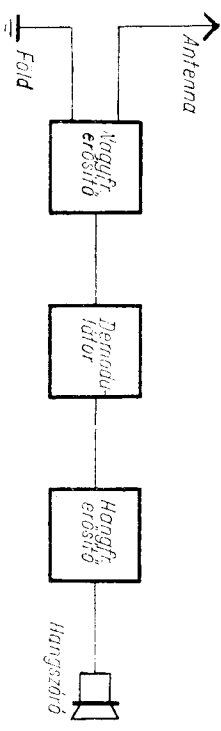
3. A hangfrekvenciás rezgések működtetik a hallgatót



38. ábra. Detektoros vevő működése

állomás frekvenciáját rezgőkör választja ki, majd a kiválasztott rezgések a nagyfrekvenciás erősítőbe kerülnek. A hangfrekvenciát hordozó felerősített rezgésekről a demodulátor leválasztja a hangfrekvenciás rezgéseket. A vevő utolsó fokozata pedig erősíti a hangfrekvenciás rezgéseket, amelyek a hangszóróra kerülnek.

A frekvenciaváltó-vevő. Az eddig ismertetett vevők elvi kapcsolása a túlzásfolt vételi viszonyok és a nagyvávoltságú összeköttetések miatt nem felel meg a mai követelményeknek.

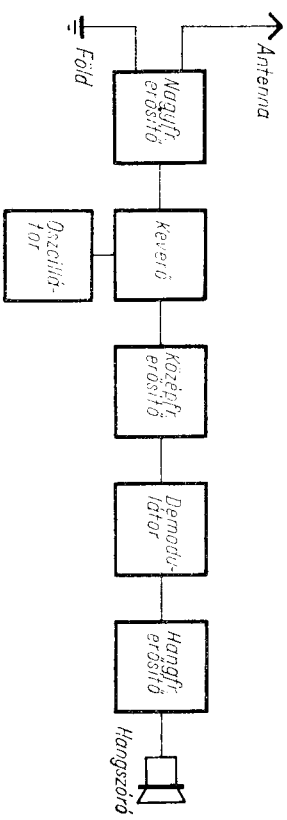


39. ábra. Egyszerű-vevőkészülék

A detektoros-vevőkészülékek általában csak igen erős helybeli adók vételére alkalmasak. Az egyenes-vevők erősítése viszont csak bizonyos határig fokozható. Továbbá: az egyenes-vevők szelektivitása kicsi: a vevő az egymás mellett levő adóállomásokat nem képes megfelelően szétválasztani, azok egymást zavarják.

Sokkal tökéletesebbek azok a vevőkészülékek, amelyek a szuperheterodin-elv alapján működnek.

A frekvenciaváltó- (szuper-) vevőt az jellemzi, hogy az erősítés benne nem két, hanem három különböző frekvencián történik, mégpedig a nagyfrekvencián, a vevő részére meghatározott középfrekvencián, a demodulálás után pedig a hangfrekvencián. A készülék erősítésének legjelentősebb hányada mindig a középfrekvenciás erősítőre jut.



40. ábra. Frekvenciaváltó-vevőkészülék

A frekvenciaváltó-vevő elvi kapcsolását a 40. ábrán láthatjuk.

A nagyfrekvenciás erősítőfokozat a vevőben két feladatot teljesít: növeli a jelek amplitudóját, és a rezgőkörrel fokozza a vevőkészülék szelektivitását. A nagyfrekvenciás fokozatban az erősítő gyakran el is marad, és csak a szelektálást végző rezgőkör található meg.

A nagyfrekvenciás fokozatot a frekvenciadátalkító (keverő) fokozat követi, amely a keverőcsőből és az oszcillátorból áll (vagy két külön cső, vagy egy ikercső). A jelrezgések és az oszcillátor rezgései a keverőcsőben (frekvenciadátalkítóban) olyan középfrekvenciás feszültséget hoznak létre, amely az oszcillátorfrekvencia és jelfrekvencia különbségével egyenlő. A beérkező jelrezgések vételkor a bemenőkörök hangolásával együtt az oszcillátor is hangolódik, mégpedig úgy, hogy a frekvenciák különbsége mindig ugyanaz maradjon.

Pl. ha a vevő középfrekvenciája 455 kHz és ha a venni kívánt állomás frekvenciája 1000 kHz, a bemenőkört erre a frekvenciára hangolva le, az oszcillátor automatikusan 1455 kHz-re hangolódik. A két frekvenciának a

különbsége 455 kHz. Hasonlóképpen, ha 2500 kHz frekvenciájú adóállomást akarunk venni, az oszcillátor frekvenciája 2955 kHz lesz, a középfrekvencia tehát megint 455 kHz. A középfrekvenciás erősítő tehát minden esetben a 455 kHz-es frekvenciát erősíti.

Természetesen a jelek hallhatóvá tétele céljából a középfrekvenciás rezgéseket demodulálni kell.

A demoduláció után a *hangfrekvenciás erősítőfokozat* következik, amelynek feladata a jelek hangerejének növelése.

A frekvenciaváltó-vevők előnye az egyenes-vevőkhez képest a nagyobb érzékenység és a nagyobb szelektivitás. Ez a következőkből adódik:

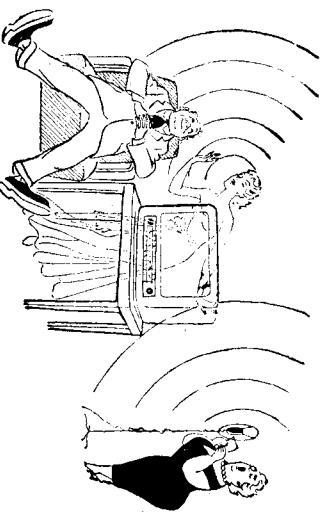
a) A választott középfrekvencia állandó, tehát a fokozatok közötti rezgőköröket nem kell hangolni. Fix hangolású körökkel nagyobb erősítés érhető el.

b) Az erősítés három frekvenciatartományban is történhetik.

c) Frekvenciaváltás révén az egymáshoz közeli rezgésszámú adók is eredményesen választhatók szét. A venni szándékolt adó és egy másik közeli adó rezgésszámaiból adódó középfrekvenciák százalékos különbsége ui. nagyobb, mint a közvetlenül venni kívánt rezgések százalékos különbsége. Pl. ha a venni kívánt adó 1000 kHz-en dolgozik és a zavaró adó 1010 kHz-en, a két állomás közötti frekvenciakülönbség egyenes-vevőben 1%. Frekvenciaváltó-vevőben pedig, ha középfrekvenciája 455 kHz, a zavaróállomás középfrekvenciája 465 kHz lesz. Tehát a két állomás között továbbra is 10 kHz a frekvenciakülönbség a középfrekvenciában, de ez a 10 kHz-es különbség már 2,2%-ot jelent.

A vevőkészülék érzékenysége. A vevőkészülékekről tudnunk kell még azt, hogy jószáguk egyik jellemzője az érzékenység. A készülék érzékenységét kifejező szám azt mutatja, hogy mekkora az a (elektromágneses hullám által szolgáltatott és a vevő bemenetelére kerülő) legkisebb jelfeszültség, amelynek hatására a vevő kimenetén meghatározott teljesítmény van. Pl. 150 μ V (mikrovolt) érzékenység azt jelenti, hogy a vevő bemenetére legalább 150 μ V-os jelet kell adnunk. Ha a feszültség kisebb ennél, a kimeneten nem kapunk élvezhető műsort.

A bemenetre kerülő jelfeszültséget az antenna szállítja, nagysága függ az adóállomás térerősségétől, a vétel helyén. A térerősség általában annál nagyobb, mennél közelebb vagyunk az adóállomáshoz, s mennél nagyobb az adó teljesítménye.



Az elektroncső

Most pedig ismerkedjünk meg közelebbről a már annyit emlegetett elektroncsővel. Nézzük meg, mi a technika eme remekművének lényege, hogyan működik, és hogyan használjuk ezt a rádiótechnikában és televízióban. Amikor Edison 1883-ban szénizzószálas villanylámpájának tökéletesítésén dolgozott, érdekes jelenségeket fedezett fel.

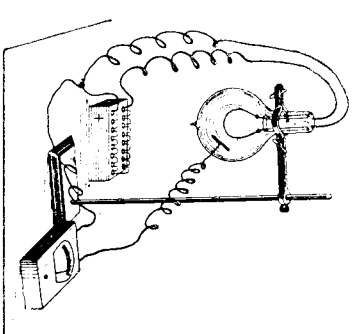
A szénzásl porladásának tanulmányozása céljából a lámpa buráját a fémlennez szerelt, amelyhez a burán keresztüli bevezetőhuzalt csatlakoztattott. Az így átalakított lámpával kísérletezve Edison egy ízben meglepődve tapasztalta, hogy a fémlennez bevezetőhuzala és az izzószál közé véletlenül bekapcsolt érzékeny árammérő mutatója kitér. Miután a jelenséget több ízben ellenőrizte, végül is kénytelen volt tudomásul venni az új tapasztalati tényrt: a műszer mutatója kitér, tehát áram folyik egy olyan áramkörben, amelynek egy részét a lámpa belsejében az izzószál és a fémlennez között levő légüres tér alkotja (41. ábra).

A jelenséget a tudomány csak évekkel később sikerült megmagyarázni. Eszerint a lámpa izzószálából elektronok lépnek ki, és az izzószál körüli elektronfelhőt képeznek. Ha a lámpába pozitív töltésű lemezt helyezünk, az izzószálból kilépő elektronok legnagyobb része nagy sebességgel a lemez felé repül. A légritkított térben az izzószál és az anódnak nevezett lemez között áram folyik.

Az izzószál és az anódlennez között folyó áram erősségét azáltal lehet szabályozni, hogy az anódlennezre adott pozitív feszültséget az izzószáléhoz képest növeljük vagy csökkentjük. A szabályozás kisebb mértékben az izzószál fűtőfeszültségének változtatásával is végezhető.

A dióda. A lemezzel kiegészített izzólámpa az áramot csak egyik irányba engedi át. Az elektronok a *katód* felé, az izzószáltól csak az *anódlennez* felé repülnek, fordított irányba nem. Edison nem gondolt arra, hogy ezt a jelenséget egyenirányításra is fel lehetne használni, az elektroncsöves egyenirányítás csak jóval később valósult meg. Ekkor azonban már tökéletesítették a kételektrodás cső kivitelezését — izzó szénzásl helyett fémszálat használtak. A kételektrodás csövet, a *diódt* először 1904-ben a rádiótechnikában kezdték használni demodulálásra.

A trióda. A diódában folyó áramerősség meglehetősen nagy értéket is elérhetett. Ez arra a gondolatra ösztönözte a fizikusokat, hogy ezt az áramot gyenge elektromos jelekkel próbálják vezérelni, és így a gyenge

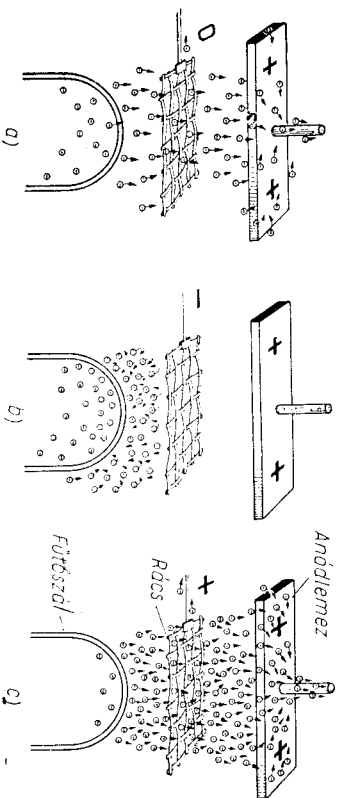


41. ábra. Edison kísérlete

feszültségváltozások helyett erős áramingadozásokat kapianak. Hosszas kísérletezés után végül sikerült megoldani a kérdést: a csőbe az anódlémez és az izzószál közé egy ráccszerű elektródot helyeztek el.

A gyenge jelfeszültségeket ehhez a ráccshoz vezették, s kezdték tanulmányozni, hogy ez milyen hatással van az izzószálból kiáramló elektronokra (42. ábra).

Amíg a rácstra nem adtak feszültséget, az elektronok szabadon haladtak át rajta az anódlémez felé. Az *anóddáramnak* nevezett áram erőssége változatlan maradt (42a ábra). De ha a rácstra csak egy kis negatív feszültség is került,



42. ábra. A rácson lévő feszültség hatása:
 a a rácson nincsen feszültség, az anód felé kevés elektron áramlik;
 b a rácson negatív feszültség van; az anódra nem jut elektron;
 c a rácson pozitív feszültség van; az anódlémezre sok elektron jut

a helyzet megváltozott. Mivel az egyenmű töltések tisztítják egymást, a negatív töltésű rácson csak kevés elektron jutott át. Az izzószál—anód—áramforrás áramkörön átfolyó áramerősség nagymértékben csökkent (42b ábra).

Ha a rácstra pozitív feszültséget adtak, akkor az anód felé repülő elektronok száma megnőtt. A rács pozitív töltése elősegítette az izzószál elektrónjainak az anód felé repülését. Ilyenkor az izzószál—anód—áramforrás áramkörében folyó áramerősség erősen megnőtt (42c ábra).

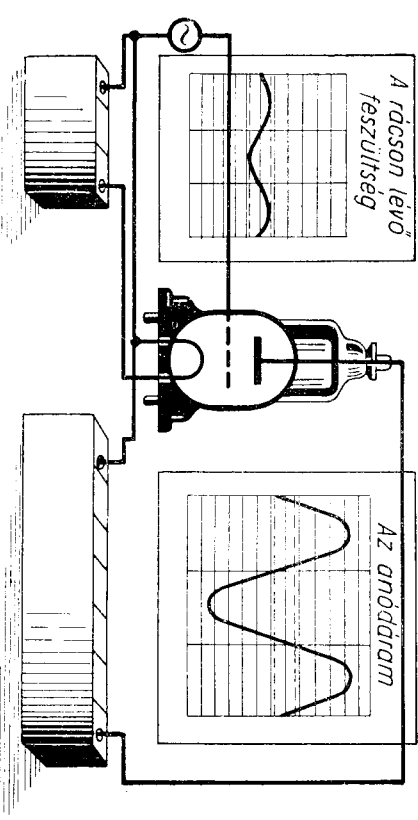
Az anóddáramerősség változásának gömbjét a rácstra adott feszültség függvényében a 43. ábra mutatja.

Ha az elektronszó anódjára és az áramforrás közé ellenállást kapcsolunk, a változó erősségű anóddáram hatására az ellenálláson változó nagyságú feszültség keletkezik. Ez sokszorosra lehet a rácstra kapcsolt, az anóddáramot „vezérlő” feszültségnek. A cső rácására kapcsolt $1/100$ V feszültségváltozásnak pl. olyan hatása lehet a csőön átfolyó áramerősségre, hogy az anódlémezhez kapcsolt ellenálláson 1 V feszültségváltozás keletkezik. Ez esetben a cső

a jelfeszültséget százszorosra növeli meg. Az elektronszó rácására kapcsolt kis jelfeszültség tehát nagy feszültségváltozást eredményezhet.

Az első elektronszóvak a rádiójelek feszültségét csak néhányszorosra növelték meg. Annakidején azonban ez is hatalmas eredmény volt. A korszerű elektronszóvak a jelfeszültséget néhány ezerszeresére is képesek növelni. Az olyan készülékben, amelyben több elektronszó erősíti egymás után a jelfeszültséget, az összerősítés milliószoros is lehet.

A háromelektródás elektronszó, a *trióda* forradalmasította a rádiótechnikát. A trióda segítségével olyan áramlások jellei is vehetőek voltak,



43. ábra. Az elektronszó erősítő hatása

amelyekről régebben azt hitték, hogy elérhetetlenül messze vannak. Ugyanakkor a távolságot kisebb teljesítményű adókkal is sikerült áthidalni, a legnagyobb teljesítményű adóállomások adását pedig úgyszólván a Föld bármelyik pontján lehetett venni.

A többbrácsos csövek. A hirtástechnikában egyrácús triódákon kívül kétrácús tetródákat és háromrácús pentódákat is szoktunk erősítésre használni. Ezek a csövek bizonyos szempontból inkább megfelelnek erősítésre, mint a triódák. A *tetródákban* egy pozitív előfeszültségű rácst helyezünk az anód és a vezérlőrács közé. Ezt a rácst *drínkólorácsnak* nevezük; feladata, hogy csökkentse az anód káros visszahatását a vezérlőrácsra.

Mivel a tetródákban fennállhat az a veszély, hogy az ármýkólorács pozitívabb lesz, mint az anódlémez, és ez rendellenességeket okozhat, a csőbe még egy ötödik elektródot is szoktak beépíteni. Ezt a rácst az ármýkólorács és az anódlémez közé helyezik el, és a katóddal kötik össze, feszültségé tehát egyenlő a katódéval. Ezt a rácst *fékeződrácsnak* nevezük. A fékező-

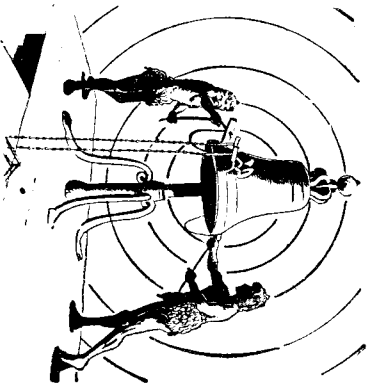
rács hatására az árrnyékólorács káros hatásai teljesen megszűnnek. Az ilyen ötelektródás csöveket pentóddáknak nevezzük.

A modern rádiótechnikában ma már gyakran találkozunk olyan csövekkel, amelyek kettős feladat elvégzésére is alkalmasak. Ezekben egy burában két, sőt három elektronsövegcsövet építenek össze. Ilyen pl. a kettős dióda—trióda vagy a kettős dióda—pentóda. Ezekben a diódarész mint egyenirányító működik, a trióda vagy pentóda pedig mint hangfrekvenciás erősítő.

Ide tartoznak még a keverőcsövek is. Ezeket frekvenciaváltó-vevőkben használjuk. Feladatuk a beérkező rádiófrekvenciás jeleket átalakítani közép-frekvenciás jelekké.

Ezekben az elektronáram a katódtól az anód felé két vezérlőrácson halad keresztül. Az egyik rácsra a rádiófrekvenciás jelek, a másikra a helyi oszcillátor jelei kerülnek. Az anódkörben ennek hatására mindkét frekvencia váltakozóáramai megtalálhatók. Az anódkörben azonban olyan váltakozóáram is folyik, amelynek frekvenciája a két frekvencia különbségével egyenlő. Az így „kikevert” frekvenciát nevezzük középfrekvenciának.

A már említett csillapítatlan rezgéseket előállító rezgéskeletőket is csak az elektronsövegekkel tudták megvalósítani. Az elektronső előtt csak csillapított rezgéseket tudtak kelteni nagy kondenzátorral, amelynek töltését szikraközön keresztül kisütötték. Ezeket a rezgéseket modulálni nem lehetett; csak a morse-jelek továbbítására voltak alkalmasak. A beszéd, zene, majd később a képek továbbítását rádióhullámokkal az elektronső tette lehetővé.



A KORSZERŰ TELEVÍZIÓ

Képlelek átvitele rádióhullámokkal

Beszéltünk már arról, hogy az első televízió-rádióadásokban a képeket Nipkov-tárcsával 1200 elemre bontották. Érthető tehát, hogy a képminőség nagyon gyenge volt. Bár a képelemszámot a minőség javítása céljából még Nipkov-tárcsával is fokozni lehetett volna, ezt nem tették meg, mivel a rádióműsorszóró adóállomások mellett a televízió-adás sávszélességét nem lehetett növelni. De nézzük csak, mi is az a sávszélesség.

A frekvenciasávszélesség. Minden rádióállomás pontosan meghatározott vivőfrekvencián sugározza ki műsorát. Tételezzük fel, hogy valamely adóállomás vivőfrekvenciája 300 000 Hz (1000 m). Ezen a vivőfrekvencián kell tehát továbbítani a beszédet és a zenét, amelynek legmélyebb hangjái 16 Hz-es, legmagasabb hangjai pedig 16 000 Hz-es rezgések. Ez azt jelenti, hogy a vivőfrekvenciának magával kell vinnie az egész hangfrekvenciás sávot, amely 16 Hz-től 16 000 Hz-ig terjed.

A bonyolult modulációs folyamat következtében a hangfrekvenciák hol hozzáadódnak, hol pedig kivonódnak a vivőfrekvenciából. Az adóantenna tehát nemcsak a vivőfrekvenciát sugározza ki, hanem a hangfrekvenciás sávnak megfelelően a vivőfrekvenciánál nagyobb és kisebb frekvenciákat is. Ha tehát adóállomásunk vivőfrekvenciáját 16 és 16 000 Hz közötti frekvenciákkal moduláljuk, akkor a 300 000 Hz-es vivőfrekvencia helyett a kisugárzott frekvenciasáv $300\,000 - 16\,000 = 284\,000$ Hz-től $300\,000 + 16\,000 = 316\,000$ Hz-ig terjed. A kisugárzendó sávszélesség tehát a legnagyobb moduláló frekvencia (esetünkben 16 000 Hz) kétszerese (32 000 Hz).

A rádióműsorszórárs kezdetén még nemigen tudtak olyan adót építeni, amely ezt a sávszélességet képes volt kisugározni. Csak a technika fejlődésével sikerült ezt a műszaki nehézséget megoldani. De a fejlődéssel, a forgalmi és a műsorszóró adók számának növekedésével a szabad frekvenciák mind ritkábbak voltak, az éter mindinkább „betelt”. Nemcsak a már sokkal több adóállomás dolgozott, mint amennyi egymás mellett elfért. A rádióhullámok felhasználását szükségessé vált nemzetközi megállapodásokban szabályozni, hogy megszüntessék a vivőfrekvenciában szomszédos adóállomások kölcsönös zavarását.

A feladatot úgy oldották meg, hogy az egymástól földrajzilag távol eső adóállomásoknak ugyanazt a vivőfrekvenciát adták ki, korlátozták az adók

teljesítményét, üzemeltetési idejét, és előírták, hogy minden adóállomás maximálisan csak 10 000 Hz-es sávszélességet sugározhat ki.

Bár a legmagasabb hangfrekvencia, amit az emberi fül észlelni képes, 16 000 Hz, ez nem jelent különösebb hátrányt. Az igen magas hangok, tehát az igen nagy hangfrekvenciák ugyanis a zene, de különösen a beszéd hangjai között alig fordulnak elő. Ha tehát a hangfrekvenciás sáv felsőbb frekvenciáit elhagyjuk, a hallgatásban egyáltalán nem észlelünk zavart. Még a nagy szimfonikus zenekar hallgatása is kielégítő, ha csak az 50 és az 5000 Hz közötti frekvenciákat visszük át. Ez a körülmény tette lehetővé, hogy az adóállomások sávszélességét 10 000 Hz-re, vagyis a vivőfrekvencia mindkét oldalán 5000 Hz-re korlátozzák.

A képelemszám és a sávszélesség. Az első középhullámokon dolgozó televízió-adóberendezések tervezői tehát nem használhatták a jó képmínőségátvitelhez szükséges sávszélességet, amit a vivőfrekvenciát moduláló képelemek száma határoz meg. A képeket csak 30 sorra bontották, ez 15 000 képelemet jelent másodpercenként, vagyis 7500 Hz-es sávszélességet. Ezeket az adatokat a következőképpen kapjuk meg: ha a kép méretaránya 4 : 3, akkor vízszintes irányban $\frac{4}{3}$ -szor több képelem lesz, mint függőlegesen irányban. A vízszintes irányban tehát a képelemek száma:

$$\frac{4}{3} \cdot 30 = 40.$$

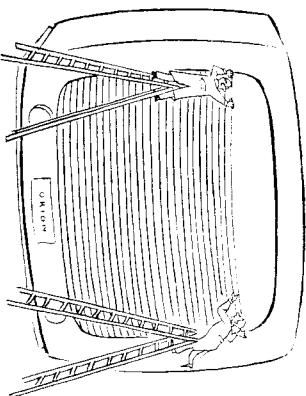
Az egész képmező elemeinek össz-száma pedig:

$$30 \cdot 40 = 1200.$$

Mivel egy másodperc alatt 12,5 képet továbbítottak, a másodpercenkénti képelemek száma:

$$1200 \cdot 12,5 = 15\,000.$$

Ha most újból megnézzük a 23. ábrát, láthatjuk, hogy a jel egy periódusának két képelem felel meg. Ebből az következik, hogy a másodpercenkénti 15 000 képelem 7500 Hz-es moduláló frekvenciát ad. Mivel azonban az első televízió-adók a moduláló frekvenciát a hordozó hullám mindkét oldalán



kisugározták, az adó által kisugárzott maximális frekvenciasávszélesség 15 000 Hz volt. Ez másfélszer nagyobb, mint a rádióműsorszóró adók engedélyezett sávszélessége. A korlátozott sávszélesség azonban nem

az egyedüli akadály a jó képmínőség elérésének. Mechanikai képbontással, Nipkov-tárcsával csak elméletileg lehet megfelelő képmínőséget elérni, a gyakorlatban azonban nem.

Az elektronikus képbontás. A laboratóriumi kísérletek ugyanis azt mutatták, hogy a jó képmínőséghez még 180 soros képbontás is kevés. Az így kapott képmínőség is sokkal rosszabb volt a keskenyfilmről vetített mozgóképek minőségénél. Ennél nagyobb sorbontási számot pedig Nipkov-tárcsával még laboratóriumban sem lehetett elérni.

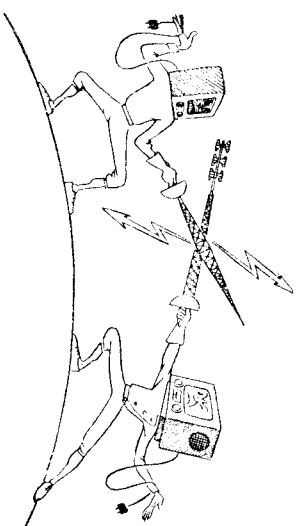
A sorok számának növeléséhez — ami a képmínőség javításához szükséges — ugyanis a Nipkov-tárcsán levő nyílások számát kell megnövelni. De, hogy ne kelljen a tárcsaátmérőt növelni, a nyílások átmérőjét csökkenteni kell. Igen ám, de akkor csökken a nyílásokon át a fotocellára jutó fény mennyiség. Ez pedig amúgy is kevés. Ha pedig a nyílások átmérőjének csökkentésével járó fényvesztéséget pótolni akarjuk, akkor erősen fokozni kell a televízió-stúdió világítását; ez nagy hőkisugárzással jár, és az ilyen módon keletkezett nagy meleget a színházak nem tudnák elviselni. És mi lenne, ha a tárcsa nyílásának átmérőjét növelnénk? Ekkor a tárcsa átmérőjét is növelni kellene, és ez az út sem járható. A tárcsa átmérője már 120 soros képbontás esetén is 1,5 m. Ha ez a tárcsa percméretét 1500 fordulatot tesz meg, elképzelve, milyen veszélyes és bonyolult eszköz áll előttünk.

A Nipkov-tárcsával kapcsolatos nehézségek miatt a szükséges sávszélességű televízió-adás elhelyezése a rádióműsorszóró adóállomások között tehát nem is volt annyira égető probléma. E kérdésnek a megoldása csak akkor vált elkérülhetetlenné, amikor kidolgozták a képbontás elektronikus megoldását.

Az elektronikus képbontás minden nehézség nélkül lehetővé teszi, hogy a képeket olyan nagyszámú sorra bontsuk fel, amennyi a tökéletes képátvitelhez szükséges. A magyar televízió pl. a képeket 625 sorra bontja, ennek átviteléhez nem kevesebb, mint 6 MHz (6 millió Hz-es) sávszélesség szükséges. Ilyen széles sávban pedig legalább 600 műsorszóró adó helyezhető el.

Mit lehet tehát tenni? Hogyan lehet a televízió-műsorszórást megoldani, hogyan lehet elkérülni azt, hogy a korszerű televízió-adások ne foglalják el a rádióműsorszóró adók helyeit, és ne zavarják a rádióműsorszórását?

A kérdés tisztázása céljából mindenekeletűt a rádióhullámok különböző frekvenciatartományával kell közelebbről megismerkednünk, hogy használhatni tudjuk az általuk nyújtott lehetőségeket.



A rádióhullámok

Először is tisztázzuk a hosszú-, közép-, rövid- és ultrarövidhullámok fogalmát.

Megállapodás szerint az 1000 m-nél hosszabb rádióhullámokat (300 KHz-nél kisebb rezgéseket) *hosszúhullámoknak*, az 1000 és a 100 m közötti hullámokat (300—3000 KHz közötti rezgéseket) *középhullámoknak* nevezzük. *Rövidhullámok* a 100 és 10 m (3—30 MHz között), *ultrarövidhullámok* pedig a 10 és az 1 m közötti hullámok (30—300 MHz között). A továbbiakban beszélünk még deciméteres (300—3000 MHz) és *mikrohullámú* (3000—30 000 MHz) rádióhullámokról is (28. ábra).

A Hertz által először előállított elektromágneses hullámok frekvenciája igen nagy volt: hullámhosszuk 6 m és 60 cm közötti, tehát az ultrarövidhullámú tartományba estek. Az ilyen nagyfrekvenciás rádióhullámokat a rádiózás kezdeti korában nem használták. Akkoriban a rövid- és az ultrarövidhullámokat úgyszólván figyelembe sem vették. Ennek az volt az oka, hogy amikor az elektromágneses hullámokat gyakorlati célokra kezdték felhasználni, azt tapasztalták, hogy a hosszabb rádióhullámok nagyobb távolságra jutnak el. Az első távirádó-állomások tehát hosszúhullámon dolgoztak; a rádióműsorozás terjedésével először a hosszúhullámú, majd pedig a közép-hullámú sáv „népesedett be”.

Az akkori hullámterjedési elméletet, amely szerint menél rövidebb a rádióhullám, annál rövidebb úton gyengül le, tehát annál kisebb távolságra jut el, a rádióamatőrök döntötték meg.

Az 1920-as években kezdett elterjedni a rádióamatőrizmus. A rádióamatőrök nemcsak a műsorozó adóállomások műsorait akarták venni, hanem saját készítésű kis adóikkal rádióösszeköttetéseket is kerestek egymással. S ahogyan szaporodott a rádióamatőrök száma, felmerült annak szükségessége, hogy a rádióamatőröknek külön frekvenciasávot adjanak. A hosszú- és középhullámokat a „komoly” rádióállomások már lefoglalták, a rádióamatőröknek tehát nem maradt más, mint a rövidhullámú frekvenciát a rádióamatőröknek találták a nagytávolságú rádióösszeköttetések sáv; ezt eddig alkalmatlannak találták a nagytávolságú rádióösszeköttetések létesítéséhez. De mekkora volt a rádiómérnökök és fizikusok csodálkozása, amikor az amatőrök ezeken az „alkalmatlan” hullámokon egyszerű, kiseljestrényű adóállomásaikkal hatalmas távolságokat hidaltak át, olyan távolságokat, amilyeneknek áthidalására a hosszúhullámú, nagyterjesztményű adók is alig voltak képesek.

Az amatőrök által tapasztalt jelenségeket tanulmányozni kezdték a fizikusok és mérnökök. Rendszeres kutatásokat végeztek a külfönböző frekvenciákra tartozó hullámokkal kapcsolatban, míg végül is tisztázták a rádióhullámok terjedésének kérdését.

A rádióhullámok terjedése. Az antenna által kisugárzott elektromágneses hullámok a tér minden irányába terjednek. A hullámok egy részét

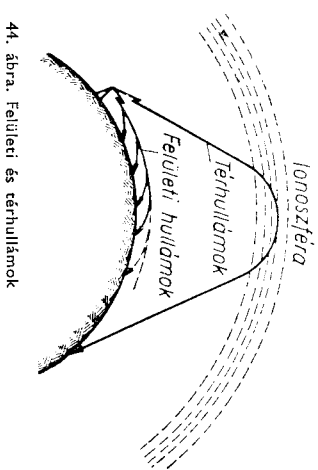
elnyeli a talaj, másik része a föld felülete mentén terjed, harmadik része pedig kijut a térbe.

A földgömbünket körülfogó légréteg felső részén a nap ultraibolya-sugárzása következtében különleges réteg keletkezik. Ezt a réteget *ionoszférának* nevezzük. Az ionoszférában levő gázrészecskék az ultraibolya-sugárzás hatására elvesztik elektronjaik egy részét, e rétegben tehát elektronhíjas gázrészecskék (ionok) és szabad elektronok találhatók. Az elektromágneses hullámok ehhez a réteghez érve részben elnyelődnek, részben pedig visszaverődnek a földre (44. ábra).

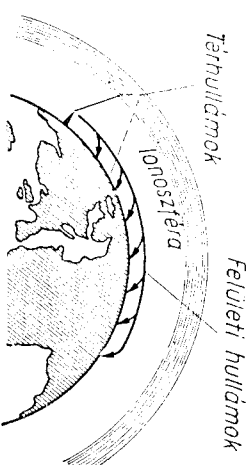
Az igen hosszú hullámokat a talaj alig csillapítja. Ezek a hullámok követik a földfelület görbületét, tehát nagy távolságra képesek eljutni. E hullámok visszaverődése az ionoszférától nemigen befolyásolja nagy távolságra való terjedésüket (45. ábra).

A hosszú- és középhullámokat a talaj már jobban csillapítja, ezek tehát a föld felülete mentén nem képesek olyan messzire jutni, mint az igen hosszú hullámok. De az ionoszférától visszaverődve mégis eléggé nagy távolságra jutnak el. Különösen este, amikor az ionoszféraréteg a földtől nagyobb magasságokba emelkedik; ilyenkor a középhullámok még nagyobb távolságokról is vehetők, mint a hosszúhullámok.

A *rövidhullámokat* a talaj olyan nagy mértékben csillapítja, hogy a föld felülete mentén alig jutnak el néhány kilométerre az adóállomástól. Az ionoszféra azonban igen jól veri vissza őket (46. ábra). Ha ezeket a hullámokat az ionoszféra bizonyos szögben irányítja vissza a földre, a földfelületről újból visszaverődnek, és újfajta megint csak az ionoszféra felé folytatják. Természetesen minden visszaverődés veszteséggel, csillapodással jár. A visszaverődés az ionoszférától és a föld felületétől mindaddig tart, amíg a hullámok teljesen le nem gyengülnek.



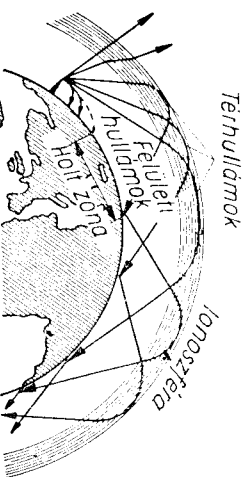
44. ábra. Felületi és térhullámok



45. ábra. A hosszúhullámok terjedése

A rövidhullámok ilyen visszaverődésekkel, ugrásokkal igen nagy távolságokat képesek áthidalni. Néha többször is körülfárhatják a földgömböt. Ott, ahol a visszavert hullám a földterületet éri, az adóállomás jól hallható, ott azonban, ahol a visszavert hullám az ionoszféra felé halad, az állomás nem vehető. Az ilyen helyzet holt zónának nevezülük.

A rövidhullámok terjedése, visszaverődése az ionoszféráról több tényezőtől függ. A terjedést befolyásolja az ionoszféra állapota (sűrűsége, magassága), az évszak, nap-



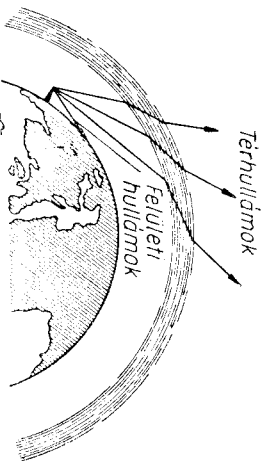
46. ábra. A rövidhullámok terjedése

Térhullámok

Ha a hullámhosszt és az adás időszakát helyesen választjuk meg, gyakorlatilag bármilyen távolságra kisugározhatjuk a rövidhullámokat.

Az ultrarövidhullámok sok szempontból úgy viselkednek, mint a fénysugarak. Ha a föld felületéhez verődnek, épületekhez, teleptárhelyekhez, sokkal jobban csilápnak, mint a rövidhullámok. Az ionoszféraretegéről nem verődnek vissza, hanem keresztülhaladnak rajta a világűrbe.

Az ultrarövidhullámok terjedése egyenesvonalú. A látóhatáron túl nem vehetők, miként a fény sem látszik a föld görbülete mögül (47. ábrán). Gyakorlatilag csak az adóállomástól 50—100 km-re lehet venni őket. Csak ritkán, igen kedvező körülmények esetén képesek igen gyengén elhajlani, túljutni a látóhatáron és kb. 100—200 km-re elérni.



47. ábra. Az ultrarövidhullámok terjedése

Az ultrarövidhullámok veteli távolságát biztosan csak úgy tudjuk meg-növelni, ha az adóantennát magas torony tetejére vagy hegycsúcsra helyezzük.

Az egyes hullámterományok befogadóképessége. Mint említettük, az első, egészen tökéletesen televízió-adásokat a hosszú- és középhullám-sávokon sugározták ki. Ezeknek az adásoknak a sávszélessége 15 000 Hz volt, vagyis másfélszer szélesebb sávot foglaltak el, mint a műsorszórási rádióadások. Nagybajokat, zavarokat tehát nem is okoztak. De a korszerű, jó minőségű televízió-adáshoz 625 soros képbontással nem kevesebb, mint 6 millió hertz (6 MHz) sávszélesség szükséges: ez 600 egymás mellett dolgozó műsorszórási rádióállomás sávszélességének felel meg.

A televízió-jelek sávia a hangfrekvenciáktól a rádiófrekvenciáig terjed, a hangfrekvenciák közül tehát magába foglalja a hosszú-, közép- és rövidhullámok egy részét is. Ha a 6 MHz-es sávszélességet hordozó frekvencia nélkül sugároznánk ki, akkor a közepes frekvencia 3 MHz (100 m) körül lenne, és a televízió-adó közelében egyetlen rádióállomás sem működhetne zavar nélkül. Ezt azonban meg sem tehetnénk. Ilyen nagy sávszélességet egymagában kisugározni nem lehet.

A hangfrekvenciás elektromágneses rezgéseket ugyanis nagyon körülményes kisugározni: a legjobban kisugárzási hatást akkor érjük el, ha az antenna-hossz a hullámhossz fele. A hangfrekvenciás sáv 16 Hz és 16 kHz között van. E sávnak keretben 19 000 km és 19 km közötti hullámhosszak felelnek meg. Ha tehát olyan antennát akarunk építeni, amely legjobban hatással az 500 Hz-es rezgéseket, a 600 km-es hullámokat sugározza ki, 300 km-es antennára lenne szükségünk. Hogy ez milyen nehézségekbe ütközik, az nyilvánvaló. És mi lenne ilyenkor a televízió-sávszélesség közepes értékével, a 3 MHz-nek megfelelő 100 m-es hullámhosszal, amelynek kisugárzásához legmegfelelőbb az 50 m-es antenna, vagy a sáv felső határába eső 6 MHz-es frekvenciával, amelynek kisugárzásához 25 m-es antenna szükséges?

Ezen kívül a hosszú-, közép- és rövidhullámok terjedése is különbözö. A televízió-jelek hatalmas sávszélességét tehát csak valamilyen más rádióhullámra átvitelve sugározhatjuk ki, vagyis a televízió-jelekkel sokkal nagyobb frekvenciájú rezgést kell modulálnunk.

Az adóállomás vivőfrekvenciájának — a gyakorlat szerint — kb. 8—10-szer nagyobbnak kell lennie, mint a legmagasabb modulálófrequencia. A televízió-jelek 6 MHz-es sávszélességének átviteléhez tehát legalább 48 MHz-es (6,2 m-es) vivőfrekvencia szükséges. Ha pl. a televízió-adó vivőfrekvenciája 60 MHz, akkor sávszélessége 57—63 MHz-ig terjed; ez a sáv az ultrarövidhullámok tartományába esik.

A hosszú-, közép- és részben a rövidhullámú sávban (150 kHz-től 6 MHz-ig) 585 (10 kHz sávszélességű) műsorszórási adóállomás fér el. Ugyanakkor az ultrarövidhullámú sávban 30 MHz-től 300 MHz-ig (10 m-től 1 m-ig) 27 000 műsorszórási adóállomást lehet elhelyezni. Ez az ultrarövidhullámok fő előnye. Itt már a televízió-adók is kényelmesen elférnek és működésük-höz nincsen szükség különösebben bonyolult antennákra.

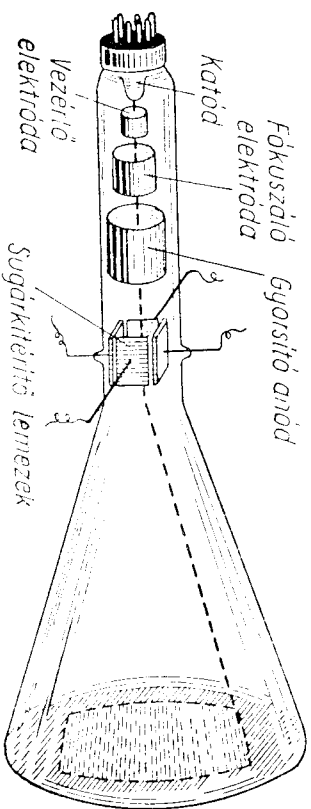
A deciméteres hullámú tartomány befogadóképessége még ennél is nagyobb. 300 MHz és 3000 MHz között (100—10 cm között) 270 000 10 kHz sávszélességű műsorszórási adó fér el. A televízió-adó 6 MHz-es sávszélessége itt már egészen eltörpül.

Mint az elmondottakból láthatjuk, a korszerű televízió-adóállomást az ultrarövidhullámú sávban kell elhelyezni, bár ezeknek a hullámoknak a földfelület menti terjedése korlátozott, és így a televízió-adások hatósugarára viszonylag kicsi.

A képcső

A televízió-képeket megfelelő számú sorra felbontani, a képelemek számát jó képmínőség elérése céljából kellőképpen megnövelni, az elektronikus képbontás és képpösszerakás tette lehetővé. A Nipkov-tárcsával a képeket még 180 sorra is alig lehetett felbontani, elektronikus eszközökkel minden nehézség nélkül elérhető a tökéletes képmínőséghez szükséges sorszám.

A képcső, amelyet a korszerű televízió-vevőkészülékekben a képvisszadáshoz, a képelemek összerakásához használunk, és a képbontócső, amely a televízió-közvetítésre kerülő jelenetek képeinek felbontására, a képjelék előállítására szolgál, az elektronsugárcsőből fejlődött ki.



48. ábra. Az elektronsugárcső vázlatos felépítése

Az első elektronsugárcsővet 1897-ben építette meg Braun német fizikus. Ez természetesen sokkal egyszerűbb volt, mint a mai elektronsugárcső, a modern képcső és különösen a képbontócső. Az elv azonban megmaradt.

Az elektronsugárcsővet olyan alakjában ismertejük, amilyenben mostanában gyártják. Vázlatos felépítését a 48. ábra mutatja. Az üvegburából a levegőt kiszivattyúzzák, a cső összes elemét pedig — az elektronsugárcső szükségességeitől — a cső nyakában helyezik el.

Elektronágyúknak nevezzük az elektrontokat kibocsátó és azok első irányítását végző alkatrészek csoportját. Az elektrontokat az izokatód bocsátja ki: a katódot tőle kerámiái szigetelőlével elválasztott fűtőszál tartja izzásban. Az elektronsugáruól kiövellt elektrontok a gyorsító anód nagy helyzkedik el. Erre igen nagy pozitív feszültséget kapcsolunk — néhány ezer voltot. Az elektronsugáruól kiövellt elektrontok a gyorsító anód nagy pozitív feszültségének hatására igen nagy sebességűek lesznek. Mivel a gyorsító anód henger alakú, az elektrontok keresztülröpülnek rajta, és nekiközne a cső homlokálat képező ernyőnek. Ezt fluoreszkáló anyaggal vonják be, amely az elektrontok becsapódásának hatására világít.

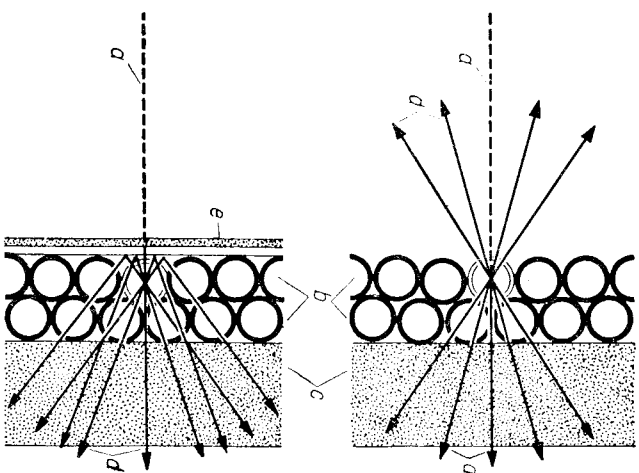
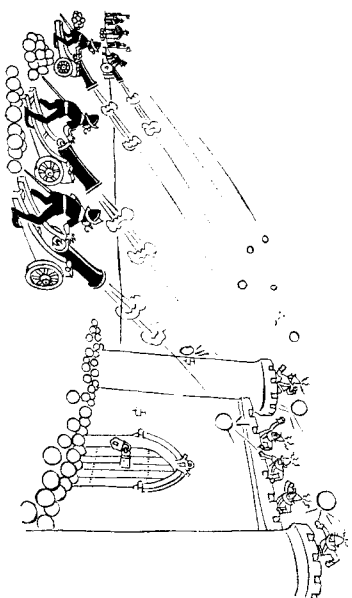
A fluoreszkáló

anyag. A képernyő fluoreszkáló anyagától nagymértékben függ a képernyő világossága. A fluoreszkáló anyagnak nem csak a szükséges világosságot kell biztosítania; kellő ellenállást is kell tanúsítania a bombázó elektrontokkal szemben. A fluoreszkáló anyag molekuláira az állandó elektrontombházás következtében nagy terhelés hat, és a világítóanyag idővel „elfárad”; ennek világosságcsökkenés az eredménye. A jó világítóanyag hosszú élettartamú, „kitartó”. Nem örökéletű, de élettartama elfogadható.

A legnagyobb világosságot biztosító és a leghosszabb élettartamú fluoreszkáló anyag sem felel meg azonban a képcső szempontjából, ha utánvilágítása túl nagy. Utánvilágításának annyi ideig kell tartania, amennyi szükséges egy teljes kép átviteléhez. Ha az utánvilágítás hosszabb, akkor a mozgó kép elmosódik, élelten. Ha rövidebb, a kép világossága fokozódik. Ma már rendelkezésünkre állanak olyan különböző alapszínű fluoreszkáló anyagok, amelyeknek világossága nagy, élettartamuk elfogadható és utánvilágítási idejük is megfelelő.

A képernyőről és a világítóanyagról tudnunk kell még a következőket is. Bármilyen alacsony is a képernyő üveganyaga, a képsőben jelentős fényvesztések keletkeznek.

A fluoreszkáló anyag által szorított összvilágosságának csak 10% jut a néző szemébe. A fénymennyiség a képernyő felől visszaverődik, a képernyő felől visszaverődik.



49. ábra. Alumínizált képernyő. Amikor az a elektronsugár a képernyő felületére érkezik, a d fényugratok minden irányba kezdenek terjedni. Az ernyő c felén keresztül ezek a sugarak láthatók, azonban a d felén keresztül nem. Ha a világítóanyag vékony alumínium réteget (felület) kap, akkor az összes fény mennyiség a néző felé kerül, fokozódik a képernyő világossága, az ionok pedig nem érik el a világítóanyagot (d felét).

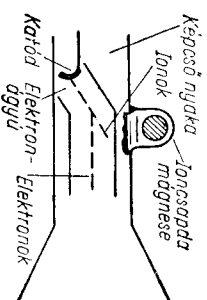
verődik a cső belseje felé. A megmaradt 20%-ot az üveg nyeli el. A képcső fényvesztései tehát igen nagyok. A nagy fényvesztések ellen úgy védekezhetünk, hogy a képcső belső falaira grafitréteget viszünk, ez csökkenti a reflexiót. Az utóbbi időben pedig olyan képcsőveket gyártanak, amelyeknek képernyőjére belülről — tulajdonképpen a világítóanyagra — vékony alumíniumhártyát visznek fel (49. ábra). Az alumíniumréteg olyan vékony, hogy az elektronok akadály nélkül átjutnak rajta, a fény azonban nem engedi visszaverődni a cső belseje felé, mert a fényre mint tükrör viselkedik. Ennek megfelelően a fényvesztés erősen csökken, a képcső világossága, ill. határfoka pedig nagymértékben javul.

Az ionsapda. Mint említettük, az állandó elektronbombázás a világítóanyagot erősen igénybe veszi. Az elektronoknál azonban sokkal károsabb hatásúak az ionok. Tökéletes vákuumot, légüres teret nemigen lehet előállítani. Minden képcsőben található levegőmaradék, s ennek megfelelően a cső működése közben ionok (elektronhijas gázatomok) keletkeznek; ezek a képernyő falához ütköznek. Mivel az ionok tömege sokkal nagyobb, mint az elektronok tömege, az elektronsugarat kitérítő mágneses erőterek (a következő fejezetben lesz róluk szó) az ionokat alig tudják eltéríteni, azok tehát a képernyő közepének egy kis felületét bombázzák. Ennek következtében a világítóanyag ezen a helyen hamar tönkremegy. E káros hatás ellen az ionsapdával védekezhetünk.

Az ionsapda egy szokásos megoldási lehetőséget az 50. ábra mutatja. Az elektrónágyú nem a képcső tengelyében helyezkedik el, hanem ezzel bizonyos szöveget zár be. Az elektrónágyúból kilépő elektronok és ionok kezdetben egyirányba haladnak. Mivel azonban az elektronok útirányát mágneses erőterrel könnyen meg lehet változtatni, a cső nyakára egy állandó mágneset helyezünk. Ennek hatására az elektronok útiránya megváltozik, és a cső tengely irányában haladnak tovább, a nagyobb tömegű ionok azonban folytatják útjukat az eredeti irányba, és a képcső falához vagy valamelyik elektródához ütköznek.

Az ionbombázás ellen különben a már említett alumíniumhártya is véd. Ez az ionokat nem engedi eljutni a világítóanyaghoz, a kisebb tömegű elektronokat azonban szabadon átengedi.

Az elektronsugár eltérítése. Az elektrónágyú és a gyorsító anód között a fókuszáló elektróda helyezkedik el; ez ugyancsak hengerek alakú. Erre az elektródára csak az ütőd-hatod részét adjuk annak a pozitív feszültségnek, amelyet a gyorsító anódra kapcsolunk. Amikor az elektronok a fókuszáló elektródán haladnak keresztül, feszültségének hatására az elektron-



50. ábra. Az ionsapda egy megoldási lehetősége

nyaláb összetartó irányt vesz fel. Így, amikor a sugár eléri az ernyőt, csak egy kis pontban ütközik hozzá.

Ahhoz, hogy az ernyőn megjelenő kis világító folt mozogjon, az elektronsugarat eredeti irányából változtathatóan ki kell téríteni. Ezt a kitérítést terelő lemezpárokkal érhetjük el.

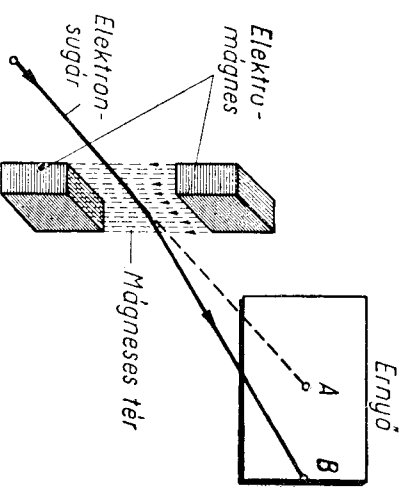
Arról már beszéltünk, hogy az elektronok erőter hatására elmozdulnak. Ha az elektronsugár közelébe pozitív töltésű lemezt helyezünk, akkor a sugár kitér arra az oldalra, amelyen a lemez van. Ha viszont a lemeznek negatív töltést adunk, a sugár eltér tőle. Az elektronsugár eltérítését elektrómos töltésű lemezek segítségével elektrómos terelésnek nevezzük. A terelést piciny elektrómos áramnak foghatjuk fel. Az elektrómos áramra pedig hat a mágneses erőter. Ez utóbbi eltéríti az áramot, vagyis a mozgó elektrónyalábot az erőterre és a mozgási irányra merőleges irányba (51. ábra)

Ha az elektronsugár eltérítését elektromágnes segítségével végezzük, mágneses terelésről beszélünk.

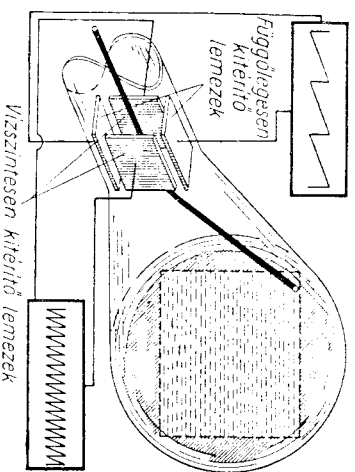
A mérési célokra használt elektronsugárcsövekben mind az elektrómos, mind pedig a mágneses terelést egyaránt használják.

Ahhoz, hogy az elektronsugárcsövet a televízióban képvisszaadásra használhassuk, mindennekelőtt határozott törvényszerűségek szerint kell mozgatnunk az elektronsugarat — pl. balról jobbra és felülről lefelé, oly módon, ahogyan olvasási példánkban láttuk.

Az elektronsugár ilyen mozgatását a kitérőlemezpárookra adott megfelelő feszültséggel, illetve a kitérítő elektromágnesek teker-



51. ábra. Az elektronsugár eltérítése elektromágnessel



52. ábra. Az elektronsugarat eltérítő (részlegesen) rezgés

cseln átfolytatott megfelelő árammal lehet elérni. Az utóbbi esetben a tekercsen átfolyó áramerősség függvényében változik a mágneses erőter és ennek megfelelően a sugár iránya.

Egyszerűség kedvéért a továbbiakban csak az elektromos terelestről beszélünk. Az egyik lemezpár a sugár függőleges, a másik pedig vízszintes elterítését végzi. A lemezpárookra egy-egy rezgéskeltő rezgéseit visszlük. Ezek a rezgések különleges alakúak: fűrészfogakra emlékeztetnek, és ezért fűrészrezgésnek nevezlük őket (52. ábra).

Azt a feszültséget, amelyik az elektronsugarat vízszintes irányba tereli el, a televízióban sorirányú eltérítőfeszültségnek, a függőleges elterítést végzőt pedig képirányú eltérítőfeszültségnek nevezlük. A sor- és a képirányú eltérítőfeszültségek értékei az idővel változnak. A fűrészrezgés feszültsége lassan növekszik — pl. 0 V-tól 100 V-ig vagy még nagyobb értékig —, majd hirtelen lecsökken 0 értékre. Ezután újból lassan növekszik stb.

Most nézzük meg, mi történik az elektronsugárral, miközben a lemezpár között halad át. Amikor a lemezpáron nincsen feszültség, az elektronsugár nem tér ki újtárból, és az ernyő közepe felé halad. De amikor a lemezpár egyikén megjelenik a lassan növekvő pozitív feszültség, az elektronsugár rögtön kitér abba az irányba, amelyik oldalon a lemez van. Ennek következtében az ernyőn levő fénypont az ernyő széle felé halad. Mennél nagyobb a feszültség az eltérítőlemezen, annál jobban tér ki az elektronsugár és egyúttal az ernyőn a fénypont. A fűrészrezgés legnagyobb feszültségét rendszerint úgy választják meg, hogy maximális értéke esetén a fénypont az ernyő széleig térjen ki. Mhelyet a rezgéskeltő feszültsége eléri a maximális értéket, hirtelen lecsökken 0 értékre, aminek következtében a fénypont is az ernyő közepére szökik. Ez így folytatódik mindaddig, amíg a fűrészfeszültség a kitérőlemezpár egyik lemezén van. Ha ezt a feszültséget a lemezpár másik lemezére kapcsoljuk, a fénypont az ernyő középpontjától a másik oldalra tér ki.

A gyakorlatban azonban a sugár terelése kissé bonyolultabb. A fűrészrezgéskeltőt úgy építik meg, hogy amikor a lemezpár egyikén növekszik a pozitív feszültség, és az maga felé vonzza az elektronsugarat, akkor a vele szemben levő lemez negatív töltést kap, és a sugarat taszítja magától. A két lemez együttes hatásával a sugár könnyebben téríthető ki, és a szükséges feszültség kisebb.

Hogy a fénypont ne csak az ernyő középtől térjen ki a széleig, hanem az ernyő egyik szélétől a másik széléig mozogjon, a rezgéskeltő feszültsége nem zérus értéktől kezd növekedni, hanem negatív értéktől. Így az elektronsugár mozgását nem az ernyő középtől kezdi el, hanem pl. az ernyő bal szélétől.

Ha a rezgéskeltő frekvenciája legalább 12—16 Hz, szemünk már nem tudja követni a fénypont mozgását, és az ernyőn csak egy világitó vonalat látunk. A fénypont mozgása balról jobbra az ernyőn jól látható világos vonalat hagy maga után. Visszafelé való gyors mozgásokor azonban a sugár nagyon

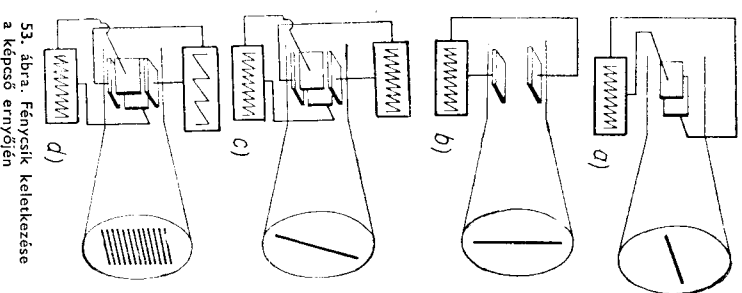
rövid ideig éri az ernyő világitóanyagát, a nyomában maradó vonal tehát halvány és alig látható (53a ábra).

Hasonló képet kapunk, ha az elektronsugárra a függőlegesen kitérő lemezpáron levő feszültség hat. A sugár, illetve a fénypont ez esetben először viszonylag lassan mozog az ernyő felső szélétől az alsó széléig, majd gyorsan visszatér a felső szélhez. Ha az ismétlődés elég szaporra, az ernyőn függőleges vonalat fogunk látni (53b ábra).

De mi történik akkor, ha mindkét rezgéskeltő egy időben működik, ha az elektronsugárra a sor- és a képirányú eltérítőfeszültség egy időben hat? Ha mindkét lemezpárra jutó feszültségek frekvenciája egyenlő, a képcső ernyőjén 45°-os szögben emelkedő vonal jelenik meg (53c ábra). Ha a két feszültség rezgéseit azonban úgy választjuk meg, hogy a sokirányú eltérítőfeszültség frekvenciája sokkal nagyobb, mint a képirányú eltérítőfeszültségé, akkor a sorirányú eltérítőfeszültség hatására az elektronsugár az ernyőn vízszintes vonalakat fog rajzolni, a képirányú eltérítőfeszültség hatására pedig ezek a vonalak egymás alá kerülnek (53d ábra).

A magyar televízió-szabvány szerint az elektronsugár az ernyőre 625, szorosan egymás alatt levő sort rajzol, méghozzá másodpercenként 25-ször. Az elektronsugár tehát $1/25$ s alatt 625 vonalat rajzol le. Ezek szerint a sorirányú eltérítőfeszültség frekvenciája $625 \times 25 = 15\,625$ Hz, a képirányú eltérítőfeszültségé pedig 25 Hz lenne, ha a gyakorlatban a képtisztaság fokozása céljából nem alkalmaznánk az ún. váltottoros letapogatósi rendszert. Az elektronsugár először $1/50$ s alatt a páros sorokon halad végig, majd a második $1/50$ s alatt a páratlan sorokon. Ennek megfelelően a képirányú feszültség frekvenciája 50 Hz-re módosul.

A váltottoros letapogatás. Az elektronsugár váltottoros mozgására tulajdonképpen szemünk bizonyos élettani sajátága miatt van szükség. A mozban a vászonra 24 állóképet vetítenek másodpercenként. Ez a sebesség elég ahhoz, hogy a mozgást alkotó állóképek egymásba folyanak. De ha az egyes képek váltásakor a fényugarat a 24 képek megfelelően másodpercenként csak 24-szer takarnánk el, ez zavarólag hatna. A világosság és sötétség váltásaira, az ún. villódzásra szemünk nagyon érzékeny. Ahhoz,



53. ábra. Fénycsík keletkezése a képcső ernyőjén

hogy a villódzást ne vegyük észre, a fényváltozás frekvenciáját jóval nagyobbra kell venni, mint 24. Általában megfelel, ha a fény sugarat másodpercenként 48-szor takarjuk el. A másodpercenként vetített képek számát viszont kár lenne megnövelni. Azt a megoldást választották tehát, hogy minden kép vetítése közben egy pillanatra elzárják a vetítő fény sugarát. A villódzás frekvenciája így kétszeresére emelkedik, a képek száma pedig a régi marad.

A televízió-képtávítelnél is hasonló a helyzet. Másodpercenként 25 kép átvitele elegendő a mozgás folyamatossága szempontjából, de zavarólag hat a villódzás. A másodpercenként átvitt képek számát növelni nem lehet, mert ez az átvendő frekvenciasáv növekedését okozná. A nehézségen úgy segítünk, hogy először csak minden második sor képpontjait közvetítjük, és ezután térünk vissza a kimaradt sorokra. A letapogató módját az alábbi szöveg szemlélteti, amelyet úgy olvashatunk el, ha először a bal oldalon megszámozott páratlan számú sorokat olvassuk végig, majd a jobb oldalon olvassa egyszer páros számú sorokat. Figyeljük meg: miáltal így módon olvassa egyszer mentünk végig a teljes szöveget, a szöveg által elfoglalt területet kétszer járjuk be felülről lefelé.

1. Ahelyett, hogy a szokott módon
ros számúakat. A szöveg által
- 2.
3. egymás után következő sorokban
4. elfoglalt területen tehát két-
5. olvasnánk ezt a szöveget, elő-
- 6.
7. szór a páratlan számú sorokat
8. szöveget egyszer végigolvassuk;
9. kell végigolvasni, azután a pá-
10. ilyen a váltott soros letapogató!

Ezek szerint másodpercenként 25 kép átviteléhez az elektronsugárnak 50-szer kell végigfutnia a képernyő felületén, hogy a villódzást szemünk ne észlelje. Az átvitelhez szükséges frekvenciasáv azonban mégsem nő meg, minthogy a másodpercenként átvendő képelemek száma változatlanul marad.

Mivel szemünk a látottakat kb. $1/10$ s-ig „megtartja”, az elektronsugár pedig az 525 vonalat a képmézőn $1/25$ s alatt kirajzolja — mindaddig, amíg a sugár az ismertett mozgást végzi —, az ernyőn látható lesz a képméző, az ún. *raszter*. A képméző vonalait, amelyek igen közel vannak egymáshoz, csak akkor különböztethetjük meg egymástól, ha az ernyőt egészen közelről nézzük, vagy ha nagyítóüveget használunk, tehát ha a látószöveget megnöveljük. Itt említjük még meg, hogy a képcsövek elektronsugarának eltérítését rendszerint a cső nyakán elhelyezett elektromágnesekkel oldjuk meg. Ennek az a magyarázata, hogy az ilyen képcső olcsóbb — a csőben nincsenek eltérítő

lemezpárok. Ha a cső elhasználódik, a régi elektromágneseket az új csőhöz is fel lehet használni.

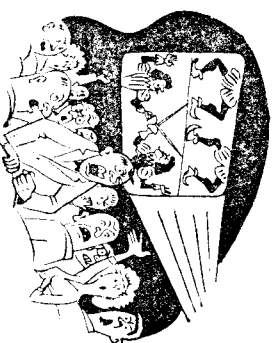
Az elektronsugár vezérlése. Eddig csak azt láttuk, hogy az elektronsugarakat miként lehet eltéríteni, és az ernyőn hogyan képződik a képméző. A világító réteg alaku mező még nem mutatja a képet. Képet csak akkor láthatunk, ha a képméző pontjainak világosságja hasonló lesz a közvetítendő kép megfelelő képpontjainak világosságához. Ezeknek a képpontoknak, a képelemeknek a világosságát az adó által kisugárzott képpel közvetíti. Szükséges tehát az adó által kisugárzott képpellel az ernyő világosságát pontról pontra úgy befolyásolni, hogy a különböző világosságú képpontokból megkapjuk a képet. A képelemek értéket képviselhetnek. Az elektronsugarat tehát terjedő minden átmeneti értéket képviselhetnek. Az elektronsugarat tehát valamilyen módon még úgy is kell vezérelnünk, hogy az erősségét és ezzel az ernyőn a becsapódási pont világosságát változtassuk.

Ezt a vezérlő elektródával (amelyre a vetett televízió-jeleket vezérjük) érjük el. Mivel a henger alakú vezérlő elektróda a katód közelében van, már kis negatív feszültség is lefékezi a rajta átáramló elektrontokat. Ennek eredményeképpen az ernyőhöz verődő elektronsugár erőssége csökken, és ezzel együtt csökken az ernyő világossága is.

Ha a vezérlő elektróda feszültsége kevésbé negatív, az áramló elektronok száma erősen nő. Az elektróda most már nem gátolja az elektrontok útját az ernyő felé, hanem engedi, hogy az ágyúból kilövellt valamennyi elektron célt érjen. Az ernyőhöz verődött erősebb elektronsugár az ernyőt a becsapódás helyén erősebb világításra gerjeszti.

Mint ahogy a vezérlő elektródához vezetett képpelleket különböző nagyságú és alakú feszültségimpulzusok képezik, az elektronsugár erőssége általában változik, és ennek megfelelően az ernyő különböző pontjain a világosság más-más mértékű lesz. Az ernyőn tehát megkaphatjuk az adó által kisugárzott képet egy feltétellel: ha az adóberendezés képbontócsövének elektronsugara pontosan úgy mozog, mint a vevőkészülékben a képcső elektronsugara. Ha az elektronsugarak a képbontócsőben (adóoldalon) és a képcsőben (vevőoldalon) nem futnak együtt, az átvitt kép elemei a vevőernyőn nem kerülnek a megfelelő helyekre, a kapott kép torzított, sőt felismerhetetlen lesz.

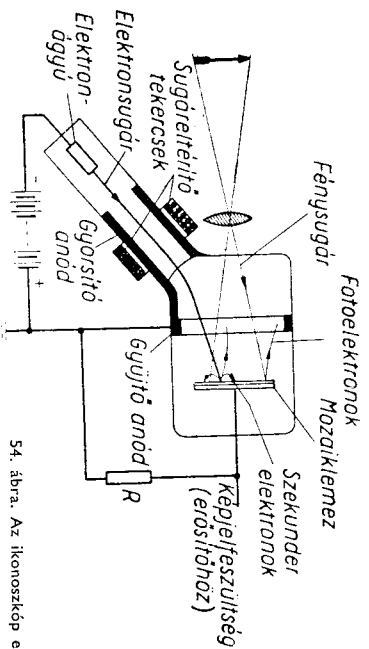
A szinkronizáció. Az adó és a vevő elektronsugarának együttfutását úgy biztosíthatjuk, hogy a sorirányú és a képirányú eltérítőfeszültségek frekvenciáit közös forrásból származó jelekkel vezéreljük. A képpellekkel együtt az adó külön jeleket is kisugároz az együttfutás biztosítására (szinkronozó jeleket). A szinkronozó jelek hatására a képcső elektronsugara minden sorát ugyanakkor kezdi meg, amikor a képbontócső elektronsugara is megkezdí útját. Ilyenkor történik a képváltás is; az adó a



képirányú kiterítés együttfutása céljából is; bocsát ki szinkronozó jeleket, amelyek a vevőkészülék képsővének képirányú eltérítésszültségét egy-szerre indítják az adó képbontócsővének megfelelő fűrészfeszültségével.

A képbontócső

A televízióban az elektronsugárcsővet könnyebb volt képvisszaadás-hoz felhasználni, mint képbontás céljaira. A képső lényegében nem különbözik a más célokra használt elektronsugárcsővéktől; ha az elektronsugár megfelelő vezérlését megoldjuk, bármely elektronsugárcsővet felhasználhatunk képsőként. A képbontócsőnél azonban már más a helyzet: A képbontáshoz az elektronsugárcsőből csak az elektrónágyút, a vezérlő elektródákat és az elektronsugarat lehet felhasználni, a cső szerkezeti felépítését azonban lényegesen módosítani kell.



54. ábra. Az ikonoszóóp elvi felépítése

Az ikonoszóóp. Az első képbontócsövet 1930-ban építették meg, s belőle fejlesztették ki az ikonoszóóp elnevezés alatt ismert csövet. Az ikonoszóóp elvi felépítését és működését az 54. ábra mutatja.

A légritkított burban az elektrónágyúval ellenétes oldalon jó szigetelési tulajdonságú csillámlemez van. Ennek egyik oldalát fénypátra elektrónokat kibocsátó anyaggal vonják be, de nem folyamatos rétegben, mint a fotocella esetében, hanem mozaikszereűen; a csillámlemez felületét számtalan, egymástól elszigetelt szemcse borítja (55. ábra). Ezek a szemcsék úgy viselkednek, mintha különálló kis fotocellák lennének.

Az így kiképzett mozaiklemez a televízió kezdeti korából ismert adóoldali képernyőre emlékeztet. De míg a képernyő mindössze néhány száz fotocellát tartalmazott, addig az alig 120 cm²-es csillámlemezben néhány millió „fococella” helyezkedik el.

Az ikonoszóóp működése a következő:

A továbbítandó tárgyról visszavert fénysugarakat lencserendszerrel a mozaiklemezre vetítjük. A fény hatására a szemcsék felületéről elektrónok szabadulnak ki, mégpedig annál több, mennél erősebb fénysugár esik a szemcsére. Az elektrónok töltése negatív; ha tehát valamelyik szemcséből negatív töltésű elektron távozik el, a szemcse pozitív töltésűvé válik. Annak a szemcsének lesz tehát nagyobb a töltése, amelyre több fény esett. A felszabadult elektrónok az üvegbura különleges vezetőréteggel bevont részéhez, a gyűjtőelektródához repülnek, majd innen az áramforrásba folynak. A mozaiklemez így a szemcsék különböző nagyságú pozitív töltése révén a kép elektromos „kópiáját” rögzíti.

Mivel a szemcsék egymástól minden oldalról elvannak szigetelve, töltéseik nem tudnak kiszülni. A mozaiklemezben megmarad a láthatatlan elektrónos kép mindaddig, amíg a tárgyszemcsékre valószínűleg nem süttünk, vagy a tárgyszemcsékre eső fénysugár a tárgyszemcsék telítettségüket el nem éri. Ha ugyanis a tárgy mozog, akkor az egyes szemcsékre eső fénysugár is állandóan változik, aminek következtében a szemcsék pozitív töltései kiegyenlíthetnek, illetve elérhetik azt az állapotot, amikor több elektront már nem képesek leadni — telítődtek pozitív töltéssel.

Az elmondottakat ahhoz az esethez hasonlíthatjuk, amely fénypátrával fordul elő akkor, amikor a fénypátrázógép zárját nyitva felejtjük: jó felvétel helyett ilyenkor elmozdult és elégett negatívot kapunk.

A mozaiklemezben képződött pillanatfelvételeit (a láthatatlan képet alkotó töltéseket) tehát elektrónos jelekké kell átalakítanunk, mielőtt még a tárgy helyzetváltozása következtében a szemcsék töltése kiegyenlítődne vagy megváltozna.

A gyors átalakításra azért is szükség van, hogy a mozaiklemez minél előbb képes legyen a következő „pillanatfelvételt” felvenni. Ennek rögzítéséhez azonban egy bizonyos idő kell, mégpedig annyi, amennyi a mozaiklemez szemcséinek kellő mértékű feltöltődéséhez szükséges.

A következő feladat tehát a mozaiklapon levő töltéseket elektrónos jelekké átalakítani és ezeket egymás után sorjában továbbítani. E célra az elektronsugár bizonyult a legalkalmasabbnak. Az ikonoszóópban az elektronsugár a mozaiklemezt az ismert módon végigpásztázza: képelemenként az egyik sort a másik után balról jobbra és felülről lefelé.

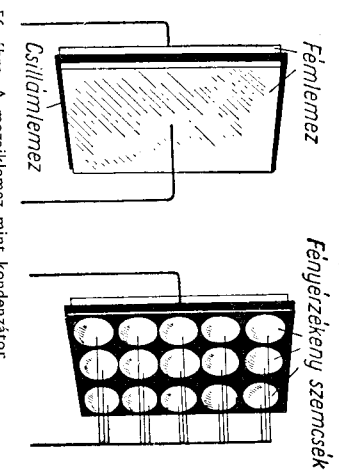
Mihelyt az elektronsugár eléri a soron következő képelemet, szemcsét, azt annyi elektronnal tölti fel, amennyit az előbbiekben elvesztett. A szemcse újból semlegessé válik. Mihelyt az elektronsugár sorjában tovább tapogtatja a mozaiklapot, és semlegesíti a töltéseket, a már semlegesített szemcsék a fény hatására újból feltöltődnek, azonban most már esetleg más értékre.

Mielőtt tisztáznánk, hogy a kérdéses töltéseket hogyan alakíthatjuk át impulzusokká, elektromos jelekké, nézzük meg, mit is tudunk a kondenzátorokról.

A kondenzátor két lemeze, a fegyverzetek, szigetelőanyaggal vannak egymástól elválasztva. E lemezek elektromos töltést képesek felvenni, és ezt a töltést bizonyos ideig tárolni. Ha a kondenzátor fegyverzeteit egyen- feszültségű áramforráshoz kapcsoljuk, az egyik fegyverzete pozitív töltést, a másik pedig ugyanakkora értékű negatív töltést vesz fel. A fegyverzetek közötti töltéskülönbség az áramforrás feszültségével egyenlő. Fizikailag ezt úgy képzelhetjük el, hogy a kondenzátor egyik fegyverzetéből szabad elektro- nok jutnak az áramforrásba, ez a fegyverzet tehát pozitív töltést mutat, a másik fegyverzete pedig elektronok kerülnek a telepről, aminek követke- zésében ez negatív töltésű lesz.

Igaz, hogy a kondenzátoron keresztül egyenáram nem folyhat, de fel- töltése pillanatában beszélhetünk egy igen rövid ideig folyó ún. töltőáramról. Minél nagyobb a fegyverzet felülete, annál nagyobb a kondenzátor befogadó- képessége (*kapacitása*), feltöltéskor tehát annál nagyobb a pillanatnyi áram. Mivel a kondenzátor fegyverzete képes bizonyos mennyiségű elektront felvenni, majd a következő pillanatban leadni, váltakozóáram esetén úgy tűnik, mintha a kondenzátoron keresztül áram folyna. A kondenzátoron átfolyó váltakozóáram annál nagyobb, mennél nagyobb a kondenzátor kapa- citása és a váltakozóáram frekvenciája.

Most pedig térjünk vissza mozaiklemezünkhöz. A mozaiklemez hát- oldalán — a csillámlémezzel elválasztva — jól vezető fémréteg van. Ez a fémréteg, a mozaiklemezünk által alkotott kondenzátor egyik fegyverzete, egyik erősítőcső rácáshoz csatlakozik, amely nagyon kis feszültségingadozásokat is képes felerősíteni. A kondenzátor másik fegyverzetét a fényérzékelny réteg képezi. A mozaiklemez a szokásos kondenzátorral tehát csak annyiban különbözik, hogy fényérzékelny oldala nem egy egységes fegyverzet, hanem a különálló fotocecellákat képező milliónyi kis szemcséből tevődik össze; a kondenzátor összkapacitása egyenlő a kis kondenzátorok kapacitásának összegével (56. ábra).



56. ábra. A mozaiklemez mint kondenzátor

Amikor kondenzátorunk fényérzékelny szemcsés oldalán a fény hatására leképeződik a lát- hatatlan elektromos kép, amely számos egymástól elszigetelt pozitív töltésből áll, másik fegy- verzetén a töltések összegének megfelelő értékű ellenértéses töl- tés jelenik meg. Amilyen mér-

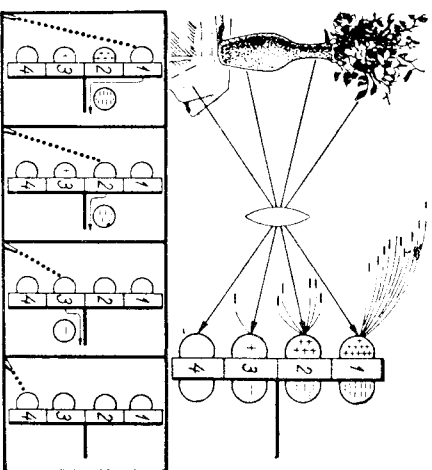
tékben az elektronsugár pásztázás közben semlegesíti a fényérzékelny oldal szemcséinek töltését, olyan mértékben változik a kondenzátor másik fegyverzetének töltése is. Mivel ezt a fegyverzetet az erősítőcső rácáshoz kötük, a rácásfeszültség változása befolyásolja a csövön átfolyó áramerősséget. Így módon a mozaiklapon történő minden változás az erősítőcső anódköré- ben áramváltozás alakjában jelentkezik. Annak megfele- lően, hogy az elektronsugár erősebben vagy gyengébben megvilágított mozaikszem- csén halad keresztül, változik az anódáram.

A képbontási folyama- tot az 57. ábra szemlélteti. A mozaiklemez 1 szakaszára a képről fény esik. Tetelez- zük fel, hogy minden foto- szemce erről a szakaszról 10 elektront veszített el. A kérdéses szemcsék pozitív töltése tehát 10 egységnyi. A 2 szakaszra kevesebb fény esik. Az itt levő szemcsék 5—5 elektront vesztek el, vagyis pozitív töltésük 5 egy- ségnyi. A 3 szakaszra a kép sötétebb részéről esik fény — szemcséi csak 1—1 elektront vesztek el —, pozitív töltésük egységnyi. A 4 szakaszon nincsen változás.

Nos, az elektronsugár elkezdti lövelleni a mozaiklemezt. Az elektronsugár az 1 szakaszt tapogatója le, és minden szemcséjét 10 elektronnal tölti fel. E szemcséknek pozitív töltése tehát eltűnik. Ugyanabban a pillanatban a fémlemez töltése és ennek következtében az erősítő rácására jutó feszül- tés is megváltozik. A cső anódkörében határozott értékű áramimpulzust kapunk.

Az elektronsugár további útja során eléri a 2 szakaszt, és szemcséiben pótolja az 5 elektront. A kondenzátor túlóldali fegyverzete megfelelő értékkel változtatja meg feszültségét. A cső rácának feszültsége most 5 egységgel változott, és a cső anódkörében jelentkező jeláram most feleakkora, mint előbb.

Amikor a sugár a 3 szakaszra kerül, a jelerősség egységnyi lesz, a 4 szakaszra érve pedig nem idéz elő semmilyen változást. A fotoszemcsékben felgyülemlett töltés tehát így változik áram- impulzusokká, amelyeknek segítségével a képtovábbítást megvalósíthatjuk.



57. ábra. Az elektronsugár hatására az ikonoszkóp mozaik- lemezén a pozitív töltésekből álló láthatatlan kép elektro- mos jelekké alakul

Természetesen az itt ismertetett folyamatokat nagymértékben egyszerűsítettük. A valóságban mindez sokkal bonyolultabb. Azt sem szabad elfelejtenünk, hogy mindaz, amit itt leírtunk, szédületes gyorsasággal megy végbe: esetleg a másodperc tízmilliomod része alatt.

A képbontócső, az ikonoszóóp tehát lehetővé teszi, hogy az adóberendezést, a felvevőkamerát mozgók mechanikai alkatrészek nélkül építsük meg. A mozaiklemezen levő mikroszkopikus méretű számtalan kis fotoszemce lehetővé teszi, hogy az átvíandó képet tetszés szerinti számú sorra bontsuk fel. (Pl. az angol televízió-szabvány szerint a képet 405 sorra, az amerikai szabvány szerint 525 sorra, a magyar szabvány szerint 625 sorra bontják, a francia szabvány szerint pedig 819 sorra.)

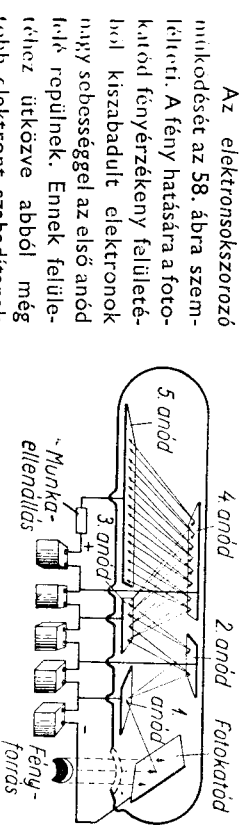
Továbbá, mivel a mozaiklemez fotoszemcséi töltéseiket két, egymást követő kisütés között, azaz egy teljes kép letapogatási ideje alatt állandóan képesek növelni, az ikonoszóóp sokkal érzékenyebb a fényre, mint bármilyen más mechanikai képbontóberendezés. Ez lehetővé teszi, hogy a stúdióban a felvételeket csak olyan megvilágítással készítsük, mint a mozifelvételeket. Az ikonoszóóp megkönnyíti a színészek munkáját, és lehetővé teszi olyan jelenetek közvetítését is, amelyeket azelőtt a gyenge világítás miatt a Nipkov-tárcsával nem lehetett átvenni.

Az ikonoszóóp kb. ezerszer érzékenyebb, mint a fotocella, azonban ez sem elegendő minden esetben. Gondoljunk csak arra, hogy a televízió-adásokat sokszor stúdióon kívüli készítik, aránylag rossz megvilágítási viszonyok között. Az, ami az emberi szem számára világosnak tűnik, pl. esős időben a Népstadionban, az ikonoszóópnak legjobban esetben csak szűrőküvet. Az ikonoszóóp fényérzékenysége sokkal gyengébb, mint szemünké. Ahhoz pedig, hogy a televízió valójában betöltse rendeltetését, „szemének” legalább olyan jól kell látnia, mint az emberi szemnek.

A televízió tökéletesítése céljából tehát a képbontócső fényérzékenységét fokozni kellett. Az ez irányban folytatott munka nem is maradt hiábavaló. Az ikonoszóóp után nemcsak újabb típusú képbontócső született, amely érzékenység szempontjából felveheti a versenyt az emberi szem fényérzékenységével.

Az elektronoszóroszó. Az újabb típusú nagy érzékenységgű képbontócsövek az elektronoszóroszókat elvét hasznosították. Mindenképpel tehát nézzük meg, mi is az elektronoszóroszó, milyen is az a készülék, amellyel az elektronoszóroszókat elvégezhetjük.

A fizikusok már régen észlelték, hogy a fém felületéről az elektronok nemcsak fény hatására képesek kiszabadulni, hanem elég gyorsan repülő elektronok ütközése következtében is. Az így felszabadult elektronokat szekunder-elektronoknak nevezzük; számuk sokkal nagyobb lehet, mint a fémfelületet bombázó primer-elektronok száma. A fém felületéhez ütköző egyetlenegy elektron hatására abból két, három, öt vagy még több elektron is kiszabadulhat.



58. ábra. Az elektronoszóroszó működése

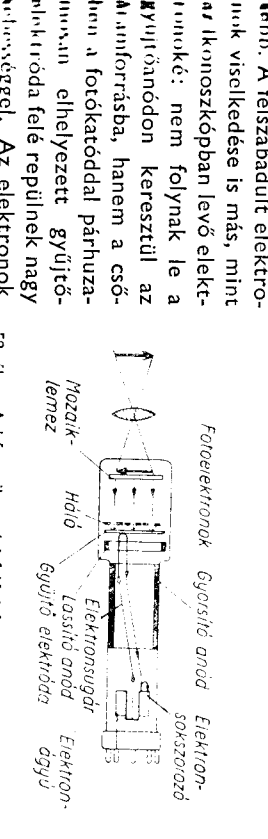
Az elektronoszóroszó működését az 58. ábra szemlélteti. A fény hatására a fotokatód fényérzékeny felületéről kiszabadult elektronok nagy sebességgel az első anód felé repülnek. Ennek felületéhez ütközve abból még több elektront szabadítanak ki. Most ezek a szekunder-elektronok a második anód erőterébe kerülve fokozzák sebességüket, és amikor hozzáütköznek a második anódhoz, annak felületéből újabb szekunder-elektronok lépnek ki. Ez így folytatódik anódtól anódig, miközben az elektronok száma állandóan növekszik.

A fotokatódból származó gyenge elektronáram az utolsó anódnál már olyan nagy értékű, amilyen rendszeres körülmények között csak számos elektroncső erősítése után érhető el. Kézenfekvőnek látszott tehát a képbontócsövet elektronoszóroszóval összeépíteni és a képbontócső fényérzékenységét így növelni.

Az idők folyamán több olyan képbontócső-típust dolgoztak ki, amely az elektronoszóroszót hasznosítja. Közülük a legkorszerűbbet, a képortitkót ismertettük. Ennek a csőnek a fényérzékenysége vetekedik az emberi szem fényérzékenységével. Segítségével a külső televízió-felvételek már minden különösebb nehézség nélkül készíthetők. A képortitkos felvevőkamera ott lehet mindenütt, ahol valamilyen „látni” lehet.

A képortitkon. A képortitkon elvi felépítését és működését az 59. ábra mutatja. A csőben három szakaszt különböztetünk meg: a képrovábfűtő, a képbontó és az elektronoszóroszó szakaszt.

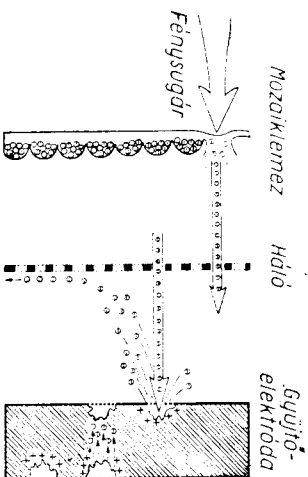
Az átvíandó képet lencserendszerrel a mozaiklemezre (fotokatódra) vetítjük. Ez a mozaiklemez nem olyan, amilyent az ikonoszóópban találunk: az átlátszó, és a fényre érzékeny szemcséi nem az objektív felőli oldalon vannak, hanem a cső belseje felé néznek. A fény hatására a szemcsékből bizonyos számú elektron lép ki — a fényerősségtől függően több vagy kevesebb. A felszabadult elektronok viselkedése is más, mint az ikonoszóópban levő elektronoké: nem folynak le a kinyújtáson keresztül az anódfórtásba, hanem a csőben a fotokatóddal párhuzamosan elhelyezett gyűjtő-elektroda felé repülnek nagy sebességgel. Az elektronok



59. ábra. A képortitkon elvi felépítése

a gyűjtőelektróda közelében elhelyezett háló nagy pozitív feszültségétől kapják sebességüket, párhuzamos repülésüket pedig a cső külső felületére elhelyezett elektromágnes erőtere biztosítja. Ilyen módon a mozaiklemezen levő láthatatlan elektromos kép pontosan leképeződik a gyűjtőelektródon.

A képportikon ilyen szerkezeti megoldásával két célt értünk el. Először: a mozaiklemezen levő láthatatlan elektromos kép nem marad a lemezen, hanem a párhuzamos elektronáramlással egészenében átkerül a gyűjtőelektródára. Másodsor: mivel a mozaikból kilépett valamennyi elektron a gyűjtőelektródára kerül, és egyik sem esik vissza a mozaiklemezre, mint az ikonoszóóp esetében, érzékenysége nagyobb.



60. ábra. A gyűjtőelektróddában végbemérő változások

A gyűjtőelektróda olyan anyagból készül, amely a mozaiklapról jövő elektronok bombázásának hatására nagy mennyiségben sugároz ki szekunder-elektronokat. A kisugárzott szekunder-elektronok a hálóra repülnek, amelyen keresztül az áramforrásba jutnak. Miután a gyűjtőelektróda ily módon számos elektront veszített, anyagában változások következnek be (60. ábra). A cső belseje felé eső oldalról az elektronok az olyan atomok felé kezdenek áramlani, amelyek elvesztették elektronjaikat, tehát arra az oldalra, amely a háló, illetve a mozaik felé néz.

E mozgásnak két fontos megkötöttsége van. Először: az elektronmozgás nem lehet sem túl gyors, sem túl lassú, pontosan $1/25$ s alatt kell megtörténnie — annyi idő alatt, ameddig egy kép továbbbírása tart. Másodsor: az elektronok mozgásának a gyűjtőelektróda egyik oldaláról a másikra rendezetnek kell lennie. A gyűjtőelektródát tehát különleges anyagból kell készíteni, olyanból, amely az árammal szemben meglehetősen nagy ellenállást tanúsít. Ilyen anyagok a félvezetők. A félvezetőkben az elektronok a legközelebbi úton haladnak a lemez egyik oldaláról a másikra, hiszen ekkor utközönek a legkisebb ellenállásba. Az elektronok rendezett mozgását elősegíti a háló erőtere is.

A mozaiklemeztől jövő elektronok a hálón áthaladva tehát a gyűjtőelektródához utközönek, és annak felületéről kb. ötször annyi szekunder-elektron szabadul ki. Ezután a gyűjtőelektródájában az elektronok kezdenek elvándorolni — a belső oldalról a bombázott oldal felé. Ahonnan az elektronok eljöttek, a gyűjtőelektróda belső oldalán pozitív töltések jelentkeznek: megjelenik itt is $1/25$ s eltelté után a láthatatlan elektromos kép.

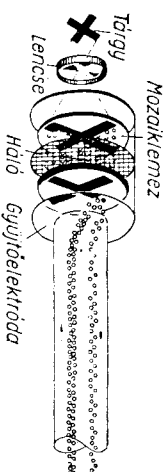
Most pedig nézzük meg közelebbről a képbontószakaszt. A cső legvégében az elektronágyú van; ez elektronokat sugároz ki. Működése azonban nem hasonlít az ágyúra, hanem inkább a bumerangra. Ezt az ausztráliai fegyvert hallásból már ismerjük: ha a bumerangot használója eldobja, az visszatér hozzá, ha nem találta el a célt.

Az elektronok, miután elhagyják az elektronágyút, nagy sebességgel a gyűjtőelektróda felé repülnek, azonban mennél jobban közelítenek meg azt, annál jobban lelassulnak. Amikor már éppen elérnék a gyűjtőelektróda felületét, egy pillanatra leállnak, majd egyre nagyobb sebességgel visszarepülnek a katód felé (61. ábra).

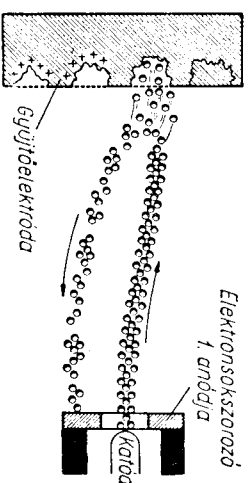
Az elektronok fékezését és visszairányítását a cső belsejében elhelyezett negatív töltésű gyűrűk biztosítják. Miközben az elektronsugár megteszi ezt az utat, letapogítja a gyűjtőelektródon levő töltésekből álló képet: egyik elemet a másik után, egyik sort a másik után, éppen úgy, mint a képcsőben. Az elektronsugár azonban nem utközök nagy sebességgel a gyűjtőelektródához, hanem mint láttuk, közelében lefékeződik, előtte leáll, majd visszatér az elektronágyú felé. A visszatérő elektronsugár azonban nem kerül újból a katódra, hanem a katódot körülvevő elektronszorosozó első anódjához utközöve, ennek felületéből szekunder-elektronokat vált ki. A szekunder-elektronok a második anódhoz repülnek stb. mindaddig, amíg az elektronsugár el nem éri azt az értéket, amely az elektronszó vezérléséhez szükséges.

Amikor az elektronsugár a gyűjtőelektróda felé repül, áramerőssége — a sugárban levő elektronok száma — állandó. A sugár azonban alig éri el a gyűjtőelektróda felületét, amikor ennek felületi pozitív töltései a sugárból kezdik pótolni a hiányzó elektronjaikat. Amikor tehát a sugár elkezd újírt visszafelé, áramerőssége már nem állandó: hol több, hol kevesebb a sugárban levő elektronok száma aszerint, hogy a gyűjtőelektródon levő töltéskép melyik pontját érintette (62. ábra).

Miután a gyűjtőelektróda pozitív töltései az elektronsugárból szerzett elektronokkal semlegesültek, felülete kész a mozaikról jövő újabb kép felvételére. A gyűjtő-



61. ábra. Az elektronsugár útja a képportikonban



62. ábra. A gyűjtőelektróda felületössze

tőelektróda felületéről tehát a láthatatlan elektromos kép fokozatosan, elemenként az elektronsugárra tevődik át. Ez azt jelenti, hogy a visszatérő elektronsugár a képelemeknek megfelelően változó erősségű: árama helyenként erősebb, másutt pedig gyengébb. Azt mondhatjuk, hogy ez az áram visszafelé útján már nem állandó, hanem lüktető, mégpedig a képjelnek megfelelően. Ezt a lüktető áramot erősíti fel a képortikon harmadik szakasza, az elektronsokszorozó, majd a csöves erősítő berendezés; ez természetesen külön egységet képez.

A cső egyes szakaszaiban végbemenő fokozatos erősítés azt eredményezi, hogy a képortikon általános érzékenysége 100-szor, 1000-szer nagyobb, mint az ikonoszkóp érzékenysége, és mint már említettük, összehasonlítható az emberi szem érzékenységével.

A korszerű televízió-adás és -vétel elve

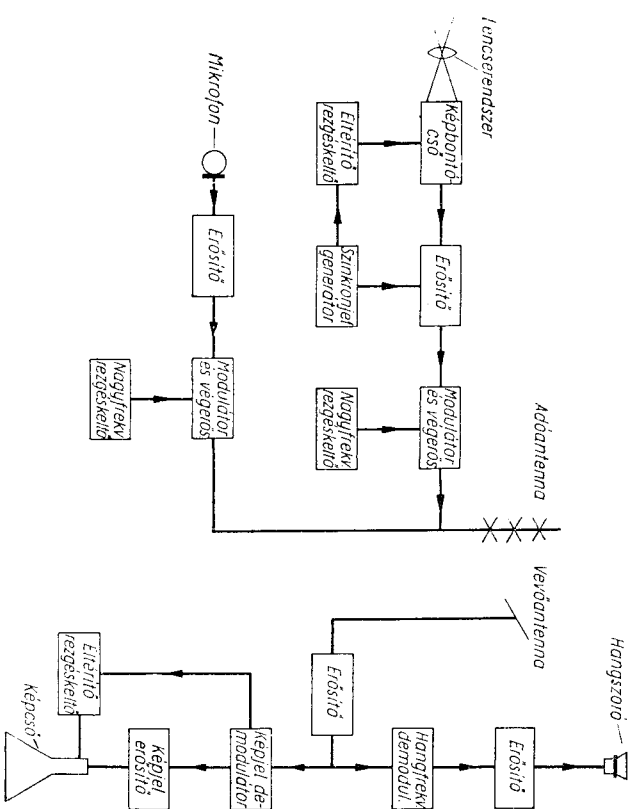
Az eddig elmondottak alapján a televízió működésének elvét a 63. ábrán látható vázlat szerint röviden a következőképpen foglalhatjuk össze. A közvetítendő jeleket optikai lencserendszerrel — objektívvel — a képbontósó fényérzékeny felületére vetítjük, amelyen a fény hatására leképeződik az elektromos töltésekiből álló láthatatlan kép. A fényérzékeny felület minden pontjának töltése ugyanis arányos a kép megfelelő pontjának fényességével.

A képbontósó fényérzékeny felületét, a láthatatlan töltésképet a sor- és képirányú eltérítőfeszültségek hatására az elektronsugár letapogatja. A letapogatás következtében a különböző nagyságú töltések hatására a képbontósó kimenetén áramimpulzusokat — képjelket — kapunk. A képjelket tovább erősítjük, majd a televízió-rádiódó nagyfrekvenciás rezgéseit moduláljuk velük. A televízió-képjel-lekkel modulált nagyfrekvenciás rezgéseket ezután az antennával kisugározzuk a térbe.

A televízió-adás kísérőhangjának továbbítására külön adóberendezés szolgál. A mikrofon által szolgáltatott hangfrekvenciás rezgéseket felerősítjük, majd a modulátorba visszük, ahol a hangfrekvenciás rezgéssel moduláljuk a hordozófrekvenciát. Bár ez a hordozófrekvencia nem azonos a képjel hordozófrekvenciájával, a két adó elektromágneses hullámait gyakran közös antenna sugározza ki.

A televízió-adóállomás elektromágneses hullámai a vevőantennában nagyfrekvenciás rezgéseket keltenek. E rezgések magukkal hozzák a képjelket és a hangfrekvenciás jelek feszültségeit. Miután a nagyfrekvenciás rezgéseket közös erősítőben felerősítjük, szétválasztjuk azokat. Külön demoduláljuk a hangfrekvenciás hordozót, amelyet újabb erősítés után a hangszóróba vezetünk és külön képjel-hordozót. A képjelket erősítés után a képcső vezérlő elektródájára kerülnek.

A televízió-vevőkészülék legfontosabb része a képcső. Mint láttuk, az egy légritkított üvegbúra, amelynek vékony torkolataiban helyezkedik el az elektrónágyú. Az elektrónok az elektrónágyúból a cső ernyője felé repülnek. Ezt olyan anyaggal vonják be, amely az elektrónbombázás hatására világít. Az ernyő világítása egyenesen arányos az elektronsugár sűrűségével: mennél több elektron jut el az adott felületszakaszra és mennél nagyobb a



1. ábra. Korszerű televízió-rendszer vázlatja

sebességűk, annál erősebben világít az ernyőszakasz. Az elektrónok sebességét a gyorsító anódra kapcsolt feszültség, az elektrónok mennyiségét pedig a vezérlő elektródára kerülő képjeltek feszültsége határozza meg.

Az elektronsugár a képbontó- és a képcsővekben az eltérítés folyamán sorokat rajzolva vízszintes irányban balról jobbra egyenletes mozgást végez, majd a képmező végéhez érve hirtelen visszatér a képmező elejére. Ezután valamivel lejjebb eltolódva vízszintes irányban ismét balról jobbra halad. Ha az elektronsugár elfutott a legalsó sor végéig, gyorsan visszatér a képmező bal felső sarkába, és a letapogatást előlőről kezdi.

Az elektronsugár leírt mozgását a képbontó- és a képcsővekben úgy irányítják el, hogy mind az adóban, mind a vevőben rezgéskeleket alkalmazunk,

amelyek fűrészfog alakú feszültségeket keltenek. Az eltérítő tekercspárokra kerülő feszültségek az elektronsugarat sorirányban (vízszintesen) és képirányban (függőlegesen) térítik el.

Az adó- és a vevőoldali elektronsugár együttfutásának biztosítására a vevőben levő fűrészezsékelítőket a képilekekkel együtt kisugárzott szinkronozó impulzusokkal vezéreljük. E szinkronozó impulzusok ugyanis az adóban és a vevőben levő fűrészezsékelítők frekvenciáját állandóan azonos értéken tartják.

Ezzel érthető el, hogy a vett képelemek a képcső ernyőjén a megfelelő helyekre kerüljenek, és így visszaadják az adó által kisugárzott képeket.

A TELEVÍZIÓ-ADÁS

Az adóállomás

A televízió kép- és kísérőhang-adóberendezéseket, az ezekhez tartozó segédberendezésekkel együtt valamilyen kimagasló helyen emelt épületben szokták elhelyezni. Az adóantennát vagy az épület mellé vagy pedig a tetőjére épített magas toronyra helyezik. Mint már láttuk, ezt azért tesszük, hogy a televízió-adás hatósugarát megnöveljék, a televízió-műsort vivő ultrarövidhullámok nagyobb távolságokra jussanak el.

Az adóantenna. A televízió-adóantenna kiképzése, mint az a 64. ábrán is látható, eltér a rádió-adóantennától. Ennek az a magyarázata, hogy a televízió-adóantennának részben más követelményeket kell kielégítenie, mint a rádió-adóantennának.

A jó vétel biztosítása céljából a vevőantennák felé több energiát kell kisugározni. A televízió-képeken ugyanis az elektromos zavarok sokkal jobban észlelhetők, sokkal jobban zavarják a kép tisztaságát, mint a rádióműsorszóró adók vételkor vett beszédet vagy zenét. A nagy térerőre azért van szükség, hogy a hasznos energia elnyomja a zavarokat, azok hatását tehát a képeken ne lehessen észlelni. Szaknyelven ezt úgy mondják, hogy a jó televízió-vétel biztosításához a hasznos jel/zaj viszonynak nagyinak kell lennie.

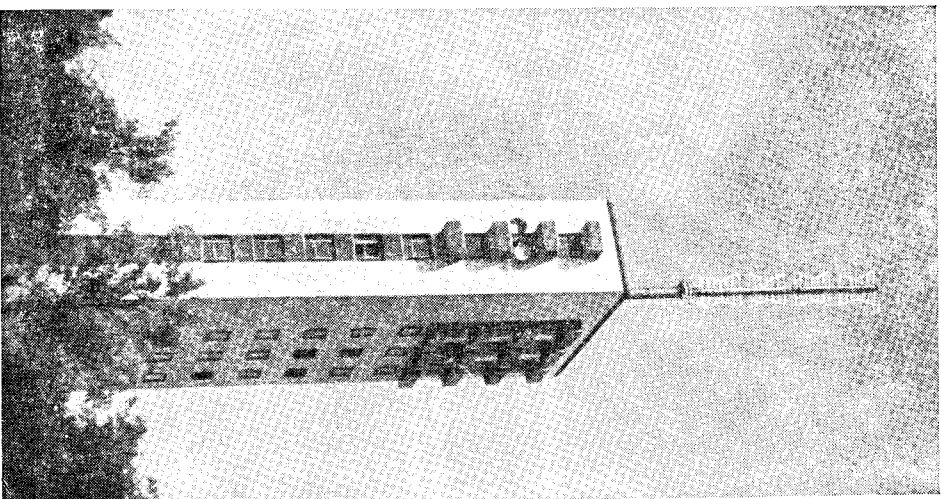
A televízió-adóantennának *irányító hatásúnak* kell lennie: amerre nem szükséges, ne sugározzon energiát, amerre pedig szükséges, arra sugározza a megtakarított energiát is. A televízió-adóantennát tehát úgy építik, hogy az általa kisugárzott elektromágneses hullámok vízszintes síkban minden irányba terjedjenek, függőleges irányban — felfelé — pedig ne.

További követelmény a széles frekvenciásáv, amelyet az adóantennának ki kell sugároznia. Bár a képjel és a kísérőhang vivőfrekvenciája különböző, mégis egy antennán sugározzuk ki őket.

A budapesti televízió-adó képlelvivő-frekvenciája pl. 49,75 MHz (6,03 m), a kísérőhang vivőfrekvenciája pedig 56,25 MHz (5,22 m). Az adóantennának közel 8 MHz-es sávészellestet kell kisugározni, mivel a szükséges modulációs oldalsávokat is továbbítani kell, a rádió-műsorszóró adóállomások sávészelleste pedig csak 10 KHz.

A fenti követelmények kielégítésére olyan alakú antennákat használnak, amelyeknek sugárzófelületei a lepkeszárnyakra emlékeztetnek. Egy-egy ilyen lepkeszárny-párt (sík *dipólt*) egymásra merőlegesen helyeznek el, hogy vízszintes síkú körsugárzást biztosítsanak. A függőleges síkban az energia-

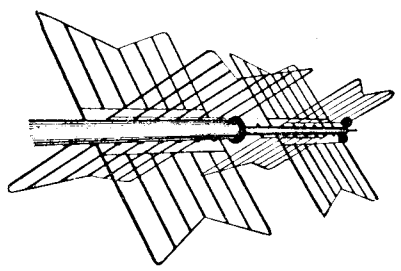
Kisugárzás csökkentése céljából az antennarendszert több emeletre építik: a sugárzók számának növelésekor ugyanis az energiakisugárzás a függőleges síkban a földre „szorul”, azaz az energia kisebb része sugárzódik haszontalanul a térbe, ez egyenértékű az adóteljesítmény növelésével. Pl. háromemeletes antenna esetén, ha az adóberendezés teljesítménye 5 kW, az irányított sugárzó által létrehozott térfűrősség akkora, amekkorát az irányítatlan sugárzó az adóberendezés 16 kW-os teljesítményével állítana elő.



64. ábra. A budapesti televízió-adóállomás

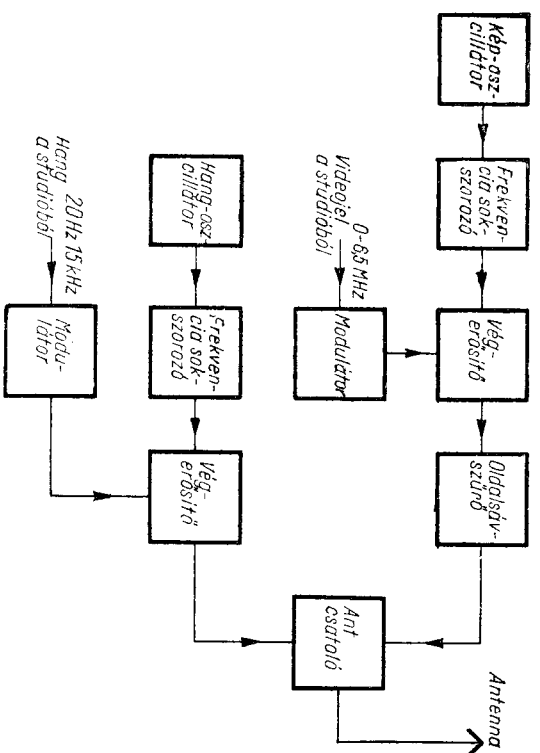
A televízió-adóantenna alakját a 65. ábrán láthatjuk. Az antenna sugárzófelületeit (dipólusait) acélcsővekből készítik.

A képadó. Az adóállomás főbb egységeit a 66. ábra mutatja.

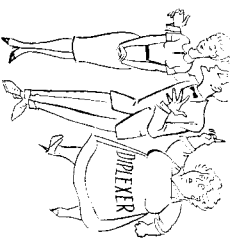


A videojeleket, amely a kameráról származó képeleket és szinkrongenerátorból származó szinkronjeleket tartalmazza, a televízió-stúdió szolgáltatója. A videojelek az adóba vagy kábelen vagy mikrohullámú csatornán érkeznek. Ezek a jelek a modulátorba kerülnek. A modulátor a videojeleket ráülteti a végerősítőben felerősített képhordozó rezgésekre. A képhordozó frekvenciát a képszállító, illetve a frekvenciaszorzó állítja elő. A frekvenciaszorzó fokozatra azért van szükség, mert egyszerűbb a képszállítóval csak néhány MHz-es rezgéseket előállítani, és azután a frekvenciaszorzóval képezni ki a képhordozó frekvenciát.

A végerősítő fokozat után az oldalsávűrőt találjuk. Ennek az a feladata, hogy a kisugárzandó frekvenciasáv egyik felét elnyomja. Erre azért van szükség, hogy az adó által elfoglalt frekvenciasáv kisebb legyen, több adóállomás dolgozhasson egymás mellett.



66. ábra. Az adó elvi felépítése



Mint már láttuk, az amplitúdómodulációs adó-állomás frekvenciasávzsélessége kétszer akkora, mint a moduláló jel legnagyobb frekvenciája. A moduláció ugyanis a hordozó frekvencia mindkét oldalán jelentkezik. A vételhez azonban nem szükséges mindkét oldalsáv. Ha pl. a televízió-adó legnagyobb moduláló frekvenciája 6,5 MHz az egyik oldalsáv elnyomása nélkül, az adó összfrekvenciasávzsélessége 13 MHz lenne, ami felesleges frekvenciasávfigyelmet jelentene.

A modulációval kapcsolatban meg kell emlékeznünk a pozitív és a negatív modulációról. A videojelet ugyanis kétféleképpen modulálhatjuk a hordozóhullámra. Pozitív moduláció esetén a világosabb képpontnak nagyobb amplitúdójú jel felel meg, negatív moduláció esetén pedig a sötétebb képpont adja a nagyobb jelet, a világosabb pedig a kisebbet. A magyar televízió negatív modulációt használ. Ez előnyösebb, mint a pozitív moduláció, minthogy a zavarokra kevésbé érzékeny. A zavaroknak ugyanis nagy jelamplitúdó felel meg, ami a képernyőn fekete színt ad. A fekete zavarok a képernyőn pedig nem annyira kellemetlenek, mint a fehér, erősen világító csíkok.

A hangadó. A televízió-adó másik nagy egységét a hangadó képezi. Ennek lényegesebb fokozatai: a hangoszillátor, a frekvenciasokszorozó, a végerősítő és a modulátor. Ezek rendeltetése hasonló a képadó fokozatainak rendeltetéséhez. A modulátorhoz a hang a stúdióból szintén kábelen vagy mikrohullámú csatornán érkezik.

A televízió kép- és hangadó tulajdonképpen két különálló adóberendezés. Lényegében csak az antennájuk közös. A közös antenna használatának azonban van egy feltétele. Meg kell akadályozni a két adó egymásra hatását, azaz, hogy a képadó energiája a hangadóba, illetve a hangadó energiája a képadóba jusson. Ezt az *antennacsatolót* (a *diplexer*) biztosítja. Az antennacsatoló mindkét adó energiáját szabaddan engedti az antenna felé, de más irányba nem. A hangadóval kapcsolatban azonban beszélünk kell még a moduláció módjáról is. A rádiótechnikával kapcsolatban már megismertük az *amplitúdómodulációt*. A képadó ezt a modulációs rendszert használja, a képjel nagyságának megfelelően változik a képhordozó amplitúdója. A televízió hangadója nálunk azonban más modulációs rendszert használ, az ún. *frekvenciamodulációt*.

A frekvenciamoduláció. A vivőfrekvenciát az amplitúdóján kívül frekvenciája is jellemzi. Ha tehát az amplitúdó változtatásával (a vivőfrekvencia egyik jellemzőjének változtatásával) meg lehet oldani a moduláció kérdését, miért ne lehetne ezt megtenni a másik jellemzőjének változtatásával? Hát meg lehet ezt is tenni! A modulációt megoldhatjuk úgy is, hogy nem a vivőfrekvencia amplitúdóját ingadoztatjuk a modulálófrekvencia ütemében, hanem a vivőfrekvencia pillanatnyi értékét ingadoztatjuk a közepes érték körül a modulálófrekvencia ütemében. Ez esetben a vivőfrekvencia amplitúdója változatlan. Ezt a modulációt frekvenciamodulációnak nevezzük. A különbséget az amplitúdó- és a frekvenciamoduláció között a 67.

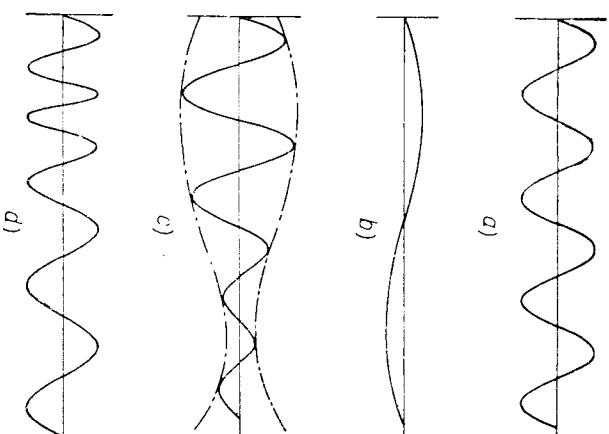
ábra szemlélteti. A modulálatlan vivőfrekvenciát az a ábra mutatja, a moduláló hangfrekvenciát pedig a b ábrán láthatjuk. Amplitúdómoduláció esetén a vivőfrekvencia amplitúdója a moduláló hangfrekvencia, ill. képfrekvencia ütemében változik, amint ezt a c ábra mutatja. A d ábra a frekvenciamodulációt szemlélteti. A vivőfrekvencia amplitúdója itt változatlan, és megegyezik a modulálatlan hullám amplitúdójával. Változik azonban a vivőfrekvencia értéke: a modulálófrekvencia nagyobb értékénél gyorsabb, kisebb értékénél pedig lassúbb a vivőfrekvencia változása, és minél nagyobb a modulálófrekvencia intenzitása, annál nagyobb a vivőfrekvencia változása. Frekvenciamoduláció esetén tehát a hordozóhullámot előállító rezgéseket frekvenciáját változtatjuk.

A frekvenciamoduláció csak az utóbbi évtizedekben terjedt el nagymértékben az ultrarövidhullámokon dolgozó állomásoknál, mivel sokkal zavarmentesebb vételt lehet vele elérni.

Ehhez tudnunk kell, hogy a légköri és egyéb eredetű zavarok főleg a vivőfrekvencia amplitúdóját változtatják. Ha tehát az amplitúdót a vevőben korlátozzuk — ezt megtehetjük, mivel a modulációt a vivőhullám frekvenciaingadozása tartalmazza —, a zavarok hatását csökkenthetjük.

Ezt amplitúdómoduláció esetén nem alkalmazhatjuk, minthogy az amplitúdóingadozás korlátozásával a hasznos modulációba is belevágánk, a demoduláció után tehát torzított hangokat kapnánk.

Annak magyarázata, hogy a frekvenciamodulációt miért nem használjuk a rövid- és a középhullámú sávokban is, az, hogy szélesebb frekvenciamoduláció esetén a legnagyobb amplitúdójú moduláló rezgés pl. 75 kHz-es frekvenciaváltozást eredményez a hordozóhullámon. Ugyanakkor a rövid- és középhullámokon egy-egy adóállomásnak engedélyezett frekvenciasávzsélesség maximálisan 10 kHz. (Ez az oka annak, hogy az amplitúdómodulációs adók legnagyobb modulálófrekvenciája 5000 Hz.)



67. ábra. Az amplitúdó- és frekvenciamoduláció összehasonlítása

Ezek után már megérthetjük, miért tisztább és természetesebb a televízió-adás Kísérőhangja (vagy az ultrarövidhullámmon dolgozó frekvencia-modulációs műsorszóró adó hangja), mint a szokásos rádióadóé.

A magyar televízió főbb műszaki adatai. A budapesti televízió-adó az OIR (Kelet-európai országok) szabványa szerint dolgozik az 1. csatornán (képhordozó 49,75 MHz, hanghordozó 56,25 MHz). Az adást jellemző adatok a következők:

A képbontás sorszáma:	625 sor képenként.
A letapogatás módja:	váltósoros letapogatás.
Képszám:	25 kép/s.
Félképek száma:	54 félkép/s.
Képváltás frekvenciája:	50 Hz.
Sorváltás frekvenciája:	15 625 Hz.
Az elektronsugár képirányú visszafutása:	a képidő kb. 6%-a.
Az elektronsugár sorirányú visszafutása:	a soridő kb. 16%-a.
Fehere szint:	a legnagyobb jel feszültség 100%-a.
Fekete szint:	a legnagyobb jel feszültség 75%-a.
Szinkronozójel szintje:	a legnagyobb jel feszültség 4 : 3.
Képméretarány:	amplitúdomoduláció (negatív).
Képjelhordozó modulációja:	frekvencia moduláció.
Hangjelhordozó modulációja:	a legnagyobb moduláló jel esetén 75 kHz.
Hangjelhordozó legnagyobb frekvenciaváltozása:	8 MHz.
A televízió-csatorna sáv szélessége:	6,5 MHz.
A kép- és hangjelhordozó közötti távolság:	6 MHz.
A legnagyobb átvendő képjel-frekvencia:	6 MHz.
A képjelhordozó és oldalsávainak átvitele:	csonka oldalsávos átviteli mód,

ami azt jelenti, hogy a képjel frekvenciasávjának csak az egyik oldalsávját vesszük át teljesen. A másik oldalsávnak az adó csak egy részét sugározza ki. Itt jegyezzük meg, hogy a pécsi televízió közvetítő adóállomás az OIR 2. csatornán dolgozik; a képhordozó frekvenciája 59,25 MHz, a hanghordozó frekvenciája pedig 65,75 MHz. Egyéb jellemzői természetesen egyeznek a közölt adatokkal.

A stúdió

A televízió-stúdiót, amelyből a műsort közvetítik az adóberendezéshez — hogy ott a képjelket és a kísérőhangot a rádióhullámokra „rútítsák” —, nem szükséges az adóépületben elhelyezni. Olyan esetben is, amikor a már ismerteket okok miatt az adóépület a városon kívül van, a stúdiókat rendszerint a városban, könnyen megközelíthető épületben helyezik el. Pl. a budapesti televízió-adóállomás stúdiói a Szabadság téri volt tőzsde-palotában vannak, bár az adóépület és az adóantenna a Széchenyi-hegyen emelkedik.

A stúdió és az adóépület között a képjelket és a kísérőhang továbbítására különleges kábel- vagy irányított antennájú mikrohullámú rádióösszekötterest létesítenek.

A televízió-stúdió legkényesebb problémája a világítás. A stúdió megvilágításának olyannak kell lennie, mint pl. a nyári nappali világítás a Balaton partján. Eltekintve a korszerű képbontócsovek nagy érzékenységtől, a nagy megvilágítás a kifogástalan, tiszta képek előállításáért szükséges. Kifőlösen, ha e képek tömegjelenerget ábrázolnak. A tömegjelenergetről készülő felvételek adásakor sokszor annyi elektromos energiára van szükség, amennyi elegendő lenne egy kisebb közeg világításához vagy egy gyár üzemeltetéséhez.

Az erős világítás azonban hátrányos a színészek és a műszaki személyzet szempontjából. Képzelnék csak el, hogy nyári napon néhány órán keresztül olyan zárt helyiségben kell tartózkodnunk, amelyben sok, nagy fényerejű reflektor világít. Mint ismeretes, a korszerű villanylámpákban is az elektromos energiának csak 3%-a alakul át fényé, a fennmaradó 97%-a pedig hővé változik. Beláthatjuk, hogy az ilyen túlfűtött helyiségben a munka nem kényelmes.

A televízió-stúdiót jól el kell zárni a külvilágtól, hiszen a képjel felvétellel egyidejűleg készítik a hangfelvételt is. A hangfelvételnek minden külső zojtól mentesnek kell lennie, ezért az összes ajtókat, ablakokat jól elzárják, a stúdió falait pedig hangszigetelő anyagokkal vonják be.

Érthető tehát, hogy a stúdió hőmérsékletét külön berendezésekkel szabályozni kell. Ezt a levegőkondicionáló berendezésekkel oldják meg. A stúdióból hatalmas ventilátorok állandóan szívják a meleg levegőt, amelyet ezután portalanítanak, lehűtenek, majd újból a stúdióba terelik. A stúdióba kerülő levegő hőmérsékletét és nedvességtartalmát tetszés szerint lehet beállítani; a szótaz szaharai levegőtől kezdve a nedves dszungeli levegőig minden fokozat előállítható. A rendezőnek csak egy rövid jelzést kell adnia, hogy a kondicionáló berendezést kezelő személy pillanatok alatt a stúdióban szükséges klímát „varázsolja”.

A televízió-felvételek készítésekor nagy gondot fordítanak a megvilágítás színére. Ugy tűnik, hogy a műfény fehér, azonban ez nem így van. A különböző villanylámpák, a reflektorok izzoszájának hőmérsékletétől

fügően más-más a világítás színárnyalata. A nagy fényérzékenységű képbontócsövek a színárnyalatokra sokkal kényesebbek, mint a gyengébb fényérzékenységűek. Nagy fényérzékenységű képbontócsövek használata esetén a fényösszetételt tehát úgy kell megválasztani, hogy az a képbontócsőnek legjobban megfeleljen, vagy a képbontócsövet kell úgy kiválasztanunk, hogy az adott világításhoz a legjobban alkalmazkodjon.

A színészek arcfestésére is külön gondot kell fordítani, akárcsak a ruházat és a díszletek színére is, mivel a nagy érzékenységű képbontócsövek érzékenysége más és más a különböző színekre; pl. a fekete selyemhajtókás smokingba öltözött színész a vevőkészülék képernyőjén úgy nézhet ki, mintha világosszürke feketehajtókás ruhában lenne.

Az ilyen kellemetlenségek és a túlzott óvatosságra kényszerítő tények miatt a gyakorlatban azt a megoldást szokták választani, hogy a stúdióban kisebb érzékenységű képbontócsövet használják, mint a külső közvetítések esetén.

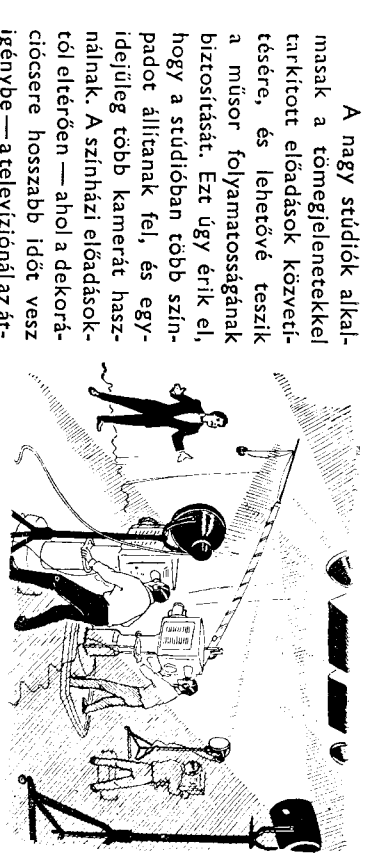
Amilyen nagy gonddal ügyelnek a stúdió megvilágítására, éppen úgy vigyáznak a beszéd és a zene hangzására — a stúdió akusztikájára is. Míg a műsorszórási rádióadó legjobban esetben csak a 100—5000 Hz közötti hangfrekvenciákat viszi át, addig a televízió-adóállomás a kísérőhangot kb. 50—10 000 Hz között sugározza ki.

A stúdió akusztikájának a lehető legelőkeltebbnek kell lennie. Ez azt jelenti, hogy az egész hangfrekvenciás sávot (a legmélyebb hangoktól a legmagasabbakig) lehetőleg egyenletesen kell átvenni, egyes hangok kiemlése vagy elnyomása nélkül. A stúdió falának nem szabad túlságosan elnyelnie a hangokat, mint pl. egy vattával telet rakottnak, de nem szabad erősen vissza sem vernie őket, mint egy üres teremnek. A stúdióinak visszahangmentesnek kell lennie. A hangnak fokozatosan, pontosan meghatározott idő (1,3—1,5 s) alatt kell csillapodnia.

Ha a hang gyorsabban csillapodik, a stúdió „süket”, ha lassabban, „bömbölő”. A megfelelő ideig tartó utánhangzást úgy érik el, hogy a falakat pórusos anyaggal vonják be, amely egyenletesen nyeli el a különböző frekvenciájú hangrezgéseket. A hang csillapodási ideje a pórusos anyag minőségétől és vastagságától függ. A stúdió helyes akusztikájának kialakítása igen nehéz, amelyhez gondos tervezés és sok kísérletezés szükséges.

A stúdió külön érdekességei közé tartoznak a hatáskeltő eszközök. Ezekre azért van szükség, mivel az adásokban sokszor esőt, villámlást, lövöldözést, a legkülönbözőbb fény-, zaj- és hanghatásokat kell alkalmazni.

Mint ahogy a stúdiókban a legnagyobb csendnek kell lenni, a munka zavartalanágát szertétagzó telefonhálózat biztosítja. A stúdióban levő személyzetet majdnem minden tagjának felhívható telefonja van, amely a készülék-teremben tartózkodó rendezőtől, hangtechnikustól és műszaki személyzettől érkező utasításokat közvetíti. Ezenkívül ads előtt vagy próbák idején az esetleges általános utasítások közvetítéséhez hangszórók vehetők igénybe.



68. ábra. Felvétel a televízió-stúdióban

A nagy stúdiók alkalmasak a tömegjelenetekkel tarkított előadások közvetítésére, és lehetővé teszik a műsor folyamatoságának biztosítását. Ezt úgy érik el, hogy a stúdióban több színpadot állítanak fel, és egyidejűleg több kamerát használnak. A színházi előadásoktól eltérően — ahol a dekorációcsere hosszabb időt vesz igénybe — a televíziónál az átmenet egyik jelenetről a másikra csak pillanatok kérdése.

A stúdiókamerákat olyan állványokra szerelik, amelyek lehetővé teszik a kamera mozgatóját, forgatóját vagy billentését. Az alappozícióban levő elektromotorral az operatőr a kamerát emelheti, illetve süllyesztheti.

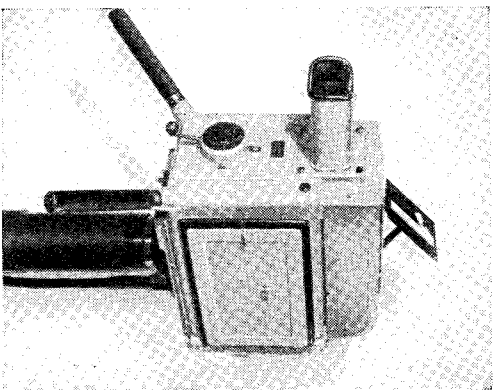
A stúdióban levő mikrofonok is mozgathatók. A mikrofont a szereplő közelében helyezik el a kameraobjektív látókörén kívül (68. ábra). Leggyakrabban irányított mikrofonokat használnak; ezek a szereplő felől jövő hangokra a legérzékenyebbek.

A kamera

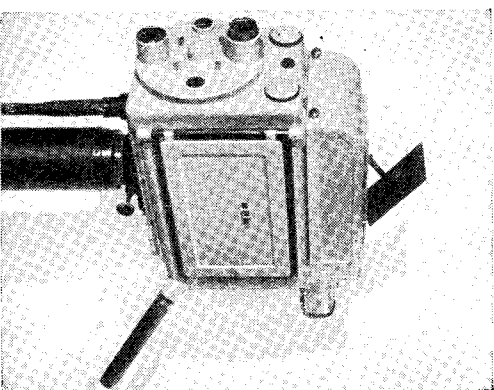
A kamera főbb részei a *lencserendszer*, a *képbontócső*, az *elektronsugár mozgatóját* biztosító *fűrészrezegek* és a *képjel-előerősítő*.

A kamera lencserendszere (objektíve) a közönséges fényképezőgép optikájára hasonlít. Az objektív feladata, hogy a továbbítandó képet a képbontócső fényérzékeny felületére vetítse.

Az objektív fényerejét, tehát azt a fény mennyiséget, amelyet a fényérzékeny felületre bocsát, relatív nyílása határozza meg. A *relatív nyílás* azt az arányt adja meg, amely az objektív átmérője és fókuszávolsága, vagyis az objektív és az általa élesen levetített kép között van. Azt a távolságot, amelyen belül a képen minden éles, *mélységélességnek* nevezzük. A mélységélességet az objektív rekesznyílásával kapott kép mélységélessége. Mint ahogy a rekesznyílás csökkenésével csökken az objektív relatív nyílása is, a fényérzékeny felületre kevesebb fény jut. Nagyobb rekesznyílás esetén nagyobb az objektív által keresztülbocsátott fény mennyiség (tehát a kapott képjel is), de kisebb a mélységélesség.



69. ábra. Stúdiókamera



70. ábra. Stúdiókamera négy objektívvel

Ha tehát az operatőr nagy tömegjeleneteket közvetít, vagy ha azt akarja, hogy a kép előtérben és háttérben levő tárgyak egyaránt élesek legyenek, növelni kell a mélységélességet, vagyis a rekesznyílást csökkenteni. Az ilyen felvételek készítéséhez azonban növelni kell a megvilágítást.

A kamerát több objektívvel látják el. Minden objektívnek más a fókusz távolsága. A különböző fókusz távolságú objektívek használatával a kamerát nem szükséges helyről eltávolítani — ami különösen külső felvételek készítésekor fontos —, hogy a kép méretének arányát megváltoztassuk. A kis, 50 mm-es fókusz távolságú objektívek látószöge hozzávetőlegesen 55°. Ez az objektív lehetővé teszi pl., hogy a képcső ernyőjén az egész futball-pálya képet láthassuk. A legnagyobb fókusz távolságú objektív, az ún. teleobjektív fókusz távolsága 500—600 mm, látószöge pedig hozzávetőlegesen 4°. Ezzel nagy távolságról is úgy láthatjuk a tárgyakat, mintha közelükben lennénk. Hatása olyan, mint a távcsőé.

A 69. ábrán stúdiókamera látható. A készülék tetején levő szám a kamera számát jelöli. A televízió-felvételeket több kamerával végzik. Ily módon a színeseket nemcsak a nézőpontból láthatjuk. A közvetítésre az a kép kerül, amely a rendező megítélése szerint a legmegfelelőbb. A rendező ugyanis a kamerák képeit a készülékteremben levő képcsőveken figyeli, és a megfelelő kamera képét kapcsolja az adóra.

A kamera felső részén látható nyúlvány a képkereső. Ezen keresztül látja az operatőr a jelenetet, és állítja be a fogsantyúkkal a legmegfelelőbbben

a kamerát. A képkeresőn keresztüli ellenőrzéssel egyúttal a képélességet is, ezt a kamera oldalán levő gombbal szabályozhatja. A kamera közepén levő kar és forgógomb az objektívcsereire, illetve az objektív rekesznyílásának beállítására való.

A 69. ábrán látható kamerát előlínézetből a 70. ábra mutatja. Ezen az ábrán jól láthatjuk a különböző fókusz távolságú négy objektívet, amelyeket forgatható korongra szerelnek. A korong elfordításakor a képbontósó elé a kívánt fókusz távolságú objektív kerül.

A kamera belsejében van a kitérítőrekeszekkel ellátott képcsőbontó, a képjel-előerősítő, valamint a sor- és képirányú eltérítőfeszültséget előállító rezgőkeltető. Ezek szerepét az előbbiekben már ismertettük.

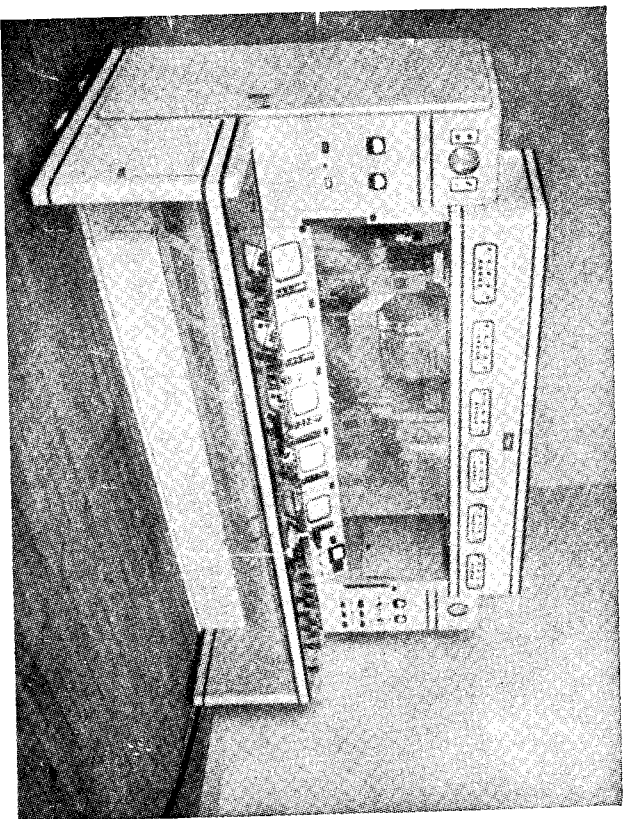
A kamerát a készülékteremmel egyetlen, sokerű hajlékony kábel köti össze. Ezen keresztül vezetjük el a kapott képjelket, és visszuk a sor- és képirányú feszültséget előállító rezgőkeltetőkhöz a szinkronozó impulzusokat, az operatőr felhívatójának vezetékeit, valamint a kamera táplálásához szükséges hálózati áramot.

A készülékterem

Valamennyi stúdiókamerától, helyszíni közvetítést végző egységtől és filmszobától jövő képjel, valamint a mikrofonokról, hangvisszadó-készülékekről, a mozifilmek fotocellájáról stb. származó kísérőhangok jelei a készülékterembe kerülnek. Itt a keverőasztal mellett ellenőrzik a rádióadóberendezések modulátoraihoz továbbítandó képjelket és a kísérőhangok jeleit. Itt erősítik fel őket kellő mértékben, és innen irányítják az adás folyamatát. A készülékteremben vannak azok a generátorok, amelyek a szinkronzójeleket állítják elő; ezek vezérlik a kamerák sor- és képirányú eltérítőfeszültségének rezgőkeltetőit, és itt keverik a képjelkehez ugyanezeket a szinkronjeleket, hogy a vevő képcsőveinek elektronsugarai a képbontócsövek elektronsugarainak mozgásával együttfussanak.

A készülékterem szomszédos a stúdióval, és rendszerint csak hangszigetelő ablak választja el attól. Így a készülékteremben tartózkodók megfigyelhetik a stúdióban történő eseményeket. Az ablak előtt hosszú keskeny keverőasztal áll, amelyen az adás műszaki és művészeti irányításához szükséges vezérlőberendezések vannak. A keverőasztalon néhány ellenőrző képcső is található, ezeknek ernyőin bármelyik kamera által előállított képcső is rádióadó felé kiküldött kép is megfigyelhető (71. ábra). A keverőasztalnál adáskor a rendező, a hangtechnikus és a televízió-berendezést kezelő technikus foglal helyet.

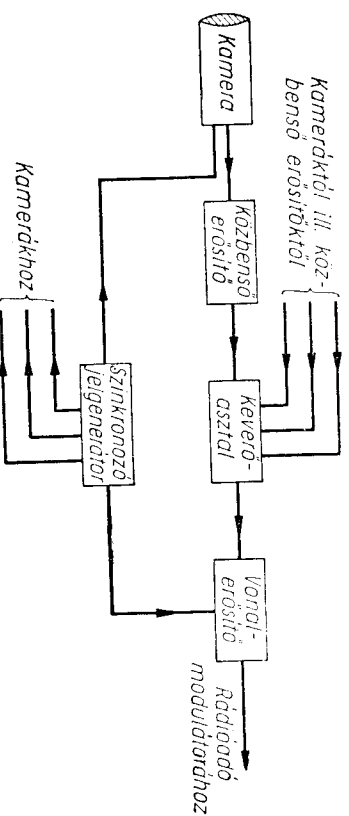
A televízió kép- és hangerősítőket, a szinkronozó jelgenerátorokat, a táp- és egyéb egységeket általában az asztal rekeszeibe vagy külön szekrénybe



71. ábra. Keverőasztal

szerelek. A berendezés egységeiből tartalékok is vannak, ezeket üzemmazavarról kapcsolják be.

A készülékterem berendezéseinek elvi kapcsolását a 72. ábra mutatja. A képeleket a kamerák előerősítőjének kimenetéről kábeleken a készülék-



72. ábra. A készülékterem berendezéseinek elvi kapcsolása

teremben levő közbenso erősítőkre adjuk. Minden kamerának külön közbenso erősítője van, amely a kamerától érkező néhány tized voltos jelfeszültséget erősíti 1 V-ra. A közbenso erősítő kimenetéről a televízió-jelek a keverőasztalhoz kerülnek. A keverőasztal kapcsolása lehetővé teszi, hogy a kamerákról jövő képeket egyszerre (ugrásszerűen) vagy folyamatosan váltsuk. Egyidejűleg két kamera is bekapcsolható, és így pl. közvetíthetjük a stúdióban levő szereplőt olyan háttérrel, amelyet mozifelvétellel állítottunk elő.

A továbbbitandó képeleket ezután a vonalerősítőbe kerülnek. Ez az erősítő a jeleket hozzávetőlegesen 5 V-ra erősíti. Itt keverjük a képelekekhez a szinkronozó impulzusokat is. A vonalerősítő végfokozatához csatlakozik a készüléktermet a rádióadó modulátorával összekötő kábel.

A filmközvetítés

A televízió-adás műsorában gyakran mutatnak be filmeket. A filmeket a stúdió épületében levő külön helyiségből közvetítik e célra alkalmas berendezések segítségével.

Maga a filmvetítő gép nem tér el nagymértékben a szokásos vetítőgépektől. Két főrészből áll: a filmvezető és továbbító mechanizmusból, valamint a vetítőrendszerből (fényforrás, lencserendszer). Ezenkívül a vetítőgéphez tartozik még a fényképezeti úton felvitt hangot fotocellával elektromos jelekké alakító egység is.

A képbontáshoz azonban különleges ikonoszópós kamerát használnak. A kamerát úgy építik hozzá a vetítőgéphez, hogy a filmet közvetlenül az ikonoszóp mozaiklemmezére lehessen vetíteni. A kamera elektromos kapcsolása különben azonos a stúdióban használtakéval.

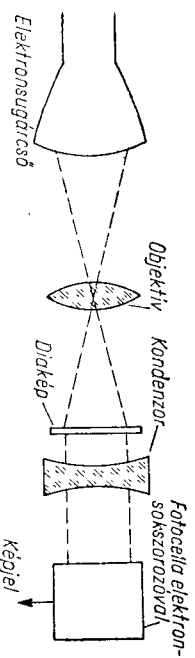
A televízió-filmközvetítéshez használt vetítőgépek egy másodperc alatt 25 képet vetítenek az ikonoszóp mozaiklemmezére, eltérően a moziiban szokásos 24 kép/másodpercenkénti sebességtől. Az ilyen kisméretű sebességnövekedést a néző sem a szereplők mozgásának gyorsulásában, sem pedig a hangmagasság növekedésében nem észleli. A filmtovábbítás és képbontás együttlátását azáltal biztosítják, hogy a vetítőkészüléket hajtó szinkronmotort ugyanarról az áramforrásról táplálják, mint a szinkronozójeleket előállító rezgéselköt, amely az elektronosugár mozgását vezérli.

A film továbbbitása a televízió-filmvetítőgépben is képről képre ugratva történik, mint az általában használt mozi gépekben. A vetítőgép működésének és az ikonoszóp képfelbontásának szinkronozása olyan, hogy a képet a mozaiklapra (a láthatatlan elektromos kép kialakítása céljából) csak a letapogató elektronosugár képirányú visszafutási ideje alatt vetítik. Ez azt jelenti, hogy a képbontósó „emlékeztető” dolgozik, mivel a megvilágítási idő az egész képtovábbítási periódusnak csak kb. 5%-a. Mialatt az elektronosugár az ikonoszóp mozaiklapját letapogatja, a vetítő fényosugár újra elzáródik,

és a film egy képkockával továbbugrik. Ha fényforrásként nagyteljesítményű izzólámpát vagy ifénylámpát használunk, 5%-os megvilágítás elegendő, hogy a cső kimenetén normális nagyságú képeket kapjunk.

Mint ismeretes, a filmet 250—300 m hosszúságú különálló részekben szállítják és vetítik (8—10 perces bemutatási idő). Hogy a film forgatásakor ne álljanak be a filmtekerések cseréjével járó szünetek, két vetítőgépet használnak, amelyek általában optikai átkapcsoló (síktükör-rendszer) segítségével egy kamerára dolgoznak. A tükör elfordításával az egyik vetítőgép helyett a másik vetítőgép fénysugara számára nyílik út a kamerához.

A futópontos rendszer. Az ismeretett ikonozkópos filmkövetítésnél sokkal korszerűbb az ún. futópontos eljárás; ennél a filmtovábbítás folyamatos. Nézzük meg működési elvét állókép (diakép) közvetítése esetén a 73. ábra alapján.



73. ábra. Futópontos filmkövetítés

Az elektronsugárcső ernyőjén az elektronsugár fényes pont alakjában jelenik meg. Ezt a pontot a képcső ernyőjén az ismert módon járattuk végig: 1 s alatt 25-ször rajzol ki 625 sort. A fénypontot az objektív egységbe képezi le. E síkba helyezzük el a közvetítendő diaképet, amelyen a fénypont végighalad. A kép előtt a pont egyenletes fényerővel világít, a kép mögött nézve azonban már nem egyenletesen világító pontot látunk, hanem a képtartalomnak megfelelően sötétebbet vagy világosabbat. A kisebb vagy nagyobb fényerejű pont fényét lencse szórja a fotocella katódjára, s ez a fény vezérli a fotocella áramát. Az áram erőssége tehát kisebb vagy nagyobb lesz a kép sötétebb vagy világosabb képpontjainak megfelelően. Az áramingadozással arányos feszültséget a fotocella munkakellenállásáról vesszük le. Ez a feszültség a kép jellemzőit tartalmazza.

Mozgó képek továbbítása esetén a futópontos rendszer működése bonyolultabb, mivel a filmtovábbítás folyamatos. A folyamatos mozgásból adódó nehézségeket optikai rendszerekkel és elektronikus műfogásokkal hidalják át.

A vidtkonnal működő filmkövetítő berendezés. A televízió-filmfelvételeket úgyszólván az egész világon 16 mm-es keskenyfilmre készítik, jóllehet a normál-mozifilmek szélessége 35 mm. Ennek megfelelően a kor-

szertű televízió-stúdióban megtalálható mind a normál-, mind pedig a keskeny-film közvetítésére alkalmas berendezés.

A budapesti televízió-stúdióban levő keskenyfilmkövetítő berendezés vidtkon képbontócsővel dolgozik. E csőnek nagy a fényérzékenysége, tehát gyenge világítás esetén is már jó képet ad. Bizonyos fokú tehetetlensége miatt élőképek közvetítéséhez ritkán használják, ez a filmkövetítésnél azonban nem jelent akadályt, sőt filmkövetítésre ma ez a legalkalmasabb képbontócső.

A berendezés a vidtkonnal működő felvevőkamerán kívül két, 16 mm-es keskenyfilm-vetítőgépet tartalmaz. Ezenkívül diaposzitiv vetítőt is találunk benne, állóképek közvetítésére. Az egész berendezést a kezelőasztalról irányítják és ellenőrzik.

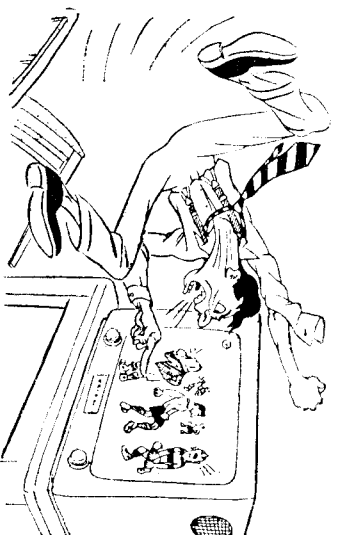
Működésének lényege a következő: vagy a két filmvetítő gép, vagy a diavetítő képet tükrökkel a berendezés felvevő kamerájára vetítik. Vettetés után a kép megjelenik a vidtkon jel-lemezén, amelyen elektromos kép alakul ki. Ezt a képet másodpercenként 25-ször tapogarja le az elektronsugár. Minden letapogató során az elektronsugár 625 sort írt le a jel-lemez felületén, miközben az elektromos képet a vidtkon váltakozó erősségű és frekvenciájú árammá alakítja. Az így kapott jeleket különböző egységekben alakítják, keverik a szinkronozó jelekkel, majd a végleges videojeleket a képadó kiscsatorraza.

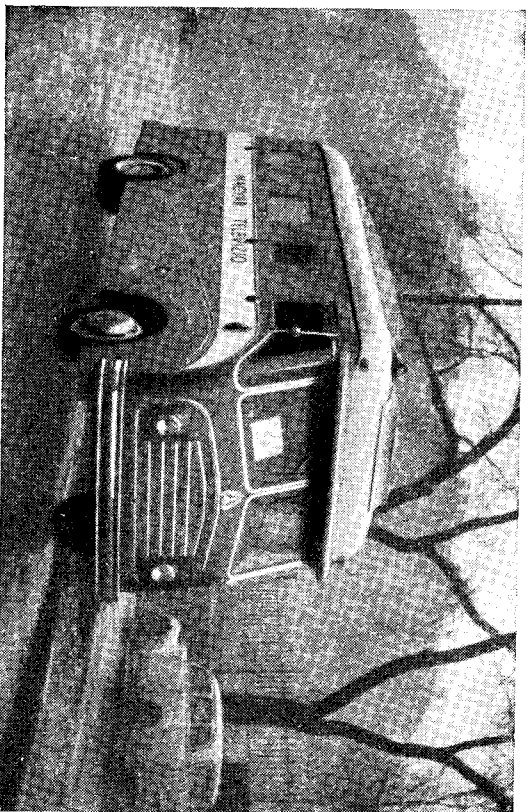
A filmképhez tartozó hangot általában kétféle eljárással rögzítik a filmszalagra: 1. a hangot fényfé alakítva a filmszalag szélére fényképezik, és fotocellával visszajátásszák; 2. a filmszalag szélén levő mágnesesítő anyagból készült csíkra rögzítik a hangot, majd magnetofon lejátszófejfel alakítják ismét vissza. A berendezés mindkét eljárással rögzített filmhang lejátszására alkalmas.

A stúdióon kívüli adás

Az érzékeny képbontócsövek lehetővé teszik a televízió-adások közvetítését olyan helyekről is, amelyek különben nincsenek felkészítve ilyen célokra. A megfelelő képbontócsővel ellátott kamera ott lehet a színházakban, a hangversenytermekben, a sportpályákon és minden más helyen, ahol valamilyen közérdekű esemény történik.

A külső, a stúdióon kívüli közvetítéseket autóbusszokra szerelt televízióberendezésekkel valósítják meg. Egy-egy ilyen autóbusszhoz általában három, könnyen mozgatható kamera tartozik.





74. ábra. A magyar televízió külső közvetítéseit labonyoltító autóbusz

Az autóbuszba beépítik a keverőasztalt a szükséges erősítővel és szinkronjelgenerátorokkal, valamint a mikrohullámú adóberendezést a képilek átvitelére a televízió-adóállomáshoz.

A mozgó állomástól a televízió-adóállomáshoz a kísérophangot általában a meglevő telefonhálózaton keresztül juttatják el. Csak ha nincsen telefonhálózat, veszik igénybe a rádióhullámokat. Ilyenkor a televízió-adóval a kétoldali szolgálati összeköttetést is a rádióadó-vevő berendezéssel biztosítják.

A mozgó állomás és a televízió-adóállomás közötti rádióösszeköttetésre általában a centiméteres hullámsávot használják, mivel a hullámhossz rövidülésével arányosan csökken a meghatározott térférfosszág létrehozásához szükséges teljesítmény. Ezenkívül a rövidebb hullámhosszakhoz könnyebb irányított sugárzású antennákat építeni. Több tíz kilométeres távolságra történő biztos összeköttetés céljából az élesen irányított sugárzás centiméteres hullámsávon a vételhez szükséges adóteljesítményt egészen jelentéktelenné teszi.

Az adóállomáson az összeköttetést biztosító antenna rendszerint ugyanazon a torryon van, amelyre a televízió-adóállomás antennáját is építik. A mozgó állomás antennáját és rádióadóját az autóbusz közelében levő valamelyik magas épület tetőjére szerelik. Maga az adókészülék az antenna parabollikus reflektora mögött helyezkedik el, és hajlékony, többbű kábellet kötik össze az autóbuszban levő készülékkelhelyiséggel.

120

A magyar televízió külső közvetítéséhez szükséges berendezésekkel felszerelt autóbust a 74. ábra mutatja. Az autóbuszban levő készülékek elvi elrendezése a készülékterem egységeinek elrendezéséhez hasonló.

A külső közvetítést irányító rendező és a műszaki vezető a közvetítésre kerülő jelenekeket négyféleképpen láthatja: közvetlen nézéssel, a kamera képkerosőjén keresztül, az ellenőrzőkészülék ernyőjén, végül a vevőkészülék ernyőjén, amely az adóállomás által kisugárzott adást veszi. A rendező ily módon rögtön megteheti a művészi szempontból szükséges intézkedéseket, a műszaki vezető pedig könnyen megállapíthatja, hogy hiba esetén a hosszú lánc melyik tagjából ered a rendellenesség.

A Népstadionból történő közvetítés egyik kameráját a 75. ábra mutatja. A kamerától a képilek az autóbuszban levő keverőasztalhoz kerülnek, innen a mikrohullámú adóhoz, amelynek irányított parabola antennája az adóállomáshoz sugározza őket. Az adóállomáson a képileket „levessik” a mikrohullámokról, és a televízió-adó modulátorához viszik; a kísérophangot a telefonhálózaton keresztül juttatják el az adóhoz. (A hangot csak a vezeték összeköttetés hiányában továbbbírták az adóállomáshoz rádióhullámokkal.)

Hogy a képileket miért nem továbbbírták a telefonhálózaton keresztül, annak az a magyarázata, hogy a képilek nagy sávszélessége miatt a telefonvezeték erre alkalmatlan. A képileket csak külön e célra készített nagyfrekvenciás kábeleken lehetne továbbbírtani.

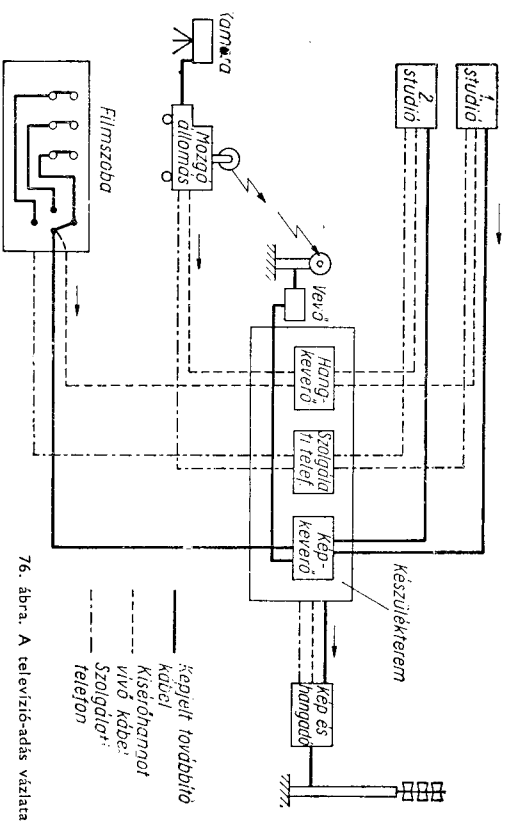
A televízió-adás vázlatát, amelynek másorát több helyről közvetíthetjük, a 76. ábra szemlélteti. A másor pl. a következő összetételű lehet:

A másor megkezdése előtt a televízió-adó a vizsgálóképet sugározza. Ez sakkabábfelület vagy külön e célra rajzolt különböző vonalvastagságú és sűrűségű rajz, amely a vevőkészülék helyes beállítására való. A vizsgálóképet a filmszobából közvetítik diaprozítívról. A másort a bemondó nyitja meg a stúdióból, majd ezt egy külső közvetítés követheti, pl. a Népstadionból mozgó állomás segítségével. Ezután a stúdióból kerül közvetítésre valamilyen



75. ábra. Televízió-közvetítés a Népstadionból

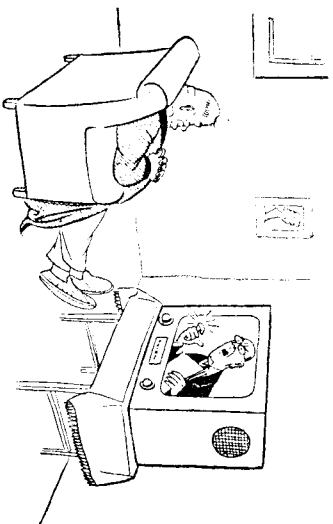
121



76. ábra. A televízió-adás vázlatja

kabaréműsor. Ez alig ér véget, az adó máris sugározza a rádió szimfonikus zenekarának műsorát, ezt hirtedő, majd filmközvetítés követi.

Mint látjuk, a műsort sok helyről kell „összeszedni”, az időt pontosan ütemezni és a műszaki és művészeti szempontokra állandóan ügyelni. A televízió-adó dolgozóinak tehát nem kis munkát kell végezniük, hogy megoldják a zökkenésmentes, kifogástalan televízió-műsorszórást, és lehetővé tegyék a televízió-vevők nézői és hallgatói számára a kellemes szórakozást.



A képrögzítés

Miként a rádióműsorszórásban szokásos a műsorokat hangszalagra rögzíteni, és a felvett műsort egy későbbi időpontban a szalagról lejtszani, vagy más adóállomásonak megküldeni, hasznos lehet ez a televízióban is.

A legrégibb és legkézenfekvőbb eljárás szerint a megörökítendő műsort az adást megelőző főpróbában teljes egészében filmre vették. Ez azonban hosszadalmas és felhasználási lehetőségei korlátozottak. Ezen eljárással pl. egy külföldről átvett érdekes műsor nem rögzíthető.

E hányosságok a technikusokat újabb eljárás kidolgozására késztették. Ez a műsor véglegesen kialakított képét (ugyanazt, amelyet a képdóra kapcsolnak) örökíti meg. A megoldás lényege, hogy a képet különleges minőségű képvisszaadó készülékről filmre veszik le. Bár a képrögzítés anyaga itt is film, a módszer mégis előnyösebb, mint az előző eljárás. Ugyanis a cselekmény képfelvétele, a kompozíció kidolgozása, a képek összeusztatása és egymásra keverése, trükkhatások stb. mind televízió-műszerekkel készülnek, és csak a végeredmény kerül a filmszalagra. Az így készült film kidolgozása általában csak előhívási és másolási munkát igényel.

A képernyőről való filmezés annyira egyszerűnek látszik, hogy felmerül a kérdés, miért nem oldották meg mindjárt így a műsorrögzítést. Erre azért nem volt mód, mert előbb meg kellett oldani néhány fontos műszaki problémát. Emlékezzünk csak vissza a moziban látott televízió képernyőjére. A képernyőn lefelé haladó vastag vízszintes fekete vonalat láthatunk. Ezenkívül, ha jobban megfigyeltük a képernyőt, azt is észrevehettük, hogy a kép világossága sem volt egyenletes. A televízió-műsor rögzítéséhez olyan eljárásra volt tehát szükség, amely mentes ilyen képzavaroktól, és a megörökítendő képet minőségromlás nélkül viszi át a filmszalagra.

Az említett képzavarok oka, hogy a film a mozgáshatás keltése céljából másodpercenként 24 képet vált, a televízió pedig ugyanezen idő alatt 25 képet. A filmen tehát mindig látszanak olyan helyek, amelyeknek a televízió-képen éppen a képváltás felel meg. Ilyenkor a képernyő sötét, ez a hely a film-szalagon is fekete. Azonkívül a televízió-képváltás időtartama rövidebb, kb. 1/5-e a filmfelvételképváltási idejének. Ezért a televízió-képen a képváltás után a kép egy részének kirajzolása már befejeződött, amikor a filmfelvételgép a következő képkockára beáll, és a fényképezés megörténik.

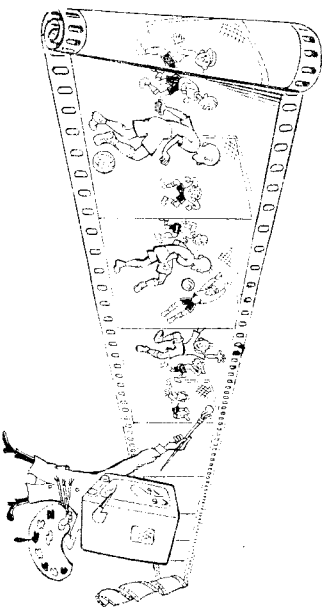
Ma már többféle módszer alakult ki, amely a televízió-rendszer és a filmvetítő gép képváltásának állandó együztűrtését biztosítja, és mentes a leirt hibáktól. A két legelterjedtebb megoldás a következő:

Az első eljárásnál a filmfelvételgép áttételét úgy választják meg, hogy a filmképváltás a televízió képpel egyezően másodpercenként 25 legyen. Ezenkívül biztosították a filmfelvételgép szinkronfutását a televízió-képpel; a televízió-kép kirajzolódása tehát akkor kezdődik meg, amikor a filmfel-

vevőben a képkockaváltás éppen befejeződött. Ezután lefényképezik az első félképet, majd a következő félkép ideje alatt a filmfelvétel képkockát vált (ugyanis — mint tudjuk — a televízió váltotsoros letapogatással dolgozik, egy kép tehát két félképből áll). Így módon egyszerű úton kiküszöbölték a képváltási időtartamok közötti különbséget, a rendszer azonban csak fél sorozámú képet rögzít, ami miatt a kép függőleges irányú élessége kisebb. Bizonyos műfogásokkal segítenek azon is, hogy a ritka sorok között hézag ne legyen látható.

A magyar televízió a másik általánosan elterjedt rendszert használja, amely a teljes 625 soros képet rögzíti. Ezt olyan speciális filmfelvétel gépekkel lehet elérni, amelyekben a filmcovábbítás ideje megegyezik a televízió-kép továbbítási idejével. E képrögzítő berendezés „telecording” néven ismeretes.

A képrögzítéssel kapcsolatban még annyit, hogy a televízió-műsor rögzítését mágneses úton már megoldották. E rendszer előnye, hogy a rögzítés és lejátszás film és optikai berendezések nélkül történik, kizárólag elektronos úton. A felvételi azonban lejátszható, nincs előírási és másolási késedelem, a minőség rögtön ellenőrizhető. A mágneses rögzítés elvére később még visszatérünk.



A TELEVÍZIÓ-VÉTEL

Az előző fejezetekben már beszéltünk a rádió-vétel elvéről, és láttuk, hogy a vétel fizikája eléggé egyszerű. Bár a televízió-vétel elvi szempontból megegyezik a rádió-vétellel, a televízió-vevőnek sokkal több és nagyobb követelményt kell kielégítenie, mint a rádió-vevőnek.

Ennek elsősorban az a magyarázata, hogy a televízió-vevőkben két hordozófrekvencia van. Vennünk kell a kép- és a hangjelhordozó frekvenciát. A televízió-vevőnek a hangokon kívül még a képeket is reprodukálni kell. A hangfrekvenciák sávzsélessége elérheti a 6 MHz-t, a hangjel-frekvenciák sávzsélessége pedig a 15 kHz-t, eltérően a rádióműsorszórásban átvitt 5 kHz-es sávzsélességtől.

Ezenkívül a televízió-vevőben külön jeleket is elő kell állítani a képcső elektronsugarának eltérítéséhez. Minden hozzájárul ahhoz, hogy a televízió-vevőkészülék felépítése nagymértékben eltér a rádió-vevő felépítésétől.

A vevőkészülék működése

Az elektromágneses hullámok, mire elérik a televízió-vevő antennáját, már eléggé gyengék. A vevőantenna az adóantenna által minden irányba kisugárzott energiának csak jelentéktelen kis részét kapja. A vevő első feladata tehát, hogy az antenna által szállított gyenge jeleket felerősítse. Felerősítés után a jeleket szét kell választani: külön útra indítani a képjelleket és külön a hangjeleket.

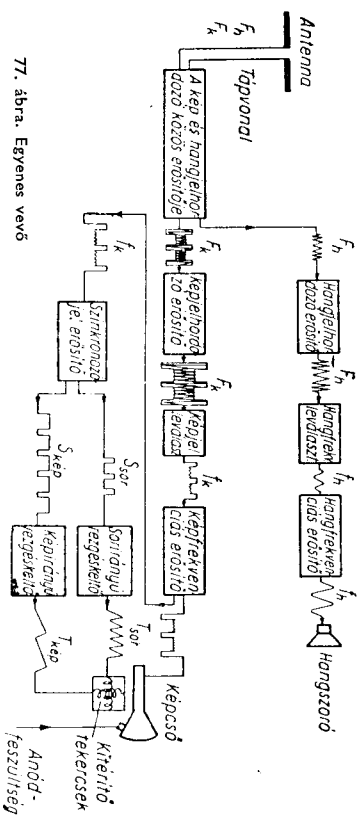
Az egyenes erősítésű televízió-vevőkészülék (77. ábra) hangfrekvenciás hordozót (F_H) a képfrekvenciás hordozóval (F_K) együtt erősíti és csak ezután választja azokat szét. További erősítés után következik a demoduláció. Mivel itt frekvenciamoduláció van, a demoduláció nem oldható meg egyszerű egyenirányítással, mint amplitúdómoduláció esetén.

A frekvenciamodulált jelek demodulálásának egyik lehetősége, hogy a frekvenciamodulációt amplitúdómodulált jelekké alakítsuk. Ezt pl. különleges kapcsolású rezgőkörökkel lehet elérni, amelyek a különböző frekvenciájú jeleket különböző nagyságú feszültségekke alakítják át.

A demoduláció után a hangfrekvenciás rezgéseket tovább erősítjük, majd a hangszóróban hanggá alakítjuk.

Miután a hangjelhordozótól a képielhordozót a vevő megfelelő fokozata elválasztotta, és a demodulátor a képijeleket a vivőfrekvenciától „levette”, a képijeleket még tovább erősítjük, majd szűrjük: a tulajdonképpeni képijelektől elválasztjuk a szinkronozójeleket. Ezután kerülnek a képijelek a képcső vezérlő elektródájára, hogy az elektronsugárat hol gyengítsék, hol pedig erősítsék, az ernyőn tehát a megfelelő fényhatást váltsák ki.

A szinkronozójelek tulajdonképpen két részből állnak. Egyik részük a sorirányú eltérítőfeszültség rezgéskeltőjét vezérli, másik részük pedig a képirányú rezgéskeltő feszültségét. Ezeket tehát — miután a képijelektől elválasztottuk és felerősítettük őket — még egymástól is szét kell választani,



77. ábra. Egyenes vevő

és a megfelelő rezgéskeltőhöz vezetni, hogy biztosítsuk a vevőkészülék képcsővében az elektronsugár sor- és képirányú eltérítésének együttfutását az adó-képbontócső elektronsugárának mozgásával.

A sor és kép kezdetét jelző szinkronozójelek hosszúságukban (időtartamukban) különböznek egymástól, de mindégylek nagyobb, mint a lehetséges legnagyobb képjel.

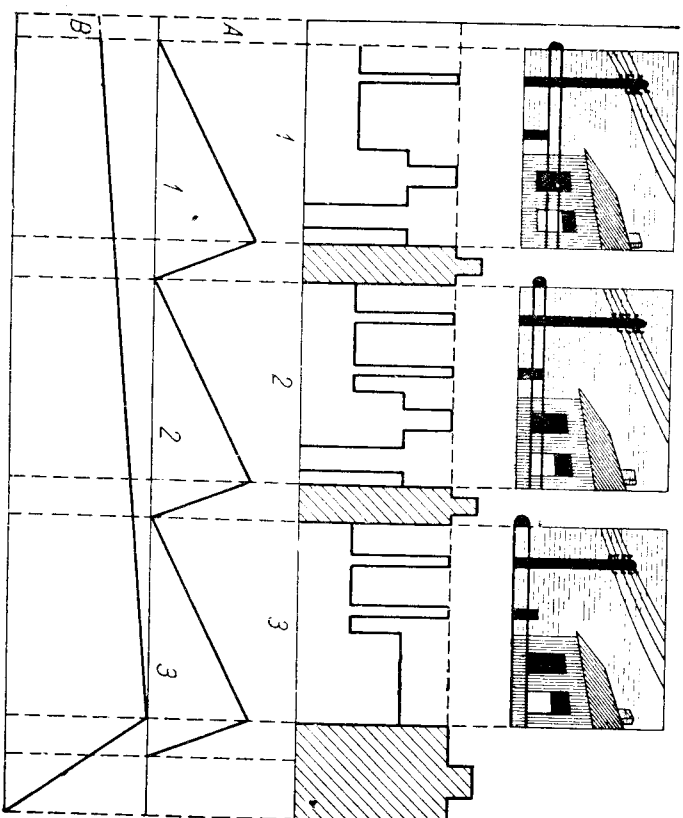
Ha tehát a képijelek között nagyobb jel jelentkezik, mint az az érték, amelyet a képijelek maximálisan elérhetnek, akkor ezt a leválasztófokozat a szinkronozójel-erősítőbe küldi. A rövidebb szinkronozójelek innen a sorirányú rezgéskeltőre kerülnek, a hosszabbak pedig a képirányúra. Amikor a szinkronozójelek a megfelelő rezgéskeltőre kerültek, lezárják a rezgéskeltő elektronsövény átfolyó áramot, hogy a sor-, ill. a képirányú kitérés befejeződjék. Megszűnik tehát a fűrészfog alakú feszültség és az elektronsugár a sor-, ill. a kép kezdetére ugrik vissza.

A rezgéskeltő cső az áramot csak akkor engedi át újból, amikor az elektronsugárnak a soron következő sor- vagy képirányú mozgását el kell

kezdenie. A cső lezárása igen egyszerű: rácsára nagy negatív feszültséget adunk, ami megakadályozza az elektronok újrat a katódtól az anód felé.

Most pedig a 78. ábra alapján kövessük végig a kép keletkezését a képcső ernyőjén.

Az ábrán egy távbeszélőoszlopot és egy házat láthatunk. A képbontás három utolsó sorát 1, 2 és 3 számjegyekkel jelöltük. Az 1, 2 és 3 soroknak



78. ábra. A képijelek és a szinkronozójelek alakja

megfelelő képijeleket az ábra középső sorában láthatjuk. A magyar televízió-szabvány szerint a kép erősen fehér részének a legkisebb, fekete részének pedig a legnagyobb jel felel meg. Így rajzoltuk ezt le a 78. ábrán is. Nos, mivel a szinkronozójelek nagyobbak a képijelek maximális értékeinél, ezek a „feketebbnél feketébb” árnyalatnak felelnek meg.

Kísérjük végig az elektronsugárat, miközben az 1 soron halad végig. A vevőkészülék rezgéskeltő csőve, amely az elektronsugár sorirányú eltér-

rtését vezérli, eközben egy fűrészfog alakú feszültséget (impulzust) kelt (A). Ennek hatására halad balról jobbra az elektronsugár, majd az ernyő végéhez érve ugrásszerűen tér vissza balra. A kép hátterének — az ég szürke színére — közepes nagyságú jel felel meg. Az oszlop fekete színének hatására a jel eléri legnagyobb értékét, a fekete szintet. A képiel ennél nagyobb értéket nem érhet el. Ezután újból szürke, sötétszürke, fekete, sötétszürke, fehér és sötétszürke árnyalatnak megfelelő jelek következnek. Az ábráról láthatjuk azt is, hogy a fehér árnyalatnak a legkisebb értékű jel felel meg — ez a fehér szint.

Amikor az elektronsugár az ernyő végéhez ér, ugrásszerűen visszatér az ernyő elejére. Eközben azonban a képirányú eltérítést vezérítő rezgéseltő feszültsége (B) bizonyos mértékig emelkedett. Az elektronsugár tehát most már nem az 1 sor kezdetére ugrik vissza, hanem a 2 sor elejére; sorirányú útját most már innen kezdi.

A sor utolsó jele után a sorszinkronozójel következik, ez nagyobb az egyéb képileleknél. Amikor a szinkronozójel megszűnik, a cső nyit, a fűrészfog alakú feszültség újból növekedni kezd, és az elektronsugarat a 2 soron vezet végig stb.

Igy érkeztünk el az utolsó sor végéig. Ekkor már a képirányú eltérítést vezérítő rezgéseltő fűrészfog alakú feszültsége is elérte maximális értékét. A képirányú eltérítést szinkronozó jel már megérett. Ez nagyobb a fekete szintnél és hosszabb, mint a sorirányú eltérítést szinkronozó jel. Az elektronsugár ugrásszerűen a képernyő bal felső sarkába, az első sor kezdetére kerül. Miután a képirányú eltérítést szinkronozó jel megszűnik, az elektronsugár elindul újabb útjára.

Az itt ismertetettektől eltérően a valóságban az a helyzet, hogy az elektronsugár képirányú mozgása váltott soros, vagyis mint már láttuk, az elektronsugár először a páratlan sorokat tapogtatja le, majd pedig a páros sorokat. Ezt a képirányú kitérő fűrészfog alakú feszültség megfelelő emelkedésével érjük el.

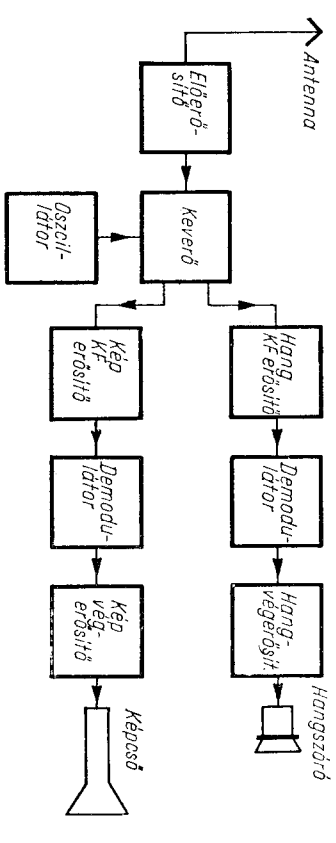
Végezetül megvizsgáljuk, hogy a nagyobb érzékenységgű televízió-vevőkészülékek, ugyanúgy, mint a rádióműsorozó vevőkészülékek, „egyenes” kapcsolás helyett „frekvenciaváltó” elven működnek.

A frekvenciaváltó televízió-vevőkészülék. A frekvenciaváltó televízió-vevőkészülék kétféle kapcsolású lehet. Az egyikben a kép- és a hangcatornát a keverőfokozat után szétválasztjuk. Ez a párhuzamos hang- és képerősztésű vevő. A másodikban a kép- és a hang-középfrekvenciát együttesen erősítjük. A hang-középfrekvenciát csak a képiel demodulálása után választjuk le. Ezt interkarrier (közbenshordozós) rendszerű vevőnek nevezzük.

Párhuzamos hang- és képerősztésű vevőkészülék elvi felépítését a 79. ábra mutatja, a segédfokozatokat (nagyfeszültséget előállító egységet, fűrészfog alakú rezgéseltőket stb.) azonban elhagytuk. Az antenna által szállított kép- és hanghordozót az előerősítő fokozat erősíti, majd a felerősített jelek a

keverőfokozatba kerülnek. E fokozat a hordozófrekvenciákat és az oszcillátor frekvenciáját összekeveri. A keverőfokozat kimenetén tehát megkapjuk a kép- és hangközépfrekvenciát. A két középfrekvenciát azután külön-külön erősítjük; a kép-középfrekvenciát általában két-három fokozatban, a hangközépfrekvenciát pedig egy-két fokozatban. Ezután következik a demodulátor és a végfokozat.

A párhuzamos kép- és hangerősztésű vevőkészülékek nem terjedtek el. A manapság gyártott vevőkészülékek nagy része interkarrier-elven működik.



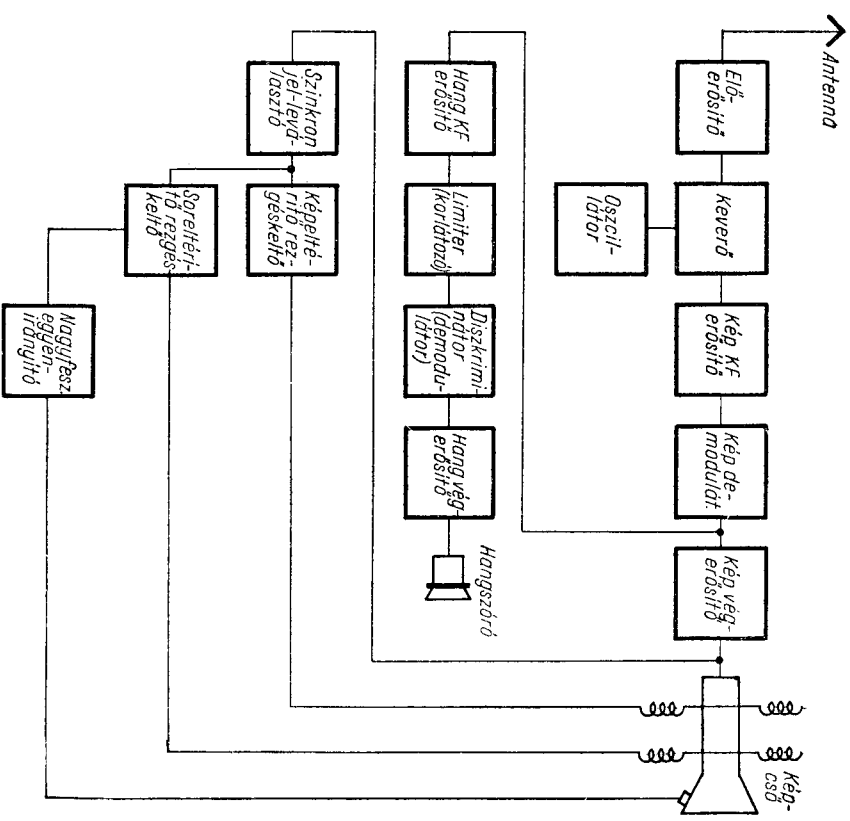
79. ábra. Párhuzamos hang- és képerősztésű vevőkészülék elvi felépítése

Interkarrier- (közbenshordozós) vevőkészülék. Az interkarrier-rendszerű vevőkészülék elvi felépítését a 80. ábra mutatja. Érdekesége, hogy a keverőfokozat után még nem választjuk szét egymástól a kép- és hanghordozókat, hanem továbbra is együtt erősítjük őket két-három, ritkábban négy középfrekvenciás erősítőfokozatban. A hanghordozó leválasztására csak a képfrekvencia demodulálása után kerül sor. A képilelek innen a képerősztőfokozatra kerülnek, a hanghordozó pedig további erősítőfokozatba, amelynek rezgőköre 6,5 MHz-re (a közbenshordozóra) van hangolva. A frekvenciademodulált hanghordozó ugyanis ilyen távoliságra van a képhordozótól. Az így kapott hang-középfrekvencia kerül a korlátozóba (limiterbe), illetve a demodulátorba (diszkriminátorba).

A limiter feladata a frekvenciademodulált jel esetleges amplitúdómodulációját, zavaró csúcsait megszüntetni, levágni; a diszkriminátor pedig a frekvenciademodulált jeleket hangfrekvenciás jelekké alakítja. A hangfrekvenciás jelek a végfokozatba kerülnek, amely a hangszórót működteti.

A képiel a végfokozatból a képcső vezérlőtárcsára kerül, és szabályozza az elektronsugár intenzitását.

A készülék áramellátása. A televízió-vevőkészülékeket áramellátás szempontjából két nagy csoportra oszthatjuk: váltakozóáramú készülékekre és univerzális készülékekre.



80. ábra. InterkARRIER-vevőkészülék elvi felépítése

A váltakozóáramú feszültséget csak váltakozófeszültségről lehet táplálni, mégpedig 110 vagy 220 V-ról. A készülék működéséhez szükséges különböző feszültségeket (a fűtőfeszültséget, anódfeszültséget és előfeszültségeket) a beépített transzformátor, illetve egyenáramú szolgáltatója. Ilyen készülékeket nem lehet egyenáramról táplálni.

Az univerzális vevőkészülékek táplálásához 22 V egyen- vagy váltakozó-feszültség szükséges. Ezekben nincs transzformátor. Ha tehát a hálózat 110 V-os váltakozófeszültség, akkor a készülék működéséhez külön transzformátor szükséges, amely a 110 V-ot átalakítja 220 V-ra; 110 V-os egyenáramról egyáltalában nem lehet üzemeltetni őket. Az univerzális készülék csöveinek fűtése sorba van kötve.

A csövek táplálásához szükséges anód- és előfeszültségeket közvetlenül a 220 V-os hálózati áram egyenáramúvá állították elő.

A televízió-vevőkészülékek táplálásával kapcsolatban azonban van még egy lényeges feladat. Hogyan lehet előállítani a kb. 14 000 V-os feszültséget, amit a képcső anódjára kell kapcsolni? Nos, ezt még a váltakozóáramú vevőké-
ben sem hálózati transzformátorokkal állították elő, hanem egy sokkal szelle-
mesebb eljárással.

Emlékezzünk csak vissza az elektronsugár vízszintes irányú kitérésére. Azt mondtuk, hogy a televízió-vevőkészülékekben ezt a kitérését a képcső nyakon elhelyezett elektromágnes erőtere biztosítja. Az erőteret az elektromágnes meletein átfolyó fűrészfogalakú áram létesíti. Az elektronsugár kitérését végez, kirajzol egy sort, amíg növekszik a fűrészfogalakú áram, illetve a mágneses erőtér, majd amikor az hirtelen megszűnik, az elektronsugár visszagrrik kiindulási helyére. A mágneses erőtér hirtelen megszűnéskor igen nagy önindukciós feszültségűcsület keletkezik. Ez a feszültségűcsület a fűrészfogalakú áram minden periódusában megismétlődik, tehát végeredményben igen nagy lüktetőfeszültséget kapunk. Ha ezt a lüktetőfeszültséget egyenirányítjuk, akkor a képcső nagyfeszültségű anódtáplálását már megoldottuk.

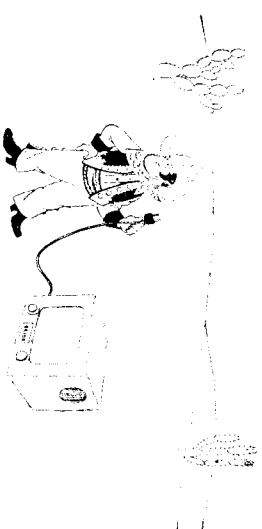
Ez a nagyfeszültség életveszélyes lehet. Eppen ezért a bekapcsolt készülék belsejébe nyúlni a nem szakembernek szigorúan tilos!

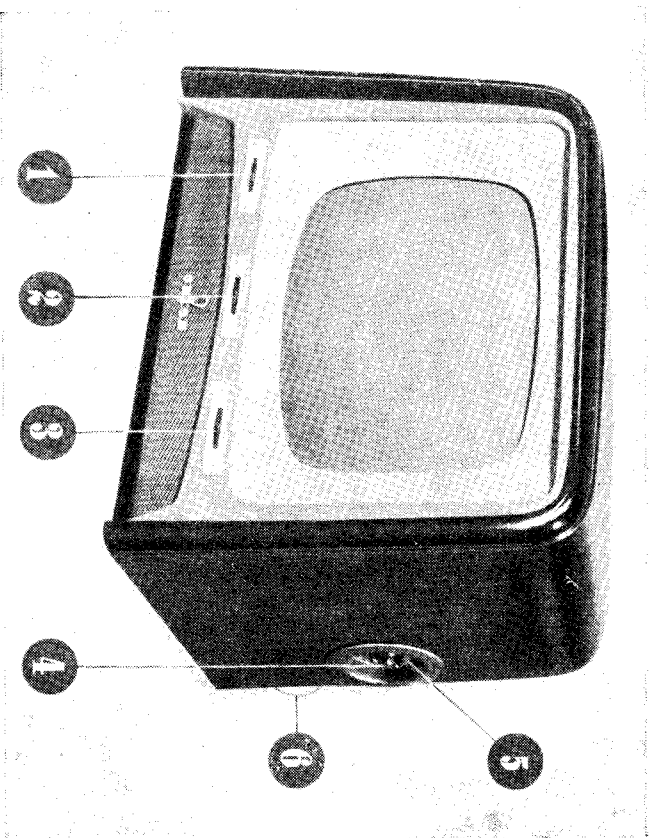
A vevőkészülék üzemeltetése

Az eddig elmondottakból láthatjuk, hogy a televízió-vevőkészülék felépítése sokkal bonyolultabb, mint a rádió-vevőkészüléké. Ennek megfelelően, a televízió-vevő helyes működtetéséhez is több áramkört kell beállítani, mint rádió-vevőben; több kezelőgombot találunk tehát rajta, mint a rádión. A televízió az állomáskiválasztáson és a hangerősség, hangszínezeten kívül be kell állítani a helyes képvisszadáást is.

A kezelőgombok. A 81. és 82. ábra az AT 403 televízió-vevőkészülék mutatja. A kezelőgombokat megszámoztuk. Bár más típusú készüléken a kezelőgombok elhelyezése más lehet, a megfelelő szabályzók azonban azokon is megvannak. Vegyük tehát sorjába a kezelőgombokat és azok szerepét.

A hálózati kapcsoló és hangszabályozó a készülék ki-bekapcsolását és a hangerősség beállítását végzi (1).
A fényerőszabályozó a képernyő világosságát állítja





81. ábra. Az AT 403 televízió-vevőkészülék előlapja

be. Ezzel szabályozzuk a képernyőhöz ütköző elektronnyaláb sűrűségét a gyorsítóanód feszültségének változtatásával (2).

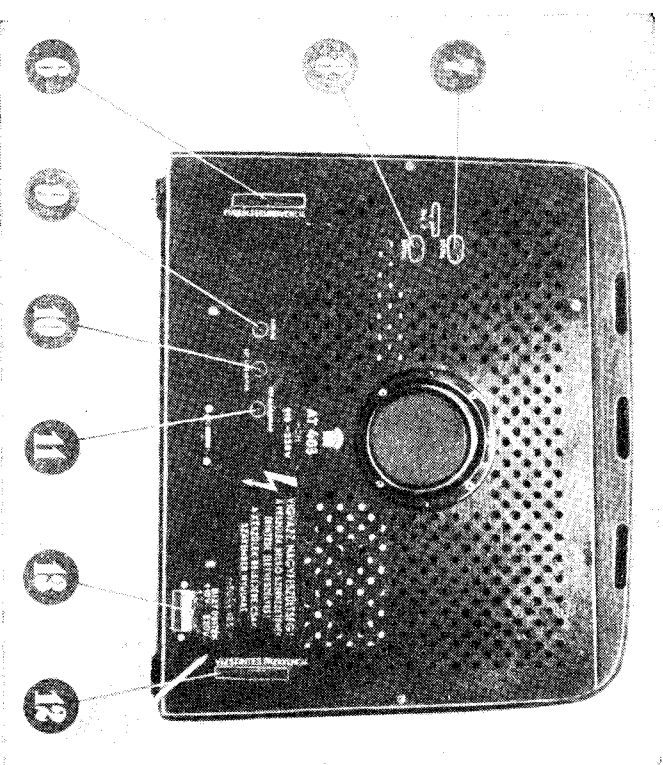
A képfrekvencia-szabályozógomb a képirányú eltérítő rezgéseltető frekvenciáját állítja. A függőlegesen mozgó képet ezzel állíthatjuk meg, továbbá bizonyos mértékig szabályozhatjuk vele a képmagasságot is (6).

Soffrekvencia-szabályozógomb a sorirányú eltérítő rezgéseltető frekvenciáját állítja. A szétesett, elhúzódó kép helyrehozását biztosítja. Bizonyos mértékig a kép vízszintes irányú állítását is lehetővé teszi (12).

Kontrasztszabályozó; ezzel az elektronsugarat szabályozzuk olyképpen, hogy a sötét, illetve a világos színeknek megfelelő jelek hatására megfelelő arányban változtassa erősségét (3).

Finomhangoló-gomb, ez az állomástesztilehetőség (5).

Csatornaváltó (4). A kívánt televízió-csatorna beállítására való. A televízió-vevőkészülékeken a frekvenciaváltás („állomáskeresés”) ugyanis nem folyamatos, mint a rádióműsorszóró vevőkön. A televízió-műsorszórásban pontosan meghatározott kép- és hangjelvivőfrekvenciák vannak. A két vivőfrekvencia által elfoglalt sávot televízió-csatornának nevezzük. A buda-



82. ábra. Az AT 403 televízió-vevőkészülék hátlapja

pesti televízió-adó pl. az 1. csatornán dolgozik, ami azt jelenti, hogy a képlel vivőfrekvenciája 49,75 MHz, a hangjelé pedig 56,25 MHz.

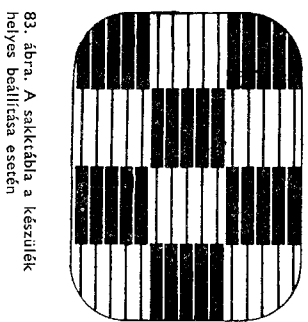
Fókuszszabályozó, ezzel az elektronsugar nyalábolását szabályozhatjuk. A képernyőn megjelenő világítópont nagysága állítható vele bizonyos mértékig. Mennél kisebb ez a pont, annál élesebb a kapott kép (9).

„Közel” és „Távol” hűvelypár. A „Közel” jelű hűvelypárba dugaszoljuk az antennát közeli állomás vétellekor (7), a „Távol” jelűbe pedig akkor, ha az adóállomás a vételi helytől távolabb van (8).

A két antennacsatlakozóra azért van szükség, mert az adóállomáshoz közeli helyeken a térerősség olyan nagy lehet, hogy a készülék előerősítő csöve (első csöve) túlvezérlődik, aminek következtében a vételi torzul. Ennek elkerülése végett az antennát a „Közel” feliratú hűvelypárba dugaszoljuk, ekkor az előerősítő csöve kerülő antennafeszültséget előzőleg egy csillapítótag csökkenti.

Képlinearítás, ezzel a kép méretaránytalanságait helyesbítjük (10). Képmagasság, a kapott kép megfelelő magasságát lehet beállítani vele (11).

A készülék üzembe helyezése. A készüléket lehetőleg úgy állítsuk fel, hogy az antennalevezető kábel rövid legyen. Ez különösen akkor fontos, ha a vevőkészülék az adóállomástól távol van, mivel a kábel okozta veszteségek csökkentésével a vétel minősége javul.



83. ábra. A sakktabla a készülék helyes beállítása esetén

a műsorszórás megkezdése előtt bekapcsolni. Az adóállomás ugyanis a műsor előtt vizsgálóképet sugároz, ami alkalmas a készülék helyes beállítására. Leggyorsabb ilyen vizsgálóképet a sakktablafelület; képet a készülék helyes beállításakor a 83. ábra mutatja.

Ha a kép túl kemény, **kontrasztos** (84. ábra) vagy ezzel ellentétben **túlgyöngös** (85. ábra), a 81. ábrán 3-mal jelölt (**kontraszt szabályozó**) gomb forgatásával állítsuk be a helyes kontrasztot.

A **kép világosságát** a 81. ábrán levő 2 gomb (**fényerő szabályozó**) forgatásával állíthatjuk be a kívánt mértékre (86. és 87. ábra).

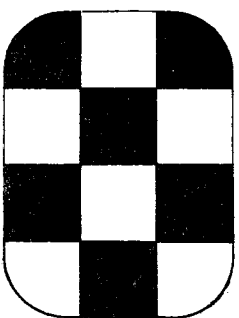
A venni kívánt állomás **hullámhosszát** a 81. ábrán a készülék jobb oldalán látható 4 gombbal (**csatornaváltóval**) választjuk ki. Az alatta levő 5 gombbal (**finomhangoló**) pedig a képélességet úgy szabályozhatjuk, hogy az elmosódott (89. ábra) és a túl kemény kontúrú, „**plasztikus**” beállítási lehetőség (88. ábra) között a legjobb

A készüléket úgy helyezük el, hogy a képcső ernyőjére közvetlenül ne essen fény. Így elkerülhetjük, hogy az ernyőn idegen csillogások, tükrözések legyenek, amelyek a kép kontrasztját nagymértékben zavarják. Ha a szoba nincsen teljesen kivilágítva, az ernyő világosságát sem kell túlságosan nagyra venni, így nem fárad el idő előtt a szemünk, és a képcső élettartama is hosszabb lesz, mivel az elektronok az ernyő felületét kisebb „hévvel” bombázzák.

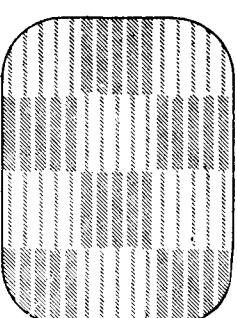
A televízió-készüléket ajánlatos már

rajzú képet kaphassuk.

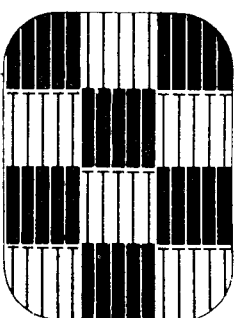
Ha a kép vízszintes irányban mozog (90. ábra), a 82. ábrán látható 12 tárcsa (**sorfrekvencia**) forgatásával, ha pedig függőleges irányban (91. ábra), akkor a 6 tárcsa (**képfrekvencia**) forgatásával lehet a képet megállítani.



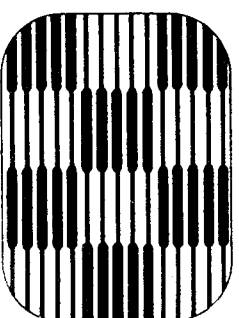
84. ábra. A kontraszt túl erős



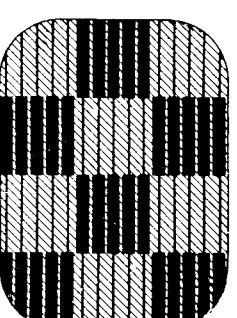
86. ábra. A kép túl világos



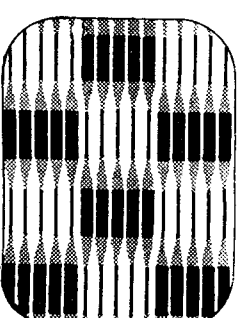
88. ábra. A kép „plasztikus”



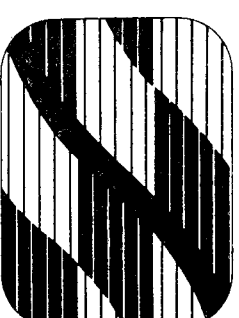
85. ábra. A kontraszt túl gyenge



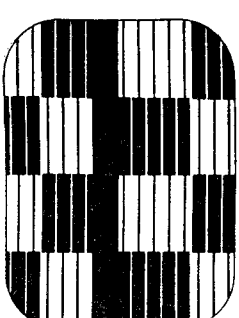
87. ábra. A kép túl sötét



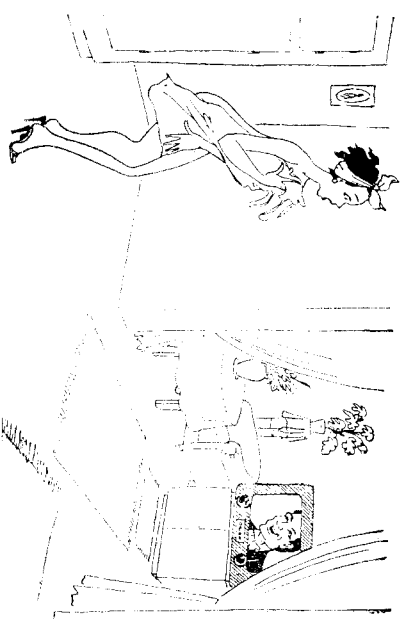
89. ábra. A kép életlen



90. ábra. A kép vízszintes irányban mozog és erősen torzított



91. ábra. A kép függőleges irányban mozog, és az ernyőn egy sötét sáv látszik



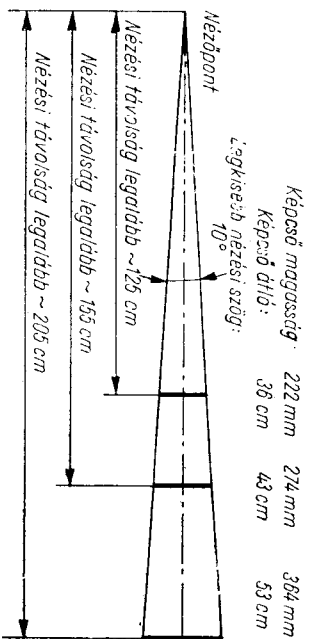
Ha a kép valamelyik részén életlen, a 82. ábrán látható 9 gomb (fókusz-szabályozó) forgatásával küszöbölhetjük ki a hibát.

A nézési távolság. A televízió képernyőjének nézése meghatározott minimális távolságnál kisebb távolságról nem élvezhető. Ha a képet a minimális távolságnál közelebről nézzük, a képsorok már jól megkülönböztethetők egymástól, és ez igen zavaróan hat. A minimális nézési távolságot a következőképpen határozhatjuk meg:

625 sor esetén $a = 2,2 \text{ km}$;
 405 sor esetén $a = 3,5 \text{ km}$;
 819 sor esetén $a = 1,7 \text{ km}$,

ahol a a minimális nézési távolság, k_m pedig a képernyő magassága. Ez azonban nem a legmegfelelőbb nézési távolság.

Az emberi szem sajátosságaiból kifolyólag célszerű a televízió-képet olyan távolságról nézni, hogy a látószög legfeljebb 10° legyen. Ez a legkisebb élvezhető nézési távolság. A 43-as képcsövet (képernyőméret $362 \times 274 \text{ mm}$) pl. legalább 1,5 méterről kell néznünk 625 soros képbontás esetén.



92. ábra. A különböző nagyságú képcsövek legkisebb nézési távolsága

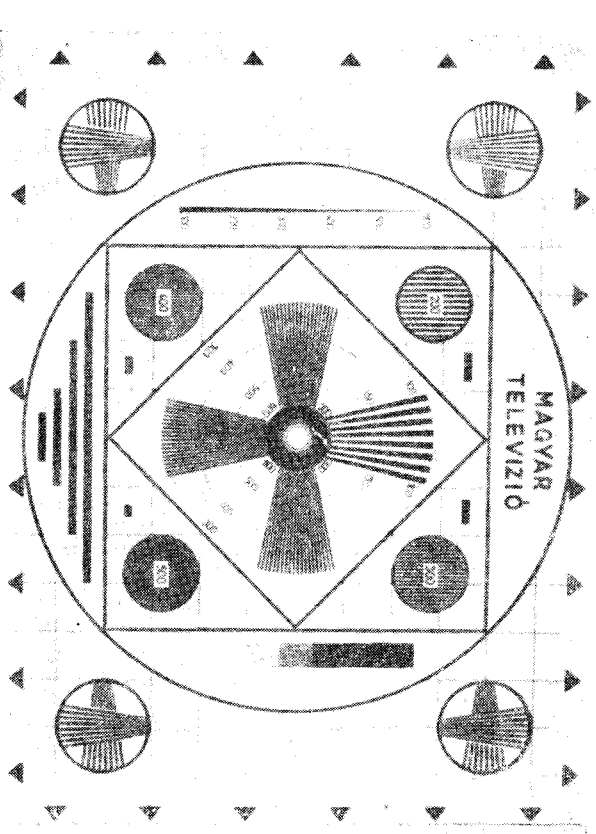
A 92. ábra adataiból meg tudhatjuk, hogy a három, manapság legelterjedtebb képcsövet milyen legkisebb távolságról nézhetjük. A gyakorlatban a nézési távolság mindig nagyobb az adott értékeknél.

Tájékoztatásul még közöljük az egyes képcsövek képfelület-méreteit:

36 cm-es képcső $293 \times 222 \text{ mm}$ ($14''$ -os);
 43 cm-es képcső $362 \times 274 \text{ mm}$ ($17''$ -os);
 53 cm-es képcső $485 \times 364 \text{ mm}$ ($21''$ -os),

ahol a 36, 43, ill. 53 cm a képernyő átlója.

A vizsgálókép. A televízió-adóállomás a nap meghatározott időszakában (az „ipari adás” alkalmával) és a műsor megkezdése előtt vizsgáló-



93. ábra. A magyar televízió-adó vizsgálóképe

képet (beállító ábrát, monoszópot) sugároz. Ez a legalkalmasabb arra, hogy a vevőkészülék minőségét megítélhessük.

A magyar televízió vizsgálóképét a 93. ábra mutatja. Ez szabályos mértani alakzatokból álló kép, amelynek kiértékeléséből következtethetünk a vevőkészülék hibáira és a szükséges utánállításokra. A vizsgálóképpel ugyanis ellenőrizhetjük: a kép méretarányainak helyességét; a lineáris torzításokat; a készülék felbontóképességét függőleges és vízszintes irányban; a kontraszt és a gradáció helyességét; a nagy- és kistfrekvenciák átvitelét stb.

A helyes képarány. A szabályos televízió-képmező $3 : 4$ arányú. Ennek megfelelően a vizsgálókép szélein egymástól egyenlő távolságra 6—6, illetve 8—8 nyílhegy látható. A képarány akkor helyes, ha ezek a nyílhegyek a képernyő széleit érintik. Ilyen beállítás esetén a vizsgálóképen levő vízszintes és függőleges vonalak párhuzamosan futnak a képernyő szélein.

A helyes linearitás. A vizsgálókép közepén egy nagy kör, a széleken pedig kisebb körök láthatók. Helyes linearitás esetén ezek szabályos alakúak. A képsarkokban levő kis körök a sorok kezdetének, illetve végének linearitásvizsgálatára, a nagy kör pedig a képközépp linearitásvizsgálatára szolgál. A helytelen linearitás irányában a körök elnyúlnak.

A felbontóképesség: A vizsgálókép egyik leglényegesebb eleme a vízszintesen és függőlegesen elhelyezkedő ék alakot alkotó vonalcsoport. Ezek segítségével ítelhetjük meg, illetve állíthatjuk maximálisan a készülték függőleges és vízszintes irányú felbontóképességét. Az ék alakban elhelyezkedő vonalak között a 300, 400, 500 és 600, ill. a felső függőleges vonalak mellett a 100, 150 és 200-as számjegyeket láthatjuk. Ezek a számok a vevő felbontását adják meg. Ha például a kapott képen jól meg tudjuk egymástól különbözteni a vízszintes vonalakat a 400-as számig, ez azt jelenti, hogy a készülték függőleges irányú felbontóképessége 400 sor. A függőleges ék alakú vonalak összefolyása a nagyobb frekvenciák rossz átviteléről tanúskodik. A vízszintes irányú felbontóképesség és az átvitt frekvenciásvá szélessége között ugyanis szoros összefüggés van. Tájékoztatásul ezt az összefüggést a következő adatokkal adjuk meg:

Megkülönböztethető függőleges vonalak melléti szám	200	250	300	400	450	500
A vevő által átvitt frekvenciasáv szélesség (MHz)	2,5	3,13	3,74	5	5,63	6,25

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a képzemo sarkaiban a tökéletlen fókuszolás és kiterítés miatt a megkülönböztethető vonalak száma rendszerint 50—100-zal kevesebb, mint a képzemo közepében.

Mint ismeretes, az OIR szabvány a 625 soros (függőleges irányú) kép felbontást írja elő. E szabvány szerint tervezett és megépített adó és vevő tökéletlensége miatt azonban a gyakorlatban ezt nem lehet elérni. Jónak mondható a készülték vízszintes irányú felbontóképessége, ha a függőleges vonalakat megkülönböztethetjük 400-nál. Ennél nagyobb felbontások (pl. 500) csak kiváló minőségű vevőkkel és kifogástalan adás esetén érhetők el. A függőleges irányú felbontást a vízszintes vonalakra vonatkozó számokból ítelhetjük meg. Ez rendszerint valamivel nagyobb, mint a vízszintes irányú felbontás.

A kontraszt és a gradáció. Kontraszton a képzemo ernyőjén létrejött képzemo legfeketébb részletének árnyalatát értjük a legfeketébb részletéhez képest. A képzemo nem bír el olyan erős kontrasztot, amilyet pl. egy napfényes táj ad (5000 : 1-től akár 10 000 : 1-ig). A szem kedvező megvilágítási aránya kb. 200 : 1. Moznál ez az arány 100 : 1, televíziónál pedig valamely kisebb. A fényképzemoatokon a legjobb esetben is csak ennek a fele érhető el, ez azonban még nem zavarja a kép szemléletét. A televízió-készültéket úgy kell beállítani, hogy a vizsgálókép jobb oldalán az egymás alatt levő kockák közül, amelyek egyre világosabbak, minél többet különböztethessünk meg.

A beállítást a fényerő- és a kontrasztszabályozókkal végezhetjük. Mennél több a megkülönböztethető kocka, annál jobb a kontraszt és a gradáció (a világos és a sötét közötti átmeneti árnyalatok száma). Túl nagy képvilágosság (fényerőszabályozó maximális állása) esetén a kép világos részei eltűnnek, a fekete részek pedig szürkénnek látszanak. Kis képvilágosság esetén a világos részek ugyan megkülönböztethetők egymástól, a szürke részek azonban feketében olvadnak össze. A fényerőszabályozóval egy időben a kontrasztszabályozót is állítanunk kell, hogy helyesen kontrasztos képet kapjunk.

A kistfrekvenciák dtvitele. A vizsgálókép alján levő különbözö hosszúságú sávok egyformán feketék. Ha a kistfrekvenciák dtvitele rossz, ezek a sávok nem tökéletesen és egyformán feketék, hanem balról jobbra haladva kivilágosodnak.

A nagyobb frekvenciák hibás dtvitele meglátható a kép baloldalán levő, felülről alulra vastagodó vonal eltorzulásából is. A vonal mellett számok vannak. Amely számmal a vonal eltorzul, ahhoz a számhoz tartozó frekvencia dtvitele rossz.



A TELEVÍZIO-ANTENNÁK

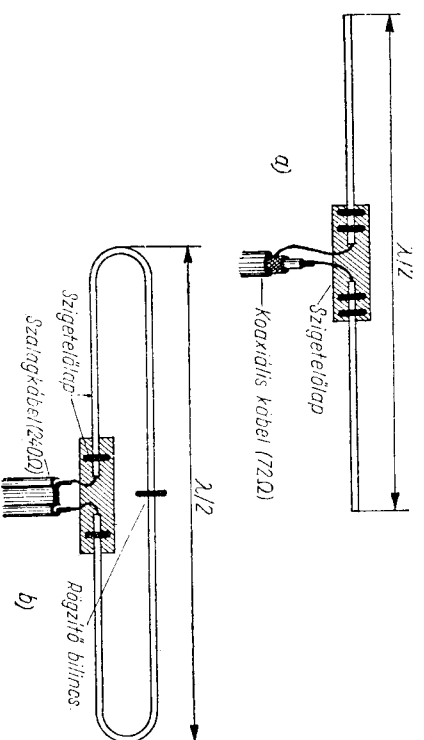
Általános tudnivalók

A televízió képernyőjén megjelenő képek csak akkor tiszták, élések, ha a vevőkészülék eléggé erős jeleket kap. A vételi helyhez érkező elektro-mágneses hullámból lehetőleg minél több jelkiszültséget kell szállítanunk a készülék bemenetéhez. Biztosítanunk kell azt, hogy a hasznos jel nagyobb legyen a zavarokról, illetve eléggé nagy legyen ahhoz, hogy a készülék első fokozatát vezérelni tudja. Ezt a feladatot a vevőantennával oldhatjuk meg.

A háztetőn elhelyezett, helyesen méretezett vevőantennára annál nagyobb szükség van, mennél kisebb a vevőkészülék érzékenysége (mennél erősebb jel kell a működtetéséhez), és mennél távolabb van a vevő az adó-állomástól. A tetőantennát a szobaantenna csak akkor helyettesítheti, ha a vételi helyen elég nagy az adó téréreje (mennél közelebb vagyunk az adóhoz, téréreje annál nagyobb) és a vevő érzékenysége.

A legegyszerűbb televízió-vevőantennának a síkdipól- és a hajlított dipólantenna.

A síkdipól- (félhullámú dipól-) antenna alakját a 94a ábra mutatja. A dipól két karja egymástól szigetelőanyaggal van elválasztva, és a tápkábel (antennabevezető kábel) a két kar egymáshoz közel eső végéhez csatlakozik.



94. ábra. Televízió-antennák: a) síkdipól; b) hajlított dipól

A tápkábel továbbítja az antenna által felvett feszültséget a vevőhöz. A dipól összhossza kb. a venni kívánt hullámhossz fele.

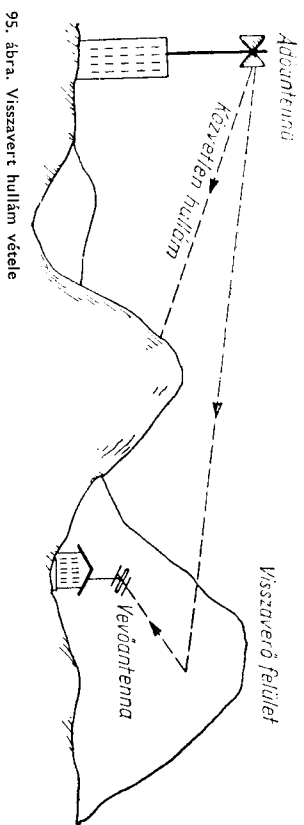
A hajlított dipól (hurokdipól) alakját a 94b ábra mutatja. Ez egy önmagával párhuzamosan visszahajlított alumíniumcső, amelynek végei nem érintkeznek egymással. A kétért tápkábel ezekhez csatlakozik. A hajlított dipól könnyű a tartóoszlophoz rögzíteni, mert felső ágának középpontja elektromos szempontból semleges. Az antennát tehát itt szigetelés nélküli bilincsbe lehet fogni és ezzel a tartóoszlophoz erősíteni. Az egész antennát ezután a tartóoszlop földelésével biztosíthatjuk villámcsapás ellen.

A hajlított dipól hossza a hullámhossz felénél az alkalmazott csővastagságtól függően valamivel rövidebb. Nem feledkezhetünk meg arról sem, hogy a dipólokat az elektromágneses hullám elektromos erőterének síkjába (amely merőleges a mágneses erőterre), vagyis a hullám polarizációs síkjába kell felállítanunk. Mivel a budapesti adó (és általában a televízió-adók) polarizációs síkja vízszintes, ez azt jelenti, hogy a dipólantennákat vízszintesen kell felszerelnünk.

A dipól irányhatása. Minden dipólantenna irányhatású. Ez azt jelenti, hogy az antenna egy adott irányból érkező hullámokra a legérzékenyebb. Egy határozott hullámhosszra méretezett dipól akkor szállítja a legnagyobb feszültséget a vevőhöz, ha iránya merőleges a hullám érkezési irányára, ill. az adóállomás irányára. Az antennához más irányból érkező hullámokra a dipól kevésbé érzékeny. Sőt, ha az adóállomás iránya és a dipól síkjának iránya egybeesik, az antenna teljesen érzéketlen. Az antenna helyes beállítására tehát igen fontos a jó vétel elérése céljából. Ha az adó és a vevő között közvetlen átvétel van, az antenna irányát könnyű beállítani. Ha ez a nagy távolság vagy rossz idő miatt nincs meg, a térképet és iránytűt kell használnunk.

Az antennabeállítást a következőképpen végezzük el: beállítjuk az antennát kb. az adó irányába, ezután lassan elforgatjuk az egyik irányba addig, amíg a kép fel nem bomlik. Ezt az antennahelyzetet megjelöljük. Ezután újból beállítjuk az antennát az eredeti hozzávetőleges irányba, és az előbbi elforgatást most megint megjelöljük. Az így kapott két szélső helyzet közötti középhezletbe állítjuk be véglegesen az antennát.

Ezt a műveletet érdemes többször megcsinálni, mivel lehetséges, hogy a vevőn a képfelbomlás más okból következett be, és ez megévesztő lehet. Az antennairány beállításakor előfordulhat az is, hogy a legjobb vételt nem a várt irányból kapjuk. Ez különösen akkor fordul elő, ha az adó és a vevő között nincs közvetlen átvétel. Ez esetben ugyanis a hullámok nem az adótól érkezőnek közvetlenül a legközelebbi úton, hanem valamilyen visszaverő-felülettel (95. ábra). Ilyen visszaverőfelület valamilyen nagyobb tereptárgy, hegy, épületcsoport, híd stb. lehet. A vevőantenna irányát ilyenkor a visszaverő felület irányára kell merőlegesen beállítani.



95. ábra. Visszavert hullám vétele

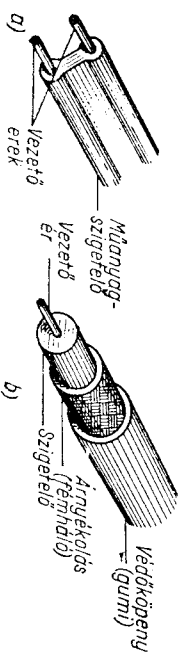
A televízió képernyőjén megjelenő „szellemkép” is gyakran valamilyen visszaverőfelület következménye. Ez esetben az történik, hogy a vevőhöz az adótól nemcsak közvetlen hullámok érkeznek, hanem bizonyos késéssel visszavert hullámok is. Ha a szellemkép állandó jellegű, az antenna irányát meg kell változtatni oly módon, hogy a gyengébb hullámokat egyáltalában ne vegye. Ekkor előfordulhat az is, hogy az antenna iránya sem az adó, sem pedig a visszaverőfelület irányára nem merőleges.

Az antenna illesztése. Minden antennatípusnak van egy jellemzője, amely az adott típusra állandó. Ezt a jellemzőt az antenna ellenállásának (impedanciájának) nevezzük, értékét ohmban adják meg. A síkdipól ellenállása 72Ω , a hajlított dipólé pedig $240\text{--}280 \Omega$ (szerkezeti felépítésétől függően).

A vevőkészülék akkor kapja az antennától a legtöbb energiát, ha az antenna ellenállása, a bevezető (táp-) kábel ellenállása és a vevőkészülék bemeneti ellenállása egyenlő. Ekkor azt mondjuk, hogy az illesztés helyes. A nálunk gyártott televízió-vevőkészülékek bemeneti ellenállása 240Ω . A kereskedelemben kapható kéterű szalagkábel ellenállása szintén 240Ω . Ezek szerint a hajlított dipólé a szalagkábelrel és 240Ω bemeneti ellenállású vevővel illeszkedik.

Ha az antenna ellenállása és a tápkábel ellenállása különböző, akkor közéljük a jó vétel biztosítása céljából illesztőtagot kell szerelni.

Tápkábelek. Antennalevezetőként kétfajta tápkábel terjedt el legjobban. Az egyik a már említett 240Ω -os kéterű szalagkábel (96a ábra), a másik



96. ábra. Tápkábelek: a) szalagkábel; b) koaxiális kábel

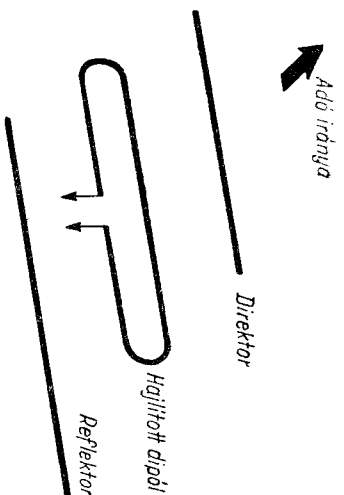
pedig az egyszerű arnyékoló-köpennyel ellátott 72Ω -os koaxiális kábel (96b ábra). A koaxiális kábel előnye a szalagkábelhez képest, hogy kevésbé érzékeny a zavarokra, és jól illeszkedik a síkdipólhoz. Hajlított dipóléhoz használva, illesztőszalagot kell az antenna és a kábel közé szerelnünk. A szalagkábel sokkal olcsóbb, és illeszkedik a hajlított dipólhoz.

Az elmondottakból tehát az következik, hogy a 240Ω -os bemeneti ellenállású vevőkészülék esetén az antennallesztést legegyszerűbben szalagkábelrel és hajlított dipóllal érhetjük el. 72Ω -os bemeneti ellenállású vevőkészülék esetén pedig a helyes illesztéshez koaxiális kábelt és síkdipólt kell használnunk.

Reflektorok és direktorok. Ha a dipólantenna mögé bizonyos távolságra megfelelő hosszúságú vezetőt helyezünk, az mint reflektor működik. A reflektor a felfogott elektromágneses hullámokat az antennához visszaveri. Ha helyesen választjuk meg a térközt a dipól és a reflektor között, a visszavert hullámok hozzáadódnak a dipól által közvetlenül vett hullámokhoz, a vevőhöz kerülő jelek tehát erősebbek lesznek. Ugyanakkor a reflektor elnyomja a hátról jövő, venni nem kívánt jeleket.

A dipól elé helyezett vezetőt, pl. egy alumínium-csővet, direktornak nevezzük. A direktor hossza és távolsága a dipóltól olyan, hogy az általa felvett hullámokat a dipólhoz sugározza, annak hatását tehát növeli (97. ábra). Direktort és reflektort természetesen síkdipólhoz is lehet használni. Általában a reflektor valamivel hosszabb, a direktor pedig valamivel rövidebb, mint a dipól.

Még több energiát vehetünk fel a kívánt irányból, ha több direktort használ-



97. ábra. A direktor és a reflektor elhelyezése



98. ábra. Négyelemes tetőantenna szerelése

lunk. Azokat az antennákat, amelyeknek reflektora és egy vagy több direktora van, *Yagi-antennáknak* nevezzük.

Az *antennanyereség* azt mutatja, hogy egy antennakombináció hatása mennyivel nagyobb a síkdipól hatásánál. Mennél nagyobb az antennanyereség, annál jobban veszi az antenna a gyenge jeleket, s egyúttal nagyobb az irányhatása is. Az antennanyereséget decibelben (dB) fejezzük ki. Az egyszerű dipól nyeresége 0 dB. A reflektorral és direktorral ellátott dipól (98. ábra) nyeresége 5—8 dB.

Az antenna adatai

A televízió-antenna felállítása inkább szerelési munka, mint elektromos tervezés. Sok televízió-tulajdonos, bár mit sem ért a rádiótechnikához, megfelelő adatok birtokában az antennaépítést saját maga végzi el. Ehhez csak egy kis ügyesség, vállalkozás és körültekintés szükséges. Amikor a televízió-antennákkal bővebben és részletesebben foglalkozunk, mint a televízió egyéb területeivel, a vállalkozó szellemű olvasóknak kívánunk segíteni.

Mint ahogy Magyarországon, pontosabban a Dunántúli négy televízió-adóállomás műsora vehető (Budapest, Pozsony, Bécs és Grác), ezek frekvenciájára méretezett antennák adatait közöljük elsősorban. A hajlított dipólt, reflektort és direktort alumíniumcsőből készítjük. Az antennát a vevővel szalagkábellel kövjük össze.

Az antennaméreteket az 1. táblázatban foglaltuk össze, az adatokat centiméterekben adtuk meg. Más frekvenciára az értékeket a táblázat utolsó oszlopában megadott képlettel számíthatjuk ki. Ehhez elsősorban az szükséges, hogy az adóállomás frekvenciáját hullámhosszra számítsuk át:

$$\lambda_m = \frac{300}{f_{\text{MHz}}}$$

ahol λ a hullámhossz m-ben és f a frekvencia MHz-ben. Ezután a kapott λ értéket behelyettesítjük a képletbe, és elvégezzük a számítást.

Hajlított dipól. Vázlatos alakját a 99. ábra mutatja, méreteit az 1. táblázat tartalmazza. Középpontja (leghátsó végével szemben) elektromos szempontból semleges. Ezen a helyen az antenna fémesen rögzíthető a tartóoszlophoz. Az antenna és a szalagkábel közé nem szükséges külön illesztés.

Hajlított dipól reflektorral. Ha a dipól mögé negyed hullámhossznyira a dipólnál valamivel hosszabb antennaelemet helyezünk el, a dipól határfoka javul. A reflektorral ellátott dipól (100. ábra) nyeresége 4—5 dB; méreteit az 1. táblázat adja meg.

144

ANTENNAMÉRETEK A 99., 100. ÉS 101. ÁBRÁK SZERINT

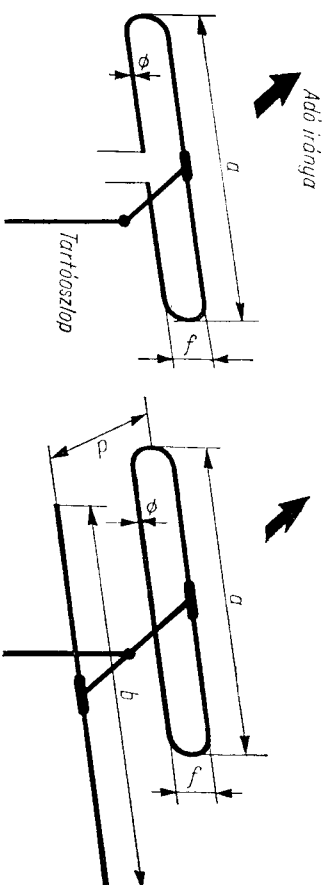
1. táblázat

Antenna-méret jelölése	Televízió-adó					Más frekvencia esetén
	Budapest 1. TV-csatorna (49,75—56,25 MHz)	Pozsony 2. TV-csatorna (59,25—65,75 MHz)	Bécs III/5. TV-csatorna (175,25—180,75 MHz)	Grác II/7. TV-csatorna (189,25—194,75 MHz)		
d	270	228	80	74	$d = 0,95 \frac{\lambda}{2}$	
b	284	240	84	78	$b = \frac{\lambda}{2}$	
c	258	218	76	71	$c = 0,91 \frac{\lambda}{2}$	
d	142	120	42	40	$d = 0,25 \frac{\lambda}{2}$	
f	11,5	9,6	3,4	3,2	$f = 0,02 \frac{\lambda}{2}$	
\emptyset	2,8	2,4	0,8	0,7	$\emptyset = 0,005 \frac{\lambda}{2}$	

Az értékek cm-ben értendők

Hajlított dipól reflektorral és direktorral. Antennánk hatásfokát tovább növelhetjük, ha a dipól elé a hullámhossz felénél valamivel rövidebb elemet helyezünk. A reflektoron kívül a dipólhoz tehát még egy direktort is használunk (101. ábra). Az antennanyereség ez esetben 6—7 dB.

Az ilyen antenna azonban nem illeszkedik közvetlenül a szalagkábelhez. A dipól és a szalagkábel közé tehát illesztőszalagot kell helyeznünk. A helyes illesztést úgy érhetjük el, hogy a hajlított dipól két tagja közé egy harmadik tagot is helyezünk. A hajlított dipól össz-szélességét megkét-szerezük, a



99. ábra. Hajlított dipól

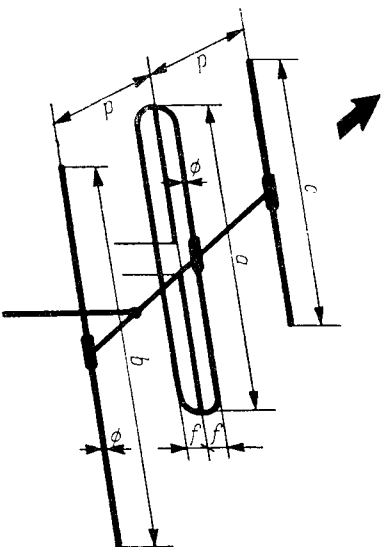
100. ábra. Hajlított dipól reflektorral

10. A televízió

145

szalagkábel pedig a középső taghoz csatlakoztatjuk. A reflektoros és direktoros dipól méreteit az 1. táblázat tartalmazza.

Ötelemes antenna. Nagy antennanyereség és éles irányíthatás elérése céljából a távolabbi televízió-adók vételéhez ötelemes antennát (102. ábra) szoktak használni. Az antenna méreteit a 2. táblázatból állapíthatjuk meg. Az adatok az OIR 12 csatornájára (l. függelékben az OIR szabvány fontosabb



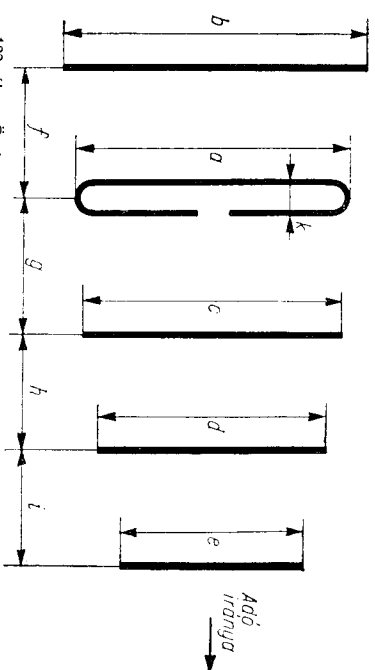
101. ábra. Hajlított dipól reflektorral és direktorral

ÖTELEMES ANTENNA MÉRETEI

OIR TV-csatorna	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l
1.	276	313	251	249	243	120	73	70	74	8	190
2.	234	265	213	210	206	103	62	59	63	8	160
3.	179	206	165	163	160	79	48	46	49	8	124
4.	162	187	150	149	145	72	44	42	44	8	112
5.	151	171	137	136	133	66	40	38	40	8	103
6.	73	84	72	72	70	32	21	21	21	8	56
7.	69	84	68	68	66	31	21	21	21	8	53
8.	68	80	66	66	65	30	21	19	21	8	51
9.	66	76	64	64	61	29	16	16	16	8	49
10.	60	70	61	61	61	26	19	19	19	8	47
11.	58	71	58	58	57	26	19	19	19	8	45
12.	55	68	56	56	53	24	25	25	25	8	44

Az értékek cm-ben értendők

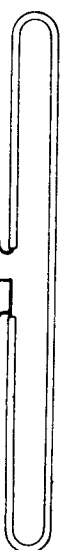
2. táblázat



102. ábra. Ötelemes antenna

adatait) vonatkoznak. Az antennaelemeket és a hajlított dipóit 1—2 cm-es átmérőjű alumíniumcsőből készíthetjük.

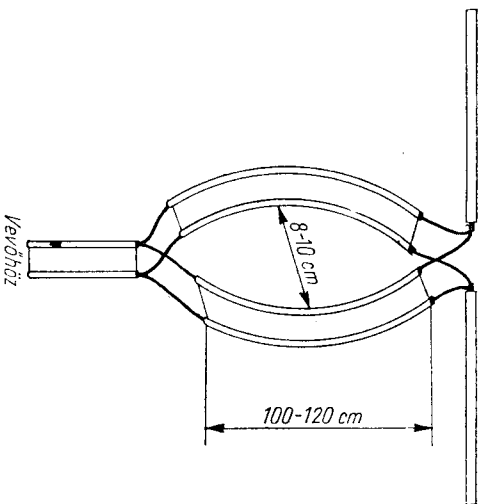
Ha ehhez az antennához 72 Ω-os koaxiális kábellel csatlakozunk, ami biztosítja a tápkábel által felvett zavarsszint csökkentését, akkor a csatlakozást a 103. ábra szerint kell elvégeznünk. Az illesztést biztosító hajlított kábel-darab hosszát (l) a táblázat utolsó rovata adja meg. A koaxiális kábel használatának feltétele, hogy vevőnk bemenetéhez ez a kábel illeszkedjen.



103. ábra. Koaxiális kábel illesztése hajlított dipól antennához

Egyszerű dipól és szalagkábel illesztése. Az adottságok folytán előfordulhat olyan eset is, hogy egyszerű dipólantennát kell csatlakoztatnunk a 240 Ω-os bemeneti ellenállású vevőkészülékhez. Mivel az egyszerű dipól ellenállása 72 Ω, az antenna és a készülék közé nem csatlakoztatjuk minden

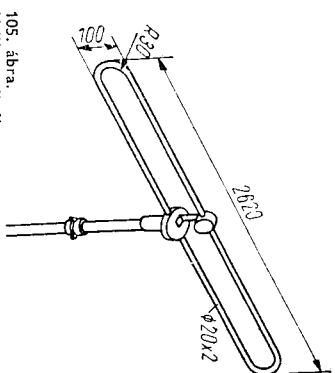
további nélkül a szalagkábel. Az antenna és a kábel közötti illesztést biztosítaniunk kell. Ennek lehetőségét a 104. ábra mutatja. A transzformátort képező kábeldarabokat közepén egymástól 8–10 cm távolságra kell szét-húzni, a kábeldarabok egyenkénti hossza pedig a budapesti televízió-adó vételére kb. 120 cm legyen. A dipóló összhossza kb. 280 cm.



104. ábra. Szalagkábel illesztése dipólanennához

A kereskedelemben kapható televízió-antennák

A kereskedelemben három típusú antenna kapható. Mindhárom antenna 240 Ω-os szalagkábelhez illeszkedik. Ezeket az antennákat az Orion-szervez

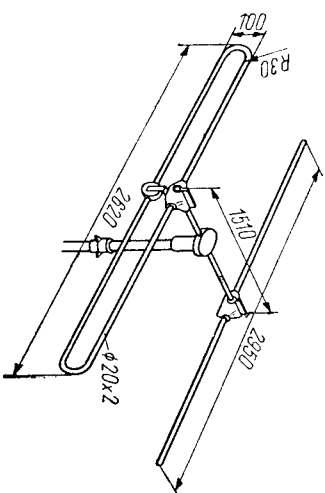


105. ábra. Hajlított dipólanenna

szállítja, illetve elemei azamatőr-boltokban szerezhetők be. Az antennák a budapesti televízió-adóállomás frekvenciájára vannak méretezve. Az első antennatípus egyszerű hajlított dipóló. Elemek száma 1, nyereség 0 dB, frekvenciasáv 47,5–59,5 MHz. Méretei a 105. ábrán láthatók.

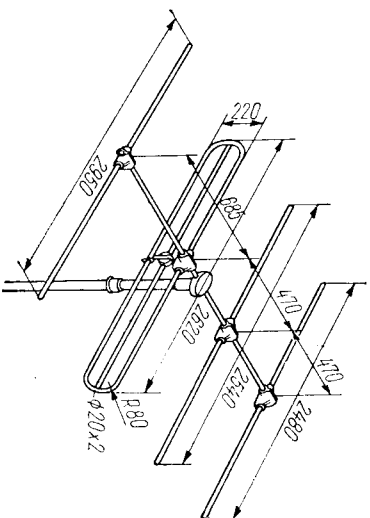
A második antennatípust és méreteit a 106. ábra mutatja. Ez egy reflektorral ellátott dipóló. Elemek száma 2, nyereség 3 dB, frekvenciasáv 45,5–59,5 MHz.

A harmadik antennatípust, a háromtagú hajlított dipólt egyreflektorral és két direktorral a 107. ábra mutatja. Elemek száma 4, nyereség 6 dB, frekvenciasáv 49–56,5 MHz.



106. ábra. Hajlított dipólanenna egy reflektorral

Budapesten az első antennatípus használata elegendő még kisebb érzékenységu vevők esetén is. Többelelemes antennával csak akkor érdemes kísérletezni, ha nagyok a vételi zavarok, ha az egyszerű hajlított dipóllal nem lehet kiküszöbölni a „szellemképet”. Két- és négyelemes antennákat Budapestől nagyobb távolságokon használnak, ahol a vételi viszonyok gyé



107. ábra. Hajlított dipólanenna egy reflektorral és két direktorral

Az antennaeépítéssel kapcsolatos tudnivalók

Mielőtt az antenna felállítási helyét kiválasztanók, alapos „terepszemlét” tartunk a háztetőn.

Az antennát lehetőleg a háztető legmagasabb pontján állítsuk fel. Az antennatartó oszlop az antennát minél magasabbra emelje a háztető szintje fölé. Ügyeljünk arra, hogy az antennához kevés zavar érkezhessen.

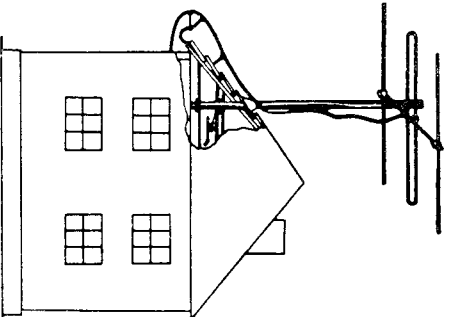
Ha az utcán nagy a forgalom, az antennát inkább a tető udvar felőli részén állítsuk fel.

Az antennatartó oszlopot és az antennalevezető kábelt ne szereljük erős-áramú vezeték közvetlen közelébe. Ha a tetőn valamilyen csövezeték van, azt ne használjuk fel az antennaoszlop rögzítéséhez. Nagy szélben az antennaoszlop mozog, és a csövezetékben kárt okozhat. Az antennaoszlopot legajánlatosabb a padlásgerendázathoz rögzíteni bilincsekkel a 108. ábra szerint.

Az antennalevezető kábelt rövid úton vezetjük a készülékhez. A kábel a tetőhöz, csatornázáthoz ne érjen. Ezt távközlő szigetelőikkel biztosíthatjuk.

A dipól és a tápkábel csatlakozási pontját védjük a nedvességtől. Az alumínium és a réz (vagy más fém) érintési helye nedvességre könnyen rozsdásodik, aminek következtében megszünik az érintkezés. A csatlakozási pontokat tehát vastagon be kell kenni olajfestékkel vagy jobb vízmentes csatlakozó dobozt használni.

Az antennát villámcsapástól védeni kell. Az ismertett antennatípusok esetén ezt az antennatartó oszlop földelésével érjük el. Mint már említettük, a hajlított dipól, a reflektor és a direktor középpontja fémes érintkezéssel rögzíthető a keresztartóhoz, illetve az antennatartó oszlophoz. Ha tehát ezt földeljük, az egész antenna földelve van anélkül, hogy ez a vételre hatásos lenne.

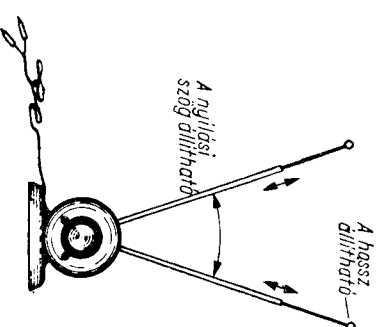


108. ábra. Antennaoszlop rögzítése a padlásgerendázathoz

A szobantennák

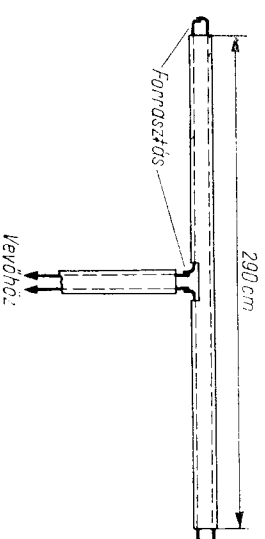
Az adóállomáshoz közeli helyeken, ahol nagy a ténerősség, a vételt szobantennával is biztosíthatjuk. Ez esetben feleslegessé válik az antenna-szerkezet, a tartóoszlop és a néha igen hosszú tápkábel.

Stokásos ipari készítésű szobantennát mutat a 109. ábra. Ezt az antennát a készülékre szokták helyezni. Karjainak egymástól való szöge és hossza állítható. Az antennát úgy kell elfordítani és kihúzni, hogy a vétel a legjobban legyen.



109. ábra. Teleszkópos szobantenna

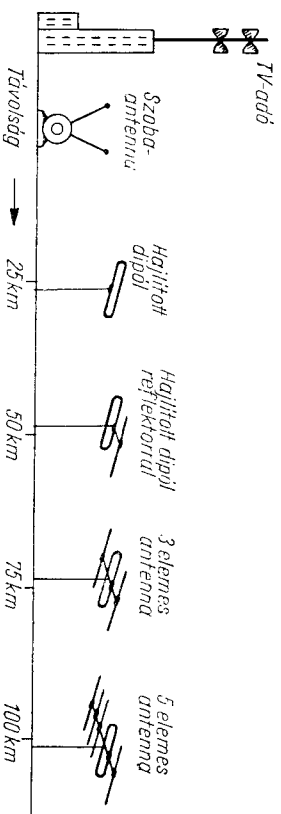
Egyszerű szobantennát saját magunk is készíthetünk szalagkábelből. A budapesti adó vételéhez kb. 290 cm-es szalagkábelt vágunk le. A végeken letisztítjuk az ereket, és egymással összerasztyjuk, közepén pedig az egyik érről eltávolítjuk a szigetelést és szétvágjuk. Az így kapott két eret az ugyan-csak szalagkábelből készített csatlakozóvezeték egy-egy erőéhez forrasztjuk. Szalagkábelből készített szobantennát a 110. ábra mutat.



110. ábra. Szalagkábelből készített szobantenna

A szalagkábelből készített szobantennát szigeteléssel erősítjük a falhoz vagy az ajtó-, ablakfelfűzőhöz. Mielőtt azonban a végleges kitesztést megtennők, az antennát be kell állítanunk. Ezt úgy végezzük el, hogy az antenna egyik végét ideiglenesen rögzítjük, figyeljük a képernyőn a vizsgáló-

képet, az adott körív mentén pedig mozgatjuk az antenna másik végét. Az antennát véglegesen abban az irányban rögzítjük, amely a legjobb vételt biztosítja. Ez az irány igen gyakran eltér a várt iránytól. Ennek magyarázata, hogy zárt helyiségben az antenna által vett hullám nem érkezik közvetlenül az adóállomástól. Előfordulhat az is, hogy jó vételt csak akkor kapunk, ha az antenna hosszát rövidítjük, vagy pedig V-alakúra képezzük ki.



111. ábra. Tájékoztató az antennatípusok használatára a távolság függvényében

A szobaantenna kis határfoka miatt csak nagyérzékenységgű vevőkhöz, a helyi adók vételéhez használható. Az épület falai és a háztömbök ugyanis az ultrarövidhullámokat erősen gyengítik. Reflektor hiányában az állandó jellegű „szellemképet” szobaantennával nemigen lehet kiküszöbölni.

A 111. ábra megadja a különböző távolságokban használható antennatípusokat.

A VÉTELLI HIBÁK

A készülékhibák

A televízió-készülék meghibásodása általában gyakoribb, mint a rádióműsorszóró vevőké. Mint tapasztalatból is tudhatjuk, a rádióvevő esetleg 5—10 évig is működik anélkül, hogy javításra szorulna. A televízió-készülék esetén már nem ilyen kedvező a helyzet, a statisztikák szerint a készüléket évente kell javítani.

Ismerve a rádióvevő és a televízió-készülék felépítését és működési elvét, ezen nem is csodálkozhatunk. A rádióvevők legnagyobb része 3—6 elektroncsőből és a hozzájuk tartozó áramkörökből áll, a televízió-készülékek pedig 12—25 elektroncsővel, képcsővel és igen bonyolult áramkörökkel működnek. Természetes dolog, hogy a bonyolultabb szerkezet meghibásodási lehetőségére nagyobb, mint az egyszerűbbé. Nem véletlen tehát, hogy a televízió-készülék gyakrabban kerül javításra, mint a rádióvevő.

A televízió-készülék meghibásodása azonban nem mindig nagy. A javítás sokszor igen egyszerű; talán csak valamilyen szabályozószerv utánaállítására, meglazult csatlakozó megigazítására vagy csőcserére van szükség. Érdemes lesz tehát megismerkednünk az egyszerűbb hibák tüneteivel és kiküszöbölési lehetőségeikkel. Tanácsos legalább annyit megtanulni, hogy mikor szükséges szakemberhez fordulnunk, és mikor hátríthatjuk el magunk is az egyszerűbb hibát.

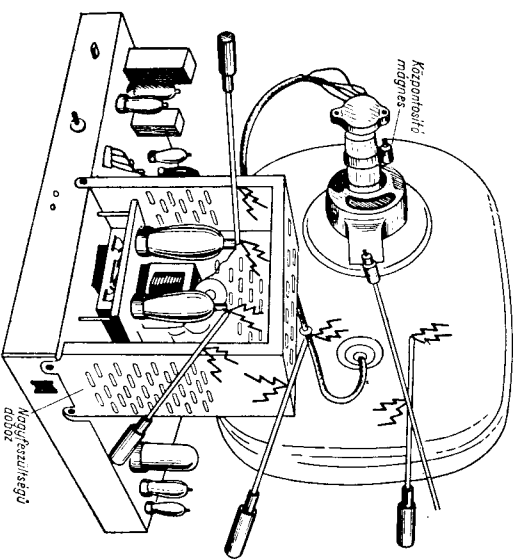
Bevezetésül azonban még annyit: mielőtt készülékünket hibával vádolnánk, győződjünk meg arról, hogy nem adóhiba okozza-e a bajt, vagy esetleg vevőantennánk a „bűnös” (l. később: Az antenna hibái). A másik dolog pedig: készülékünkhez ne nyúljunk (a külső kezelőgombok kivételével), amíg a garancia érvényes.

A televízió-készülék hibáit az esetek túlnyomó többségében a rossz csövek okozzák. Ha meg tudjuk állapítani, melyik cső rossz, sok javítási költséget takaríthatunk meg.

A gyanús csövet vagy csöveket le kell mértenünk. A postaszolgálat ezt ingyen végzi el. A gyanús csöveket tehát ki kell vennünk a készülékből, és elvinnünk a rádiótanácshoz. Egyszerűbb azonban, ha a gyanús csövet azonos típusú jóval cseréljük ki. Ehhez azonban az szükséges, hogy a megfelelő tartalékcövek rendelkezésünkre álljanak.

A készülék nem működik. Ha a képsővön nincs kép, a hangszóróból pedig nem hallunk semmilyen hangot, nézzünk bele a készülékbe a hátlap

szellőzőnyílásain keresztül. Figyeljük meg: izzanak-e a csövek. Ha a csövek nem izzanak, a készülék csatlakozószínjőjét húzzuk ki a konnektorból, és a konnektorra csatlakoztassunk egy asztali lámpát. Ezzel győződjünk meg arról, hogy a konnektorból van-e feszültség. Ha az asztali lámpa nem világít, ellenőrizzük a hálózati biztosítékokat. Ha a konnektorból van feszültség (az asztali lámpa világít), nézzük meg, nem égett-e ki a készülék biztosítéka. Ha a biztosítékok jók, a készülék csatlakozószínjőjét nézzük meg: nem szakadt-e.



112. ábra. A kilapcsolt készülék feszültségcsökkentésének kísérése

ként ellenőrizzük meg. A készülék csőelhelyezési vázlatát a készülék hátlapján találhatjuk meg, illetve a csőfoglalat mellett fel van tüntetve, hogy milyen cső való bele.

Itt azonban egy pillanatra meg kell állnunk. A készülék belsejét emittettük! Hogy a készülék belsejét megnézhessük, a hátlapot le kell vennünk. Ez azonban veszélyes! A hátlap levételkor a csatlakozószínjőrt mindig ki kell húzni a konnektorból!

A készülék nagyfeszültségű részéhez (12—17 000 V) tartozó kondenzátorok veszélyes töltéseket tartalmazhatnak még akkor is, ha a készülék ki van kapcsolva. Mielőtt tehát a kilapcsolt készülékbe nyúlunk, a felhalmozott töltéseket ki kell sütnünk. A kislütségi lehetőséget a 112. ábra mutatja. Az ábrán egy televízió-vevőkészülék belsejének felépítése látható, erről felismerhető bármely készülék megfelelő része. A kislütsés abból áll, hogy jó szigetelőnyéllel ellátott csavarhúzóval rövidre zárjuk az adott pontokat az alvázal. Ekközben nagyon vigyázzunk. Ha a képcsövet ütés éri, vagy ha a csavarhúzóval megsértjük, könnyen fellobbanhat, ez pedig haldlos sebesülést okozhat.

Az említett hibalehetőségek kizárása esetén csőhibára gyanakodhatunk. Ha a csövek soros fűtésűek — a modern televízió-készülékek általában ilyenek — és egy cső rossz, szakadt a fűtése, megszakad a csövek fűtőáramkörre, és egyik cső sem izzik. Ilyenkor esetleg az összes csövet egyenként megvizsgáljuk.

Ha a hibás csövet megtaláltuk, akkor jó csővel cseréljük ki. Ha a csövek jók, és a készülék mégsem működik, a javítással ne kísérletezzünk tovább. Hívjunk ki hivatásos műszerészt.

Ha a csövek párhuzamos fűtésűek, a hibás fűtőszálú cső felderítése könnyebb. Csak a rossz cső nem izzik: a többi pedig igen.

Melyik csövet ellenőrizzük? Előfordulhat az is, hogy a cső izzik, de mégis hibás. Hogy melyik cső lehet a hibás, arra az észlelt tünetből következtethetünk. Ha a képernyő világít (a képmező — raszter — megvan), de nincs se hang, se kép, akkor valószínűleg vagy a rádiófrekvenciás erősítőcső, vagy az oszcillátor, ill. keverőcső vagy a középfrekvenciás erősítőcsővek valamelyike hibás. Tehát ezeket kell ellenőriznünk még akkor is, ha izzanak. A képcső világtatása arról tanúskodik, hogy a készülék áramellátásával minden baj.

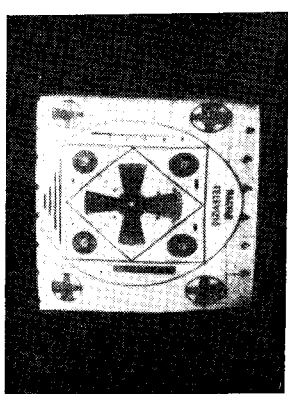
Ha azt tapasztaljuk, hogy kép van, de hang nincs, akkor ellenőrizzük a hangközépfrekvenciakeresőt, a hangdemodulátort és a hangerősítőt csöveket.

Ha a képcső világít és van hang, de kép nincs, valószínűleg a videoerősítőcső a hibás. Esetleg a középfrekvenciás erősítőket és a video-demodulátort is ellenőrizzük meg.

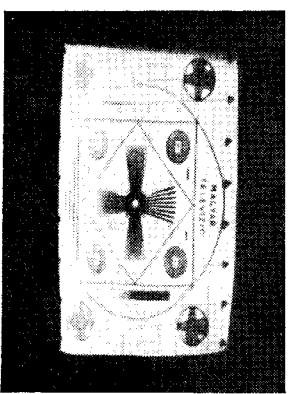
Ha van hang, de az ernyő nem világít, a vízszintes kitérítő- (oszcillátor- és végerősítő-) csöveket és a nagyfeszültségű egyenirányító csövet mérjük le.

Ha a vízszintes kitérítőcsövek igen gyengék, a kapott kép szélessége kicsiny és a soramplitúdó-szabályozóval (rendszerint a készülék hátoldalán van és csavarhúzóval állítható) a beállítást már nem tudjuk elvégezni (113. ábra).

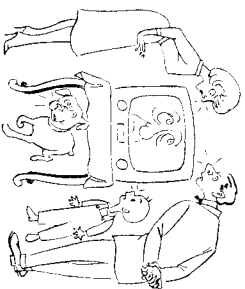
Ha a kép szélessége normál, de kicsiny a magassága és a képmagasság- (függőleges amplitúdó-) szabályozóval (rendszerint a készülék hátsó oldalán van és csavarhúzóval állítható) nem tudjuk beállítani a normálmagasságot, akkor a függőleges kitérítőcsöveket mérjük le (114. ábra).



113. ábra. A kép keskeny. A vízszintes kitérítőcső gyenge. Képszélességszabályozót állítani, vagy csövet cserélni



114. ábra. A kép alacsony. A függőleges kitérítőcső gyenge. Képmagasságszabályozót állítani, vagy csövet cserélni



széleken torzult, és függőleges irányba mozog. Ekkor a szinkronleválasztó és vízszintes kitérítőcsövek lehetnek hibásak.

Égési szagok. Ha a készülékekben hálózati transzformátor van, égési szagot érezhetünk. A hibás vagy túlterhelt transzformátor szigetelésének égési szaga ez. Ilyenkor a készüléket azonnal kapcsoljuk ki, és hívjunk szakembert.

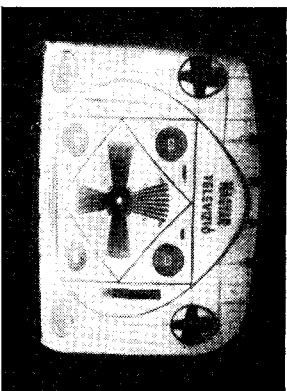
Özonszagot okozhat a nagyfeszültségű átütés is. A televízió-vevők képsöveit, mint tudjuk, 12—17 000 V feszültséggel dolgoznak. Egyes vezetékek elmozdulása, érintkezők környékén felgyülemlett piszok, szigetelési hibák a nagyfeszültség átütését idézhetik elő, ami szikrázással jár együtt, ennek alapján a hibahelyet könnyen megállapíthatjuk. Mivel a szikrázás nagyobb károkat is okozhat, azt rögtön meg kell szüntetni. Mindenekelőtt ki kell kapcsolni a készüléket, a 112. ábrával kapcsolatban elmondottakat elvégezni, majd a vezetéket (ahol az átütést tapasztaljuk) egymástól szétválasztani, a felgyülemlett piszkot eltávolítani, a szigetelést pedig megjavítani.

A képhibák

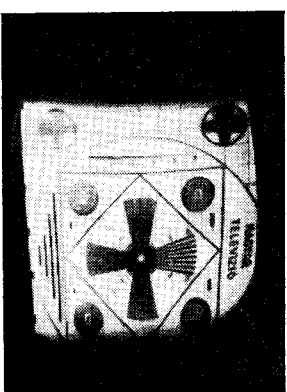
A kép halvány. Ha a halvány képet a kontrasztszabályozóval és a fényerőszabályozóval nem tudjuk kontrasztosá tenni, akkor a hiba az antennánkban lehet (l. később). A halvány kép másik oka a piszkos képernyő és védőüveg lehet. A képernyő tisztítását csak a képcső kiszerelése után lehet elvégezni. A képcsőrobbanás veszélye miatt ezt csak szakember végezheti el megfelelő felszereléssel! A képernyőt szappanos langyos vízbe mártott puha ruhával tisztítják.

A halvány képet okozhatja még a legyengült rádiófrekvenciás erősítőcső is vagy pedig maga az előregedett képcső.

Képszélesség- és képmagasságbeállítás. Ha a vízszintes (sorirányú) és függőleges (képirányú) kitérítőcsövek öregsznek, a kép összeesik, a képméző nem tölti ki teljesen a képernyő felületét (113. és 114. ábra). Csavarhúzóval ezt a hibát kiküszöbölhetjük a készülék hátoldalán levő szabályozók állításával. A szükséges kép-



115. ábra. Torzított kép. Lineáritátszabályozót esetleg a képmagasságszabályozóval együtt állítani



116. ábra. A kép oldalra tolódott. Központosító mágneset állítani

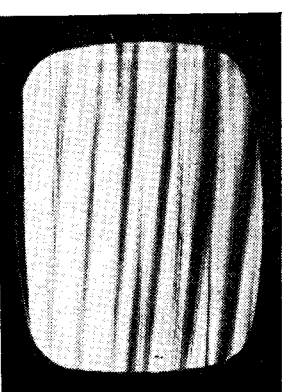
szélességet a nagyfeszültségű dobozban levő tekercs mágjának állításával szabályozhatjuk be. (A vasmaghoz csak szigetelőanyagból készült csavarhúzóval nyúlhatunk!) Ha a szabályozók állításával nem érünk el célt, akkor — mint már láttuk — a megfelelő csöveket kell ellenőrizni és a gyengeket kicserélni.

A szabályozáskor kellő óvatsággal járjunk el. Áramütést kaphatunk, ha földelt testünkkel az alvázhoz érünk! A szabályozáshoz jó, szigetelt nyelű csavarhúzót használjunk!

Linearitás beállítása. Ha a kép függőleges irányban torzít (115. ábra), a hibát a „linearitás” szabályozó és a „képmagasság” szabályozó együttes állításával hozhatjuk rendbe.

Központosító mágnes állítása. Előfordulhat, hogy a képcső nyakán levő mágnes (l. a 112. ábrát) valamilyen oknál fogva elmozdul helyéről. Ez esetben a kép az ernyő valamelyik oldalára eltolódik (116. ábra). A központosító mágnes állításakor óvatosan járjunk el. Vigyázzunk, hová nyúlunk! A nagyfeszültség-ről ne feledkezzünk meg! A készülék elé helyezünk tükröt. Így a készülék mögött állva is láthatjuk a képet, és a mágnes kis vasmagjának elfordításával, illetve az egész mágnesnek (gyűrűnek) a cső nyakán való forgatásával állíthatjuk helyére a képet.

Sorfrekvencia állítása. Előfordulhat, hogy a sorfrekvenciákszabályozó gombbal a szétesett képet nem tudjuk helyreállítani (117. ábra). Ez esetben forduljunk szakemberhez.



117. ábra. Szétesett kép. A finom, esetleg a durva sorfrekvenciákszabályozót állítani

A vevőantenna hibái

A halvány, gyenge kép, a szellemkép és az interferencia antenna-hibára vall. Ha az antennára gyanakszunk, mindenekelőtt nézzük meg, nem lazult-e meg az antennacsatlakozás a készülék bemenetén, továbbá nem esett-e ki a banándugó a csatlakozóhüvelyből. Ha a csatlakozásnál nem találunk hibát, akkor a magasantenna helyett a készülékhez csatlakoztassunk szobantennát. Ha a vétel ez esetben jobb, a hiba a magasantennától ered.

Ez esetben nézzük meg a villámhárító automatát — ha ilyen van — és az antennaföldelés helyességét. Ehhez a villámhárítót kapcsoljuk ki az antennakörből, ill. az antennaföldelést szüntessük meg. Ha ekkor rendezőn a vétel, a hiba oka már nyilvánvaló: vagy hibás az automata, vagy pedig helytelenül földeltük az antennát.

Ezután ellenőrizzük a kábel és az antenna csatlakozását. Rozsdásodás esetén ugyanis az elektromos érintkezés megszűnik, és az antenna nem továbbít energiát a készülék felé. Ellenőrizzük az antenna helyes beállítását is. Nehezebb megtalálni a szalagkábél szakadását. Hosszú tápkábel esetén bizony nem könnyű dolog végigtapogatni a kábelt és a nem teljes kábelszakadást valahol az épület homlokzatán felfedezni.

Ezért hagyjuk ezt a vizsgálatot utoljára. A kábelszakadást könnyebben állapíthatjuk meg az esetben, ha rendelkezésünkre áll megfelelő hosszúságú tartálékkábel, amellyel ideiglenesen helyettesítjük az eredeti kábelt.

Végezetül pedig megemlítjük, hogy a szalagkábél érintkezése az eresszel, falfelülettel szintén hibaforrás lehet.

A szellemkép

Foglalkozzunk most kissé részletesebben a már annyiszor hallott szellemképpel.

Szellemképpnek nevezzük azt a jelenséget, amikor a képcső ernyőjén nemcsak egyetlen éles kép jelenik meg, hanem az erősebb rajzú főképtől vízszintesen jobbra eltolva ugyanaz még egyszer gyengébben is látható. Keletkezése a következőképpen magyarázható. Tétélezzük fel, hogy a vevő-antenna közelében elektromos tükörként szereplő fajsík található, amely visszaveri a hullámokat. A vevőantennára tehát két hullám érkezik. Mindkét hullám ugyanazt a képet tartalmazza, csak az egyik hosszabb utat tett meg, mint a másik.

Miközben tehát a főhullámnak megfelelő kép kirajzolódott a képernyőn, befut a mellék hullám is, ugyanazzal a képtartalommal. Mivel a képernyő elektronugara már elmozdult eredeti helyéről, a mellék hullám képtartalmát az eredeti képhez viszonyítva vízszintesen eltolva rajzolja ki (118. ábra).

158

A szellemképet kiküszöbölhetjük, ha megakadályozzuk, hogy a mellék hullámot az antenna felvegye.

Irányművelésű antennákkal, mint amilyenek a Yagi-antennák és az egyszerű dipól is, ezt viszonylag könnyen elérhetjük. Az antennát úgy kell beállítani, hogy csak a közvetlen hullámot vegye, a visszavertet pedig ne (119. ábra). A beállítást úgy végezzük el, hogy az antennát addig forgatjuk, amíg a szellemkép el nem tűnik.

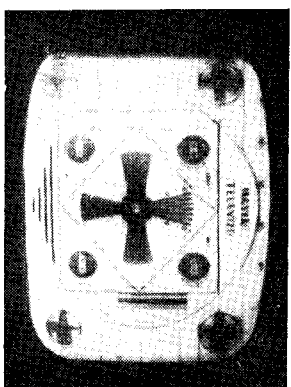
Ha ez nem segít, a melléksugár irányába, az antenna elé földelt drótháló helyezünk.

A szellemkép is arra int, hogy az antenna elhelyezése és beállítása tekintetében nagyon körültekintően kell eljárni. A televízió-frekvenciák tartományában a terjedéshez látótávolság szükséges. Ez biztosítja leginkább a jó képminiséget. Ha pl. több emeletes házak közé ékelte földszintes házra építhetünk antennánkat, nem is remélhetjük, hogy az antennára közvetlen hullám fog érkezni. Ilyenkor nem szabad csodálkozunk, ha a sok szellemkép közül nem tudjuk megállapítani, hogy melyik a főkép.

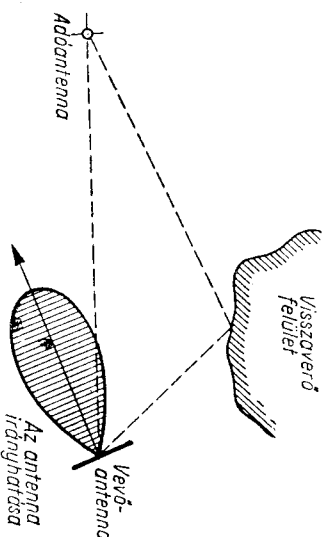
A szellemképpel kapcsolatban mint érdeklődést érdemes még tudnunk a következőket. Ha a szellemkép és a főkép közötti távolságot a képernyőn lemérjük, kiszámíthatjuk, hogy a visszavert hullám (a szellemkép hulláma) mennyivel hosszabb utat tett meg, mint a közvetlenül vett hullám (a főkép hulláma). Ebből következtethetünk arra, hogy a szellemképet előidéző közvetett hullám kb. honnan verődik vissza antennánkhöz.

Az OIR (keletr európai országok televízió) szabványja szerint egy 625 sorból áll, illetve másodpercenként 25 kép jelenik meg a képernyőn. Egy másodperc alatt a képcső elektronugara tehát $625 \times 25 = 15\,625$ sort tesz meg, egy sor megtételéhez pedig $1 : 15\,625$, vagyis $64 \mu\text{s}$ (milliomod másodperc) szükséges.

Ennyi idő kell tehát ahhoz, hogy az elektron-sugár a képernyő bal oldaláról eljusson a jobb ol-

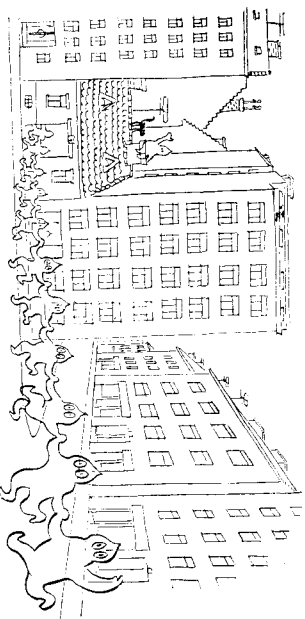


118. ábra. Szellemkép



119. ábra. A visszavert hullám vételének kiküszöbölése irányhatású vevőantennával

159

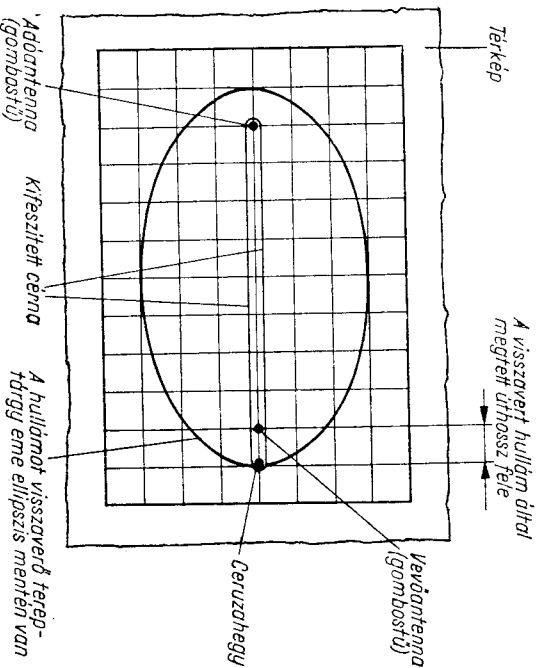


daláig, és visszatérjen a bal oldalra. A szabvány szerint a visszafutás (kioltott elektron sugar) ideje az összsoridőnek 16%-a. Ezek szerint a sor ki-
rajzolásáigideje a 64 μs-os
összsoridőnek 84%-a,
vagyis 54 μs. 43 cm-es

képcső esetén egy sor hossza kereken 345 mm. Ahhoz tehát, hogy az elektron-
sugár 1 mm-t megtegyen, $54 : 345 = 0,156$ μs szükséges. Mivel az elektro-
mágneses hullám terjedési sebessége 300 000 000 m/s, $0,156$ μs alatt
 $300\ 000\ 000 \times 0,000\ 000\ 156 = 47$ m-t tesz meg.

Az elmondottakból arra következtethetünk, hogy a közvetett hullám,
amely 47 m-nél nagyobb utat tett meg, mint a közvetlen hullám, a 43 cm-es
képcsővön 1 mm-rel eltolt szellemképét létesíti. Ha tehát a képernyőnkön
látható szellemkép távolságát a fóképtől mm-ekben mérjük le, és ezt a
számot 47-tel beszorozzuk, megtudhatjuk, hogy a visszavert hullám hány
m-rel nagyobb utat tett meg, mint a közvetlen hullám.

A visszaverőfelület helyének megállapítása. A hullámot vissza-
verő tereptárgy helyének megállapításához ismerünk kell az adó- és a vevő-



120. ábra. Az ellipszis szerkesztése

antenna földrajzi helyét, és térképet kell használnunk. A visszaverő tereptárgy
ellipszis mentén helyezkedik el, amelynek fókuszpontjaiban az adó-, ill.
a vevőantenna van. Az ellipszist a térképen a 120. ábra szerint szerkesztjük
meg. Cérnából olyan hurkot képezünk, amelynek hossza megfelel az adó- és a
vevőantenna közötti (térképen levő) távolságnak és a visszavert hullám
által megtett úthossz felének összegével (tekintetbe véve a térkép méret-
arányát). Ezután az adó- és a vevőantenna helyére gombostűket szúrunk, a
cérnahurkot ezek közé tesszük, és éles ceruzahégygel megfeszítjük. A ceruzát
a térképen úgy mozgatjuk, hogy a cérna mindig feszített legyen; a térképen
így megkapjuk az ellipszist. Az ellipszis mentén levő bármely nagyobb terep-
tárgy okozhatja a hullámvisszaverést.

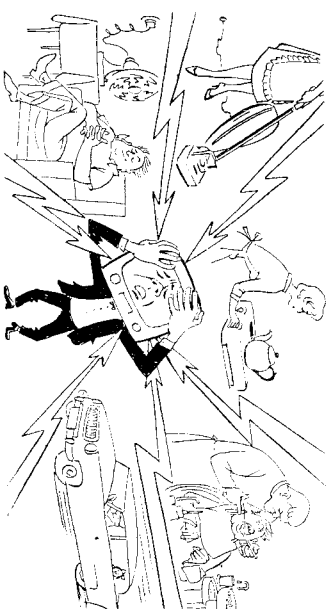
A képcső ernyőjén megjelenő szellemképet azonban a tápkábel hely-
telen illesztése az antennával és a vevő bemenetével is okozhatja. Ennek
oka, hogy a vett jel energiatárolásának egy része a készülék bemenetéről vissza-
verődik az antenna felé, majd ettől újból a készülék bemenetére kerül.
A visszavert jel az alapjelhez képest késik, aminek eredményeként az ernyőn
kettős képet kapunk. Ha többszörös visszaverődés van, akkor több szellem-
képet kapunk, amelyek intenzitása annál kisebb, mennél messzebb vannak
a fóképtől.

A szellemkép eredetének okát a vevőantenna elfordításával állapíthat-
juk meg. Ha a szellemképet tereptárgytól visszavert hullám okozza, akkor
a fókép és a szellemkép erősségének viszonya változik. Rossz illesztés esetén
a két kép közötti viszony változatlan. Ez esetben gondoskodnunk kell az
antenna, a tápkábel és a vevő helyes illesztéséről.

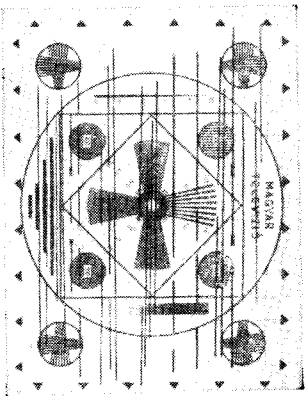
A zavarok

A televízió vételi zavarait, azokat a zavarokat tehát, amelyek kívülről
jönnek, és rontják a hibátlan vevőkészülék helyes működését, a következő
csoportokra oszthatjuk: járnűvektől (gépkocsi, villamos), győgyászati
készülékektől, különböző adóállomásoktól, kollektoros elektromotoroktól
(háztartási készülékek stb.), villanyhegesztő-
től, repülőgépektől, hullámot visszaverő te-
reptárgyaktól és egyéb forrásokból eredő za-
varokra.

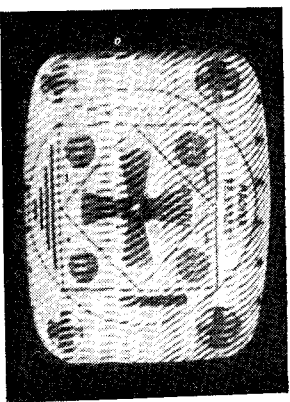
Ezek a zavarok a készülékbe a követ-
kező úton juthatnak be: az antennán, az



11 A televízió



121. ábra. Gépkocsi gyújtóberendezésétől eredő zavar



122. ábra. Rádiódától, gyógyászati készüléktől eredő zavar

antenna-tápkábelben, a hálózaton, a készülék alvázán, a készülék egyes áramkörtjeiben át.

A zavar frekvenciatartományára vagy magába foglalja a vett televízió-csatorna frekvenciatartományát, vagy pedig a vett televízió frekvenciatartományon kívül esik a zavar frekvenciatartományán. Ha a televízió-csatorna frekvenciatartományára és a zavar frekvenciatartományára fedi egymást, a zavar hatása nyilvánvaló. A két frekvenciatartomány eltérése esetén azonban a helyzet kissé bonyolultabb. Ilyenkor a zavaró frekvencia a vett frekvenciával kombinációs frekvenciákat hozhat létre, és a vett csatornán keresztül, illetve keresztmodulációval az előfokozatokon át kerül a vevőbe. A legismertebb televízió-vételi zavarok nagyvárosokban kétségtelenül a *robbanómotorok gyújtóberendezésétől eredő zavarok*. A gyújtószikrázások fellépő elektromos energia a gyújtóberendezés alkotta rezgőkörben — amelynek induktivitása a gyújtóvezeték, kapacitása pedig az önkapacitás — csillapított rezgéseket kelt. Mivel a gyújtóberendezés induktivitása és kapacitása igen kicsiny, a keltett rezgések frekvenciája az ultrarövidhullámsávba esik, mégpedig zömével a $7-10$ m-es sávba. Az $1-2$ m-es sávban ezek a zavarok már lényegesen gyengébbek. A gyújtóberendezésektől eredő zavarok a képernyőn rendszertelenül jelentkező fekete és fehér csíkok alakjában mutatkoznak (121. ábra). Ehhez hasonló zavarokat keltenek a *kollektoros elektromotorok is*. A *hegesztőgépek zavarai* már sokkal erőteljesebb. Erős zavar hatására a kép teljesen szétesik, és vastag fehér-fekete sávok jelentkeznek. E zavaroktól gyakorlatilag csak úgy lehet szabadulni, ha a zavarforrást zavarmen-tesztjük.

A *gyógyászati készülékektől eredő zavarok*, a röntgenkészülékek okozta zavar is igen kellemetlen. A készülék képernyőjén szabályos mintázat jelenik meg, amely elfedheti az egész képet. A zavart megbízhatóan megszüntetni csak a zavarberendezés zavarmentesítésével lehet. Hasonló a helyzet a más csillapítottan rezgéseket keltő zavarforrások (rövidhullámú rádió és idegen

televízió-adóállomás, nagyfrekvenciás olvasztókemence stb.) esetén is (122. ábra).

A rádióhullámokat visszaverő tereptárgyaktól eredő zavarokról a szellemképpel kapcsolatban már beszéltünk. Mint láttuk, ezt a vevőantennánk állításával vagy az antenna és vevő közötti rossz illesztés rendbehozásával küszöbölhetjük ki.

Jelentéktelen, de annál „érdekesebb” a repülőgép okozta zavar. Ez rövid ideig szokott tartani, a képet nem „nyirbálja” meg, és általában abban nyilvánul, hogy a kép „lélegzik”: ütemesen erősödik és gyengül.

Ha a zavar intenzitása igen nagy, akkor nemcsak a kép válik élvezhetetlenné, de szinkronozási zavarok is jelentkezhetnek. A legtöbb zavar-feszültség ugyanis impulzus alakú, tehát úgy hat, mint idegen szinkronozó impulzus, amely a vevőkészülék elektronsugárkiterítő rezgéseket egységeit hibásan működteti.

A zavarok elleni védekezés legegyszerűbb lehetősége a magas antenna, amely árnycsövet kábellel csatlakozik a vevőkészülékhez. Ezáltal ugyanis jávul a hasznos jel viszonya a zavarójelhez képest. Az adó részéről a zavarokat úgy lehet csökkenteni, hogy az adót nagyobb teljesítménnyel működtetik. Ezáltal, legalábbis az adó közelében, a hasznos térerősség elég nagy ahhoz, hogy a zavarokat elnyomja.



A FEJLŐDÉS ÚTJA

A televízió fejlődése folyamán állandóan tökélesedett. Kutatók, felalálók és mérnökök kitartó munkája mindig újabb és újabb eredményeket hozott. Ma már elértünk odáig, hogy televízió-készülékekkel lakásunkban láthatjuk a színházi előadásokat, a sporteseményeket, a legújabb filmek bemutatóját, a televízió-stúdiókból közvetített műsort. Az ernyőjén kapott képek már megközelítik a mozivászonon kapott képek minőségét. Igaz, hogy a képek jóval kisebbek, mint a moziban, szobánk méreteinek azonban megfelelnek.

És menjünk tovább: a fehér—fekete televízió-adásokon kívül néhány országban ma már rendszeres színes televízió-műsorokat is sugároznak. Előbb-utóbb a színes televízió hazánkban is meg fog valósulni. Az elmondottakon kívül a televíziót az oktatásban, közlekedésben, a tudomány különböző területein stb. is használják.

Ebben a részben a televízióval kapcsolatos lehetőségekkel foglalkozunk. Megvizsgáljuk, miként lehetséges a képminőséget tökéletesíteni, a képméretet növelni a másor nyilvános bemutatása céljából, és hogyan lehet rögzíteni, elraktározni a televízió-műsort magnetofon-szalagra. Megnézzük azt is, hogyan lehet a televízió-adás hatósugarát növelni. Ismertetjük a színes televízió működési elvét, a térbeli látás lehetőségeit, végül alkalmazását a tudományban és a mindennapi életben.

A képélesség határa

Azt már tudjuk, hogy a magyar televízió a képeket 625 sorra bontja. Ez a képbontás igen jó képminőséget biztosít. 625-soros képbontás esetén ugyanis a kép mintegy 500 000 képelemből áll, eltérően az 1931-es első televízió-adások 30-soros képbontásától, ahol a kép összesen 1200 képelemből állott.

A televízió-vevőkészülék ernyőjén látható képeket ma már összehasonlíthatjuk a mozivászon képeivel. A 625-soros kép élessége nem rosszabb a közepesen átvilágított normal-mozifilm vagy a jól átvilágított keskeny-film élességénél. A televízió-kép azonban ezt csak akkor éri el, ha a vevőkészülék kifogástalan, és torzítás nélkül átengedi az egész frekvenciátávot,

amelyet az adó kisugároz. Az ilyen vevőkészülék természetesen bonyolult és drága.

Az elektronsugár szokásos fókuszolási módszerénél az ernyőn megjelenő fénypont minimális mérete is még mindig nagy ahhoz — különösen, ha nem nagyon nagy a képernyő —, hogy az ernyőn elférjen 500 000 ilyen pont. A szomszédos fénypontok részben átfedik egymást. Ezt kb. azzal hasonlíthatjuk össze, mint amikor vékony vonalú rajzot akarunk készíteni tompa hegyű ceruzával.

Röviden: a sorozatgyártású vevőkészülékek a kisebb átmérőjű képernyőkkel nem adják azt a képélességet, amilyent az adás biztosít. A tervező mérnökök első feladata tehát olyan gyári készülékek kidolgozása, amelyek a bonyolultság fokozása nélkül képesek a korszerű televízió-adások nyújtotta képélességet teljes mértékben kihasználni.

Miként a mozifilmeknél, úgy a televíziónál is fontos, hogy a közvetített jelenet mozog-e vagy áll. Ha a mozivászonon valamilyen gyors mozgást nézünk, érzésünk szerint a képélesség jó, és nem vesszük észre, hogy az egyes filmkockákon a képek életlenek, elmosódottak.

Aki fényképezéssel foglalkozik, nagyon jól tudja, hogy valamilyen gyors mozgás lefényképezéséhez a zársebességet sokszor $1/1000$ másodpercre kell választania ahhoz, hogy éles képet kápjon. Ilyen zársebességet egyszerű gépeken nem is lehet beállítani. A filmfelvevőgépben a filmkockák megvilágítása $1/50$ másodpercig tart. Ez azt jelenti, hogy a gyors mozgás egy-egy részletképe elmosódott. Mégis amikor ezt a filmet levetítik, szemünk tehetlensége következtében ezt az elmosódottságot nem észleljük. A mozgást élesen, tisztán látjuk. Nemigen fogjuk észrevenni tehát a képélesség javulását, ha a filmkockák megvilágítása $1/1000$ másodpercig tart.

A televízióval kapcsolatban arra következtettünk — mint ezt a gyakorlat mutatja —, hogy egy bizonyos határ, 400—500 sor után kizárólag a képelemek növelésével már nagyon nehéz jelentősen növelni a mozgóképek élességét. E határon túl már a sorok megkétszerezésével is csak néhány százalékos javulás érhető el. A maximális képélesség megvalósításához tehát figyelembe kell vennünk, hogy szemünk másképpen fogja fel az álló- és más-képpen a mozgóképeket. A televízió-közvetítésekben pedig a legtöbb kép mozgó.

Az utóbbi években végeztek olyan laboratóriumi kísérleteket, ahol a televízió-képeket 1050 sorra bontották, vagyis a képek 1,5 millió elemből tevődtek össze. E képek élessége az erősen átvilágított jó mozifilmek élességével hasonlítható össze.

De nézzük csak, melyik az a maximális képelemszám, amelyre a képet egyszerű felbontani. A szem recehátréjára 130 millió pálcikát és 7 millió csapocskát tartalmaz. Amikor valamely tárgyat nézünk, annak csak egy részét látjuk élesen, a többi részét éppen úgy, mint környezetét is, szemünk csak elmosódottan, általános vonalakban látja. Hogy az egész tárgyat élesen lássuk,



szemünk már nem képes észlelni. Mindez azt jelenti, hogy a tökéletes éleslátás elérése céljából a televízió-képet 1000—1200 sorra kellene bontanunk. Ha a sorszám ennél nagyobb, a javulást már nem észleljük.

Az elmondottakból arra következtethetünk, hogy a televízió-kép élességét tökéletesíteni lehet. A meglevő képméretet tehát csak a gazdasági megfontolások határozzák meg.

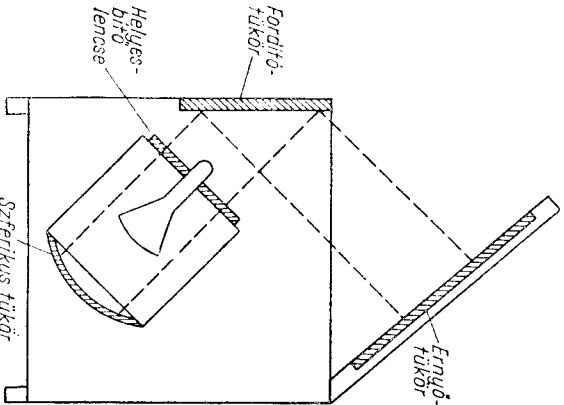
A képméret növelése

A televízió-képcső ernyőjének növelését két tényező teszi indokoltá. A kisméretű televízió-kép kevésbé természetes, és jobban fárasztja a néző szemét, mint a nagy képméret. A képméret növelésével emelhető a nézők száma, ami különösen nyilvános televízió-bemutatók alkalmával fontos követelmény.

A képcső ernyőjének méretét csak bizonyos fokig lehet növelni. Ma már gyártanak 36, 40, 43, 53, 61, sőt 76 cm átmérőjű képcsőveket is. A nagyobb méretű képcsővek gyártása azonban igen bonyolult, és ez a cső árát nagyon megdrágítja.

Az ernyő képfelületének jobb kihasználása céljából a képcső ernyőjét négyzetes alakúra képezik ki.

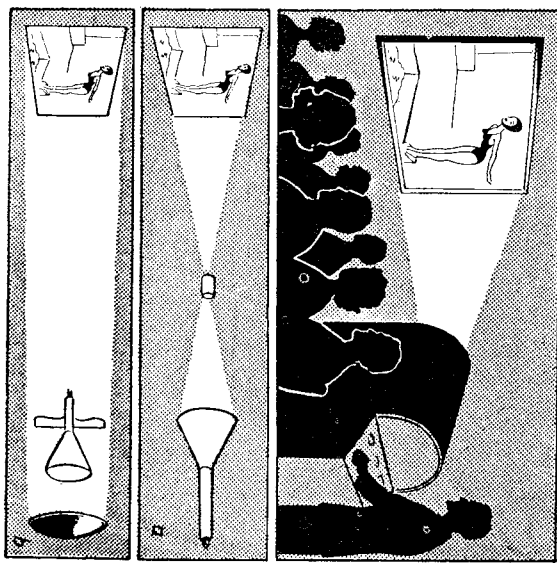
A vetített kép. A képméret növelését azonban nemcsak a képernyő felületének növelésével lehet elérni. A nagyobb képméret megoldható a



123. ábra. Verticekéses televízió-készülék vázlatja

képféttéssel is. Vetített-képes televízió-készülék felépítési vázlatát mutatja a 123. ábra. A vetítő-képcső a sferikus tükörre vetíti a fényt. Erről a fény-sugarak a helyesbítő lencsén keresztül a fordítotttükörre kerülnek, ahonnan az ernyőtükörre jutnak. A televízió-kép erről a tükörről látható.

Nagyobb képméret érhető el különleges berendezésekkel, amelyek a képet a berendezéstől nagyobb távolságra levő vásznon vetítik. Az ilyen berendezéseket „televízió-mozikban” használják.

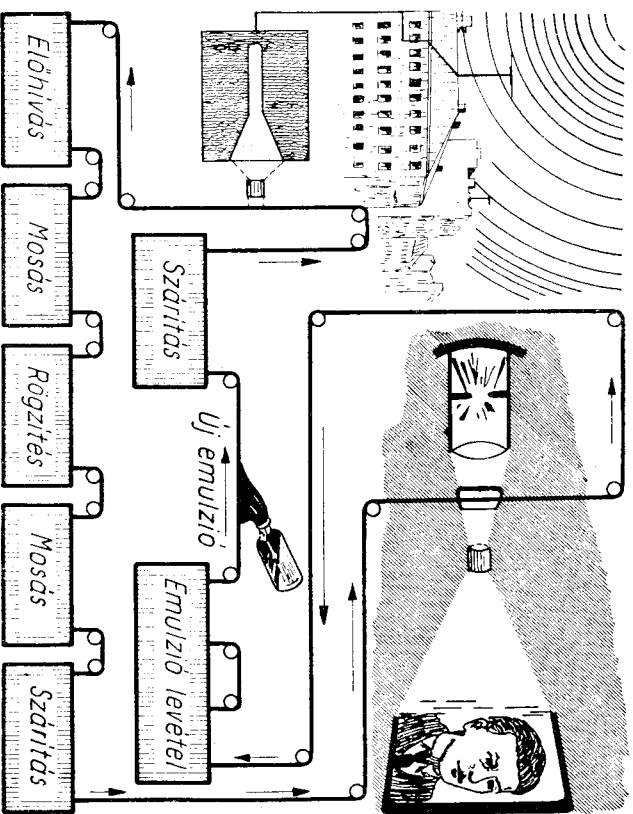


124. ábra. Képvetítés: a) objektívvel; b) homorú tükörrel

A nyilvános televízió-műsorok bemutatásához különleges vetítő-képcsőveket használnak. Ezeknek az ernyője kicsi (5—8 cm), de rendkívül világos. Az ernyő nagy világosságot úgy érnek el, hogy az ernyőt bombázó elektronokat igen nagy sebességre felgyorsítják. A közönséges képcsővekben a gyorsító anód feszültsége rendszerint 10—17 kV, a vetítő-képcsőben pedig 50 kV-nál is nagyobb. Ezek világítórétege különleges anyagból készül, amely képes ezt az intenzív elektronbombázást elviselni.

A vetítő-képcső ernyőjének világossága olyan nagy, hogy objektív (a) vagy homorú tükör (b) segítségével a képet mozivásznonra vetíthetjük (124. ábra). A csővek élettartama azonban rövid, hűtésükről pedig külön kell gondoskodnunk. A vetítő-televízió-készülékek még meglehetősen bonyolultak és drágák, a kapott képek azonban nem sokkal rosszabbak a mozivásznon látható jó minőségű képekénél.

Érdekes módszer a nagyméretű televízió-képek előállításához a mozi-filmről végzett vetítés. Ennek lényege a következő: a kisméretű, de nagy világosságú képcső ernyőjén kapott képeket végrelen mozifilmre vesszük fel. A felvétel után a filmet előhívják, mossák, majd rögzítik, és szárítás után mozivetítő géppel vászonra vetítik. Vetítés után a filmről lemosják a régi fényérzékeny réteget (emulziót), majd újabb (friss) emulziót visznek fel rá. Szárítás után a filmre újabb képeket vehetnek fel (125. ábra).



125. ábra. Televízió-kép vetítése vászonra végrelen filmszalagról

Bár a módszer elvi szempontból egyszerű, és a laboratóriumi eredmények viszonylag kielégítők, a gyakorlatban nem terjedt el. Az eljárásra jellemző, hogy a felvétel és a vetítés közötti időkülönbség alig 1—2 perc.

A televízió-kép rögzítése mágneses szalagra

A szakemberek már régen dolgoznak azon, hogy a televízió-jeleket ugyanúgy lehessen mágneses szalagra rögzíteni, mint pl. a beszédet vagy a zenét. Ennek megértéséhez tisztánunk kell a mágneses hangrögzítés elvét.

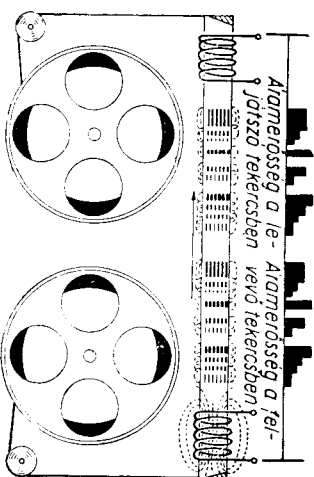
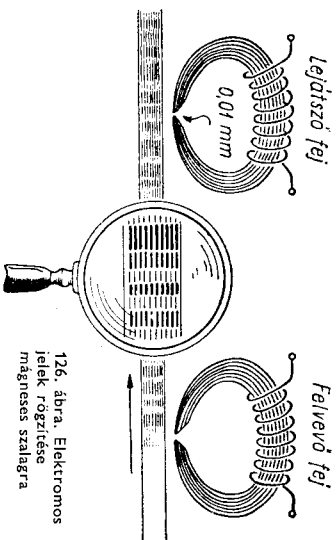
Mint ismeretes, ha lágyvasat mágneshez helyezünk, akkor mágneses lesz, de elveszti mágnesességét, mielőtt a mágnes-től eltávolítottuk. Az edzett acél, a szén, króm, wolfram vagy kobalt tartalmú acél felmágnesezés után nem veszti el ilyen könnyen mágneses tulajdonságait. Az ilyen ötvözetekre azt mondjuk, hogy nagy a koercitív erejük, vagyis nagy az ellenállásuk a demagnetizálással szemben (fől tartják a mágnességet). A lágyvas koercitív ereje kicsi, ezért rövid idő alatt elveszti mágnességét.

Amikor az elektromágnesről beszélünk, láttuk, hogy az acél mágneses lesz, ha azt olyan tekercs belsejébe helyezzük, amelyen keresztül egyenáram folyik. Most tételezzük fel, hogy a tekercsen keresztül állandó sebességgel acélszalagot húzunk. Ennek eredményeképpen a szalag egész hosszában egyenletesen felmágneseződik, és egy hosszú szalagmágneset kapunk. Ugyanez történik, ha acélszalag helyett műanyagból készített szalagot használunk, amelyet vékony vasoxidréteggel vonunk be.

Ha a tekercsen keresztül folyó egyenáram változtatja erősségét, akkor a képződő mágneses erőter is pontosan olyan ütemben változtatja erősségét, a tekercsen áthúzott szalag tehát hol jobban, hol gyengébben mágnesesződik fel, mint ezt a 126. ábra szemlélteti. Húzzuk most az ily módon felmágnesezett szalagot egy másik tekercsen át. Ekkor azt tapasztaljuk, hogy a szalag mágneses erőtere e tekercs meneteit metszve benne áramot kelt. Ennek az áramnak az erőssége ugyanúgy ingadozik, mint a felvevőtekercsen átfolyó áramé.

Ha tehát a felvevő-tekercsen átbocsátjuk a mikrofon megfelelő felerősített áramát, akkor ez a mágnes-ség erősségének változásaként a szalagra rögzítődik. Ezt újból árammá alakíthatjuk, ha a felmágnesezett szalagot a lejátszótekercsen áthúzzuk.

Mivel a szalag állandó sebességgel halad előre, pl. 70 cm/s-os sebességgel, a



127. ábra. Lejátszó- és felvevőfejek

mágnesező- (felvevő-) tekercs hossza pedig pl. 1 cm, 1 s alatt a szalagra 70/1 = 70 különálló mágneses jelet lehet felvenni. Ennek megfelelően a szalagra felvihető jelek frekvenciája maximálisan 35 Hz. Ha a tekercs hosszát 0,1 mm-re csökkentjük, akkor a szalagra viheto jelek frekvenciája 3,5 kHz. Ilyen kis tekercset azonban nem lehet elkészíteni. Ezért a gyakorlatban a felvevőtekercs helyett felvevőfejet használunk. Ez kis koercitív erejű anyagból készült gyűrű, amelyen igen kis légrés van.

A mágneses és elektromos veszteségek elkerülésére a gyűrűt rétegekből készítik. A tekercset erre a gyűrűre tekercselik; ily módon a tekercset nem szükséges túlságosan kicsire készíteni. Az általa létesített mágneses erőter a gyűrű 0,01—0,02 mm-es légrésében összpontosul. Ez esetben a szalagra másodpercenként már kb. 30—35 000 jelet lehet felvinni, vagyis 15—18 kHz-es rezgéseket (127. ábra).

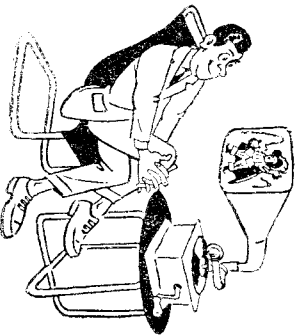
A mikrofon által keltett elektromos jelek igen gyengék, azokat tehát, mielőtt a felvevőfejhez vezetnénk, felerősítjük. Természetesen a lejátszófej által szállított jeleket is erősíteni kell, mielőtt a hangszóróra adjuk őket.

A mágneses jeleket a szalagról váltakozóirányú mágneses erőterrel le lehet törölni, és a mágneses szalagot elektromos jelek rögzítésére a törülés (demagnetizálás) után minden további nélkül újiból fel lehet használni. A felvett jelek a szalagon tetszés szerinti ideig tárolhatók. A szalagról kópiákat is lehet készíteni.

A televízió-jelek mágneses rögzítésével kapcsolatos követelmények nagyobbak, mint a hangfrekvenciás jelekkel kapcsolatokat. A televízió-jelek frekvenciasávja ugyanis 50 Hz-től 6 MHz-ig terjed. E jeleket tehát csak úgy lehet rögzíteni, ha megfelelő szalagtovábbítási sebességről gondoskodunk. Míg a hangrögzítéshez a szalag sebessége 9,5—76 cm/s, addig a televízió-jelek rögzítéséhez a szalag sebessége kb. 900 cm/s.

Az utóbbi időben azonban sikerült ezt a tekintélyes szalagsebességet jelentősen csökkenteni. Az „Ampex” rendszerű mágneses képrögzítő berendezés keresztirányban forgó mágneses fejjel dolgozik; ez lehetővé teszi a tényleges szalagsebesség csökkentését, a fej és a szalag közötti viszonylagos sebesség csökkentése nélkül. A 38 cm/s-os szalagsebességgel működő „Ampex” képrögzítő berendezést külföldi stúdiókban már elterjedten használják.

Megfelelő minőségű szalagokkal és mechanikai berendezésekkel ma már a színes televízió-jelek rögzítése is lehetséges. Az e célra használt szalag szélessége 12,7 mm. A szélesebb szalagra azért van szükség, mert a színes televízió négyféle jelet kell egymás mellett elhelyeznünk: a három alapszín jeleit és a vezérlőjeleket; ezenkívül a szalagra még a hangjeleket is rögzíteni kell.



A televízió-jelek rögzítése mágneses szalagra jelenleg főleg a televízió-stúdiók szempontjából jelentős: a lejátszott műsorok ismétlése szalagról, dokumentáció, különleges műsorszámok összejelzése stb. Hamarosan eljöhethet azonban annak az ideje is, amikor bemegyünk az áruháza, televízió-szalag-tekercset veszünk (pl. valamelyik operának a felvételét), és azt otthon késztülékünkön lejátszunk, hasonlóan a hanglemezhez, vagy pedig a televízió-műsort ismételt lejátszás céljából felvesszük oly módon, mint a rádióműsort magnetofonnal.

A televízió-adás hatósugarának növelése

Amikor a televízió-jelek sávszélességéről beszéltünk, láttuk, hogy a televízió-adóállomásokat csak az ultrarövidhullámú frekvenciatartományban lehet működtetni. Ugyanakkor azt is megtudtuk: az ultrarövidhullámoknak nagy hátrányuk, hogy nem verődnek vissza az ionoszféráról, és nem követik a Föld görbületét. Ahhoz, hogy az ultrarövidhullámok nagyobb távolságra eljussanak, igen nagy teljesítményű adóállomásokra, különlegesen érzékeny vevőkre, továbbá nagyméretű adó- és vevőantenna-rendszerre van szükség. Az ilyen irányú kísérletek azt mutatták, hogy tenger felett, nagyteljesítményű adókkal a 6 m-es hullámok néha eljárnak 1500—2000 km-re. Gyakorlatilag azonban a meglévő teljesítményű adóállomásokkal e hullámokat mindössze 70—200 km-re lehet kisuagarozni.

Ez igen nagy hátrányt jelent, mivel a televízió-adásokat csak az adó közelében lehet jól venni. A vidék, a kisvárosok és a falvak, a kultúrközpontoktól távoli helyek, ahol pedig a televízió-készülékeknek a legnagyobb szerepük lenne, ilyen körülmények között kénytelenek nélkülözni a technikának ezt a nagyszerű vívmányát. Elsőrendű feladat tehát megoldani a televízió-adóállomások hatósugarának növelését.

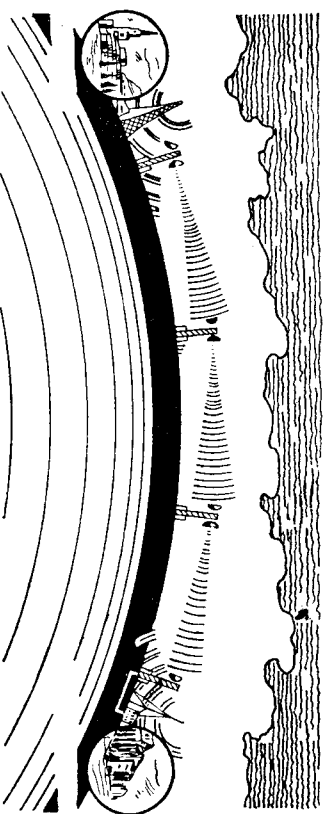
Az első kísérleteket úgy végezték, hogy vezetékkel akarták az ultrarövidhullámok számára áthidalhatatlan távolságokat legyőzni. A megoldás azonban nem volt olyan egyszerű, ahogyan az első pillanatban látszott.

Mint ismeretes, a vezeték teljes keresztmetszetén egyforma sűrűséggel csak az egyenáram folyik. A váltakozóáram már másképpen viselkedik: mennél nagyobb a frekvenciája, annál inkább kiszorul a vezeték felületére. Ez igen nagy nehézséget jelent a nagyfrekvenciás áramok és a televízió-jelek átvitelében, mivel az átvendő frekvencia elérheti a 6 MHz-t is. Hogy a televízió-jeleket a vezetékeken kis veszteségekkel lehessen továbbítani, különleges és igen drága vezetéket kellene használni.

A nehézséget úgy lehet megoldani, hogy az igen nagyfrekvenciás hullámokat ürege, cső alakú vezetéken továbbítjuk. Ez esetben a hullámok a cső felülete mentén „síklának”. Igaz, hogy a cső anyaga ilyenkor jelentős veszteségeket nem okoz, de az energia nagy része a környezetbe kisuagarzó-

dik. Ezt a káros kisugárzást úgy lehet megakadályozni, hogy az energiát, két párhuzamosan futó, egymástól $\frac{1}{4}$ hullámhossznyi távolságban levő vezetőn továbbítjuk. Ekkor a két vezető körül kialakult elektromágneses erőtér kölcsönhatást gyakorol egymásra, és lehetetlenné teszi, hogy energia a térbe kisugárzódjék; amit az egyik vezető kisugároz, a másik elnyeli és fordítva. Egyszóval: az ilyen kétvezetékes vonalon az elektromágneses hullámok, mivel nem távozhatnak a térbe, a rádióhullámok terjedési sebességével a vezetékek mentén kénytelenek továbbterjedni.

Az is lehetséges, hogy a két vezetéket nem egymás mellé helyezzük, hanem egyiket a másik belsejébe. Az ilyen vezetéket koncentrikus vagy koaxiális kábelnek nevezzük. A két vezeték közötti távolságot szigetelő-



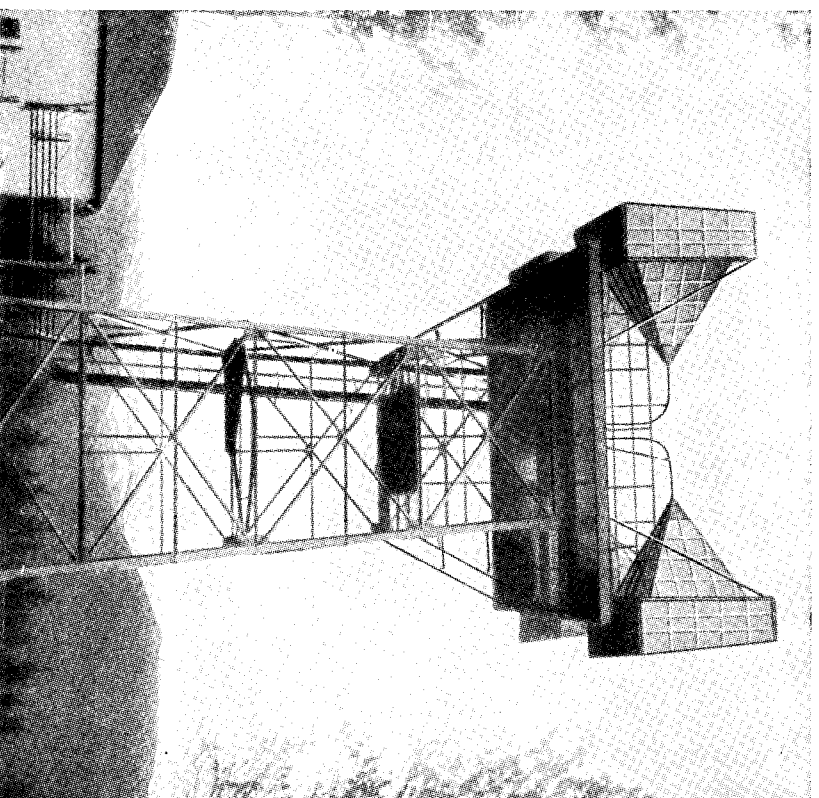
128. ábra. Televízió-jelk továbbítása mikrohullámokkal

anyaggal biztosítjuk. A koaxiális kábel esetén az energiakisugárzást a külső vezető köpeny akadályozza meg. Megfelelően méretezett koaxiális kábel alkalmas televízió-jelk átvitelére, alkalmas arra, hogy átvigye a hordozó-frekvenciát és a moduláló-frekvenciát is.

A nagyfrekvenciás kábel azonban különböző frekvenciákon különböző nagyságú veszteséget okoz. Kb. 25—30 km után az eredeti televízió-jelk alakja kisebb-nagyobb mértékben megváltozik a jelk frekvenciájától függően. A jelket tehát adott távolságokon eredeti alakjukra vissza kell állítani. Ezt különleges berendezésekkel lehet megoldani. Ezek megszüntetik a jelk torzítását, felerősítik, és további útiükra bocsfáják őket. Ezzel a módszerrel a televízió-jelket igen nagy távolságokra lehet továbbítani.

A televízió-jelk kábeleken való továbbításának azonban nagy hátránya, hogy igen nagyok a beruházási költségek. A televízió-kábelek drágák, lefelk-tesztük munkaigényes és közbenső erősítő állomást igényelnek.

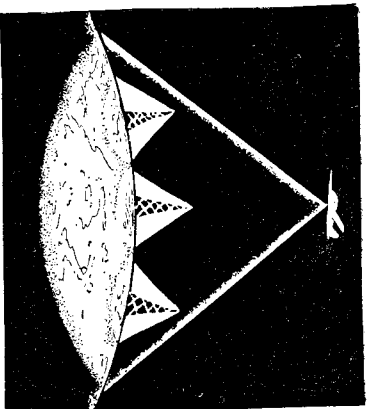
A televízió-jelk nagyobb távolságokra való továbbításának másik lehetőségé a deciméteres és a centiméteres rádióhullámok használata. Ezek



129. ábra. Mikrohullámú átvitessző állomás

terjedésük és kezelhetőségük szempontjából nagyon hasonlítanak a fényre; könnyű őket nyalábolni parabolá alakú fémmreflektorokkal vagy tölcseér alakú fémfelületekkel, és így az energiát egy pontba irányítani.

A televízió-jelk nagy távolságokra való továbbítását mikrohullámokkal úgy valósítják meg, hogy a modulált mikrohullámokat erősen nyalábolva a kívánt irányba sugározzák ki. Ahol e hullámok gyengülni kezdenek — valahol a látóhatár közelében —, egy közbenső állomást állítanak fel. Itt vesztik a jelket, felerősítik őket, majd újból kisugározzák a kívánt irányba. Ezt annyiszor ismétlik meg, ahányszor szükség van arra, hogy a televízió-jelk eljussanak a kívánt helyre (128. ábra). Amikor a televízió-jelk elérkeztek a végcélhoz, ott azokat a helyi televízió-adóállomás — a már ismertetett



130. ábra. Televízió-műsor sugárzása repülőgépről

centiméteres hullámokon továbbított jeleknél ilyen veszteségek nincsenek. Ezeknek gyengülése a távolság növekedésével egyenesen — függetlenül a frekvenciától.

A mikrohullámok használatát ezenkívül más előnyök is indokolják. Mikrohullámok esetén pl. nincsen szükség sok száz kilométer drága koaxiális kábelre, valamint arra a fáradságra és költségre, amelyekkel a kábelek lefektetése jár.

A parabolaantenna igen nagy energiát tud keskeny nyaládba koncentrálni. Pl. 20 cm-es (1500 MHz-es) hullámhossz használata esetén 250 cm-es átmérőjű parabolával (amelynek fókuszában van az antenna) háromszoros erősités érhető el a parabola nélküli antennához képest. Az 1 W-os adó hatékonysága tehát 2 kW-os adónak felel meg, ha antennája mögött parabola-reflektor van —, de természetesen csak a sugárzás irányában.

Kb. ugyanilyen erősitést lehet elérni a vételi oldalon is, ha a vevőantennát a parabola fókuszába helyezjük.

Mint érdekességet megemlítenénk, hogy az utóbbi években kísérleteket folytattak repülőgépeknek közvetítő állomásként való felhasználására.

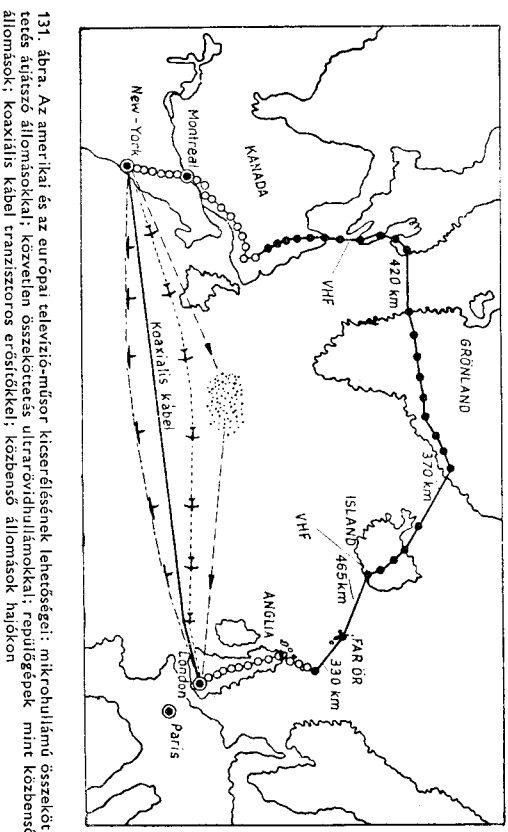
A nagy magasságban repülő, 10—12 km-re felszálló repülőgéphez a földről irányított ultrarövidhullámokon sugározták a televízió-műsort. Ezt az adást a gépben elhelyezett vevőkészülék vette, majd egy kisebb teljesítményű adón visszasugározták a föld felé. Mivel 10—12 km-es magasságban a látóhatár sugara mintegy 250—300 km, a repülőgépről sugárzott adást olyan nagy területen lehetett venni, amelyet különben csak több, földön elhelyezett helyi adóállomással lehetne besugározni (130. ábra).

A televízió-műsorszórás biztosítása repülőgéppel nem annyira fantasztikus, ahogyan azt az ember első pillanatra gondolná. A korszerű technika lehetővé teszi, hogy a repülőgép ilyen nagy magasságban üzembiztosan

módon — körsugárzó antennával sugározza a környék televízió-vevőkészülékeihez.

A mikrohullámú közbelső erősítő állomásokat, ha csak lehetséges, magaslatoakra, hegytetőkre állítják fel. A parabola vagy tölcésalakú antennákat magas tornyokra helyezik (129. ábra). Az állomás hatótávolságát így nagymértékben lehet fokozni.

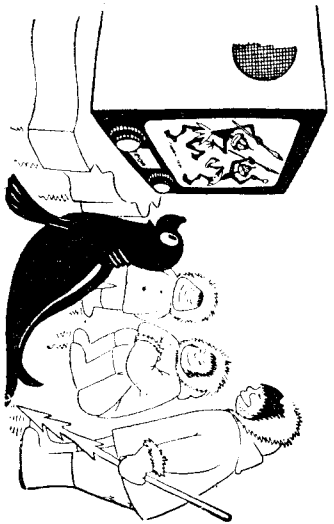
A koaxiális kábeleken továbbított televízió-jelek — mint már említettük — a frekvenciától függetlenül kisebb-nagyobb veszteségeket szenvednek. A deciméteres és a centiméteres hullámokon továbbított jeleképpen a veszteségek nincsenek. Ezeknek gyengülése a távolság növekedésével egyenesen — függetlenül a frekvenciától.



131. ábra. Az amerikai és az európai televízió-műsor kísértésének lehetőségét: mikrohullámú összekötés átjáró állomásokkal; közvetlen összekötés ultrarövidhullámokkal; repülőgépek mint közbelső állomások; koaxiális kábel transzisztoros erősítőkkel; közbelső állomások hajókon

Annak bizonyítására, hogy a televízió-hálózatok tervezői számolnak a repülőgépekkel, a 131. ábrán feltüntetett terv a mértékadó. A tervezet szerint az amerikai televízió-hálózatot összekötőnek az Eurovízió néven ismert európai televízió-hálózattal. Az elképzelések szerint a kapcsolatot létrehozásához öt lehetőség van:

- mikrohullámú összekötés közbelső állomásokkal;
- igen nagy teljesítményű, irányított antennájú, ultrarövidhullámú adóállomások használata, amelyeknek sugárzása képes áthidalni az óceánt;
- repülőgépekkel, amelyek mint közbelső állomások működőnének, és amelyekből mintegy tucatnyi kellene a távolság áthidalásához;
- tengeralatti koaxiális kábel használata, megfelelő távolságokon transzisztoros erősítők elhelyezésével;
- közbenso rádióállomások használata, amelyek hajókon lennének felállítva.



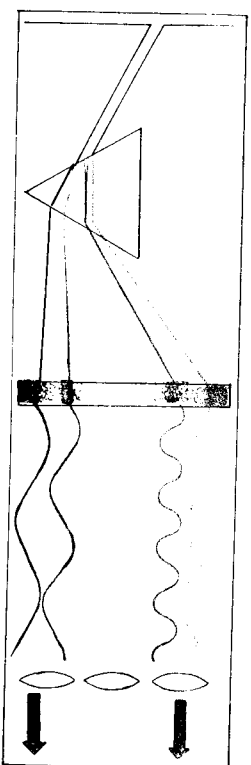
A kutatók azonban még ennél is messzebb mentek. Felvetődött már az a gondolat is, hogy az ultrarövidhullámokat igen erős nyalábokkal a Hold felé irányítsák. A Hold ezeket a sugarakat visszaverné, és Földünk meg lehetősen nagy felületét szórná be televízió-jelkkel. De a Hold helyett esetleg

mesterséges holdat is lehetne használni, sőt előnyösebben, mint a Holdat. 1946-ban már sikerült rádiójelkeket eljuttatni a Holdra, amelyről azok visszaverődtek, és a Földön foghatóak voltak. Ahhoz azonban igen nagy teljesítményű adókra lenne szükség, hogy a Földre visszküldött hullámok téterősége elegendő nagy legyen a televízió-vevő működtetéséhez. Mesterséges hold esetén a helyzet egyszerűbb. Kisebb teljesítményekkel is célt lehetne érni. Az elképzelések szerint a mesterséges hold keringési pályája a Földtől 35 800 km-re lenne. A hold az égbolton állónak látszana, mivel az az idő, amely Föld körüli pályájának megtételéhez szükséges, ebben a távolságban éppen egyenlő lenne a Föld tengelye körüli forgási idejével. Ilyen körülmények között egyetlen televízió-adóállomás földgömbünknek majdnem felét be tudná sugározni műsorral.

A színes televízió

Alig terjedt el a korszerű televízió-műsorszórás, és növekedett megvilágosította a televízió-elfőfizetők száma, a televízióval kapcsolatban újabb követelmény támadt. A televízió-képeket természetesebbé, élthűbbé kell tenni. Ha lehetséges színes fényképeket készíteni, és moziban színes filmeket nézhetünk, miért ne élvezhetnénk a színes televíziót is.

A színes televízió megvalósításán a kutatók és mérnökök régóta dolgoznak. Több rendszert fejlesztettek ki, és ma már azt mondhatjuk, hogy a kérdést megoldották. A Szovjetunióban és az Egyesült Államokban a fehér-fekete televízió-adásokon kívüli rendszeres színes televízió-műsorszórás is van. A színes televízió általános elterjedését egyelőre a nagy költségek gátolja. Nem beszélve az adóállomás bonyolultabb berendezéséről, csak azt említjük meg, hogy a színes televízió-vevőkészülékek világpiacra jelenleg úgy aránylik a fehér-fekete televízió-készülék árához, mint 3 : 1-hez. A műszaki megoldások egyszerűsítése, a gyártási eljárások tökéletesítése és a nagy-sorozatú készülékek forgalomba hozatala ezt az arányt csökkenteni fogja. A színes televízió-készülék hozzáférhetőbb lesz a nagyközönség számára is,



132. ábra. A prizma által bontott fehér fény összetevőire bontás

és ekkor talán a fehér-fekete televízióról úgy beszélünk majd, mint elavult rendszerről.

A színek. Már beszélünk arról, hogy az üvegprizma a fehér fénysugarakat a szivárvány színeire bontja. A színspektrumban különösen a piros, narancssárga, sárga, zöld, kék és ibolya színek látszanak erősen. Ezínek közötti átmenet fokozatos, és az egész színspektrum számtalan telifettségű és világossági szintet tartalmaz. Szemünk mintegy tízezer színárnyalatot különböztet meg. E rengetegből három színsáv ugrik ki: piros, zöld és kék (132. ábra).

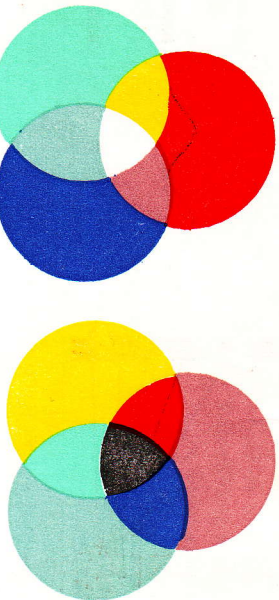
A fehér fény a pirostól az ibolyáig terjedő fénysugarak összességét tartalmazza. Ha pl. valamely tárgy piros vagy zöld színű, akkor a valóság az, hogy e tárgy az egész színspektrumból zömmel a piros vagy a zöld sugarakat veri vissza, vagy eresztí át, a többi színt pedig elnyeli.

Aki festéssel foglalkozik, jól tudja, hogy minden szín kikeverhető három megfelelően kiválasztott színből; a bíbor, a sárga és a zöldeskék festékből. Ugyanezt tehetjük a fénysugarakkal is, azzal a különbséggel, hogy a spektrum minden színét a piros, a zöld és a kék fénysugarakból kapjuk. Pl. a piros és a zöld sugarak megfelelő arányú keverésével megkapjuk a sárga fénysugarak minden árnyalatát, a zöld és a sötétkék sugarakból a zöldeskék színt, a piros és a kék sugarakból a bíborszínt stb. A különböző fénysugarak keverésének törvénye tehát eltér a különböző színű festékek keverésének törvényétől.

A spektrum piros, kék és zöld sugarai képezik az *alapszíneket*. A három alapszín összekeverésével fehér sugarakat kapunk (133. ábra). Minden színhez található ezenkívül még egy olyan szín, amellyel összekeverve eredményül fehéret kapunk. Ezt a színt az illető szín kiegészítő-színének nevezzük.

Szemünk a különböző színeket azért tudja megkülönböztetni, mivel a recehátrya csapocskái három csoportra oszthatók. Egy-egy csoporthoz tartozó csapocskák csak egy-egy alapszínre érzékenyek. A recehátrya legkisebb pontjában is található mindhárom csoporthoz tartozó csapocskák.

A fehér fény mint a különböző színű fénysugarak keveréke, egyetlen mértékben ingerli mindhárom csoporthoz tartozó csapocskát. A csapocskák-



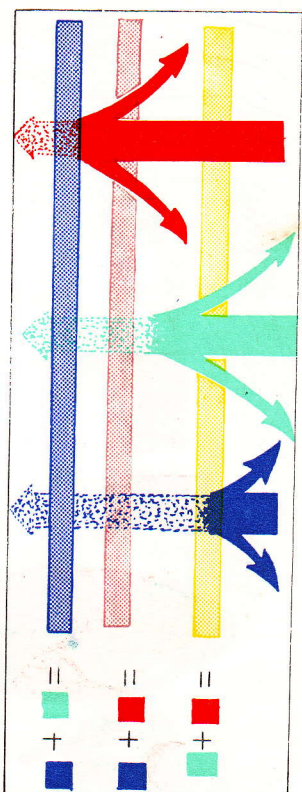
133. ábra. Az alap- és a kiegészítő színek

ból kiinduló impulzusok összegeződve ilyenkor agyunkban a fehér szín érzetét kelteik. Ha a recehátrtyára csak a kék szín hat, akkor a recehátrtyának csak a spektrum kék színsvávjára érzékeny elemei reagálnak. Hasonló a helyzet a piros fény hatására is. A zöld sugarak azonban nemcsak a zöld színre érzékeny csapocskára hatnak, hanem részben a pirosra érzékenyekre is.

Azokat a színeket, amelyek számára nincsen külön érzékeliőelem a recehátrtyán, szemünk más módon észleli. Az ibolyasugarak pl. egyidejűleg hatnak a kék és a piros színre érzékeny csapocskára. E kétfajta hatás összegeként észleljük az ibolyaszínt. Attól függően, hogy melyik fajta csapocskát éri erősebben az ingerlés, az ibolyaszín árnyalata inkább kék vagy inkább piros. A világoskék fénysugarak a kékre és a zöldre érzékeny csapocskákat ingerlik. A sárga sugarak egyformán ingerlik a zöld és a piros csapocskákat, a narancs-szín főleg a piros és kevésbé a zöld csapocskákat stb.

A színes kép. Most pedig nézzük meg, hogyan lehet színes képet készíteni. A fényképezendő tárgyról egyidejűleg három felvételt készítünk. Az egyiket piros, a másikat zöld, a harmadikat pedig kék színben úgy, hogy a felvételeket csak a kérdéses színeket átbocsátó színszűrőkkel készítjük. A felvételek eredményeként három fekete-fehér negatívot kapunk, amelyek egymástól — az átlátszóság szempontjából — jelentős mértékben különböznek. Az, ami az egyik negatívon egészen sötét, a másik negatívon világos, sőt egészen átlátszó is lehet vagy fordítva, aszerint, hogy az illető rész melyik alapszínnel milyen erősen volt megvilágítva. Ezután e három negatívról egy-egy diapozitívot készítünk (vetítésre alkalmas pozitív képet), majd a diapozitívokat a megfelelő színekkel festjük be: egyiket pirosra, másikat kékre, a harmadikat pedig zöldre. Az így megfestett diapozitívokat ezután egy-egy vetítőkészülékbe helyezjük, s mind a három képet egy közös vetítősávonra vetítjük. Az így módon egymásra vetített képek a vetítősávonon eredeti színeiben adják vissza a felvett tárgy képét.

A színes kép előállításának eme legegyszerűbb módját *additív* vagy *összegező szinkeverő* eljárásnak nevezzük. Ha az így módon elkészített három



134. ábra. A piros, zöld és kék fénysugár áthaladása a sárga, bíbor és zöldeskék diapozitívokon

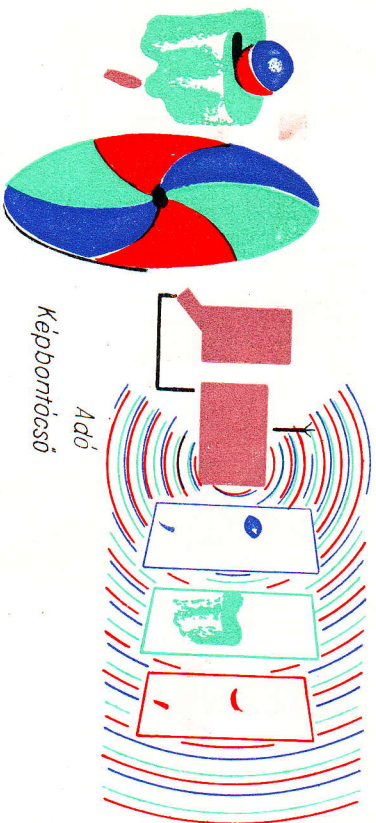
diapozitívot egymásra helyezjük, és fehér fény felé fordítva nézzük, nem fogunk semmit se látni —, a három diapozitívon a fény nem hat át. Ennek az a magyarázata, hogy mindegyik diapozitív csak a saját színét bocsátja át, a többit pedig visszatartja. A színes fényképek és mozifilmek készítéséhez az ismertetett additív eljárás bonyolultsága miatt gyakorlati használatra alkalmatlan. Egyszerűbb megoldás, ha a három különálló felvételt és a három vetítőkészülék helyett csak egyetlenegy többszínű felvételt és egy vetítőkészüléket használunk.

E célból a három diapozitívot nem az *alapszínekre*, hanem a *kiegészítő-színekre* készítjük. Más szóval: a kék sugarakkal készített felvételt diapozitívát sárga színűre, a zöld sugarakkal készítettet bíborszínűre, a piros felvételt zöldeskék színűre festjük. Ha most ezeket a diapozitívokat helyezzük egymásra, és a fény felé fordítjuk, megláthatjuk a lefényképezett tárgyat eredeti színeiben.

Az első diapozitív, amely sárga színű, a fehér fényből megfelelő mértékben (a felvételi fedettségétől függően) elnyeli a kék sugarakat; a zöld és a piros sugarakat különösebb gyengítés nélkül áttereszti. A második, bíborszínű diapozitív áttereszti a megmaradt kék, s megfelelő mértékben visszatartja a zöld sugarakat, a piros sugarakat pedig teljes mértékben áttereszti. Végül a harmadik diapozitív, amely zöldeskék színű, megfelelő mértékben visszatartja a piros sugarakat, a spektrum megmaradt zöld és kék színeit pedig áttereszti. A spektrum alapvető színeinek áthaladását a három diapozitívon keresztül a 134. ábra mutatja.

A színes képet, amelyet a fehér fénnel történő átvilágításakor kapunk a három kiegészítő színből álló filmen keresztül, *szubsztardatív* vagy *kiyono szinkeveréssel* készített felvételnek nevezzük.

A gyakorlatban a színes fényképezéshez olyan negatív filmeket és papírokat használunk, amelyeknek fényérzékeny rétege egymásra vitt három rétegből tevődik össze. E rétegek egy időben szűrőként is viselkednek az alsóbb rétegek színeire.



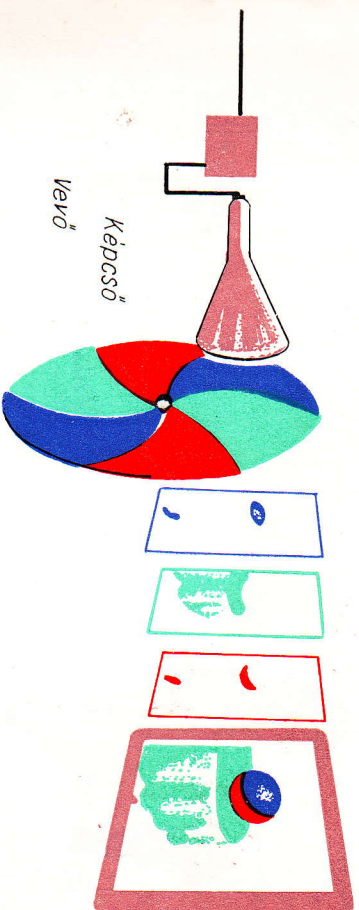
135. ábra. Színes televízió-

A színes televízió-rendszer. Az első színes televízió-adás terve még a Nipkov-tárcsa idejében, 1925 körül készült el. Mind az adó-, mind pedig a vevőtárcsára egy spirális helyett három, egyenként 30 nyílásból álló spirális készítek. Minden spirális nyílásait piros, zöld, ill. kék színű szűrőkkel látták el. A tárcsa egy körfordulata alatt nem egyszer (mint a fehér-fekete képnél), hanem háromszor bontotta fel a képet.

Hogy a színátvitel helyes legyen, olyan fotocellát kellett használni, amely a színspektrum minden részére egyformán érzékeny. A jeleket olyan sorrendben továbbították, mint amilyen sorrendben a képbontást végezték. Először szokat a képelemeket továbbították, amelyek a piros nyílásokon keresztül jutottak a fotocellára, majd a zöld és végül a kék színű szűrőn keresztül kapott jeleket.

A vevőoldalon a fehérfényű lámpa előtt ugyanolyan tárcsa forgott, mint az adóoldalon. A fényt tehát először a piros, majd a zöld, végül a kék színszűrőn keresztül lehetett látni. A szem tehetetlensége következtében az egymás után, megfelelő gyorsasággal következő képet egybefolyva az eredeti színekben lehetett látni.

Ezt az elvileg egyszerű eljárást a gyakorlatban azonban a következő okok miatt nem lehetett megvalósítani. A fotocellára jutó fény a háromszoros képbontás következtében egyharmada volt annak a fénymenyiségnek, amely fekete-fehér átvitel esetén a fotocellára jutott volna, a színszűrők használata pedig még további kb. tízszeres csökkenést okozott. A másik nehézség az volt, hogy a színes képátvitelhez a frekvenciasávot is háromszorosára kellett volna növelni, a tervezett rendszer tehát három televízió-adóállomás helyét foglalta volna el.



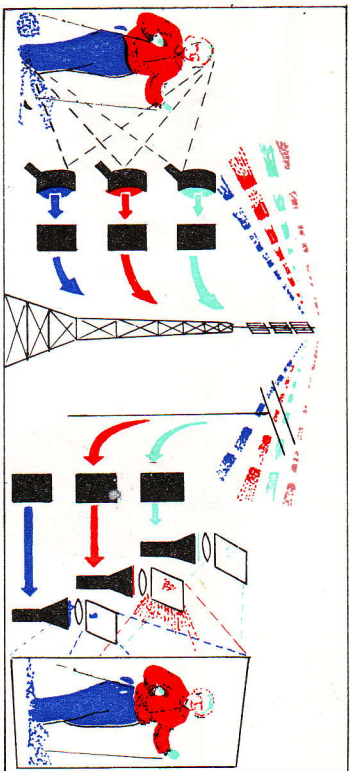
rendszer színszűrő tárcsákkal

E kezdetleges terv után más megoldásokat is kidolgoztak, azonban a gyakorlati életbe való bevezetés szempontjából egyik sem vált be. A színes televízió azután valósult meg, hogy a Nipkov-tárcsás televízió-rendszerrel áttérték az elektronikus megoldású rendszerre.

Az első, gyakorlatilag bevált kísérlet lényege abból állt, hogy a színspektrum minden színére egyaránt érzékeny képbontócső előtt a három alapszínnek megfelelő színszűrővel ellátott tárcsát forgatták. A képcső mozaiklapjára tehát a fény sorban, a szűrőkön keresztül jutott el. Ennek eredményeképpen a mozaiklapon egymás után leképeződtek a láthatatlan elektromos képek, amelyeknek töltései különbözőek egymástól, mivel — mint már az előbbiekből láttuk — ugyanannak a tárgynak világosság-eloszlása különböző színű szűrőkön nézve különbözőképpen látható.

E rendszerben is háromszor kell továbbítani minden képet. A képcső ernyője előtt, amelynek ez esetben fehéren kell világítania, szintén háromszínű tárcsa forog (135. ábra). De amíg a fehér-fekete televíziónál egy kép továbbítása $\frac{1}{25}$ másodpercig tart, addig itt ugyanezen idő alatt három színes képet kell továbbítani, vagyis minden alapszínnek megfelelő képet $\frac{1}{75}$ másodperc alatt.

Az ilyen rendszerrel működő adóállomás frekvenciasávjára ugyancsak háromszorosra a fekete-fehér adás frekvenciasávjának. Ha tehát a képet ebben a rendszerben is 625 sorra bontanók, az adó frekvenciasávjára 18 MHz lenne. Ha a színes televízió sávzélességét a fekete-fehér televízió 6 MHz sávzélességű sávjára kívánjuk csökkenteni, a képelemek számát kellene csökkentenünk, vagyis a kép minőségét rontanunk. 500 000 képelem helyett csak kb. 170 000 képelemet továbbíthatnánk, ami 185–200 sorbontásnak



136. ábra. Elektronikus színbontás

felül meg. Eközben a képek másodpercenkénti számát is 25-ről 10-re kellene csökkentenünk. A televízió minőségi mutatói majdnem a felére csökkenének.

Az ismertetett színes televízió-rendszer további hátránya a vevőkészülékben levő színszűrő tárcsa. A kis képernyőű vevőkészülékekben a tárcsa még nem okozna nagyobb gondot, de a nagy képsővű készülékekben nagy átmérője miatt már teljesen használhatatlan. Célszerűbb ezért tárcsa helyett a színek váltására elektronikus megoldást alkalmazni.

A legegyszerűbb elektronikus megoldású színes televízió-rendszer elvi vázlatát a 136. ábra mutatja. E rendszer egy képbontósó helyett hármat használ, amelyek közül mindegyik más-más színre érzékeny; az egyik pirosra, a másik zöldre, a harmadik pedig kékre. A képbontósóvevek által keltett jeleket erősítik, majd egyszerre — nem pedig külön-külön, mint az előző rendszerben — továbbítják. Az egyes színek jelei az adó frekvenciásváiyában megfelelő szakaszokat foglalnak el. A vevőkészülékben e jeleket külön-külön erősítik, majd megfelelő piros, zöld és kék színű képsővevekhez vezetik. Meglehetősen bonyolult optikai berendezéssel azután e képeket egy közös ernyőre vetítik, amelyen az átírt színes kép látható.

Az utóbbi ismertetett rendszernek sok elvi előnye van az előbbi rendszerhez képest. Minden folyamat elektronikus; nincs benne forgó mechanikus alkatrész. A képső méreteit nem korlátozza semmi.

Az első színes televízió-kísérletek megnyugatók voltak. A színes televízió a képbe annyi élénkséget és természetességet vitt, amennyit a fehér-fekete televízió alig nyújthatott. Bbizonyosodott az is, ha a színes képbontás sorszáma megegyezik a fekete-fehér képbontásával, akkor a színes kép minősége sokkal jobbnak tűnik. A 185-soros színes kép pl. versenyképes az 525-soros fekete-fehér képpel. Van olyan vélemény is, hogy színes tele-

vízió esetén a 625-soros képbontás minősége megfelel a fehér-fekete 1000-soros képbontás minőségének. Ennek az a magyarázata, hogy szemünk a színes képről sokkal több információt kap, mint a fekete-fehér képről.

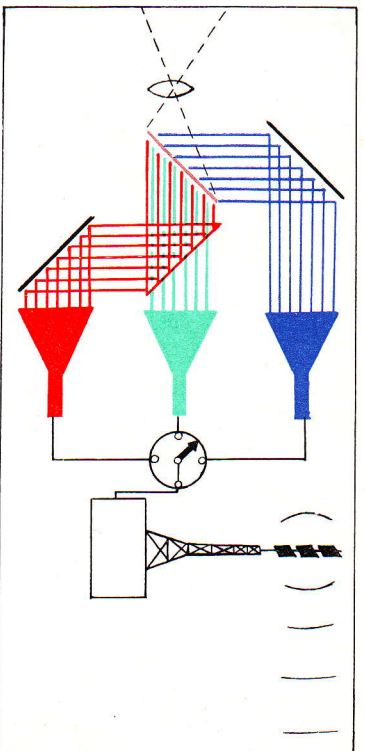
A korszerű színes televízió. A színes televízió fejlesztése során szükségessé vált olyan rendszer kidolgozása, amely alkalmas arra, hogy a fehér-fekete televízió-vevőkészülékek tulajdonosai is vehessék a színes televízió-adásokat, természetesen fehér-fekete színben. Nem szabad ugyanis elfeledkezni arról, hogy nagyon sok fehér-fekete adásra berendezett vevőkészülék van már forgalomban. Természetesen arra is szükség van, hogy a színes televízió-vevőkészülékek tulajdonosai a fehér-fekete adást is vehessék, természetesen nem színesen.

Az olyan televízió-átviteli rendszert, amelyik ezt a feltételt teljesíti, **kompatibilisnek** (összetérőnek) nevezzük.

A kompatibilis színes televízió-átvitel azt a jelenséget hasznosítja, hogy a különböző színeket nemcsak a három alapszín egy bizonyos csoportjából (pl. piros, zöld, kék) lehet előállítani, hanem igen sokféle csoportosításban lehet három olyan alapszín található, amelyik a színek kikeverésére alkalmas. Elméletileg az is lehetséges, hogy az egyik ilyen „alapszín” a fehér; ez esetben azonban a másik két alapszín sok szín előállításakor nem hozzáadandó, hanem kivonandó a fehérből, tehát „negatív” színek kellene lennie. Ez a másik két alapszín a valóságban mint igazi szín nem létezik, a nekik megfelelő képletek azonban előállíthatók.

A kompatibilis színes televízió-berendezés a fentiek figyelembevételével a következőképpen működik: az adóállomáson a közvetítendő képet a piros, zöld, kék alapszínre bontva három külön képbontósó veszi fel. Ezek képleit egy feszültségosztók csoportjából álló kapcsolási elembe vezetjük, amely minden képleljből egy bizonyos, pontosan meghatározott részt vezet három újabb csatornába. Az újabb csatornák közül az egyikbe olyan feszültséggel jutnak el a képletek, hogy összegük pontosan egyenlő azzal, ami akkor keletkezne, ha a képbontósóvevek nem színes, hanem fehér-fekete képet „látnának”. Ez a csatorna tehát a szabványos fehér-fekete képet továbbítja. A másik két csatornába csak akkor jut képlel, ha a képbontósóvevek által felvett kép nem fehér-fekete, hanem színes. Ezekbe a csatornába olyan képlel jut, amelyiknek nem felel meg valóságos fizikai szín, mivel a képlelek feszültségeinek egy része nem összeadással, hanem kivonással jött létre. (Ezt a műveletet elektromosan könnyű megcsinálni, mert nem kell mást tenni, csupán ellenkező polaritással hozzáadni a kivonandó képlelet a másikhoz.)

A kompatibilis színes vevőkészülékben a képlelek szétosztásának folyamatát egy másik feszültségosztóból álló rendszer pontosan fordított irányban végzi el, és újból előállítja a piros, zöld és kék alapszínnek megfelelő képleteket. Ezekkel a képletekekkel azután a már ismertetett módon lehet a három képlekző csövet működtetni. Az ilyen készülék tehát a kompa-



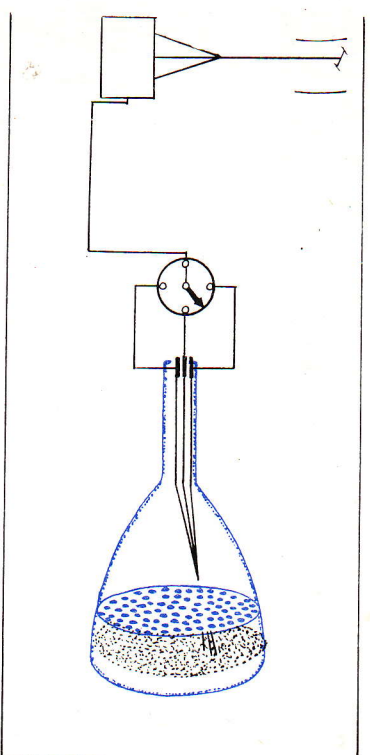
137. ábra. Korszerű

tíbilis rendszerű színes adást az eredeti színeknek megfelelően közvetíti. Ha ilyen adást fehér-fekete kép vételére alkalmas vevőkészülékkel vesszünk, a készülék csak az első, a fehér-fekete információt tartalmazó csatornát fogja venni, a színes adást tehát fehér-feketén veszi. Ha pedig kompatibilis színes televízió-vevőkészülékkel vesszünk fehér-fekete adást, ez ugyanannak az esetnek felel meg, mintha a kompatibilis vevő adóállomása fehér-fekete képet közvetített volna; ez esetben — mint már mondtuk — csak a fehér-fekete csatorna visz át képeket, és ezeket a kompatibilis vevőkészülék fehér-feketén adja vissza (137. ábra).

Olyan országokban, ahol a televízió már nagymértékben elterjedt, az egymás mellett levő adóállomások képcsatornáit elfoglalják a teljes rendelkezésre álló sávot, és nem engedik meg, hogy a színeközvetítéshez szükséges segédcsatornákat az adóállomások fehér-fekete csatornáik közé elhelyezzék. Kidolgoztak ezért olyan megoldásokat, amelyek lehetővé teszik, hogy a kompatibilis rendszer két másik alapszínének megfelelő információt ugyanakkora sávszélességen vigyék át, amely az eredeti fehér-fekete adók képejének felel meg.

A sávszélesség csökkentésének első módja, hogy a segédcsatornákat kisebb sávszélességgel viszik át. Ez azért lehetséges, mivel a szem feloldóképessége a színekre nézve sokkal kisebb, mint a fehér-fekete csatornán átvitt rajzra. Az átvitel ahhoz hasonlít, amikor a festő először ceruzával megrajzolja a kép finom részleteit, azután pedig csak a nagyobb felületeket festi át színnel. Második egyszerűsítésként a két segédcsatorna átvitelére közös hordozóhullámot használnak, ezt különleges modulációs eljárással úgy modulálják, hogy a két moduláció nem zavarja egymást, és a vevőkészülékben egymástól szétválasztható.

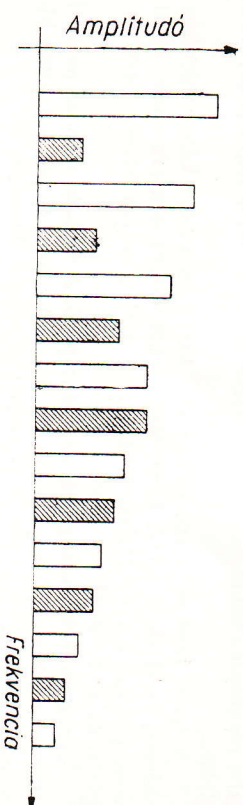
A harmadik, leglényegesebb megtakarítás azon a megfigyelésen alap-



színes televízió-rendszer

szik, hogy a televízió-képjel nem tölti ki teljesen az átvitel céljára lefoglalt csatornát. A képlelek frekvenciasávjára nem folytonos, hanem a sorfrekvencia többszörösének megfelelő távolságban elhelyezkedő frekvenciacsoportokból áll, amelyek között üres helyek vannak. A segédfrekvenciákat el lehet helyezni ezekre az üres helyekre, mivel a segédfrekvenciák frekvenciasávjára is ugyanilyen távolságra levő frekvenciacsoportokból áll (138. ábra).

A vevőkészülékben a fehér-fekete információt tartalmazó alaphordozó hullámot elválasztják a színes jeleket átvivő segédhordozó hullámtól, majd a segédhordozó hullám kétféle modulációját is elválasztják egymástól. Természetesen olyan országokban, ahol a frekvenciasávban elegendő



□ Fehér-fekete képiel frekvenciacsoportjai a frekvenciasávban

▨ Színes, segédhordozó frekvencia-csoportjai a frekvenciasávban

138. ábra. A színes segédhordozó frekvenciacsoportjainak elhelyezése a fehér-fekete képiel frekvenciasávjának „üres” közleiben

hely van, nem szükséges a kompatibilis színes televízió-átvitel céljára ilyen bonyolult megoldást alkalmazni, hanem elegendő, ha a fehér-fekete képlelet az egyébként is fehér-fekete átvitel céljára alkalmas csatornán közvetítik, a színes képleletet pedig két külön keskenyebb sávon.

A három-elektronsugaras színes képcső. A képcsőgyártás fejlődése lehetővé tette, hogy a három képcső helyett csak egyet használjunk. Ez a képcső a közönséges képcsőektől annyiban különbözik, hogy az ernyő világító anyaga nem folyamatos réteget képez, hanem kis pontokból áll, amelyek háromszögek csúcspontjaiban helyezkednek el egymás mellett. A háromszögeket képező pontok az elektronsugarak hatására piros, zöld, illetve kék színben világítanak. Az egész képernyőn kb. 200 000 ilyen háromszög van, tehát hatszáz ezer világítópont.

A cső belsejében, az ernyő közelében egy vékony fémtárcsa helyezkedik el, amelyen 200 000 nyílás van. A nyílások nagysága nagyjából megegyezik a világítópontok nagyságával. A tárcsa nyílásai a pontok által képzett háromszögek középpel szemben vannak.

Az elektronsugár nem egy, hanem három katódja van, és a cső ernyőjére — pontosabban fémtárcsájára — egy elektronsugár helyett három irányul. Ezeket a sugarakat úgy fókuszáljuk, hogy mindegyik a tárcsa ugyanazon nyílásán halad keresztül. De mivel a sugarak különböző pontokból (katódokból) indulnak ki, a nyíláson való áthaladás után bizonyos szögben elérnek egymástól, és mindgyük sugarát fénylő pontjára esik: az egyik sugarat a pirosra, a másikat a zöldre, a harmadik a kékre (137. ábra).

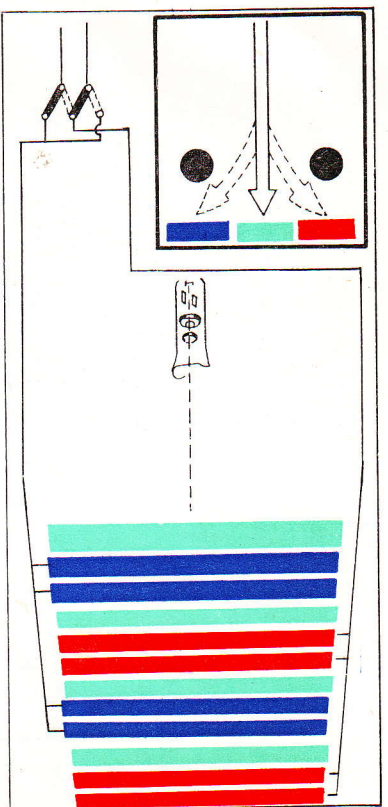
Az igen rövid ideig világító különböző színű pontok fénye szemünkben összeröplök, és a színes pontok fényerejének viszonyától függően a megfelelő szín érzékeltetését keltik. Ilyen képcső használata tehát feleslegessé teszi a régebben alkalmazott három képcsövet, és a három kép egy ernyőre vetítését.

A leírt rendszerű színes televízió kamerája három képbontócsövet tartalmaz, amelyekre a 137. ábrán látható különleges lencserendszer vetíti a fény sugarakat. A vevőoldalon azonban csak egy képcső van, három elektronsugárral és a háromszínű ernyővel.

Az egy-elektronsugaras színes képcső. A fejlődés azonban nem áll meg. Nemrégiben egy még öletesebb televízió-képcső tervét dolgozták ki. A színes kép előállítását itt egyetlen elektronsugár biztosítja.

E cső ernyőjén 0,5 mm vékony, függőleges, különböző színben világító foszforcsíkok helyezkednek el, mégpedig a következő sorrendben: piros, zöld, kék, zöld, piros stb. Más szóval: a piros és a kék között mindig zöld csík van (139. ábra).

A képcső ernyőjén összesen 300 zöld, 300 piros és 300 kék csík van. Az ernyő belső felületén ezenkívül vékony huzalból készült rács található; a rácsot alkotó huzalok elhelyezkedése olyan, hogy minden piros és kék csík közepén egy-egy huzal halad át. A zöld csíkon nincsen ilyen huzal.



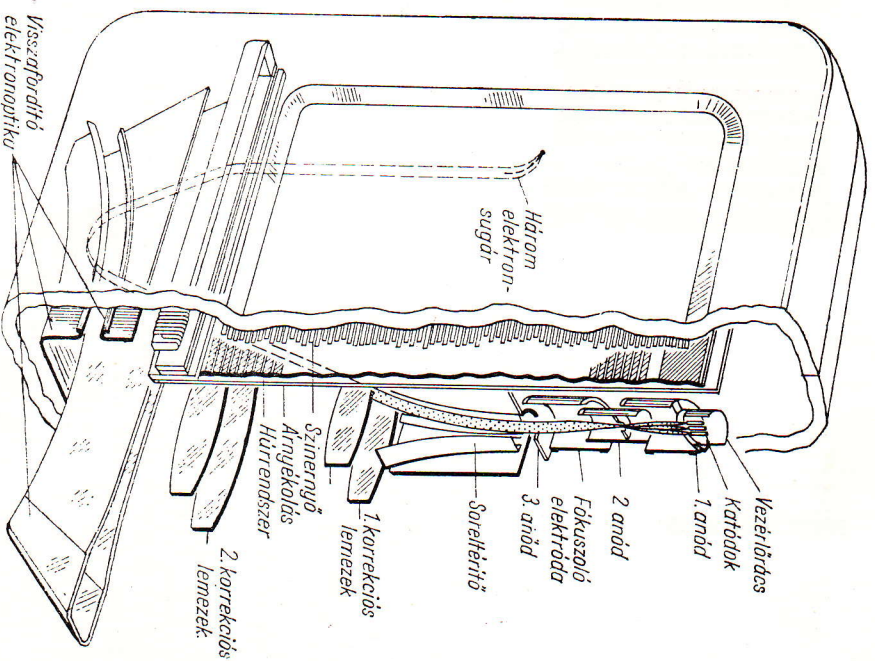
139. ábra. Az egy-elektronosugaras színes képeső elvi működése

A huzalok elektronikus kapcsoló megfelelő érintkezőjéhez csatlakoznak. Ez a kapcsoló a huzalokra 350 V-os pozitív, illetve negatív feszültséget ad. Ha a huzalra nem adunk feszültséget, az elektronsugár az ernyőt elhajlás nélkül éri, és a zöld csíkra esik. Ha azonban pl. a piros csíkon keresztül haladó huzalokra 350 V kerül, a szomszédos kék csíkokon áthaladó huzalokra pedig — 350 V, akkor a 700 V-os feszültségkülönbség hatására az elektronsugár a piros csík felé hajlik el, azt bombázza, aminek következtében az ernyő piros színben világít.

Ha a huzalokra kapcsolt feszültséget megváltoztatjuk, ha tehát a pozitív feszültséget a kék csíkon áthaladó huzalokra, a negatív feszültséget pedig a piros csík huzaljaira adjuk, akkor az elektronsugár a kék csíkot éri.

Az adóoldalon a képbontás elektronikus kapcsolóval sorjában először a piros, majd a zöld, végül a kék képbontócsővel történik; a vevőoldalon is hasonló kapcsolóval a pozitív feszültséget először a piros huzalokra, a negatívot pedig a kék huzalokra kapcsoljuk, majd a feszültségeket teljesen megszüntetjük, végül a pozitív feszültséget a kék huzalra, a negatív feszültséget pedig a piros huzalra adjuk. Ennek eredményeképpen a képsőben az elektronsugár az ernyő előtt két járulékos mozgást végez. Hol irányát változtatlanul megtartva éri az ernyőt, hol kissé jobbra, hol pedig kissé balra tér el. Az ernyőn tehát erősebben-gyengébben világítanak a különböző színek, amelyeknek összehatása a kép eredeti színét kelti szemünkben.

Itt kell azt is megjegyeznünk, hogy az ismertetett képsővek mind-egyikében az ernyő színes pontjai csak akkor világítanak, ha megfelelő jel érkezik az adóól. A helyes működés attól függ, hogy a bonyolult vezérlőberendezések helyesen működnek-e. Ha pl. a jel csak egy tízmilliomod másodpercet késik, vagy ugyanennyit siet az elektronsugár mozgásához képest, akkor már a szomszédos szín világít, és a színhűség megszünik.



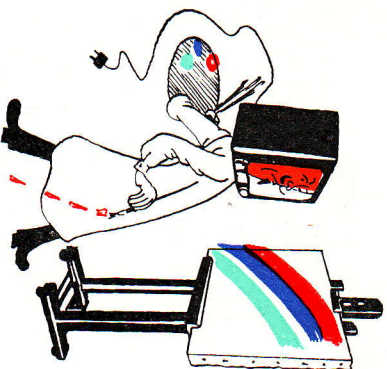
140. ábra. Lapos képcső metszete

A lapos képcső. A színes képcsővevekről beszélve, nem feledkezhetünk meg a lapos képcsőről sem; ezt a képcsőfejlesztés igen nagy jelentőségű vívmányának tekinthetjük. A lapos képcső kifejlesztése a magyar származású Gdhor Dénes nevéhez fűződik.

A képcső jellemzője, hogy színes képek visszaadására alkalmas és geometriai méretei szokatlanul kicsinyek. Pl. ha az ernyőtől 30 cm, a cső mélysége mindössze 9 cm, és még 53 cm-es ernyőtőló esetén is alig 12 cm. A képcső felépítését a 140. ábra mutatja; működési elve röviden a következő:

A három alapszínnek megfelelően a három elektronsugár három katódból származik. Ezeknek közös elektródarendszerük van, amelyek az elektronsugarak megfelelő kialakulását biztosítják, és függőlegesen lefelé irányítják őket. A soreltérítő lemezpár az elektronsugarakat sorirányú mozgásra kényszeríti. A továbbiakban láthatjuk a korrekciós lemezeket és a visszafordító elektronoptikát. Ezeknek bonyolult elektromos és mágneses erőterei arra kényszerítik az elektronsugarakat, hogy a képcső közepén elhelyezkedő drnyékólemezt megkerülve, az ernyővel párhuzamosan függőlegesen felfelé haladjanak. Természetesen egy időben a sugarak oldalirányban is mozognak a soreltérítő lemezek hatására. Eközben a színnyelő és a hűrendszert között levő elektronsugarak a hűrendszert hatására az ernyő felé fordulnak, és azt bombázzák. Az elhajlítás az ernyő felé olyan, hogy egy sor kirajzolása után az elektronsugár egy sorral lejjebb kezdje meg újítá mindaddig, amíg az ernyőn az utolsó sor is megjelenik, és kialakul egy teljes képmező. Ezután a folyamat felülről újból kezdődik.

A lapos képcsőben a színek visszaadása hasonló a már ismertetett három-elektronsugaras képcső színvisszaadásához. A három katódot külön-külön vezérik. Az ernyő világitóbevonata előtt színnyelő van, ami tulajdonképpen egy lyukrendszer. Ezen keresztül az elektronsugarak csak a saját színnek megfelelő ernyőpontot érhetik el.



A háromdimenziós televízió

A háromdimenziós televízióról beszélve mindenkéltét meg kell említenünk, hogy a kérdés néhány évvel ezelőtt sokkal jobban izgatta a kedélyeket, mint manapság. Ennek két oka van. Először is: az elektronikus megoldású háromdimenziós televízió elve ma már tisztázott; ha gyakorlati bevezetésre sor kerülne, csak technikai kérdéseket kellene megoldani. Másodszor: a háromdimenziós televízió vetélytársa a színes televízió. A színes televízió-adások azt bizonyítják, hogy a színes televízió-kép sokkal jobban megközelíti a természetességet, mint ahogyan az kezdetben látszott.

A háromdimenziós televízió kérdése valószínűleg majd csak akkor kerül napirendre, amikor a színes televízió már általánosságban leváltotta a jelenlegi fehér-fekete televíziót. A háromdimenziós televíziót csak mint érdekességet ismeretjük nagy vonalakban, olyan mértékben, hogy megvalósítási lehetőségét megérthessük.

A látott tárgyakat két szemünk különbözőképpen észleli: a bal szem a tárgyat más szögben látja, mint a jobb. A nézett tárgy térbeli elhelyezésétől függően az egyik szem a tárgy egyik oldalát, a másik pedig a másik oldalát látja jobban. A két szem által látottakat az agy összerakja, és így térbeli elhelyezkedés benyomása keletkezik bennünk.

Kisérletképpen csukjuk be egyik szemünket, és a kinyújtott kezünkben levő ceruzákat hegyeikkel próbáljuk egymáshoz érinteni; ez nehezen fog sikerülni. Ennek az a magyarázata, hogy a tárgyak térbeli elhelyezkedését nem észleljük, ha csak egyik szemmel nézzük őket; így nagyon nehéz megkülönböztetni, hogy melyik tárgy van közelebb.

A síkbeli kép, pl. a fénykép még akkor sem kelt térbeli hatást, ha két szemmel nézzük. Térbeli benyomást csak az úgynevezett sztereoszkopikus felvételeken észlelhertünk. Ez kettős fénykép, amelyet két lencsével ellátott fényképezőgéppel készítettek. A két lencse közötti távolság az ember szeméi közötti távolságnak felel meg. Az első pillantásra a két fénykép között állig vehetünk észre különbséget, de azért az a kis különbség, amely a látószögek különbözőségéből adódik, elegendő ahhoz, hogy a képeket sztereoszkópon keresztül nézve (berendezés, amellyel mindkét szemünk csak egy-egy képet lát) térbelileg lássuk.

A sztereoszkopikus, vagyis a háromdimenziós televízió elvileg Nipkov-tárcsával is megvalósítható. Ennek a kezdetleges eljárásnak azonban nagy hátránya, hogy mechanikus megoldású, és csak egy ember nézheti a képet. Az adóoldalon a Nipkov-tárcsán két spirálisban helyezkednek el a nyílások. Az egyik nyílássor a képet a bal szem látószögének megfelelően bontja, a másik pedig a jobb szem látószöge szerint. A fotocellára a fény sorban hol a külső, hol pedig a belső spirális nyílásain keresztül jut.

A vevőoldalon hasonló tárcsa van, két lámpával. A vett képet sztereo-

szkópon keresztül kell nézni, amelyben a bal szem a bal lámpától jövő fényt, a jobb szem pedig a jobb lámpától jövő fényt látja.

A háromdimenziós televízió az elektronikus képbontás eszközeivel tovább fejlődött. A képbontócső elé olyan optikai berendezést helyeznek, amely a mozaiklap egyik felére a bal szemmel látott képet, másik felére pedig a jobb szemmel látott képet vetíti. Egy kép helyett tehát két képet továbbít az adó. Természetesen a két kép finomsága kisebb, mintha csak egy képet továbbíranánk.

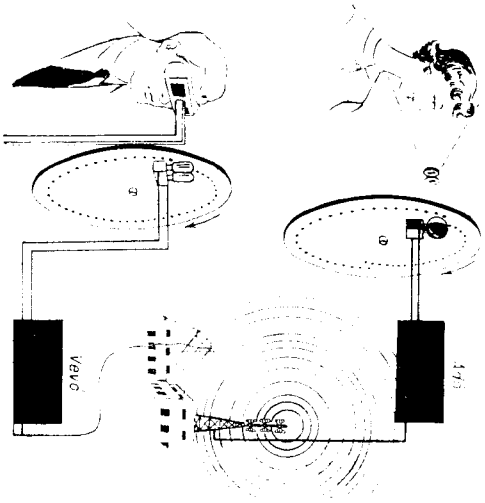
A vevőoldalon a két kép egy képcső ernyőjén jelenik meg, és sztereoszkópon keresztül lehet nézni. E rendszernek is hátránya, hogy a térbeli képet egyhelyen ülve csak egy ember nézheti sztereoszkópon keresztül.

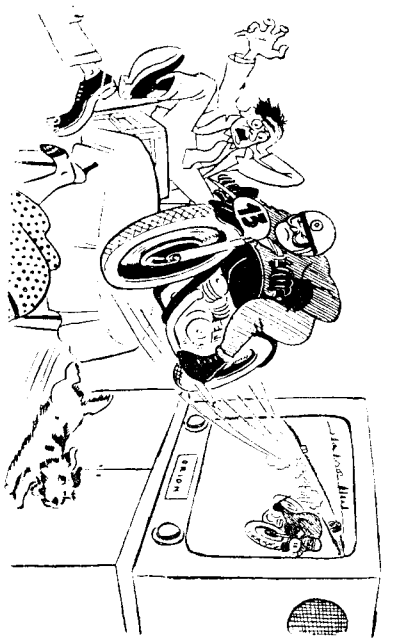
A polarizált fényt hasznosító rendszernek ilyen hátránya nincsen. A két képet itt külön-külön két képcső adja vissza; ezek ernyőinek külső felületét különleges kristályos anyaggal vonják be. Ez az anyag a kép ernyőjén megjelenő képet polarizálja.

De nézzük csak, mi is a fény polarizálása?

Az elektromágneses rezgések rezgő mozgása — mint a fény is — a hullámok terjedési irányára merőleges. Hasonlítanak ebben a hullámzó víz rézeस्कéinek rezgéséhez: a víz hullámok haladási iránya vízszintes, a vízrézeस्कék azonban függőlegesen mozognak fel-alá. Van azonban különbség is. A vízrézeस्कék rezgése csak függőleges irányú lehet, az elektromágneses rezgések iránya azonban a haladás irányára merőleges sík bármely iránya lehet. Rendszerint egyszerre vannak jelen a legkülönbözőbb irányú rezgések.

Vannak olyan anyagok — pl. bizonyos kristályok —, amelyek a rájuk eső különböző irányú fényrezgésekből leginkább egy meghatározott irányú rezgést engednek át, az erre merőleges irányút pedig nem. Az olyan fényt, amelynek rezgései közül egy bizonyos irányú rezgést kiszűrtünk, polarizált fénynek nevezzük. A polarizált fényt a köztönséges fénytől szabad szemmel nem lehet megkülönböztetni; ha azonban egy újabb polarizált kristályon át nézzük, akkor látjuk legerősebben, amikor a polarizált fény rezgési iránya megegyezik





a kristály átbocsátás irányával. Ha a kristályt 90°-kal elforgatjuk, a polarizált fényt nem látjuk.

Nos, a két képcsőről jövő fénysugarakat félig áttetsző tüskörrel egyesítik, de a sugarakat továbbra is polarizáltan hagyják. Az így kapott képet

a néző szemüvegen keresztül nézi. E szemüvegnek az üvegeit ugyanolyan kristályos anyaggal vonják be, mint a képcsövek ernyőit, tehát ezek a sugarakat bizonyos síkban polarizálva eresztik át. Pl. a bal képcső ernyőjéről jövő fény sugarak, amelyek vízszintesen polarizáltak, csak a szemüveg bal üvegén keresztül juthatnak át. A jobb képcső ernyőjének függőlegesen polarizált képe pedig csak a jobb üvegen keresztül látható. Így módon a néző olyan képet lát, amely két képből tevődik össze: mindegyik kép más-más látószögéből mutatja a tárgyat, és így annak térbeli benyomását észleli.

Természetesen a háromdimenziós televíziót még tökélesteríteni lehet és kell is ahhoz, hogy elterjedjen. A kérdés technikai megoldása nem lehetetlen, amint hogy az sem lehetetlen, hogy a televízió-vevőkészülékünkön színes térbeli képet láthassunk.

Az ipari televízió

Általános tudnivalók. Az ipari televízió a műsorszórási televízióból fejlődött ki a második világháború után. Működési elvük megegyezik: az álló- vagy a mozgóképet elektromos jelekké alakítják, ezeket vezetékkel, illetve rádióhullámok segítségével továbbítják a vételi helyre, ahol az elektromos jeleket újból képpé alakítják.

A műsorszórási fekete-fehér televízió fejlesztése ma már nagyjából lezártnak tekinthető. A fejlesztés most főleg a színes televízió területén folyik. Igaz, ma már ez is megvalósult — a Szovjetunióban és az Egyesült Államokban már rendszeres adások folynak —, de a berendezések bonyolultsága olyan nagy, hogy általános elterjedésére a közeli években nem számíthatunk. A közeljövő szempontjából sokkal nagyobb jelentősége van az ipari televízióknak, ehhez soroljuk a közlekedési, oktatási stb. televíziót is.

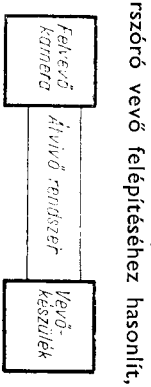
Ipari televízió olyan televízió-rendszerként értünk, amelynek nem a műsorszórási a célja. Akkor van nagy jelentősége, ha valamilyen folyamatot optikai rálátás hiányában nem figyelhetünk. A távmegfigyelésre különböző

okokból lehet szükség. Előfordulhat pl., hogy egy helyről kell ellenőrizni térbelileg szétszórt folyamatokat, vagy olyan helyzet megfigyelni, amelyet valamilyen oknál fogva nem közelíthetünk meg (nagy hőfok, robbanásveszély stb.). De szükség lehet arra is, hogy vizualatti megfigyeléseket biztosítsunk a parton levő személyek számára. Vannak továbbá olyan folyamatok, amelyek szabad szemmel nem láthatók; csak infravörös- vagy ultrahangosugarakkal deríthetők fel. Ez különösen anyagvizsgálatban és biológiai folyamatok megfigyelésében fordul elő.

Eltérítve attól, hogy néha az adott feladatot csak az ipari televízió segítségével lehet megoldani, ez még a következő előnyöket is biztosítja: a balesetek számának és a seletygyártásnak a csökkentését, a rezsiöltségek csökkentését, a megfigyelési pontosság fokozását és a vizsgált tárgy mentesítését a közvetlen nézetből.

Eltérően a műsorszórási televíziótól, az ipari televízió igen gyakran zárt láncot képez. Ez azt jelenti, hogy a felvevőkamera által szolgáltatott képiel nem kerül adóberendezésbe, és a képtovábbításra nem használunk rádióhullámokat, hanem a kamerából a képiel kábelben át jut el a vevőkészülékig.

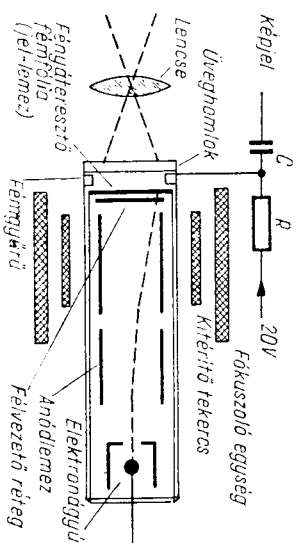
Az ipari televízió lényeges láncszemeit a 141. ábra mutatja.



141. ábra. Az ipari televízió láncszemei

azonban egyszerűbb, minthogy zárt láncról van szó, és a kamerát a vevővel kábel köti össze. Nem kell tehát nagyfrekvenciás egység, és rendszerint hangvisszaadásra sincs szükség. A leg-elevezőbb ipari televízió-vevő felépítése: képielerősítő, az elektronsugarat sor- és képiirányba kiterítő rezgékeltő és a képvisszaadást biztosító képcső. Ha a kamera és a vevő között kábel nélküli összeköttetés szükséges, akkor mind az adó-, mind a vevőoldalon bonyolultabb berendezések kellenek, a költségek tehát nagyobbak. A vevőben ekkor kell nagyfrekvenciás rész is; felépítése tehát megegyezik a kereskedelmi vevőkével. Az ilyen ipari televízió-vevőben esetleg csak a hangfrekvenciás rész és a hangszórási maradványok maradványai.

Mint említettük, az ipari televízió-láncban az adó és a vevő között általában kábel használtnak. A kábelben vagy magát a képiélet viszik, vagy a képiélet hordozófrekvenciára ültetve. A hordozó nélküli képielátvitelt kisebb távolságok esetén használják. 300 m-nél nagyobb távolság esetén az önmagában levő képiel már torzuli, ennél fogva külön torzítást megszüntető egységekre van szükség. Hordozófrekvencia használata esetén 1,5 km-es távolságot lehet áthidalni közbense erősítés nélkül. A hordozófrekvencia — amelyet a képiellel modulálunk — általában 20 és 60 MHz között szokott lenni. 5 km-nél nagyobb távolságok esetén már vezeték nélküli átvitelt célszerű használni. Ehhez azonban az adóoldalon adóberendezésre is szükség van,



142. ábra. A vidikon elvi felépítése

Képortikon használata az ipari televízióban sok esetben nehézségbe ütközik, mivel méretük viszonylag nagy. Kis helyre való beépítésük lehetetlen. Az ipari televízióban manapság úgyszólván kizárólag a „vidikon” elnevezésű képbontócsövet használják, amelynek kis mérete (átmérője esetleg csak 2 cm, hossza pedig 12 cm) és nagy érzékenysége megfelel az ipari követelményeknek. A vidikon hátránya a bizonyos fokú tehetetlenség, ennek azonban az ipari televízió szempontjából alig van jelentősége.

A vidikont az utóbbi években fejlesztették ki. Viszonylag egyszerű, s ennek megfelelő olcsó képbontócső. Működési elve is lényegesen különbözik az ikonoszóp és a képortikon működési elvétől. A vidikon nem a külső fényelektromos hatást használja, hanem a belsőt. Mint tudjuk, ez azt jelenti, hogy fény hatására a félvezető anyag megváltoztatja ellenállását. A vidikon működése és tehetetlensége attól függ, hogy milyen jól választottuk meg a félvezetőanyagot, illetve a félvezetőréteget kiképzését.

Elvi felépítését a 142. ábra mutatja. A fényre érzékeny félvezetőréteg fényáteresztő fémfóliára van felvíve, ennek ugyanaz a szerepe, mint az ikonoszóp jel-lemezének. A jel-lemez fémgyűrűn át az R terhelőellenálláshoz csatlakozik. A fémgyűrűhöz van hozzáforsztva a cső üveghomlokjához. A félvezetőrétegen sötétben igen nagy az ellenállása, fény hatására azonban csökken; ennél erősebb fény éri, annál kisebb az ellenállása.

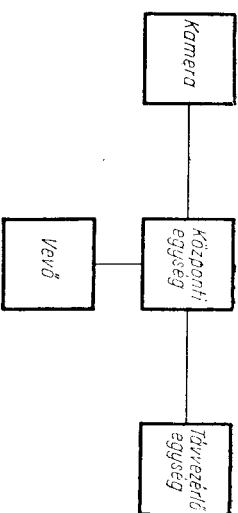
A réteget az elektronágyúból kiáramló elektronsugár tapogatta le, és felületének feszültségét közelítőleg az elektronágyú katódjának feszültségével megegyező értékre állítottuk be. A jel-lemezre pedig a katódhoz képest kb. 20 V-os feszültséget adunk. A fény hatására a letapogató sugárral a rétegre szállított elektronok (egy kép továbbításának megfelelő időn belül) a rétegen keresztül fokozatosan átmennek a jel-lemez oldalára, mégpedig annál több elektron, minél erősebb a fény. Ennek eredményeképpen a következő letapogató kezdetéig a rétegen pozitív töltések jelentkeznek; megkapjuk a továbbítandó kép elektromos mását.

a vevőoldalon pedig — mint láttuk — a szokásos felépítésű vevőre. Ilyen esetben az ipari televízió-lánc sokkal többbe kerül, mint az egyszerűbb zárt lánc.

A vidikon. A műsorszórásban elterjedt képbontócsövek, aszuperikonoszóp és a

Amikor az elektronsugár az elektromos kép egyes pontjaihoz ér, kisüti a pont felhalmozott töltését, aminek következtében a terhelőellenálláson negatív polaritású impulzust kapunk; a tulajdonképpeni képjelét.

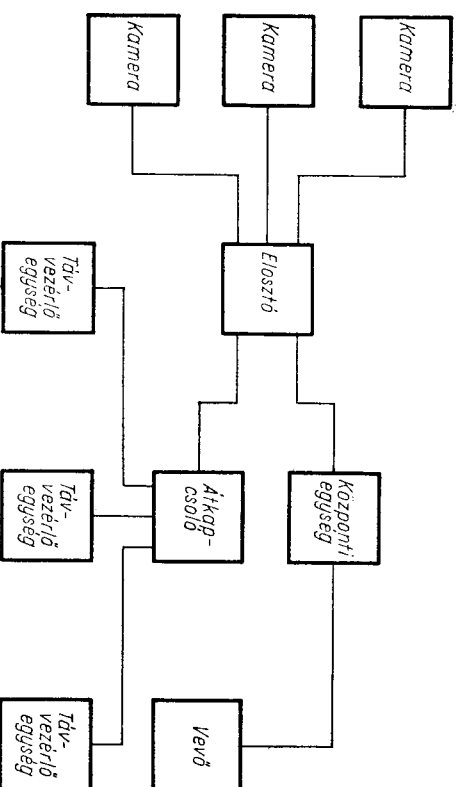
A vidikonban fél-



143. ábra. Az ipari televízió tömbvázlata

vezetőként általában szelént, kadmiumtrisulfidot használnak. Érzékenysége igen nagy; ha a viszonylagos lencsenyílás 1 : 2, akkor 50—100 luxos tárgymegvilágítás esetén már kifogásalán képet kapunk. Felbontóképessége 600 sor körül van.

A zárt rendszerű ipari televízió tömbvázlatát a 143. ábra mutatja. A felvevőkamerában levő vidikon jel-lemezére lencse vetíti a továbbítandó optikai képet. A jel-lemez elektronsugárcső tapogattja le. A cső kimenetén a kép egyes pontjai világosságának megfelelő nagyságú jeláramot kapunk. A kamerában levő előerősítő e jeleket felerősíti, ezután a kábelben át a központi egységbe kerülnek. A képjelék a kezelőegységtől kábelben keresztül a vevőhöz jutnak, vagy e jelekkel a hordozófrekvenciát modulálhatjuk, hogy így nagyobb távolságot hidalhassunk át. Nagyfrekvenciás hordozóként valamelyik televízió-csatornát használhatjuk, ez esetben a kereskedelemben kapható vevő minden átalakítás nélkül használható megfigyelésre. A központi egység a szinkronozó fokozatokat és a tápdramforrdst tartalmazza. A távvezetőben



144. ábra. Központi egység több kamerával

helyezkednek el azok a szervek, amelyek az egész berendezés üzemeltetését biztosítják.

A központi egységhez több vevő is csatlakoztatható. Néha az is szükséges, hogy egy központi egységhez több felvevőkamerát kapcsoljunk. Ilyen esetet a 144. ábra mutat. A három felvevőkamera tetszés szerinti, egymás után kapcsolható be az átkapcsoló egységgel.

Az ipari televízióval kapcsolatban mint érdekességet említettük meg a kép spirál alakú letapogatását, illetve visszaadását. Néhány ipari televízió-rendszerben ugyanis ezt az eljárást használják. E rendszerben a képbontó-csőben az elektronsugár útja a jel-lemez letapogatásakor nem sorirányú, hanem spirál alakú. Ennek megfelelően a kapott kép sem négyzet alakú, hanem kör alakú. A megoldás elektromos felépítés szempontjából előnyös, hanem kör alakú. A megoldás elektromos felépítés szempontjából előnyös, mert igen egyszerű. Az elektronsugár kiterítéséhez nincs szükség fűrészfog-alakú feszültségekre, hanem csak két, egymáshoz képest 90°-kal eltolt szinuszfeszültségre. Ezáltal elektronsöveket lehet megakartítani, ami az egész berendezést olcsóbbítja.

Az ipari televízió alkalmazása. Végezetül áttekintést adunk a felhasználási lehetőségekről a teljességre való törekvés nélkül. A televízió az ipar minden ágában felhasználható távolági felügyeletre és a koordináció ellenőrzésére, kapufelügyeletre, épületek és helyiségek őrzésére, a fűtésáramon végbemenő munkafolyamatok ellenőrzésére, rajzok és adatok továbbítására stb.

A bányászokban segíti a nehéz helyeken végzett fúrásokat, a csillék forgalmának központi ellenőrzését, a balesetelhárítást. Az erőművekben felhasználható a vízállás figyelésére, az égési folyamatok ellenőrzésére, a kéményekből távozó füst mennyiségének és minőségének megítélésére stb.

A televízió segítségével veszélytelenül figyelhetjük az atomhasadési folyamatokat, amelyek nagy radioaktívítással járnak együtt.

A kohászatban a televízióval távolról nézhető és ellenőrizhető az olvasztás, a lecapolás. A hosszú hengerek egy helyről könnyen áttekinthetők.

A vasúti forgalomban televízióval ellenőrzik a váltók állását, a vagonok rendezését, a vagonszámokat. Nagyvárosokban a közlekedésrendészet központi helyről figyeli a nagy közlekedési csomópontokat.

A repülésben és a tengerészetben a kikötő, illetve a repülőtérről átvett radarkepeket televízióval továbbítják a hajóra, illetve a repülőgépre. Ilyen módon lehetséges a „vakleszállás” és a „vak kikötés” egyik módja.

A halászok a televíziót felhasználhatják a halfalkák vizuális felderítésére. De segít a televízió a búvároknak is. A televízió vizuális felhasználása lényeges időmegtakarítást és biztonságot jelent a búvárnak. Lehetővé teszi az előzetes tájékozódást az elvégzendő munka felől. Az irányítószerveknek is nagy segítséget nyújt, mivel vizuális televízió-berendezésekkel búvár nélkül is lehet mechanikai fogókat és emelőket üzemeltetni. Előnye még, hogy olyan nagy

áramlások alkalmazásával is használható, amikor a búvár leszállása kockázatos lenne. A televízió-kamerát olyan mélységbe is le lehet eresztetni, amelyeket ember nem érhet el. A televízió-kamera által adott képet tetszőleges számú szakértő nézheti, illetve vizsgálhatja anélkül, hogy le kellene szállniuk a mélységbe.

A tudományban és kutatásban a televíziót gyakran használják mikroszkóppal együtt. A televízió-mikroszkóp lehetővé teszi, hogy a vevőkészülék ernyőjén megjelenő képet nagyobb számú megfigyelő egyszerre nézhesse. Mint ismeretes, mikroszkóppal legfeljebb csak olyan nagyságú tárgyak képeit nagyíthatjuk fel, amelyeknek méretei nem kisebbek a fényugarak hullámhosszainál. Mivel a szemünk számára láthatatlan ultrahullámugarak hullámhossza sokkal rövidebb a fényugarak hullámhosszával, a televízió itt is segíthet. A vizsgálandó tárgyat ultrahullámugarakkal világítjuk meg, és azt a mikroszkópon keresztül az ultrahullámugarakra érzékeny képbontócsővel „nézzük”. A képbontócső által felvett kép a vevőkészülék ernyőjén látható.

A legjobb sebészeti könyvek sem pótolhatják azt, amit az orvos-tan-hallgató tapasztalhat, miközben a bonyolult operációkat végignézi. A műtőasztal körül azonban legfeljebb csak néhány ember állhat, elsősorban azok, akik segídeknek. A többi jelenlévő vajmi keveset láthat. A televízió itt úgy segít, hogy a műtőasztal fölé televízió-kamerát helyeznek, amely az előadóterembe közvetíti a hallgatóknak a műtét egész lefolyását a műtétet végző orvos szemközéből.

A televíziót a meteorológiában és a hidrológiában is használják. A nagy magasságokra kilőtt rakétába televízió-kamerát helyeznek, s így a Földről lehetséges a légréteg fölötti világ figyelése. Hasonló a helyzet a nagy tengerszélességek vizsgálatánál is.

A televízió helyet kapott a modern hadászaton is. Televízió-kamerákat építenek be a távirányítású lövedékekbe, rakétákba, és a kilövőhelyről figyelt kép alapján igyekeznek biztosítani a pontos célzást. Televízióval közvetítik a sürgős stratégiai terveket, vázlatokat, figyelik az ellenség állását. Már a második világháborúban használtak olyan televízió-kamerákat, amelyek képbontócsőve az infravörös sugarakra érzékeny. Éjjel infravörös-fényszűrő-kal (ezek sugarait az emberi szem nem látja) megvilágították a célpontokat, és televízió-vevőkészülékkel figyelték azokat anélkül, hogy az ellenség erről tudomást szerezhetett volna.

A videotelefon

A televízió felhasználási lehetőségeiről beszélve, nem feledkezhetünk meg az utóbbi időben mind gyakrabban emlegetett videotelefonról sem. Bár a videotelefont nem sorolhatjuk minden további nélkül az ipari televízióhoz, de a műsorörző televízióhoz se tartozik, a televízióknak egy külön ágát képezi.



145. ábra. Videotelefon

A videotelefon lehetővé teszi, hogy az egymással összeköttetésben lévő felek ne csak beszéljenek, hanem lássák is egymást (145. ábra). E lehetőség megvalósításának gondolata már eléggé régi. Hiszen a képátvitel első megoldási kísérlete vezetékkel is inkább a videotelefonnal hasonlítható össze, mint a mai televízió-műsorátvitellel, a telefon és televízió kombinálásának első gyakorlati megvalósítása pedig a 30-as évekből származik. A német posta néhány nagyobb városban nyilvános telefonállomásokat üzemeltetett, amelyek nemcsak a hangot, hanem a képet is továbbították a beszélő felekhez. A videotelefon e kezdeti korában a képbontást Nipkov-tárcsával végezték.

Ez a rendszer azonban nem terjedt el, sőt a felállított állomásokat meg is szüntették. A rendszer elvetésének okát könnyen megérthetjük a következők alapján: a postai telefonvezetéseket és erősítőket úgy tervezték, hogy a hangfrekvenciák átvitelére szolgáljanak, mégpedig azon hangfrekvenciák átvitelére, amelyek a beszéd megértéséhez szükségesek. Ez azt jelenti, hogy a felső határfrekvencia 3400 Hz körülül. Az ennél nagyobb frekvenciákat az

átviteli rendszer torzítja. Nos, a videotelefon elterjedésének alapfeltétele, hogy a meglévő postai vezetéseket felhasználhassanak; ehhez a videotelefon össz-sávzárlés-ségének igen kicsinek kell lennie.

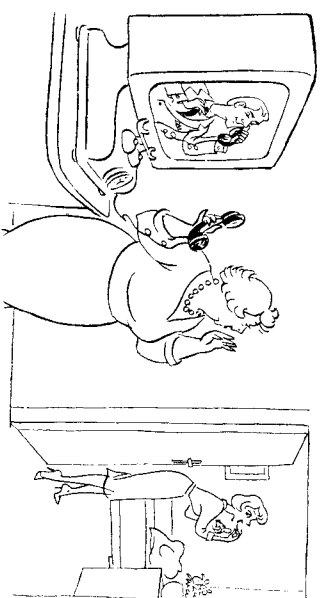
Mivel a német posta által bevezetett videotelefon-rendszernek felső határfrekvenciája sokkal nagyobb volt, mint 3400 Hz, az állomások összekötésére különleges kábeleket kellett használni; ez az üzembe helyezett igen megrágtatóta. A rendszer tehát eleve halálra volt ítélt. Elképzelhetetlen ugyanis, hogy a videotelefon kedvéért kicseréljék az egész postai vezeték-rendszert.

Ezek után azt mondhatnók, hogy a videotelefonnak nincsen jövője. Mint láttuk, a jó képminőség eléréséért a műsorzó és az ipari televízió frekvenciasávzárlásossága több MHz. Milliós nagyságrendű a postai vezeték ezres nagyságrendű határfrekvenciájához képest. Új utakat kellett tehát keresni a videotelefon megvalósításához.

Pár évvel ezelőtt a Bell vállalat nyilvánosságra hozta a videotelefon fejlesztésének legújabb eredményeit, amelyek eléggé biztatók olyan szempontból, hogy a gyakorlati követelményeket kielégítsék. Ez a rendszer a meglévő postai vezetékkel és berendezésekkel használható, mivel nem haladja meg a 3400 Hz-es felső frekvenciahatárt. Természetesen szó sem lehet 625-soros képbontásról és másodpercenként 25 képről. Az átvihető igen keskeny frekvenciasávzárlásosság erősen korlátozza a képpontok számát: 60 sorral dolgozik, soronként 40 képponttal. Minthogy a képek eléggé kicsik — 75 × 50 mm-nél nem nagyobb képekről van szó, amelyeket 30—60 cm-ről szemlélnek, a beszélő félnek pedig csak a feje látható — a kis képpontszám ellenére is a rendszer jól felismerhető képeket biztosít.

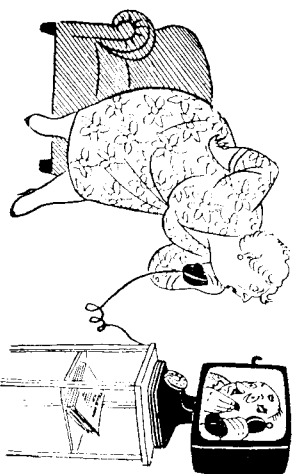
A másodpercenkénti képek számát illetően a helyzet a következő: ha másodpercenként 20 képet továbbítanánk, az már elegendő lenne ahhoz, hogy mozgó képeket kapjunk. Azonban ez túl sok; a frekvenciasávzárlásosság a megengedettnél jóval nagyobb lenne, 48 KHz. A megoldás kézenfekvő, csökkenteni kell a másodpercenként továbbított képek számát. Sőt, hogy a sávzárlásosság ne okozzon problémát, csak két másodpercenként továbbítunk egy képet. Ez azonban már nem televízió, hanem egy igen gyors képtáviró. Valójában az, de videotelefonnak megfelel.

A rendszer elvi működését, illetve gyakorlati megvalósítását a következők foglalhatjuk össze: $1/20$ s-os felvételt készítünk és a felvételt 2 s alatt továbbítjuk az ellenálláshoz. Az összerakott kép további 2 s-ig meg-



marad az ellenállomás ernyőjén, amikor is újabb kép érkezik. Ezen „idő-húzásra” több technikai lehetőség is van. A megértés szempontjából a leg-egyszerűbb talán az, hogy a felvételt által az $1/20$ s alatt kapott képeleket — maximálisan $60 \times 40 \approx 2400$ képpimpulzus — magnetofonszalagra vesszük fel, majd ezeket a jeleket 2-s-os időtartamban játszunk le a vezetékre. A vevő-oldalon a bejövőjeleket szintén szalagra rögzítjük (2 s alatt), hogy aztán $1/20$ s alatt a képeleket lejátszunk. Hosszú utánvilágítású képcső szükséges azonban, hogy egy-egy kép 2-s-ig látható legyen. A közben befutó következő kép egy másik képcsőre kerül. Arról, hogy a szemlélő mindig a megfelelő képcső képét lássa a képernyőn, optikai berendezés gondoskodik.

A képnak postai vezetéken történő átviteléhez szükséges kis frekvencia-sávzsélesség így módon biztosítható. Az ismertetett videotelefon-rendszer hordozófrekvenciája 1200 Hz. Amplitúdómodulációval dolgozik, két oldal-sávval, 600—1800 Hz között. A videotelefon elterjedésének legnagyobb akadályra tehát áthidalatlank tekinthető.



FÜGGELÉK TUDNIVALÓK A KÉPCSŐRŐL

Személyi és anyagi biztonság szempontjából a képcsőről a következőket fontos tudnunk. A képcső belseje, mint ismeretes, légritkított. A vákuum olyan nagy mértékű, hogy a légkör nyomása a cső falára cm^2 -enként kerekén 1 kg. Az üvegre tehát, amelyből a képcső ballonja készül, igen nagy terhelés hat. Természetes, hogy ha a cső valamilyen ok miatt megsérül, a nagy terhelés következtében szinte robbanásszerűen törik össze. Ballonja ezernyi apró szilánkra esik, és ezek minden irányba nagy sebességgel szétrepülnek. Az útközbe kerülő anyagban nagy kárt tehetnek. A képcső robbanási veszélyéből tehát következik, hogy nagyon óatosan kell bánni vele.

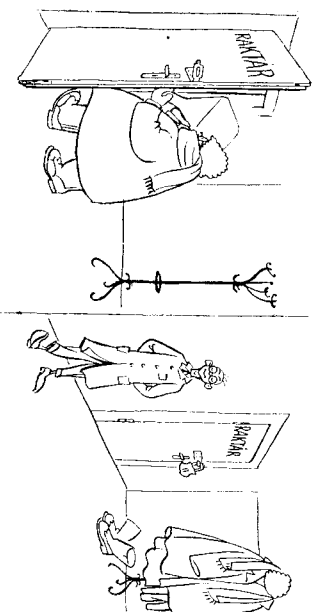
Somogolatlán képcsőhöz csak akkor nyúljunk, ha megfelelően fel vagyunk öltözve. Viselünk arcvédőt, gyapjúruhát, kesztyűt, nyakvédőt sálatt. Képcsövet csak csomagolt állapotban szállítsunk. Ugyanez vonatkozik a tárolásra is. A képcsövet a dobozból úgy emeljük ki, hogy az ernyő széléit fogjuk. Ne tegyük le úgy, hogy az ernyő egyik szélén és a nyakvégen fekvődjön. Az ernyővel lefelé puha filcre vagy gumilapra állítsuk.

A képcsövet óvniunk kell mindenféle mechanikai sérüléstől, karcólástól, ütéstől stb. Nyakát semmi esetre se terheljük, se szállítás, se tárolás közben, sem pedig a készültkébe való elhelyezéskor.

A képcső előtt levő védő plexilapot nem szabad eltávolítani a készültkéből. Ez védi a képcsövet a külső sérüléstől, a nézőt pedig az esetleges robbanás következményeitől.

Ha a képcső nyakán ioncsapdamágnes van, azt helyesen kell beállítani; különben a képernyő nem világít. A helyesen beállított ioncsapdamágnes az ernyő maximális világosságát biztosítja.

A képcsővel kapcsolatos legjobb tanács pedig: csak szakember nyúljon hozzá, akinek megvan a kellő gyakorlatja és felszerelése. Képcsőcserehez és a képcső ernyőjének tisztításához vegyünk tehát igénybe a szervizt.



A NAGY TÁVOLSÁGÚ TELEVÍZIO-VÉTEL

Az utóbbi időben mind gyakrabban hallani a nagy távolságú televízió-vételről. Erdemes tehát e kérdéseknek pár sort szentelni.

Az ultrarövidhullámok terjedésével kapcsolatban három zónát különböztetünk meg. Az első zónában az adóállomás és a vevő között megvan az ultrarövidhullám-átvités. A második zónában az adó és a vevő között nincsen átvitél, de az adó vétele még lehetséges. A harmadik zóna a *holtzóna*, ahol az adóállomás normál körülmények esetén, pontosabban, rendszeresen nem vehető. Nos, ha a holt zónában esetenként sikerül a televízió-adást venni, akkor *nagytávolságú televízió-vételről* beszélünk.

Az első zónában a vétel könnyen érthető. Az adó és a vevő között ultrarövidhullámú átvitél van, a vételnek tehát nincsen akadály.

Az ultrarövidhullámú átvitélrel kapcsolatban a következőket tudnunk. Ez az átvitél valamivel nagyobb, mint az optikai. Az ultrarövidhullámok ugyanis a légrétegen keresztül haladva némileg hajlanak. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a látóhatáron túl még bizonyos távolságig a Föld felülete közelében vannak. Az ultrarövidhullámok Föld feletti hatótávolsága tehát valamivel nagyobb, mint a fényé.

Az ultrarövidhullámok légrétegben való elhajlása következtében az ultrarövidhullámú átvitél — az r távolságot, amelyen belül megbízható televízió-vétel van — a következő képlettel határozhatjuk meg:

$$r = 4,1 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}),$$

ahol r a távolság km-ben; h_1 az adó-, h_2 pedig a vevőantenna magassága m-ben. Ha az adóantenna magassága 180 m, a vevőantennáé pedig 20 m, akkor a megbízható vételi távolság:

$$r = 4,1 (\sqrt{180} + \sqrt{20}) \approx 73 \text{ km.}$$

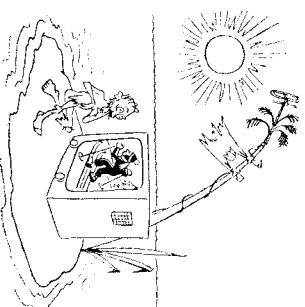
Ezen a távolságon túl az adóállomás térférsége rohamosan csökken. A második zónában a vételhez már jól frányítható többelemes antennákat kell használnunk, amelyeket célszerű magas pontra felállítani. A vétel itt néha lassan vagy hirtelen leromlik, majd később újból megjavul. A második zónában a vételhez természetesen csak nagy érzékenységgű készüléket használhatunk.

Régebben azt hitték, hogy a második zónában a vétel teljesen lehetetlen. Az utóbbi időben a rádióhullámok terjedésével kapcsolatban végzett kísérletek azonban megdöntötték ezt a hitet. A térférségmérések azt mutatják, hogy az adóállomástól néhány száz km-es távolságra is van elektromágneses erőter. Ez azzal magyarázható, hogy az ultrarövidhullámokat nemcsak az atmoszféra (az alsóbb légréteg) töri meg, hanem a troposzféra (felsőbb légréteg) is bizonyos mértékben szétszórja őket. Az ultrarövidhullámok egy része tehát erősen legyengülve az adóállomástól nagyobb távolságra is a földterület közelében van. Ez a szórt térférség igen kicsiny, és időszakonként változik. Ennek megfelelően nagy teljesítményű antennákkal és érzékeny vevőkkel a vétel itt is lehetséges, ha az adóállomás igen nagy teljesítményt sugároz.

Tapasztalható azonban televízió-vétel a holt zónában is, ahol az adó és a vevő közötti távolság esetleg néhány ezer km. Ennek feltétele, hogy az ionoszférában megfelelő körülmények alakuljanak ki; ekkor még a méteres hullámokat is képes visszaverni.

Az ionoszférától visszavert hullámok vétele azonban teljesen bizonytalan, időszakos. Ennek az az oka, hogy az ultrarövidhullámot visszaverő ionoszféraszakasz nem állandó jellegű; összetétele (visszaverőképessége) és térbeli helyzete változó.

Az igen nagy távolságú időszakos televízió-vétel főleg a 40—60 MHz-es sávban tapasztalható.



A TELEVÍZIO-SZABVÁNYOK

Az OIR-szabvány fontosabb adatai

Az OIR (kelet-európai országok) televízió-szabványa szerint a televízió-műsorszórás számára 48,5—100, ill. 147—230 MHz között 12 csatorna van kijelölve. E frekvenciáknak 6,2—3, ill. 1,73—1,3 m közötti hullámhosszak felelnek meg.

OIR TELEVÍZIO-CSATORNÁK

Csatorna	Sáv MHz	Képhordozó MHz	Hanghordozó MHz	A csatorna közepes	
				frekvenciája MHz	hullámhossza m
1.	48,5—56,5	49,75	56,25	52,5	5,72
2.	58—66	59,25	65,75	62	4,84
3.	76—84	77,25	83,75	80	3,75
4.	84—92	85,25	91,75	88	3,41
5.	92—100	93,25	99,75	96	3,13
6.	174—182	175,25	181,75	178	1,68
7.	182—190	183,25	189,75	186	1,61
8.	190—198	191,25	197,75	194	1,55
9.	198—206	199,25	205,75	202	1,48
10.	206—214	207,25	213,75	210	1,43
11.	214—222	215,25	221,75	218	1,37
12.	222—230	223,25	229,75	226	1,32

Csatornaszélesség: 8 MHz.

Kép- és hanghordozó közötti távolság: 6,5 MHz.

Képsorok száma: 625.

Képmóduláció: negatív amplitúdómóduláció.

Hangmóduláció: frekvenciamóduláció 50 kHz-es maximális frekvencia-
lökettel.

A CCIR-szabvány fontosabb adatai

A CCIR (nyugat-európai országok) szabványa az URH műsorszóró csatornákat öt sávra osztja: I. sáv 41—68 MHz (TV); II. sáv 87,5—100 MHz (FM-műsorszórás); III. sáv 162—230 MHz (TV); IV. sáv 470—585 MHz (TV); V. sáv 610—960 MHz (TV).

A II. sávban televízió-adókat nem dolgoznak. Ez a sáv kizárólag az ultrarövidhullámú frekvenciamódulációs rádióműsorszórásra van fenntartva. A legtöbb televízió-adó az I., illetve a III. sávban dolgozik. E sávok csatornáinak kép- és hanghordozó frekvenciáit a táblázat adja meg.

CCIR TELEVÍZIO-CSATORNÁK

Csatorna	Képhordozó MHz	Hanghordozó MHz	Csatorna	Képhordozó MHz	Hanghordozó MHz
1.	41,25	46,75	6.	182,25	187,75
2.	48,25	53,75	7.	189,25	194,75
2/a	49,75	55,25	8.	196,25	201,75
3.	55,25	60,75	9.	203,25	208,75
4.	62,25	67,75	10.	210,25	215,75
5.	175,25	180,75	11.	217,25	222,75

Csatornaszélesség: 7 MHz.

Kép- és hanghordozó közötti távolság: 5,5 MHz.

Képsorok száma: 625.

Képmóduláció: negatív amplitúdómóduláció.

Hangmóduláció: frekvenciamóduláció 50 kHz-es maximális frekvencia-
lökettel.

Az angol szabvány fontosabb adatai

Az angol televízió-adóállomások az I. és III. ultrarövidhullámú sávban dolgoznak.

ANGOL TELEVÍZIO-CSATORNÁK

Csatorna	Képhordozó MHz	Hanghordozó MHz	Csatorna	Képhordozó MHz	Hanghordozó MHz
1.	45	41,5	7.	184,75	181,25
2.	51,75	48,25	8.	189,75	186,25
3.	56,75	53,25	9.	194,75	191,25
4.	61,75	58,25	10.	199,75	196,25
5.	66,75	63,25	11.	204,75	201,25
6.	179,75	176,25	12.	209,75	206,25

Catornaszélesség: 5 MHz.
 Kép- és hanghordozó közötti távolság: —3,5 MHz.
 Képsorok száma: 405.
 Képmóduláció: pozitív amplitúdómóduláció.
 Hangmóduláció: amplitúdómóduláció.

A francia szabvány fontosabb adatai

FRANCIA TELEVÍZIO-CATORNÁK

Csatorna	Képhordozó MHz	Hanghordozó MHz	Csatorna	
			Képhordozó MHz	Hanghordozó MHz
2.	52,40	41,25	8.	185,25
3.	56,15	67,30	9.	186,55
4.	65,55	54,40	10.	190,30
5.	164,00	175,15	11.	199,70
6.	173,40	162,25	12.	203,45
7.	177,15	188,30	13.	212,85

Catornaszélesség: 13,15 MHz.
 Kép- és hanghordozó távolsága: 11,15 MHz.
 Képsorok száma: 819.
 Képmóduláció: pozitív amplitúdómóduláció.
 Hangmóduláció: amplitúdómóduláció.

Az amerikai szabvány fontosabb adatai

Az amerikai televízió-adók csatornáinak frekvenciái három sávra vannak felosztva:
 Az I. sávban 54 és 88 MHz között van a 2., 3., 4., 5. és 6. csatorna.
 A II. sávban 174 és 206 MHz között van a 7., 8., 9., 10., 11. és 12. csatorna.
 A III. sávban 470—890 MHz között vannak a 14-től a 83-ig számított csatornák.
 Catornaszélesség: 6 MHz.
 Kép- és hanghordozó közötti távolság: 4,5 MHz.
 Képsorok száma: 525.
 Képmóduláció: negatív amplitúdómóduláció.
 Hangmóduláció: frekvenciamóduláció 25 kHz-es maximális frekvenciá-
 iökettel.

Televízió-szabványok összehasonlítása

Szabvány	Sor- szám	Képmóduláció		A kép- és hanghordozó távolsága MHz	Sorfrekv. Hz	Képfrekv. Hz	Képmóduláció	
		Képmóduláció	Csatorna hanghordozó távolsága MHz				Hangmóduláció	
OIR	625	6	8	+6,5	15 625	50	—AM	FM
CCIR	625	5	7	+5,5	15 625	50	—AM	FM
Angol	405	3	5	—3,5	10 125	50	+AM	AM
Francia	819	10,4	14	±11,15	20 475	50	+AM	AM
Belga I.	625	5	7	+5,5	15 625	50	+AM	AM
Belga II.	819	5	7	+5,5	20 475	50	+AM	AM
USA	525	4	6	+4,5	15 625	60	—AM	FM

Az európai országokban használt televízió-szabványok

Ország	Szabvány	Ország	Szabvány
Anglia	angol	Magyarország	OIR
Ausztria	CCIR	NDK	CCIR
Belgium	belga	NSZK	CCIR
Bulgária	OIR	Norvégia	CCIR
Csehszlovákia	OIR	Olaszország	CCIR
Finnország	CCIR	Portugália	CCIR
Franciaország	francia	Románia	OIR
Görögország	CCIR	Spanyolország	CCIR
Hollandia	CCIR	Svájc	CCIR
Jugoszlávia	CCIR	Svédország	CCIR
Lengyelország	OIR	Szovjetunió	OIR
Luxemburg	francia	Törökország	CCIR

