Barna Tamás: **VIDEOTECHNIKA A GYAKORLATBAN**

(Mûszaki Könyvkiadó, Budapest, 1988)

http://www.intermedia.c3.hu/oktanyag/video/videotetelek.htm

# 1. Tv-rendszerek

## 1.1. A fény, a szín és a látás a tv-technika szemszögéböl

Darwin A fajok eredete c. könyvében a következõket írja: "Az a feltevés, hogy a szem utánozhatatlan szerkezetének, a látásélességet a különbözõ távolságokhoz igazító, a különbözõ fénymennyiségeket átengedõ, valamint a szferikus és kromatikus hibákat kiküszöbölõ képességének természetes kiválasztódás útján kellett kialakulnia, be kell vallanom, elég lehetetlennek tûnik. "Darwin e kissé misztikus kijelentésébõl mindenesetre jól érzékelhetõ, hogy a szem rendkívül bonyolult erzékelõ "szerkezet", amely az adatfeldolgozó aggyal együttmûködve képessé teszi az embert környezetének optikai leképezésére. Ez a leképezés azonban szubjektív, azaz az emberben kialakuló érzet az érzékelés - az agy által végzett adatfeldolgozás - eredménye.

A gyors folyamatokat az emberi látószerv nem képes felbontani, a folyamatok összefolynak. A szem, a látóidegek és az agy együttesen biztosítják a fény- és színérzékelést. Ezek a szervek szubjektíven érzékelik a színt, ily módon színérzetrõl beszélhetünk.

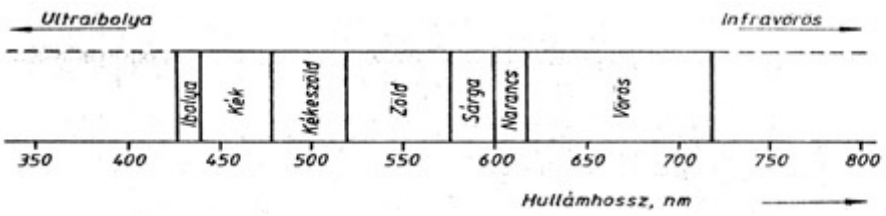
A tv-képalkotás kifejezetten az emberi látásérzet tulajdonságaira épül. Képzeljük csak el, mit érzékelne egy "tökéletes" látású földön kívüli "szuperlény" vagy akár egy földi rétisas, ha az ember által szerkesztett tv-képet szemlélné! Még a rétisas is igen nagy gondban lenne, mivel látása sokkal érzékenyebb a képi állapotok változására, mint az emberé. A tv-képernyõn egy vízszintes irányban, bizonyos rendszer szerint "rohangáló" fénypontot látna, ami a tetejében még a sor-, ill. a képkioltás alatt el is tûnik és villog. Szerencsére látószervünk a futó fénypont által befutott felületet Egységes képnek érzékeli.

A világ bármely tv-rendszerét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy tervezésekor a fentieket vették alapul. Meglehetõsen bonyolult a látásérzet határainak pontos kitapogatása. A színes tv-rendszerek megjelenésekor ez okozta a legnagyobb gondot, ugyanis a színinformációval kibõvített tv-rendszereknek kompatibilitást (összeférhetõséget) kellett biztosítaniuk a fekete-fehér rendszerekkel, azaz a meglevõ fekete-fehér készülékekkel a mûsornak vehetõnek kellett maradnia. Ezt csak úgy lehetett megvalósítani, hogy a járulékos színinformációt a fekete-fehér kép spektrumába "beleszõtték". Ez a kényszermegoldás zavaróeffektusokhoz vezetett (cross colour, moiré). Az utóbbi idõben kifejlesztett nagy felbontású tv (HDTV = High Definition Television) és az új képátviteli rendszerek - amelyeket a mûholdas sugárzásban is

alkalmaznak -, mint pl. a MAC (Multiplexed Analogue Components) rendszer, már tökéletesen kiküszöbölik a három fõ színes rendszer (PAL, SECAM, NTSC) hiányosságait.

## A fény kettõs természete

Az elmúlt évszázadokban a tudósok több hibás elméletet állítottak fel a fénnyel kapcsolatos jelenségek fizikai magyarázatára. Századunk elején ismerte csak fel a tudomány a fény valódi tulajdonságait. A kísérletek bizonyították, hogy a fény sajátosan kettõs természetû, bizonyos körülmények között hullámként, máskor részecskeként viselkedik. Egyrészt tehát kiderült, hogy a fény elektromágneses hullám, amelynek hullámhossza az elektromágneses sugárzási spektrum kb. 380 nm és 780 nm közötti tartományában helyezkedik el. Valójában e tartományból az emberek többsége a 420 nm és 720 nm közötti fényhullámokat érzékeli (1.1. ábra).




**1.1. ábra**
**Az elektromágneses sugárzási spektrum látható tartománya**

*1.1 ábra Az elekromágneses sugárzási spektrum látható tartománya*

Ez a tartomány az elektromágneses sugárzási spektrumnak csak töredékét alkotja az infravörös és az ultraibolya sugárzás között. A legkisebb frekvenciájúak a vörös színek, majd a frekvencia növekedésével a narancs, a sárga, a zöld, a kékeszöld, a kék színen keresztül az ibolya képviseli a legnagyobb frekvenciát a látható tartományban.

A fény részecsketulajdonságát Planck kvantumelmélete írja le, amely kimondja, hogy a fénykibocsátás és -elnyelés nem folytonosan, hanem "energiaadagokban" (kvantumokban) történik. Az $f$ frekvenciájú sugárzáshoz tartozó energiakvantum $W = hf$, ahol $h$ a Planck-állandó.

Einstein az energiakvantumokat fotonoknak nevezte el, amikor magyarázatot adott a fényelektromos jelenségre. A klasszikus hullámelmélet ugyanis teljesen csõdöt mondott a fényelektromos jelenség értelmezésekor. (Fényelektromos jelenség akkor lép fel, ha egy fém- vagy félvezetõ felületet megvilágítva a fény hatására elektronok lépnek ki a felületbõl.) A klasszikus hullámelméletbõl kiidulva (amely az interferencia és a fényelhajlás jelenségét értelmezni tudta) képtelenség volt megmagyarázni, hogy miért független a kilépõ elektronok energiája a fényhullám intenzitásától (az csak az elektronok számát befolyásolja!), viszont közvetlen összefüggésben van a fény frekvenciájával, azaz színével. Einstein zseniális felismerése volt, hogy a fényenergia az anyaghoz hasonlóan "atomos" (részecske-) szerkezetû, s legkisebb "atomja" a foton. A foton energiája fordítottan arányos a hullámhosszal, azaz a különbözõ színû fények fotonenergiája eltérõ. Einstein szerint a fotonoknak nyugalmi tömegük nincs. Tömegük csak fénysebesség mellett értelmezhetõ. Azaz a foton tömege:

$$m = W/c^2 = hf/c^2,$$

ahol *W* a foton energiája, *c* a fénysebesség. Einstein fotonelmélete kitüntetett jelentõségû a tv-technikában is. Ezzel az elmélettel magyarázhatók azok a fényelektromos jelenségek, amelyek a felvevõcsövekben, ill. újabban a CCD (Charged Coupled Device) típusú szilárdtest-képérzékelõkben játszódnak le, a fény-energia elektromos energiává való átalakításakor.

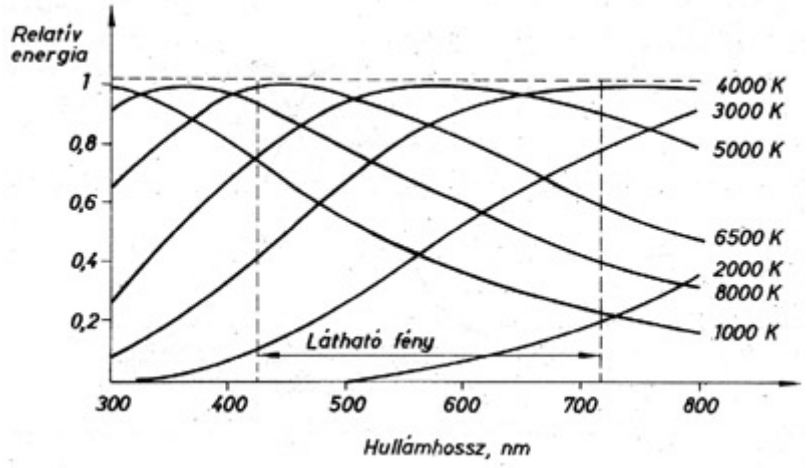
Ennek a folyamatnak sajátossága, hogy az atomból csak akkor lép ki elektron, ha a foton *hf* energiája megegyezik az atomra jellemzõ ún. gerjesztési energiával, vagyis csak meghatározott frekvenciájú fény beesése esetén lép fel fotoeffektus.

## A szín

*Fényforrások színhõmérséklete*

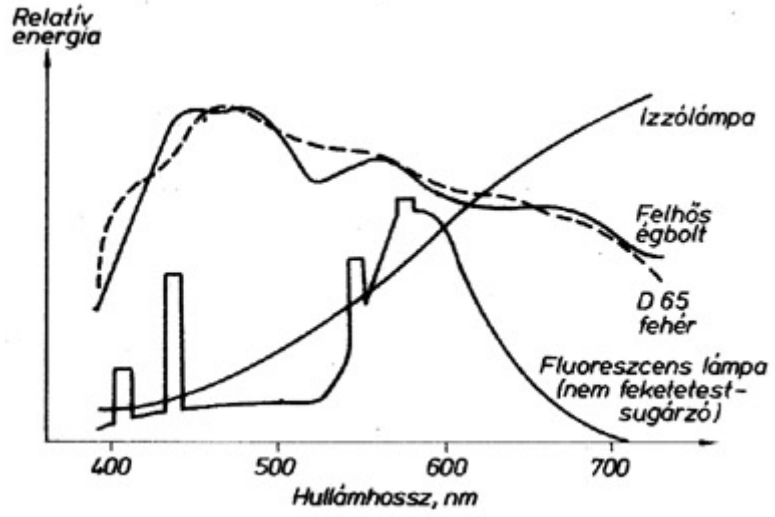
A nagy hõmérsékleten izzított testek fényt bocsátanak ki, amelynek színe függ az izzított tárgy hõmérsékletétõl. A kibocsátott fényenergia hullámhossz szerinti függõségét spektrális eloszlásnak vagy spektrumnak nevezzük.

A színhõmérséklet meghatározására vezessük be a fizikából jól ismert feketetest fogalmát! A feketetest olyan sugárzó, amely minden rá esõ sugárzást (energiát) elnyel. A feketetest sugárzásának spektrális eloszlása a Planck-törvényt követi (a görbe folytonos), és a hõmérséklettol függõen változik, de adott hõmérsékleten mindig azonos. (A kisugárzott fény színe kis hõmérsékleten vörös, majd emelve a hõmérsékletet, sárgás, fehér, majd kék színû lesz.) A feketetest hõmérséklete tehát kielégítõ információt ad a spektrális eloszlásra vonatkozóan, és ily módon adott színû fényt a test hõmérséklete alapján pontosan reprodukálhatunk. Bevezetjük a színhomérséklet fogalmát, amely a a fény színhatását pontosan jellemzõ adat. Az 1.2. ábrán is látható, hogy a spektrum a legkiegyenlítettebb az 5500 K körüli hõmérsékleten, s formája hasonlít a napfény spektrális eloszlásához. (A szaggatott vonallal jelölt egyenes az ún. egyenlõ energiájú fehérnek felel meg.)




*1.2. ábra A Plank-féle feketesugárzó energiaeloszlása különbözõ hõmérsékleteken*

Az 1.3. ábrán különbözõ fényforrások energiájának spektrális eloszlása látható.

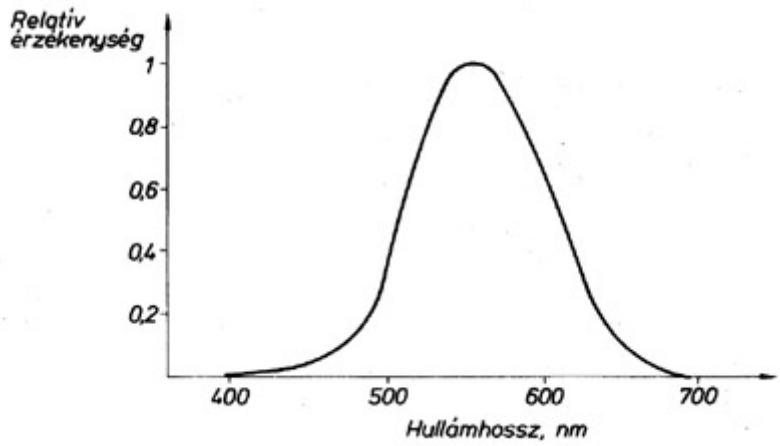



*1.3. ábra Különféle fényforrások spektrális energiaeloszlása*

A feketetest széles sávban sugározza energiáját (mint általában a természetes és mesterséges fényforrások többsége). Egyes mesterséges fényforrások - a fénycsõ, a gázkisülésû csövek (nátriumlámpa, higanygõzlámpa, fémhalogénlámpa stb.) - fényének spektruma erõteljes vonalakat, ill. lyukakat tartalmaz. Ma már létezik egy olyan rnesterséges fényforrás, a lézer, amely energiáját rendkívül koncentráltan, egyetlen hullámhosszon és rendezetten adja le. Ezért a lézert koherens fényforrásnak nevezzük. A lézer és az elõbb említett fényforrások fénye nem jellemezhetõ a színhõmérséklettel.

*A színlátás*

Az emberi szem az elektromágneses sugárzás spektrumának csak szûk tartományát észleli, ráadásul még a látható spektrumot sem érzékeli egyenletesen. A szem érzékenységi diagramján (1.4. ábra) jól követhetõ, hogy a görbének a zöld színnek megfelelõ hullámhossz környékén maximuma van. (Ebben a tartományban található egyébként a napsugárzás energiamaximuma is.) A diagramot sok ember szemének érzékenységi görbéjét átlagolva szerkesztették, így a diagram az átlagos emberi szem spektrális érzékenységét jellemzi. Érdemes megemlíteni, hogy a görbe alakja nem változik jelentõsen a fényerõsség függvényében.

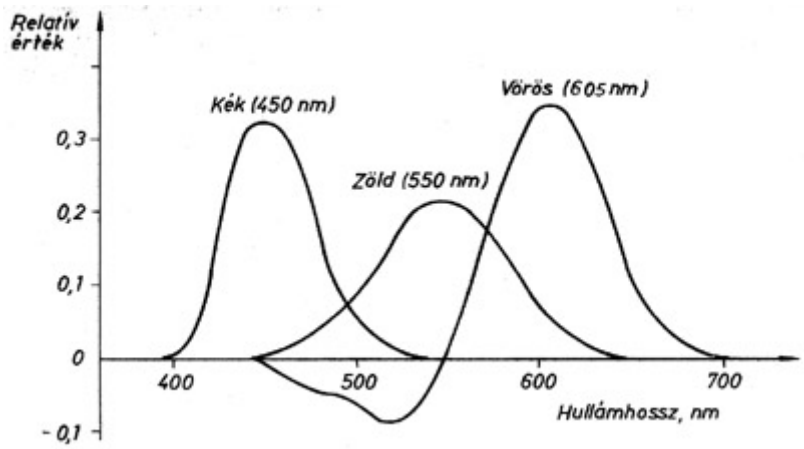



*1.4. ábra Az átlagos emberi szem spektrális érzékenysége (CIE)*

Fizikai tanulmányainkból jól ismert a népszerû kísérlet: ha a közel ideális fehér fénynek tartott, kb. 5500 K-es napfényt megfelelõ szögben egy prizmára bocsátjuk, akkor a fehér fény összetevõire, azaz spektrális színekre bomlik fel. A színek átmeneti tartományai nem különböztethetõk meg egymástól, mivel a napfény energiájának hullámhossz szerinti eloszlása gyakorlatilag folytonos. Ha azonban a színspektrumot laboratóriumi körülrnények között egy keskeny résen át szemléljük, hozzávetõlegesen 350 különbözõ színt érzékelhetünk. Ebbõl arra következtethetnénk, hogy szemünk kb. 350 különbözõ receptorral (érzékelõvel) rendelkezik, amelyek mindegyike csak egy igen keskeny színsávban mûködik. A valóságban azonban nem ez a helyzet! A tudomány mai állása szerint szemünkben három különbözõ típusú színérzékelõ van.

A szem recehártyáján elhelyezkedõ fényérzékelõk (receptorok) a bíborfolyadékban lejátszódó fotokémiai reakció segítségével az idegszálakon keresztül információkat továbbítanak az agy megfelelõ részeibe. A receptorok egyik fajtája, az ún. *pálcikák* rendkívül érzékenyek, így elsõsorban a gyenge fény felfogására alkalmasak, és nagy felbontást biztosítanak (fekete-fehér formában). A szín feldolgozásában feltehetõleg nem játszanak szerepet. A színes látást az ún. *csapok* biztosítják, amelyekbõl - mint mondottuk - három különbözõ típus létezését tételezik fel. A kék és vörösérzékelõ tulajdonságai ismertek, a zöldérzékelõ tulajdonságait illetõen feltételezések vannak.

Három monokromatikus fény összekeverésével a spektrum valamennyi színárnyalata kikeverhetõ. A CIE e fényeket 1931-ben szabványosította. Meghatározták, hogy egy-egy spektrumszín elõállításához milyen arányban kell keverni õket. Az eredményt az 1.5. ábrán láthatjuk (spektrális alapszín-összetevõ függvények). Az ábrán jól követhetõ, hogy a látható spektrum szélsõ értékeit kivéve a görbék átfedik egymást.




*1.5. ábra A spektrális alapszín-összetevõ függvények (CIE-1931)*

A hullámhossznak megfelelõen az ember 300...500 színárnyalatot tud megkülönböztetni. Ezek a telített színek. A szín telítettségének változása szubjektív színérzetváltozást okoz, ami kb. 50...150-szeresére növeli az érzékelt színek számát.

Az, hogy a szem nem egyformán érzékeny a spektrum színeire, bonyodalmakat okozott a fekete-fehér tévérendszereknél. A probléma magva a következo: a spektrum színeit általában különbözõ sötétségûnek látjuk, de vannak olyanok, amelyeket egyformának. A fekete-fehér tv-rendszernek ilyen esetben a szürkeértékeket kell közvetítenie, holott más-más színekrõl van szó. Annak érdekében, hogy azok a színárnyalatok legyenek egyforma szürkeértékûek a képernyõn, amelyeket egyforma sötétségûnek is látnánk, a tv-kamerák felvevõcsövének átvitelét megfelelõ szûrõkkel úgy kellett kialakítani, hogy az legalább közelítõleg kövesse a szem spektrális érzékenységi görbéjét.

Az elsõ színes tv-rendszer kialakítása során (amelynek kifejlesztésében a CBS magyar származású kutatómérnöke, Goldmark Péter, úttörõ szerepet vállalt!) mélyreható vizsgálatokat folytattak a szem különleges tulajdonságaira vonatkozóan. Az eddigieken kívül kiderült egy igen fontos dolog, nevezetesen az, hogy a szem színfelbontó képessége lényegesen gyengébb, mint a világosságrészleteket (akromatikus) megkülönböztetõ képessége. Azaz, az apró színrészleteket (amelyek nagyobb frekvenciának felelnek meg a tv-jelátvitelben!) összetéveszti a hasonló fényességû szürkével. Tehát bizonyos méretû pontstruktúrán túl már nem érzékeli a szín, csak a szürkeérték változását. Ez a "színtévesztés" természetesen nem független a szem spektrális érzékenységétõl (l. az 1.4. ábrát). Azaz az 550 nm körüli zöld színt téveszti össze a szürkével legkésõbb; a legtöbb részletet ebben a színtartományban érzékeli. A szem korlátozott színfelbontó képességére vonatkozó felismerés jelentõsen befolyásolja a színes rendszerek kialakítását. A vizsgálatok azt jelezték, hogy a kép színtartalmát képviselõ információt nem kell teljes sávszélességgel (részletgazdagsággal) átvinni. Ezért a színinformáció sávszélességét kb. 1 MHz-re korlátozták. Az utóbbi idõben viszont egyértelmûvé vált, hogy az 1 MHz sávszélesség nem felel meg a korszerû tv-jelátvitel követelményeinek, egyéb zavaróeffektusokról nem is beszélve (pl. a világosságjel-színjel-keresztmoduláció). Az újabban kifejlesztett tv-átviteli rendszerek, mint pl. a MAC, már mentesek a korábbi rendszerek említett hiányosságaitól.

*Színkeverés*

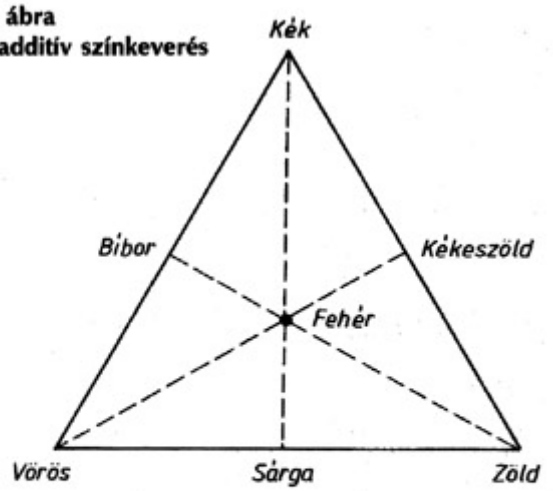
Az elõzõekben láthattuk, hogy az optikai prizma a fehér fényt spektrális színekre bontja fel. Ha ezeket a színeket megfelelõ módon összegezzük, újra elõállíthatjuk a fehér fényt. A színelmélet szerint a szem három különbözõ típusú színreceptorának gerjesztésével gyakorlatilag bármely szín érzékelhetõ. Pl. az 589 nm hullámhosszúságú sárga szín csak a zöld és a piros csapokat aktiválja (l. az 1.5. ábrát). Következésképp hasonló színérzet keletkezik, ha a zöld és a vörös fényt megfelelõ arányban összekeverjük.

A színes tv-technikában a szem három színérzékelõ csaptípusával összhangban a piros (*R* = red) a zöld (*G* = green) és a kék (*B*=blue) alkotja az alapszíneket. Ezek keverékébõl bármely, a gyakorlatban használt szín elõállítható. A szín elõállításának ezt a formáját *additív* vagy összegezõ típusú színkeverésnek nevezzük. A tv-készülék képcsöve is additív színkeverés útján állítja elõ a különbözõ színeket.

Az 1.6. ábrán egy háromszög segítségével szemléltetjük az összegezõ típusú színkeverést. A háromszög csúcsain helyezkednek el az alapszínek, a csúcsokat összekötõ oldalakon pedig a keverékszínek. Pl. a sárga (az elõbbieknek megfelelõen) a vörös és a zöld között foglal helyet. Mindhárom alapszínt összegezve, fehéret kapunk eredményül, amely a háromszög középpontjában helyezkedik el.

Ha két szín additív keveréke fehéret ad, akkor ezek a színek egymásnak *komplementer* vagy kiegészítõ színei. Az alapszínek komplementer színei a kékeszöld (cián), a bíbor és a sárga, mivel a kékeszöld a vörössel, a bíbor a zölddel és a sárga a kékkel fehéret hoz létre.

**1.6. ábra**
**Az additív színkeverés**



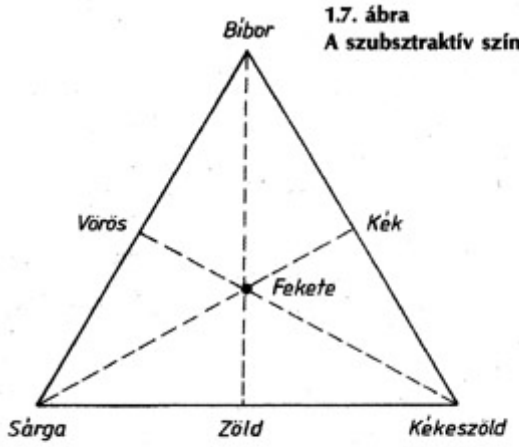

$R + G$ = Sárga
$R + B$ = Bíbor
$G + B$ = Kékeszöld
$R + G + B$ = Fehér

A festészeti, fotográfiai ismeretekkel rendelkezõk bizonyára kételkednek a színek elõállításának ilyen módjában. A festészetben ui. pl. a sárga alapszínnek számít, és a zöld és a vörös keveréke sohasem sárga, hanem sötétbarna vagy fekete lesz. Ez esetben azonban nem additív, hanem ún. szubtraktív vagy kivonó típusú színkeverésrõl van szó, amelyre másfajta szabályok érvényesek. A sárga festék pl. elnyeli a kék fényt és visszaveri a zöldet és a pirosat,

ezért látjuk sárgának. A sárga színszûrõ is hasonlóan mûködik: elnyeli a kék színt, átengedi a zöldet és a pirosat. A videokamerák technológiájában ezt a tulajdonságot kitûnõen fel is használják.

Az 1.7. ábra a szubtraktív színkeverést szemlélteti, az elõzõekhez hasonlóan színháromszöggel. Látható, hogy az addítív színkeverés során használt alapszínek jelen esetben komplementer színek, ill fordítva. Sárga bíbor és kékeszöld színt úgy állítunk elõ, hogy a fehérbõl kivonjuk a kéket, a vöröset és a zöldet. A szubtraktív színkeverésnél a festékeket keverjük, és nem a fényeket, mint az additív keverés esetén. A festékek összekeverése a fényelnyeléseket (kivonásokat) összegezi.

**1.7. ábra**
**A szubsztraktív színkeverés**




Bíbor = Fehér - G
Kékeszöld = Fehér - R
Sárga = Fehér - B
Fekete = Fehér - R - G - B

*A CIE színdiagram*

Az *RGB* háromszög alapján nem állítható elõ a természetes spektrum minden színe. Egyes színek elõállításakor abba a nehézségbe ütköznénk, hogy két alatpszín összegét és a harmadik különbségét kellene képeznünk. (Erre utal az 1.5. ábrán a vörös összetevõ negatív szakasza!) Negatív fénynek azonban fizikai értelme nincs, így a CIE (Comission Internationale de L'Eclairage = Nemzetközi Világítástechnikai Bizottság) bevezette azt a színháromszöget, amelynek csúcspontjai ún, szupertelített színeket reprezentálnak. Az 1.8. ábrán az *X*, az *Y* és a *Z* pont fiktív, a gyakorlatban nem realizálható szín (a "szupertelített" vörös, zöld és kék színnek felelnek meg). Ezeket a pontokat úgy választották meg, hogy a spektrum színei pozitív elõjelû alapszínek összegeként adódjanak.

Egyébként az egyes színeket pontosan egy háromdimenziós térvektor határozza meg, amelyet a három spektrális színösszetevõ képvisel. A színek térbeli ábrázolása azonban igen körülményes, így a térgörbébõl kétszeres transzformációval állították elõ a gyakorlatban kitûnõen használható CIE színdiagramot, amellyel az *x, y* koordináták alapján minden szín azonosítható.

A CIE diagram jellegzetes, patkó alakú görbéje a spektrális színeket köti össze. A görbe két végpontját *(R, B)* összekötõ nevezetes vonal a bíborvonal, amely nem monokromatikus, hanem keverék színeket képvisel. A *W*-vel (white) jelölt pont a referenciafehéret képviseli. A 100%-os telítettségû spektrális színektõl (*R, G, B* pontok) egy egyenes mentén a *W* pont felé haladva a szín telítettsége csökken, de a színárnyalat nem változik. A *W* pont után a nevezett szín komplementer színe következik. A vörös, zöld és kék zónák tartománya meglehetõsen tág. A színek reprodukálhatósága érdekében a CIE 1951-ben meghatározta a választott *R, G, B* alapszíneknek megfelelõ hullámhosszakat:

$\lambda_R = 700$ nm,
$\lambda_G = 546{,}1$ nm,
$\lambda_B = 435{,}8$ nm,

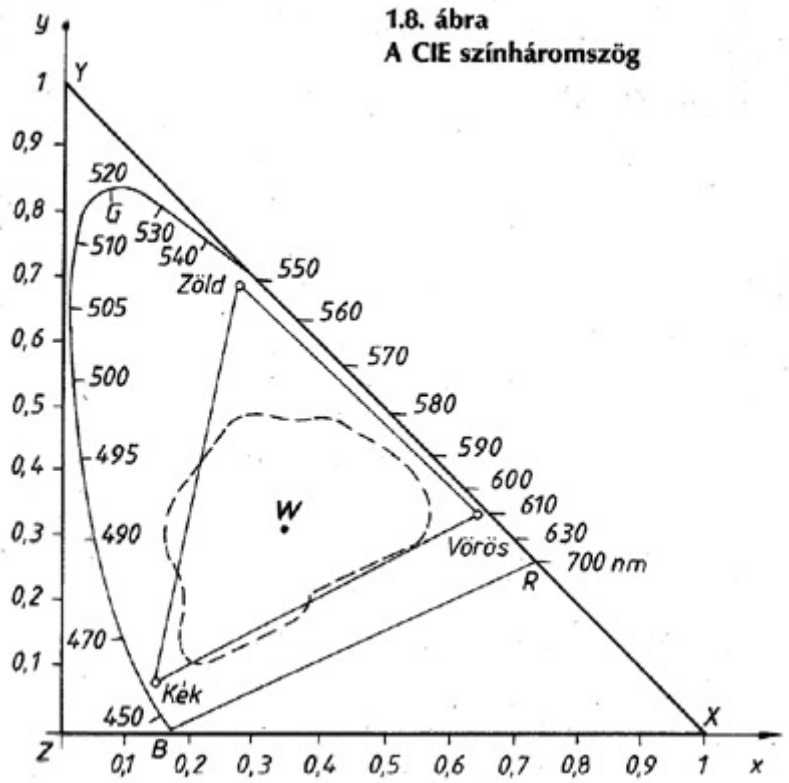
A színes tv-képcsövek gyártási technológiája azonban más alapszíneket követelt. A cél az volt, hogy az alapszíneket elõállító foszforpontokat egyenlõ energiájú elektronsugárral gerjesztve azok fehér színt hozzanak létre. További szempont volt, hogy a patkón belül elhelyezkedõ 3 alapszín pontjai között a lehetõ legnagyobb terület legyen. Ezek alapján az FCC (Federal Communication Commission) az NTSC rendszer bevezetésével egyidejûleg (1953-ban) bevezette a 6770 K színhomérsékletû, ún. *C* fehéret és az ehhez tartozó

$\lambda_R = 615$ nm,
$\lambda_G = 532$ nm
$\lambda_B = 470$ nm

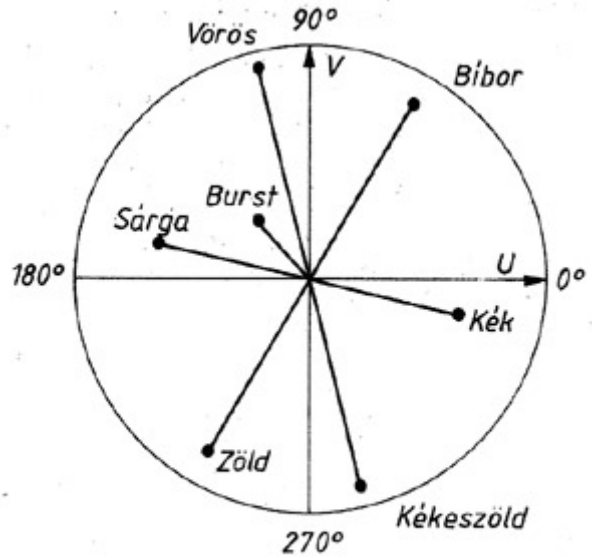
hullámhosszakat. Ez a referenciafehér idõközben többször módosult (8500 K, 9300 K), annak érdekében, hogy a képcsövek nagyobb fénysûrûséget legyenek képesek elõállítani. Napjainkban a 6504 K színhõmérsékletû, ún. $D_{65}$fehéret használják az EBU (European Broadcasting Union) szabványa alapján. A színek hullámhosszai:

$\lambda_R = 610$ nm,
$\lambda_G = 550$ nm
$\lambda_B = 470$ nm.

A zöld az elõzõekhez képest lényegesen telítettebb irányba tolódott el. A patkóba rajzolt háromszög szemlélteti tehát a színes tv-rendszer által reprodukálható színek halmazát. Elsõ pillantásra úgy tûnik, hogy a színes tv színátvitele meglehetõsen szegényes, a gyakorlatban azonban elég jól követi a természetben elõforduló színeket. A szaggatott görbe az 1.8. ábrán az egyéb színes rendszerekkel - mint pl. a fénykép, a film, a színes nyomtatás stb. - reprodukálható színeket jelzi. Látható, hogy a színes tv lényegesen bõvebb színtartományt ölel fel.



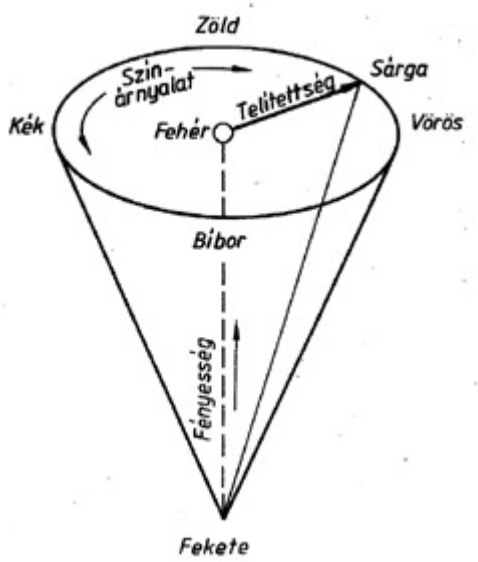

**1.8. ábra**
**A CIE színháromszög**




**1.9. ábra**
**A 100%-os színsávok vektordiagramja**

A tv-stúdiótechnikában a színhárornszög helyett az ún. színkört használjuk, amelyet vektorszkóppal jelenítünk meg (1.9. ábra). A diagram az alap- és a komplementer színeket ábrázolja a PAL tv-jel *n*-edik sorában (100%-os *color bar*). Az egyes színek a referenciatengelyhez (*U* tengely) viszonyított szöggel határozhatók meg, tehát vektorok. A telítettség a középponttól mért távolság függvénye. A gyakorlatban az ábra nem egészen így fest, mivel a PAL rendszer tulajdonságainak megfelelõen a színsegédvivõ fázisa 180°-kal, a burst fázisa pedig 90°-kal megváltozik az ($n$ + 1)-edik sorban. Ily módon a színvektorok is

változnak, majd a vektorszkóp az $n + 1$-edik megváltozott állapotot egyberajzolja az $n$-edikkel, ill. szemünk a két állapotot egynek látja. A telítettség, a színárnyalat és a fényerõ (fényesség) viszonyát az 1.10. ábra érzékelteti.




**1.10. ábra**
**A fényesség, a színárnyalat és a telítettség viszonya**

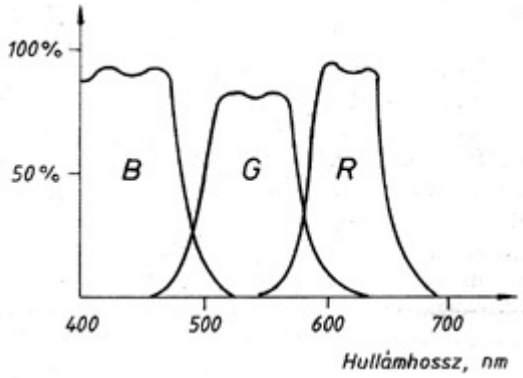
# 1.2. A színes tv-jelek elõállítása és átvitele

Miután megállapítottuk, hogy a színárnyalatok többsége elõállítható a három megfelelõen megválasztott alapszínbõl, megvizsgáljuk, hogy miképpen zajlik a színes képi információ közvetítése a tv-technikában. Elsõ pillantásra a legkézenfekvõbb megoldásnak tûnik a három alapszínnek megfelelõ *R, G, B* színcsatorna alkalmazása. A képi információt hordozó fényt három felvevõcsõ vörös, zöld és kék szûrõkön keresztül elektromos jelekké alakítaná. A három független csatorna továbbítaná az információt három megfelelõ képcsõhöz, majd a képcsövek által elõállított fényjeleket valamilyen optikai rendszerrel összegeznénk, és ily módon megkapnánk az eredeti képi információt. Természetesen ezt a megoldást egyetlen tv-rendszer sem alkalmazza. Ennek több oka is van. Egyrészt a három képcsõ következtében a tv-készülék meglepõen nagy lenne, másrészt igen gazdaságtalan lenne három csatornát alkalmazni az átviteli láncban, harmadrészt a rendszer nem elégítené ki az ún. kompatibilitási feltételeket. A kompatibilitást (összeférhetõséget) azért jelölték meg feltételként a színes rendszerek bevezetésekor, hogy a színes információt tartalmazó tv-jelek fekete-fehér készüléken is kifogástalan képet hozzanak létre, továbbá fekete-fehér adás esetén a színes tv-készülék is jól reprodukálhassa a képet. Kettõs kompatibilitásról van tehát szó. Igaz ugyan, hogy kiindulópontként a tv-rendszerek mindegyike a három alapszínt használja fel a képi információ közvetítéséhez, de a színinformáció továbbítása racionálisabban, kódolt formában történik.

A videokamera az alapszíneknek megfelelõ *R, G, B* csatornával rendelkezik. A megvilágitott tárgy képét reprezentáló fényinformáció egy színszurõ vagy helyesebben színfelbontó rendszeren keresztül a három felvevõcsõhöz érkezik. A színeket szétválasztó rendszer állhat pl. dikroikus tükrökbõl vagy dikroikus prizmákból. A szûrõk karakterisztikája az 1.11. ábrán láthatóan olyan, hogy a beérkezõ fényinformációt a három alapszínnek megfelelõ tartományokra bontja fel, és az *R* csõ csak a vörös, a *G* csõ csak a zöld, a *B* csõ csak a kék tartományt érzékeli. (A három felvevõcsõ teljesen azonos felépítésû !)

Pl. egy sötétkék cserépbe helyezett vérvörös tulipán képét a következõképpen közvetítené a rendszer: az *R* csatorna csak a tulipán szirmát, a *G* csatorna csak a zöld szárát, és a *B* csatorna csak a kék színû cserepet érzékelné. Ezen komponensek összegezése hozza létre a valóságnak megfelelõ képet.

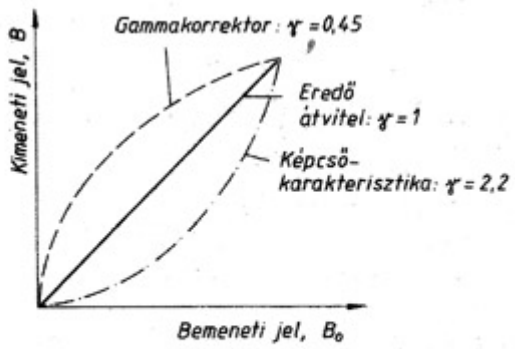
**1.11. ábra**
**A videokamera *R, G, B* színszûrõinek áteresztési karakterisztikái**




*1.11. ábra A videokamera R, G, B színszuroinek áteresztési karakterisztikái*

A felvevõcsövekben a már említett fényelektromos jelenség játszódik le, és a fényinformáció elektromos jelekké alakul át. A kamera objektívjét egy fehér vagy szürke (akromatikus) felületre irányítva a vörös, a zöld és a kék információnak megfelelõ elektromos jelek az ún. gammakorrekció és erõsítés után azonos amplitúdójúak. Ezt az állapotot a három színcsatorna erõsítésének beállításával hozzuk létre, mivel a felvevõcsövek kimeneti feszültsége kissé különbözõ. A szintek kiegyenlítését fehéregyensúly-állításnak hivjuk.

Gammakorrekcióra azért van szükség, mert az elektronsugárcsövek (tv-képcsövek) bemeneti feszültsége és fénysûrûsége közötti összefüggés nem lineáris. A kamerák gammakorrektora a képcsõ átviteli karakterisztikájával ellentétes jellegû görbét állít elõ, így az eredõ átvitel lineáris lesz (1.12. ábra).




**1.12. ábra**
**Gammakorrekció**

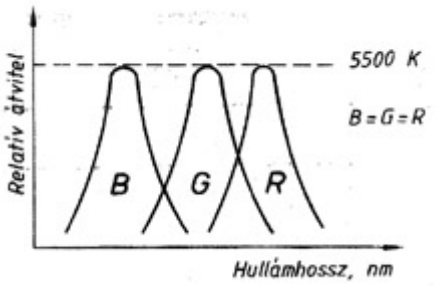
$B = k \cdot B_0^{\gamma}$
ahol B: a képcső felületi fényessége
$B_0$ : a tárgy felületi fényessége

*1.12. ábra Gammakorrekció*

**A kamerák fehéregyensúlya**

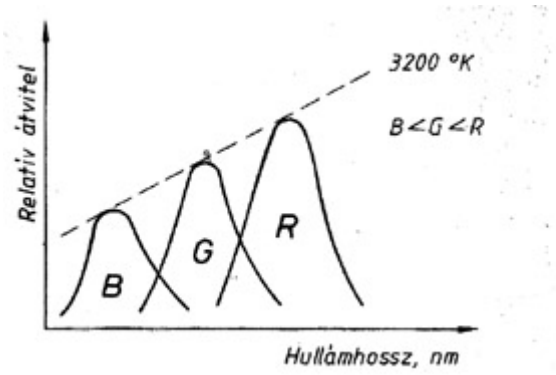
A fehéregyensúllyal kapcsolatban, a látás szubjektivitása miatt egy különös jelenségre hívjuk fel a figyelmet. A látószerv színmemóriának nevezett tulajdonsága következtében az ember sok esetben a tárgyak színének nem a valósághû reprodukcióját tartja természetesnek. Színüket a reprodukálás során is olyannak szeretnénk látni, mintha a tárgyakat természetes nappali fény világítaná meg (akkor is, ha másfajta fénnyel világítjuk meg õket). Ily módon a helyes színvisszaadás, vizuálisan értékelve, csak akkor egyezik meg a valósághû képpel, ha a megvilágítás ún. referenciafehérrel történt.

A stúdiókban általában 3200 K színhõmérsékletû megvilágítást alkalmaznak. Délidõben kitekintve a stúdió ablakán a külsõ környezet színeit ugyanúgy természetesnek látjuk, mint a stúdió tárgyainak színét, mert a szem alkalmazkodik a megváltozott fényviszonyokhoz. Holott a déli napfénynek megfelelõen 5500 K-es fényben a tárgyak színe más, mint 3200 K-es megvilágítás esetén. A videokamerán keresztül szemlélve az eseményeket, egészen más helyzet áll elõ. Ha a kamera fehéregyensúlyát 5500 K-re állítjuk be, akkor színhelyesen reprodukálja a tárgyakat, feltéve, ha 5500 K-es megvilágítást alkalmazunk (1.13. ábra).




**1.13. ábra**
**Helyesen beállított fehéregyensúly**

*1.13. ábra Helyesen beállított fehéregyensúly*




**1.14. ábra**
**Helytelenül beállított fehéregyensúly**

*1.14. ábra Helytelenül beállított fehéregyensúly*

A 3200 K-es megvilágítás esetén viszont a kamerával felvett kép a monitor ernyõjén sárgás elszínezõdést mutat. Márpedig a kamera a fizikai törvényeknek megfelelõen kifogástalanul müködött, azaz érzékelte a megváltozott színhõmérsékletet, és az 1.14. ábra szerint módosult az alapszínek spektrális eloszlása. Az eredmény: "természetellenes" sárgás elszínezõdés. Felvetõdik a kérdés: A monitoron megjelenített kép esetében miért nem alkalmazkodik szemünk a megváltozott fényviszonyokhoz? Azért, mert mindig a környezetünkkel összhangban érzékeljük a színek harmóniáját. Ez esetben a környezet (amelynek a monitor is része) helyesnek érzett színvilágához képest a monitoron megjelenõ kép színei természetellenesek. A szem ezen szubjektív tulajdonsága nagyon fontos tényezõ a videotechnikában.

A kamera fehéregyensúlyát minden esetben olyan színhõmérsékleten kell beállítani, amellyel a megvilágító fény rendelkezik. Ha a fényviszonyok megváltoznak, a fehéregyensúlyt újra be kell állítani. Ebbõl rögtön kiviláglik, hogy a stúdióban nem szabad ún. "kevert fényt" alkalmazni, ha helyesen óhajtjuk reprodukálni a színeket. Furcsa helyzet adódna, ha pl. a stúdióban 3200 K-es színhõmérsékletû fehér fénnyel világítanánk meg az egyik szereplõ arcát, a tõle távolabb álló színésznõt pedig az ablakon beszûrõdõ 5500 K színhõrnérsékletû nappali fény világítaná meg. A kamerát vízszintes irányban mozgatva (svenk) átirányítva a színésznõre, az eredmény: kedvenc színésznõnk arcát kékesre színezve, frankensteini vonásokkal ruháztuk fel.

A színcsatornákból kapott három azonos szintû jelet a szem spektrális érzékenysége (láthatósági függvény, l. az 1.4. ábrát), továbbá az állandó fénysûrûség elve alapján a következõ súlyozással összegezzük: 30% vörös, 59% zöld, 11% kék. Ily módon ezen komponensek összegeként létrejön az $Y$ világosságjel: $Y = 0{,}3R + 0{,}59G + 0{,}11B$. Az összegezést egy ún. mátrixáramkör végzi el.

Fehér szín továbbítása esetén, mint láttuk, az alapszínjelek értéke egységnyi. Következésképpen az egyenlet alalpján az $Y$ jel értéke szintén egységnyi. A világosságjel megfelel egy fekete-fehér kamera jelének és a fekete-fehér tv-készülék kifogástalanul feldolgozhatja.

Az imént láttuk, hogy színes képi információ átviteléhez három adatra van szükségünk, viszont kompatibilitási nehészségek miatt elvetettük a három alapszínjel átvitelét. A világosságjel egyenlete négy adatot tartalmaz, azaz az egyik adat fölösleges. Mivel az *Y* jel megfelel a fekete-fehér jelnek, a három továbbítandó adat egyikének ezt célszerû választani. Ezzel teljesül a kompatibilitás egyik feltétele. A fennmaradó színjelekbõl immár csak kettõt kell továbbítanunk, mivel belõlük és a világosságjelbõl a harmadik a világosságjel egyenlete alapján elõállítható.

Meggondolandó tehát, hogy melyik két színjelet tovabbítsuk! Válasszuk mondjuk a zöldet és a pirosat, a kéket pedig állítsuk elõ a vevõkészülék mátrixáramkörével! Ezt megtehetnénk, ám ekkor egy fekete-fehér adó, amely csak a világosságjelet sugározza, kék árnyalatú képet hoz létre egy színes készüléken. A következõkbõl ez jól látható:

$0{,}11B = Y - 0{,}3R - 0{,}59G$, azaz

$$B = \frac{Y - 0{,}3R - 0{,}59G}{0{,}11},$$

és mivel fekete-fehér sugárzás esetében $R = 0$ és $G = 0$, a mátrix-áramkör $Y/0{,}11$ értékû kék jelet továbbít a képcsõ kék elektronágyúja felé. Ily módon a kompatibilitás második feltétele (reverzkompatibilitás) nem teljesülne.

Azért a gyakorlatban mégsem lenne ilyen "tragikus" a helyzet. Hiszen a fekete-fehér összetett videojel nem tartalmaz színsegédvivõt, és így színazonosító burstöt sem. Ennek hiányában a készülék automatikusan kikapcsolja a dekóder színcsatornáját, így mindhárom elektronágyú a fekete-fehér jelnek megfelelõ azonos szintû vezérlést kap. Feltéve, hogy az *R*, *G*, *B* erõsítõk erõsítése (fehéregyensúly) és az egyenszintje (feketeegyensúly) azonos, és az egész szabályozási tartományban az is marad (*R*, *G*, *B* erõsítõk együttfutása), a képcsõ - típustól függõen - kb. 6500 K-es fehéret szolgáltat.

**A monitorok fehéregyensúlya**

A fehér- és a feketeegyensúly beállításával kapcsolatosan - a gyakorlati szemlélet elõsegítésére - célszerû egy kis kitérõt tennünk. Az egyensúly beállítása sajnos távolról sem egyszerû feladat, és a jól beállított készülékre is hatnak különbözõ tényezõk, mint pl. az *R*, *G*, *B* erõsítõk *clamperáramkörének* stabilitása (szinthelyreállítás), egyenszint-stabilitás (egyenáramú munkapont), a differenciális erõsítés torzítása, a dekóder stabilitása, hõmérséklet-függõség, hálózatfüggõség, a képcsõ sugáráramának stabilitása stb. Mindezek miatt a szaküzletekben szinte képtelenség két egyforma színvisszaadású tv-készüléket találni.

Az *R*, *G*, *B* elektronágyúk azonos szintû vezérlése a fentieknek megfelelõen csak ideális esetben hoz létre helyes színegyensúlyt. A képernyõn látható színt ugyanis döntõen a három elektronágyú sugáráramának viszonya, ill. az általuk gerjesztett foszforpontok fényintenzitása határozza meg. Ily módon a fehér szín a legritkább esetben jön létre azonos amplitúdójú vezérléssel. (Egyébként a 80...100 $V_{pp}$amplitúdójú vezérlõfeszültség hajszálpontos beállítása sem egyszerû feladat.) A helyes beállítás érdekében tehát a végeredményt, azaz a képernyõ felületét kell vizsgálnunk. A beállítást ún. koloriméterrel végezzük el, amely a képernyõ fehér színének színkoordinátáit méri. A kolorimétert kalibrálnunk kell az adott képernyõ

színhõmérsékletéhez (pl. 6500 K). A beállítást 2-3 cd/$m^2$ fénysûrûségû fekete- és kb. 100 cd/$m^2$ fénysûrûségû fehérértékeknél végezzük. (A cd/$m^2$ helyett a gyakorlatban a nit elnevezést használják.) Ha helyes a beállítás, a kontrasztszabályozás nem okoz elszínezõdést a képernyõn. A tökéletes beállítás akár órákig is eltarthat, az *R*, *G*, *B* erõsítõk egyenáramú munkapontja és erõsítése ugyanis általában függ egymástól. Ezért, ha a fehéret pl. 80 cd/$m^2$ fénysûrûségnél beállítottuk, akkor meglepve tapasztaljuk, hogy az elõzõleg beállított feketeszint már nem pontos. Az egészet nehezíti a képcsõ karakterisztikája, mert a három ágyú vezérlõfeszültség függvényében való együttfutása nem teljesen azonos. Különösképpen kommersz tv-készülékek esetében nem.

Mindezek alapján érthetõ, hogy a tv-készülékek gyártói miért nem fordítanak túl sok gondot a színegyensúly beállítására. Persze léteznek már stúdiómonitorok (pl. Barco), amelyek a fekete és a fehéregyensúlyt automatikusan, rendkívül pontosan beállítják.

A monitorok fehéregyensúlyának pontos beállítása rendkívüli jelentõségû, különösen akkor, ha több napon át forgatnak egy jelenetet a stúdióban azonos megvilígítási körülmények között. Ha az operatõr speciális színvilágot kíván létrehozni a jelenet drámai hatásának hangsúlyozására, a képmérnök a kameravezérlõ egység (CCU: Camera Control Unit) segítségével ezt megteheti. A következõ forgatási napon ugyanazt a színvilágot kell létrehoznia, hiszen az elõzõ jelenet folytatódik. Ezt egyszerûen megteheti, ha hitelesen beállított monitor áll a rendelkezésére. Az elõzõ felvételt képmagnón visszajátssza, majd a monitoron való vizuális összehasonlítással ugyanazt a színvilágot elõ tudja állítani.

A gyakorlatot érintõ rövid kitérõ után térjünk vissza a színinformációt tartalmazó videojel átvitelének kérdéséhez!

A már említett okok miatt tehát nem célszerû az alapszínjeleket átvinni. Sokkal kedvezõbb - mint látni fogjuk - ún. színkülönbségi jeleket képezni és továbbítani, amelyeket az alapszínjelek és a világosságjel különbségeként értelmezhetünk ($R - Y$, $G - Y$, $B - Y$). A színkülönbségi jelek esetében is elegendõ kettõt közvetíteni, hiszen a harmadik a világosságjel segítségével elõállítható. Dilemmánk ismét az, vajon melyik két alapszínt alkalmazzuk. Mivel a zöld jel járul hozzá legnagyobb mértékben a világosságjel képzéséhez, következésképpen a zöld színkülönbségi jel ($G - Y$) amplitúdója a legkisebb. Ily módon a G - Y komponens esetében a legrosszabb a jel-zaj viszony, ezért a zöld színkülönbségi jelet nem közvetítjük.

A monitor az $R - Y$ és a $B - Y$ különbségi jelekbõl az $Y$ jel hozzáadásával egyszerûen elõállítja az alapszínjeleket: $R = (R - Y) + Y$, $B = (B - Y) + Y$. A világosságjel egyenletébõl a következõ összefüggés adódik:

$$G - Y = - 0{,}51(R - 1) -$$

$$- 0{,}186(B - Y).$$

Néhány készülékben nincs mátrixáramkör az alapszínjelek elõiállítására, hanem a képcsõ vezérlõrácsát színkülönbségi jelekkel, továbbá a katódot Y jellel vezérelve a képcsõ maga állítja elõ az alapszíneket. A $G - Y$ képzéséhez természetesen továbbra is mátrixáramkört kell használni. Vizsgáljuk meg, mi történik ebben a rendszerben fekete-fehér sugárzás esetén! Mint már láttuk, fekete-fehér sugárzás során a fehér vagy annak bármely intenzitású szürke árnyalata azonos amplitúdójú *R*, *G*, *B* jeleknek felel meg. Az amplitúdó legyen mondjuk - a

gyakorlatnak is megfelelõ-en - egységnyi. Ekkor a világosságjel egyenlete a következõképpen alakul:

$Y = 0{,}3 \times 1 + 0{,}59 \times 1 + 0{,}11 \times 1.$

Azaz $Y = R = G = B$. Ebbõl kiviláglik, hogy a színkülönbségi jelek értéke zérussal lesz egyenlõ. Vagyis a képcsövet nem vezérlik színinformációt tartalmazó jelek, mert a mátrix azonos amplitúdójú, $R$, $G$, $B$ jeleket állít elõ, és csak fehéret, ill. annak szürke ámyalatait képezi. Teljesül tehát a "fordított" kompatibilitás követelrnénye is.

**A gammakorrekció hatása a jelátvitelre**

Vizsgáljuk meg hogy hogyan hat a gammakorrekció az elõbbiekben még problémamentesnek látszó jelátvitelre!

Tudjuk, hogy a gammakorrekciót a képcsõ nemlineáris vezérlõfeszültség fényesség-karakterisztikája miatt vezettük be. Ideális esetben a színes kamera világosságjele megegyezik a fekete- fehér kamera jelével, feltéve, hogy mindkét kamerát ugyanazon tárgyra iranyítjuk azonos megvilágítási körülmények mellett. A gyakorlatban ez csak akkor igaz, ha a megvilágított tárgy nem színes.

Merõben más a helyzet, ha a tárgy színes. A fekete-fehér kamera kizárólag világosságjelet állít elõ, amelyet a gammakorrektor áramköre a következõképpen módosít:

$$Y = (0{,}3R + 0{,}49G + 0{,}11B)^{0{,}45}.$$

Színes karnera esetében (mivel mindhárom színcsatorna, tartalmaz gammakorrektort) a világosságjel:

$$Y = 0{,}3R^{0{,}45} + 0{,}59G^{0{,}45} + \\ + 0{,}11B^{0{,}45}.$$

A fentiek miatt a világosságjel amplitúdója megváltozik. A legnagyobb hiba a legtelítettebb színeknél jelentkezik. Pl. teljesen zöld tárgy képének leképezésekor: $G = 1$, $R = 0$, $B = 0$. Így 0,59 V értékû világosságjel keletkezik. A gammakorrekció eredményeképpen ez az érték 0,79 V-ra változik, míg a fekete-fehér kamera 1 V-os jelet ad. Tehát az állandó fényesség elvét megsértjük. Akromatikus (szürke) tárgy világosságjel-értéke korrekt lesz, mivel ez esetben a három színjel értéke azonos.

# 1.3. A színes tv-rendszerek

# Általános mefontolások, követelmények

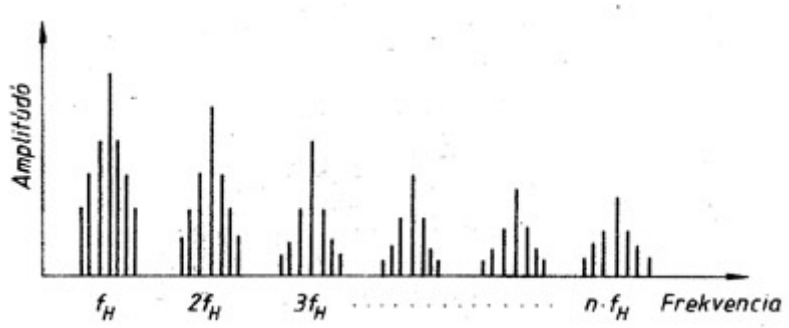
A világon számos színes tv-rendszert fejlesztettek ki, ám ezek közül csak hármat vezettek be: az NTSC, a PAL és a SECAM rendszert. Mindhárom rendszer kifejlesztésekor elsõdleges szempontnak tekintették az elõzõekben már tárgyalt kettõs kompatibilitás feltételét. A fekete-fehér tv-rendszerek csak a vilagosságjelet közvetítik, amely megfelel a képet alkotó képpontok felületi fényességének. A világosságjel frekvenciatartománya 0 Hz-tól hozzávetõlegesen 6 MHz-ig terjed (a felsõ határ függ a rendszertõl).

*A szintrögzítés szerepe*

A 0 Hz-nek megfelelõ egyenáramú szint (amely arányos a kép átlagos megvilágításával) átviteléhez egyenáramú csatolást kellene alkalmazni a teljes átviteli láncban. Ez a követelmény rendkívül bonyolítaná az áramköröket. Ettõl függetlenül a színes rendszerek esetében szóba sem jöhet az alapszínjelek egyenáramú szintjének változása. Azonnal felborulna a színegyensúly, hiszen a képtartalom függvényében változna a jelek átlagértéke, és az *RGB* mátrix hibásan mûködne. Az egyenáramú csatolás nehézségei miatt olyan, speciális váltakozó áramú csatolást alkalmazunk, amely lehetõvé teszi az egyenáramú szint helyreállítását (clamperáramkör) minden tv-sorban. A clamperáramkör stabilitása és a szintrögzítés a színhelyes reprodukálás igen fontos tényezõje.

*A világosságjel spektruma*

A kompatibilitás követelményébõl adódik, hogy a színinformációval kibõvített világosságjel együttes sávszélessége sem lehet nagyobb, mint 6 MHz. Azaz a színinformáció nem foglalhat le új frekvenciasávot. Egy igen lényeges felismerés lehetõvé tette ennek az elsõ pillantásra abszurd követelménynek a kielégítését. Fourier-analízissel bizonyítható, hogy a világosságjel energiaeloszlása nem folytonos, hanem a sorfrekvencia ($f_H$) egész számú többszöröseinél (harmonikusok) "csomósodási" helyeket tartalmaz (1.15. ábra).



A sorfrekvenciás spektrumvonalak környezetét - mint oldalsáv - a félképváltó jel harmonikusai alkotják. Az ábrán követhetõ, hogy az energiacsomósodások között minimumhelyek vannak, ahol az *Y* jel spektrumvonalai közel zérus értékûek. Ezek a minimumhelyek kiválóan alkalmasak a színinformáció elhelyezésére.

*A színsegédvivõ feladata*

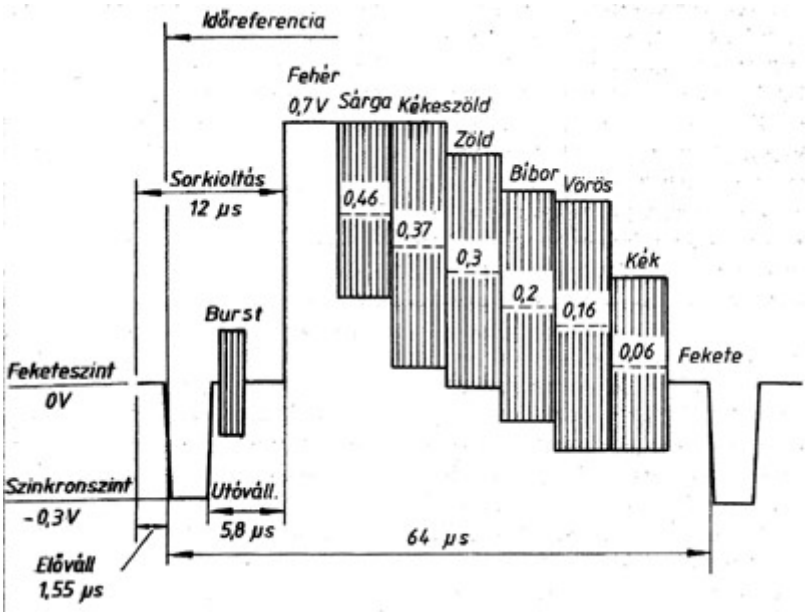
A járulékos színinformáció átviteléhez ún. színsegédvivõ(ke)t alkalmaznak, amelye(ke)t a két színkülönbségi jel modulál. A világosságjel és a világosságjelre szuperponált, színkülönbségi jellel modulált színsegédvivõk alkotják az összetett színes videojelet. Ám ezt még kiegészítik a sor- és képszinkronjelek, amelyek lehetõvé teszik, hogy a monitor képernyõjén futó elektronsugár szinkronban mozogjon a kamera felvevõcsövét letapogató elektronsugárral. E kötött szinkronkapcsolat biztosítja, hogy a kamera képpontjai egységes képet alkossanak a képernyõn. A horizontális és vertikális szinkronjeleken kívül - amelyek tehát az elektronsugár eltérítését szinkronizálják - az összetett videojel tartalrnaz ún. színszinkronizáló jeleket (*burst*) is. Ezek azonban nem az eltérítést vezérlik, hanem segédjelként szolgálnak a dekóder helyes mûködéséhez.

A leírt formában felépülõ összetett színes videojel spektrumában a színsegédvivõ spektruma az *Y* jel spektrumának minimumhelyeit tölti ki, ha a segédvivõ frekvenciáját körültekintõen választjuk meg. Ily módon "spektrumbeszövéssel" megoldottuk a színjelek átvitelét a világosságjel frekvenciasávján belül. A segédvivõ *Y* jelet zavaró hatása (interferencia) gyakorlatilag elhanyagolható, habár a helyzet nem ideális, mert pl. a PAL rendszerben a dekóder képtelen tökéletesen megkülönböztetni a színjelet és az *Y* jel azon részét, amely a segédvivõ környékére esik. Ily módon a dekóder színjelként kezeli az *Y* jel egy töredékét, ami zavaró hatású interferenciához vezet (*cross color*). Ez különösen akkor érezhetõ, ha a kép függõleges irányú csíkokat tartalmaz, amelyeknek a frekvenciája összemérhetõ a segédvivõ frekvenciájával (pl. csíkos ruha).

A három színes rendszerben a kolorimetrikus elvek és az elozõekben tárgyalt elvek is azonosak. Az e rendszerek közötti különbség a segédvivõ modulációs rendszerében van.

# A videojel felépítése

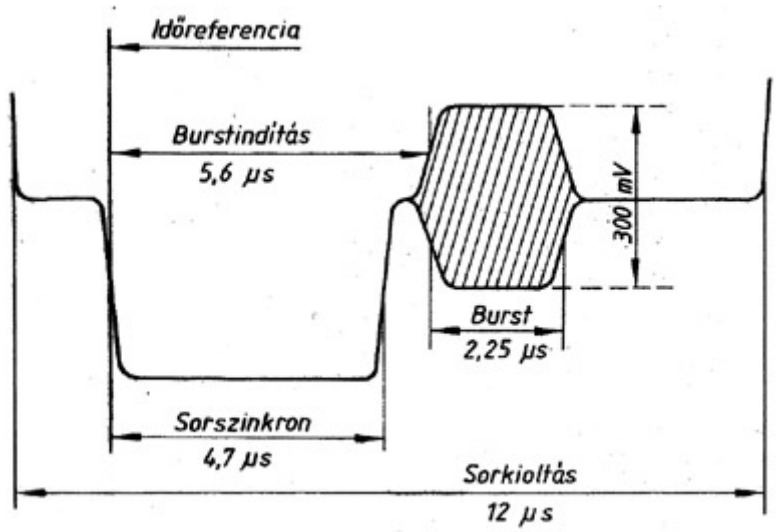
A videojel felépítését, idõzítését és nevezetes szintjeit az 1.16. áb-ra szemlélteti. Az ábra egy teljes tv-kép egyetlen sorát mutatja, amely ez esetben PAL rendszerû, csökkenõ világosságtartalmú szinsávjel (EBU 100.0.75.0 típusú 75% telítettségû *color bar*).




A videojel horizontális irányban a horizontális szinkronimpulzus lefutó élével kezdõdik, amelynek le- és felfutó éle 250 ±50 ns-os. A lefutó él a sorirányú idõzítés referenciájaként kezelendõ. A szinkronimpulzust az utóváll követi, amelyen a színszinkronitást biztosító burst helyezkedik el. A burst frekvenciája pontosan megfelel a színsegédvivõ frekvenciájának; abból 10 periódust tartalmaz. Az elõváll, a szinkronimpulzus és az utóváll együttesen alkotják a horizontális kioltás szakaszát. Ezen idõtartam alatt az elektronsugár a képernyõ jobb szélérõl a bal szélére fut vissza. A kioltást a videojel aktív szakasza követi, amely megfelel egy tv-sor képpontjainak. Az elektronsugár ezen idõszak alatt a képernyõ bal szélétõl a jobb széléig kirajzolja a kamera által közölt kép egyetlen sorát. A képernyõn természetesen csak az aktív szakasz látható, mivel a visszafutó elektronsugár intenzitását az ún. kioltóáramkör minimálisra csökkenti.

A videojel horizontális irányú idõzítése után vizsgáljuk meg a nevezetes szinteket, a kioltószinthez képest! A kioltószinten az elektronsugár által gerjesztett fénysûrûség közel zérus. A kioltószintet a feketeszinttõl egészen a fehérszintig a képtartalom követi. A fehérszint a maximális világosságtartalmú képpontnak felel meg. A közbensõ lépcsõk (a valóságban folyamatos!) alkotják a kép gradációját, amelyet a világosságjel pillanatnyi amplitúdója és az erre szuperponált színinformáció alkot. A szinkronszint a feketénél is "feketébb", így természetesen ez sem látható.

A PAL rendszerben a feketeszint megegyezik a kioltószinttel, bár a kamerák esetében némelyik felhasználó 10...20 mV-ra állítja a feketeszintet. Ezt azért teszi, hogy a képtartalom kevésbé megvilágított részletei is láthatóvá váljanak. (E beállítás hátulütõje, hogy a kép a sötét tartományban zajosabbnak látszik.) Az 1.17. ábrán felnagyítva látható a horizontális kioltás szakasza.



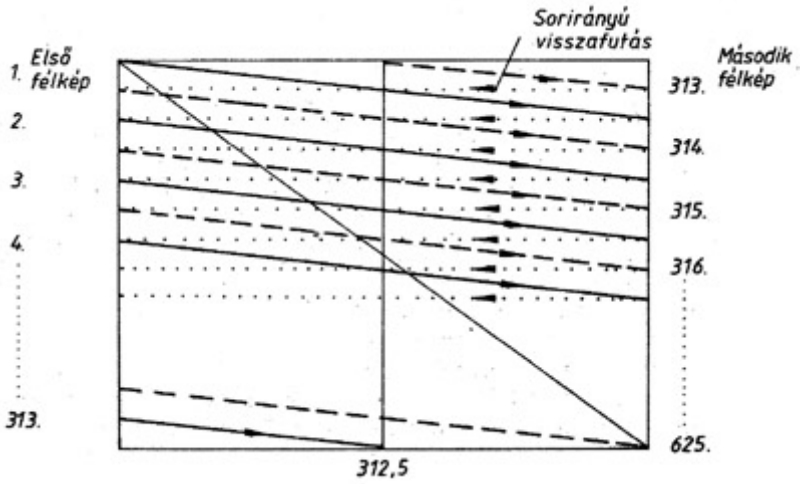

# Váltott soros letapogatás

A tv-kép teljes terjedelmében 625 sorból áll (a CCIR és az OIRT szabvány szerint), amely az imént leírt sorirányú videojelek idõbeni összegzéseként jön létre. A 625. sor után az elektronsugár a képernyõ aljáról visszafut, és kezdõdik elölrõl a folyamat. A 625 sor felrajzolása 40 ms alatt megy végbe, ezért a képváltás frekvenciája 25 Hz.

Itt álljunk meg egy pillanatra! A bevezetõben már említettük, hogy az emberi szem érzékelési sebessége véges, azaz tehetetlensége jelentõs. Ez a tehetetlenség tette lehetõvé, hogy a tv-rendszereket aránylag lassú eltérítéssel és ezáltal kis sávszélességgel hozzuk létre. Ha ugyanis az idõben egymás után következõ képpontokat, majd a teljes képet megfelelõ sebességgel villantjuk fel, akkor a szemünk folyamatos képet érzékel.

A 64 µs-os idõközönként közvetített sorokkal nincs is problémánk. Szemünk azonban mégsem annyira tehetetlen, hogy a 25 Hz-es ütemben váltakozó kép villogását ne érzékelné. 40 Hz körül van a zavaró villogás határa. Ha ennek alapján pl. 50 Hz-nek megfelelõ 20 ms alatt közvetítenénk 625 sort, a soridõt a felére kellene csökkenteni, ami kétszeres sebességû eltérítést és nagyobb sávszétességet jelentene. Ez a követelmény a tv-rendszerek kialakitásának idején komoly gondokat okozott volna. (Ma már a feladat könnyedén megoldható pl. a HDTV rendszerrel, l. késõbb.)

A problémát szellemes módon a *váltott soros* letapogatással oldották meg. Ennek lényege a következõ (1.18. ábra): 20 ms alatt nem közvetítünk 625 sort, csak ennek felét, de ezalatt az elektronsugár a tetejétõl az aljáig pásztázza a képernyõt, majd visszatér, és az ábrán látható sorközökbe belerajzolja a kép második felét.

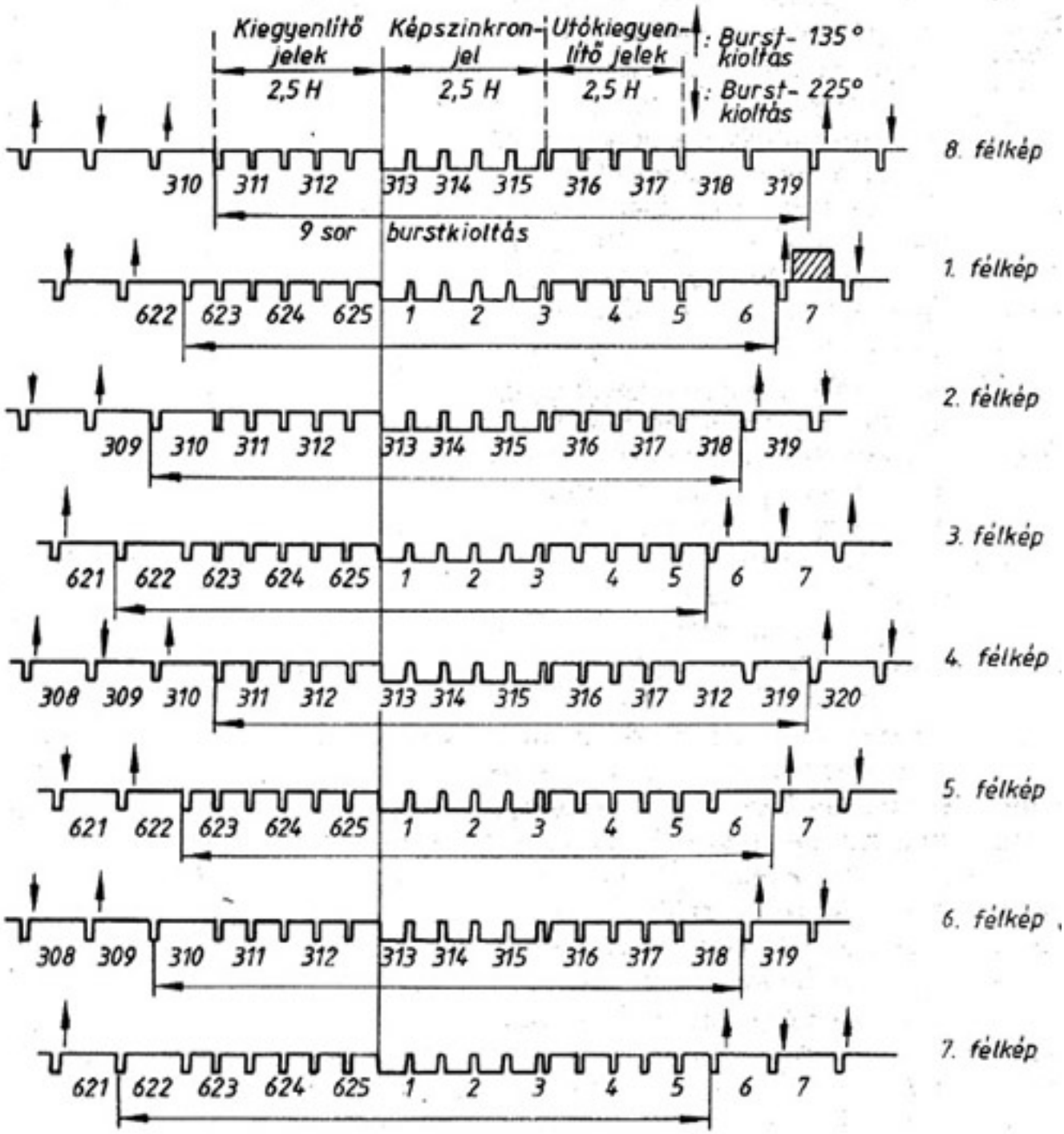



Tehát ún. félképekbõl szerkesztünk egy teljes értékû képet. Ez nyilvánvaló "csalás", hiszen a 2. félkép információtartalma különbözik az 1. félképétõl, mivel tõle idõben éppen 20 ms távolságra van. Ebbõl egyenesen következik, hogy a két félkép összetartozó képpontjai idõben kissé elcsúsznak egymáshoz képest. A helyzet azonban nem tragikus, mert 20 ms alatt a képtartalom gyakorlatilag keveset változik. Továbbá ezt a változást a szem úgysem érzékelné (enyhe vízszintes irányú elmosódás lenne csupán látható, ha pl. egy függõleges tárgy vízszintes irányban mozogna nagy sebességgel. Ezt a hatást azonban jóval túlszárnyalja a felvevõcsövek és a képernyõ utánvilágítása.)

Az 1.19. ábra a teljes tv-jelet ábrázolja a képkioltás környezetében, egyben szemlélteti a PAL szekvencia fázisviszonyait is, amit késõbb, a PAL jel értelmezésekor felhasználunk. Ezt és az elõzõ ábrát áttanulmányozva, követhetjük a félképváltás, ill. a váltott soros letapogatás folyamatát. Az egyszerûség kedvéért csak néhány sort tüntettünk fel. Tételezzük fel, hogy a visszafutás végtelenül gyors, azaz zérus idejû! Az eltérítés a képernyõ bal felsõ sarkából indul az elsõ félkép elsõ sorával. A 313. sor már nem fejezõdhet be, mert a felénél eléri a képernyõ alját. Ekkor visszafut a sugár, és a képernyõ közepén a 313. sor második felének kezdõpontjától, ami idõben egybeesik a második félkép vertikális szinkronjelének lefutó élével, újra indul. A 313. sor a képernyõ tetején fejezõdik be. A képernyõ közepétõl indulva a sugár a teljes út felét teszi csak meg. Következésképp a képernyõ tetejéhez képest csak fele annyival lesz lejjebb a jobb szélen, mintha az egész utat befutotta volna. Így tehát a második félkép sorai az elsõ félkép sorai között fognak elhelyezkedni.

A vízszintes sorok azért ferdék, mert a horizontális eltérítés alatt a vertikális eltérítés folyamatosan mozgatja a sugarat függõeges irányban. A váltott soros letapogatás pontos félképváltását a képszinkronimpulzus elõtt és után elhelyezkedõ félsor idejû kiegyenlítõjelek biztosítják. A képszinkronjelet megszaggató "befûrészelések" szerepe: ne szûnjön meg a vízszintes eltérítés szinkronizálása a vertikális visszafutás ideje alatt.

A képszinkronjel környezetében 25*H* idõtartam (*H* = 64 μs) alatt - amely megfelel a képkioltási szakasznak - nincs videojel. Az elsõ félkép elsõ aktív sora a 23. és az utolsó a 310. A második félkép elsõ aktív sora a 336. És az utolsó a 623. A félképkioltás ideje ebbõl következõen: 25*H*. A 625 soros tv-rendszerben tehát csak 575 sornak van képtartalma. A képkioltás ideje alatt az átviteli rendszer tulajdonságainak vizsgálatára szolgáló mérõjeleket, továbbá teletextjeleket továbbítanak. Nevezetesen: a páratlan félképek 7...22. soraiban, ill. a páros félképek 320...335. soraiban.




# Az átviteli lánc torzításai

Ejtsünk néhány szót azokról a torzításfajtákról, amelyeknek a szerepe hangsúlyozottá vált a színes tv-rendszerek bevezetése során! Valamely átviteli lánc minõségi jellemzõit megítélhetjük, ha megvizsgáljuk, hogy a láncon közvetített speciális mérõjel hogyan változik meg (torzul), amíg eljut a kimeneti pontra. A jeltorzulás megengedhetõ mértékét vizuálisan, megtekintés alapján határozták meg. Hiszen az a döntõ, hogy jónak ítéljük-e a képet, nem pedig a mérõjelek "bravúros" átvitele. A szubjektív elemzés után a mérõjeleken fellépõ

torzulások maximálisan megengedhetõ értékét számszerûen is definiálhatjuk. A tv-technikában használt mérõjelek rendszerét nemzetközi elõírások rögzítik (CCIR Rec. 421.).

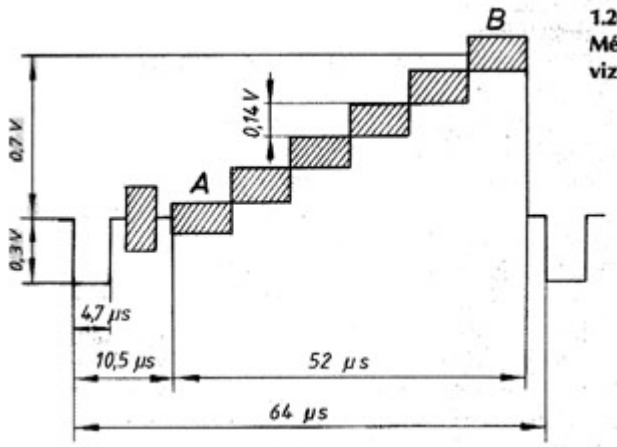
*Differenciális erõsítés*

Az átviteli lánc akkor lineáris a teljes kivezérlési tartományban, ha a kimeneti és bemeneti feszültség közötti függvénykapcsolat lineáris

$$U_{ki} = kU_{be}$$

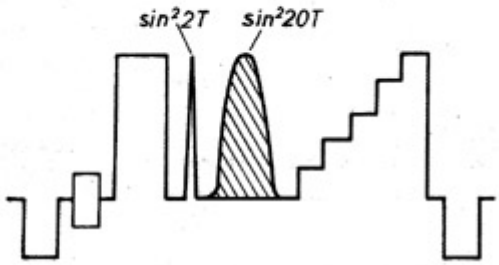
azaz differenciálhányadosa konstans.

Az 1.20. ábrán látható mérõjel lépcsõjelre szuperponált színsegédvivõt tartalmaz. Ha az átviteli karakterisztika (transzfer karakterisztika) nem lineáris, hanem görbült, akkor a világosságjelre szuperponált segédvivõ amplitúdója a görbültséggel arányosan megváltozik. Tehát a szuperpozícióból moduláció lesz. Úgy tûnik, mintha a világosságjel modulálná a segédvivõt. A differenciális erõsítést számszerûen a 6 lépcsõben elhelyezkedõ színsegédvivõk amplitúdóviszonya határozza meg. Referenciaként kezeljük a kioltószinten elhelyezkedõ segédvivõcsomagot, és ehhez képest mérjük a többi változást. Ha az átviteli karakterisztika pl. exponenciális jellegû, akkor a *B* lépcsõn szereplõ segédvivõcsomag amplitúdója az *A*-hoz képest megnõ. Ebbõl következik, hogy ebben a kivezérlési tartományban torzul a színtelitettség is. (Az *Y* jel torzulása fekete-fehér készüléken ún. gradációtorzításhoz vezet.) A leírt torzításfajtát helyesen nem differenciális erõsítésnek, hanem differenciális erõsítéshibának nevezzük, bár az elõbbi elnevezést is használják.




**1.20. ábra**
**Mérõjel a differenciális torzítások vizsgálatához (CCIR REC. 451–2)**

**1.21. ábra**
**A tizenhetedik sor szabványosított mérõjele**




*Differenciális fázis*

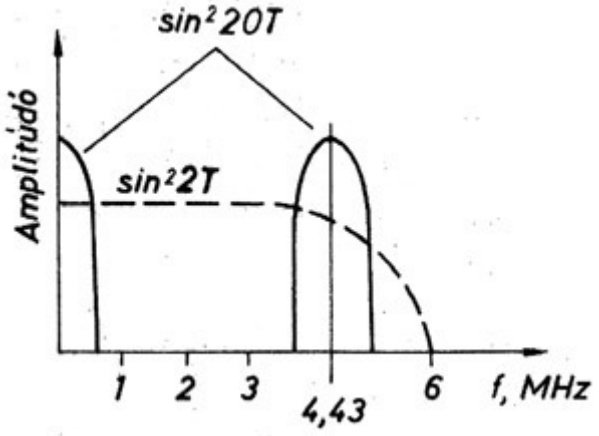
A differenciális fázistorzítás szintén a nemlineáris karakterisztika következménye. Most azonban nem a színjellel modulált színsegédvivõ amplitúdója, hanem annak fázisa változik a kivezérlés függvényében, azaz a differenciális fázistorzítás színezethibát okoz. A méréshez az elõbbi mérõjel használandó. De most nem az amplitúdók, hanem a fázisok viszonyát vizsgáljuk a referencia- (kioltó-) szinthez képest. A differenciális fázistorzítás az NTSC és a PAL rendszerben közvetlenül befolyásolja a színinformációt. A SECAM rendszerben is

hasonló mértékben érvényesül, de közvetetten: fázis-frekvencia-moduláció által (PM-FM konverzió).

*Egyéb fontos torzításfajták*

Az 1.21. ábra szerinti mérõjel olyan impulzusokat tartalmaz, amelyek segítségével szemléletesen, gyorsan következtethetünk az átviteli lánc minõségére. Ezek az impulzusok a $\sin^2 2T$ és $\sin^2 20T$

A $\sin^2 2T$ impulzus (amely Dirac-deltából Thomson-szûrõvel alakítható ki) spektruma a teljes videosávban a felsõ határfrekvenciáig terjed (1.22. ábra). A $\sin^2 2T$ impulzus amplitúdójából (a fehérszinthez viszonyítva!) és talpponti túllövéséböl következtethetünk a csatorna impulzusátviteli tulajdonságaira, frekvencia-menetére, reflexióhibákra.




A $\sin^2 20T$ spektruma a kisfrekvenciás tartományban helyezkedik el (0...0,5 MHz) és színsegédvivõvel modulált (4,43 MHz). A burkológörbe az *Y* jelnek felel meg. Az impulzus talpponti ingadozása arányos egy igen fontos jellemzõvel, az ún. csoportfutási idõhibával. A csoportfutási idõ ideális esetben állandó. Ellenkezõ esetben az *Y* jel és a színjellel modulált színsegédvivõ spektruma egymáshoz képest idõben elcsúszik. Ez viszont komoly probléma, mert az *Y* jel és a színjel összetartozó értékeinek fázisa is elcsúszik, és a kép torzul. Pl. a VHS magnók jelének többszörös átírásánál a csoportfutási idõhiba rendkívül megnõ, és a színjel elcsúszik az *Y* jelhez képest.

# A három színes tv-rendszer néhány fõbb vonása

*Az NTSC rendszer*

A világon elsõként bevezetett színes tv-rendszer, amelyet az Egyesült Államokban dolgoztak ki. Az NTSC (National Television System Committe) rendszerét az FCC (Federal Communications Commission) 1953-ban fogadta el. E rendszer kidolgozása során rögzítették azokat a kolorimetrikus elveket és általános színátviteli jellemzõket, amelyeket késõbb mindegyik színes rendszerben felhasználtak. Az NTSC rendszer a színinformáció átvitelét ún.

kvadratúramodulációval valósítja meg. Eszerint egyetlen színsegédvivõt amplitúdóban modulálnak a két színkülönbségi jellel oly módon, hogy a vörös és a kék színkülönbségi jellel modulált segédvivõrészek között pontosan 90°-os kötött fáziskapcsolat létesüljön. Ez a speciális modulációs megoldás biztosítja, hogy a két színkülönbségi jel ne hasson egymásra a kódolt jelben, és a dekódolás során egymástól elkülöníthetõk legyenek. Tehát egyetlen vivõ két információt hordoz.

*A PAL rendszer*

Az NTSC rendszer legfõbb hibájának tekintették Európában, hogy igen érzékeny a differenciális fázistorzításra. Ennek kiküszöbölésére a Telefunken mérnöke, dr. Bruch 1962-ben szabadalmaztatta a PAL (Phase Alternation Line) rendszert, amely az említett hátrányt nagymértékben csökkentette.

A PAL rendszer alapelve tökéletesen megegyezik az NTSC rendszerével; maga a rendszer nem más, mint az NTSC rendszer módosított változata. A lényegbevágó különbség az, hogy - mint a rendszer nevében is benne van - az egyik színjellel, nevezetesen a vörössel modulált segédvivõ fázisa soronként 180°-kal változik. Ezzel a megoldással a modulált színkülönbségi jelek vektorainak olyan jellegû összegezése valósul meg, amely a differenciális fázistorzítás hatását minimumra csökkenti.

*A SECAM rendszer*

Henry de France francia mérnök 1957-ben alkotta meg a SECAM (Sequentiel Couleurs a Memoire) rendszert, amelyben egészen más modulációs elvet használt, mint a két másik rendszer. Az alapfeladat itt is az volt, mint a PAL rendszernél - csökkenjen a differenciális fázistorzítások iránti érzékenység. A SECAM rendszer rendelkezett azzal az elõnnyel is, hogy abban az idõben a SECAM dekódert olcsóbban lehetett kivitelezni, mint a PAL dekódert.

A SECAM rendszer, szemben a másik kettõvel, nem amplitúdó-, hanem frekvenciamodulációval közvetíti a színkülönbségi jeleket. Továbbá nem egy, hanem két színsegédvivõt használ, a vörös ( $f_{DR}$= 4,40625 MHz) és a kék ( $f_{DB}$= 4,250 MHz) színsegédvivõt.

Henry de France az NTSC rendszer kísérletei nyomán felismerte, hogy a függõleges irányú színfelbontás "feleslegesen" jó. Hiszen, mint tudjuk az elõzõekbõl, a szem színfelbontó képessége korlátozott, ezért a színjel sávszélességét 1 MHz körüli értekre lehetett leszorítani. Nyilvánvaló tehát, hogy a függõleges irányú színfelbontás is csökkenthetõ. E felismerés alapján a SECAM rendszer a színkülönbségi jeleket nem egyidejûleg, hanem az egymást követõ sorokban váltakozva (szekvenciálisan) viszi át. A dekóderben soridejû késleltetõ mûvonal gondoskodik arról, hogy az *R*, *G*, *B* jelek elõállításához szükséges mátrix egy idõben rendelkezzen mindkét színkülönbségi jellel. Természetesen az egyik 64 $\mu s$-mal korábbi jel, de ez nem súlyos probléma.

*NTSC kontra SECAM, PAL és egyéb rendszerek*

Érdemes kissé eltûnõdnünk, vajon célszerû volt-e az NTSC rendszer után kidolgozni a SECAM-ot és a PAL-t? Hacsak e három rendszerrõl lenne szó, a kérdés említést sem érdemelne. De mostanáig (és ez jelenleg is folytatódik) annyi tv-képátviteli és rögzítési rendszert (képmagnók) dolgoztak ki, hogy a helyzet felettébb kiélezõdött. Úgy tûnik, minden - magát valamire tartó - laboratórium presztízskérdést csinál abból, hogy kifejlessze a saját rendszerét, akár professzionális, akár amatõr rendszerrõl legyen is szó. A háttérben persze nern is annyira presztízs-, mint inkább üzleti szempontok rejlenek. Gondoljunk csak a temérdek képrögzítési eljárásra! Ha csak az amatõr szintû rendszereket szemléljük, akkor is mérnök legyen a talpán, aki a számos képmagnórendszer között képes eligazodni, nemhogy a felhasználó! A sokféle televíziós jelátviteli, rögzítési eljárás és szabvány közül csak érzékeltetésképp íme néhány: NTSC, CCIR, OIRT, PAL, PAL D, PAL M, SECAM és különféle változatai, MAC (Multiplexed Analogue Components), MUSE (Multiple Sub-Nyquist Sampling Encoding), EDTV (Extended Definiton Televi-sion), HDTV (High Definition Tele-vision), kvadruplex, IEC B formátum, IEC C formátum, U-matic Low Band, U-matic High Band, VHS, Betamax, Video 2000, Video 8, Betacam, AMPEX-RECAM-RCA HAWKEYE, BOSCH QUARTER-CAM.

Napjainkban a mûholdas mûsorszórás, a nagy felbontású tv (HDTV) és a digitális képfeldolgozás küszöbén elérkezettnek látszik az ídõ, hogy ez a rettenetes kavalkád megszûnjön, és egységes tv-rendszert dolgozzanak ki mind a jeltovábbítás, mind a jelrögzítés esetében. Szerencsére ma már komoly nemzetközi tevékenység folyik ez ügyben.

Lássuk ezek után a SECAM és a PAL remélt elõnyeit! A három rendszert azonosan jó vételi körülmények közt szemlélve, a képminõségben nem fedezünk fel lényegbe vágó különbséget. A PAL és a SECAM kép egy árnyalattal talán részletdúsabbnak ítélhetõ a nagyobb video-sávszélesség miatt. (Az NTSC sávszélessége csak 4 MHz). Ám ez is csak abban az esetben igaz, ha a képet ún. finom RGB struktúrájú (fine pitch) képemyõn vizsgáljuk. Egy konvencionális képernyõn az RGB csíkok (in-line képcsövön) vagy pontok (deltaképcsövön) limitáló hatásának eredményeképp már a 3,5 MHz-es jelek is alig láthatók. Tehát a különbség csak fekete-fehér készüléken érzékelhetõ. Mivel az NTSC rendszer félképváltása 60 Hz-es, a kép kellemesebb, nyugodtabb benyomást kelt, mint az 50 Hz-cel "villogó" másik két rendszer. Fokozatosan rontva a vételi körülményeket, növelve a zaj- és zavarszintet, a SECAM kép minõsége a leggyengébb. A differenciális torzítások hatása sem csökkent a vártnak megfelelõen. Különösen a SECAM rendszer esetében nem, a már említett PM-FM átalakító miatt. A három rendszer közül az NTSC rendszerû vevõ felépítése a legegyszerûbb és legolcsóbb.

Mindezeken túlmenõen a legfõbb probléma az, hogy a világ tv-technikai fejlesztésének iránya nem a SECAM, hanem az NTSC és a PAL irányába mutat a professzionális és a kommersz területen egyaránt. Pl. a Magyarországon forgalomban levõ készülékek többségében ún. SECAM-PAL transzkódert alkalmaznak a színinformáció detektálásához. Eszerint a készülék dekódere a SECAM jelbõl elõször egy ún. "ál" PAL jelet állít elõ, majd ezt egyetlen integrált áramkörös PAL dekóder dolgozza fel, szintrögzítéssel és az *RGB* jelek bizonyos mértékû erõsítésével együtt.

A tv-technika exponenciális jellegû fejlõdése pedig egyenesen katasztrofális helyzetet idézett elõ a professzionális SECAM stúdiókban! A fõ probléma az, hogy a SECAM jeleket - a színsegédvivõk frekvenciamodulációja miatt - lehetetlen közvetlenül felhasználni a

képkeverõkben. Elõször dekódolni kell õket, majd a kevert jelet újra kódolni. Ez a mûvelet a DE-MO (demodulátor-modulátor) egység beiktatása miatt nyilvánvaló minõségveszteséggel jár. Holott a PAL és az NTSC jelek megfelelõ szinkronitási feltételek biztosítása mellett - közvetlenül keverhetõek.

A világ tv-technikával foglalkozó vállalatai közül csak nagyon kevesen gyártanak SECAM keverõt. Szinte minden új termék elõször NTSC rendszerû változatban jelenik meg, majd ezt követi a PAL. A SECAM változat sok esetben (mint pl. a keverõk) teljesen elmarad. (A francia Thomson CSF-en kívül nincs is tudomásunk más gyártóról, amely SECAM keverõt gyárt.)

A fenti állapotokra jellemzõ, hogy a franciaországi stúdiók is áttértek a PAL rendszerre. A jelet csak adás idején transzkódolják SECAM rendszerûvé. Az utóbbi egy-két évben még a PAL-nál is célszerûbb rendszer került elõtérbe, az ún. komponens-jelátvitel és -jelrögzítés. A komponens-képrögzítési eljárások, mint pl. a SONY Betacam rendszere, alapvetõ változást jelentettek a professzionális stúdiók technikájában. A komponensrendszer, mint a neve is jelzi, alapjeleket ($Y$, $B$ - $Y$, $R$ - $Y$) tartalmaz. A keverés is komponensjelekkel történik. Tehát nem a rögzített komponensjelek, hanem a lejátszó képmagnó kódere fogja meghatározni a kimenõ jel színes rendszerét. Ezzel a különbözõ rendszerek összeférhetetlensége tökéletesen megoldódott. Egyetlen hátránya, hogy jelenleg még nem teljesíti teljes egészében a mûsorszórásra elõírt specifikációt (adásminõség). A sávszélesség pl. csak 3,5 MHz, szemben a PAL 5,5 MHz-es sávszélességével.

Magyarországon a kisebb stúdiók mindegyike PAL rendszert használ. Ezért a PAL tv-rendszert egy kissé részletesebben vizsgáljuk majd, kitérve az utóbbi években elõtérbe került stúdiótechnikai problémákra is. Ilyen pl. a 8 félképes azonosítás és az ún. Sc-H fázis problémája. A kérdés rnegoldására az EBU (European Broadcast Union) 1979-ben tett javaslatot (D-25-1979 technikai ajánlás), de a helyzet még mindig nem megnyugtató.

# 2.1. Videokamerák

A fekete-fehér és a színes videokamerák az objektívük által a képfelvevõ csõre leképezett képet szabványos összetett videojellé alakítják át. Ez a tömör definíció minden kamerára igaz, a részletek azonban a kamera felhasználási területétõl függõen nagyban különböznek. A különféle ipari kamerák, a kis, amatõr célú és a professzionális stúdiókamerák optikai és elektronikus tulajdonságai a felhasználás igényének függvényei.

Egy kamera két alapvetõ részbõl, az objektívbõl és az elektronikus egységbõl áll.

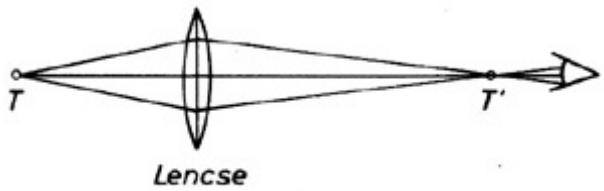
## Az objektív

Az objektívek fajtái, funkciói a felhasználási területtõl nagyban függenek. Ha egy tárgyat valamilyen optikai eszköz segítségével nézünk, az eszköz által leképezett kép, amit a szemünk lát, lehet reális (valóságos), ill. lehet virtuális (látszólagos). Mit is jelent ez? A 2.1. ábrán három esetet látunk. Az elsõ esetben a tárgyat szemünk közvetlenül látja, tehát a tárgyból kiiduló fénysugarak közvetlenül a szemünkbe jutnak. A második esetben a tárgyat az eszköz (esetünkben egy gyüjtõlencse) a T' pontba képezi le, és a fénysugarak onnan jutnak a szemünkbe, hiszen a tárgyat a T' pontban látjuk. Ez a kép reális, ha ui. egy ernyõt teszünk a T' pontba, az ernyõn megjelenik a tárgy képe, tehát a valóságos kép ernyõn felfogható.

a)

*2.1. ábra Egy tárgy leképezésének különbözõ esetei a) szemünk közvetlenül látja a T tárgyat;*

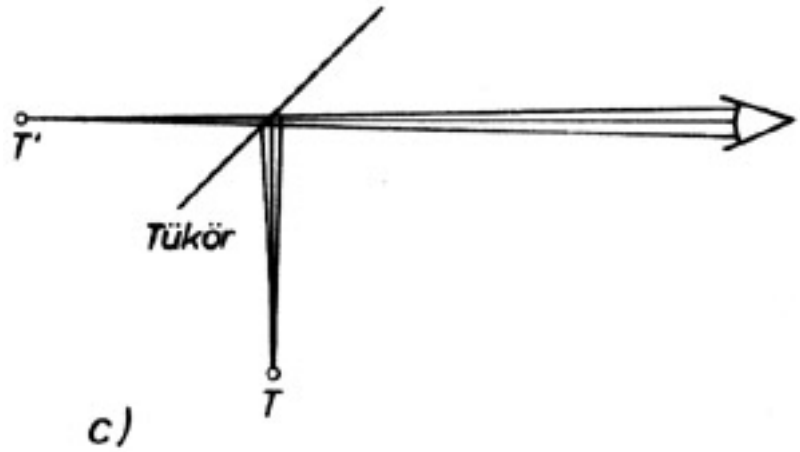
Amíg a második esetben a tárgyról kiinduló fénysugarak a T'-ben keresztezték egymást és jutottak a szembe,




b)

*b) a gyûjtõlencse a T tárgyat a T' pontba képezi le, ahol reális képet kapunk;*

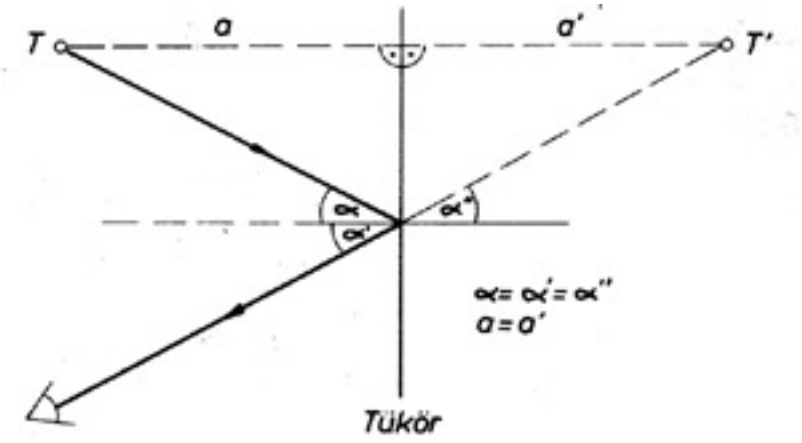
a harmadik esetben, ahol egy síktükör áll a fény útjában, csak a fénysugarak meghosszabbításai keresztezik egymást, az eredeti sugarak pedig a szembe jutnak. Ekkor - tehát, ha T'-ben csak a sugarak meghosszabbításai találkoznak - beszélünk virtuális képrõl, amely ernyõvel nem fogható fel.




c)

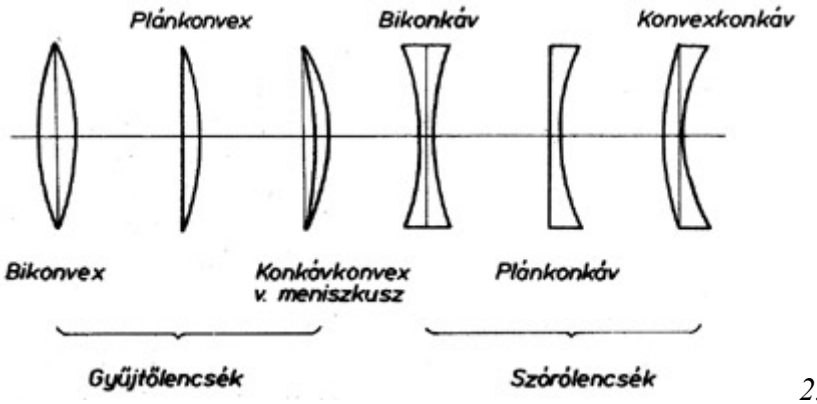
*c) a T tárgy T' tükörképe virtuális kép*

A síktükör egy tárgyról mindig virtuális képet állít elõ, a kép távolsága a tükörtõl a tükör mögött egyenlõ a tárgynak a tükörtõl mért távolságával. A tükörre ferdén beesõ fénysugarak a tükör síkjára állított merõlegeshez képest ugyanakkora szögben verõdnek vissza (2.2. ábra).




*2.2. ábra A fénysugarak visszaverõdése síktükörrõl*

Az optikai lencsék olyan, általában üvegbõl készült testek, amelyeknek felülete kétoldalt gömb- vagy egy gömb- és egy síkfelület. Megkülönböztetünk konvex (középen vastagabb) és konkáv (szélen vastagabb) lencséket (2.3. ábra).




*2.3. ábra Különféle optikai lencsék*

A lencse fõtengelye (optikai tengelye) a gömbfelületek középpontján átmenõ egyenes. A konvex vagy domború lencsék a fényt egy pontba gyûjtik, tehát gyûjtõlencsék, a konkáv vagy homorú lencsék a fényt szórják, tehát szórólencsék. A levezetés mellõzésével az ismert képlet:

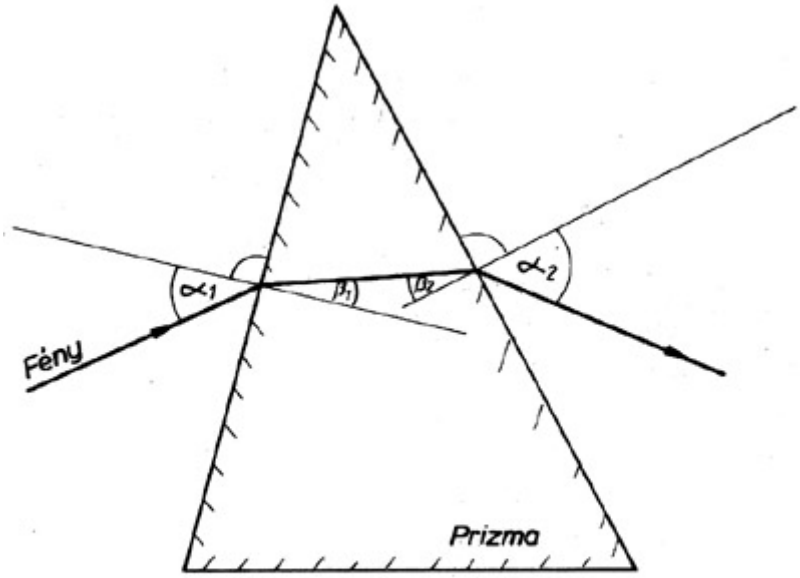
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{k} + \frac{1}{t},$$

ahol f a lencse fókusztávolsága; k a kép távolsága és t a tárgy távolsága a lencse síkjától. A nagyítás mértéke:

$$N = \frac{k}{t}.$$

A lencserendszerek közös fõtengelyû lencsékbõl állnak, és együttes leképezésük adja az eredõ képet.

A prizma olyan átlátszó test, amelynek van két, egymással valamilyen szöget bezáró síkfelülete. A fény különbözõ anyagokban különbözõ sebességgel terjed, ennek mértéke a törésmutató. A prizmába belépõ fénysugár is emiatt törik meg, és a belépési szögtõl eltérõ szögben halad tovább. Kilépéskor ugyanez játszódik le. A sugár mindig a prizma vastagabb része felé törik meg (2.4. ábra).




$$\text{Törésmutató: } n = \frac{\sin\alpha_1}{\sin\beta_1} = \frac{\sin\alpha_2}{\sin\beta_2}$$

*2.4. ábra A prizmán keresztülhaladó fénysugár törése*

Az eddig vázolt esetek ideális optikai eszközökre vonatkoztak, a valóságban azonban tehát mindig kell valamilyen hibával számolnunk. A leggyakoribbak ezek közül a különbözõ torzítások, mint a hordó-, ill. párnatorzítás, amely a tárgy geometriai képét változtatja meg (2.5. ábra).

*2.5. ábra A hordótorzítás és a párnatorzítás szemléltetése*

Az asztigmatizmus azt jelenti, hogy a tárgy egy síkjába esõ vonalai közül nem azonos síkban lesznek élesek a függõleges és a vízszintes vonalak. Színi (kromatikus) eltérés lehetséges, ha a tárgyról leképezett kép szélein vékony, színes kontúrt látunk.

*Fix objektívek*

Azokat az objektíveket nevezzük fix objektíveknek, amelyeknek állandó a fókusztávolságuk. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy az objektív mindig ugyanakkora nyílásszöggel "látja" a világot, az élességet viszont állíthatjuk, azaz elérhetjük, hogy az elé helyezett tárgyat az objektív élesen képezze le a képsíkra, ha a lencserendszer egyik tagját megfelelõ helyzetbe állítjuk. (Nagyon ritkán fordul elõ a videós gyakorlatban, hogy az objektív egyetlen lencsébõl áll, ekkor ennek elõre-hátra mozgatásával állítunk élességet.) Tulajdonképpen az $1/f = 1/k + 1/t$ optikai egyenletet "oldjuk meg" anélkül, hogy bármit kellene számolnunk, hiszen adott f fókusztávolságú lencsénk van, a tárgy adott t távolságra áll, ehhez állítjuk be a megfelelõ k képtávolságot, ami nem áll másból, mint hogy a képsíkra éles képet állítunk be, ezt látjuk a keresõben vagy a monitoron.

Az élességet állító lencsét sohasem közvetlenül elõre-hátra csúsztatással mozgatjuk, mert így nem tudnánk nagyon finom állításokat végezni. A lencsét mindig valamilyen menetes gyûrûbe építik be, és mi e menet segítségével, közvetve mozgatjuk a lencsét.

Az élességállítási lehetõség általában az objektív tulajdonságainak függvénye. Általában 1 m-tõl végtelenig terjedhet, de a különleges objektívek ennél sokkal közelebb levõ tárgyat is képesek élesen leképezni.

A fix fókusztávolságú objektívek a videós gyakorlatban kisebb jelentõséguek; elsõsorban olyan ipari kamerákra szerelik, ahol nem kell az adott látószöget, tehát a fókusztávolságot változtatni. Egy-egy speciális felvételhez szükség lehet rájuk. Az igen nagy látószögû (2,5...15 mm) objektívek adják az ún. halszemeffektust.

Az igen nagy fókusztávolságú (250...1200 mm) objektívekkel a messze levõ tárgyakról tudunk közeli felvételeket készíteni.

*Zoomobjektívek*

Ezeknek az objektíveknek változtatható a fókusztávolságuk. Nagyon sokféle elnevezés terjedt el: zoom-, vario- és gumiobjektív. A videokamerák szinte mindegyikét ezzel szerelik fel, akár amatõr, akár professzionális a berendezés.

Ezek az objektívek három fõ részbõl állnak: elöl van a front-lencse. Ennek mozgatásával állítható be az élesség. A lencse, hasonlóan a fix fókusztávolságú objektívekhez, itt is gyûrûvel állítható. A középsõ tag mozgatásával változik a fókusztávolság, és ezzel együtt az objektív látószöge, ez szintén egy menetes gyûrûvel állítható be. A harmadik rész, a hátsó tag áll csak rögzítetten a képsíkhoz képest (2.6. ábra).

*2.6. ábra 25...250 mm gyújtótávolságú zoomobjektiv*

Az objektívek fókusztávolságának mértéke a felhasználástól függ. Az amatõr célú kamerák variotartománya kisebb átfogású, általában 20...100 mm között változtatható. A félprofesszionális kameráké 10...140 mm között van, de léteznek más tartományban dolgozó objektívek is.

*A blende*

A blende (rekesznyílás, írisz) a képsíkra jutó fénymennyiséget szabályozza. Számszerû értéke általában 1,7...22. A kisebb érték jelenti a teljes nyílást, ekkor a blende nem áll a fény útjában. A blendét az objektív hátsó részén levõ gyûrû forgatásával állíthatjuk be a kívánt értékre. A teljes nyílás értékét nevezzük az objektív fényerejének.

*A foglalat*

Az objektíveket nem egységes szabvány szerint szerelhetjük fel a különbözõ kamerákra. Létezik menetes rögzítés, ahol a menet emelkedése és hossza olyan, hogy teljes becsavaráskor kerül az objektív a fókuszba. A bajonettfoglalatnál az objektívet három füllel kell a megfelelõ helyzetbe állítani, majd egy külsõ gyûrû meghúzásával lehet rögzíteni. Az amatõr célú kameráknál az objektívet rendszerint egybeépítik a kamerával, így a különbözõ objektívek egymással nem cserélhetõk.

*Az objektlvek szolgáltatásai*

Manapság egy kamera - akár amatõr célú, akár professzionális - automatikákkal van felszerelve. Az egyik ilyen az automata blende (fényrekesz). A blende gyûrûjére egy fogaskereket szerelnek, amelyet egy miniatur motor hajt. A motor a vezérlést a kamera elektronikai áramkörébol kapja, aszerint, hogy a képen (amit az objektív elõállított) mekkora a fénymennyiség. Ez az automatika általában átlagot mér, és ennek az átlagnak megfelelõen szabályozza a blende nyitását vagy zárását. Nem veszi figyelembe, ha egy világosabb fénypontot akarunk ábrázolni a képen, az elektronika mindig visszahúzza a blendét az általa kiszámított átlagra, sötétebbre véve ezzel a kép többi részét. Hogy elkerüljük ezt a kellemetlen hatást, egyenletes megvilágításra törekedjünk, vagy ha "effektesen" világítunk, ne használjuk az automatikát. A blende automatikája elsõsorban a riport jellegû felvételeknél jut nagy

szerephez, ahol az élesség és a zoom állítása éppen elég gond, így ott kiválóan használható. A legkorszerûbb professzionális kameráknál az automatika a képen belüli legvilágosabb pontot (csúcsfényt) méri. Ilyen berendezéssel helyes részletvisszaadást kapunk "effektes" megvilágítás esetében is.

A videokamerák objektívje szinte mindig motoros zoommal van felszerelve. Ez egy kis doboz az optika oldalán (ebbe építik egyébként a blendemozgató motort is), amelyben szintén egy kis motor van. Ez fogaskeréken át mozgatja az objektív középsõ tagját tartalmazó gyûrût. A megfelelõ vezérlõbillentyû lenyomásával változtathatjuk a vario állását. Egyes típusok esetében a nyomás mértéke a variózás sebességét is állítja.

Néhány amatõr célú videokamerát automata élességállító rendszerrel is felszereltek. Az egyik rendszer azon alapul, hogy egy éles képnek mindig nagyobb a kontrasztértéke, mint ugyanannak a képnek életlenül. Ezért szabályozáskor az automatika a kontrasztot figyeli, és ennek változása függvényében szabályozza az objektív élességállító gyûrûjét. A másik elv ultrahangos vagy infravörös távolságmérésen alapul. Az automata mindig a keresõjében levõ képtartalomra állít élességet, annak ellenére, hogy mi esetleg nem oda, hanem egy háttérben vagy elõtérben álló figurára komponáltunk. Ilyen esetben ki kell kapcsolni az automatikát, és kézzel kell az élességet beállítani. A SONY Betamovie kamerája esetében az automatika lekapcsolása után nyomógombbal az automatika rövid idõre bekapcsolható, a kamerát arra a képrészletre fordítva, amelyre az élességet állítani kívánjuk. A gomb benyomásával az automatika beállítja az élességet, majd kikapcsol. Igy a kívánt képkompozícióban az igényelt képrészlet lesz éles.

## A szûrõk

A szûrõk feladata, hogy a leképezett képet megfelelõen korrigálják. Korrekcióra lehet szükség a színhõmérsékleti problémák vagy a túl erõs fény miatt, továbbá bizonyos effektusok létrehozásához is.

*Színhõmérséklet-szûrõk*

A színhõmérsékletrõl az 1. fejezetben már bõvebben esett szó. Itt csak annyit említünk meg, hogy a kamerát mindig a világító fényforrás színhõmérsékletének megfelelõen kell beállítani. A kamerákba általában beépítik a napfényhez vagy a kékes színû fényforrásokhoz szükséges szûrõt, vagy ha ezt kivesszük, világítsunk mûfénnyel (sárgás fényforrás). A gyakorlatban a kamerán - közvetlenül az objektív mögött -egy tárcsát forgathatunk el a fény útjában. A jelölések különbözõek, de egyértelmûek; a sárgás fény használatát izzólámpa vagy 3200 K jelöli, a napfényszûrõt stilizált nap, ill. 4500 K (egyes esetekben 5500 K vagy e körüli érték) jelzi. A pontosabb érték nem lényeges, a kamera egy másik automatikája (fehéregyensúly, l. késõbb) ezt korrigálja. A helyes színvisszaadás érdekében a két alapérték beállítását, ill. használatát semmiképpen sem szabad elmulasztanunk.

*Szürkeszûrõk*

A szürke- (semleges) szûrõk, mint nevük is utal rá, nincsenek hatással a kép színére, csak a fénymennyiségre. A fényt a blende segítségével csökkenthetjük. Ez azonban - különféle mûvészi szempontok miatt - nem mindig megengedhetõ. A blende zárásával megnõ a mélységélesség (l. késõbb), ez egyes esetekben zavaró. Ilyenkor használjuk a szürkeszûrõket, amelyekbõl egyet általában be is építenek a kamera szûrõi közé.

*Egyéb szûrõk, elõtétek*

Ezeket a szûrõket különbözõ hatások elérésére szerelik fel az objektív elé. A legtöbb kamera nincs ellátva azzal a lehetõséggel, hogy egyszerûen egy szûrõt helyezzünk az objektív elé, ezért megfelelõ szûrõtartót kell készítenünk.

A starfilter (csillagszûrõ) az apró fénypontokat, pl. spotlámpák fényét sugárszerûen szétszórja. A fogfilter (ködszûrõ) - nevébõl adódóan - ködös, homályos képet ad. A különbözõ lágyítószûrõk bizonyos szabványsorba vannak foglalva, és a képet különféle értékek szerint lágyítják. A képsokszorozó elõtétek apró prizmákból állnak, és úgy törik a beesõ fénysugarakat, hogy az objektívre már négy, nyolc, esetleg még több kép jut. Léteznek még különféle torzítóelõtétek, amelyek a képet vízszintes vagy függõleges irányban nyújtják stb. - ezekkel különleges hatások érhetõk el.

## A keresõ

Kétféle keresõtípus létezik, optikai és elektronikus. Az optikai keresõrendszert ma már szinte egyetlen kameratípus sem használja, régebben is csak az amatõr célú kameráknál használták. Az objektívbõl jövõ fényt egy félig áteresztõ tükörre vetítették, így a kép a képfelvevõ csõre és a keresõlupéra is leképezõdött. Az operatõr ugyanazt a képet látta, mint ami a képfelvevõ csõre került. (Azt a rendszert, ahol egy külön objektív - vagy csak egy lencse - adta a képet a keresõ számára, és a keresõben, ill. a képfelvevõ csövön levõ kép nem volt ugyanaz (ilyen rendszer található egyes olcsó Super 8-as kameráknál) csak a videózás hõskorában használták. Napjainkban a szolgáltatás rendkívül alacsony szintje és az elektronikus keresõ árának kedvezõ alakulása miatt teljesen eltûnt.)

Az elektronikus keresõ mérete attól függ, hogy a kamerát hordozható vagy stúdiókameraként használják-e. A hordozható kivitel - ahol a kamera az operatõr vállán van - kisméretû monitort igényel, amelyet úgy szerelnek fel a kamera oldalára, hogy az pontosan az operatõr szeméhez illeszkedjék. Természetesen egyúttal a megfelelõ beállítási lehetõséget is biztosítják.

A stúdiókban üzemelõ kamerákra nagyobb képméretû monitorokat szerelnek, képcsõátlójuk általában 5 coll. Hátulra, a kamera tetejére építik, olyan rögzítéssel, hogy a kamera helyzetétõl függetlenül (bizonyos szöghatáron belül) a keresõ minden irányban elmozdítható legyen, elõsegítve ezzel az alsó, felsõ stb. gépállásokban is kényelmes használatát.

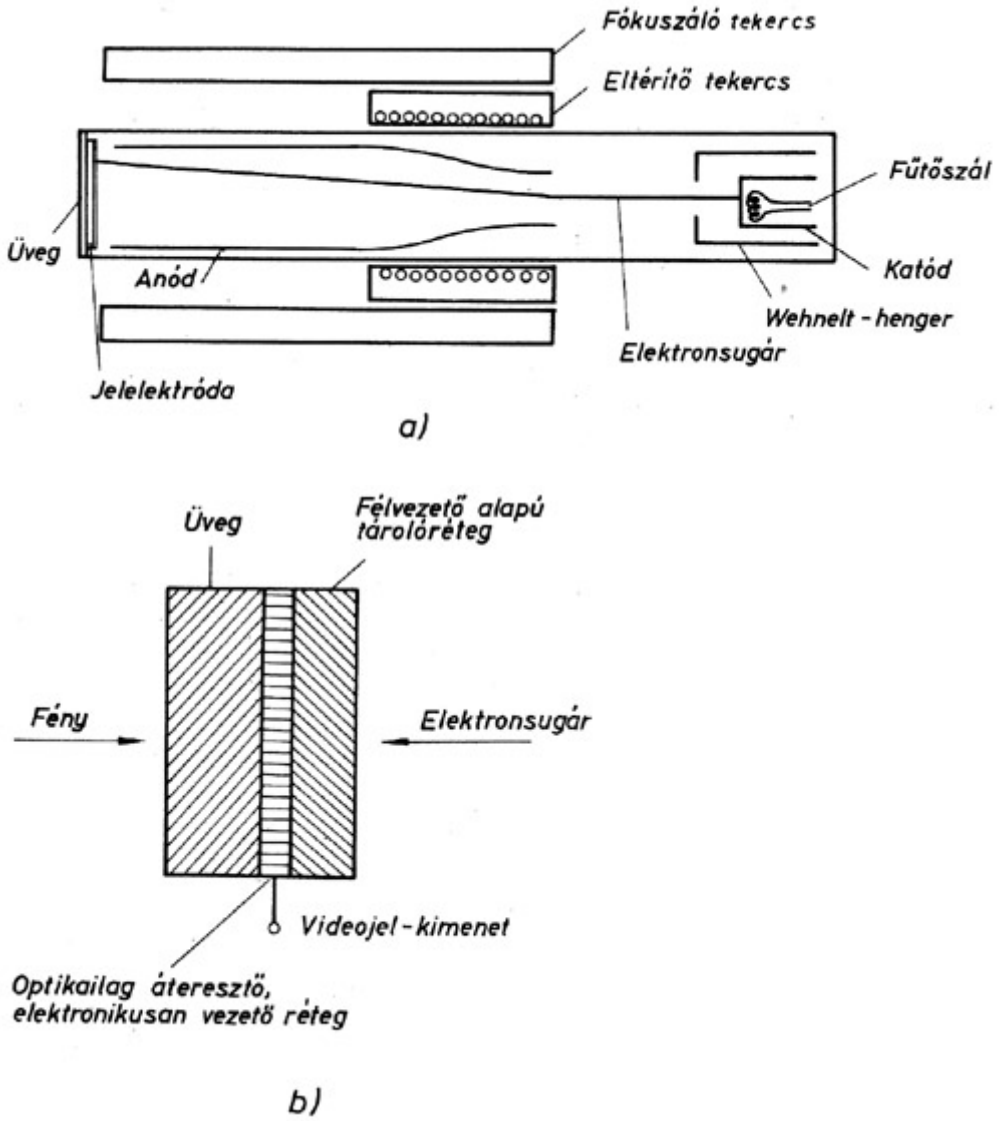
A keresõ tulajdonképpen kisméretû monitor. Szinte kizárólag fekete-fehér keresõket építenek, a gyakorlatban nincs szükség színes üzemre, hiszen a keresõn a kompozíciót és az élességet kell állítani, a színek helyességét vagy automatika biztosítja, vagy - stúdióüzemben - a

kameravezérlõ egységgel (l. késõbb) korrigálhatjuk manuálisan kívánalmainknak megfelelõen.

A keresõmonitor tehát speciális fekete-fehér monitor. Az amatõr gyakorlatban a speciális jelzõ kevesebbet fed, ott ugyanis az alapvetõ funkción - ti. a keresõ üzemmódon - kívül a monitor általában nem "tud" mást. A félprofesszionális és a stúdiótechnikában a monitoron különbözõ mérõjelek és mérõábrák segítségével a kamera beállítható. Ezekkel a kamerák beállításának áttekintésekor foglalkozunk részletesebben.

## A képfelvevõ csövek

A képfelvevõ csõ (2.7. ábra) a felületére leképezett optikai képbõl elektromos jelet állít elõ.




Ezt a fotoelektromosan érzékeny lemezt jellemeznek (target-nak vagy tárolólemeznek) nevezzük.

A csõ másik végén található a katód, amelyet elektromos áram hevít, közvetett, váltakozó áramú fûtéssel. A katód és az anód közé kapcsolt feszültség hatására az elektronok kilépnek a katódból, és az anód felé haladnak. Elektrosztatikus fókuszálás után elhaladnak a függõleges és vízszintes mágneses eltérítõtekercsek között. A feszültségkülönbség az anód felé gyorsítja õket, az anód azonban hengeres kialakítású, ezért az elektronok így a hengeren akadálytalanul áthaladva a jellemezbe csapódnak. Az elektromosan feltöltött jellemzre jutó fény - a leképezett kép - töltésváltozást okoz. Az elektronsugár ezt a töltésképet tapogatja le, és a jellemez végén levõ kimeneten a letapogatott képnek megfelelõen elektromos jel jelenik meg. Az elektronsugarat a mágneses erõtér, az eltérítõtekercsek térítik el a soreltérítésnek és képeltérítésnek megfelelõen. Ezt az igen kis jelet erõsítõfokozatok erõsítik a kellõ szintre.

*A felvevõcsövek jellemzõi*

A csöveket különbözõ szempontok alapján értékelik. Az adott felhasználási területtõl függõen az egyik jellemzõ a másik rovására kiugróan jó lehet.

*Felbontás*

A felbontás az a jellemzõ, amely megmutatja, hogy milyen közeli két pontot tud még megkülönböztetni a képfelvevõ csõ. Megkülönböztetünk vízszintes és függõleges felbontást. A függõleges felbontás függ a képet alkotó sorok számától. A tv-rendszerek Európában általában 625 sort, Amerikában és Japánban 525 sort, Angliában régen 405, ma 625, a francia rendszerben 819 sort alkalmaznak. Ezek a sorszámok a rendszerek eltérítési megoldásaiból adódnak, nem az áramkörök minõségének függvényei. Az adott számok azt jelentik, hogy egy teljes képet (tehát két félképet) az elektronsugár hány sorral tapogat le.

Ellentétben a függõlegessel, a vízszintes felbontás mértéke teljességgel jellemzi az adott kamerát, ill. magát a kamerában levõ csövet, ill. képfelbontó eszközt, hiszen a videojelek átviteléhez szükséges sávszélességet a képfelbontó eszköz utáni bármelyik egység könnyedén biztosítani tudja.

Nézzük most csak a 625 sor felbontású rendszereket! A sávszélesség, ill. a maximálisan elérhetõ felbontás meghatározásához alkalmazott módszert más sorfelbontású rendszerekre analóg módon használhatjuk. A 625 soros rendszerekben a tv-kép méreteinek aránya 4 : 3. Ez azt jelenti, hogy ennek az oldalaránynak megfelelõen maximálisan 4 x 625/3 = 833 képpont szükséges soronként, ha ugyanolyan vízszintes felbontást akarunk elérni, mint amilyen a függõleges. Két, egymás melletti képpontot úgy tudunk egymástól legkönynyebben megkülönböztetni, ha az egyik képpont fekete, az utána következõ pedig fehér. Ekkor 416,5 képpontpárost kapunk. Mivel a tv-rendszer másodpercenként 15 625 sort továbbít (a soreltérítés frekvenciája 15 625 Hz), egy másodperc alatt 416,5 x 15 625 ≈6,5 millió fekete-fehér képpontpáros a maximum, amelyet ez a rendszer továbbítani képes, vagyis a rendszer legnagyobb sávszélessége 6,5 MHz.

A gyakorlatban ezt az elméleti értéket a kamerák meg sem közelítik. Az olyan kamerák, amelyek rendelkeznek *RGB* kimenettel, a színcsatornák kimenetein elérhetik ezt a felbontást. A PAL és a SECAM rendszerû kamerák esetében a színkódolási rendszer 4 MHz felett

sávkorlátozást alkalmaz, ezért ezeknél a kameráknál a legjobb esetben is csak az elméleti felbontás kétharmada érhetõ el. Bár az 1. fejezetben érintettük ezt a témakört, az emberi szem felbontóképességével kapcsolatosan még egy érdekes dolgot kell megemlíteni. Amikor a színes tv-rendszerek kifejlesztése folyt, arra a következtetésre jutottak, hogy a szem felbontóképessége a színekre vonatkozóan sokkal gyengébb, mint a fekete-fehér képek árnyalataira, ezenkívül színek látásakor két egymástól különbözõ színû képpontot is attól függõen képes jobban vagy kevésbé szétválasztani, milyen színû a két képpont. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a szem a narancs-kékeszöld színpárt tudja a legkönnyebben, a kékeslila-sárgászöld színpárost pedig a legkevésbé megkülönböztetni.

A szem színfelbontó képessége a fekete-fehér-felbontóképességnek kb. a harmada. Mivel a színes tv-rendszerek külön kezelik a fekete-fehér (világosság-) információt és külön a színinformációt - ezt a fekete-fehér készülékkel való kompatibilitás érdekében teszik -, célszerûen az összetett videojel elõállítása elõtt a színcsatornában a színkülönbségi jelekre sávkorlátozást alkalmaznak, ami a színes jel kódolásakor jelent könnyebbséget. A korlátozás értéke rendszertõl függõen különbözõ értékû lehet, általában azonban 1 MHz körüli értéket használnak. Ez azonban a képen nem látható, a felbontást nem befolyásolja.

*Emlékezés*

A képfelvevõ csövek esetében azt a jelenséget nevezzük emlékezésnek, amikor a képtartalomban levõ, az átlagnál sokkal világosabb (esetleg túlvezérelt) képrészlet képváltozás után is még egy kis ideig halványan látszik. Másképpen a csõ "lustaságának" is szokták nevezni. Fizikai értelemben az emlékezés az az idõ, amelyre a csõnek szüksége van, hogy a tárolófelületen levõ töltésállapotot megváltoztassa. Minél nagyobb az ellenállása a tárolólemeznek, annál hosszabb ez az idõ. A csõ ilyenkor "utánvilágít".

Ha a csövet nagyon sok fény éri - pl. a napba vagy egy lámpába "nézünk" tartósan -, megfordíthatatlan folyamatok játszódhatnak le benne. Ilyenkor a csõnek az a része, amelyet túlságosan sok fény ért, "beég". A fényérzékeny terület a túl sok fény hatására olyan átalakuláson megy keresztül, hogy a jelelektróda az adott helyen üzemképtelenné válik. Ha szerencsénk van, ezt a foltot a csõ hosszabb idõ után "elfelejti", és visszaáll az eredeti állapot; rosszabbik esetben ez a beégés maradandó nyomot hagy a csõ tárolólemezének felületén, s mivel ez nem javítható, ki kell cserélni a csövet.

2.8. ábra Különbözõ képfelvevõ csövek spektrális érzékenysége

*Fényérzékenység*

A felvevõcsõ fényérzékenysége vagy röviden érzékenysége tájékoztat arról, hogy mekkora az a legkisebb fénymennyiség, amely esetén még értékelhetõ videoképet kapunk. Ha túlságosan kevés fény jut a tárolófelületre, nem tud töltéskép és ezáltal videokép kialakulni.

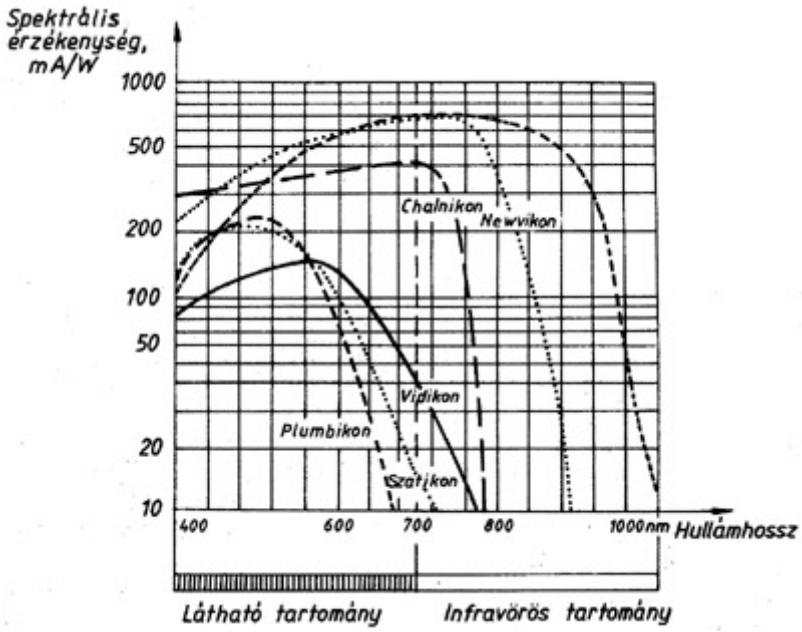
Az adatlapok a kamerák érzékenységérõl a legváltozatosabb képet mutatják. Akad olyan adat, amelyik 10...20 lx körül adja meg a tárgy megvilágításához szükséges minimális fénymennyiséget, ezek azonban általában hamis értékek.

A legfontosabb szabályt nem szabad elfelejtenünk: megfelelõ mennyiségû fény nélkül nem tudunk jó minóségû képet elõállítani! Ez akár 2000...4000 lx is lehet.

Természetesen az adatokban feltüntetett 20 lx körül is kapunk képet, ez azonban életlen és zajos lesz, minõsége mindenképpen kívánnivalót hagy maga után, mivel azonban még látható képet kapunk, a katalógus ezt az alacsony értéket tünteti fel, és nem a számára kedvezõtlenebb ezres nagyságrendû lx-értékeket.

*Spektrális érzékenység*

Ez a jellemzõ a képfelvevõ csõnek arra a tulajdonságára utal, hogy az adott csõ milyen hullámhosszú színre mennyire érzékeny. A 2.8. ábra néhány csõfajtára Vidikon, Plumbikon, Szatikon, Chalnikon, Newvikon - (lásd késõbb) mutatja az érzékenységet a hullámhossz függvényében. Az ábráról látható, hogy a csövek általában a látható fények tartományában dolgoznak, de néhány csõfajta az infravörös tartományban is megfelelõ érzékenységet mutat; ez utóbbiak fõleg az ipari videoberendezésekben használatosak.




*Sötétáram*

Tegyük fel, hogy a kamerával egy optikailag fekete felületet nézünk. Annak ellenére, hogy a képfelvevõ csõ felületére nem jut fény, mégis kialakul valamilyen igen kis áram, amelyet sötétáramnak nevezünk, és amelynek mértéke az adott csõ jellemzésének ellenállásával függ össze. A sötétáram hatása úgy nyilvánul meg a képen, hogy az eredetileg fekete tárgy a képernyõn szürke lesz. Ez természetesen hatással van a kontrasztátfogásra is; minél nagyobb a sötétáram értéke, annál kisebb a kontraszttartomány.

A képfelvevõ csövek fajtái

Vidikon. Tárolólemeze antimon-szulfid. A fekete-fehér kamerákban igen elterjedt típus. Normális megvilágítás, tehát külsõ téren nappal, ill. a szokásos erõs mûtermi megvílágítás esetén jó minóségû képet ad. Hátrányos tulajdonsága a nagy beégési érzékenység és a hosszú idejû emlékezés, ami egyes esetekben igen hátrányos lehet.

Plumbikon. Tárolólemeze ólom-oxid. Fényérzékenysége hasonló a vidikonéhoz, beégési érzékenysége és emlékezési ideje viszont jóval kisebb. Sötétáramértéke szintén alacsonyabb. Színes kamerákban alkalmazzák.

Chalnikon. Tárolólemeze kadmium-szelenid. Igen nagy fényérzékenységû. Majdnem teljesen érzéketlen a beégésre, sötétárama kicsi, emlékezési ideje rövid. Spektrális érzékenysége a látható fények tartományában a kéktõl a vörösig viszonylag állandó.

Szatikon. Tárolólemeze szelén-arzenid. Fényérzékenysége közepes, de jobb, mint a vidikoné. A fényérzékeny réteg beégésre alig érzékeny, emlékezési ideje és sötétáramértéke hasonló a plumbikonéhoz. Ez a csõfajta a professzionális és az amatõr célú berendezésekben egyaránt gyakori.

Newvikon. Tárolólemeze cink-szelenid vagy cink-kadmium-tellurid. Ennek a csõtípusnak a legnagyobb a fényérzékenysége. A newvikonnal akár 1-2 lx megvilágítás esetén is értékelhetõ kép kapható. Beégés szempontjából érzéketlenebb, mint a vidikon, sötétáram-értéke és a fényérzékeny réteg emlékezése is kedvezõbb.

Szilíciumdiódás vidikon. Az eddig felsorolt csõtípusok mindegyikének tárolólemeze egy vékony sík felület volt. Ezzel szemben e csõtípus tárolófelülete sok-sok apró fényérzékeny diódából áll, amelyeknek az ellenállása a beesõ fénysugár függvénye. Az egyes fotodiódák töltésképét az elektronsugár tapogatja le, és alakítja át szekvenciális képjellé.

## CCD felvevõ

A legmodernebb képfelvevõ eszköz napjainkban, amely optikai képbõl elektromos jelet alakít át. A CCD rövidítése az angol Charge Coupled Device, azaz a "töltéscsatolt eszköz" szókapcsolatból ered. Mivel teljesen más a felépítése, mint az eddigieké, ezért kissé részletesebben foglalkozunk vele.

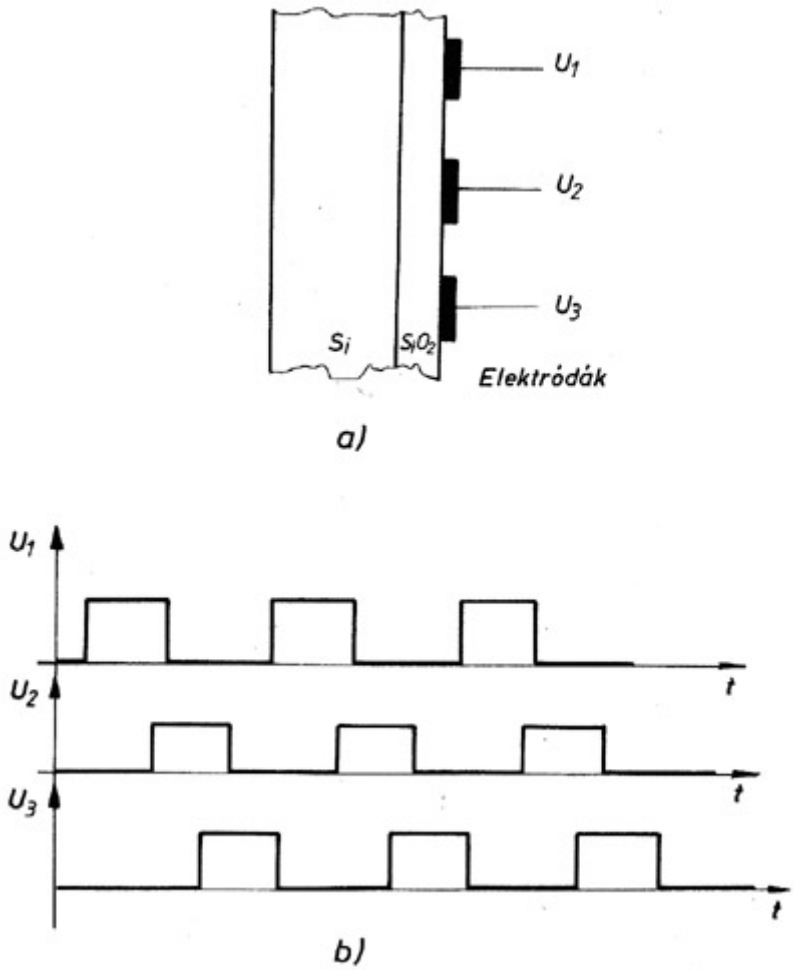
A CCD-nek alig 15-20 éves múltja van, az akkor induló kísérletektõl, a laboratóriumoktól mára a legkorszerûbb amatõr szintû kamerákba is eljutott.

A CCD sok más célra is használható, mi csak mint képfelvevõ eszközt tárgyaljuk. Az alaposabb ismertetéshez kisebb fizikai elemzésre lenne szükség, ezért csak az elvi alapokat nézzük át.

A CCD felvevõ félvezetõ alapú eszköz, amelyet vonalas vagy mátrixformában elrendezve építenek fel. Szilícium egykristályra épített MOS félvezetõ elemeket tartalmaz. A képet optikai úton a CCD felületére képezzük le, ahol a fényinformáció elektromos töltéssé alakul át (fotoelektromos jelenség). A fényérzékeny lemezre esõ fény fotonjai ütköznek a Si kristály

elektronjaival, energiájukat átadják, így a Si atomból elektronok tudnak kiszakadni, és szabad töltéshordozóvá válnak.

A 2.9. ábra a CCD vázlatos metszetét és a vezérlés idõdiagramját mutatja.

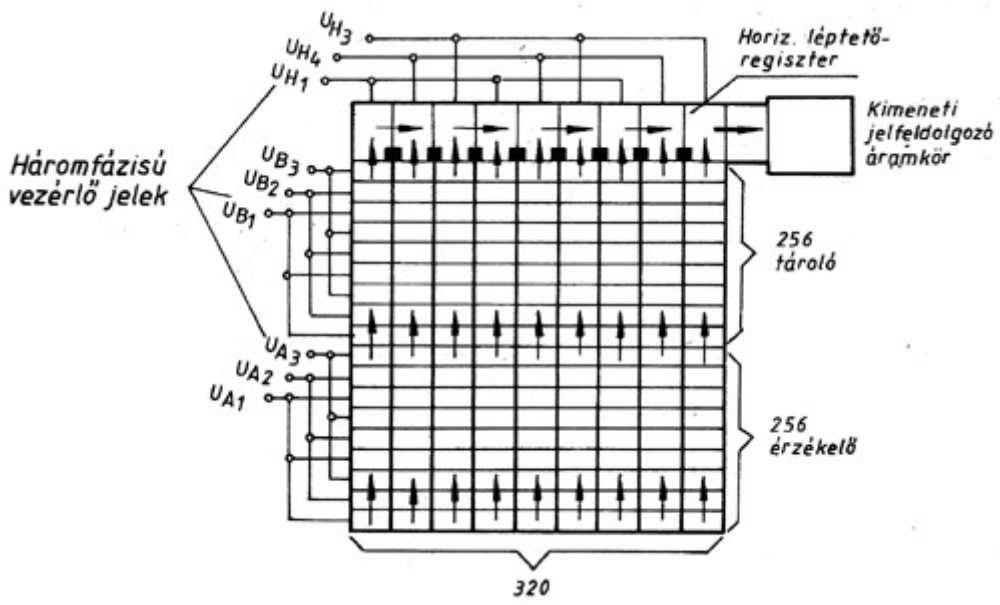



Az $U_1, U_2, U_3$ háromfázisú vezérlés hatására az elektródák alatti energiaminimumok - gödrök - a vezérlés függvényében vándorolni tudnak. A töltéshordozó elektronok összegyûlnek a gödrökben, és a gödrökkel együtt vándorolnak. Így valósul meg a töltésáramlás.

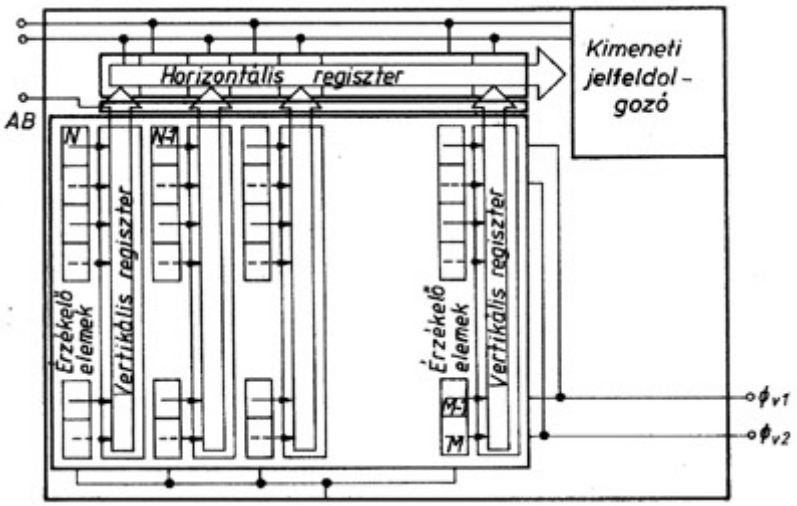
A fényinformáció fogadása (töltésfelhalmozás) és a töltésállapot kiolvasása nem mehet végbe egyszerre. Az átvitelt két fázisban kell végrehajtani. Az érzékelõ- és tárolóelemeket mátrixban célszerû elhelyezni. Az elsõ fázisban a fényérzékelõ cellák a fénnyel arányos töltést halmoznak fel, a második fázisban a tárolócellák veszik át a töltést, majd ebbõl állítható elõ a szabványos összetett videojel.

A kiolvasás kétféle lehet: képek (félképek) vagy sorok szerinti. Az elsõ esetben (2.10. ábra) az érzékelõelemek mellett ugyanolyan struktúrában egy tárolómátrix van felépítve. A fényérzékelõ elemeket csatornaközökkel választják el, ezzel meggátolják az elemek közötti kölcsönhatást. A függõleges kioltás ideje alatt a vezérlõjel hatására a fényérzékelõ területrõl a megfelelõ elektromos információ átíródik a tárolóterületre. Ezután újra kezdõdik a töltésfelhalmozás az érzékelõterületen, miközben a horizontális regiszterbe sorban átíródnak a tárolóterület egyes sorai. Minden sorkioltás alatt egy sor íródik át. Az aktív soridõben a horizontális regiszterbe párhuzamosan beírt információ soros információvá alakul, és ezután

kerül a már idõben soros jel a kimeneti jelfeldolgozó áramkörbe, amely a videojelet állítja elõ. Minden töltésmozgatás a már korábban említett háromfázisú vezérlésen alapul.




Soronkénti kiolvasásnál más a helyzet. A struktúrát a 2.11. ábra mutatja be. Az érzékelõelemek ugyanolyan mátrixelrendezésûek, mint a félképkiolvasó rendszernél. A tárolórendszer azonban vertikális regisztereket is tartalmaz. Az érzékelõelemek függõleges oszlopokat alkotnak, mellettük minden oszlophoz hozzá van rendelve egy-egy vertikális tárolóregiszter. Félképváltáskor egy impulzus hatására pl. a páros, a következõ félképnél a páratlan sorok információi átíródnak a vertikális regiszterekbe, majd a sorkioltások alatt az egyes információegységek átlépnek a horizontális tárolóregiszterbe. Egy sorido alatt ebbõl a regiszterbol lép ki a már szekvenciális információ a kimeneti jelfeldolgozó áramkörbe. A vízszintes képelemek száma 380 körüli, ezért a kiolvasó órajel frekvenciája igen magas, 7 MHz körüli.



A CCD érzékelõvel felépített színes kamerákban a három alapszínhez három külön érzékelõt, ill. hozzájuk tartozó áramkört használnak. A színkódolástól függõ áramkörök természetesen hasonlóak a képfelvevõ csövekkel felépített kamerák áramköreihez.

A CCD érzékelõvel felépített színes videokameráknak számos elõnyös tulajdonságuk van a csöves kamerákkal szemben. Ezek a következõk: kis méret, mechanikai stabilitás, kis vezérlõfeszültség, kis teljesítményfelvétel. Fizikai felépítése folytán - és az eltérítõrendszer hiánya miatt is - a szolgáltatott kép geometriai torzítása elenyészõ, a jel megközelíti a broadcast minõséget, azaz az adásminõséget, zaja, sötétárama igen kicsi. Elõnyös tulajdonságai miatt a jövõben minden bizonnyal egyre több professzionális és amatõr szintû kamerába fogják beszerelni.

## A kamerák elektronikus egységei

Az eddigiekben áttekintettük, hogyan kerül az objektív által leképezett kép a képfelvevõ eszköz felületére, és hogyan alakítja át a csõ (vagy CCD felvevõ) az optikai képet elektromos jellé. A továbbiakban azt tárgyaljuk, hogyan lesz a jellemez kivezetésén megjelenõ igen kis elektromos jelbõl szabványos összetett videojel.

Már láttuk, hogy hogyan épül fel az összetett videojel. Áttekintésképpen: fekete-fehér kamerák esetében a képinformációt, tehát a kép világosságtartalmát pontról pontra, ill. sorról sorra a világosságjel (Y jel) hordozza. Ehhez jön hozzá a kép- és sorszinkronjel a sor- és képkioltással. Színes kameráknál erre a jelre kerül rá a színsegédvivõ és a színszinkronjel.

A látható színek tartományát gyakorlatilag három, alkalmasan választott alapszínnel elõ lehet állítani. Ez a három alapszín a vörös, a zöld és a kék (l. az 1. fejezetet). E három alapszín megfelelõ súlyozásával a fehér szín is elõállítható. Tehát a világosságjel - amelynek átvitele a színes rendszerekben a kompatibilitás feltétele - a következõ súlyozással állítható elõ:

$Y = 0{,}3R + 0{,}59G + 0{,}11B$.

Az egyenletben $R$ a vörös, $G$ a zöld, $B$ a kék alapszínjelet jelenti.

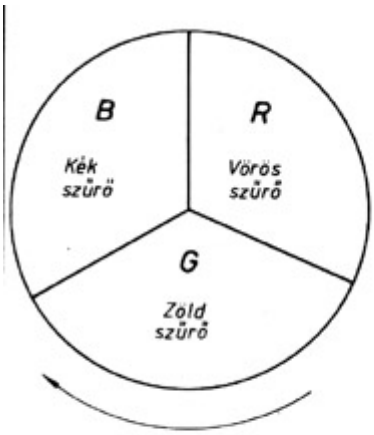
Több lehetõség is kínálkozik a színes jel elõállítására. Ezek a megoldások a kamerában levõ képfelvevõ csövek számában különböznek.

### *Egycsöves kamerák*

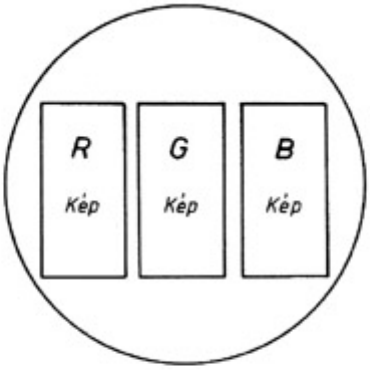
A fekete-fehér kamerák természetesen ebbe a csoportba tartoznak; egyetlen csõ állítja elõ a világosságjelet, ami azután a késõbbiek során feldolgozásra kerül. A továbbiakban a színes kamerák egységeivel foglalkozunk, mivel a fekete-fehér kamerák valamennyi egysége megtalálható a színeseknél is.

A színes egycsöves kamerákban egyetlen csõ állítja elõ a három alapszínt. A három alapszín szétválasztására többféle megoldás ismeretes.

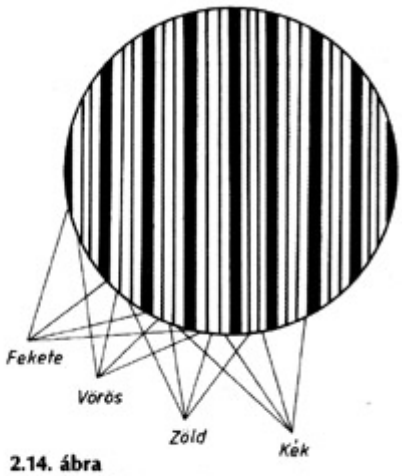
Az elsõ megoldás szinte csak elméleti jelentõségû. A képfelvevõ csõ elõtt egy tárcsa forog, amely három részre van osztva, és a három rész egy-egy színszûrõnek felel meg (2.12. ábra).




**2.12. ábra**
**Az alapszínek forgótárcsás szétválasztásának elve az egycsöves kameránál**




**2.13. ábra**
**Ha az alapszíneket dikroikus prizmarendszerrel választjuk szét, a felvevőcsövön három színkivonatos képet kapunk**




**2.14. ábra**
**Az alapszínek szétválasztásának elve, ha optikai rácsot (sávszűrőt) helyezünk a felvevőcső elé**

A tárcsa olyan sebességgel forog, hogy egy teljes körülfordulása három félképnyi ideig tart, tehát egy félkép alatt mindig csak egy színkivonatot állít elõ a csõ. Ezután két képtárolóra van szükség, hogy a három alapszínt egyszerre kapjuk meg egy félképre vonatkozóan. A színszûrõ forgatásának mechanikai problémái miatt a rendszer nem terjedt el, de elméleti jelentõsége miatt érdemes megemlítenünk.

A második megoldásban soronkénti jelfeldolgozásról van szó. A képfelvevõ csõ elõtt egy dikroikus prizmarendszer helyezkedik el a fény útjában. A prizma tulajdonságai folytán három színkivonatos képet kapunk egymás mellett a képfelvevõ csövön (2.13. ábra).

Az, hogy az egész kép a képfelvevõ csõ felületének csak egyharmadára képezõdik le, természetesen minõségromlást okoz. Emiatt ilyen rendszerû kamerákat már nem gyártanak.

A harmadik megoldás gyakorlati jelentõségû, ez a képpontonkénti jelfeldolgozás. A képfelvevõ csõ jellemeze elõtt ekkor egy optikai rácsot helyeznek el, amely vékony (kb. 40 $\mu$m szélességû), függõleges sávokból áll. Ez az elrendezés biztosítja a vízszintesen pásztázó elektronsugár segítségével a képpontonkénti jelfeldolgozás lehetõségét. Képzeljük el a rácsot úgy, hogy egységenként négy részbõl áll (2.14. ábra). Ez a négy rész fekete, vörös, zöld és kék sávból áll. A fekete tartomány nem enged át semmi fényt, a három színsáv pedig csak a saját színének megfelelõ hullámhosszúságú fényt engedi át azon a képponton. Mivel ezek a sávnégyesek egymás mellett helyezkednek el, a letapógató elektronsugár egymás után találja a fekete területet, ahol nem éri fény a tárolólemezt, és a színes sávok által letakart és általuk három színre bontott képpontot. Szakszerûbb megfogalmazásban: az optikai rács modulálja a letapogatást, mégpedig olyan frekvenciával, amilyen sûrûn váltakoznak a fekete és a fényáteresztõ színes sávok. Az elektronikus részben egy demodulátor választja majd szét a három alapszínt.

*Kétcsöves kamerák*

Az egyik csõ csak az Y jelet, tehát a világosságinformációt állítja elõ, a másik csõ pedig - az egy-csöves kameráknál megismert módon - optikai rácsok segítségével a színt dolgozza fel. Itt azonban már nincs szükség mindhárom alapszín elõállítására, hiszen a másik csõ elõállította az Y jelet, így a rácsnak már csak kétfelé kell bontania a beesõ fényt. A hiányzó harmadik színt mátrixáramkörök állítják elõ a világosságjelbõl és a másik két meglevõ színbõl.

Mivel az Y jelet minden korlátozás nélkül, teljes sávban át lehet vinni, és a rács is finomabb felbontású (keskenyebb), az egycsöves kamerákhoz képest megnõ a sávszélesség, azaz a felbontóképesség.

*Háromcsöves kamerák*

Mivel mind a három alapszínt egy-egy független csõvel lehet felvenni, a rendszerben nincs (rácstól függõ) sávkorlátozás, és emiatt a felbontás az ilyen kameráknál a legjobb. Mindhárom csõ csak a "saját színét" alakítja át elektromos jellé, mégpedig azt, amelyet számára a csõ elõtt elhelyezett színszûrõ kiválaszt. Az így elõállított R, G és B alapszínjelekbõl összeadó-áramkörök állítják elõ az Y jelet.

Háromcsöves kamerák esetében létezik egy olyan megoldás is, hogy nem három alapszínjelet, hanem vitágosságjelet és még két színjelet állítanak elõ a csövek. Ilyenkor a hiányzó színt szintén mátrixáramkörök állítják elõ.

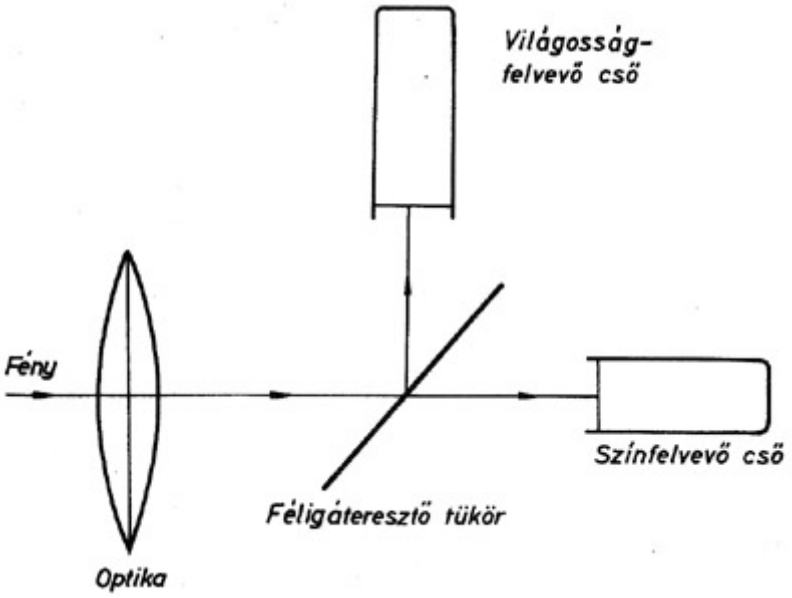
*Négycsöves kamerák*

Ebben az igen ritka megoldásban a három alapszínt elõállító három csövön kívül létezik egy negyedik is, amely a világosságjelet állítja elõ. E megoldás elõnye, hogy a világosságjelet a színtõl teljesen függetlenül kezeli.

*A fény szétosztása*

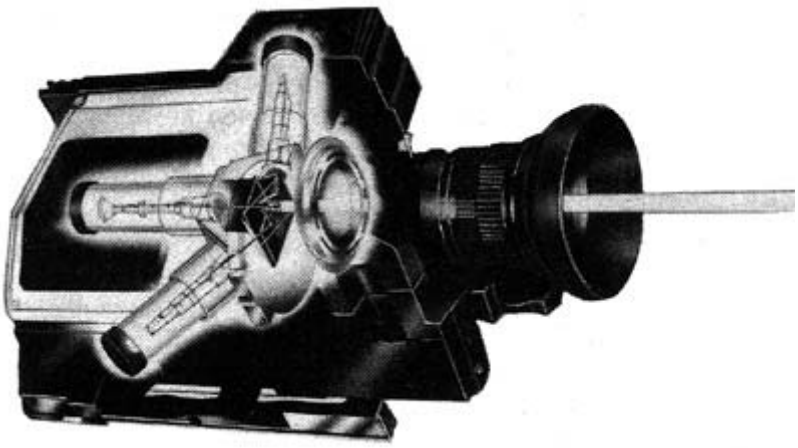
Amíg az egycsöves kamerákban a beesõ fénysugár teljes egészében egyetlen csõre került, addig a többcsöves kamerák esetében a fényt el kell téríteni, és a két, ill. három csõre juttatni. Az eltérítés módja a csövek elhelyezkedésétõl függ.

Kétcsöves kamerákban a két csõ általában egymásra merõlegesen áll, az egyik a kamera optikai tengelyében, a másik merõlegesen felfelé. A fényt egy félig áteresztõ tükörre bocsátják, amelyen a fény egy hányada továbbhalad és rávetítõdik az optikai tengelyben álló csõre, a másik hányad a tükörrõl derékszögben visszaverõdik, és a merõlegesen álló csõre jut (2.15. ábra).




*2.15. ábra A fény szétosztása a kétcsöves kamerákban*

A háromcsöves kameráknál a csövek állhatnak merõlegesen, vagy egymással valamilyen szöget bezárva, ill. egymás mellett párhuzamosan is. A fény a beépített dikroikus tükrön (prizmán) félig áthalad, félig visszaverõdik. Tükörrendszer vagy prizma biztosítja a fény szétosztását, a csövek helyzetének megfelelóen (2.16. ábra).



*A videokamera elektronikus vázlata*

A 2.17. ábrán a háromcsöves videokamera egyszerûsített tömbvázlatát láthatjuk, amelyen végigkövethetjük a jel útját a képfelvevõ csõtõl az összetett színes videojelig.

A jellemezbõl kilépõ nagyon kis jel elõször egy igen nagy bemeneti ellenállású (általában FET-es bemenetû) elõerõsítõ áramkörre kerül. A nagy bemeneti ellenállásra azért van szükség, hogy a fokozat ne terhelje a képfelvevõ csövet. A következõ fokozatokban a jelet tovább erõsítik mindhárom csatornában, majd a három jel egy mátrixáramkörre kerül, ahol az R, G és B jelekbõl elõállítják az Y világosságjelet, valamint a kódoláshoz szükséges R-Y és B-Y színkülönbségi jeleket.

A három jelbõl ezután a kóder képez összetett videojelet, a szinkrongenerátorral együtt.

A szinkrongenerátor állítja elõ a rendszer mûködéséhez szükséges összes vezérlõjelet, tehát a sor- és képszinkronjeleket, a kioltójeleket, a csövek eltérítéséhez szükséges jelek alapját és a színsegédvivõt. Az oszcillátor nagy pontosságú kvarcvezérlésû, a színes rendszerben ugyanis a jelek idõzítése meghatározott pontosságot és jelentõs idõbeni állandóságot kíván.

A professzionális és a félprofesszionális kamerák szinkrongenerátorai esetében lehetõség nyílik külsõ szinkronizáció alkalmazására is. Ez az ún. genlock üzem (l. részletesen késõbb), amelynek során több kamerát vagy képmagnót üzemeltethetünk szinkronban egy rendszerben. Ilyenkor elengedhetetlen a központi szinkrongenerátor használata.

Azt, hogy a kamera milyen színes rendszerben dolgozik, a kóder dönti el. A kamerákban általában ez egy önálló áramköri lap, és a kamera egész rendszerét úgy építik fel, hogy a lap cseréjével PAL-ról SECAM-ra át lehessen térni, ill. fordítva.

A professzionális kamerák elengedhetetlen része a színsávábra-generátor. A színsávábra jele egy mérõjel, amelyet elektronikusan állítanak elõ a három alapszínbõl. A három alapszín és a három kiegészítõ (komplementer) szín (ahol két alapszín összege szerepel), valamint a fehér (a három szín súlyozott összege) és a fekete sáv (színjelhiány) adja az ábrát, amellyel a teljes átviteli lánc vizsgálható (2.18. ábra).

*2.18. ábra A teljes átviteli rendszer vizsgálatára alkalmas PAL szinsávábra*

Az egyes színsávokhoz tartozó alapszín-összetevõk értékét, ill. a sávok világosságát a 2.1. táblázat foglalja össze.

*2.1. táblázat Az egyes színsávokhoz tartozó alapszín-összetevõk, ill. világosságérték*

| | R | G | B | $Y_{75\%}$ |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Fehér | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| Sárga | 0,75 | 0,75 | 0 | 0,6642 |
| Kékeszöld | 0 | 0,75 | 0,75 | 0,5259 |
| Zöld | 0 | 0,75 | 0 | 0,4401 |
| Bíbor | 0,75 | 0 | 0,75 | 0,3099 |
| Vörös | 0,75 | 0 | 0 | 0,2241 |
| Kék | 0 | 0 | 0,75 | 0,0858 |
| Fekete | 0 | 0 | 0 | 0 |

Minden többcsöves kamera elektronikus része rendelkezik olyan áramkörrel, amely a kon vergenciát biztosítja. Mit is jelent ez? A kamera két, ill. három csöve külön-külön rendelkezik vízszintes és függõleges eltérítõrendszerrel. A kifogástalan színes képhez az szükséges, hogy a két (három) eltérítés egymással szinkronban mûködjön. Nem elég azonban a frekvencia- és fázisazonosság, az eltérítõrendszereknek minden idõpillanatban ugyanazt a képpontot kell letapogatniuk. Ennek beállítása, jusztírozása lehet manuális, ill. automatikus.

A színes videokamerák helyes színvisszaadását biztosítja a fehéregyensúlyt (white balance) beállító áramkör. Mint korábban szó volt róla, a világítás adott színhõmérsékletének megfelelõ szûrõt kell a kamera elé tenni, azaz sárgás fényforrásnál (3200 K) szabad állás van, nem kell szûrõ, mert erre a színhõmérsékletre van érzékenyítve a kamera, kékes fényforrásnál (kb. 5500 K) sárga szûrõt helyezünk a kamera elé. Ezzel mintegy konvertáljuk a "kék" állapotot a "sárga" állapotra. Ez azonban nem elég, mert az adott szûrõtõl eltérõ színhõmérsékletû fényforrás vagy egyéb beállítás miatt a fehér színû tárgy a képernyõn nem lesz valóban fehér. Ekkor van szükség a fehéregyensúly állítására, ami történhet manuálisan (potenciométerekkel) vagy automatikával, a kamerában gyárilag beállított értékhez szabályozva.

A kamerák elektronikájának energiaellátását egy kis- és egy nagyfeszültségû tápegység biztosítja. Az elõbbi az áramkörök nagy részének, az utóbbi a vízszintes és függõleges eltérítésnek biztosít tápfeszültséget. Magát a tápegységeket hordozható esetben akkumulátorok, stúdióüzemben külsõ egységek látják el tápfeszültséggel. A legújabb videokamerák elektronikája a legkorszerûbb kis fogyasztású integrált áramkörökbõl épül fel, így az akkumulátorok még a professzionális háromcsöves kameráknál is igen kis méretûek és kis (3...8 Ah) kapacitásúak lehetnek.

## Kameravezérlõ egység (Camera Control Unit - CCU)

Ez az egység meghatározott funkciókban távvezérlést tesz lehetõvé. Professzionális és félprofesszionális kamerákban is használják, minden olyan esetben, amikor több kamera dolgozik egyszerre, és a vezérlõegységen keresztül állíthatók be egymáshoz képest a berendezések. Ilyenkor egy központi helyrõl állítható be a kamerák fehéregyensúlya, feketeegyensúlya, a feketeszint (pedestal), továbbá ezen a berendezésen keresztül lehet létrehozni a genlock (közösen szinkronizált) üzemmódot. Lehetõség van a videojel szintjének beállítására a normális képtõl egészen nullaszintig, ami a feketeszintet (vagyis a sötét

képernyõt) jelenti. Ezzel az operatõrtõl függetlenül szükség szerint módosítható a videojel kivezetése a vezérlõben.

A vezérlõegység fontos feladata a kábelveszteség kompenzációja. Mivel a kamera és a vezérlõegység közötti távolság akár több száz méter is lehet, a fellépõ jelcsillapítás és idõkésés megfelelõ áramköri úton kompenzálható. A kábelkompenzáló áramkört a felvételkor a helyszínnek megfelelõen arra az értékre kell beállítani, hogy milyen hosszú kábelt használunk. Az áramkör annak megfelelõen korrigálja az átvitelt.

## A kamerák üzembe helyezése, beállítása

Bár a legmodernebb színes videokamerák egyre több olyan automatikával rendelkeznek, amelyek megkímélik a felhasználót a hosszadalmas beállítási mûveletektõl, néhány dolgot mégis tudnunk kell ahhoz, hogy lehetõségeinkhez képest megfelelõ minõségû képet kapjunk.

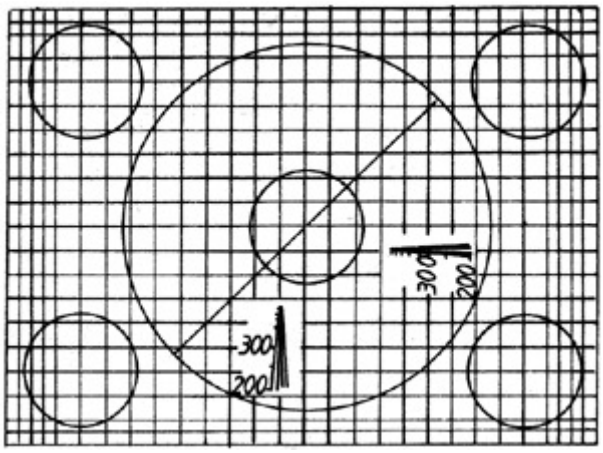
Az amatõr célú kameráknál általában kevesebb lehetõségünk van a beállításra. Rendszerint csak a fehéregyensúlyt kell, ill. lehet beállítani. Ennek során elõször fényforrásunknak megfelelõ szûrõállásba kapcsoljuk a kamerát. Ezután a fehéregyensúly állítógombját lenyomva néhány másodpercre - miközben a kamerával egy fehér felületet, pl. egy papírlapot nézünk - a kamera automatikusan beállítja az adott megvilágításnak megfelelõ fehéregyensúlyt. Ezt az értéket akár több napra is képes megjegyezni, beépített memóriája segítségével, amelyet egy miniatûr akkumulátor lát el feszültséggel, a kamera tápfeszültségének kikapcsolása után is.

Néhány kameránál még ennyit sem kell tennünk. Ha biztosak vagyunk a fényforrás színhõmérsékletében, pl. csak izzólámpás megvilágítást használunk, amelynek értéke 3200 K körüli, használhatjuk a fehéregyensúlyt beállító automatika elõválasztott (preset) üzemét. Ekkor a gyárilag beállított értékekre áll a kamera, és ezt jegyzi meg.

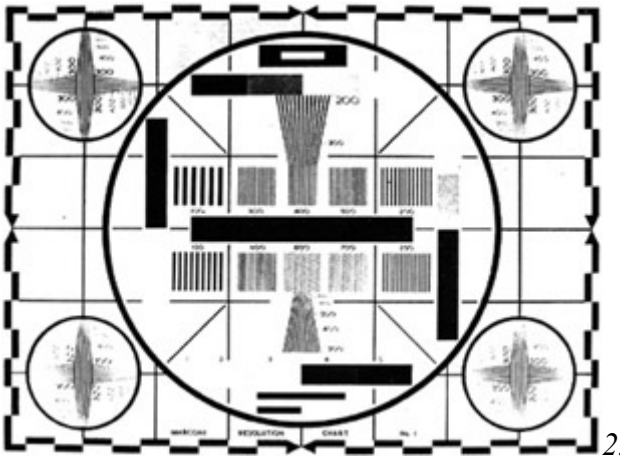
A professzionális kamerák esetében már több mûveletet kell végrehajtanunk. A fehéregyensúly állítását itt is el kell végeznünk, ugyanolyan módon, ahogyan ismertettük. A beállítás manuálisan is elvégezhetõ. Ekkor a kezelõszervekkel saját ízlésünk szerint állíthatjuk be a kívánt értéket, és ez az üzemmód ad lehetõséget különféle elszínezésekre, valamelyik szín kiemelésére vagy elnyomására, ahogy azt az adott szituáció kívánja.

A professzionális és félprofesszionális kamerák esetében feketeszint-beállításra is szükség lehet, különösen a többkamerás felvételeknél. Mégpedig azért, hogy a kamerák képei keverhetõk legyenek egymással, és a képek tónusai közel azonosak legyenek.

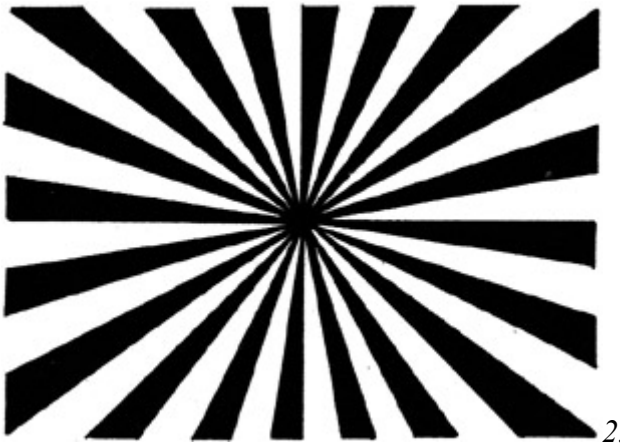
Többcsöves színes kamerákban a konvergenciát, tehát a három színes jel együttfutását be kell állítani. Ez mérõábra képe segítségével történhet. Ekkor a kamerát állványon rögzítjük, és a kompozíciót úgy állítjuk be, hogy a képernyõt teljesen kitöltse a mérõábra. (Ez lehet pl. a 2.19. ábra szerinti mérõábra.)




Az ábra segítségével tudjuk beállítani a három elektronágyút egymáshoz úgy, hogy a vékony fonalak a képernyõn fehérnek látszanak. Helytelen beállítás esetén egymás alatt (mellett) színes vonalak húzódnak, ez élõ képen úgy nyilvánul meg, hogy az alakok, tárgyak szélén színes kontúr lesz látható. A beállítási procedúrákat általában a kamerák gépkönyvei közlik, meghatározva, hogy milyen módon állítsuk be a kamerát. A felbontás ellenõrzésére, ill. mérésére felhasználhatjuk a 2.20. ábra szerinti mérõtáblát, az objektívet pedig a 2.21. ábrán látható Siemens-csillag segítségével gyárilag állítják be.



*2.20. ábra A felbontás mérésére, ellenõrzésére alkalmas mérõábra (tábla)*



*2.21. ábra Az objektív beállítására használt Siemens-csillag*

A kamerák üzembe helyezése attól függ, milyen összeállításban használjuk õket. Ha amatõr szintû berendezésekrõl van szó, többnyire a kamerát egy hordozható képmagnóval kötjük össze. Ekkor egy sokeres kamerakábellel történik a csatlakoztatás. Ezen a csoportkábelen az összetett videojelen kívül egyéb jeleket is átvisznek. A kamera energiaellátása is ezen a kábelen keresztül biztosítható. A kamera felvételállásban indítani tudja a képmagnót, erre egy pillanatkapcsoló szolgál a kamera markolatán; ez a start-stop jel is a csoportkábelen keresztül érkezik a magnóba, ugyanúgy, mint a kamerába épített mikrofon jele.

A professzionális kamerákat is csatlakoztatjuk a hordozható képmagnóhoz, ugyanolyan módon, mint az amatõr kamerákat, csoportkábellel. Elõfordul olyan eset is, amikor a kamerát egy más csatlakozórendszerû vagy asztali képmagnóval kötjük össze. Ekkor a kamerát hálózati tápegység vagy akkumulátor látja el tápfeszültséggel, a képmagnót pedig a kamera összetett videojelével vezéreljük, amelyet minden professzionális kamera elõállít.

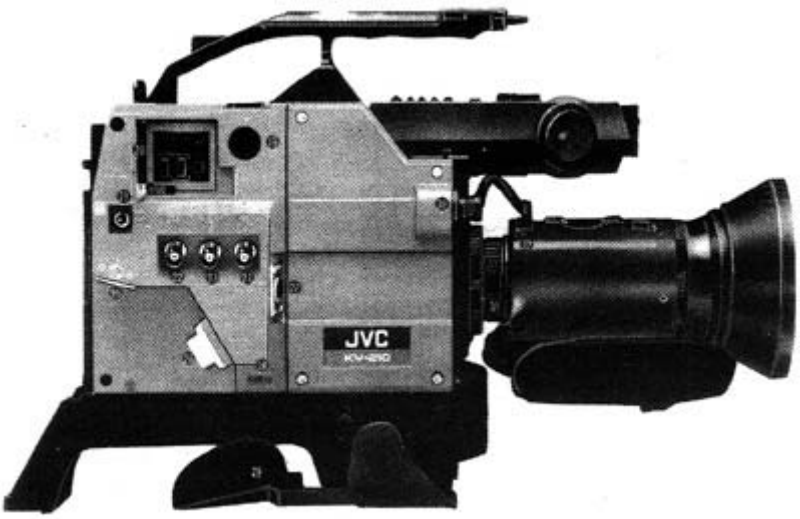
Stúdióüzemben, vagy ha rendelkezünk távvezérlõ egységgel, ezen keresztül kötjük össze a kamerát a képmagnóval vagy a képkeverõ egységgel.

*Genlock üzem*

Több videoberendezés együttes üzemének feltétele az, hogy szinkrongenerátoraik minden pillanatban - a frekvenciát és a fázist tekintve - azonosan üzemeljenek. Az egymástól független szinkrongenerátorok ezt a feltételt nem teljesítik, ezért egy központi szinkrongenerátor látja el függõleges és vízszintes szinkronjelekkel, valamint a színsegédvivõvel az összes üzemelõ videoberendezést.

A kamerák egy részének csak "genlock in" vagy "ext sy in" külsõ szinkronbemenete van a szinkronjelek fogadására. A szinkronizáció ezért úgy történik, hogy a központi szinkrongenerátor ún. black burstöt állít elõ. Ez olyan összetett videojel, amelybõl hiányzik a képtartalom, annak a helyén feketeszint van. Ebbõl az összetett szinkronjelbõl azután a kamerák szinkrongenerátorainak megfelelõ részei leválasztják a maguk vezérlõjeleit, és szinkronizálják magukat a bejövõ jelhez.

Ha nem rendelkezünk központi szinkrongenerátorral, és kameráink egy kivételével alkalmasak külsõ szinkron (genlock) üzemre (természetesen ez az egy is lehet szinkronizálható, de ez most nem lényeges), ennek a kamerának a videojelét kinevezve mester-(master-) szinkronnak, és csatlakoztatva a többi (slave-) kamerához, szintén genlock üzemet állíthatunk elõ. A kamerák szinkrongenerátorai ugyanis képesek az összetett videojelre is megfelelõen szinkronizálni, annak szinkronjeltartományát hasznosítva. Ezt az üzemet azonban egyéb hibái miatt a professzionális stúdiókban kerülik.




*2.22. ábra A JVC KY 210 E professzionális háromcsöves kamera*

# 2.2. A kamerák szolgáltatásai és használata

Akár amatõr célú, akár professzionális a kamera, mindkét fajtán megtalálhatók az adott felhasználási területre jellemzõ szolgáltatások, amelyek megkönnyítik a használatot. A plusz szolgáltatások természetesen a kamerák igen széles választékának, az ezzel összefüggõ eladási versenynek és konkurenciaharcnak is köszönhetõk, valamint annak, hogy ma már bármely igen bonyolultnak tûnõ funkció egy-két integrált áramkörrel megvalósítható.

## A professzionális kamerák szolgáltatásai

Néhányat már a korábbiakban részleteztünk, ezért itt csak felsoroljuk öket: színhõmérséklet-szûrõ, szürkeszûrõ, automatikus vagy manuális, vagy elõre beállított fehéregyensúly-állítási lehetõség, feketeszint-állítás, konvergenciaállítás manuálisan vagy automatikával, genlock üzemmód lehetõsége.

A további szolgáltatások között szerepel a kamerák erõsítésének változtatása. Ezt egy háromállású kapcsolóval állíthatjuk be, az elsõ állás 0 dB, amely a kamera alaperõsítése, a másik két állás 9 dB és 18 dB (egyes esetekben 6 dB és 12 dB). Ez azt jelenti, hogy ha a kamera igen kis megvilágítású környezetben dolgozik, az elektronikus erõsítéssel mintegy megnöveljük a világítást. Gyakorlatban ez az elõerõsítõben való beavatkozást jelenti.

A kamerák adatlapjain szerepel az optimális megvilágítás értéke, erre általában 2000 lx-ot adnak meg, 1 : 4-es blendeértéknél. Ez azt jelenti, hogy megfelelõ, tehát színvisszaadás és kontraszt szempontjából optimális képet ilyen megvilágítással, ennél a blendeértéknél

kapunk.Elektronikus erõsítés használatával a megvilágítás néhány (3...10) lx értékig csökkenthetõ. A gyakorlatban azonban ilyenkor már majdnem használhatatlan képet kapunk. Ugyanis a jelentõs erõsítés miatt a jel-zaj viszony romlik, a kép élvezhetetlenül zajos, a színvisszaadás pedig tökéletlen lesz. Ezért ha lehetséges, kerüljük a többleterõsítést, tudomásul véve, hogy jó minõségû képhez megfelelõ mennyiségû fény kell.

Korábban már említettük a színsávábra-generátort, amelyet a kamera állít elõ az átviteli lánc ellenõrzéséhez. Elõfordul egy másik mérõjel, egy lineárisan növekvõ feszültségû jel is, amellyel az átviteli lánc torzítása is mérhetõ. A kamerára vonatkozóan mindkét esetben az történik, hogy ha a kamerát mérõjelállásba kapcsoljuk, az automata blende-(írisz-) vezérlõ áramkör teljesen lezárja a blendét. Ezt azért teszi, hogy megvédje a képfelvevõ csövet egy véletlenül belevilágító fényforrás káros hatásától.

Ha a kamerát sokpólusú csatlakozóval kötjük ossze a képmagnóval, ill. a távvezérlõ egységgel, további lehetõségek biztosítottak. A kamera keresõjében nemcsak az optika által felvett jelet vagy mérõjelet láthatjuk, hanem a képmagnó által lejátszott jel visszakerülhet a keresõbe, tehát pl. a felvett anyag a helyszínen visszanézhetõ. A távvezérlõ egység használata esetén pedig bármilyen külsõ jelforrás jele, pl. egy másik kameráé is megtekinthetõ. Erre abban az esetben lehet szükség, ha többkamerás felvételnél az egyik kamera kezelõjének szüksége van a másik kamera által kiadott képre, saját képkompozíciója meghatározásához.

Többkamerás felvétel esetében a szereplõk számára fontos lehet az, hogy melyik kamera van éppen adásban. Ezt jelzi a kamera tetején egy kis (rendszerint piros) lámpa (tally).

A kamera képkeresöjének monitora további funkciók ellátására is képes. A kis képcsõ keretén kívül (vagy a képmezõbe elektronikusan bekeverve) világító számok, betûk információkat közölnek a kamera kezelõjével. Jelezhetik a kamera elõtt levõ szûrõ típusát, a tally jelet - párhuzamosan a kamera tetején levõ lámpával, a bekapcsolt erõsítés értékét, fehéregyensúly beállításakor az egyensúly meglétét, az automatikus élességállító rendszer mûködését, valamint hordozható üzemben az akkumulátor feszültségcsökkenésének olyan mértékét, amely a kifogástalan videojel elõállítását már veszélyezteti.

A kamerára szerelt mikrofonnal a kísérõ hangot is fel tudjuk venni olyan esetekben, amikor más mikrofonozás nem lehetséges. Ennek a karakterisztikája olyan, hogy nagyrészt csak az elölrõl érkezõ hanginformációt fogadja, így a kamera kezeléséböl adódó zajok többé-kevésbé csillapítva jutnak a mikrofonra. A hangjelet a képmagnóhoz szintén a csoportkábel továbbítja. A kamerához a legtöbbször külsõ mikrofon (esetenként sztereo mikrofon) is csatlakoztatható.

A stúdióüzem elengedhetetlen feltétele a belsõ utasításközlõ (intercom) rendszer. Ez a kamera kezelõje és a központi vezérlõ közötti kapcsolatot teszi lehetõvé. A kapcsolat kétirányú, tehát a kamera kezelõje is beszélhet és fordítva, a kezelõn levõ fejhallgató és mikrofon szintén a csoportkábelen keresztül csatlakozik a központhoz. Ez a jel független a mûsorjelektõl és csak a kezelést és az adás közbeni utasítástovábbítást szolgálja.

Néhány kamerának energiatakarékos üzeme is van. Ekkor a kapcsoló egyik állásában a kamera áramkörei csak részben üzemelnek (csak a csõ és a képkeresõ monitor fûtõáramköre kap tápfeszültséget). A fogyasztás így jelentõsen lecsökken. A kapcsoló másik állásában az összes áramkör tápfeszültséget kap, és a kamera üzemkész. Az elsõ (ún. preheat, elõfûtött) állapotnak ott van értelme, ahol a felvételt azonnal meg kell kezdeni, de nem tudjuk pontosan, hogy valójában mikor, ezért nincs értelme az egész kamerát áram alatt tartani, csak azokat az

egységeket, amelyeknek feléledési és munkapontba állási ideje viszonylag hosszú. Az elektronikus áramkörök a bekapcsolás után azonnal üzemkészek. A képfelvevõ csövek és a monitor néhány másodperc alatt felfût, azonban izzó egységekrõl lévén szó, legalább negyedórával a felvétel megkezdése elõtt "illik" bekapcsolni a kamerát, hogy az a végleges hõmérsékletét elérje, különben a melegedés alatt felvett anyagunk színe nem lesz teljesen azonos a késõbb rögzítettekkel.

A keresõ monitora általában fényerõ- és kontrasztszabályozási lehetõséggel rendelkezik. Ezeknek a kezelõszerveknek a használata természetesen semmi hatással nincs a kimenõ jelre, csak a kis monitor képére, használatukkal mégis óvatosan kell bánni. Mindenképpen mérõjelre (pl. színsávábra, amely egyben gradációskála is) állítsuk a monitort és ne élõ képre, különben a felvett kép túl világos vagy túl sötét lesz!

Nem szorosan a kamerák elektronikájához tartozó, de érdemes megemlíteni, hogy a kamera és a képmagnó, ill. a stúdió (esetleg közvetítõkocsi) nemcsak kábellel, hanem rádiófrekvenciás úton is összeköthetõ. Ekkor a kamera jelét egy modulátorba (adóba) vezetik, amely rádiófrekvenciás úton továbbítja a jelet a vevõhöz, ahol egy demodulátor-áramkör visszaalakítja a jelet alapsávi összetett videojellé. Ez a jel már ugyanúgy dolgozható fel, mint a többi, kábelen érkezõ jelforrás jele. A kapcsolat természetesen kétirányú is lehet. Erre a vezeték nélküli üzemmódra akkor van szükség, ha a kamerának teljes mobilitásra van szüksége, vagy ha a vezetékes összeköttetés lehetetlen, pl. élõ adásban helikopteres vagy autós közvetítés.

*Karaktergenerátor a kamerában*

Az újabb típusú amatõr célú kamerák esetenként igen hasznos és ugyanakkor rendkívül látványos szolgáltatásokkal is rendelkeznek, pl. feliratozni képesek az adott videojelet. A kamera egyik áramköre egy tár, amely tárolja a betûk (karakterek) megjelenítéséhez szükséges digitális jeleket. A kamera markolatán vagy oldalán találhatók azok a gombok, amellyel a feliratozás végezhetõ. Általában az angol ábécé betûit, számokat, írásjeleket jeleníthetünk meg, ritkábban speciális jeleket.

A karakterek pozícióját bizonyos határok között mi adhatjuk meg. Akár a felvétel helyszínén elvégezhetjük a felirat elkészítését, ekkor a kamera keresõjében egy kis vonal (cursor) villog, jelezve, hogy melyik pozícióba írhatunk. Innen elléphetünk vagy írhatunk. Több táblát elkészíthetünk, és felvétel közben behívhatjuk õket, ekkor - általában fehér, de esetenként 4-8 színnel - a felirat ráíródik a képre.

A feliratozóegységeknek általában egy belsõ óragenerátoruk is van, így a képre egy digitális órát is rákapcsolhatunk, amely akár az egész felvétel alatt bekapcsolva maradhat, mutatva ezzel a mindenkori futó idõt (stopper üzem).

## A videokamerák használata

Ebben a pontban néhány olyan gyakorlati tanácsot adunk, amelyek a forgatások során segíthetnek. Az elsõ kérdés: állványról vagy kézbõl használjuk-e a kamerát? Állvány esetén a

felerõsítés általában 3/8"-os csavarral történik. Mindig a kamera súlyának megfelelõ erõsségû állványt használjunk, így megelõzhetjük a kamera felborulását vagy felvétel közbeni beremegését!

A mai, modern kamerák igen könnyûek, ezért nem jelenthet gondot az 1-2 kg súlyú kamerák kézi üzemû használata. Ez azonban csak részben elõny, a könnyû súly hátrány abból a szempontból, hogy nehéz a kamerát mozdulatlanul, rezzenéstelenül tartani. Az olcsóbb, amatõr célú kamerák általában csak kézbõl használhatók, a jobb minõségûek és a félprofesszionális, professzionális hordozható kamerák vállra szerelhetõk, ezzel biztosítva a stabil képállást.

Az objektív karbantartására fordítsunk nagy gondot! Az objektív felületén levõ sérülés, pi szok vagy akár ujjlenyomat megváltoztatja a képet. Vigyázzunk arra is, hogy ne kerüljön piszok, por az objektív hátsó tagjára vagy a színszûrõkre! Az objektíveket különbözõ módon tisztíthatjuk. Antisztatikus törlõkendõvel letörölhetjük a port a frontlencsérõl, vagy éteres, alkoholos vattával tisztíthatjuk meg a szennyezõdésektõl.

Minden esetben, amikor a kamerát nem használjuk, tegyük fel az objektívfedõt! Ezzel megelõzhetjük az objektív véletlen mechanikai sérülését. A kamerát lehetõleg saját hordtáskájában vagy esetleg valamilyen ládában szállítsuk, aminek belsõ formája követi a kamera vonalát. Ez lehet hungarocell-doboz, kivágott vastag szivacs vagy mûanyag. Bármilyen szállítási formát választunk is, arra törekedjünk, hogy a kamera ne rázódjon utazás közben! Bár a kamerák gyakorlatilag nem tartalmaznak mozgó alkatrészt, az objektív szétrázódhat, a képfelvevõ csövek síkjának századmilliméternyi elmozdulása pedig már észrevehetõ életlenséget okozhat.

## 2.3. Képkompozíciós kérdések

*Világítás*

A helyszín, ill. a felvenni kívánt tárgy, alak bevilágításával és a kamera blendéjének megfelelõ állításával különbözõ hatásokat érhetünk el. A világítással részletesen a 3. fejezet foglalkozik, itt annyit jegyzünk meg, hogy csak megfelelõ mennyiségû fény esetén kapunk kifogástalan színes videoképet. Ha mûvészi szempontokból nem szükséges, kerüljük az ellenfényû (gegen), tehát a szembõl világított beállítást, mert ha elölrõl nem világítunk, az alakoknak csak a kontúrja látszik. Ha mégsem tudunk elölrõl fényt adni, a blende nyitásával a háttér "kiégése", azaz túlvezérlése árán kerülhet az alanyra megfelelõ mennyiségû fény, ami esetleg a felvevõcsõ meghibásodását okozhatja.

A világítással, a fény elosztásával befolyásolni tudjuk a kép kontrasztját.

*Blende*

Külsõben forgatott felvételek esetén a blende értéke általában 5,6 és 22 között lehet, belsõ felvételeknél teljes nyílás és 5,6 között. Kerüljük a teljes nyílást és a 2,8 alatti értékeket, mert ilyen rekeszállás esetén a mélységélesség néhány 10 cm-re csökken, és változó kompozíciónál igen pontosan kell élességet állítani!

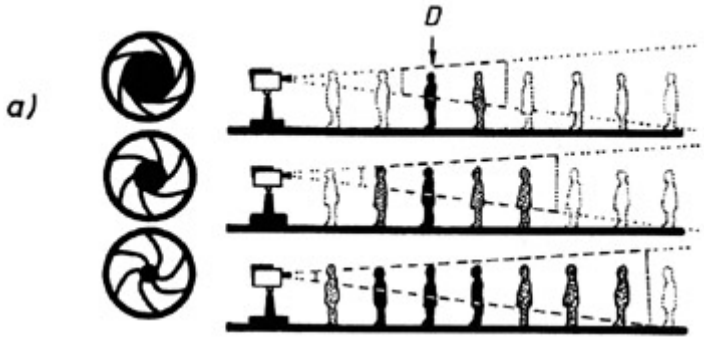
Néhány amatõr szintû készülék tartalmaz egy olyan kapcsolót, amellyel automata blende esetén is tudunk ellenfényben forgatni. Ekkor az automata nem a bejövõ fénymennyiségnek megfelelõ értékre állítja a fényrekeszt, hanem jobban kinyit, lehetõvé téve az ilyen esetekben is a megfelelõ kép elõállítását.

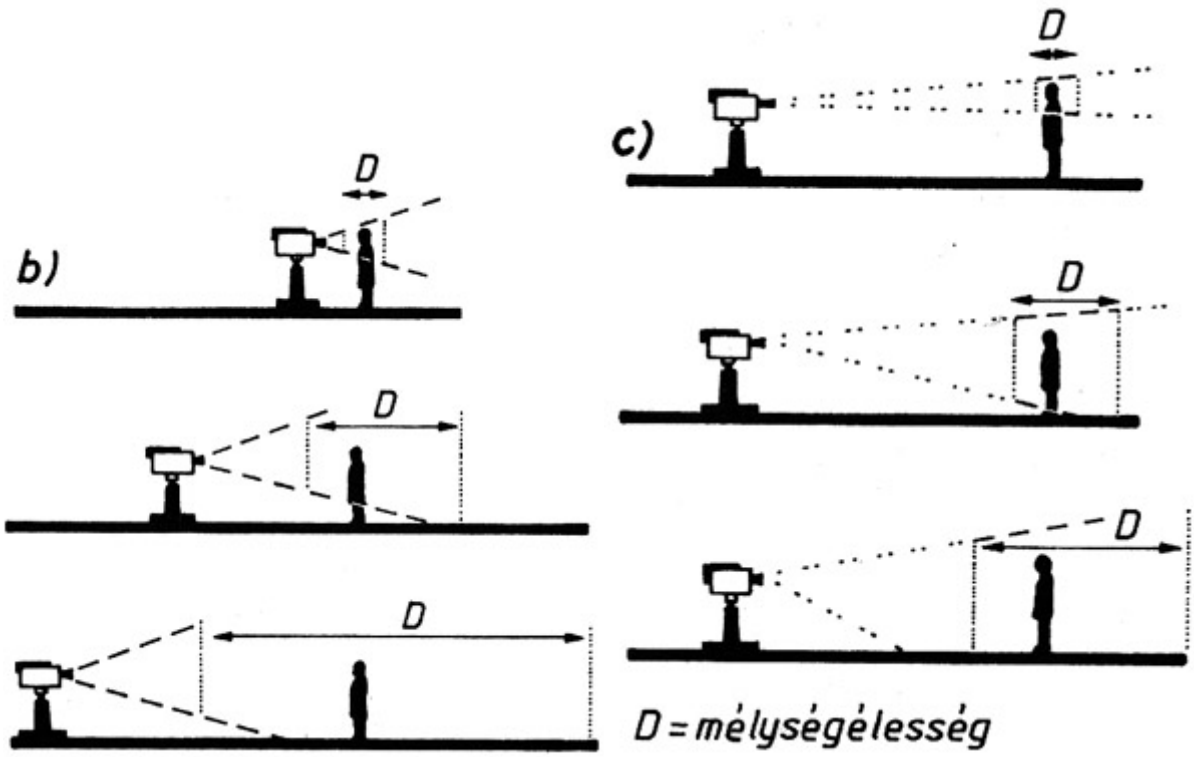
*Élesség*

Mindig az adott kompozíció dönti el, hogy az élességet melyik tárgyra, alanyra állítsuk. Általában az élességet a hangsúlyos pontra húzzuk, ha a hangsúly változik, a jelenet közben át kell húzni a másik alanyra. Általánosan igaz, hogy ha az élességet egy pontra állítjuk, a látószög állítása közben az élesség azon a ponton marad, akár nyitunk, akár zárunk a varióval. Közeli személybeállításoknál az élességet a szemre kell állítani.

*Mélységélesség*

Ha egy kompozícióban egy pontra élességet állítunk, a pont elõtt és mögött valamekkora tartomány még szintén élesnek látszik. A tartomány nagysága a blende értékétõl függ. Minél jobban nyitva van a rekesz, annál kisebb a mélységélesség, ill. fordítva. Ha külsõ helyszínen forgatunk, és sok a fény, a rekesz értéke 8 és 22 között lehet. Ekkor a mélységélesség annyira megnõ, hogy szinte mindent élesnek látunk. Ez néha zavaró lehet, ekkor szürkeszûrõ használatával csökkenthetjük a beesõ fényt, és a blende nyitásával a mélységélesség mértéke a kívánt tartományra csökkenthetõ (2.23. ábra).






*A mélységélesség változása*

*a) a blende nyitásával, ill. zárásával; b) a tárgytávolság változtatásával; c) az objektív gyújtótávolságának változtatásával*

*Látószög*

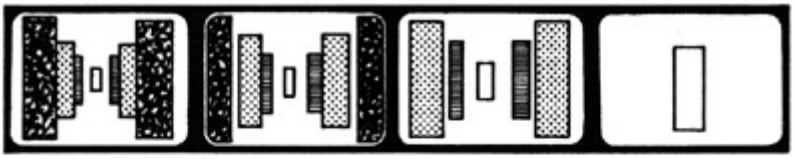
Azt, hogy a kamera mekkora nyílásszöggel látja az elõtte levõ kompozíciót, az objektívnek a képfelvevõ csõ átmérõjéhez viszonyított fókusztávolsága határozza meg. Minél kisebb a fókusztávolság (5...10 mm), annál nagyobb az objektív nyílásszöge és fordítva, a hosszú (120...250 mm) fókusztávnál a nyílásszög kicsi lesz.

Videokamerákban általában nem használnak fix fókusztávolságú objektívet, csak variót, ennek beállítása határozza meg az objektív pillanatnyi fókusztávolságát, a fentiek szerint. 2.23. ábra

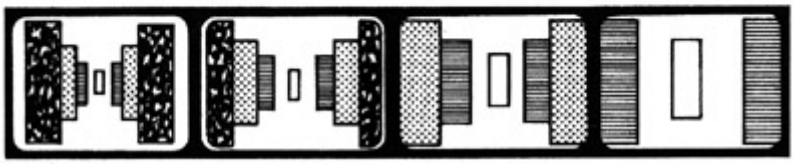
*Kameramozgás vagy variózás?*

Ha a kamera az optikai tengely vonalában mozog elõre vagy hátra, ill. ha a varióval zárunk vagy nyitunk, elvileg ugyanazt a hatást kapjuk, tehát az adott beállításban ugyanúgy a látószög változik. A gyakorlatban mégsem azonos a hatás. Ha a kamera mozog a beállítás felé, a tárgyak relatív méretei a mozgás során arányosan változnak, a természetes arányoknak megfelelõen. Az elõremozgás során különbözõ beállítások válnak láthatóvá, a perspektíva állandó marad.

Vario használatakor más a helyzet. A tárgyak arányai nem változnak, és ellentétben az elõzõ esettel, most nincs tengellyel párhuzamos mozgás, csak a képkivágás változik. Nagyobb fókusztávolságok használata esetén elvész a tárgyak közti mélység (távolság) érzete (2.24. ábra).



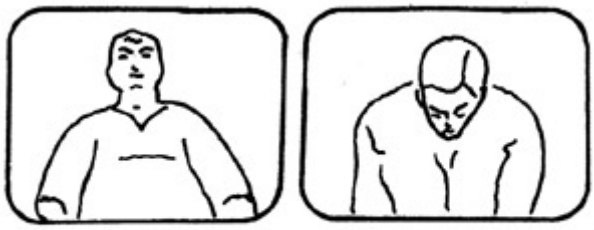
Kameramozgás



Variózás

*A kamera elhelyezése*

Ha a kamerát a fényképezendõ alany magasságában helyezzük el, ezzel objektív hatást érünk el a kompozícióban. Ha a kamera bizonyos szögben alulról vagy fölülrõl néz az alanyra, erõsen szubjektívvá válik a hatás (2.25. ábra).



Szubjektív hatások

Objektív hatás

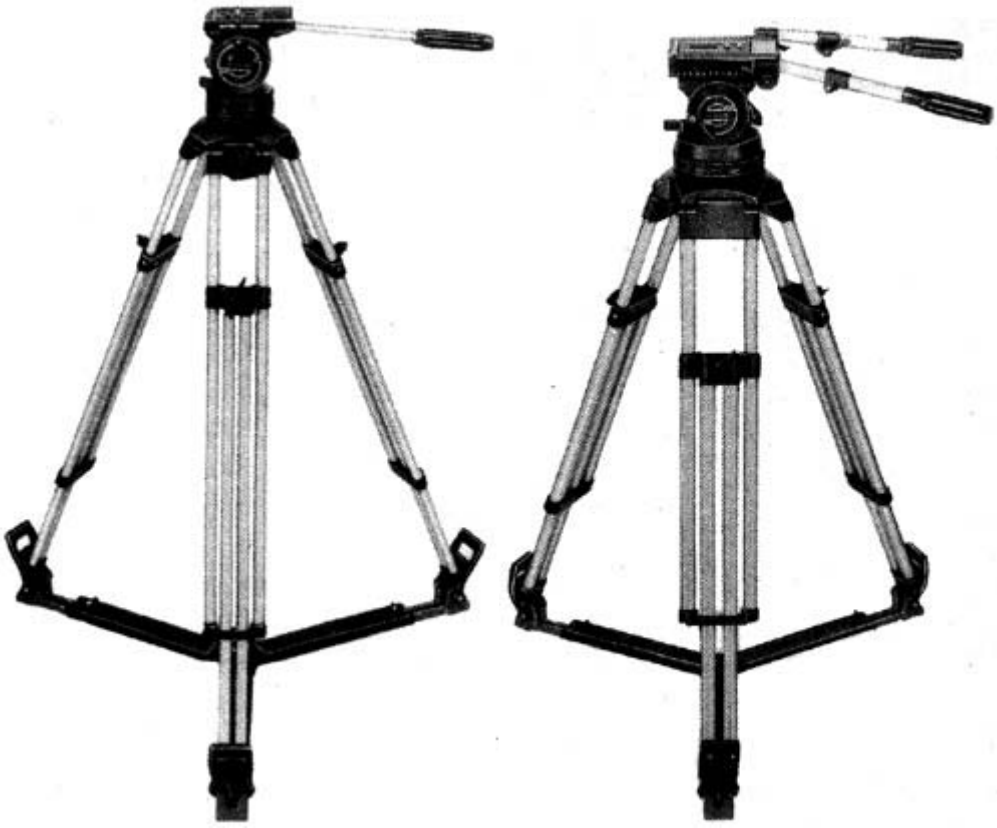
*Képkivágás*

Egy adott beállításban különbözõ képkivágásokat készíthetünk. Sorban a legszûkebbtõl a legtávolabbig: szuperközeli, közeli, kisszekond, nagyszekond, kistotál és nagytotál lehet a képkivágás neve.

## 2.4. Kameraállványok

A videokamerákat kézben tartva vagy kameraállványra (statívra) helyezve használjuk. Az állvány háromlábú, keményfából, alumíniumból vagy vékony falú acélcsõbõl készült szerkezet, amelyet össze lehet csukni, lábrészeit teleszkópszerûen egymásba lehet csúsztatni. Kihúzott és szétnyitott állapotban a lábak csavarszerkezetekkel rögzíthetõk.

Az amatõr célú és félprofesszionális állványok (általában kisebb súlyú, egyszerûbb videokamerákhoz) könnyûek, kis helyen elférnek, könnyen szállíthatók, egyszerûbb kialakításúak (2.26. ábra),



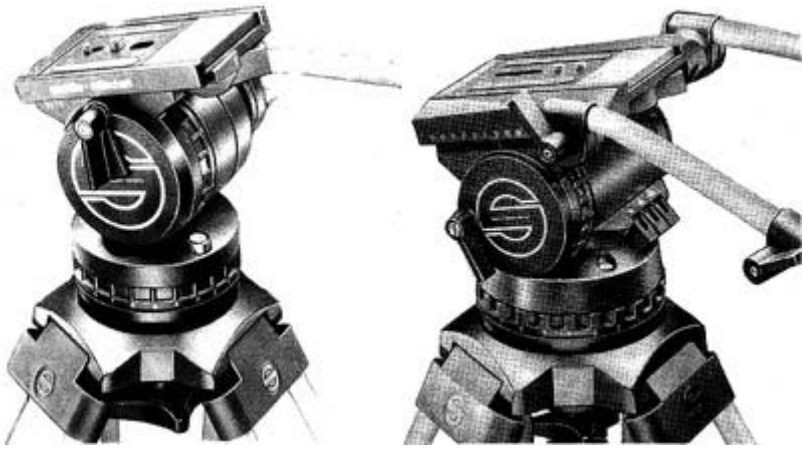
a professzionális kameraállványok nehezebbek és pontosabbak, finomabb kidolgozásúak (2.27. ábra), le- és felszerelhetõ kerekek is tartoznak hozzájuk. A kerekeket gyakran háromszög alakú kocsiszerkezetre szerelik, amelyre az állvány ráhelyezhetõ és rögzíthetõ. Így az önbeálló kerekek segítségével az állvány bármely irányba gördíthetõ a padlón. Ha viszont szükséges, akkor a kerekeket - általában lábpedállal - rögzíteni lehet.

A professzionálisnak tekinthetõ kameraállványok magasságát nemcsak a lábak kihúzásával lehet változtatni, hanem teleszkópos kialakítású központi oszlopukkal is. Egyes típusoknál az állványok központi oszlopának magasságát (a kamera tetemes súlya miatt) hidraulikus berendezés állítja be. A hidraulikus rendszerben az emelést lábpedállal létrehozott nyomás végzi, míg a süllyesztést a nyomás megszüntetésével lehet elérni. A magasság beállítását a felvétel elõtt célszerû elvégezni.

A kameraállvánnyal szemben támasztott legfontosabb követelmény, hogy biztosítsa a kamera biztonságos, rezgésmentes alátámasztását. Bár a videokamera nem tartalmaz mozgó alkatrészt (mint a filmfelvevó gép), a felvételi tárgy mozgása vagy az állvány felvétel közbeni gördítése kiválthat olyan rezgéseket, amelyek zavaróan hatnak a felvételre. Ezért elsõsorban a kamera súlya, ezenkívül a felvétel igényessége dönti el a kameraállvány kiválasztásának szempontjait.

Az állvány és a kamera között helyezkedik el a "gépfej" (statív-fej). Ez az a szerkezet, amelyre a kamerát felszereljük, és ez teszi lehetõvé a kamera mozgatását a vízszintes, ill. a függõleges tengely mentén (döntés, panorámázás, svenkelés). A gépfejek szállításkor általában leszerelhetõk az állványról. A videokamerát rendszerint csavarszerkezettel szerelik a gépfejre. Erre vonatkozóan többféle szabvány is létezik, ezért az állvány beszerzésekor célszerû meggyõzõdnünk arról, hogy kameránk csatlakozórésze illeszkedik-e a gépfejhez. A megfelelõ egyensúlyi helyzet beállítása céljából a kamera legtöbbször elõre-hátra is mozgatható a gépfejen. Beállítás után természetesen rögzíteni kell a kamerát. Az igényesebb gépfejek tartozéka még egy beépített vízszintezõ (libella), a gépfej, ill. a kameratengely vízszintes helyzetbe való beállításához.

A gépfej és a rászerelt kamera irányítása, mozgatása az ún. irányítókar (svenkkar) segítségével történik; szükség esetén ez leszerelheto, ill. a hossza változtatható. Általában egy irányítókart alkalmaznak (2.28. ábra),



de a nehezebb, professzionális gépfejeknél két irányítókart találunk (2.29. ábra). Gyakori, hogy az irányítókarok markolatára felszerelik a kamera legfontosabb kezelõszerveit (blende-, vario- és fókuszállítás stb.).

A kamera függõleges, ill. vízszintes tengely körüli mozgatása nem egyszerû feladat. Különösen a lassú mozgatásokat nehéz egyenletesen, zökkenõmentesen megvalósítani. Az igényesebb kivitelû kameraállványoknál ezért az egyenletes mozgatást megkönnyítõ szerkezeteket is alkalmaznak. Egyszerûbb megoldásként a hidraulikus elvet követõ csillapítószerkezetet használnak, míg a bonyolultabb kivitelûeknél giroszkópos

kiegyenlítómûvet találunk. Ez utóbbi mûködése a tehetetlenségi nyomaték elvén alapul. A kamera mozgatásával végrehajtott tengely körüli elfordulást ugyanis igen nagy áttétel segítségével a beépített lendkerék felpörgetésére használják fel, viszont a lendkerék tehetetlensége igen hatásosan stabilizálja a mozgást mind a gyorsítási, mind a lassítási szakaszban. A stabilizálószerkezetek szükség esetén kiiktathatók, továbbá a gépfej mindkét tengely mentén rögzíthetõ is.

# 3. A világítás

## 3.1. Fényforrások és lámpatípusok

### Fényforrások

A videofelvételek készítéséhez kellõ megvilágításra van szükség. A szükséges minimális fénymennyiség általában kisebb, mint filmfelvételeknél, de ez a körülmény - mint a késõbbiekben láthatjuk majd - nem mindig jelent elõnyt.

A felvételhez szükséges fényt természetes fényforrások (elsõsorban a napfény) vagy mesterséges fényforrások szolgáltatják. A sokféle mesterséges fényforrások közül felvételi célokra leginkább az izzószálas és a gázkisülés elvén mûködõ fényforrásokat használjuk.

A fényforrások fényáramot bocsátanak ki, amelynek egysége a lumen (lm). Ha 1 $m^2$ nagyságú felületet merõlegesen 1 lm fényáram ér, akkor a felület megvilágítása 1 lux (lx) lesz. A fényforrásból kilépõ fény egyenes vonalban terjed, és az útjában levõ tárgyakat megvilágítja. A videofelvételeknél általában fehér színû fénnyel történik a megvilágítás. A fehér fény a 400...700 nm hullámhosszúságú színes fények keveréke. A fehér fény színes összetevõkre való bontására példa a szivárvány.

A különbözõ minõségû - fehérnek nevezett - fények nem egyforma mértékben tartalmazzák az összetevõket, az egyikben pl. több a kék, a másikban a vörös szín. A fehér fény színösszetételét a színhõmérséklet jellemzi, amelynek egysége a kelvin (K). Ez az az abszolút hõmérséklet, amelyre az ún. abszolút fekete testet felmelegítve, az olyan összetételû fényt bocsát ki, mint amilyen a vizsgált fény összetétele.

A gyakorlat számára két eset alapvetõ jelentõségû: egyrészt a napfény, ill. vele megegyezõ (5500...6000 K) színhõmérsékletû . mesterséges fényforrások, másrészt az ún. mûfény, vagyis a 2800...3400 K színhõmérsékletû fényt kibocsátó (általában izzószálas) fényforrások. Az elsõ csoportba a fémhalogén lámpák, a , másodikba a különféle (jódkvarc, kvarchalogén, egyszerû volfrám stb.) izzószálas lámpák tartoznak. A színhõmérséklet erre a célra készített mûszerrel

mérhetõ. Egyszerû videofelvételek készítésekor ez a mûszer nélkülözhetõ. A különbözõ színhõmérsékletû fényeket nem szabad egymással keverni. Néha elkerülhetetlen, hogy napfényes külsõ felvételeknél lámpát is használjunk, de igen gyakran csupán izzószálas lámpa áll rendelkezésünkre. Ilyenkor a lámpa elé kék színszûrõt kell helyezni. Elõfordulhat, hogy kényszerûségbõl izzószálas és fémhalogén lámpát egyidejûleg kell használnunk. Ekkor vagy a fémhalogén lámpák elé sárga színszûrõt, vagy az izzószálas lámpák elé kék szûrõt kell helyeznünk.

A korszerû lámpákhoz szükséges hõálló üvegszûrõket tartozékként mellékelik. Ha nincs ilyen szûrõnk, fóliaszûrõket kell használni.

A megvilágítás színhõmérsékletének megfelelõen be kell állítani a videokamerát (l. a 2. fejezetben: A kamerák üzembe helyezése, beállítása).

A fényforrások színhõmérséklete között 100...200 K eltérés megengedhetõ, célszerû azonban a beállítás helyességét monitoron ellenõrizni. Elsõsorban a fehér, a szürke és az emberi arcszín helyes visszaadására fordítsunk figyelmet.

Még egy tanács a fényforrásokkal kapcsolatban: Lehetõleg kerüljük az olyan helyszíneket, ahol fénycsövek világítanak! A fénycsövek színe, színhõmérséklete változó, függ a típustól. Fénycsõvilágítás mellett színhelyes videofelvétel nem készíthetõ. (Létezik ugyan olyan fóliaszûrõ, amellyel a fénycsövek fénye alkalmassá tehetõ felvételre, de ez a kereskedelemben nem kapható.) Ha fénycsõvilágítású helyen kell felvételt készítenünk, akkor jobb, ha a fénycsöveket kikapcsoljuk és saját lámpáinkat használjuk.

## Izzószálas fényforrásokkal felszerelt lámpák

Az ebbe a csoportba tartozó lámpák fényforrása az izzólámpa. Az izzószál anyaga volfrám, a burák közönséges üveg, kvarc- vagy ún. keményüveg. A burát légüres tér, semleges gáz vagy halogén elemek gõze tölti ki, a típustól függõen. Az izzószál anyaga az izzás következtében a szálról elpárolog, és a bura felsõ falára rakódik. (Az izzó felülete belülrõl kormosodik.) A léghíjas vagy semlegesgáz-töltésû egyszerû izzólámpák által kibocsátott fényáram a használat során idõvel csökken. A jódkvarclámpák* halogén töltése a kormosodást gyakorlatilag megszünteti, ezért e lámpák fényárama az élettartam vége felé sem csökken észrevehetõen.

A videofelvételekhez alkalmazott izzólámpák általában 220 V üzemfeszültségre készülnek. Használnak még 30 V-os és egyéb, kis feszültségû lámpákat is, fõleg akkumulátoros üzem céljaira.

A videofelvételekhez használt lámpák teljesítményfelvétele néhány W-tól 20 kW-ig terjed. A 100 W-nál kisebb és az 5 kW-nál nagyobb lámpák igen ritkák. Azonos teljesítményfelvétel esetében a kisebb üzemi feszültségû izzók némileg nagyobb fényáramot bocsátanak ki. Az izzófoglalatok lehetnek csavarmenetesek, bajonettzárasak, tûlábú, ún. bipost megoldásúak vagy kábelcsatlakozásúak. A csõ formájú jódkvarcizzókat különleges rugós foglalatban vagy kábelcsatlakozással használják a bura igen nagy üzemi hõmérséklete (vörösizzás!) miatt. A burák lehetnek átlátszóak, homályosítottak - az egyenletesebb fény, ill. színezettek a megfelelõ színhõmérséklet elérése céljából. Az izzólámpákat általában armatúrába,

lámpaházakba szerelve használják. A lámpaház optikai elemei (tükör, kondenzor) a lámpából kilépõ fény megfelelõ nyalábolását, míg a szellõzõnyílások a kellõ hûtést segítik elõ.

** E könyvben minden halogén-kvarc ciklussal mûkodõ lámpát egyszerûsítve jódkvarclámpának nevezünk.*

## Fémhalogénlámpák

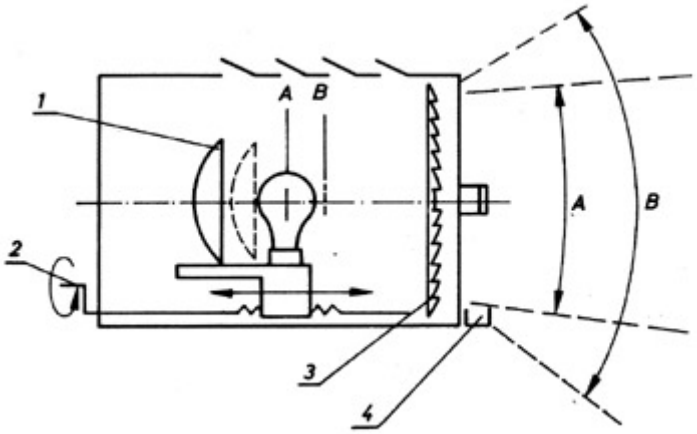
Ezekben az újszerû világítóeszközökben üvegburában elhelyezett elektródák között az ionizált gáztöltés szolgáltatja a fényt. A jódkvarcizzókhoz hasonlóan építik be õket a lámpaházba. Üzemeltetésükhöz az adott típushoz készült elõtétegységet kell alkalmaznunk, ugyanis a fémhalogénlámpa közvetlenul hálózatról nem üzemeltethetõ. Színhõmérsékletük 5600...6000 K. Fényhatásfokuk az izzólámpák hatásfokának öt-hatszorosa.

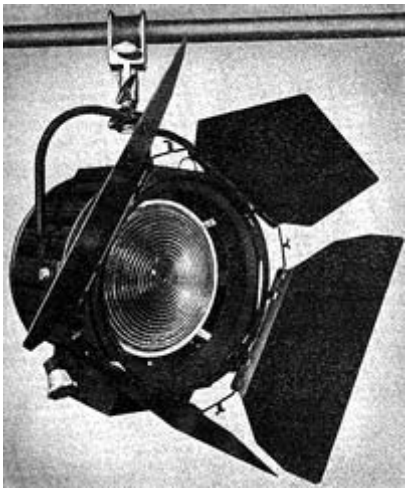
## Fontosabb lámpatípusok

*Spotlámpa*

A spotlámpák jellemzõ tulajdonsága, hogy a kisugárzott fénynyaláb ún. szórásszöge változtatható. Szûkített állásnál a megvilágított felület kisebb, a megvilágítás erõsebb. Ezzel szemben szórt állásnál nagyobb a megvilágított felület, de kisebb a megvilágítás erõssége.

Felépítésére jellemzõ, hogy az izzólámpát tartó foglalatot a gömbsüveg alakú tükörrel közös kocsiszerkezetre építették, amely a lámpaházból kinyúló kezelõkarral vagy csavarmenettel elõre-hátra mozgatható a lámpaház elejére szerelt gyûjtõlencséhez, az ún. kondenzorhoz képest (3.1. ábra).





Az izzószál a gömbtükör középpontjában helyezkedik el úgy, hogy az izzószál képét helyes beállításnál a tükör visszaveri, éppen az izzószálak közé. Ha az izzószál és annak tükörképe a kondenzor gyújtótávolságában van, a lámpa közel párhuzamos fényt bocsát ki. A kocsiszerkezetet a kondenzorhoz közelítve a sugárnyaláb szétnyílik (l. a 3.1. ábrát). A foglalatok az izzó pontos beállíthatósága céljából általában nem csavarmentesek, hanem kisebb teljesítményfelvétel esetén bajonettzáras (swann) típusúak, míg nagyobb teljesítményûeknél csapos (bipost) vagy kábeles csatlakozást találunk.

A tükrök rendszerint fémbõl, mélyhúzással készülnek, felületükön foncsorozva. A hõtágulás miatt rugós rögzítésûek, és beállítócsavarokkal pontos helyzetbe állíthatók.

*A kondenzorlencsék* - az egészen kis teljesítményû és igénytelen lámpák kivételével - ún. *Fresnel*-típusúak, és az egyenletes fény elérése céljából méhsejt alakú mintázattal készülnek. A lámpa kialakítása során lényeges az alkatrészek hõállósága, a jó szellõzés és hûtés, valamint a zajtalan üzem. Az alkalmazott izzók szálfelülete minél kisebb legyen.

A lámpákat állványcsatlakozóval vagy függesztõ csatlakozószerkezettel készíthetik. A lámpaház körül a lámpa billenthetõ.

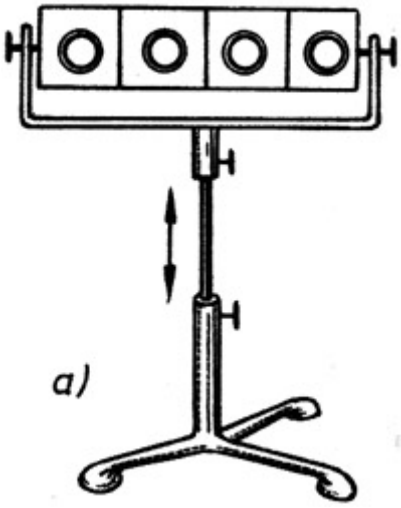
Újabban a jódkvarcizzók felhasználásával is készítenek spotlámpákat, amelyek szerkezete eltérõ az eddig tárgyaltaktól. Itt a tükör általában forgásparaboloid, és az izzó mozgatható a tükörhöz képest. Kondenzort nem alkalmaznak. Az így kialakított lámpák súlya és mérete a hagyományos konstrukciókhoz képest kicsi, de ezekbõl legfeljebb 2 kW-os lámpát építenek ily módon, mert nagyobb teljesítményeknél a tükör hõterhelésének növekedése a miniatûr méretek tartását lehetetlenné tenné. Ezek a lámpatípusok videofelvételekhez nagyon jól alkalmazhatók.

*Szórólámpa*

Nagy felület egyenletes megvilágítására szolgál. Legegyszerûbb kiviteli formája a *derítõlámpa*. Az izzó gömb- vagy forgásparaboloid felületû tükör tengelyében helyezkedik el, burája gyakran homályosított. A tükör felülete fényes króm vagy alumínium bevonatú, vagy fényes fehér zománc vagy matt fehér felület. A lámpa készülhet nyéllel ("kézilámpa"), valamint állványcsatlakozóval. A lámpa elé matt üveget helyezve megfelelõ szûróhatást

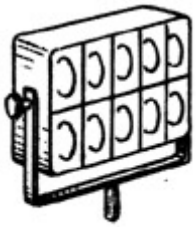
kapunk. Az elektromos kábel fixen bekötött, villásdugóval van felszerelve. A szórólámpák teljesítményfelvétele pár száz W-tól 2-3 kW-ig terjedhet.

Ha a tükör nem forgásfelület, hanem vályúszerû kiképzésû, akkor *szuffita* lámpáról beszélünk. A vályúban több izzó helyezkedik el egy sorban. A szuffitákat állványra helyezve (3.4a ábra) vagy megfelelõ tartószerkezettel a díszletfalra erõsítve használjuk.




*.3.4.a) ábra: Állványra helyezett szufitta*

Ha a vályúkon az izzókat több sorban helyezik el, derítõtabló jön létre (3.4b ábra).

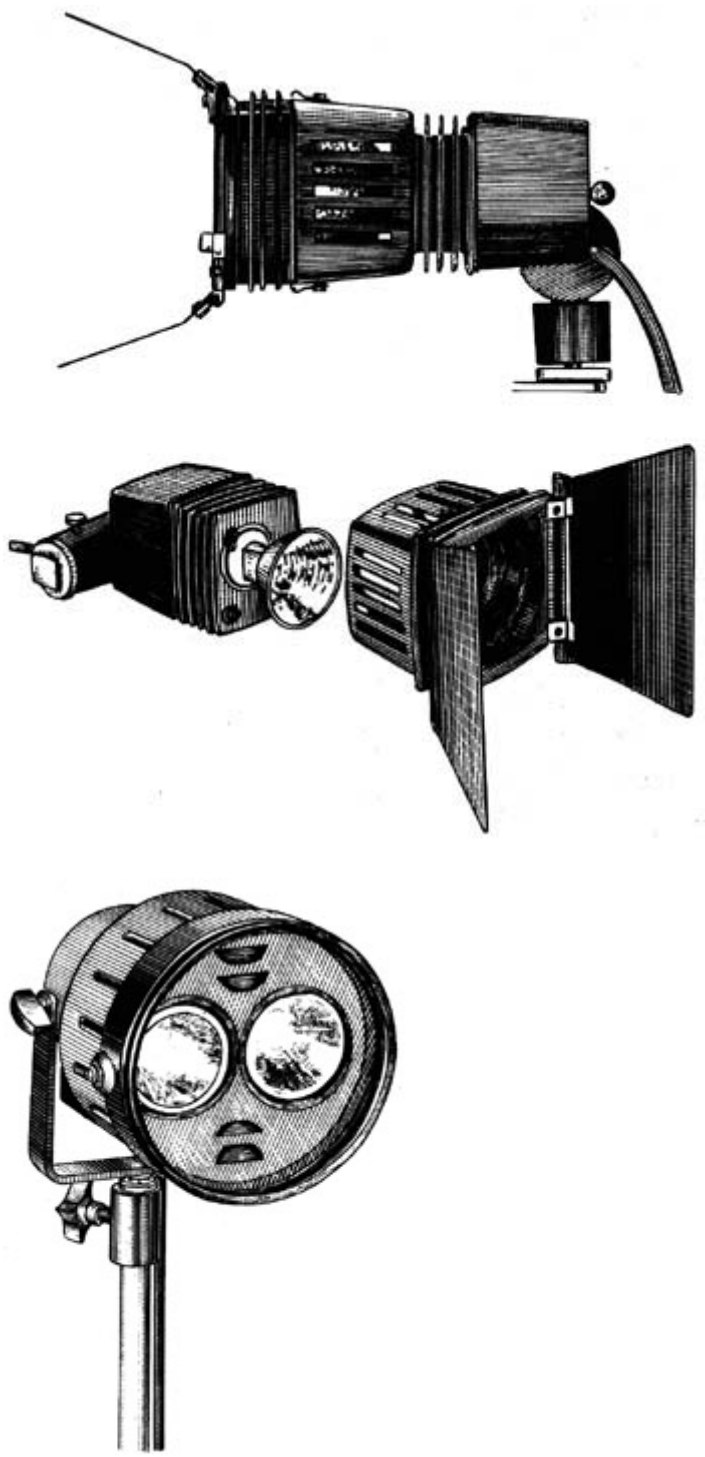



*3.4.b) ábra: derítõtabló*

Gyakran használunk jódkvarcizzókkal felszerelt derítõtablót. E megoldásnál a tükör elõtt vízszintesen helyezkednek el a csõ alakú izzók, általában 2, 4, 6 vagy 8 db. Az izzók párosával külön kapcsolhatók, így a fényteljesítmény a színhõmérséklet változása nélkül szakaszosan szabályozható.

Egyenletesebb és lágyabb megvilágítás érhetõ el, ha az izzók elé ún. ellentükröt helyeznek. Az ellentükör a megvilágítandó felület felõl nézve takarja az izzót, és a mellsõ irányban kibocsátott fényt a fõtükörre veri vissza. Az ilyen megoldású szórólámpákat visszavert (indirekt) fényû lámpáknak is nevezik. Alkalmaznak olyan megoldást is, ahol az ellentükör forgatható vagy kivehetõ, így az ellentükör helyzetétól függõen a lámpa közvetlen vagy visszavert fényt sugároz.

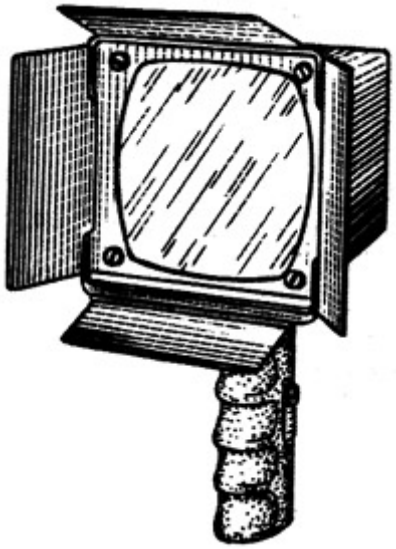
Vannak olyan lámpatípusok is, amelyeknél egyszerûen az izzó cseréjével választhatjuk meg, hogy spotlámpaként vagy szórólámpaként használjuk. Ilyen típust mutatunk be a 3.5. ábrán.



*A 3.6. ábrán közös házba szerelt spot- és szóróizzó látható.*

*Kézilámpák*

A kézi kivitelû lámpák általában kis teljesítményfelvételûek (1 kW alatt), és a videokamera követésére vagy kiegészítõ fényforrásként használatosak. Riport jellegû felvételeknél gyakori, hogy kizárólag kézilámpákat alkalmaznak (l. a 3.3. ábrát).



*33. ábra Kézi szórólámpa*

Felépítésük hasonlít a szóró- vagy derítõlámpákéhoz.

Ezek a lámpák a kézben való használatra alkalmas nyéllel vannak felszerelve, rögzítetten bekötött kábellel és többnyire beépített kapcsolóval vannak ellátva. Hálózatról vagy akkumulátorról üzemeltethetõk. Az akkumulátoregység hordládába szerelt ezüst-cink típusú vagy más, nagy teljesítményû, könnyû típus lehet.

Célszerû, ha a hordláda tartalmazza a hálózati töltõegységet is. Gyakran automatikus áramkört is beépítenek, amely megakadályozza az akkumulátor túltöltését vagy mélykisütését. Az akkumulátoregységek általában félórás folyamatos üzemeltetést tesznek lehetõvé.

*Különleges célú lámpák*

Követõ spot vagy fejlámpa. A színész fénykörrel való követésére használják; a kivetített fényfolt határozott kontúrú, határozott alakú. A fényerõnek és a fénykör nagyságának a változtatására fényrekeszt (íriszt) építenek be.

Kompendiumlámpa. A kamera fölé vagy mellé szerelt, 0,5...2 kW teljesítményû szórólámpa, amely a kamera elõtti térnek a kamerával együtt mozgó megvilágítására szolgál.

# 3.2. Kiegészítõ berendezések

Üzem közben a lámpát hordozó vagy a kibocsátott fényt módosító eszközök.

*Elõtétek*

Gyakran használnak különféle elõtéteket a kibocsátott fény lágyítása, szórtabbá (diffúzabbá) tétele vagy a fény színének módosítása céljából. Ezek keretbe szerelve, a lámpa elején kiképzett tartókba helyezhetõk. A gyakorlatban használhatunk tüllszerû textilanyagokat, átetszõ papírféleségeket, vékony üvegszálból szõtt üvegtextilt, színtelen vagy színes mûanyag fóliákat, vékony huzalból font hálókat, matt vagy ún. katedrálüveget. Lényeges az anyag hõállósága, ellenkezõ esetben a lámpától nagyobb távolságra kell elhelyeznünk ezeket.

*Árnyékolóberendezések*

Rendeltetésük, hogy a lámpák fényének útját elzárják azokon a helyeken, ahol a világítás mûvészi követelményei ezt szükségessé teszik.

Lámpára szerelve vagy külön elhelyezve is használhatjuk õket. Színük matt fekete. A lámpára felszerelt vagy felhelyezhetõ árnyékolólemezek (fülek vagy pillék) két- vagy négylapúak (l. a 3.2. és a 3.5. ábrákat), és a lámpa elõtt ajtószerûen ki- és behajthatóak lehetnek. Ha a lámpa elé kissé távolabb kívánunk árnyékolólemezt szerelni, akkor ehhez segédeszközül csuklós tartószerkezetet (ún. wisch-kart) alkalmazunk, amely egy vagy több gömbcsuklóval ellátott, az árnyékolólemez tartására és a lámpához való csatlakoztatásra is alkalmas szorítószerkezettel rendelkezik. Lényeges az, hogy könnyû és merev legyen, hogy az árnyékolólemez ne mozduljon el

Olyan árnyékolószerkezeteket is használhatunk, amelyek nem a lámpára vannak felszerelve, hanem a díszlethez vagy a világosítóhidakhoz vannak rögzítve, ill. talpas kivitelben a mûterem vagy a helyszín padlójára helyezhetõk. Ez utóbbiakat a szakzsargon négernek nevezi. Fémbõl, fából vagy fakeretre feszített textíliából készülnek, matt feketére festve; méretük leggyakrabban 1...2 m x 0,5 m.

Kúpos árnyékolóberendezést használnak, ha a lámpa által bevilágított fénykör méretét akarják csökkenteni. Ez a lámpára felhelyezhetõ, elöl nyitott, csonkakúp alakú toldat. Ha a lámpa fényét állandó színhõmérséklet mellett kívánják csökkenteni, akkor zsaluszerûen kiképzett elõtétet alkalmaznak.

*Lámpaállványok*

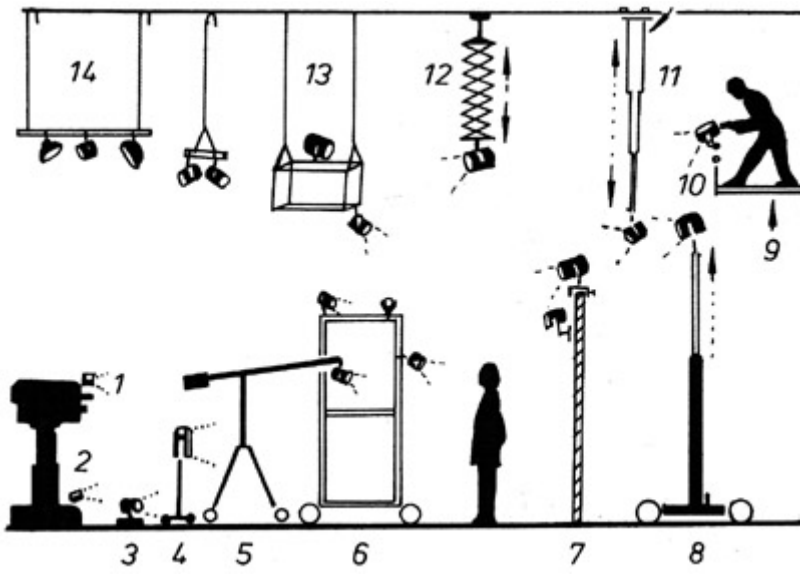
Üzem közben a lámpákat rendszerint állványokra helyezik, amelyek a lámpa nagyságától függõen különbözõ méretûek és rendszerûek lehetnek. Magasságuk állandó vagy változtatható lehet. A kisebb súlyú lámpák állványai kerekek nélküli, összecsukható, háromlábú szerkezetek, amelyeknél a központi oszlop egymásba csúszó, két vagy három vékony falú acél-, ill. alumíniumcsõbõl áll. Az oszlopot kézzel kell a kívánt magasságba állítani, és szárnyas csavarral rögzíteni. Az oszlop tetején a lámpa rögzítésére szárnyas

csavarral ellátott hüvely, csap vagy szabványos menet szolgál. A nagyobb lámpához rendszeresített állványok felépítése ezekhez hasonló, de a lábakra gumikerekeket szerelnek a mozgatás megkönnyítésére, valamint az oszlop függõleges mozgatása, beállítása hajtókarral történik. Az oszlopmozgató mechanizmusok konstrukciója különféle lehet, de közös jellemzõjük, hogy önzáróak. Ez azt jelenti, hogy a hajtókart elengedve az oszlopot a beállított magasságban a szerkezet rögzíti, és a süllyesztés is csak a kar forgatásával érhetõ el.

*Lámpafüggesztõ berendezések*

Gyakran használunk egyszerû kisegítõ eszközöket, amelyek segítségével a lámpákat díszletfalak tetejére, csõállványzatra, falra stb. lehet felszerelni. Igen sokféle konstrukció ismert.

Videostúdiókban a lámpákat általában nem a mûterem padlóján helyezik el. Ezért a mûterem tetejére acélsíneket vagy idomacélból készült rácsszerkezetet szerelnek fel, és ezekre függesztik a lámpákat. A függesztõszerkezetek ollós, ún. pantográf szerkezetek vagy egymásba teleszkóposan csúszó csövek. A tartószerkezeteket úgy méretezik, hogy a lámpát akár a mûterem padlójáig le lehet engedni. A konstrukciótól függõen a lámpa függõleges, ill. vízszintes mozgatása kézi vagy motoros lehet. A motoros teleszkópoknál biztonsági okokból azt a megoldást alkalmazzák, hogy a mozgó lámpa bármilyen akadályba ütközése esetén a szerkezet automatikusan megáll. A függesztõszerkezetek a lámpák konstrukciójára is kihatnak. A szórásszûkítés, a lámpa billentése stb. a padlóról kézzel egy rúd segítségével végezhetõ. A lámpák elektromos tápkábeleit is felülrõl kell a lámpákhoz vezetni. A videostúdiókban használatos lámpatartó szerkezeteket, ill. lámpapozíciókat a 3.7. ábra mutatja.




3.7. ábra Lámpák lehetséges elhelyezési módja videofelvételeknél

1 kameralámpa vagy fejlámpa;

2 alsó világítás a kamera irányából;

3 a padlón elhelyezett ún. "békalámpa";

4 padlón elhelyezett teleszkópos állvány;

5 kisméretû lámpagém;

6 gördülõ lámpaállvány;

7 háttérfalra szerelt lámpák;

8 teleszkópos, többkihuzatos állvány;

9 világosítói híd;

10 világosítói hídon (annak korlátján) elhelyezett lámpa;

11 mennyezetre függesztett teleszkóp;

12 pantográf;

13 rudakból álló lámpafüggesztõ berendezés;

14 függesztett lámpatartó rúd

# 3.3. A videofelvételelek világítási szempontjai

## A fények fajtái

Videofelvételek készítésekor a tárgyak vagy a jelenet megvilágításához különbözõ fajtájú fényeket használunk. A kamera helyét tekintve mindegyiküknek meghatározott szerepe, jelentõsége és ebbõl következõen külön elnevezése van.

*Fõfény (vezetõtény vagy festõfény)*

Minden bevilágítás elkészítésénél az elsõ és legfontosabb feladat a fõfény helyének meghatározása. Erõsségének, irányának, valamint sugárzási minõségének meg kell felelnie a jelenet alapvetõ világítási követelményeinek. Ez a világítóeszköz (eszközök) az egész bevilágítás fényvezetését meghatározza és befolyásolja.

Minden esetben egy adott jeleneten belül a legnagyobb megvilágítási erõsséget létrehozó fényforrásból kapjuk a fõ-, ill. vezetõfényt. Irányát tekintve a kameraobjektív tengelyével többnyire 90°-nál kisebb szöget be.

*Derítõfény (alapfény)*

A derítõfény a fõfény által elõidézett árnyékokat deríti (vagy kitölti). A derítõfény erõssége kisebb, mint a fõfényé, vagyis a derítés a fõfénynek alá van rendelve. A fõfény és a derítés megvilágításerõsségének aránya a gyakorlatban 2 : 1. Videofelvételek készítésekor ezt lehetõleg igyekezzünk betartani, ellenkezõ esetben a csúcsfények által megvilágított képrészletek "becsillognak", az árnyékos részek viszont nem tartalmaznak részleteket. Ezért gyakran elõfordul, hogy a külsõ napfényes felvételeknél az árnyékos részeket lámpákkal kell deríteni. Ez az a körülmény, amelyre a bevezetõben utaltunk, mivel a filmfelvételhez képest ez többletenergia-felhasználást jelent.

*Tárgy-, ill. ruhafény*

Ez a fény a fõfénytõl és a derítéstõl általában különválasztottan elhelyezett fény, amelynek célja a kettõs árnyékok kiküszöbölése, vagy pedig a témán, tárgyon a díszítés, a nagyobb "élesség" elérése.

*Homlokfény*

A homlokfény közvetlenül a felvevõgép felõl, a felvevõobjektív optikai tengelyének irányából sugárzó fény. Lapos, árnyékmentes megvilágítást Eredményez.

*Oldalfény*

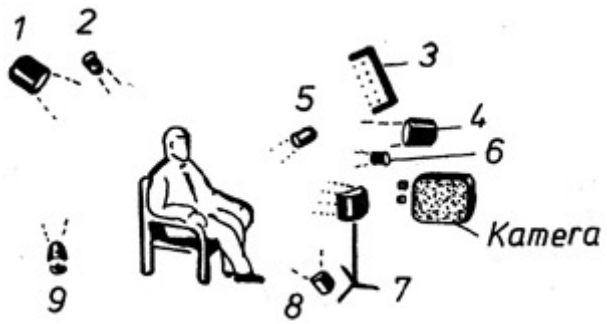
Az oldalfény oldalirányból egy tárgyra vagy személyre sugárzó fény. Az oldalfény a kontúrok és a szerkezetek kiemelésére, kidomborítására alkalmas. Kiemelten vagy kizárólagosan alkalmazva drámai hatású lehet.

*Ellenfény*

Ez a fény általában ferdén felülrõl, a tárgy vagy személy mögül a kamera felé sugárzó fény. Kontúrok kiemelésére és a tárgynak vagy a személynek a háttértól való elválasztására szolgál.

A fenti fényeken kívül használatosak még a hajfény, szemfény, háttérfény stb. elnevezések is, ezek azonban besorolhatók a fenti kategóriák valamelyikébe.

A videofelvételeknél használt fények elhelyezését a szereplõ személyhez, ill. a kamerához képest a 3.8. ábra tünteti fel.




*3.8. ábra Fények használata videofelvételeknél*

*1 Ellenfény: az elõtérben lévõ személy vagy tárgy mögött a felvételi tengelytõl 45...75°-ra elhelyezett fényforrás*

*2 Hajfény: a frizura részleteit emeli ki*

*3 Alapvilágítás: szórt fény, amely a hátteret és az elõteret is megvilágítja. A háttér részleteit megvilágítva egyúttal lágyítja a fõfény árnyékát*

*4 Fõfény: a felvétel tárgyát megvilágító fény (általában spotlámpa)*

*5 Ruhafény: a szereplõ ruhájának, annak textúráját, redõzetét kiemeló fény*

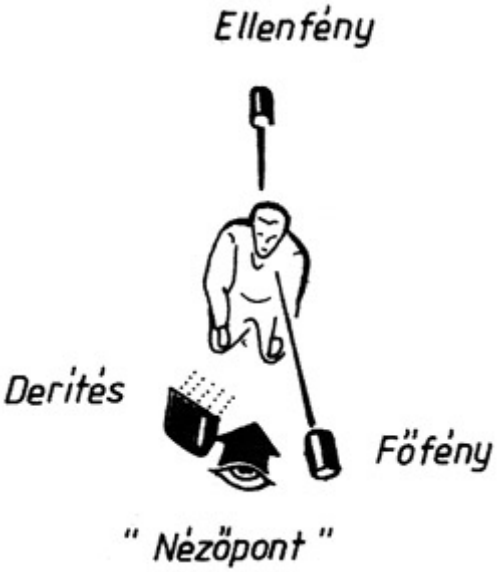
*6 Szemfény: általában gyengébb fényû spotlámpa, amellyel kiemeljük a szem csillogását anélkül, hogy az expozíciót befolyásolnánk*

*7 Derítõfény: a spotlámpák árnyékát derítjük vele. A derítõlámpák és a spotlámpák megvilágításának aránya határozza meg a felvétel kontrasztját*

*8 Alsó világítás: a kamera felvételi tengelye alatt helyezkedik el, általában különleges árnyékhátások céljából használják*

*9 Háttérlámpa: a háttér egyes részleteinek kiemelésére használják*

Egy igen egyszerû, de alapvetõ világítási elrendezést, az ún. "hárompontos" világítási rendszert láthatjuk a 3.9. ábrán. A fõfény világítja meg a személyt vagy tárgyat, a derítõfény lágyítja a fõfény által keltett árnyékokat és megvilágítja a részleteket. Az ellenfény kiemeli a kontúrokat, és elválasztja az elõtér figuráját a háttértõl.




*3.9. ábra "Hárompontos" világítási rendszer*

*A fõfény világítja meg a személyt vagy tárgyat, a derítõfény lágyítja a fõfény által keltett árnyékokat és megvilágítja a részleteket. Az ellenfény kiemeli a kontúrokat és elválasztja az elõtér figuráját a háttértõl.*

*Az árnyékok*

A megvilágítás technikája és mûvészete nemcsak a jó fényvezetéstõl és irányítástól függ, hanem a keletkezett árnyékokat is fel kell használni a kép alakításához.

Egy tárgy teljesen diffúz, minden oldalról egyenletes megvilágítása egyáltalán nem hoz létre árnyékot vagy alig észrevehetõt. Ha teljesen hiányoznak az árnyékok, akkor nagyon nehéz a tárgy alakját és mélységi kiterjedtségét érzékelni.

*Az árnyékok fajtái*

Ha egy tárgyat helyezünk egy pontszerû fényforrás és a felfogósík közötti sugár útjába, akkor mély árnyék keletkezik. A mély árnyék azon részét, amely az árnyék magján kívül fekszik, félárnyéknak nevezzük.

A mély árnyékoktól megkülönböztetjük a testárnyékokat. Ezek olyan árnyékok, amelyeket egy test kiálló részei magára a testre vetnek a fényforrással ellentétes oldalon (pl. ilyen a portrénál az orr árnyéka).

*Az árnyékok szerepe*

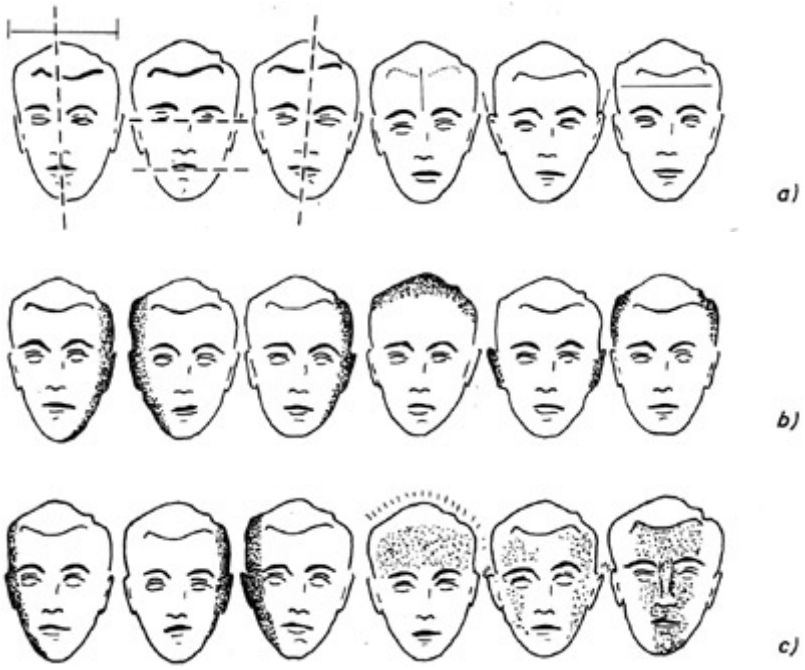
A személyekhez, díszletekhez és tárgyakhoz hasonlóan a hozzájuk tartozó és általuk vetett árnyékok is a kép felépítéséhez szükséges elemek. Pl. az egyetlen személyrõl kiinduló több árnyék tönkreteheti a kép felépítését.

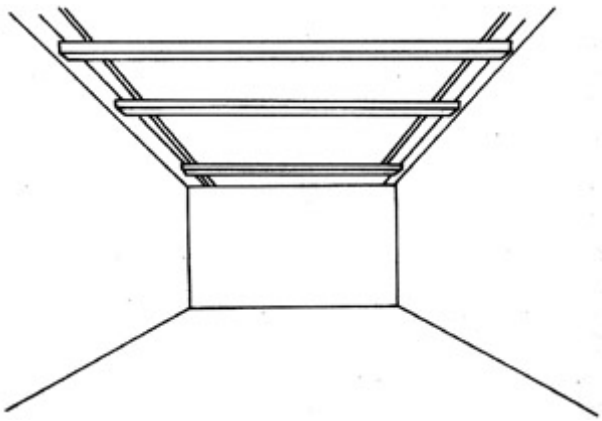
Az árnyék fõ feladata az, hogy pl. a cselekményben részt vevõ személy nemének, korának és az ábrázolt jellemnek megfelelõ jellegzetes kifejezést kölcsönözzön.

Általános érvényû szabály, hogy a hosszú árnyékok egészen különleges drámai hatást váltanak ki. Megfelelõ árnyék kialakításával egyrészt mélységet és plaszticitást, másrészt esztétikus képhatást kell elérni. A világításnál az árnyékok drámai hatását is felhasználhatjuk.

A fentieken túlmenõen helyes megvilágítással (a fények és az árnyékok helyes megválasztásával) korrigálhatjuk pl. az emberi arc szabálytalanságait.

Az emberi arc általában nem tökéletesen szimmetrikus, és egyes részei gyakran nem arányosak (3.10a ábra). Tipikus, szabálytalan "arcberendezések" az ábrán balról jobbra: a két arcfél nem egyforma széles, a szem és a szájvonal nem párhuzamos, ferde arctengely, alacsony homlok; elálló fülek, széles homlok. Helyes világítással a hibákat részben korrigálhatjuk (3.10b ábra). Helytelen megvilágítás, rossz helyen jelentkezõ árnyékok még szembetûnõbbé teszik a hibákat (3.10c ábra).





# 3.4. Néhány tanács házi videostúdió világítási felszereléséhez

A kis videostúdiók mintegy 30...80 m2 alapterületet igényelnek.

A szükséges belmagasság 3-4 $m^2$. A lámpákat a mennyezethez erõsített acélszerkezetre szerelik, amely a stúdió hossztengelyével párhuzamos két tartóból és arra merõlegesen felszerelt több kereszttartóból áll (3.11. ábra). A lámpák összteljesítménye 0,8...1 kW/$m^2$. A teljesítmény megállapításakor csak a hasznos alapterületet kell figyelembe venni, tehát körben 1-1 m figyelmen kívül hagyható. Az alkalmazott lámpák teljesítménye 0,5...2 kW között lehet. A mennyezetre függesztett lámpák kábeleit felülrõl vezetik a lámpákhoz, hogy a padló lehetõleg szabad maradjon a szereplõk, a díszletek és a kamera könnyû mozgatása céljából. Néhány lámpát állványon is el lehet helyezni, de számuk lehetõleg ne legyen nagy.

Az elektromos hálózat méretezésére, valamint az érintésvédelemre különös gondot kell fordítani; tervezését feltétlenül bízzuk szakemberre!

Tegyük fel, hogy a mûterem kihasználható mérete 6 x8 m (48 $m^2$). Ha levonunk körben 1-1 métert, a maradó hasznos alapterület 4 x 6 = 24 $m^2$lesz, míg a szükséges lámpateljesítmény 19...24 kW körülire adódik. Az ajánlott lámpapark:

4 db 2 kW-os derítõlámpa 8 kW

3 db 1 kW-os fókuszálható spot 3 kW

6 db 0,5 kW-os fix fókuszú spot 3 kW

6 db 0,5 kW-os derítõlámpa (háttérhez) 3 kW

4 db 1 kW-os fix fókuszú spot (állványon) 4 kW

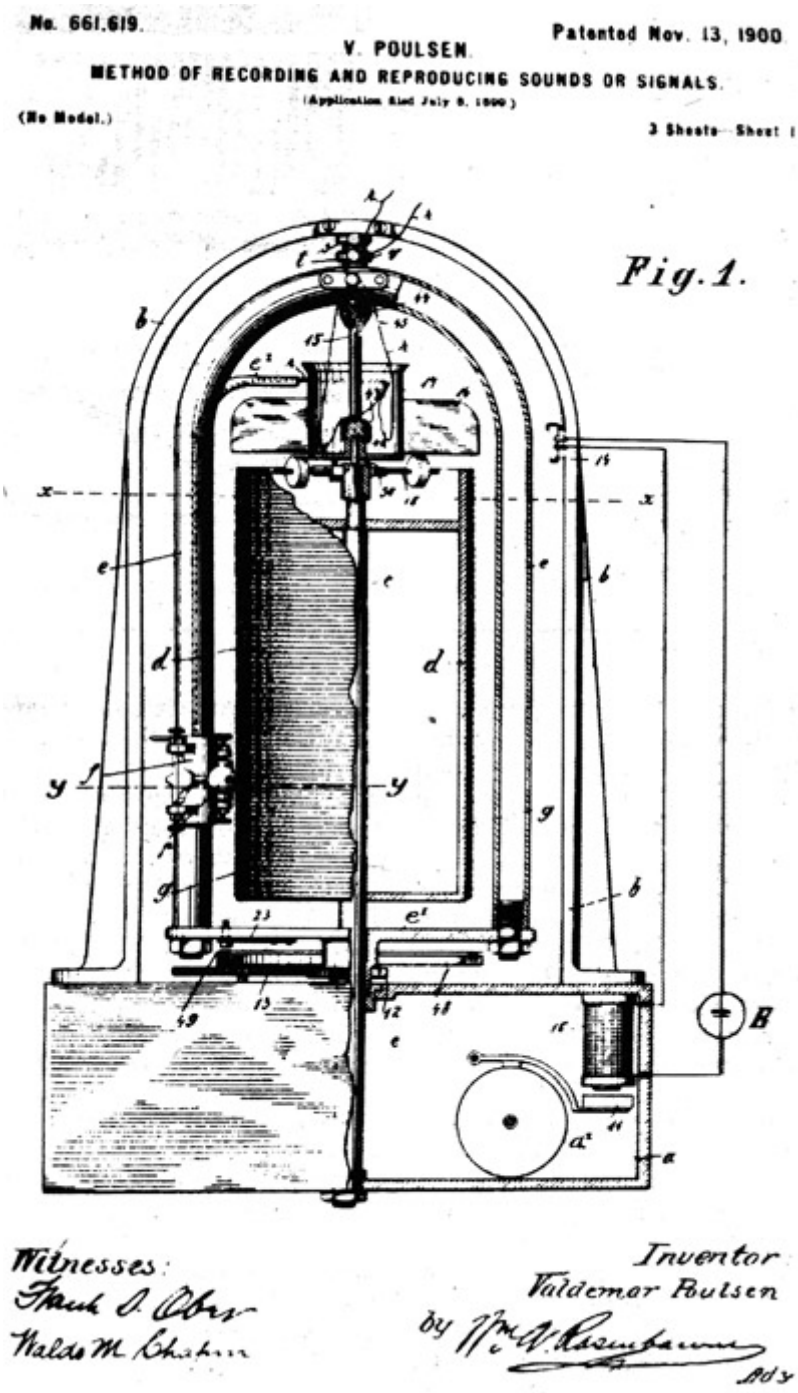
Összesen: 21 kW

# 5.1. Mágneses szalaggal dolgozó képrögzítõ rendszerek

## Rövid fejlõdéstörténet

1956. április 14-én az AMPEX cég bemutatta az elsõ, gyakorlatban is alkalmazható mágneses képrögzítõ berendezést. Az azóta eltelt harminc év alatt a képmagnó nemcsak a tv-mûsorszórás nélkülözhetetlen eszköze lett, hanem - a 70-es évek elejétõl kezdve - egyre szélesebb körben terjed, és mindennapos cikké válik.

A mágneses képrögzítés tulajdonképpen a mágneses hangrögzítésnek köszönheti létét, amely egyidõs századunkkal: 1900. november 13-án szabadalmazták Valdemar Poulsen (1869-1942) találmányát *Hangjelek mágneses rögzítésének és visszajátszásának módszerei* címen. Az 5.1. ábrán látható a szabadalomban közölt telegrafon, az elsõ mágneses rögzítõberendezés.



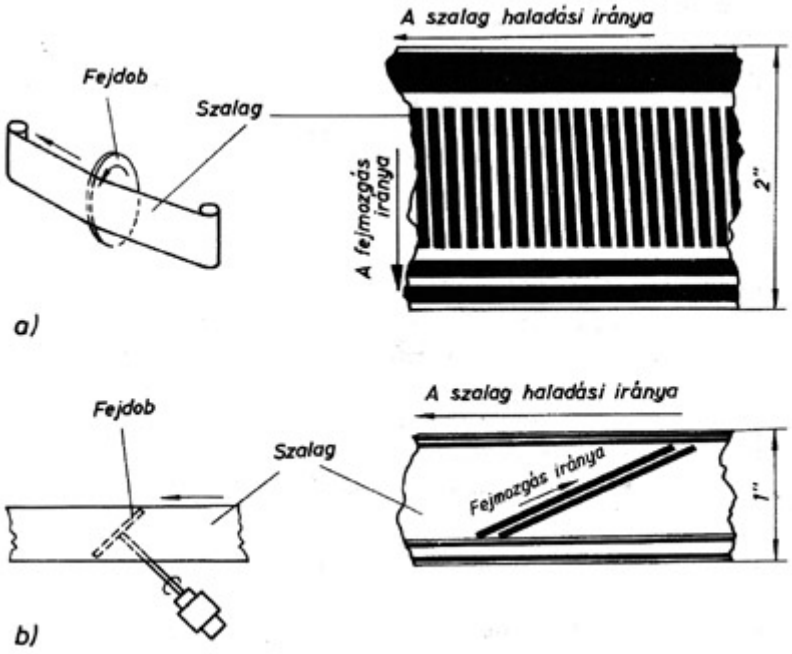

5.1. Valdemar POULSEN szabadalma az elsõ mágneses jelrögzítõrõl

A tv-jelek rögzítésének kívánsága egyidejû a televíziózással. Az 1940-es évek végén, ill. az 1950-es évek elején megkísérelték, hogy a mágneses hangrögzítés technikáját alkalmazva, a szalagtovábbítás sebességének növelésével érjék el a tv-képjel rögzítéséhez szükséges nagyobb sávszélességet. Ez az út - mint késõbb bebizonyosodott - járhatatlan volt.

Az amerikai AMPEX cég mérnökei - Charles Ginsberg, Shelby Henderson, Ray Dolby és Charles Anderson - 1955-ben kezdte meg a mágneses képrögzítés alapjainak megteremtését, és 1956 áprilisában Chicagóban bemutatták a VR-1000 X *kvadruplex* képrögzítõ berendezés prototípusát. Ebbõl a típusból tizenhárom darabot vettek meg a különbözõ tv-állomások. Ezeknek a készülékeknek még olyan nagy volt a geometriai hibája, hogy a felvételt csak azzal

a fejjel lehetett lejátszani, amellyel a felvétel készült. Viszont aránylag kis, 15"/s szalagsebességgel használható képet állítottak elõ.

Ezután következett két új technika alkalmazása: a videojellel egy vivõfrekvenciát moduláltak, és a kapott frekvenciamodulált jelet négyfejes, nagysebességgel forgó dob rögzítette a mozgó szalagra. Ily módon a szalagon a mágnessávok sorozatát kapták, amelyek rendszerint a szalag széleire, ill. haladási irányára közel merõlegesek (5.2.*a* ábra). A korszerû (professzionális és nem professzionális) képrögzítés alapjait két további fejlesztési irány teremtette meg. 1959 szeptemberében a japán TOSHIBA cég egy olyan képrögzítõ berendezést mutatott be, amelynél a szalagon a rögzített mágneses sáv ferde szögben helyezkedett el úgy, hogy egy sáv hosszúsága elegendõ egy teljes tv-félkép rögzítésére. Így jutottak el a *helikális* (ferde sávos) rögzítési módhoz, amely vázlatosan az 5.2*b* ábrán látható. Ma már szinte lehetetlen megállapítani, hogy melyik cég vezette be elsõként a helikális rendszert.




A döntött résû felvevõfejes (*azimut*) technikát a Toshiba cég alkalmazta elõször, berendezésének prototípusát *VTR-1* néven vezették be. A japán Shiro Okumara ezzel egy idõben jelentette be azt a két rögzítõfejes rendszerét, amelyben a rögzítés során az átlapolás miatt az áthallások kioltják egymást. Okumara felfedezése feledésbe merült, és csak a 70-es évek közepén - a hosszú játékidejû, kis sebességû kazettás magnók kitejlesztésekor - fedezték fel újra ezt a technikát.

1972-ben jelentett be a PHILIPS cég egy olyan oktatási és ipari célú kazettás képmagnót (az N 1500 típust), amely 1974-ben már a háztartásokban is megjelent. Ezt követte a PHILIPS N 1700 típusa és a GRUNDIG *Super Video* rendszere, amelyek mindegyike hosszabb játékidõvel rendelkezett a kisebb szalagsebesség és a helikális sávok szorosabb elrendezése következtében. Japánban kialakították a SONY Beta és a JVC VHS rendszert, Európában pedig megszületett a PHILIPS-GRUNDIG Video 2000 (V 2000) típus. A szalagra felvihetõ információ sûrûsége rohamosan nõtt az N 1500 típus bevezetésétõl kezdve a Video 2000-ig, amely - a hangmagnókhoz hasonlóan - mindkét irányban rögzít egy 1/2"-os mágnesezhetõ szalag fél szélességére. A fejlõdés újabb lépcsõfoka a Video 8 rendszer, amely 8 mm-es szalagra egy irányban rögzít a Video 2000-et megközelítõ jelsûrûséggel.

## A videoformátum változása

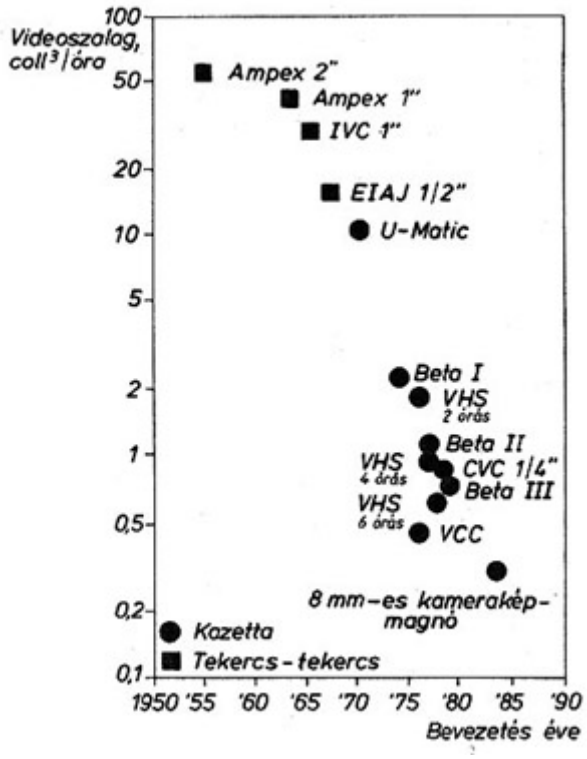
A történeti áttekintés is mutatja, hogy a fejlõdés során egyre csökkent a felhasznált magnószalag szélessége.

Mint említettük, legelõször a 2"-os (kétcollos) képrögzítõket fejlesztették ki, amelyeknek szabványa mindmáig érvényes a mûsorszórásban. Az 1"-os képmagnókat eredetileg nem professzionális felhasználásra hozták létre, de szolgáltatásaik ma már összehasonlíthatók a 2"-os gépekével, sõt számos elõnnyel rendelkeznek velük szemben. A 2"-os és az 1"-os mágneses képrögzítõk egyaránt tekercsrõl tekercsre dolgozó gépek.

A kisebb szalagszélességû formátumok általában kazettákat használnak. A 3/4"-os videoszalagokat közhasználatra fejlesztették ki, és eredetileg nem az volt a cél, hogy professzionális mûsorhordozóként használják õket. A technológiai fejlõdés során azonban olyan minõséget ért el a 3/4"-os (U-matic) kazetta, hogy ma már széleskörûen alkalmazható a nem mûsorszóró professzionális területen, sõt bizonyos esetekben a mûsorszórásban is alkalmazzák. Az 1/2"-os szalag elsõsorban amatõr célú felhasználásra készült, de van néhány - pl. ipari területen való - professzionális alkalmazása is. A legutóbb bevezetett szalagformátum a 8 mm-es (Video 8, VCC). Ez pillanatnyilag elsõsorban amator célokra alkalmazható, de lehet, hogy ebbõl fejlesztik majd ki a jövõ legkompaktabb videoformátumát. (A Video 8 rendszert a késõbbiekben részletesen ismertetjük.) Ha a videoszalagokat összevetjük a filmmel, akkor a méreteket illetõen azt mondhatjuk, hogy a 8 mm-es és a 1/2"-os szalag a 8 mm-es filmmel, a 3/4"-os szalag a 16 mm-es filmmel, az 1"-os és a 2"-os szalag pedig a 35 mm-es filmmel hasonlítható össze. Míg a fejlõdés kezdeti szakaszában a minõséget a szalag mérete, addig ma már túlnyomórészt a videorendszer sorainak száma határozza meg. A videoszalag-formátumok nemcsak a szalag szélességét tekintve mutatnak eltérést, hanem abban is, hogy a jelrögzítés során milyen a szalag, ill. a fejdob sebessége, hiszen az átvihetõ sáv szélessége szempontjából a fejnek a szalaghoz viszonyított relatív sebessége a meghatározó. Az 5.1. táblázatban összefoglaljuk a különbözõ renszereknél alkalmazott sebességértékeket.

A formátumok abban is különböznek, hogy a rögzítés során milyen a fejdobnak a szalaghoz viszonyított helyzete. Az 5.2. ábrán bemutattuk a két legfontosabb elrendezést. Az egyik, az ún. *transzverzális* rögzítésnél alkalmazott, amikor a fejdob tengelyének iránya megegyezik a szalag haladási irányával, aminek következtében a fejmozgás merõleges a szalagmozgás irányára. Az 1"-os és annál kisebb szélességû szalagoknál alkalmazott, ún. *helikális* elrendezésben a fejdob tengelyének iránya hegyesszöget zár be a szalag haladási irányával. A formátumok nagy eltérést mutatnak abban is, hogy a fej a szalag elõtt elhaladva milyen széles mágneses sávot rögzít.

A különbözõ formátumok különbözõ értékû jellemzõinek hatása együttesen vizsgálható, ha 1 órás mûsor rögzítéséhez szükséges szalagmennyiséget vizsgálunk, $coll^3$/óra egységben. Az 5.3. ábráról egyértelmûen leolvasható a fejlõdés: 1955-tõl napjainkig a különbözõ formátumok bevezetésével igen lecsökkent az 1 órányi információmennyiség tárolásához szükséges szalagtérfogat.

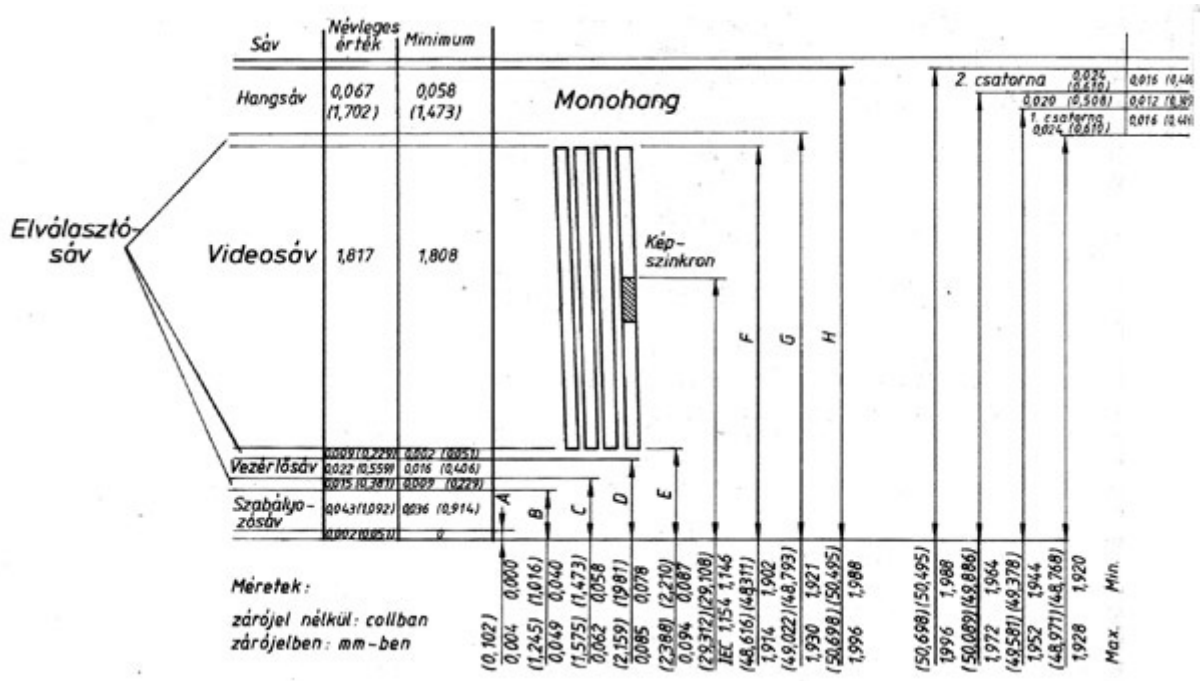



Érdemes a jellegzetesebb típusokat részletesebben is megvizsgálni, mert a több szempontú összehasonlítást, a különbözõ felhasználói igényeknek megfelelõ kiválasztást, csak nagyobb ismeretanyag birtokában lehet elvégezni.

## 2"-os szalaggal dolgozó, négyfejes, transzverzális rendszer

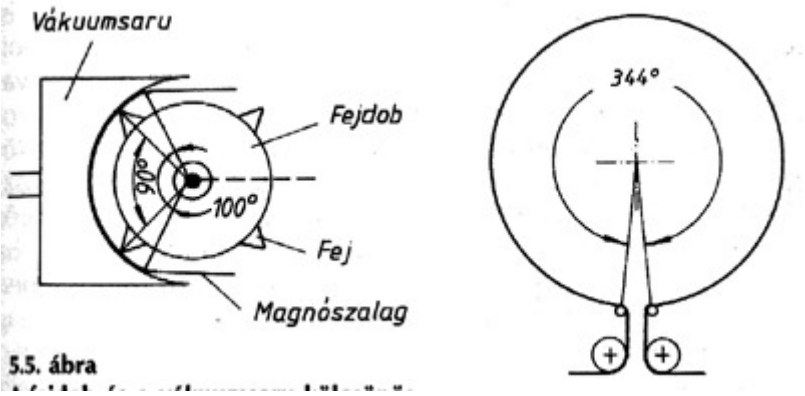
Az AMPEX gyártmányú, AVR-2 típusú képrögzítõ berendezés a 2"-os, négyfejes, transzverzális rendszerek alaptípusának tekinthetõ. Professzionális célokra ezt a rendszert dolgozták ki elsõként, és a mûsorszórás területén ma is használják. Ennek nem utolsósorban az az oka, hogy a különbözõ tévétársaságok archívumaiban rendkívül nagy számban õriznek 2"-os tekercseket.

A berendezés 2"-os (50,8 mm-es) szalagon rögzíti a képjelet, a hangjelet (monofelvétel esetén egy sávon, sztereofelvétel esetén két sávon), a vezérlõutasítást, valamint azt a szabályozójelet, amelynek a segítségével vezérelni lehet az editálást (vágást) is. A felsorolt jeleket szabványosított formátumon, a sávelrendezés méreteinek meghatározott tûrésen belül való betartásával rögzítik annak érdekében, hogy a fetvételek az azonos rendszerben dolgozó berendezésen lejátszhatók legyenek. Az 5.4. ábrán látható a négyfejes, transzverzális képmagnók által alkalmazott ún. kvadruplex formátum. A hangsávot, a vezérlõ-utasító sávot és a szabályozósávot a szalag hosszirányában, a szalag haladási irányával megegyezõen rögzítik.




A rögzítés szempontjából a képjel legjellemzõbb tulajdonsága a viszonylag nagy, 5 MHz-es sávszélesség. Ez megszabja azt a relatív sebességet, amellyel a rögzítõfejnek a rögzítés során a szalaghoz viszonyítva mozognia kell. A négyfejes, transzverzális rendszert éppen ennek a nagy fej-szalag relatív sebességnek a létrehozására alakították ki.

A négy fej egy forgódob kerületén, egymástól 90°-ra van elhelyezve. A fejdob forgástengelye a szalag mozgási irányával megegyezõ, aminek következtében kialakul a transzverzális rögzítés; a fejek által rögzített képjelsávok sorozata a szalag haladási irányára csaknem merõlegesen helyezkedik el. A fejdob forgási sebességének, valamint a szalag sebességének meghatározásakor döntõek az alkalmazott videojelszabvány kép- és sorfrekvenciás adatai. Magyarországon ez 625 sor képenként és 50 félkép másodpercenként. A fejek közötti átkapcsolást a sorkioltás idõtartamában, az ún. *átlapolás* alatt végzik el oly módon, hogy a megelõzõ videosáv végén levõ jel megegyezik a következõ videosáv elején levõ jellel. Az átlapolást azáltal biztosítják, hogy a szalagot a fejdobra rászorító, ún. vákuumsaru az egymástól 90°-ra levõ fejeknek egyenként 100°-os érintkezést biztosít a szalaggal úgy, hogy a videosáv elején és végén 5-5°-os az átlapolás. A fejdob és a vákuumsaru kölcsönös helyzete az 5.5. ábrán látható.




**5.5. ábra**

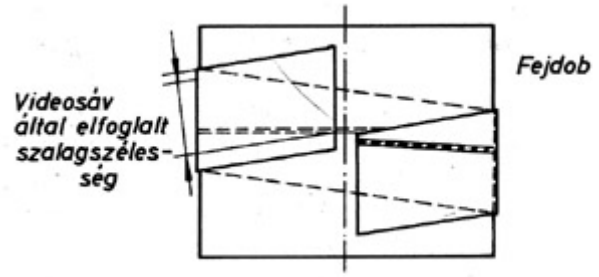
A képmagnóval szemben támasztott legelemibb követelmény az, hogy egy másik, hasonló rendszerû gépen készített felvétel lejátszható legyen rajta. Ehhez az kell, hogy elõ tudjuk állítani a felvétellel azonos fej-szalag sebességet, és a lejátszófej a lejátszás során a felvételkor rögzített sávon haladjon végig. Stúdióban, professzionális alkalmazás során, amikor a lejátszáskor keletkezõ kimenõ képjelnek keverhetõnek kell lennie a helyileg elõállított kaméraképekkel, a teljes szinkronitás a követelmény. Mindezek teljesítése érdekében vezették be a már említett szabályozójel rögzítését, amelyet lejátszáskor felhasználnak a sebességet és sebességviszonyokat szabályozó szervorendszer vezérlésére. A szinkronitás követelményének biztosítására a fejdob forgási frekvenciájával és fázishelyzetével megegyezõ frekvenciájú és fázisú szinuszjelen kívül rögzítik a függõleges képszinkronnak megfelelõ impulzusokat is.

Az AMPEX gyártmányú, AVR-2 típusú, 2"-os szalaggal dolgozó, kvadruplex rendszerû képmagnó egyaránt alkalmas az NTSC, a PAL és a SECAM színes rendszerû képjelek rögzítésére.

## 1"-os szalaggal dolgozó, "másfél fejes", helikális rendszer

Az ilyen rendszerû képmagnók egyik legismertebb típusa a SONY gyártmányú, BVH-2000PS típusú képmagnó.

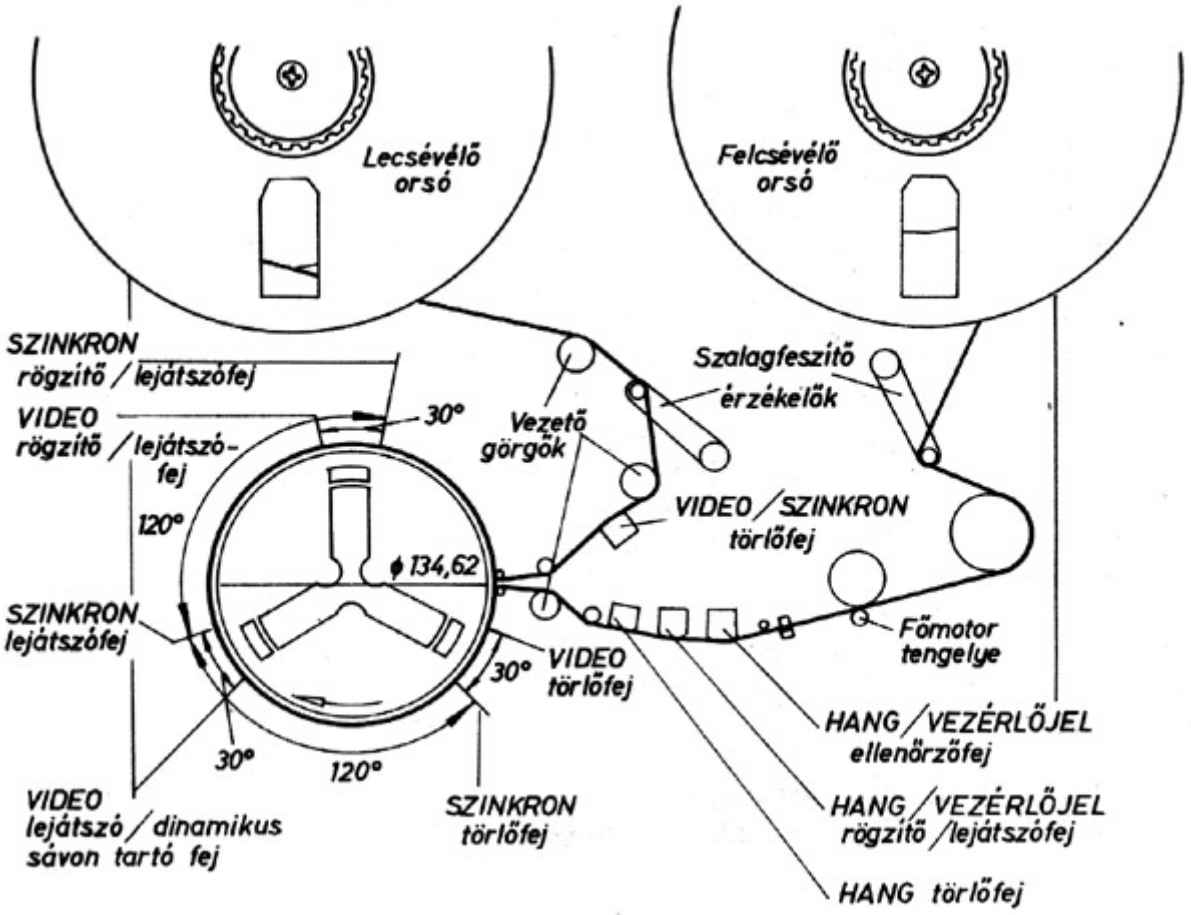
A szabványos, EBU C formátumú, 1"-os helikális, professzionális képrögzítési rendszer - a formátumot tekintve - két jellemzõjében tér el a 2"-os rendszertõl. Míg a négyfejes, transzverzális rendszernél egy-egy rögzített videosáv a tv-félképnek csak egy meghatározott részét tartalmazza (ezt nevezik szegmentált rendszernek), addig a nem szegmentált rendszerû, egy képrögzítõ fejjel dolgozó képmagnó folyamatosan rögzíti a videojelet. Ebbõl rögtön adódik az az elõny hogy teljesen kiküszöbölhetõ a fejek eltéréséből adódó képhiba. A másik különbség a szalagpálya kialakítása. Ennél a rendszernél az ún. Ωszalagpályát alkalmazzák 344°-os fejdob-körülhurkolási szöggel (5.6. ábra). A szalagpálya a dobra olyan menetemelkedéssel van felvive, hogy a mágnesszalag szélein, a videosávon kívül fennmaradó területen elhelyezhetõk a hang- és szabályozójelsávok is.




A 360°-nál kisebb körülhurkolás miatt nem rögzíthetõ a teljes képjel-információ; kimarad a képkioltás intervallumának egy része. Ezt a fejdobon külön állóan elhelyezett, ún. szinkronfej külön sávon rögzíti, és a jel folytonossága fejátkapcsolással biztosítható. Az egy videofej és egy szinkronfej együttes alkalmazásából származik a "másfél fejes" rendszer elnevezés.

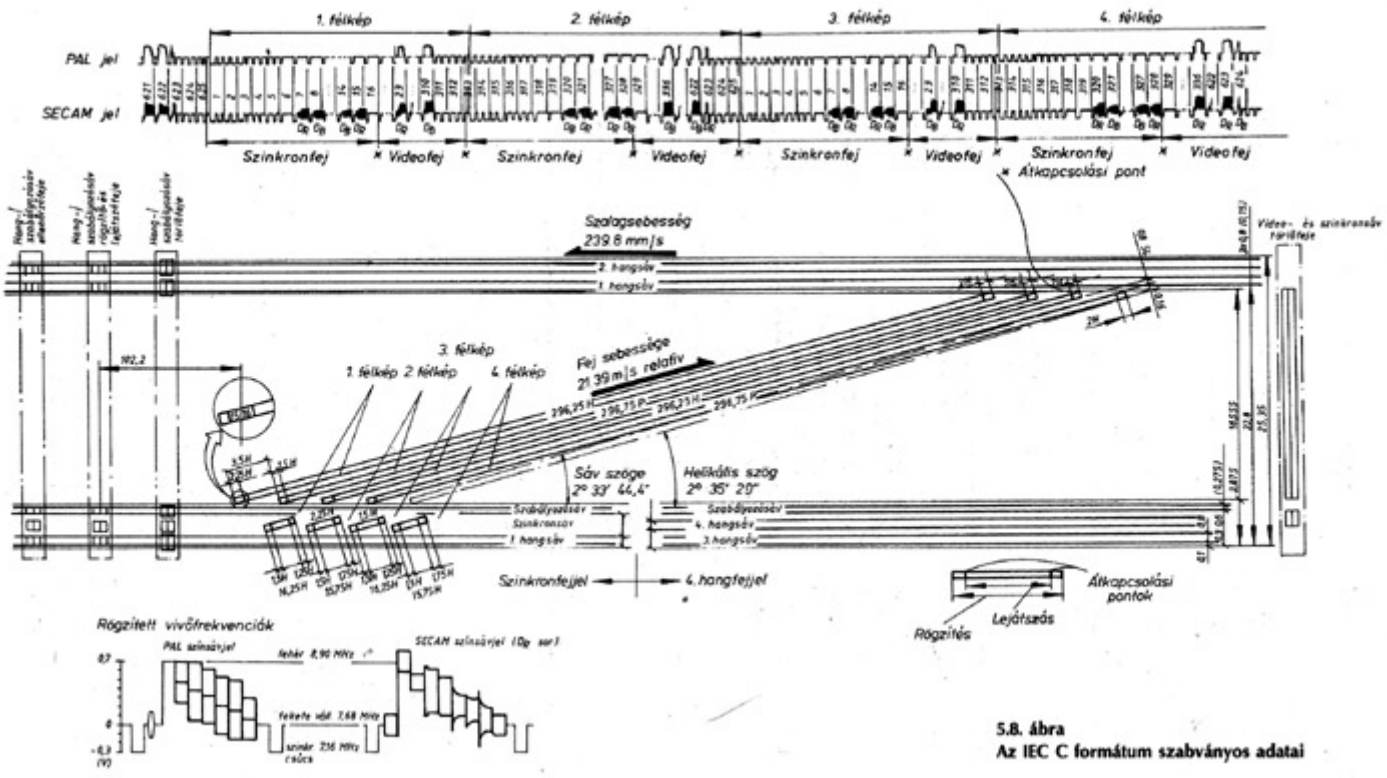
A fejdobon a már említett két fejjel együtt összesen hat fej helyezkedik el (5.7. ábra). Ezek a következõk: a SZINKRON rögzítõ- és lejátszófej; a rögzítõ/lejátszófejektõl 120-120°-ra helyezkednek el a SZINKRON és VIDEO lejátszófejek, amelyek a felvétel azonnali

ellenõrzését biztosítják. A VIDEO lejátszófej egyben gondoskodik a dinamikus sávon tartásról is, aminek segítségével zajmentes lejátszás biztosítható a normál sebesség (-1)-szeresétõl (visszafelé játszástól) egészen a (+ 3)-szorosáig (gyorsítás). A VIDEO és a SZINKRON lejátszófejek egyben a tartalék szerepét is betöltik arra az esetre, ha valamilyen ok miatt a rögzítõ-/lejátszófejek nem használhatók. A lejátszófejektõl 120-120°-ra eltolva helyezkednek el a SZINKRON és VIDEO törlõfejek, amelyek editálási üzemmódban a képsáv és a szinkronsáv törléséröl gondoskodnak. A rendszer olyan, hogy a SZINKRON rögzítõ- és a SZINKRON lejátszófejek elhagyhatók; s ekkor egy további, negyedik hangrögzítõ fej alkalmazható.




A rendszerben alkalmazott IEC C formátumú sávelrendezés szinkronfejes, ill. négy hangsávos változata az 5.8. ábrán látható. Az ábra feltünteti a video-, a szinkron-, a hang- és a vezérlõsáv elhelyezését és méretét, megadja a helikális szöget (a fejdob tengelye és a szalagmozgás iránya közötti szög) és a videosáv szögértékét. Az egymást követõ négy félképben fel vannak tüntetve a szinkron- és a videofej közötti átkapcsolás pontjai. Az ábrán megadtuk a frekvenciamoduláció adatait is; a vivofrekvencia és egyben a kioltószint 7,68 MHz, a szinkroncsúcsnak 7,16 MHz, a csúcsfehérnek 8,9 MHz felel meg. A szervorendszer három érzékelõ, ill. beavatkozó részre van tagolva: tekercselõszervo, fõmotorszervo és fejdobszervo. Ez a három szervorendszer egy CPU-n (Central Processing Unit = központi processzoregység) keresztül adja át a sebességre, fázisra és szalagfeszítésre vonatkozó bemenõ adatokat, ill. innen kapja a rendszervezérlésnek a szervomotorok szabályozására szolgáló kimenõ adatait. Jól szabályozható, kefe nélküli, egyenáramú motorokat alkalmaznak a le- és felcsévélõorsók hajtásához, fõmotorként és fejdobmotorként is.

A szervorendszer egyéb funkcióit analóg és digitális áramkörök, valamint két *Z-80* mikroprocesszor felhasználásával biztosítják. Növeli a berendezés megbízhatóságát, hogy a vezérlõpanelon vörös jelzõlámpák figyelmeztetnek, ha a szervorendszer mûködésében zavar lép fel {helytelen a szalag befûzése, a CPU mûködésében zavar keletkezett (pl. abnormális adatok, az adatátvitel megszakadása, a szervo meghibásodása stb.), a motor meghajtóáramköre túlmelegedett stb.}.




**5.8. ábra**
**Az IEC C formátum szabványos adatai**

Összefoglalva az eddigieket, idézhetjük az SMPTE Journal 1983. decemberi számában közölt egyik cikk megállapítását: A SONY BVH-2000 típusú képmagnója kiérdemelte a "második generációs képrögzítõ" címet. Ezt a megállapítást arra alapozzák, hogy a berendezés nagymértékû fejlõdést mutat a következõ területeken:

- új szalagtovábbító rendszer;

- javított video- és hangátviteli jellemzõk;

- a lassú tekercselésnél is jó képminõséget biztosító dinamikus sávon tartás kifejlesztése;

- kisméretû, könnyû berendezés, teljes hozzáférés az üzemeltetõ és karbantartó szervekhez;

- beépített idõalap-korrektor;

- mikroprocesszorral vezérelt szervoredszer;

- komplett editálási (szerkesztési) lehetõség.

## A U-matic

A SONY cég a 70-es évek elsõ felében jelentkezett ezzel a képfelvételi eljárással. A többi félprofesszionális és amatõr célú rendszer közül minõségben, megbízhatóságban messze kiemelkedett. Annak ellenére, hogy ezt a rendszert a könyv írásának idõpontjában még nem rögzíti nemzetközi szabvány, rendkívül gyorsan elterjedt az egész világon. Tekintettel kiváló jellemzõire, elõször az NTSC rendszerû tv-stúdiók (USA, Japán, Latin-Amerika Brazíliát kivéve), majd 1977-ben a U-matic High Band változat megjelenése után - Európában is elfogadták mint *broadcast* minoségû rögzítõeszközt.

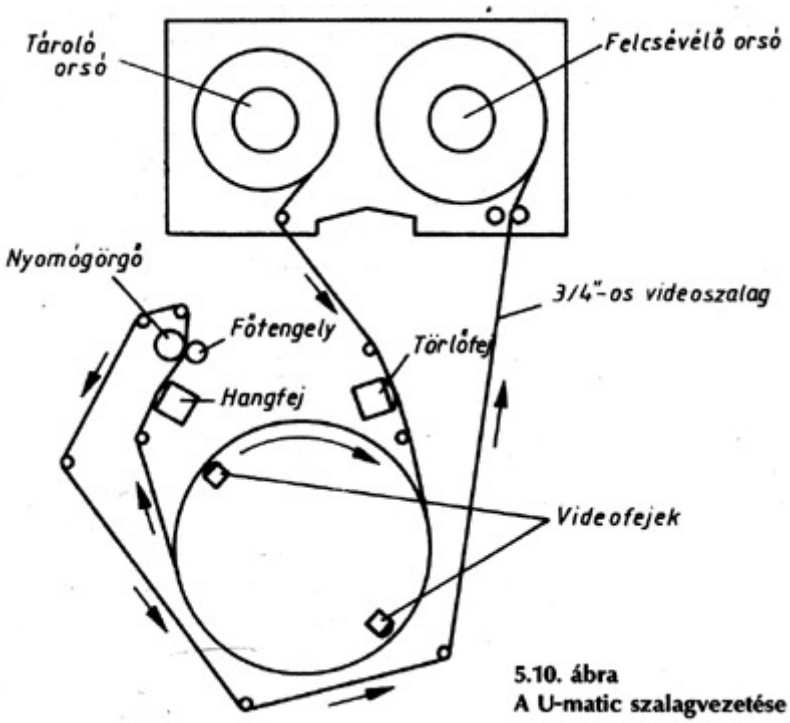
Minõsége természetesen nem éri el a korábbi stúdiórendszerek jellemzõit, de a kazettás hordozható rendszer elõnyei - a gyors mozgathatóság, egyszerû kezelhetõség - meghatározó tényezõként szerepeltek a rendszer bevezetésekor. A broadcast minõség alsó határát képviseli, azonban idõalap-korrektor alkalmazásával közvetlenül beilleszkedhet az adásláncba.

A U-matic talán legsúlyosabb problémája, hogy a 3. generációs átírás után a minõség ugrásszerûen romlik.

Jelentõsen nõ a zaj, a horizontális bontás csökken, a színjel és a világosságjel idõkülönbsége hozzávetõlegesen 300 ns-ra nõ.

A professzionális berendezésnek tekintett U-matic High Band rendszer azon jellemzõit, amelyek a kép minõségét alapvetõen meghatározzák; a SONY cég példátlanul hiányosan adja meg. A specifikációban mindössze két lényeges paraméter szerepel (a súly, méret, fogyasztás stb. mellett): a horizontális felbontás és a jel-zaj viszony. Számos fontos jellemzõre vonatkozóan még belsõ specifikáció sincs. Az imént említett színjel és a világosságjel közötti futásiidõ-különbségre is jellemzõ $\sin^2 20T$, segédvivõvel modulált impulzus, mérésével kapcsolatosan a gépkönyv pl. a következõket írja: "A talpponti ingadozást állítsuk a lehetõ legkisebbre!" Ez a "lehetõ legkisebb" kifejezés viszont tetszõleges értéket jelenthet.

A U-matic High Band rendszer frekvenciasávja (a konvertált színsegédvivõ és az FM világosságjel) az 5.9. ábrán látható. Szemben az 1"-os rendszerrel, a U-matic sávszélessége nem elegendõ az összetett színes videojel direkt felvételéhez, mivel az amplitúdómenet épp a színsegédvivõ tartományában már erõteljesen csökken, és jelentõs fázistorzítást okoz. Holott épp ebben a frekvenciatartományban szükséges a lineáris átvitel a korrekt színinformáció-feldolgozás érdekében. A BVU-200 típusú készülék jellemzõi között ugyan nem szerepel a sávszélesség, de méréseink alapján ez 3,8 MHz (-6 dB). Mivel a színsegédvivõ minden színes rendszer esetében ebben a csökkenõ tartományban helyezkedik el, a színinformáció nem vihetõ át kifogástalanul a világosságjellel azonos frekvenciasávban. (Érdemes megemlíteni, hogy egy PAL U-matic High Band magnóval rögzített SECAM jel még kiértékelhetõ színes képet ad, ha SECAM dekóderes monitoron vizsgáljuk. Ugyanis, erõsen csökkenõ amplitúdóval, de felveszi a színinformációt is.)



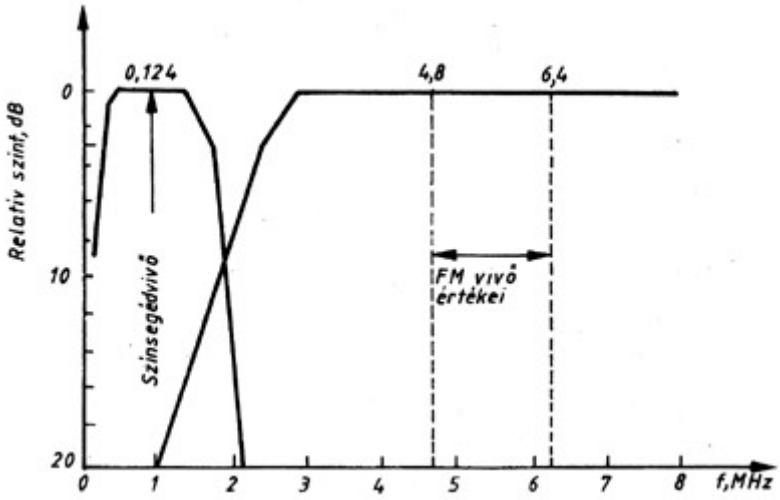

**5.10. ábra**
**A U-matic szalagvezetése**

Az elõbbiek szerint a rögzítendõ összetett színes jel színinformációját 1 MHz körüli frekvenciatartományba transzponálják (colour under vagy down converted subcarrier), a világosságjelet pedig FM modulációval rögzítik. FM moduláció alkalmazása a legcélszerûbb, mivel nem érzékeny a felvétel során óhatatlanul bekövetkezõ amplitúdóingadozásokra.

Az 5.9. ábrán bejelölt 4,8 MHz az FM vivõ legkisebb, a 6,4 MHz pedig a legnagyobb frekvenciaértékét jelenti. Nem tévesztendõ össze a sávszélességgel!

Ez a frekvenciatartomány a moduláló vi1ágosságjel (*Y* jel) amplitúdójának pillanatnyi értékével függ össze, és nem más, mint a frekvencialöket.

A 4,8 MHz a szinkronszintnek, a 6,4 MHz a fehérszintnek felel meg.



Egy sávkorlátozott FM modulációs rendszer korrekt elemzése csak a meglehetösen bonyolult Bessell-függvények segítségével lehetséges. Ennek kifejtése nem célunk. Érdemes azonban megemlíteni az m modulációs indexre vonatkozó összefüggést:

$$m = \frac{f_d}{f_m},$$

ahol $f_d$ a frekvencialöket; $f_m$ a modulálójel frekvenciája.

Ha a modulálójel amplitúdója változik, és frekvenciája nem, akkor csak a löket változik. Ha viszont a modulálójel amplitúdója állandó és frekvenciája változik, akkor az FM spektrum változik.

Nagy modulációs index esetén a modulálójel spektruma a löket által meghatározott frekvenciasávon belül van, kis modulációs index esetén viszont szélesebb a löketnél. Következésképp a nagyobb sávszélesség érdekében az ún. kis modulációs indexû FM rendszer alkalmazása célszerû.

Az FM moduláció következtében a rögzítendõ felsõ határfrekvencia nagyobb, mint a moduláló videojel maximális frekvenciája, de vele azonos nagyságrendû.

A felsõ határfrekvenciát erõsen befolyásolja a fej-szalag relatív sebesség, a szalag mágneses tulajdonságai, a fej résszélessége, a szalagvezetés minõsége.

A U-matic képmagnók szalagvezetési rendszere látható az 5.10 ábrán.

## A Betacam

A SONY által kifejlesztett U-matic képrögzítõ rendszer elsõ generációs ENG (Electronic News Gathering) rendszernek, a Betacam pedig második generációs ENG rendszernek tekinthetõ. A Betacam és a többi második generációs ENG rendszer (AMPEX, az RCA ún. **M** formátumú és Robert Bosch QUARTECAM rendszere) létjogosultságát indokolják a következõ, a U-matichoz képest elõnyös tulajdonságok:

- kisebb méret;

- kisebb súly;

- kisebb energiafelvétel;

- jobb képátviteli jellemzõk;

- nagyobb világosságjel-sávszélesség;

- nagyobb színinformáció-sávszélesség;

- kisebb futásiidõ-különbség a világosságjel és a színjelek között;

- minimális intermodulációs hatás a világosságjel és a színjelek között;

- kisebb differenciális torzítás;

- jobb jel-zaj viszony;

- kedvezõbb hangátviteli jellemzõk (Dolby C);

- beépített EBU/SMPTE idõkódrendszer;

- integrált kamera-felvevõ egység.

## A felvételi stratégia szempontjai

A Betacam felvételi egységének konstrukciós kialakítását - az elõbbi felsorolás nyomán - két fõ szempont határozta meg. Nevezetesen: professzionális igényeket kielégítõ (*broadcast*) minõség és az ún. filmstílusú mobilitás. E követelményeken kívül rendkívül fontos volt, hogy az új rendszer szervesen kapcsolódjon a már meglevõ professzionális ENG (U-matic High Band) és az 1"-os rendszerekhez.

A könnyen mozgathatóság megkövetelte, hogy a felvételi apparátust ne két különálló (ui. kamera- és felvevõ-), hanem egy integrált egység képezze, ugyanakkor a részegységek az adott feladatnak megfelelõen külön-külön is mûködtethetõk legyenek. Pl. ha a képfelvétellel párhuzamosan jó minóségû hangfelvétel készül, a kazetta mechanizmusának "csattogása" és a szalagtovábbítás során kiszurõdõ zaj zavaró lehet. Ilyen esetekben a felvevõmagnó egy kb. 10 m-es kábellel akár egy másik helyiségben is üzemeltethetõ.

Az integrált kamera-felvevõ apparátus (*camcorder*) kiválóan alkalmas híradó és riport jellegû helyszíni felvételekhez, ahol a gyors helyváltoztatás és az egyszerû kezelés, beállítás alapvetõ követelmény.

Mivel a Betacam integrált egység 3 csöves változata (BVP-3 kamera; BVV-1 felvevõ) az akkumulátorral együtt nem nyom többet, mint 8 kp, egy jó erõben levõ operator igazán "könnyedén" szaladgálhat vele.

## Kazettaformátum

Az a szempont, hogy a lehetõ legkisebbek legyenek a méretek, a tervezõk figyelmét elsõdlegesen a kazettaformátum kiválasztására irányította, mivel ez az egész felvevõegység méretét meghatározza.

Szerencsére megindult egy nemzetközi szintû egységesítési törekvés, és az eddigi bosszantóan sokféle felvételi és szalagrendszer sorát legalább a kazettaformátumban nem bõvítette újabb. (Kvadruplex, IEC-B formátum, IEC-C formátum, 1/2"-os orsós FF, U-matic Low Band, U-matic High Band, VCR, VCR-LP, Video 2000, Quartecam, VHS, VHS-C, Beta-max...)

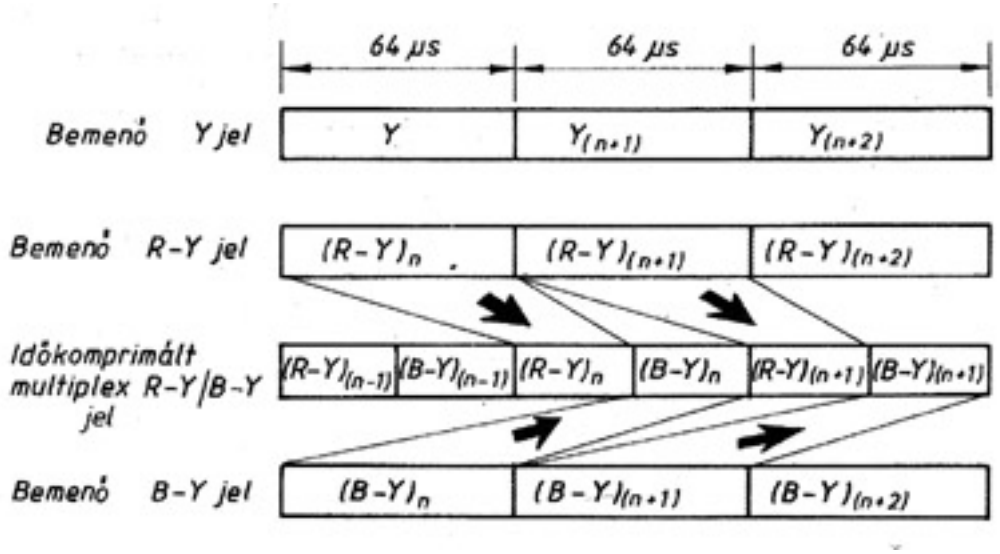
A kiváló képminõség és a lehetõ legkisebb méretû szalag alkalmazása nyilvánvalóan egymásnak is ellentmondó követelmények. Napjaink technológiája alapján a legjobb képminoséget az 1"-os szalag és a direkt rögzítési eljárás nyújtja. Ám az 1"-os szalag használata olyan súlyos követelményeket róna a szalagtovábbító mechanikára, amelyeknek a teljesítése szinte lehetetlen. Maradt tehát a világszerte elterjedt három legismertebb kazettaformátum: a 20 perces U-matic, a VHS és a Betamax. Ezek közül a Betamax kazetta mérete a legkisebb, így a Betacam rendszer tervezõi ezt a kazettát választották.

Felmerült még az 1/4"-os szalag használatának lehetõsége (kompakt kazetta) mint az 1" méretbeni ellenpólusa. Ezt a gondolatot rövid vizsgálódás után elvetették, mivel a professzionális technikában használt idõkód (Longitudionnal Time Code=LTC), a szabályozósáv (control track) és a két audiosáv olyan sok területet foglalnak el, hogy a videoinformáció minõsége ezt erõsen megsínylené. (A Robert Bosch-féle QUAR-TECAM mégis 1/4"-ra épül, és meglepõen jó minõséget produkál. Ennek ellenére széles körû elterjedése erõsen kétséges.)

Megjegyezzük, hogy az AMPEX és a NAGRA hasonló ENG szempontok alapján kifejlesztett egy kis méretû 1"-os rögzítõt (VPR-5 típus), amely TBC (idõalap-korrektor) nélkül is kifogástalan színes képet produkál. Felvételi ideje kiterjeszthetõ 1 órára, szemben a Betacam 20 percével. A VPR-5 minõsége lényegesen jobb, mint a Betacamé. Ám a dolgok fonákságát mi sem jellemzi jobban, minthogy az AMPEX megvásárolta a SONY-tól a Betacam gyártási jogát (a Thomson-CFS céggel együtt!). Ily módon AMPEX és THOMSON márkanévvel is láthatók Betacam egységek.

## Felvételi rendszer

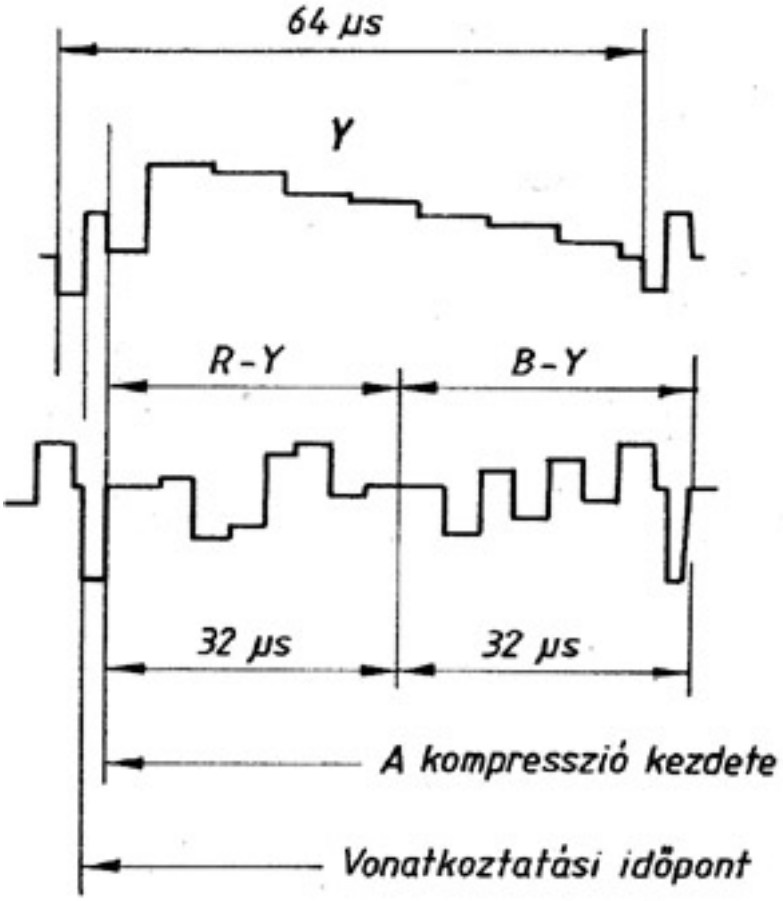
A Betacam színkülönbségi jeleinek felvételi rendszere az eddigi eljárásoktól merõben eltérõ mûszaki megoldásra épül, éspedig a TCM-re (Time Compressed Mul-tiplex). Ez a kifejezés az 5.11. ábra és az 5.12. ábra alapján a következõket jelenti: A kamerából érkezõ színkülönbségi jeleket egy speciális eszközre alapozott áramkör idõben komprimálja. Mégpedig oly módon, hogy egy soridõ alatt mindkét színkülönbségi jel szerepeljen szekvenciálisan.



Az említett speciális eszköz neve: CCD (Charge Coupled Device). A CCD megfelelõen egymáshoz kapcsolt MOS (Metal Oxid Semiconductor) elemekbõl épül fel, és segítségével analóg képjelek tárolhatók. Ez az utóbbi években bevezetett igen korszerû eszköz forradalmi változást jelentett a képfeldolgozásban.*

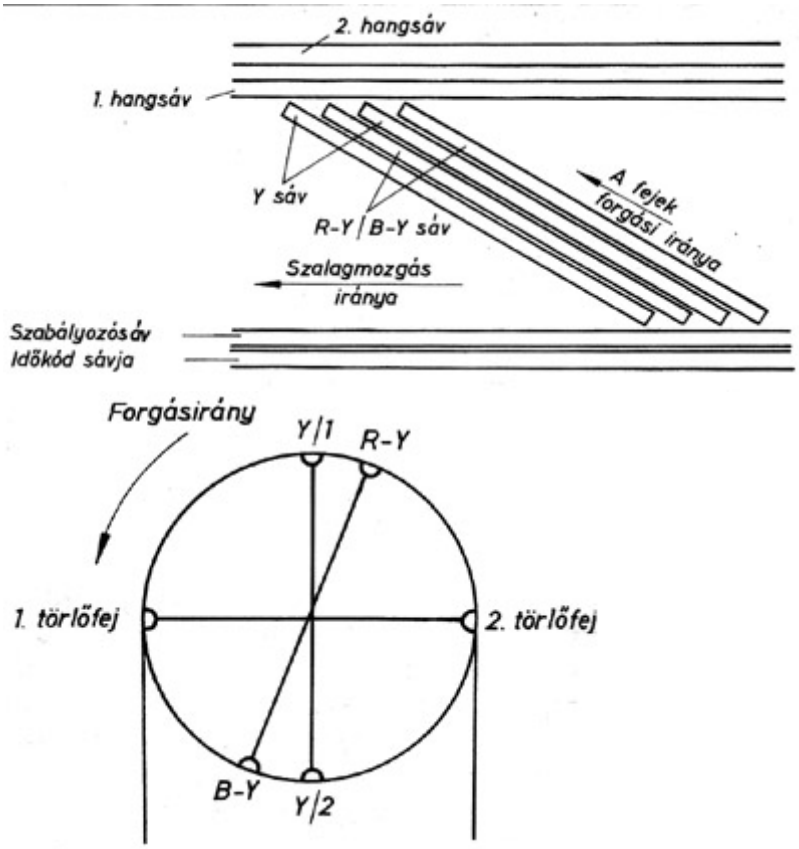
*L. bõvebben: Sótonyi J.: CCD rendszerû képbontó eszközök. Videotechnika. Budapest, Mûszaki Könyvkiadó, 1986/4, 1987/1, 1987/2.

Az idõkomprimált szekvenciális színkülönbségi jel átvitele lehetõvé teszi, hogy a képi információt hordozó világosságjel és a két színkülönbségi jel egy idõben álljon rendelkezésre, mégpedig anélkül, hogy alulkonvertált színsegédvivõt alkalmaznánk a színinformáció átvitelére, mint a U-matic, VHS vagy Betamax rendszerek.

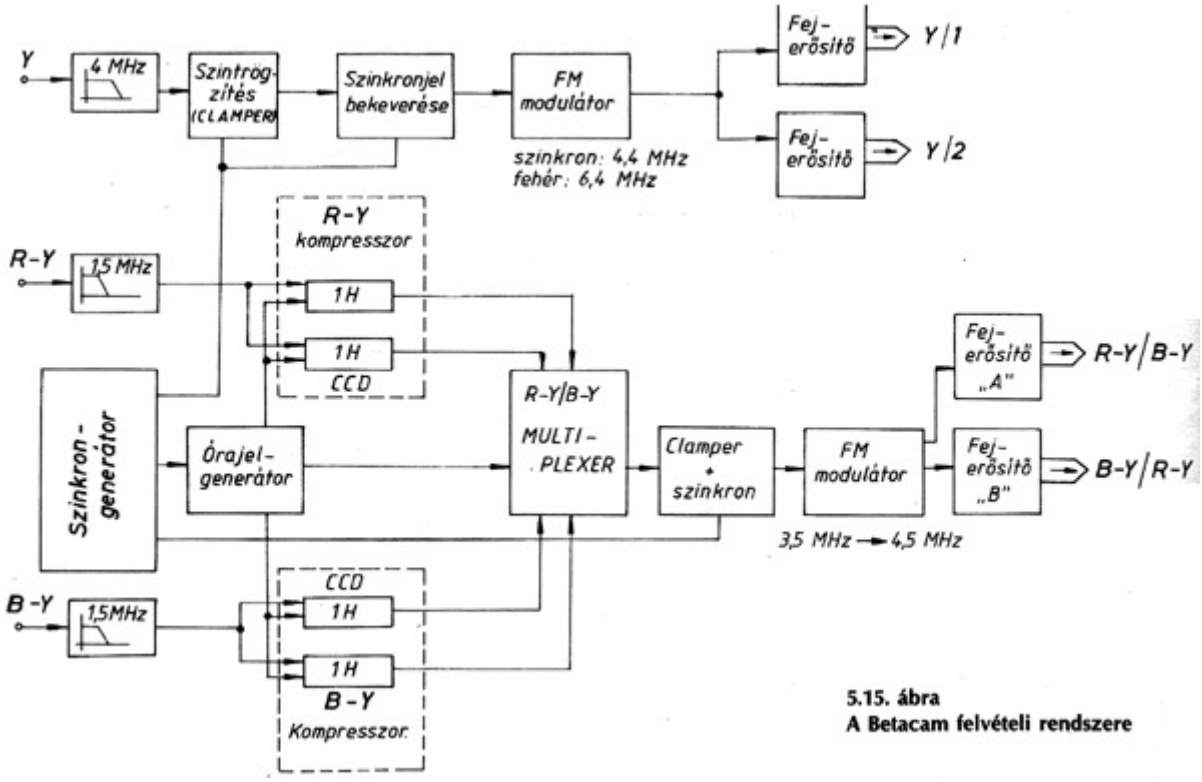



A különválasztott *Y*, *R - Y*, *B - Y* jelek közvetlen rögzítését, azaz a komponensjel-rögzítést addig egyetlen rendszerben sem alkalmazták. A komponensrögzítés elõnye a kódolt (spektrumbeszövéses) rögzítési eljárással szemben fõként az, hogy a színkülönbségi jelek és az *Y* jel lényegesen kisebb mértékben hatnak egymásra (oldalsáv-intermoduláció!), továbbá e rögzítési mód rendszertechnikailag is rugalmas. Mivel ui. a felvett képi információ komponensjeleket tartalmaz, kizárólag a lejátszómagnó kódere határozza meg, hogy a kimenõ összetett videojel PAL vagy SECAM legyen-e. Megszûnik tehát a transzkódolás problémája is.

Az 5.13. ábra a video- és hangsávok elhelyezkedését, míg az 5.14. ábra a fejdob és a forgófejek kialakítását szemlélteti.




Mind az *Y*, mind a *B - Y*, *R - Y* jeleket frekvenciamodulációval rögzítik a szalagra. A felvételi rendszer mûködése az 5.15. ábra alapján követhetõ.




**5.15. ábra**
**A Betacam felvételi rendszere**

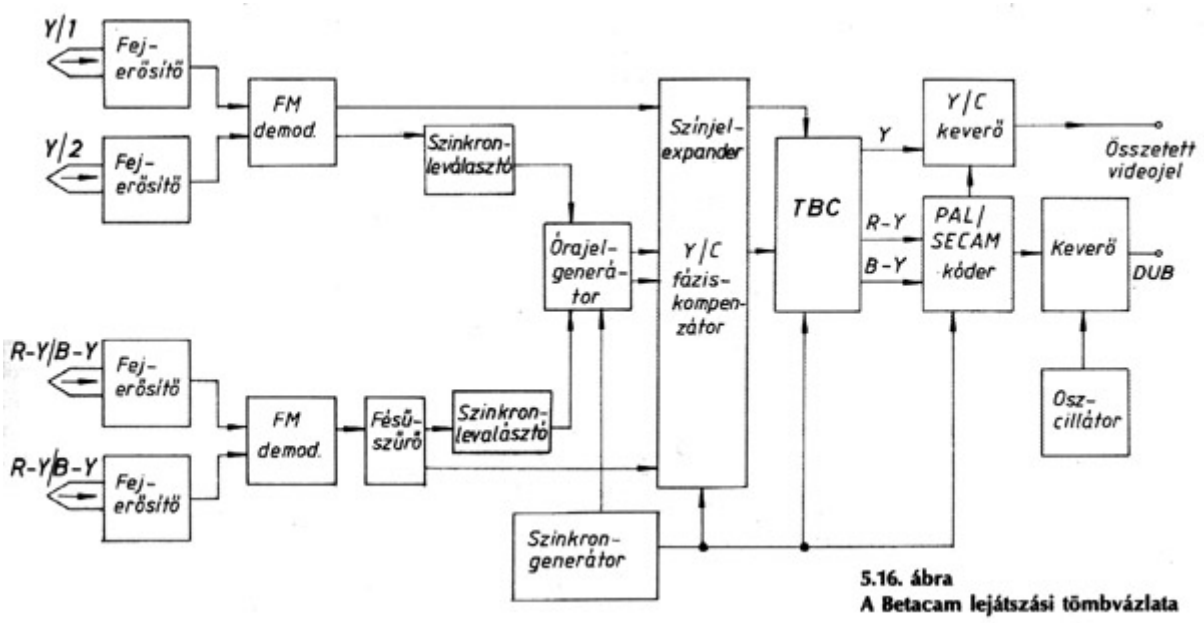
A CCD-re építkezõ idõkomprimálás roppant egyszerû. Visszatérve az 5.11. ábrára, látható, hogy az idõben összetartozó *Y* és *R - Y*, *B - Y* jelek között éppen 64 μs eltérés van. Mégpedig azért, mert az óragenerátor oly módon vezérli a CCD memóriát, hogy az egy soridõ alatt tárolja be mind az *R - Y*, mind a *B - Y* információt. Ez csak akkor lehetséges, ha az *R - Y* komponens beolvasása fél soridõ (32 μs) alatt végbemegy.

A *B - Y* értelemszerûen a fennmaradó 32 μs alatt íródik be. A kétszeres sebességgel végbement beírás következményeképp létrejött az idókomprimálás. Természetesen a szalag visszajátszásakor ugyanilyen mértékû expanziót kell alkalmazni.

A fentiekbõl következõen könnyen belátható, hogy a komprimált és multiplexelt komponensjelek csak az ($n$ + 1)-edik sorban állnak rendelkezésre, hiszen az $n$-edik sorban a beírás folyamata zajlott.

## A képvisszaadás rendszere

A visszajátszás rendszere az 5.16. ábrán követhetõ. A forgófejek által érzékelt frekvenciamodulált komponensjelek az elõerosítõkön keresztül az FM demodulátorba jutnak. Egy szintén CCD-re épülõ áramkör végzi a színkülönbségi jelek expanzióját, továbbá az imént említett *Y/R-Y*; *B-Y* fáziskiegyenlítést.




**5.16. ábra**
**A Betacam lejátszási tömbvázlata**

Az idõalap-korrektor kiegyenlíti a képmagnó mechanikai rendszerébõl adódó jittert. A kóder kvadratúramodulált színjelet állít elõ a PAL szabványnak megfelelõ 4,43 MHz-en segédvivõvel. Az *Y* és a színjel összegezésével, továbbá a szinkronjelek bekeverésével létrejön az összetett PAL jel. Annak érdekében, hogy a Betacam közvetlenül kapcsolódjon a U-matic High Band rendszerhez, egy keverõ a 4,43 MHz-es színjelet 924 kHz-re keveri le. Ily módon ez a kimenet analóg a U-matic DUB jelével.

A Betacam rendszer - méreteihez mérten - kiváló képminõséget szolgáltat, és hasonló vezérlési rendszere révén közvetlenül összekapcsolható a korábbi U-matic H, ill. az 1"-os editáló (szerkesztõ) rendszerekkel.

## 1/2"-os szalaggal dolgozó, amatõr célú kazettás rendszerek

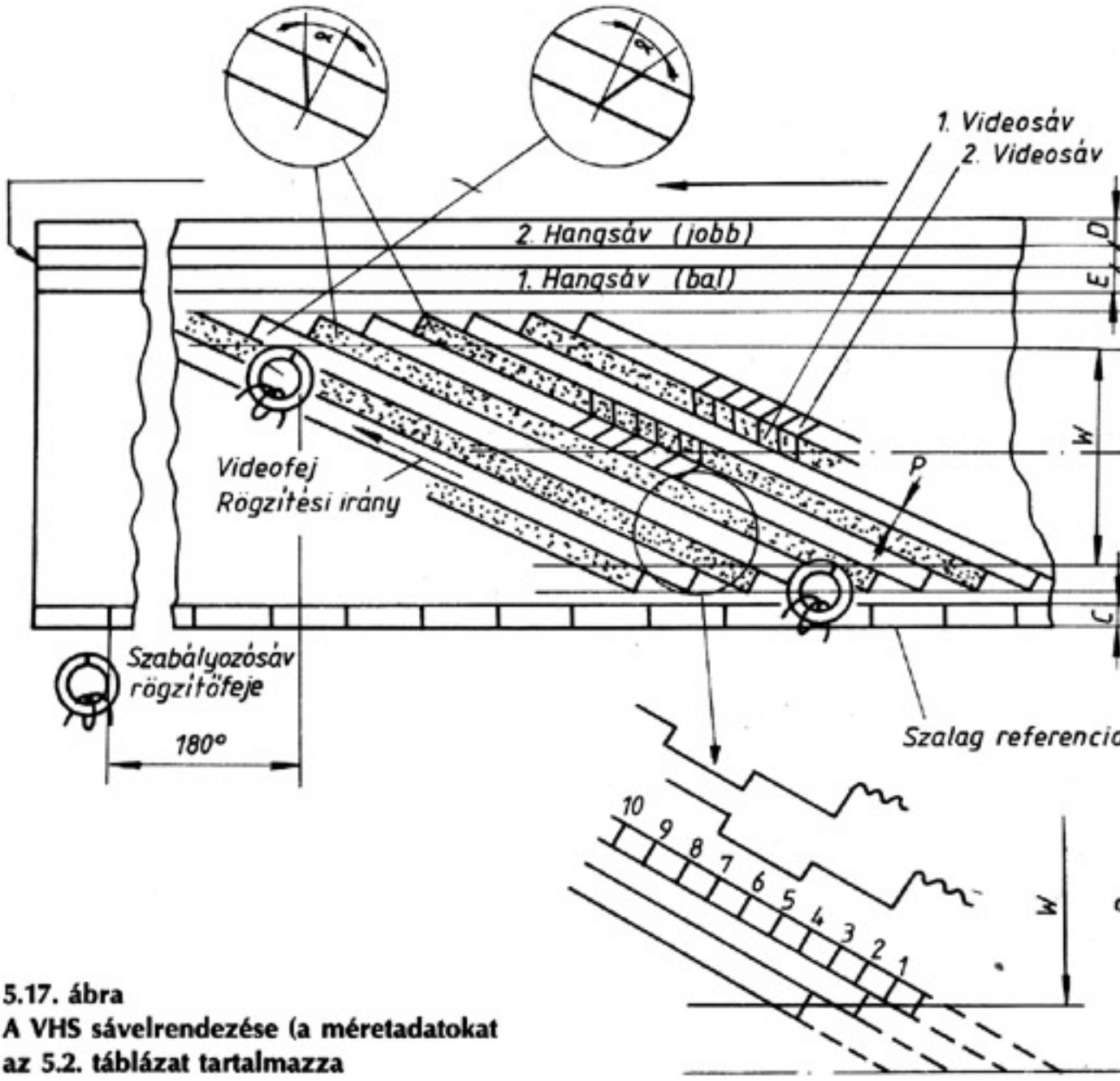
Az 5.3. ábráról egyértelmûen leolvasható, hogy az elmúlt évekre az 1"-nál keskenyebb szalaggal dolgozó kazettás rendszerek kifejlesztése volt a jellemzõ. Ezek - kivitelüket tekintve - nagy változatosságot mutatnak, az azonban közös bennük, hogy mindegyikben legalább két fejet alkalmaznak a videojel rögzítésére; így egy fej egy félképet rögzít. E formátumok további közös vonása, hogy a szalag szélén a szalag hossztengelyével párhuzamosan rögzítik a szabályozójelet. A régebbi készülékek ugyanilyen módon rögzítették a hangot is, a legújabb VHS és Beta képmagnók azonban erre a célra a forgódobra szerelt hangfejeket használnak.

Néhány évvel ezelõtt a 1/2"-os szalaggal dolgozó képmagnók közül háromféle rendszer terjedt el leginkább: a japán JVC által gyártott VHS, a SONY Beta rendszere, valamint a PHILIPS és GRUNDING által közösen kifejlesztett Video 2000 (V 2000) rendszer. Ezen túlmenõen pillanatny-lag a három rendszer közül világszerte a VHS került túlsúlyba, a Beta pozíciója meggyengült, a Video 2000 pedig gyakorlatilag kiszorult. A három rendszerben közös, hogy a két videofej által rögzített két félkép sávja között nem alkalmaznak elválasztósávot.

A sávok közötti áthallást úgy csökkentik, hogy a két videofejnél a réseket ferdére állítják, mégpedig ellentétes dõlési szöggel, aminek következtében az egymás melletti sávok áthallásai kioltják egymást.

A VHS és a Beta rendszer paramétereit az 5.2. táblázatban foglaltuk össze.

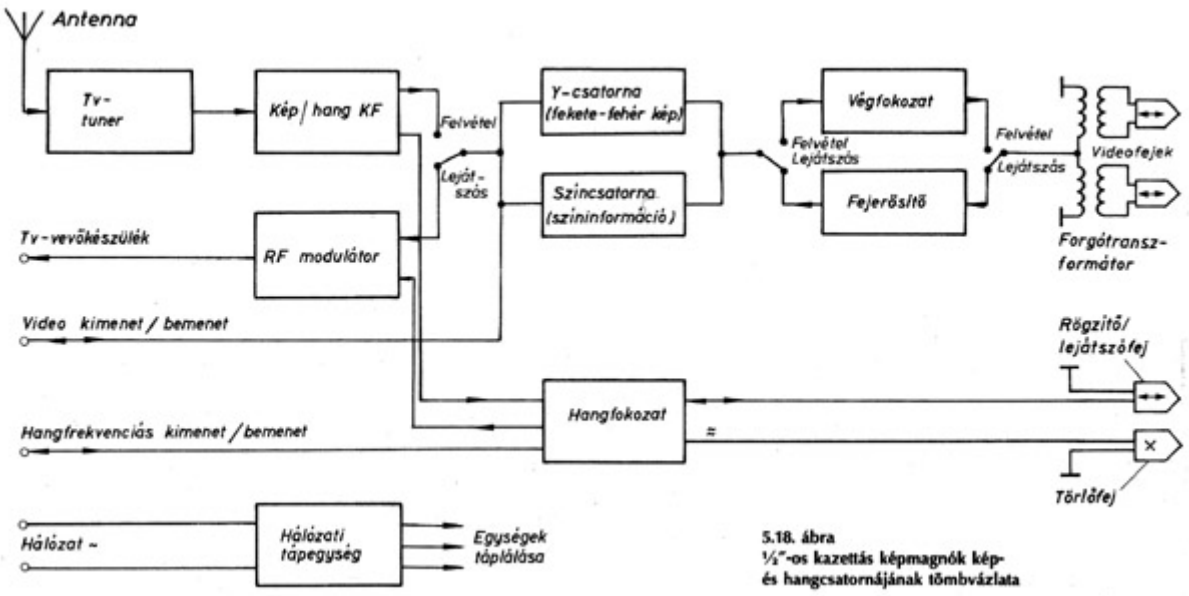
Az 5.17. ábrán közöljük a VHS formátumnak megfelelõ sávelrendezést; a nagybetûkkel jelölt méretek az 5.2. táblázatban megtalálhatók.




**5.17. ábra**
**A VHS sávelrendezése (a méretadatokat az 5.2. táblázat tartalmazza**

Kazettás berendezések esetében nagyon fontos a szalagpálya kialakítása, mert egyszerûen és üzembiztosan kell a mechanizmusnak automatikusan pályára helyezni a szalagot. A VHS és a Beta szalagpályamegoldásait befûzött szalaggal a 6. fejezetben mutatjuk be.

A 1/2"-os szalaggal dolgozó amatõr célú képmagnók mûködésére vonatkozóan azonos tömbvázlatot lehet felrajzolni (5.18. ábra). Mindegyik készülék alkalmas arra, hogy adóról érkezõ, antennával vett nagyfrekvenciás jelet fogadjon a tunerfokozaton keresztül, amely a KF (közép-frekvenciás) erõsítot vezérli. Természetesen a berendezések alkalmasak képjel és hangjel közvetlen fogadására is. A közvetlenül beérkezõ, ill. a KF fokozatról származó hangjel feldolgozása és rögzítése megegyezik a mágneses hangrögzítés technikájával.

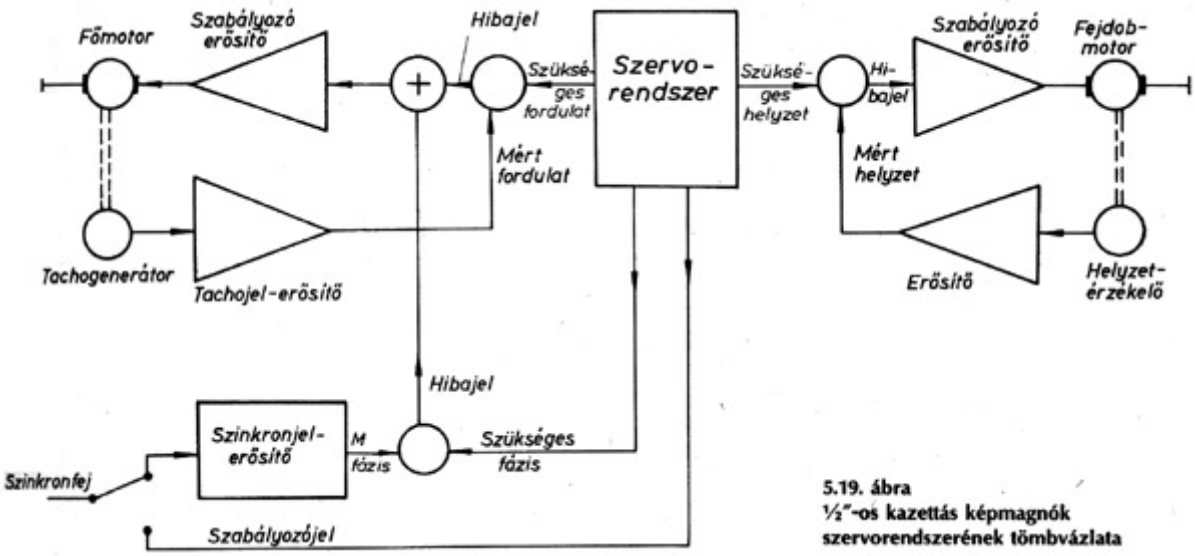



5.18. ábra
½"-os kazettás képmagnók kép- és hangcsatornájának tömbvázlata

A videojel feldolgozása két párhuzamos csatornában történik. Ennek a két párhuzamos csatornának a vezérléséhez szûrõvel szétválasztják a világosságjelet (Y csatorna) és a színinformációt. A fekete-fehér képjel nagyfrekvenciás részét (a jobb képélesség érdekében) elõkiemelésnek vetik alá. Az ily módon formált jel kerül rá a frekvenciamodulátorra. Ennek kimenetén a szinkroncsúcsnak 3,8 MHz (mind a VHS, mind a Beta rendszernél), a csúcsfehérnek 4,8 MHz (a VHS-nél), ill. 5,2 MHz (a Beta rendszernél) felel meg. A szürõvel leválasztott színjelet lekeverik egy olyan szín-vivõfrekvenciára, amely a sorfrekvencia többszöröse.

A két párhuzamos csatorna jelét összeadva kerül sor a rögzítésre. A lejátszáskor a videofejekben indukált nagyfrekvenciás feszültség a forgó transzformátorokon keresztül a fejerõsítõre jut, majd onnan a két párhuzamos csatornára, ahol a megfelelõ erõsítés és frekvenciademoduláció után ismét színes képjelet kapnak.

A kép- és hangcsatornán kívül még két motorszabályozó rendszer tartozik a képmagnó elektronikájához; ennek tömbvázlatát az 5.19. ábrán közöljük. A fej-szervorendszerben egy helyzetérzékelõ méri fordulatonként (egyes típusoknál egy fordulat alatt többször is) a fordulatszámot. A mért értéknek megfelelõ, felerõsített jelet a szervo által szolgáltatott szükséges értékkel összehasonlítva a hibajel képzõdik. Ez a hibajel úgy vezérli a fejdobmotor fordulatszámát, hogy a szükséges, pontos érték jöjjön létre.




5.19. ábra
½"-os kazettás képmagnók szervorendszerének tömbvázlata

A szalag-szervorendszerhez két szabályozókör tartozik: a fordulatszám-szabályozó és a fázisszabályozó kör.

A fordulatszám-szabályozás lényege, hogy a tachogenerátor által szolgáltatott, a fordulatszámmérés eredményéül kapott impulzusokat egy erõsíto felerõsíti, és ezek a jelek kerülnek rá a hibajelet elõállító összehasonlító fokozatra. Ennek kimenõ jelét adják össze a fázisszabályozás eredõ jelével.

A fázisszabályozó rendszernek az a feladata, hogy a forgó videofejek átkapcsolási pontját és a szalagtovábbítást szinkronizálja. A VHS és a Beta rendszerekben erre a célra egy külön szabályzósávot alkalmaznak, amelyre 40 nm-onként rögzítik a szinkronimpulzusokat. Lejátszáskor a megfelelõ áramkörök ezeket a szinkronimpulzusokat összehasonlítják a videofej helyzetével, és az eredõ hibajelet hozzáadva a fordulatszámszabályozó kör hibajeléhez, vezérlik a fõmotor fordulatszámát és ezzel a szalagtovábbítást.

Az amatõr célú kazettás képmagnókat kiegészítik a kényelmes kezelést elõsegítõ különbözõ automatikus áramkörök és kijelzõk. Az automatikus áramkörök és kijelzõk a felvételt elõre programozhatóvá, a lejátszandó mûsort pedig egyszerûen és gyorsan megtalálhatóvá teszik.

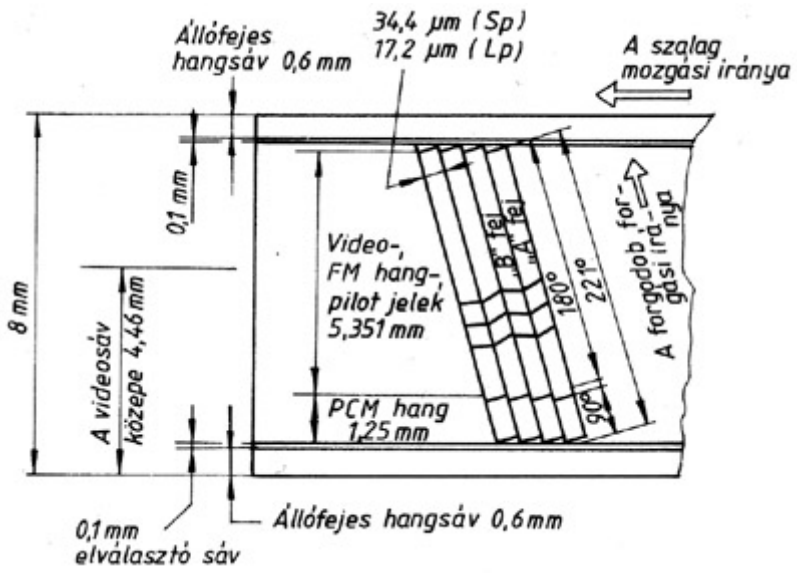
## Video 8

A Video 8 (8 mm-es szalaggal dolgozó) kazettás rendszert eredetileg a SUPER 8 amatõrfilmes képfelvételi és lejátszórendszer helyettesítésére szánták. A világ vezetõ videotechnikai vállalatai a Video 8 - mint új rögzítési eljárás - szabványtervezetét elfogadták.

A Video 8 a jelenlegi rendszerek kb. 12,7 mm szélességû szalagjával szemben 8 mm széles szalagot használ a kép- és hangfrekvenciás jelek, valamint a vezérlõjelek rögzítésére. Alapvetõen új a Video 8-ban a hang- és a vezérlõjelek rögzítési eljárása.

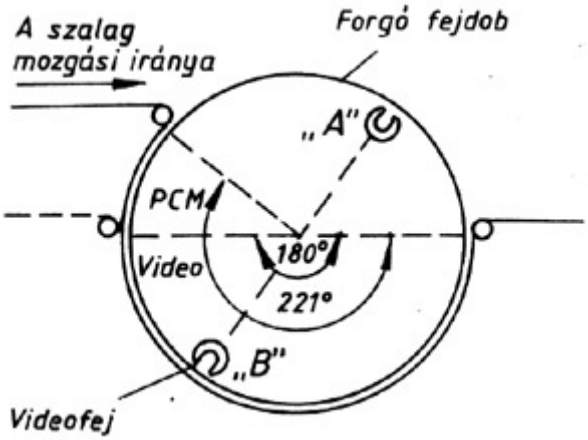
Az elõzõ rendszerekkel szemben a Video 8-nál megvan a lehetõség arra, hogy a hangot kódolt digitális jelek formájában rögzítsük. Ezzel az eljárással valósághû sztereó hang rögzítésére és visszajátszására nyílik lehetõség. Az impulzuskód-modulált (PCM) digitális jeleket a

videosávokban helyezik el ún. helikális (ferde sávos) felírási módszerrel. A Video 8 felírási formátuma, azaz a mágnesezett sávok elhelyezkedése a szalagon az 5.20. ábrán látható.



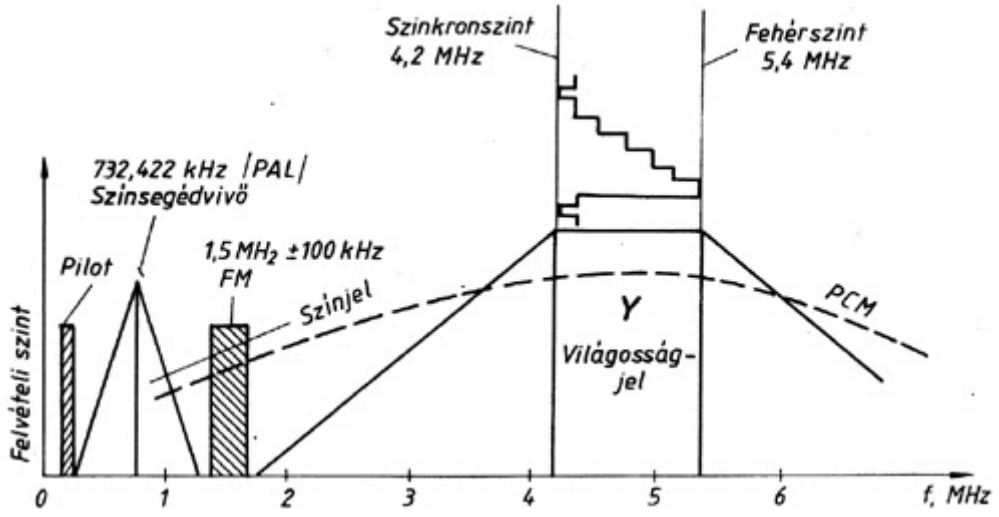

Az impulzuskód-modulált (PCM) hangfrekvenciás jeleket a forgó fejek írják fel a képjelek meghosszabbított sávjába. Ez csak mechanikai módosítás bevezetésével vált lehetõvé. Az elõzõ rendszerekkel ellentétben a szalagot a fejdob körül nem 180°-nak, hanem kb. 220°-nak megfelelõ hosszon fektetik fel. Az így nyert ívhosszon (illetve az ennek megfelelõ szalagszegmensen) rögzítik a kódolt digitális sztereó hangfrekvenciás jeleket.

Az 5.21.ábrán látható a forgó fejdob, a fejek és a szalag kapcsolata. A szaggatott vonal az elõzõ rendszerek szalagvezetését mutatja.

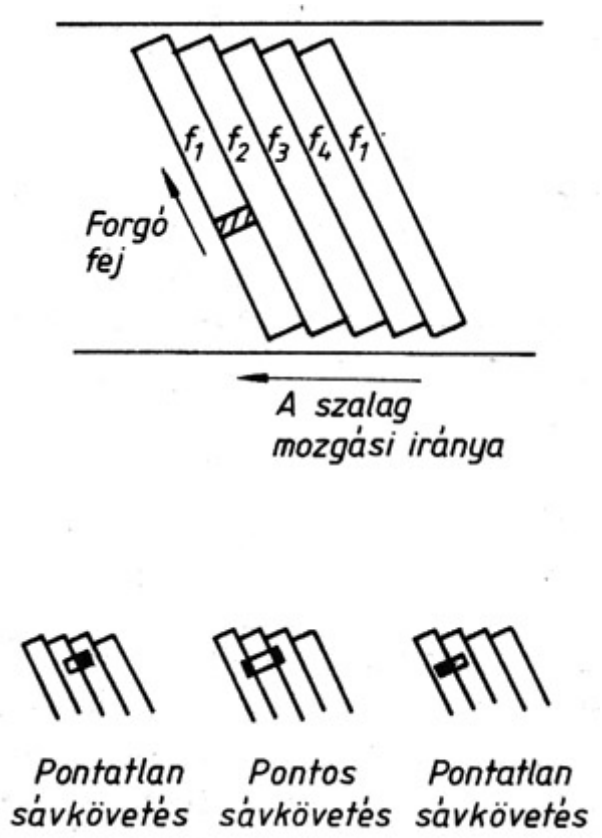



A Video 8 két szalagsebességet használ. Az egyik az ún. szabványos (SP = Standard Play), 20,05 mm/s, a másik pedig a 10,06 mm/s, amely a hosszú lejátszást (LP=Long Play) biztosító szalagsebesség. A képrögzítés módszere annyiban újszerû, hogy az egyes videosávok között nincsenek elválasztósávok, sõt nem is lehetnek, a késõbbiekben ismertetett automatikus sávkeresõ (ATF = Automatic Track Finding) biztonságos mûködése érdekében. A hosszan játszó üzemmódban a szomszédos sávok valójában átfedésben is vannak. Az áthallás csökkentése érdekében a szomszédos sávokat +- 10°-os fejdöntéssel (*azimuth-offset*) veszik fel. A színinformáció rögzítése *color under* rendszerû, ami a színinformáció lekeverését jelenti kisebb frekvenciatartományba. A hagyományos vezérlõsáv (*control track*) helyett itt

pilotjeleket használnak. A hagyományos álló fejes, kétsávos hangrögzítésen kívül még jó minõségû mono hang rögzítésére is van lehetõség, amelyet 1,5 MHz-es vivõ hordoz. Mindezek az 5.22. ábrán láthatók, amely a Video 8 frekvenciaspektrumát mutatja.




A sávok elejére felírt pilotjel frekvenciája soronként változik oly módon, hogy az egyes sávok közötti különbségi frekvencia kb. 16 kHz vagy kb. 46 kHz. Pontos sávkövetés esetén a szomszédos sávokról egyidejûleg leolvasott két különbségi jel amplitúdója azonos. Az 5.23. ábra mutatja a különbségi jelek nagyságát pontos és pontatlan sávkövetés esetén.




A sávkövetési hibajelek vezérlik azt a piezoelektromos anyagot, amelyre a fejet erõsítik. A piezoelektromos anyag a rá adott feszültség hatására meghajlik, s így a fej a sávokat pontosan

követni tudja, amit dinamikus sávkövetésnek (DTF=Dynamic Track Following) nevezünk. Így biztosítható a zajcsík nélküli állókép lejátszása és az ugyancsak zajcsík nélküli képkeresési (Search) üzemmód. A Video 8-cal igen pontos kép- és hangvágást lehet végezni, mivel a jeleket törlõ és felíró fejek a forgó fejdobban helyezkednek el.

A Video 8 négyféle hangrögzítést tesz lehetõvé:

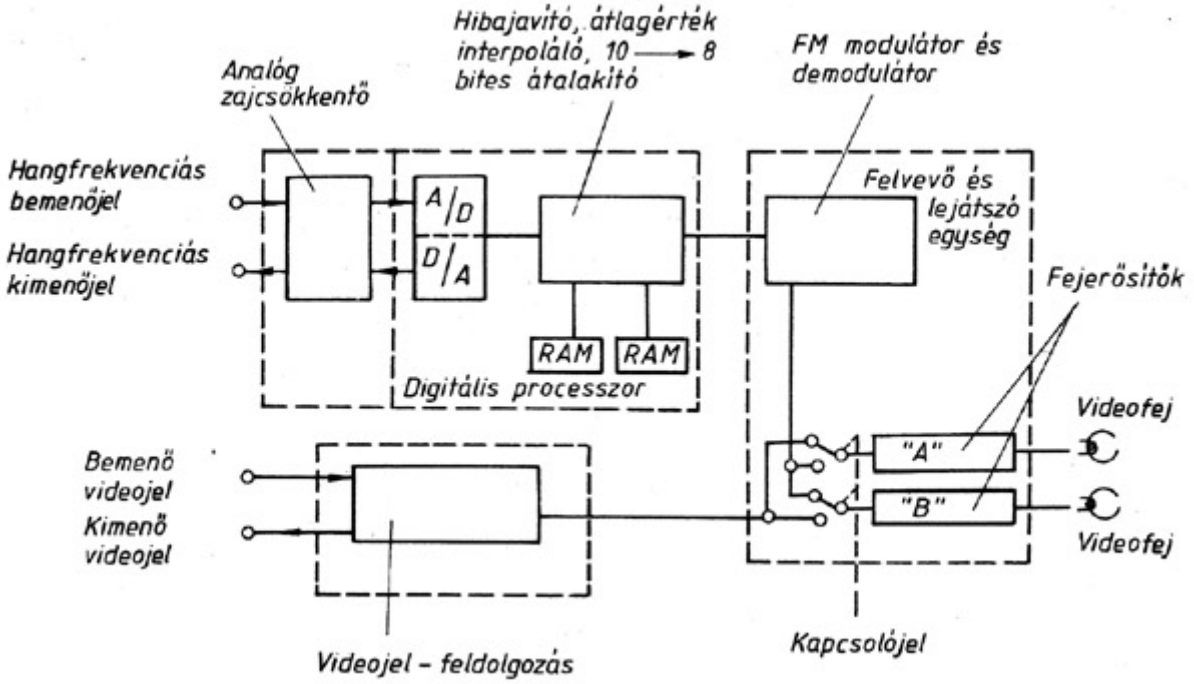
*1*. analóg, álló fejes kétsávos;

*2*. mono, FM modulációval;

*3*. digitális sztereó;

*4*. többsávos digitális sztereó.

Az elsõ módszerrel - az igen kis szalagsebesség miatt - nem lehet elfogadható hangminõséget elérni, ezért ezeket a sávokat általában idõkód (*time code*) rögzítésére használják. A második esetben a hangminõség kiváló, de csak mono hangot rögzíthetünk. Hátrányként felhozható, hogy ezt a hangot csak a kép egyidejû felvétele esetén lehet rögzíteni, és csupán csak a hangot törölni nem lehet. A harmadik módszerrel a képfelvétellel egyidejûleg vagy anélkül is lehet kiváló minõségû sztereó hangfelvételeket készíteni. Az újabb Video 8-ban ez a lehetõség adott, míg a régebbi típusoknál megfelelõ PCM adapter segítségével kapjuk ezt a szolgáltatást. A Video 8-at a 4. pont szerinti sztereó PCM jelek többsávos rögzítésére is felhasználhatjuk. E módszer hátránya, hogy ebben az esetben kép nem rögzíthetõ, hiszen a kép helyét is hangjelek foglalják el. Sajnos, nem is igazi sokcsatornás hangfelvételrõl van szó, hanem arról, hogy hatszor annyi hangfelvétel készíthetõ a Video 8-cal, mint ha egyidejûleg képet is rögzítenénk. A hangfrekvenciás jelek rögzítése elõtt az 5.24. ábra szerint analóg zajcsökkentõt alkalmaznak, amelyet digitalizáló követ.



A digitalizált jelet komprimálják, kódolják, és frekvenciamoduláció után jut a fejekre és a szalagra. A digitalizálás 31,25 kHz-es mintavételezéssel, 10 bites felbontással történik.

A képminõséget vizsgálva elmondhatjuk, hogy a Video 8 képe kissé részletdúsabb és színben telítettebb, mint pl. a Beta (Betamax) képmagnóé, annak ellenére, hogy majdnem 5 mm-rel keskenyebb szalagot használ.

A hangminõség egyértelmûen sokkal jobb a kompakt hangkazetta (Compact Casette) minõségénél, de a kompakt lemezhez (Compact Disc) viszonyítva nagyobb a harmonikus torzítás. Jelentõsen túlvezérelhetõ a hang torzulása nélkül.

A Video 8 kazettája max. 3 órás mûsor rögzítésére alkalmas, így koncerteket és játékfilmeket is rögzíteni lehet jó kép- és kiváló hangminõségben. A közeljövõben várható a 4 órás kazetta megjelenése, amelyre 24 órás hanganyag rögzíthetõ (természetesen kép nélkül), kiváló minõségben. Ezzel a Video 8 nemcsak a jelenleg piacon levõ amatõr szintû videoberendezések konkurense, hanem komoly vetélytársa lehet a használatban levõ hordozható hangrögzítõ berendezéseknek is.

## 5.2. A képlemez

A lemezes hangrögzítés mintegy 100 éves múltra tekinthet vissza. Az állandó mûszaki fejlõdéssel együtt járó folyamatos minõségjavulás tette lehetõvé a napjainkban már kapható ún. CD (Compact Disc = kompakt lemez) elõállítását, amelyen a hanginformációt a korábbi analóg eljárás helyett digitális formában rögzítik. Az ilyen lemez tetszõlegesen sokszor, minõségromlás nélkül lejátszható, és ún. valósághû (HiFi = High Fidelity) hangvisszaadást tesz lehetõvé.

A mágneses képrögzítés (l. az 5.1. szakaszt) szintén óriási fejlõdésen ment keresztül. A mai stúdióminõségû képmagnók súlya kb. 70 kg, ám léteznek hordozható, ún. ENG (Electronic News Gathering) berendezések, amelyek teljesítik a nemzetközi adásminõség követelményeit.

A közeljövõben várható a digitális elven mûködõ gépek megjelenése is, amelyek várhatóan robbanásszerû változást okoznak a hagyományos képrögzítési technológiában.

Az elmúlt 20 évben a mágneses tárak adatsûrûsége a korábbi érték 1000-szeresére nõtt. Ez más szavakkal azt jelenti, hogy egy 25,4 mm x 25,4 mm-es területre 100 Mbit információ írható fel. A kutatók nem adták fel a videojelek lemezre való rögzítésének lehetõségét, és kifejlesztették a mágneses elven mûködõ lemezes tárakat. A mágneses lemezek jelsûrûsége azonban lényegesen kisebb a mágneses szalagok jelsûrûségénél, mivel tökéletlenebb az író-olvasó fej és a mágneses hordozó közötti csatolás. A lemez feltétlen elõnye, hogy a tárolt információ hozzáférési ideje lényegesen kisebb, mint a szalagos tárak esetén.

## A nem mágneses elven mûködõ képlemezek

A nagy jelsûrûségû adatrögzítés megvalósítása érdekében folytatott kutatások vezettek el a nem mágneses elven mûködõ lemezes tárak, a képlemez kifejlesztéséhez. Ennek fõbb állomásait a következõkben körvonalazzuk. (A tár kifejezést azért használhatjuk, mert a jeleket újabban nem analóg formában, hanem megfelelõ átalakítás után kódolt digitális jelek sorozataként rögzítik a lemezre.)

Az elsõ képlemez a TELEFUNKEN és a DECCA cég TED elnevezésû, mechanikus felírású és mechanikus leolvasású képlemeze volt. Felírási technológiája analóg, igen hasonlít az elsõ hanglemezek felírásához, csak itt a lemezbe vágott lyukak mélysége változik a beírandó információnak megfelelõen. Kiolvasásához gyémánttût használnak, amely a mélységi modulációt egy piezo-elektromos kristályhoz közvetíti. A kristály a kitérés függvényében, vele arányos elektromos jelet ad, amely a rögzített információ elektromos megfelelõje. A hanglemez sebességéhez viszonyítva jelentõsen meg kellett növelni a lemez fordulatszámát, s egyben le kellett csökkenteni a barázdák szélességét és egymáshoz képesti távolságát. Ennek ellenére egy 20 cm átmérõju lemezre 1970-ben 10 perces mûsort lehetett rögzíteni, amit 1977-re - 30 cm átmérójû lemez felhasználásával - sikerült 30 percre növelni. Mivel a leolvasó gyémánttû közvetlen mechanikus kapcsolatban van a lemezzel, ezért élettartama korlátozott, 100...200 óra. A képlemez 0,1 mm vastag PVC lemezbõl készült, igen érzékeny volt a szennyezõdésekre, ezért kettõs tasakban hozták forgalomba. A belsõ borítóval együtt kellett a lejátszóba helyezni. A fenti okok miatt ez a képlemez nem terjedt el széles körben.

A CED (Capacitance Electronic Disc) az RCA cég barázdavezetésû, kapacitív leolvasású képlemezrendszere, amely a lemezre történõ felíráskor a frekvenciamodulált kép- és hangjeleket analóg formában **V** alakú, 2,6 µm széles döntött spirális barázdákba írja. A lemezrõl speciális vezetõ PVC-bõl készült másolatokat készítenek. Az információt lejátszáskor a finom barázdákból egy 2 µm széles fémelektróda olvassa ki, amelyet egy gyémánttûre erõsítenek. A fémelektróda és a vezetõ PVC barázdái közötti kapacitásváltozások feldolgozása révén nyerjük vissza a rögzített információt. A lemez átmérõje 30 cm, mindkét oldalára 1 órányi mûsoridõ rögzíthetõ. Hátránya, hogy csak normál sebességgel tudja a felvételeket lejátszani.

A VDH (Video Density Disc) a JVC cég által kifejlesztett elektromos követésû, kapacitív leolvasású, nagy jelsûrûségû képlemez, amelyen az információt mikrobemélyedések formájában tárolják. Ez az eljárás is analóg rendszerû, amelynek kiolvasása szintén a kapacitásváltozáson alapul. Az olvasófej vezetése céljából az információt tartalmazó sávok mellett egy állandó szélességû és mélységû sávot is rögzítenek. Az olvasófej gyémántból készül. A felvételt fényérzékeny anyaggal bevont, polírozott üveglemezre készítik lézersugárral. Errõl az üveglemezrõl - a hanglemezgyártás technológiájához hasonlóan - egy eredeti fémlemezt készítenek. A sokszorosítás errõl a fémlemezrõl történik. A képlemez anyaga most is vezetõ PVC. A tû élettartama itt már 2000 óra. A lejátszó szolgáltatásai között szerepel az állóképlejátszás, a gyorsított és a lassított elõre vagy visszafelé való lejátszás is. Kétszer 1 órás mûsor rögzítésére alkalmas.

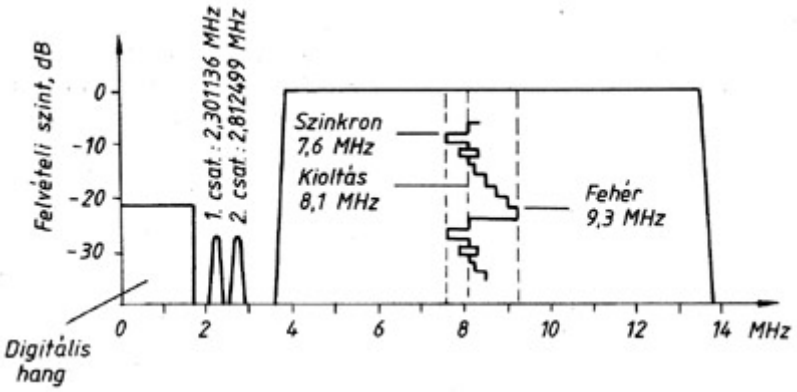
*A VLP és az LP képlemez*

A VLP (Video Long Play) a PHILIPS hosszan játszó képlemezrendszere, amely nemcsak az információ felírásához, hanem annak kiolvasásához is lézersugarat használ. Így a kiolvasás érintkezésmentes, a lemez nem kopik, élettartama nem korlátozott, a kiolvasás minõségét a

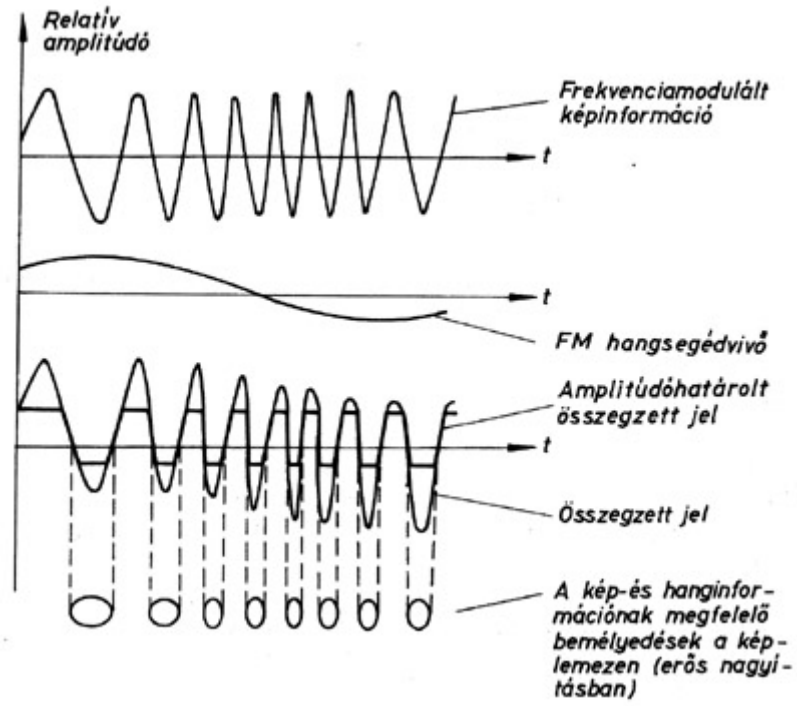
lemez felületi szennyezõdése nem befolyásolja. Ez esetben elsõ ízben alkalmaztak az információ tárolására kódolt digitális eljárást. A lézeres írás-olvasás és a digitális rögzítési eljárás az elõzõ eljárásokhoz képest minõségi változást hozott.

A lemez átlátszó müanyagból készül, amelynek felülete tükörfényes. Az információt itt is spirális vonal mentén írják fel, amely mikroszkopikus méretû bemélyedések sorozatából áll. Ezek egységesen 0,4 $\mu m$ szélesek és 0,1 $\mu m$ mélyek. A bemélyedések hossza és egymáshoz viszonyított távolsága kódolt formában hordozza a beírandó információt. Ilyen méretek mellett a lemez jelsûrûsége igen nagy.

A VLP lemez továbbfejlesztett változata az LV (Laser Vision) elnevezésû képlemez, amelynek jelsûrûségére jellemzõ, hogy egy tv-kép kb. 0,5 $mm^2$ területen elfér. Az LV lemezre kerülõ jel frekvenciaspektruma az 5.25. ábrán látható.




Az LV rendszernek két típusa van: a CAV (Constant Angular Velocity), amely az információt állandó szögsebességgel olvassa ki, ill. a CLV (Constant Linear Velocity), amelynél az olvasás sebessége állandó. Az elõzõ esetben tehát a lemez állandó, 1500 fordulat/min sebességgel, míg az utóbbi esetben változó, 1500...500 fordulat/min sebességgel forog, attól függõen, hogy a lemez belsõ, ill. külsõ részérõl történik-e az olvasás. A felírási kódolás röviden a következõ: a felírandó frekvenciamodulált kép- és hanginformációt összeadják, szimmetrikusan vágják, ezáltal a teljes információt a négyszögjel szélességmodulációjával kódolt alakban kapják. A vágólézert ez a négyszögjel vezérli, így a bemélyedések hossza és távolsága a négyszögjelnek megfelelõen fog változni, az 5.26. ábrán látható módon.

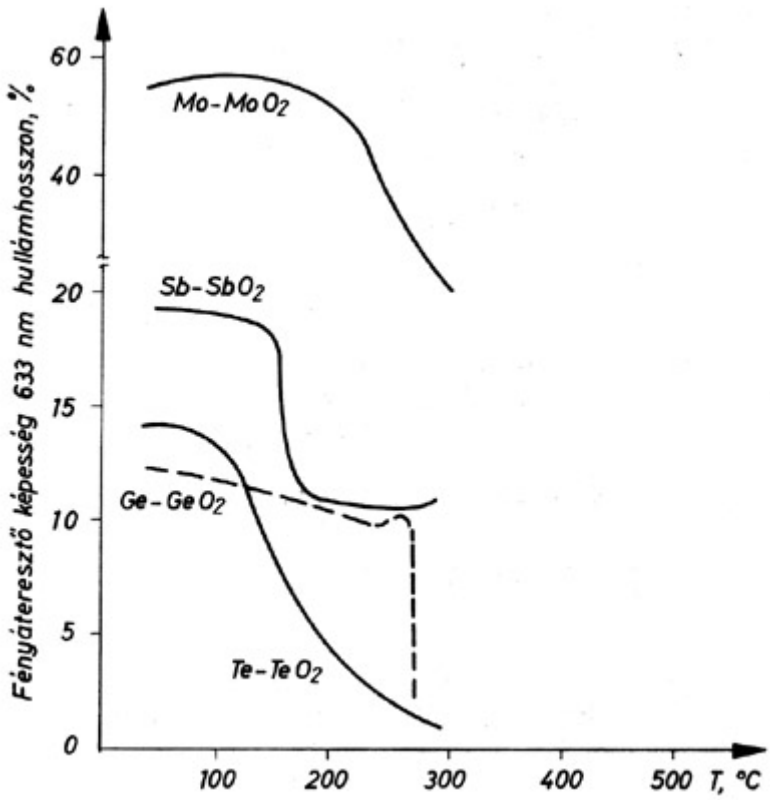



A lemez kiolvasásához 1 mW teljesítményû, 632,8 nm hullámhosszúságú He-Ne lézert használnak. Természetesen az LV képlemez esetén is lehetõség van állókép lejátszására, lehetséges gyors és lassú lejátszás elõre vagy vissza, gyorskeresés.

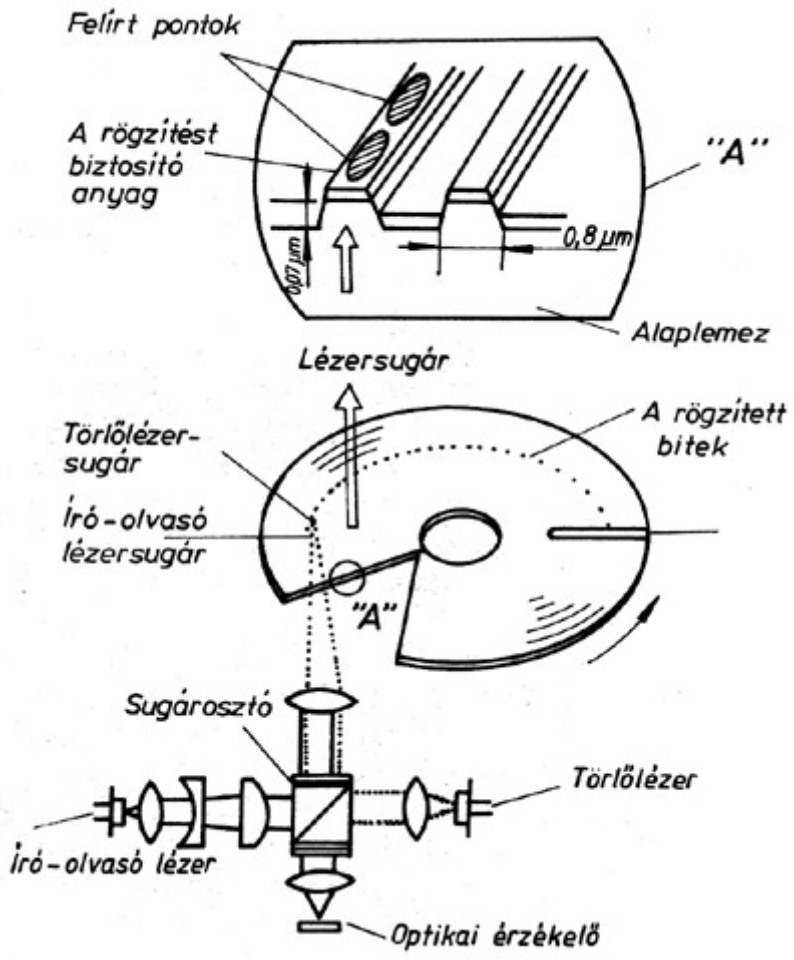
*Az optikai képlemez*

Bár az elõzõekben említett képlemezek folyamatos fejlõdésen mentek át, nem törölhetõk, csak olvashatók. Az optikai képlemez írható-olvasható változata lehetõvé teszi, hogy a szalagos felvételhez hasonlóan otthon tudjunk új mûsort rögzíteni lemezre, a lemez esetleges többszöri felhasználásával is. Az ún. optikai képlemez esetében felvételkor nem alakítják a lemez felületét, hanem a megfelelõ helyeken a lemez optikai tulajdonságát befolyásolják. Az anyag reflexiós együtthatóját vagy optikai áteresztoképességét változtatják meg.

A lézersugár nem gõzölögtetheti el, nem olvaszthatja meg az anyagot, de olyan mértékû hõt kell termelnie, hogy az illetõ helyen megváltozzon az anyag fényelnyelése. A lemez anyagának egyébként a hõmérséklet megváltozásával szemben stabilnak, kémiailag semlegesnek kell lennie, hogy a felvett információ idõálló, sokáig lejátszható legyen. Több szerves és szervetlen anyag alapos vizsgálata után a tellirium-tellirium-oxid ($Te$-$TeO_2$) bizonyult a legjobbnak az adatok beírása, az anyag fényáteresztõ képességének kis lézerteljesítmény hatására való hirtelen megváltozása, valamint a beírt információ idõbeni stabilitása szempontjából (l. az 5.27. ábrát).




Az optikai képlemezt ugyanazzal a 820 nm hullámhosszúságú szilárdtest-lézerrel lehet felírni és kiolvasni, csak a lézersugár teljesítménye változik az üzemmódtól függõen. A fénypont átmérõje 0,8 nm, teljesítménye rögzítéskor 8 mW, a kiolvasáskor 1 mW. A törléshez egy másik lézert használnak, amely 780 nm hullámhosszúságú és 10 mW energiájú elliptikus fénysugarat bocsát ki. A törölhetõ optikai lemez írásához, lejátszásához szükséges eszközök, a lemez keresztmetszetének kinagyításával az 5.28. ábrán láthatók.




Beíráskor a viszonylag nagy energiájú lézersugárral rövid ideig bombázzák a lemezt, megváltoztatva az anyag fényvisszaverõ képességét nagy értékûrõl kis értékûre. Törléskor vissza kell állítani az anyag fényvisszaverõ képességét eredeti értékûre azáltal, hogy a beíráshoz viszonyítva kisebb hõmérsékletre melegítjük fel az anyagot, de a sugárzás idõtartama hosszabb. Kis ón- vagy germániumszennyezést adva a tellirium-tellirium-oxidhoz tovább javul az optikai tár tulajdonsága, termikus stabilitása, de a fényáteresztõ képesség változása nagyobb hõmérsékletre helyezõdik át. A törölhetõ és nem törölhetõ képlemez felépítése azonos. A lemez anyaga tellirium-tellirium-oxid kis mennyiségû ónszennyezéssel, amelyre 1,1 µmvastag akrilgyanta réteget gõzölögtetnek. Az alaplemezre pedig 0,7 µmmély és 0,8 µmszéles, egymástól 1,65 µm-re levõ vezetõsávot készítenek, majd átlátszó védõréteggel vonják be. A két lemezt összeragasztják, s így kb. 2,5 mm vastag lemezt kapnak. A vezetõsáv szélessége a rögzített bit átmérõjével azonos, mélysége pedig a lézer hullámhosszának 1/8-ad része. A lemez adatsûrûségére jellemzõ, hogy egy 20 cm átmérõjû optikai lemezre 10 000 A4-es oldalnak megfelelõ információ írható fel, ami 700 Mbájt információnak felel meg.

# 6.1. A videoszalag

Az elektronikus videojelek mágneses tárolására a videoszalag szolgál. A szalagra rögzített mûsort többször visszajátszhatjuk, a felvett anyagot törölhetjük, majd új felvételt készíthetünk. Nincs különbség a színes vagy a fekete-fehér mûsor rögzítésére alkalmas szalag között. A kép- és a hang egyidejûleg rögzíthetõ és játszható vissza.

A felsorolt tulajdonságok azok, amelyek miatt a videoszalagot - különösen amatõr célú alkalmazások esetén - a filmszalaggal szemben elõnyben részesítik. A videoszalag - felépítését és tulajdonságait tekintve - a hangrögzítéshez használt mágneses szalaghoz hasonló. Itt is megtaláljuk az általában poliészterbõl készült hordozóanyagot, a vas-oxid vagy króm-dioxid szemcséket tartalmazó mágneses réteget és az antisztatikus, tükörfényesre polírozott hátoldali védõréteget.

Néhány alapvetõ különbség azonban van a hang-, ill. a képfelvétel céljára készült szalagok között. A videoszalagnak - mivel kép- és hangjeleket is tárol - egységnyi felületen lényegesen több információ rögzítésére kell alkalmasnak lennie. Ezért a mágneses szemcsék mérete kisebb, a mágnesezhetõ réteg mágneses érzékenysége nagyobb, mint a hangszalagoké. A videoszalag lényegesen nagyobb mechanikus igénybevételnek van kitéve, mint a hangszalag, ezért az alkalmazott hordozó szilárdsága nagyobb. Jellemzésül: egy átlagos (1/2"-os) videoszalag szakítószilárdsága 40...50 N, rugalmas nyúlása kisebb 0,1 %-nál, vastagsága 20 $\mu m$.

Különbözõ szélességû - 8 mm-es, 1/2", 3/4", 1" és 2" szélességû - videoszalagokat gyártanak. Mivel a szélesebb szalagok biztosítják a jobb képminõséget, ezért ezeket általában tv-stúdiókban, professzionális célra használják.

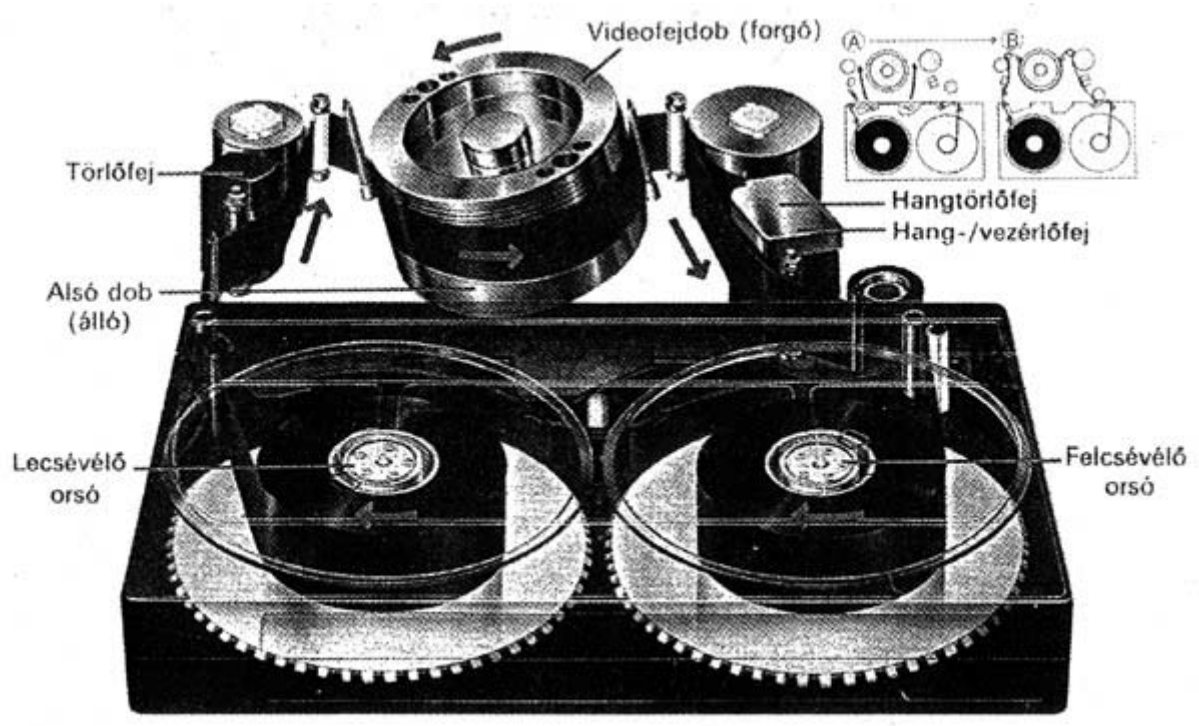
Megkülönböztethetjük a szalagokat a lejátszási idõ szerint is. A lejátszási idõ a szalag hosszától, ill. a videoberendezés lejátszási sebességétõl függ. A hosszabb lejátszási idejû szalagokat vékonyabb anyagból készítik, ezért ezek érzékenyebbek, rövidebb élettartamúak. A különbözõ szélességû szalagot orsós vagy kazettás rendszerben alkalmazzák.

A professzionális (és az elavult fekete-fehér amatõr) orsós szalagot kézzel kell a videomagnóba befûzni, hasonlóan az orsós hangmagnókhoz. Kiemelés elõtt a szalagot vissza kell tekerni az orsóra. A nem professzionális és a félprofesszionális felhasználók csaknem kizárólag kazettás rendszereket használnak. A kazettában az orsók egymás felett (pl. a PHILIPS VCR rendszere) vagy egymás mellett (VHS, Beta, Video 2000, U-matic rendszer) helyezkednek el. Léteznek egyorsós kazettarendszerek is, amelyekben a másik orsó a készülékben van. Ezek automatikus befûzésûek, de kivétel elõtt az elejére kell a szalagot tekercselni, míg a kétorsós rendszerekben erre nincs szükség.

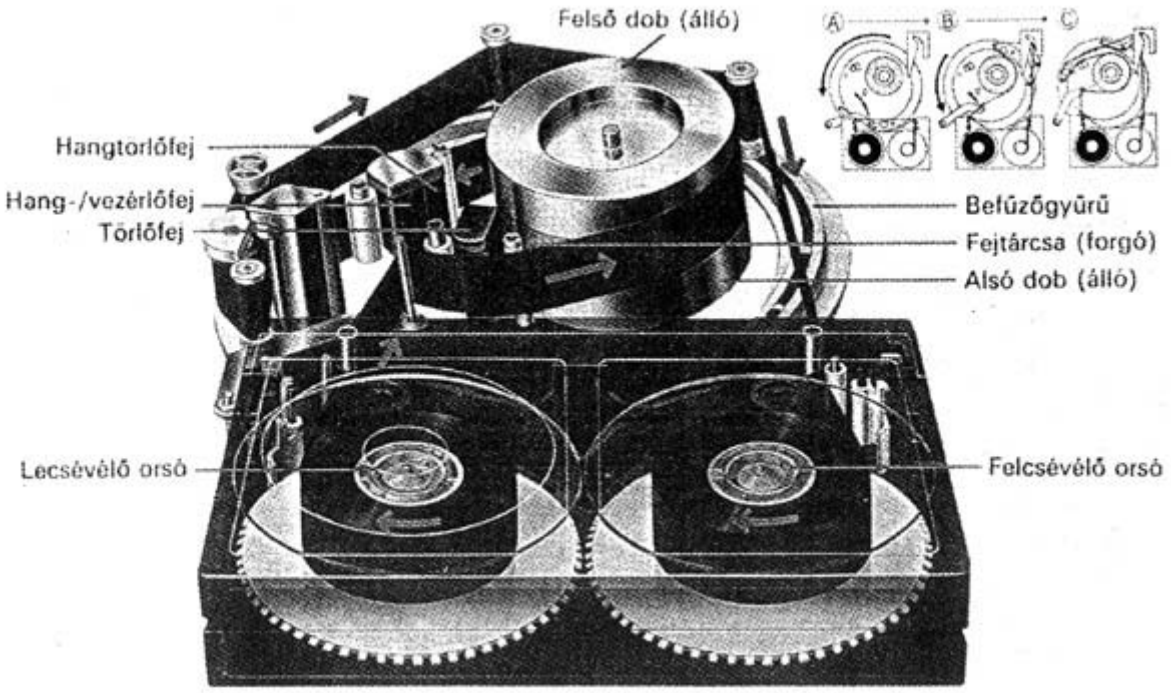
Bár az 5. fejezetben részletesen ismertettük a mágneses rögzítõrendszereket és a kazettaformátumokat is, ejtsünk néhány szót a legelterjedtebb kazettákról!

A 1/2"-os rendszerek közül a VHS rendszer (Video Home System) világszerte a legelterjedtebb. A képmagnók túlnyomó többsége Magyarországon is VHS rendszerû. A

kazetta nem fordítható meg (csak az egyik oldalán találunk a meghajtáshoz szükséges körmös mûanyag korongokat). Kaphatók 30 perces 1, 2, 3, sõt újabban 4 órás játékidejû kazetták. Befûzési rendszerére (kevés kivételtõl eltekintve) jellemzõ az **M** alakú forma, a szalag kb. 180°-ban fogja körül a videofejeket tartalmazó forgódobot (6.1. ábra).




A másik jelentõs 1/2"-os kazettarendszer a SONY által kifejlesztett Beta (Betamax). Szintén nem fordítható meg, befûzése **U** alakú, a szalagot jobban kíméli, és a fejdob körülfogásának szöge nagyobb, mint a VHS rendszernél. A fejdob átmérõje - és így kerületi sebessége - nagyobb, mint a VHS rendszerben, így elméletileg a képminõség kb. 20%-kal jobb. A videokazetta mérete valamivel kisebb, mint a VHS-nél (156 x 25 x 96 mm). 30, 65, 95 és 135 perc játékidejû kivitelben árulják. A Beta befûzési rendszere a 6.2. ábrán látható.

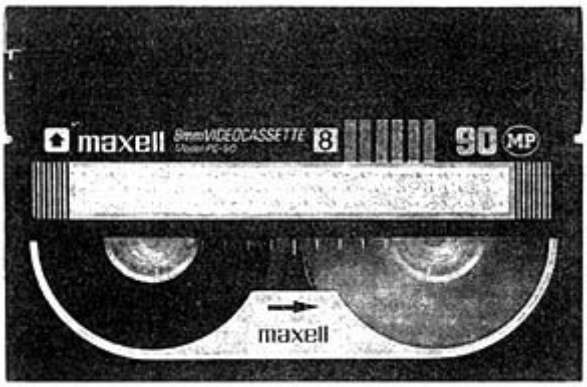



A 1/2"-os rendszerek közül az egyetlen megfordítható kazettájú rendszer a Video 2000, amelynek játékideje 2 x 4 óra. Ez a rendszer azonban a VHS elõretörésével párhuzamosan elvesztette népszerûségét, az ilyen képmagnók gyártását 1986-ban beszüntették.

A 3/4"-os rendszereket a U-matic képviseli. Mechanikai rendszerét tekintve a Beta rendszerre hasonlít. Minõsége - részben a szélesebb szalag miatt - sokkal jobb, mint a 1/2"-os rendszereké.

A U-matic kazettát kétféle méretben gyártják: kisebb fajtája (186 x 32 x 123 mm) fõleg hordozható videomagnókhoz készült, ezért 10 vagy 20 perces felvételi idõt tesz lehetõvé. A U-matic kazetták nagyobb méretû változata (221 x 32 x 140 mm) csak az asztali készülékekben használható, viszont kapható 10, 20, 30 és 60 perces játékidejû kazetta is. A kisebb méretû U-matic kazetta az asztali videomagnókban is lejátszható közvetlenül vagy adapter segítségével. A kazettarendszerek egymással nem összeférõk, azaz adott rendszerû kazetta csak ugyanolyan rendszerû képmagnóban játszható le.

Az amatõr videózás céljaira kifejlesztett Video 8 rendszerû kazettára (6.3. ábra) normál üzemmódban 90 percnyi felvétel készíthetõ.



Valamennyi kazettára jellemzõ, hogy a szalagot védõfedél takarja, amely a szalag megérintését lehetetlenné teszi. (A képmagnóba való behelyezéskor ez a fedél automatikusan felnyílik.) A szalag elején és végén átlátszó fóliarész található, amely az optikai érzékelõk útján a végálláskapcsolókat vezérli.

Mint korábban említettük, a szalagok mágneses bevonata vas-oxid vagy króm-dioxid. A króm-dioxid szalagok minõsége több lejátszás esetén nem lesz lényegesen rosszabb, a videofejet viszont jobban igénybe veszik, mivel a króm-dioxid szemcsék keményebbek, mint a vas-oxid szemcsék.

A króm-dioxid szalagok használata esetén viszont a fej kevésbé piszkolódik (bizonyos "öntisztító" hatásuk van).

A videoszalagok bevonatának egyes helyein a gyártás hibái következtében a szemcsék kis felületen hiányozhatnak vagy eltérõ mágneses tulajdonságúak lehetnek. Ezeken a helyeken jelrögzítés nincs vagy gyenge. Ez a képernyõn vízszintes fényes vagy fekete vonalak formájában megjelenõ hibát okoz. A jelenséget jelkiesésnek *dropoutnak* nevezzük. A dropoutot gyártási hibán kívül képszerkesztési hiba vagy a szalag elhasználódása, elpiszkolódása is okozhatja. A készülékek zöme dropout-kiegyenlítõ áramkörrel rendelkezik, ezért a zavaró hatás csökken. Huzamosabb használat vagy nem megfelelõ állapotú berendezésen való lejátszás esetén a szalagok maradandóan megnyúlnak vagy "fodrosodnak". Mindkét esetben romlik a képminõség, esetleg a kép szétesik.

## 6.2. A videoszalag másolása

A videoszalagok másolása viszonylag egyszerû mûvelet, ha rendelkezünk a szükséges eszközökkel és figyelembe veszünk néhány feltételt. Többféle ok miatt készülhet másolat a videoszalagokról.

A professzionális másolás - amikor általában másolatok sorozatait készítik - a forgalmazás célját szolgálja. Ez a forgalmazás lehet mûsoros kazetták eladása, kölcsönzése vagy más módon, pl. videoklubok hálózatán keresztül való terjesztés. Ugyancsak nagyobb mennyiségû másolatot készítenek ismeretterjesztõ, oktató-, referencia- stb. videoanyagokból. A professzionális másolás kategóriájába tartozik a különféle videoanyagokról készülõ, archiválási célú másolás is. Ezt a tevékenységet általában drága berendezésekkel felszerelt, hivatásos másolóstúdiókban végzik, ahol a megfelelõ berendezéseken kívül képzett szakemberek is rendelkezésre állnak.

A másolás másik fajtája az ún. "baráti" másolás, amikor a hangszalagok csereberéjéhez és másolgatásához hasonlóan a barátok, az ismerõsök egymástól kölcsönkért videokazettákat rnásolnak át, általában csupán egy példányban. Ugyanebbe a csoportba sorolhatók a vállalatok, intézmények stb. házi videostúdióiban végzett másolások is.

A videoszalagok másolásához szükséges két képmagnónak nem kell azonos típusúnak lennie, vagy azonos videorendszerhez (VHS, Beta stb.) tartoznia. Lényeges viszont, hogy mindkét berendezés azonos tv-rendszerhez (PAL, SECAM, NTSC), illetve szabványhoz (OIRT, CCIR) tartozzon vagy többnormás legyen. Ezek szerint azonos tv-rendszerben lehetséges a másolás, a kazettarendszer különbözõségétõl függetlenül.

Minden másolás többé-kevésbé látható és hallható minõségromlással jár. Ez a minõségromlás annál nagyobb, minél "használtabb" a kazetta, amelyrõl másolunk. Ez a "használtság" eredeti, ún. elsõ generációs kazettánál a lejátszások számától függ. Általában 100 lejátszás után a minõség csökken, 200 lejátszás után a kép már az élvezhetetlenségig romlik. A másolatokról készült újabb másolatokat "generációknak" nevezik. Ezek szerint az eredeti felvétel az elsõ generáció, ennek másolata a második generáció stb. Természetesen az, hogy a kiinduló anyag hányadik generációjú, a másolat minõségét alapvetõen befolyásolja.

A minõségi romlás megnyilvánulhat a csökkent kontrasztban és a rossz színvisszaadásban, amely egészen a színek elvesztéséig, fekete-fehér másolatig terjedhet. Végsõ esetben a kép ugrál, teljesen szétesik, és lehetetlenné válik másolat készítése. Ezeket a hibákat fõleg a szinkronjel átvitelének torzítása okozza. A másolt anyag jel-zaj viszonyához ugyanis hozzáadódik az átviteli rendszer és a felvételi szalag zaja, amely egy bizonyos értéket átlépve a másolatot úgyszólván használhatatlanná teszi.

Ha képmagnóink rendelkeznek audio-video (A/V) ki-, ill. be-menettel, akkor célszerûen ezeket használjuk, mert így a másolat jobb minõségû lesz!

A minõség ellenõrzéséhez mindkét készülékhez, de legalább a lejátszóhoz csatlakoztassunk tv-készüléket! Próbaátjátszás során állítsuk be a lejátszókészülék fejdobját a sávhelyzetállító (tracking controll) kezelõszervvel!

A hangátírás általában automatikus, így beavatkozni nem is tudunk.

Ha nincs a felvevõkészülékeknek A/V bemenete, akkor a lejátszókészülék nagyfrekvenciás kimenetét kell használni. Ebben az esetben közönséges antennakábel segítségével készül az átjátszás. Az átjátszásnak ez a módja természetesen rosszabb eredményt ad, mivel a lejátszóban a videojellel a rádiófrekvenciás jelet moduláljuk, majd a felvevõben demoduláljuk. A felvevõmagnó vételi frekvenciáját a lejátszómagnó frekvenciájára pontosan kell beállítani. Az átjátszás minõségét monitorral is ellenõrizhetjük. Ez csak A/V kimenetû képmagnók esetében használható.

További gyakorlati problémát okoz, hogy az antennabemenetet elfoglalja az átjátszókábel, ezért az ellenõrzõ tv-készüléket csak külön **T** elosztó közbeiktatásával lehet csatlakoztatni.

Ha különbözõ tv-rendszerek között kell másolatot készíteni, akkor ún. transzkódert kell használni. Ez a PAL és a SECAM rendszer között viszonylag egyszerû és nem túl költséges berendezés. A korszerû kazettás képmagnók kétnormásak, így transzkóderre nincs is szükség. Az NTSC rendszer transzkóderei bonyolultak és drágák. Ugyanez a helyzet a U-matic kazettarendszer esetén, ha PAL High Band rendszerrõl Low Band másolatot akarnak készíteni vagy fordítva. Ha a különbözõ tv-rendszerek között transzkódolás nélkül készítünk másolatot, akkor a másolat jó esetben fekete-fehér lesz, rosszabb esetben egyáltalán nem kapunk képet.

Transzkóderrel Magyarországon csak nagyon kevés helyen rendelkeznek (pl. MRTV), így az átkódolás nehezen megoldható probléma.

A másolás során a kép- és a hanghibák felerõsödnek. Rövid bevillanás pl. a másolaton a kép szétesését okozhatja. Az átjátszáshoz használt készülékek sebességingadozásai összeadódnak.

Ha a létrejött eredõ ingadozás egy bizonyos értéket túllép, az aszinkronitás a kép szétesésével jár.

Automatikus vezérlés esetén a hang a másolaton halkabb lesz, és a jel-zaj viszony megnõ. Természetesen sztereó hangú felvételt csak sztereokészülékek használatával másolhatunk, ellenkezõ esetben az eredmény mono hang lesz.

Bár a felvétel során a készülék törli a szalagon elõzõleg meglevõ anyagot, tanácsos a korábban mono hangú felvételt tartalmazó kazettát egy vezérlés nélküli mono hangú képmagnón elõzetesen letörölni, és csak ezután készíteni sztereomásolatot.

# 7.1. Elektronikus vágás a stúdiótechnikában

## A film és a videoszalag kapcsolata

Napjainkban sok szó esik a film és a videoszalag viszonyáról. Az elektronikus képrögzítési módszerek elõretörésével párhuzamosan "divat" a film alkonyáról beszélni. Több tényezõ viszont arra utal, hogy a filmrõl a mágneses videoszalagra való átállás hosszabb idõt igényel, mint azt egyesek megjósolták.

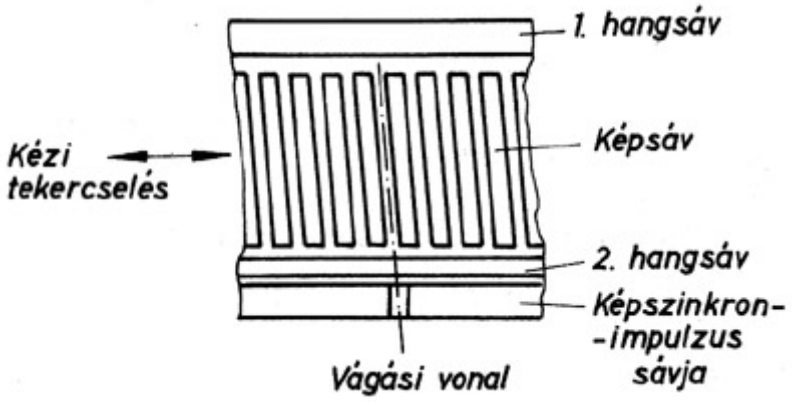
Új felvételek, produkciók készítésekor egyre inkább a videoszalagos képrögzítési technikára támaszkodunk. A képi megoldásokat tekintve ez elõnyös, mert megfelelõ színhûséget, részletdús képet nyújt az elõhívási idõ kivárása nélkül. A felvett képanyag azonnali lejátszhatósága korábban soha nem tapasztalt könnyû ellenõrzést tesz lehetõvé az alkotók számára. Ugyanakkor a felvett képanyag montírozása, szerkesztése (editálása) lényegesen nagyobb szakmai felkészültséget kíván, mint a filmvágás. Ennek az az oka, hogy a vágás mûvészi kívánalmai mellett a montírozást megvalósító technikát is alaposabban kell ismerni.

A felvételi munka eredményétõl nem választható el a képi anyagok archiválásának kérdése sem, mert alkotásaink egy részét az utókor számára is meg akarjuk õrizni. A filmen, különösen a színes filmen archivált anyagok minõsége viszonylag rövid idõ (10...15 év) alatt

jelentõsen romlik. Egyrészt a filmek elszínezõdnek, másrészt a film kiszáradása miatt a szemcsézettség zavaró mértékben megnövekszik. A mágneses szalagon tárolt anyagok esetében a szalagkiszáradás hasonló veszélyeket rejt magában, de a minõségromlást 5...8 évenkénti átjátszással megelõzhetjük. Ha gondos archiválási munkát végzünk, a mágneses szalagon rögzített anyagok minõségét a filmnél hosszabb idõszakra is megörizhetjük.

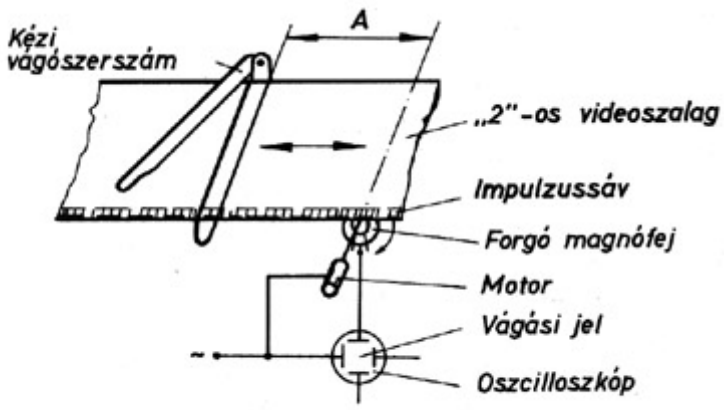
## A videoszalagok vágási technikájának fejlõdése

Az 50-es években a mágneses videoszalagokat - hasonlóan a filmtechnikában alkalmazott filmszalagokhoz és a hangtechnikában használt mágneses hangszalagokhoz - mechanikusan vágták, összeillesztették és ragasztották. Persze a 2"-os videoszalag vágása nem ment olyan egyszerûen, mint a hangszalagé, amit egy gyakorlott technikus igen rövid idõ alatt kiváló minõségben megvágott. A vágásnak ugyanis a képen nem szabad látszania, ebbõl következõen a vágást a képkioltás idõtartama alatt kell elvégezni. A képkioltási idõtartam megkeresésének megkönnyítésére egy külön sávon olyan impulzusokból álló sorozatot rögzítettek a szalagra, amelyeknek ismétlõdése megfelel a képfrekvenciának, és a képkioltással azonos fázisban vannak (7.1. ábra).




Ily módon az impulzusok kijelölik a tekercsen azokat a pontokat, ahol a mechanikus vágást végre lehet hajtani. A kívánt helyen a vágási pontot kézi tekercseléssel kell megkeresni. A ragasztócsík - amelynek vastagsága megközelítette a mágnesszalagét - a ragasztási helyeken észrevehetõen befolyásolta a szalag és a fej közötti érintkezést.

A 60-as évek elején a mechanikus vágás pontosabb és gyorsabb módszerét fejlesztették ki (7.2. ábra).




A= a vágási jel és a vágás közötti legkisebb távolság

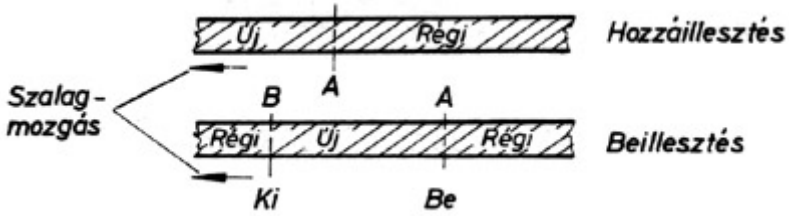
Ebben az elrendezésben a szalagon rögzített képimpulzusokat forgó magnófejjel olvassák le. A kimenõ jel oszcilloszkópra csatlakozik. A fej forgatása és az oszcilloszkóp szinkronizálása azonos jelforrásból történik; az oszcilloszkópon álló vágásjelzést a megfelelõen elhelyezett vágószerszámmal beállítva a vágás kézi úton, mechanikusan végezhetõ el. De mint minden mechanikus videovágási technika, ez is rendkívül idõrabló, és eredményét tekintve sem kielégítõ. Megoldást csak az elektronikus úton elvégzett, automatikus vágási technika jelenthet.

Az elektronikus vágás lényege az, hogy a felvétel egy meghatározott pontjától kezdõdõen a meglevõ információt töröljük, és oda új felvételt készítünk.

Ez kétféleképpen is történhet (7.3. ábra):

- *hozzáillesztéses* (*assemble*) üzemmódban a felvétel az új anyag végével véget ér;

- *beillesztéses* (*insert*) üzemmódban az új anyagot a régi, megtartani kívánt anyag követi.




Hozzáillesztés esetén tehát egy, beillesztés (inzertálás) esetén pedig két pontos átmenetet kell biztosítani.

A videoszalagon több, különbözõ információt hordozó mágneses sáv helyezkedik el (a kép- és hangjelek, szabályozójelek). Az egyes képrögzítési formátumok szabják meg azt, hogy ezeknek a jeleknek az idõben egybeesõ szakaszai hogyan helyezkednek el a szalagon. Az elektronikus vágásnak biztosítania kell valamennyi jel folyamatosságát a régi és az új jel viszonyában; a vágás pillanatában tehát a régi és az új felvétel egy-egy meghatározott szakaszának kell a felvevõ-, ill. a lejátszófej elõtt tartózkodnia. Ezenkívül a vágás pillanatában természetesen mindkét képnek felfutott és stabil állapotban, valamint egymással pontos szinkronkapcsolatban kell lennie. A vágási üzemmódnak számos kiegészítõ szolgáltatással is rendelkeznie kell:

- mivel a vágás során a régi felvétel egy része törlõdik, a vágás végrehajtása elõtt a kipróbálást lehetõvé kell tennie;

- lehetõséget kell nyújtania a hangsávok külön-külön vágására.

Mindezen célok elérésére a professzionális technika számára a 60-as évek végétõl különbözõ kódokat dolgoztak ki a szabályozósávon történõ rögzítésre. 1974-ben az SMPTE (Society of Motion Pictures and Television Engineers) és az EBU (European Broadcast Union) által kidolgozott és javasolt 80 bites idõkódot szabványosították, amely képenkénti azonosítást tesz lehetõvé a címidõpontok megadásával.

A professzionális technikában ma a 80 bites idõkód alkalmazása a legelterjedtebb. A kód használata leegyszerûsítette a magnók kezelését, a szerkesztési mûveleteket aritmetikai mûveletekké alakította át, így a számítástechnika felhasználásával e mûveletek teljesen automatizálhatók.

A fejlõdés azonban itt nem állt meg. A mikroprocesszorok adta lehetõségek felhasználásával 1981-ben az SMPTE új idõkód-szabványt javasolt vertikális intervallumban elhelyezett idõkód (VITC=Vertical Intervall Time Code) elnevezéssel, elsõsorban a professzionális, nagyon jó minõségû videoszalag elektronikus vágásának céljára. Az EBU adaptálta az eljárást a PAL és a SECAM rendszerekre is. A VITC idõkód bevezetésétõl kezdve az elõzõekben ismertetett 80 bites idõkódot longitudinális idõkódnak (LTC=Longitudinal Time Code) nevezik. Az új idõkód kifejlesztésére azért volt szükség, mert az LTC lassú tekercselésnél és állóképnél nem használható. A VITC videojelként van rögzítve a függõleges kioltási intervallumban; ezért állóképig lecsökkenthetõ sebességnél is jól kiolvasható (ha jó a videojel rögzítésének minõsége). Nagy sebességû tekercselésnél csak az LTC használható.

A longitudinális és a vertikális intervallumú idõkód között két különbség van:

- A VITC félkép-ismétlõdésú (50 félkép/s), az LTC képismétlõdésû (25 kép/s) idõkód. A vertikális intervallumú idõkódban van egy új, páros/páratlan félkép-azonosító kód.

- A VITC a videofélkép kezdetén van dekódolva, ezzel szemben az LTC-t a videokép végén kell dekódolni.

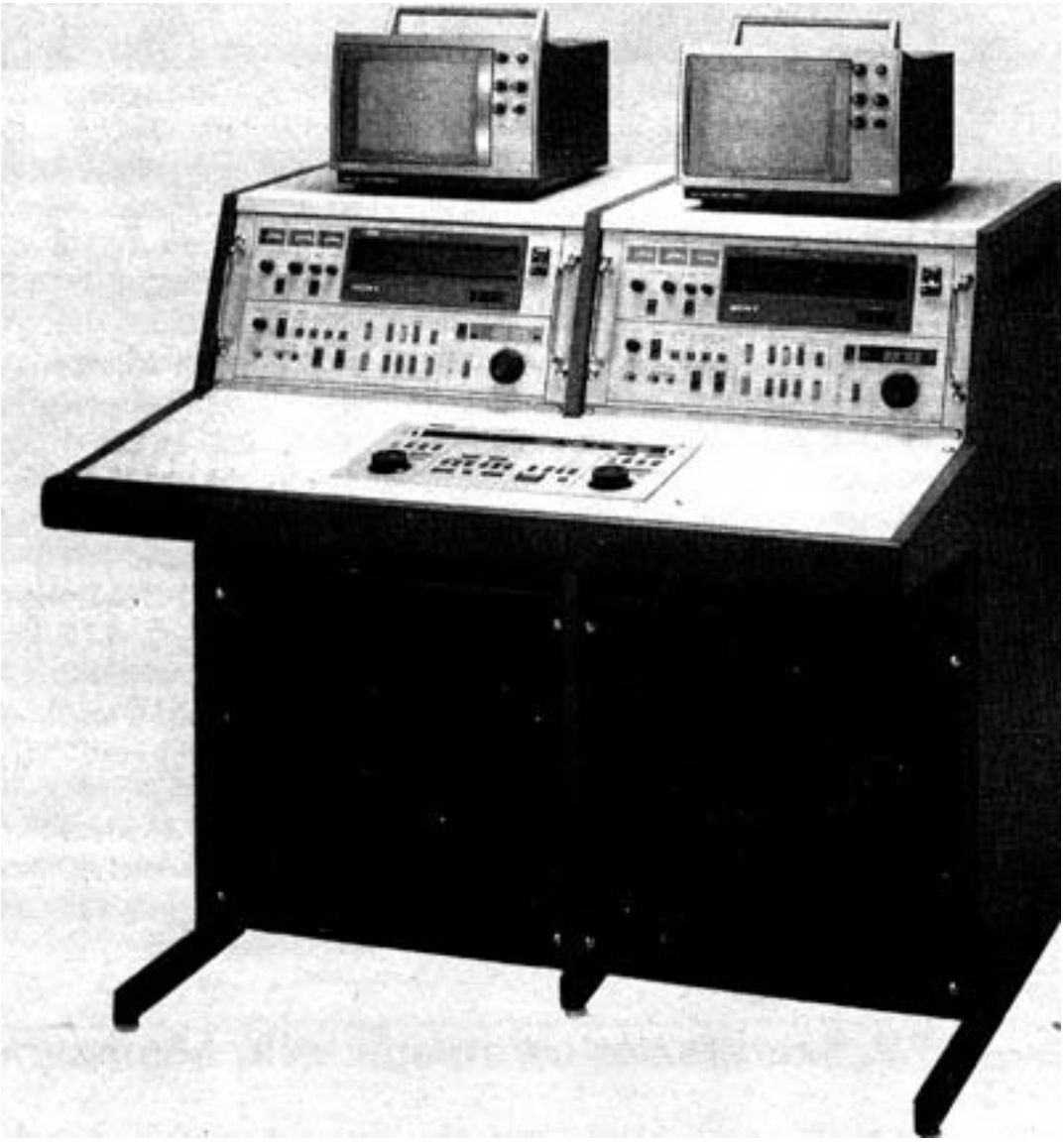
## 7.2. Szerkesztés az amatõr célú képmagnókkal

Az amatõr célú videoberendezésekkel a professzionális technikában megszokott szerkesztést (editálást) nem lehet elvégezni. Szükség lehet azonban arra, hogy az ezeken a gépeken készített felvételeket valahogyan "összeszerkesszük" - valamilyen megoldást kell tehát találnunk!

Ha van rá lehetõségünk, az egész szerkesztendõ anyagot írjuk át olyan rendszerre, amelyben elvégezhetjük a korrekt szerkesztést! (Pl. U-matic Low Band.) Ezt a megoldást azonban csak akkor válasszuk, ha a végtermék nem kerül vissza az eredeti rendszerre, mert a többszöri átírás jelentõsen rontja a jel-zaj viszonyt!

Mivel az ilyen lehetõség rendkívül ritka, nézzük meg, milyen más megoldás található a videoanyag szerkesztésére, és milyen megkötésekkel kell számolnunk!

A professzionális és félprofesszionális rendszerekben a szerkesztéshez két képmagnó és egy editálópult (editálásvezérlõ) és természetesen két monitor szükséges (7.4. ábra).



Ezek a magnók az alapfunkciókon kívül (gyors elõre- és hátratekercselés, felvétel, lejátszás, stop, pillanat-állj üzemállapotok) képesek egy-egy kijelölt kockára állni, a keresést pedig változtatható sebességgel végzik. Az editálópult meg tudja jegyezni a kijelölt kockákat, és a montírozást a bejelölések alapján automatikusan végrehajtja. A magnók szinkronrendszere biztosítja az együttfutást a vágási pontoknál.

Ezeket a funkciókat az amatõr szintû képmagnók többsége "nem tudja". Nem képesek kockapontosan megállni, elõre-hátra mozgatni a szalagot (a CUE vagy a SEARCH (keresés) üzemmódokban sem lehet az adott képkockán pontosan megállni). Nincs kockaazonosító digitális számkijelzõ, a képmagnó számlálója ezt a funkciót nem képes ellátni. Ezeknek a magnóknak a szinkronrendszere nincs felkészítve külsõ szinkronizálási lehetõségre, tehát nem tudnak együttfutni más videoberendezésekkel.

Mégis, mit tehetünk? Akad kompromisszumos megoldás. Az újabb típusú magnók rendelkeznek azzal a tulajdonsággal, hogy ha felvétel közben a pillanat-állj gombbal állunk le, majd újra indulunk, a kép folyamatos lesz, vagyis nem esik ki a szinkronból. Ezekkel a magnókkal, ha nem is tudunk "editálni", de legalábbis egymás után tudjuk rakni anyagainkat. Nagyon lényeges, hogy abban a pillanatban, amikor a felvevõmagnó elindul, a lejátszómagnó folyamatosan menjen, így ez utóbbi szinkronbizonytalansága és felfutása nem növeli a szinkronhiba keletkezésének valószínûségét. A legtöbb magnó STOP állapotból a PLAY gombbal indítva "mutingol", vagyis nem adja ki a képet, csak ha már felfutott a rendszer. PLAY-PAUSE (pillanat-állj) üzemmóddal indítva pedig szintén lehet a szervorendszerben szabályozás, ami hibát okozhat a kimenõ jel szinkrontartalmában.

Kényelmesen tudunk dolgozni, ha két videomagnónk és két tv-készülékünk (monitorunk) van. Ekkor a magnókat a tv-készülékekkel RF kábelekkel kössük össze, a két magnót egymással pedig video- és hangkábelekkel! Mindig az egyik magnó legyen a lejátszó- és a másik a felvevõ-, tehát egy irányba kábelezzünk! Ha mindkét irányban összekötjük a két magnót, azok zárt hurkot alkotnak, és a kép- és hangáramkörök gerjedni fognak.

Ha csak egy tv-készülékünk van, akkor is van megoldás. A tv-készüléket a felvevõmagnó RF kimenetére tegyük, a képmagnókat pedig video- és hangkábelekkel kössük össze! Ilyenkor összekapcsolhatjuk a két magnót RF kábellel is (lejátszó RF OUT-felvevõ RF IN), bár az RF úton történõ átjátszás jel-zaj viszonya rosszabb, mint az alapsávi átvitelé. Ha a felvevõmagnó nem PLAY állásban van (STOP, tekercselés vagy REC), a lejátszómagnó, jele megjelenik a tv-készüléken. Így a tv-kábel átdugaszolása helyett - ami rövid idõ alatt a kábel szakadásához vezethet - fix összekötéssel dolgozhatunk.

Számítanunk kell arra, hogy minden másolás rontja a kép és a hang jel-zaj viszonyát. A képen ez apró színes pontokban és az élesség csökkenésében, hangban pedig az alapzaj (sistergés) megnövekedésében nyilvánul meg. Ez utóbbit növeli az általában kikapcsolhatatlan automatika.

Meg kell említenünk, hogy létezik VHS editáló rendszer is (7.5. ábra). Ez nem más, mint pl. egy U-matic editáló rendszer funkcióival rendelkezõ VHS berendezés, tehát két speciális képmagnó és egy editálópult.

A magnók szervorendszere, hajtása rendelkezik az editáláshoz szükséges tulajdonságokkal. Széles körû elterjedésüket igen magas áruk akadályozza, amely megközelíti a félprofesszionális, a U-matic gépek árát. Ezenfelül a jel-zaj viszony másolás okozta romlását ez a rendszer sem tudja kiküszöbölni.

Lényegesen egyszerûbb az elektronikus vágás az egyre népszerûbb Video 8 rendszerben (részletes ismertetését l. az 5. fejezetben). Mivel ebben a rendszerben a törlõfejet is a fejdobba építik be ("repülõ-törlõfej") továbbá lehetõség van szintén forgófejes FM hangrögzítésre (monóban), a jelenetek egymáshoz illesztése képben és hangban különösebb nehézségek nélkül (elektronikus áramkörökkel) megoldható. Video 8 rendszerû szerkesztõ (editáló-) berendezések jelen könyv nyomdába adásának idõpontjában még nem kaphatók a piacon.

# 8. Videotrükkök, képkeverés

A filmtechnika fejlõdése során számos olyan eljárást dolgoztak ki, amely lehetõvé tette, hogy - rendszerint jelentõs költségek árán - két vagy több kép (felvétel) felhasználásával egymástól különbözõ helyszíneket, eseményeket egyetlen képpé montírozzanak össze. Összefoglaló néven *trükktechnikának* nevezik mindazokat a módszereket, amelyekkel a valós, egyetlen kamerával és egyetlen felvételi eljárással nyerhetõ képtõl lényegesen különbözõ mesterséges képek, terek, események hozhatók létre.

A trükkök alkalmazása jelentõs mértékben megnöveli a filmtechnika költségeit. Ha ugyanis két eseményrõl, tárgyról, helyszínrõl stb. kell összemontírozott, "trükközött" képet készíteni, mindenképpen szükség van már a kiinduláshoz a két filmfelvételre. Ennek költségéhez adódik a trükk végrehajtásához szükséges közbensõ filmanyagok és eljárások költsége. Végeredményként a készterméken megtekinthetjük a kívánt trükköt, mivel azonban ez nem mindig felel meg a rendezõ elképzeléseinek, néha újabb költséges eljárás szükséges ahhoz, hogy megszemlélhessük a módosítás eredményét. Éppen ezért a filmtrükk nem túl gyakran alkalmazott eljárás a filmgyártás során. A bonyolultabb filmtrükkök költségeit csak a várhatóan nagy közönségsikerû filmek "viselik el". (Filmtörténeti szempontból is említésre méltó a Bagdadi tolvaj c. film trükktechnikája.) Az újabb filmalkotásokban gyakran többszörös trükköket alkalmaznak. A Csillagok háborúja c. film alkotói pl. gyakorlatilag valamennyi trükkeljárást, így a videotrükköt is felhasználták a kívánt hatás eléréséhez.

# 8.1. A videotrükkök készítése

A videotechnikában a képet villamos jel állítja elõ. Ha alkalmas módszert találunk a villamos paraméterek egyszerû és a kívánt hatású megváltoztatására, rendkívül olcsó, azonnal ellenõrizhetõ, tetszõleges sebességgel változtatható, módosítható trükkeljáráshoz jutunk. Valóban, néhány feltétel teljesülése esetén részben a filmtechnikai trükkökkel megegyezõ, részben tõlük teljesen eltérõ tulajdonságú és hatású eljárás állhat rendelkezésünkre.

A videojel - mint errõl a korábbiakban már esett szó - három lényeges összetevõt tartalmaz. A képtartalom világosságinformációját a világosságjel (Y jel), a színinformációját a (különbségi) színjelekkel modulált színsegédvivõ vagy színsegédvivõk hordozzák, míg a kép elemeinek összerakását, a képalkotást a szinkronjelek rendszere teszi lehetõvé. A képkeverés és a képtrükkök szempontjából mindhárom összetevõt más és más szempontok szerint kell vizsgálnunk.

Alapvetõ feltétel, hogy csakis azon képek (videojelek) keverhetõk, trükközhetõk egymással, amelyek polaritásra és nagyságra nézve kielégítik a jelre vonatkozó szabvány követelményeit. Különleges hatások érhetõk el akkor, ha - a szabvány lehetõségein belül - a szokványostól eltérõ tulajdonságú jeleket használunk.

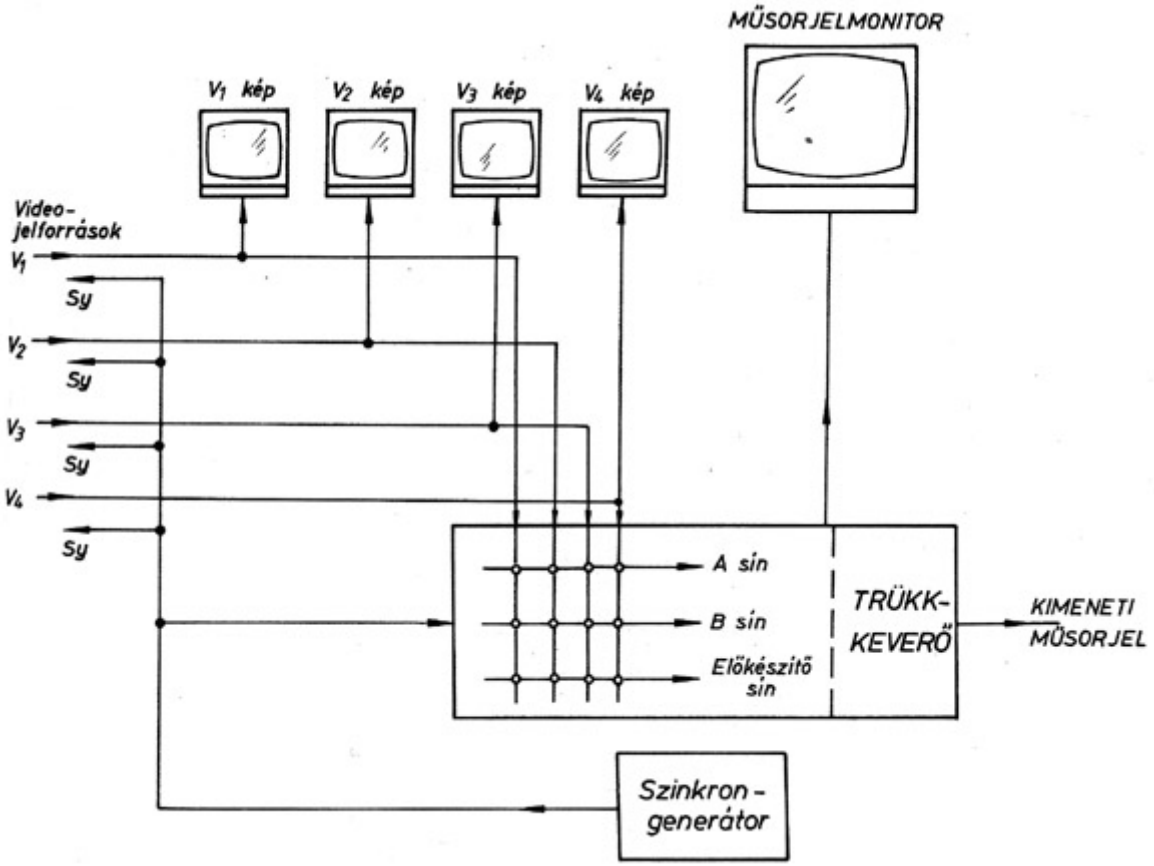
Ahhoz, hogy két vagy több videojelforrás jele keverhetõ, trükközhetõ legyen egymással, nem elegendõ, hogy a jelek feszültségértéke, ill. polaritása szabványos legyen.

Az eljárás akkor hajtható végre tökéletesen, ha igen pontosan frekvencia- és fázisszinkronban dolgoznak - különös tekintettel a színsegédvivõre. Mivel ezt sem az amator célú készülékek, sem pedig a stúdióberendezések stabilitása, felépítése önmagától nem teszi lehetõvé, errõl külön kell gondoskodni.

A színes PAL vagy SECAM videojelek tehát akkor keverhetõk, trükközhetõk, ha gondoskodunk az eljárásba bevont videokészülékek szinkronizálásáról. Mivel az amatõr szintû és a félprofesszionális készülékek egyaránt PAL rendszerben dolgoznak (SECAM rendszert hazánkban csak a Magyar Televízió stúdiórendszerében használnak), a továbbiakban kizárólag a PAL rendszerû készülékkel foglalkozunk. Ezek a keverõk ugyanis az (esetenként rendkívüli) egyszerûségük folytán nagyon olcsók (gyakran olcsóbbak, mint a kamerák vagy a képmagnók), így az amatõrök számára is elérhetõk. A SECAM rendszerû képkeverõ és trükktechnikai készülékek csakis a professzionális stúdiók számára megfizethetõk, nagyméretûek és rendkívül bonyolultak.

## Trükkberendezések felépítése

Bármely trükkberendezés tömbvázlata lényegében a 8.1. ábra szerinti. A videomunkálatokban központi szerepet kap a képkeverõ vagy trükkasztal (mixer). A keverõre csatlakoznak egyrészt azok a jelforrások, amelyeknek jeleit fogadja, másrészt az egyes jelek, képek megfigyelését lehetõvé tevõ monitorok. Számuk esetenként tetszõleges, de a jelforrásonkénti egy monitor, továbbá a kimeneti képet mutató monitor feltétlenül szükséges.




A keverõ mûködése a szinkrongenerátorra épül. Ez lehet egy külsõ szinkrongenerátor, pl. a stúdió központi, nagy pontosságú szinkrongenerátora, vagy lehet a keverõbe beépített egység. Mindezek mellett azonban a keverõ vezérlõ szinkronjele lehet olyan külsõ szinkronjel is, amely a bemenetek valamelyikére kapcsolt külsõ videojelforrásból (pl. valamelyik kamera jelébõl) származik. Míg a nagyobb félprofesszionális és professzionális stúdiókban szinte

kizárólag a központi szinkrongenerátoros üzem a jellemzõ, a kisebb stúdiókban inkább a keverõbe épített generátort, vagy további egyszerûsítésként a külsö jelforrás (kamera) videojelét használják a keverõ vezérlésére.

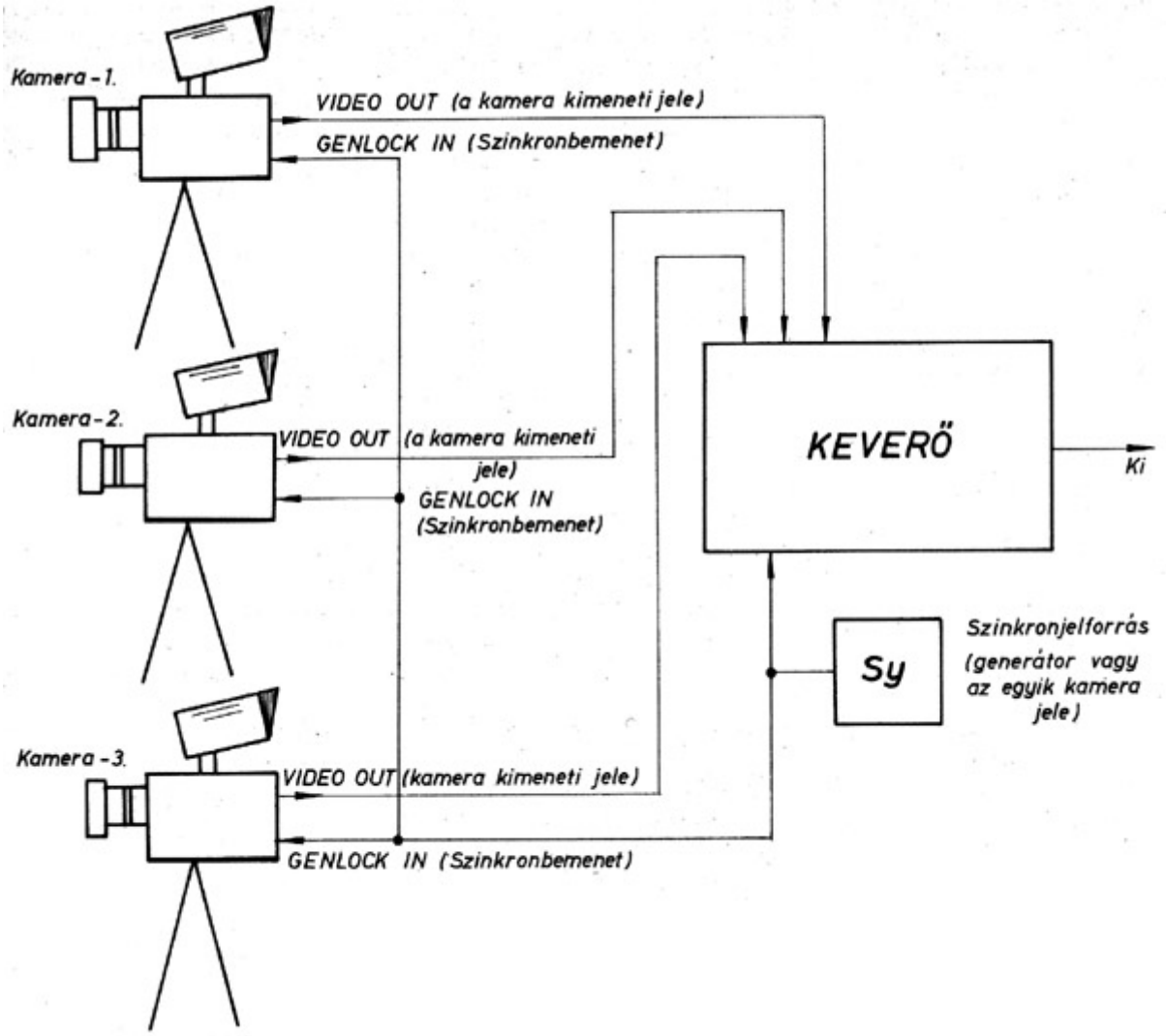
A szinkrongenerátor vagy közös forrású szinkronjel szerepe kettõs. Egyrészt a keverõ áramkörei a különbözõ trükkök elõállítására a sor- és képszinkronjeleket használják fel vezérlõjelül (l. késõbb), másrészt - és ez talán a fontosabb - kizárólag szinkronizált jelforrások videojelei keverhetõk, trükközhetõk egymással.

A keverés során figyelembe kell venni a következõket. A jelforrásoknak azonos színes (PAL) normában kell dolgozniuk, tehát PAL és egyéb (pl. SECAM, NTSC) normájú jelek egymással nem keverhetõk. Az általánosan és szinte kizárólag használt PAL berendezésekhez természetesen PAL normájú keverõ szükséges.

## Szinkronizálási problémák

Mint említettük, valamennyi jelforrásnak azonos sor- és képfrekvencián kell dolgoznia, különös tekintettel a színsegédvivõ pontos frekvenciájára és fázisára. Mivel már igen kis idõalaphibák és fáziseltérések is zavaróan hatnak, és nem csupán jól láthatók, hanem a képelcsúszások, elszínezõdések stb. miatt lehetetlenné teszik a keverést, ezért kizárólag fázismerev szinkronban üzemeltetett készülékek jeleinek feldolgozása, keverése végezhetõ el bármely PAL keverõn. Ez igen szigorú követelmény, és hátrányos következményekkel jár.

Ha jelforrásaink csupán videokamerák, jelüket egymással szinkronizált (kötött, genlock) üzemben lehet keverni. A közepes és annál magasabb minõségi kategóriában valamennyi videokamera tartalmaz belsõ szinkrongenerátort és külsõ szinkronbemenetet. Ezen készülékek szinkrongenerátora egyrészt eléggé jó minõségû (stabil, pontos stb.), másrészt a szinkrongenerátor a GENLOCK feliratú bemeneten keresztül egy külsõ videojel szinkronjeltartományára vagy szabványos szinkronjelre képes igen pontosan (frekvencia- és fázismerev szinkronban) ráállni, és azzal huzamosabb ideig kifogástalanul együtt dolgozni (8.2. ábra). Az ilyen kamera szükség szerinti finombeállítása azonban nem hagyható el az ismételt üzembe helyezés (áttelepülés, újabb munkanap stb.) során.



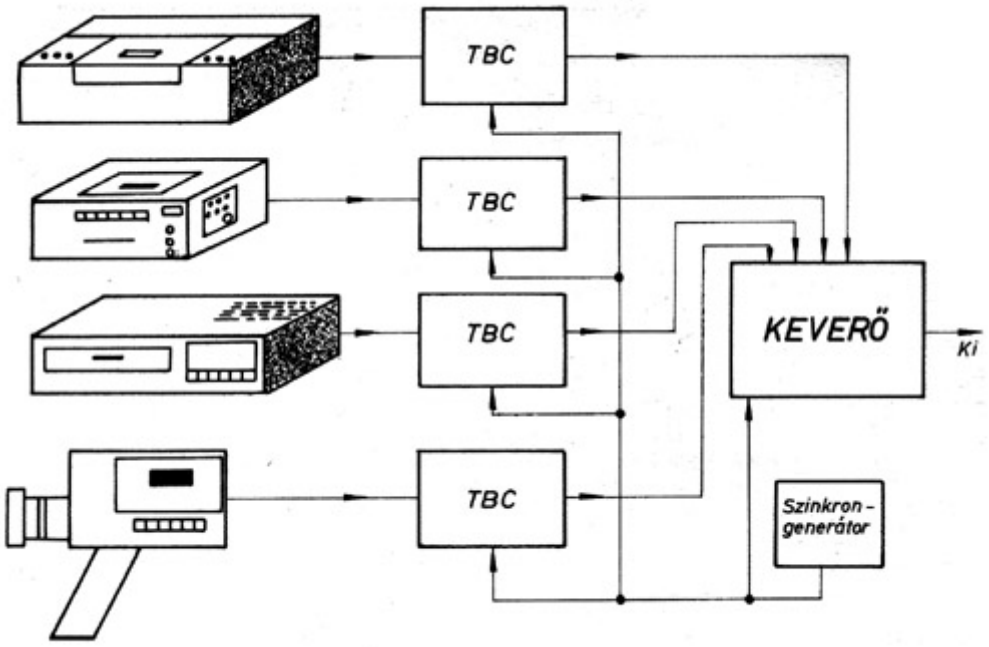

Mivel az olcsó kamerák nem rendelkeznek GENLOCK (külsõ szinkron) bemenettel, ezért több kamerát tartalmazó rendszerben csupán bizonyos megszorításokkal használhatók. Legfeljebb egy ilyen kamera szerepelhet a teljes rendszerben, és elõáll az a visszás helyzet, hogy kényszerûségbõl e kamera videojelének szinkrontartománya képezi a teljes rendszer szinkronizálójelét (ez lesz a vezérkamera). Ha ez a szinkrongenerátor eléggé jó minõségû, a rendszer üzemképes lesz, de az is elõfordulhat, hogy a kellõ stabilitás hiányában a többi kamera nem képes tartósan együtt dolgozni az olcsó, gyenge minõségu kamerával.

Sokkal súlyosabb a helyzet a képmagnókkal! A mechanikus szerkezetek véges pontossága, futásegyenetlensége miatt a kimenõ videojel olyan mértékû idõalaphibákat, ingadozásokat tartalmaz, amelyek a keverés, az "összeszinkronizált" állapot szempontjából elfogadhatatlanok. Ebbõl a szempontból teljesen mindegy, hogy stúdióminõségú, avagy amatõr célú képmagnóról van-e szó.

Képmagnók kimenõ jelei közvetlenül sem egymással, sem kamerajelekkel nem keverhetõk, trükközhetõk. A kamerák belsõ szinkrongenerátorai képtelenek "rászinkronizálni" az ingadozó, el-elcsúszkáló frekvenciájú és fázisú videojelekre. Két vagy több képmagnó jelének (frekvencia- és fázismerev) szinkron együttfutása pedig ma még megoldatlan probléma. Ahhoz, hogy a keverést elvégezhessük, elektronikus berendezéseket kell közbeiktatnunk. Az idõalap-korrektor (TBC=Time Base Corrector) a stúdiómagnó szerves része, így

professzionális szinten a gyengébb képességû magnók jeleinek együttfutásával még nincs tulajdonképpen probléma, hiszen a stúdiómagnók kimenõ jelei így elektronikusan már korrigáltak.

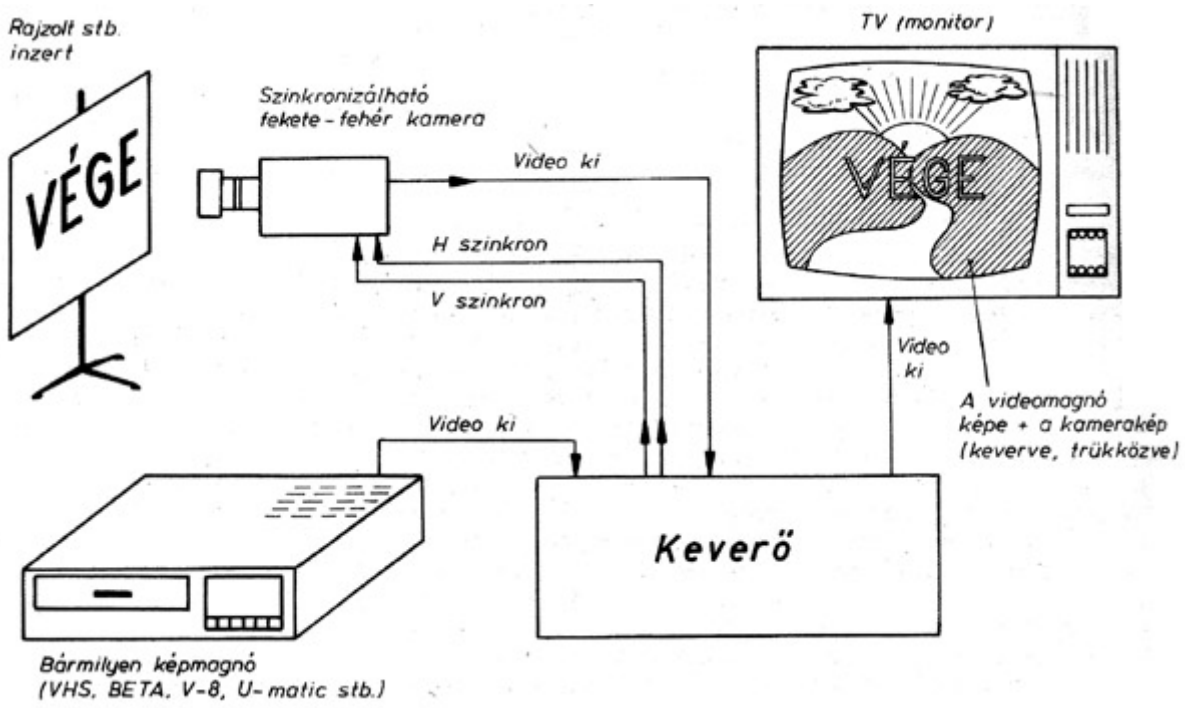
Félprofesszionális stúdiókban az elterjedten használt U-matic képmagnók nem tartalmaznak időalapkorrektort. A munkálatok egy kisebb része ugyanis korrekció nélkül is elvégezhetõ. Keverés, trükktechnika igénybevétele esetén azonban feltétlenül szükség van a U-matic magnók kimenõ jeleinek korrigálására, így ekkor külsõ készülékként iktatják be az időalap-korrektort (8.3. ábra).




TBC: Időalapkorrektor

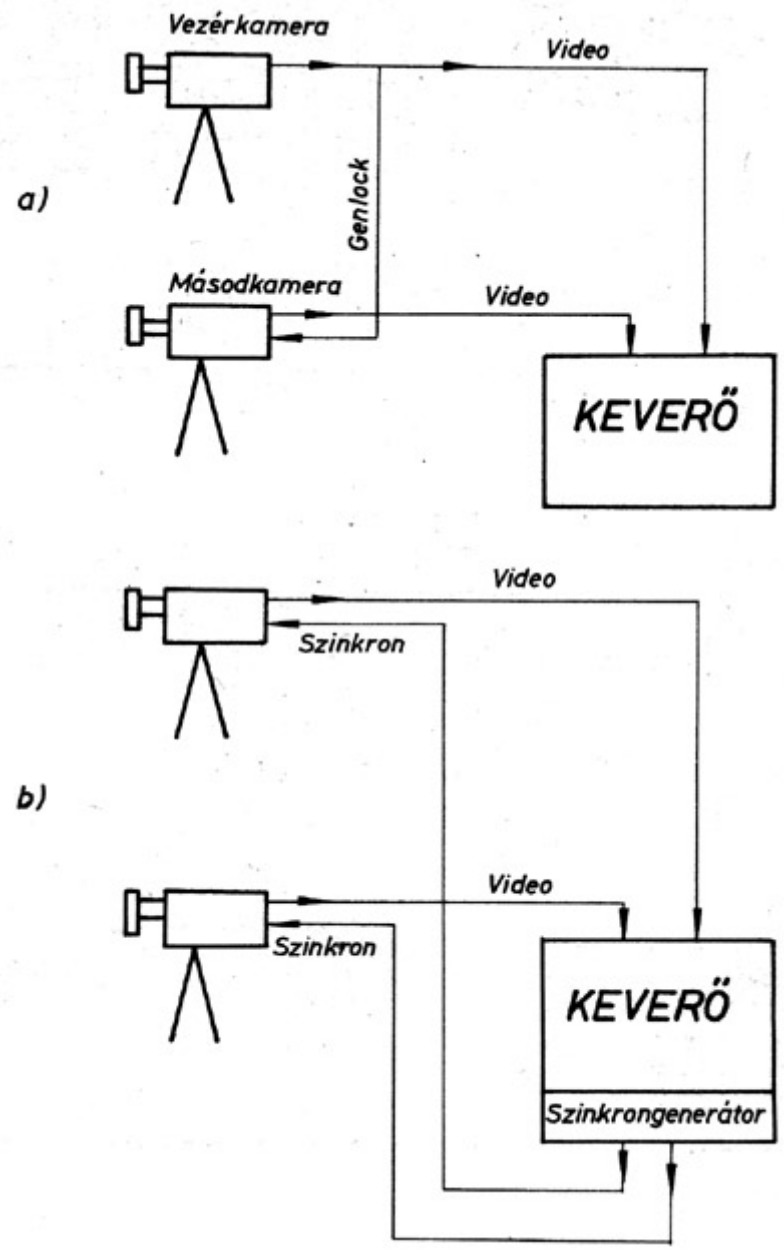
Az amatõr célú képmagnók együttfuttatása még nehezebb feladat, a kimenõ jelek itt is csak az időalap-korrektorral javíthatók. Várni kell még arra, hogy az amatõr videós saját kis kamerájának kimenõ jelét keverhesse VHS vagy egyéb magnójának jelével. Ma még ezt a feladatot nem lehet egyszerû módon megoldani.

A legolcsóbb kategóriában is igény van valamilyen trükkeljárásra, képkeverésre. Ez az - általában szerény - igény szerencsére egyszerû eszközökkel ís kielégíthetõ. Az egyszerûbb kivitelû fekete-fehér videokamerák sor- és képszinkron-generátorai külsõ sor- és képszinkronjelekkel széles tartományban jól szinkronizálhatók. Ha tehát a képmagnó kimenõ jelébõl szinkronleválasztó áramkör segítségével kiemeljük a sor- és képszinkronjeleket, segítségükkel a fekete-fehér kamerát szinkronizálni tudjuk. Ily módon képmagnónk kimenõ jeléhez hozzá tudjuk keverni (trükkölni) egy fekete-fehér kamera jelét eredetiben, vagy utólagosan (elektronikusan) kiszínezve (8.4. ábra). Ez utóbbi mindig egyetlen, kapcsolóval vagy egyéb módon kiválasztható, elektronikusan elõállított szín.




## Szinkronizálás a vezérkamera, ill. a szinkrongenerátor jelével

A több kamera jelét fogadó képkeverõ vagy trükkasztal (mixer) üzemvitelének két lehetséges változatát mutatja a 8.5. ábra. Az elsõ változat esetében a keverõ a vezérkameráról kapja a szinkronjelet, amely többnyire "szó szerint" megegyezik a kamera kimenõ videojelével. A keverõbe épített szinkronleválasztó áramkör ebbõl a videojelbol eltávolítja a képtartalmat, és az áramkörök a videojel szinkrontartalmát hasznosítják. Ugyanekkor a GENLOCK csatlakozásokon keresztül a vezérkamera szinkronizálja a többi kamerát is.

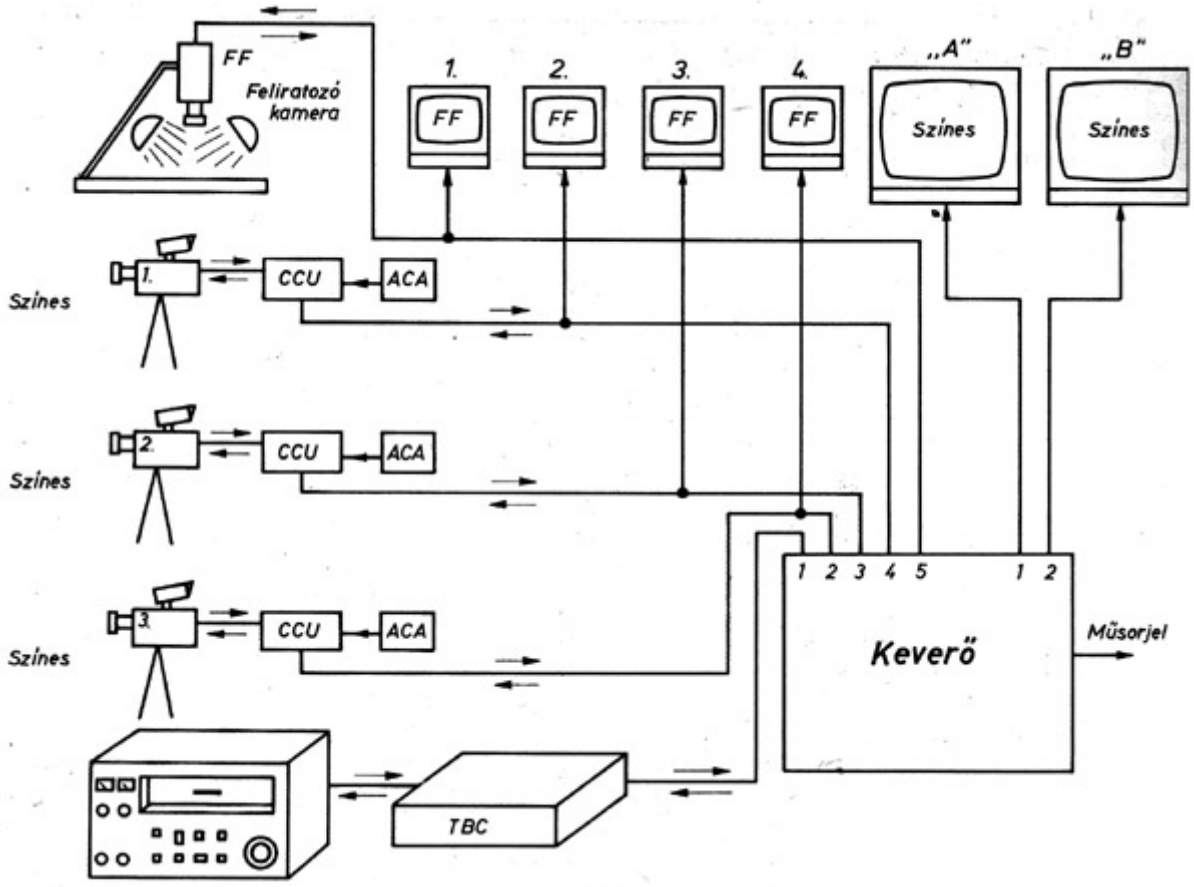



Üzembe helyezéskor valamennyi szinkronizált kamerát frekvenciára és fázisra nézve pontosan be kell állítani a vezérkamera jeléhez (H, V, SC feliratú beállítószervek). Szükség esetén üzem közben is finomítani kell a beállításokat.

A másik változat esetén valamennyi kamera ugyanazt a külsõ szinkronjelet kapja. Ez a szinkronjel származhat valamely központi vagy a keverõbe épített szinkron-generátorból. A két változat abban különbözik egymástól, hogy míg az utóbbi esetben a kamerák egymástól lényegében függetlenül dolgoznak, addig az elsõ esetben a vezérkamera mûködése kihat az összes többi készülékre. Így stabilitása, üzemzavara (pl. túlvezérlése) hátrányosan befolyásolhatja a készítendõ mûsort.

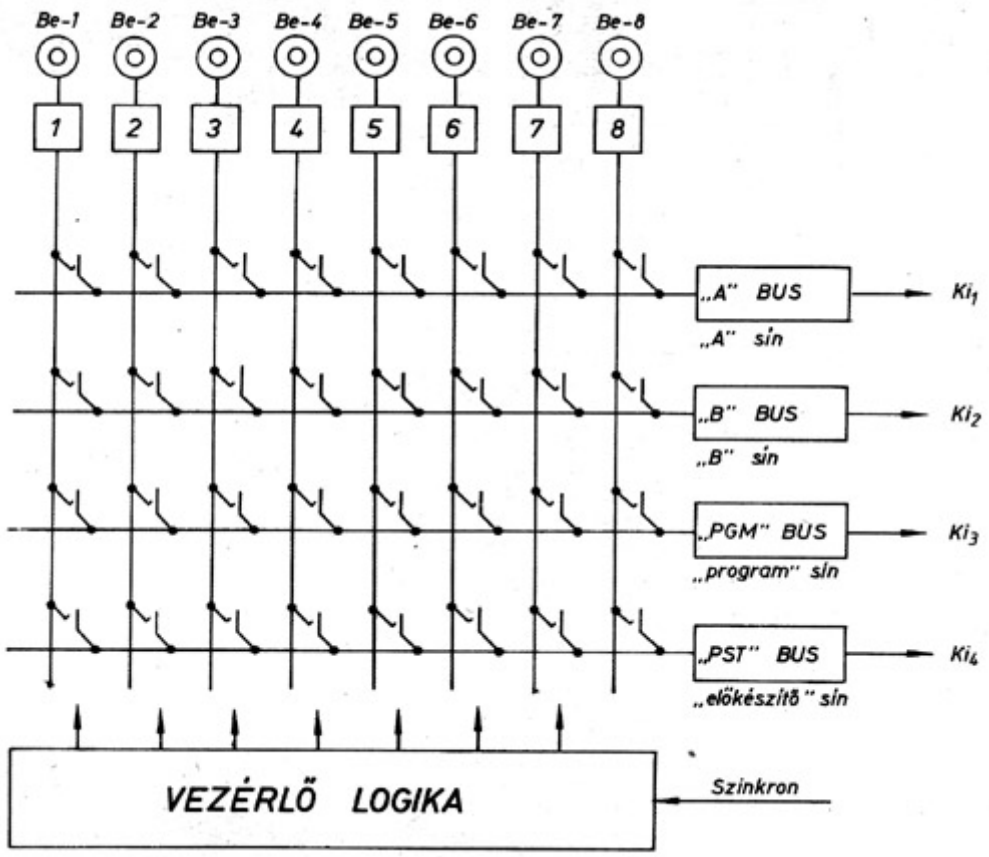
A 8.6. ábrán egy kisebb videostúdió felépítését láthatjuk, ahol a szinkronjelet a keverõbe épített szinkrongenerátor szolgáltatja. Az ábrán öt jelforrást rajzoltunk be, de elvileg korlátlan azon jelek száma, amelyeket egy keverõben egyidejûleg manipulálni lehet. A gyakorlati korlát a keverõ bemeneteinek száma. Ez a legegyszerûbb esetben is két csatornát jelent, míg a felsõ

határ rendszerint anyagi természetû, és félprofesszionális berendezéseknél ritkán haladja meg a 6...8 csatornát.




*8.6. ábra Kis mûsorkészítõ stúdió felépítése a jelforrásoktól a keverõig*

A három szinkronizált (genlock üzemû) színes, továbbá a feliratozó (kép- és sorszinkronjelekkel szinkronizált) fekete-fehér kamerát közvetlenül, a képmagnó jelét idõalap-korrektoron keresztül csatlakoztatjuk a keverõhöz. A kamerák távszabályozó/beállító egységekkel (CCU) és hálózati tápegységgel (ACA) vannak ellátva. Ezek lehetõvé teszik a stúdiómunkát, a megfelelõ távszabályozást, finombeállítást a technikai helyiségben, függetlenül a stúdió mûtermétõl. Valamennyi jelforrás jele közvetlenül fekete-fehérben vagy a stúdió keverõjén keresztül színesben vizsgálható, megfigyelhetõ. A kamerákkal és az operatõrökkel a kapcsolatot megfelelõ hosszúságú, sokeres kábelhálózat segítségével biztosítják. A kábeleken a jeláramlás (videojel, hangjel, szinkronjel, belsõ utasítóhang stb.) kétirányú. A kikevert, trükkölt képet a stúdió legjobb minõségû monitorán ellenõrzik




**8.7. ábra Kapcsolómezõ, amely fogadja a jelforrásokat (a rajz szerinti esetben nyolc videocsatornán), majd a kimenetre a rendezõ utasításai szerinti módon kiadja a kívánt kimeneti sínre az adott csatorna jelét**

A kapcsolás nyomógombokkal történik, de ez csak a vezérlõlogikának ad utasítást. A logika csak megfelelõen értelmezhetõ parancsot fogad el (kiszûri a téves parancsokat), és a végrehajtás során törli az elõzõ beállításokat, létrehozva az újat. A tulajdonképpeni átkapcsolást a szinkronjel vezérli, a képvisszafuttatás ideje alatt engedélyezve a kijelölt kapcsolási mûveletet. Amíg az *A* és *B* sínen kikevert, kiválasztott mûsort, trükköt a programcsatornára kiadjuk az elõkészítõ csatornán zavartalanul próbálhatjuk az újabb beállításokat, trükköket

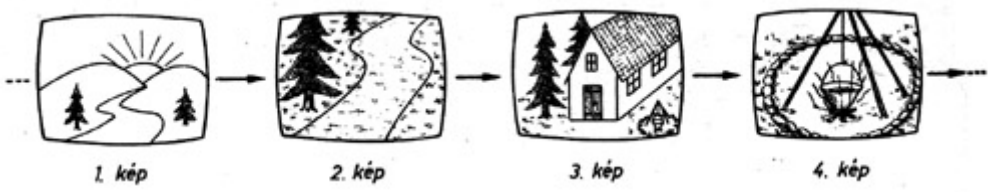
# 8.2. A videotrükkök fajtái

A videotechnika részint "örökölte" a filmtechnikában szokásos trükköket, részint azonban jelentõs elõrelépést mutat. Ez a hatalmas fejlõdés azért következett be, mert a videotrükk gyorsabb, olcsóbb és egyszerûbb, mint ugyanaz a filmtrükk, továbbá ebben a technikában

olyan eljárásokra nyílik lehetõség, amelyek kizárólag elektronikus úton hozhatók létre, ill. filmtechnikai megvalósításuk nagyon költséges lenne.

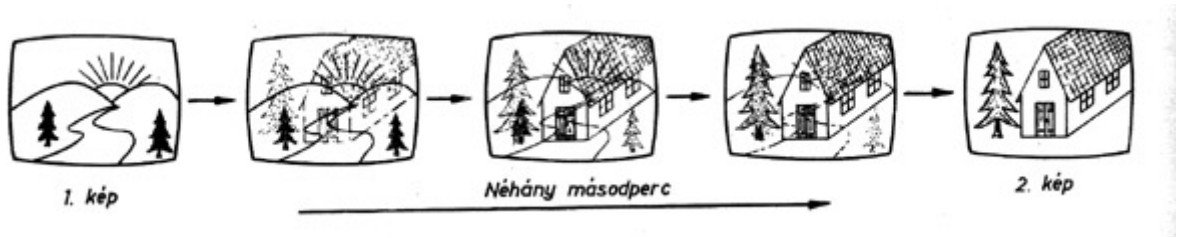
*Élesvágás*

A legtöbb képkeverõ valamilyen kapcsolórendszerrel (8.7. ábra) fogadja a bemenetre csatlakozó, egymással merev szinkronkapcsolatban levõ jeleket. A legelemibb trükk az egyes jelek átkapcsolása, ill. kiadása a kimenetre. Ezt a videotechnikában élesvágásnak (8.8. ábra) nevezik. A kifejezés a filmtechnikában használatos, onnan származik. Ott ugyanis a filmszalagot valóban (vágókészülékkel) az egyes illeszkedõ jeleneteknél (snitteknél) elvágják, a kapott filmdarabokat a kívánt sorrendben összeragasztják, a rendezõ elképzelésének megfelelõen. A videotechnikában az élesvágást úgy kell létrehozni, hogy a mûsorban a vágás helyén zavaró képrészletek ne keletkezzenek. A vágást ezért két lépcsõben végzik. A rendezõ a megfelelõ gomb megnyomásával csak mintegy kijelöli a mûveletet, de végrehajtásra csak akkor kerül sor, amikor az éppen következõ képvisszafutás, azaz képkioltás idopontja bekövetkezik. Így az átváltás pillanatszerû; zavaró, hibás képrészletek, szinkronizációs problémák nem lépnek fel.

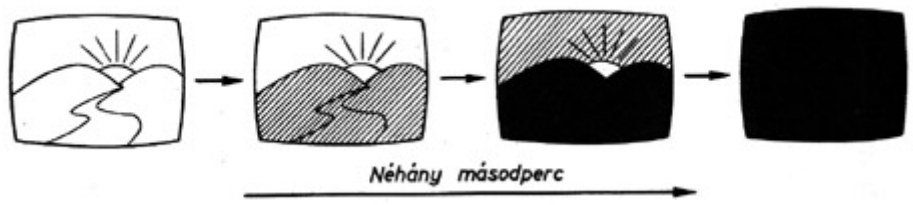



*Átúsztatás*

Az átkeverés (*mix, dissolve*) - két kép átúsztatása - során (8.9. ábra) a kimenetre két bemenet felõl érkezik jel. A megfelelõ kezelõszerv segítségével a két jel aránya úgy szabályozható, hogy összegük mindig egységnyi értékû legyen a kimeneten. Ha tehát az egyik jel 100%-os értékû, a másik jelbõl semmi sem jut a kimenetre, míg a szabályozó középállásában mindkét jelnek csupán a fele jut a kimenetre. A jelenetek közötti élesvágás helyett gyorsabb vagy lassabb átmenet képezhetõ. Az áttûnés, átúsztatás lehet kézi vagy automatikus, idõzítõáramkörrel vezérelt.



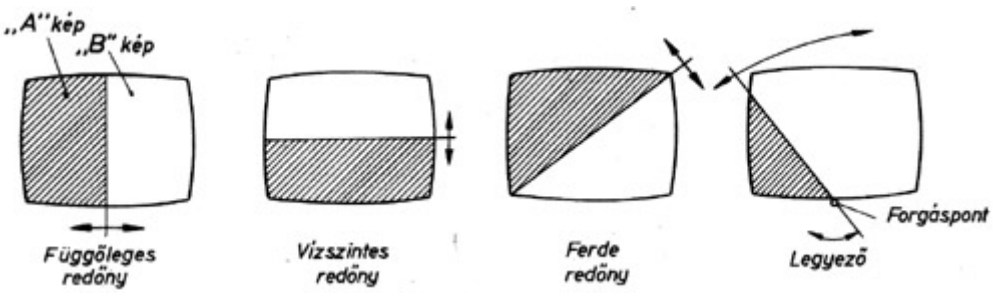

Ha egyetlen jel jut csak erre az áramkörre, az átúsztatás során - másik jel nem lévén - a kép elsötétedik (8.10. ábra). Egyes készülékekben mód van ezen kívül fehérbe vagy valamely elõre kiválasztott (elektronikusan elõállított) színárnyalatba lekeverni a képet. Ezek használata ritkán indokolt. Elõfordul olyan megoldás is, ahol az átkeverés egy közbensõ elsötétedés után jön létre.



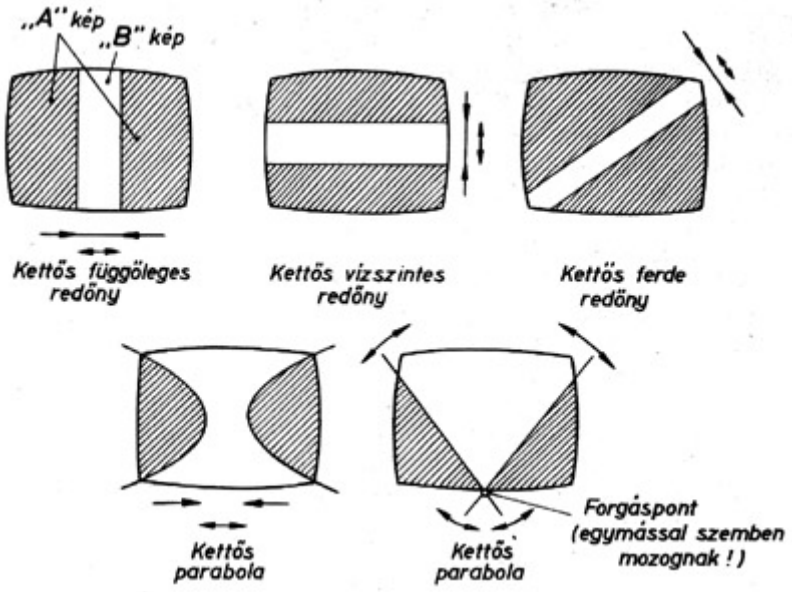

*Wipe*

Két kép átkeverésének rendkívül sok változatát állíthatjuk elõ az alakzat mentén történõ keveréssel (*wipe*). Az elektronikus eljárás lényege az, hogy a kép- és a sorszinkronjelek meghatározott módszerek szerint késleltetõ-áramköröket vezérelnek. A késleltetések mindenképpen egy soridõn, ill. a félképidõn belül maradnak. A késleltetõ-áramkörök elektronikus kapcsolókat vezérelnek, amelyek rendszerint párosával dolgoznak. Az egyik kapcsoló az egyik képet, videojelet, a másik kapcsoló a másik képet, videojelet kapcsolja, de mindig ellenütemben. A kimenetre tehát a kapcsolók állásától függõen kerülnek ki képrészletek vagy az egyik, vagy a másik képbõl. Mivel a kapcsolók mûködési sebességét kellõen gyorsra választják, az átkapcsolás helye a képen legtöbbször nem is látható, vagy a kis hiba nem zavaró.

Az elõállítható alakzatok száma végtelen. A legegyszerûbb a vonal menti vagy redõnywipe (8.11. ábra). Ekkor a két kép egyetlen függoleges, vízszintes vagy ferde, esetleg változó ferdeségû egyenes mentén határolódik el egymástól. A kezelõszerv segítségével ez a határvonal mozgatható (jobbra, balra vagy föl, le stb.).

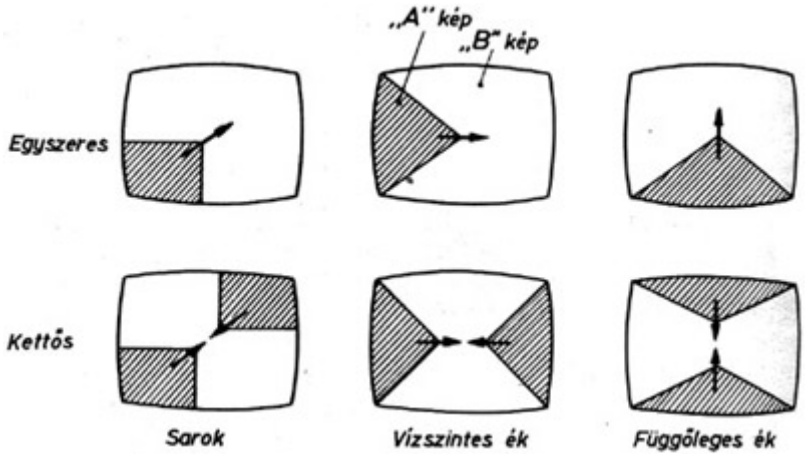



A wipe egyszerû formái egyetlen határvonal mentén cserélik át a képtartalmat. A wipe azonban létrehozható két (szimmetrikusan viselkedõ) egyenes mentén is (8.12. ábra).



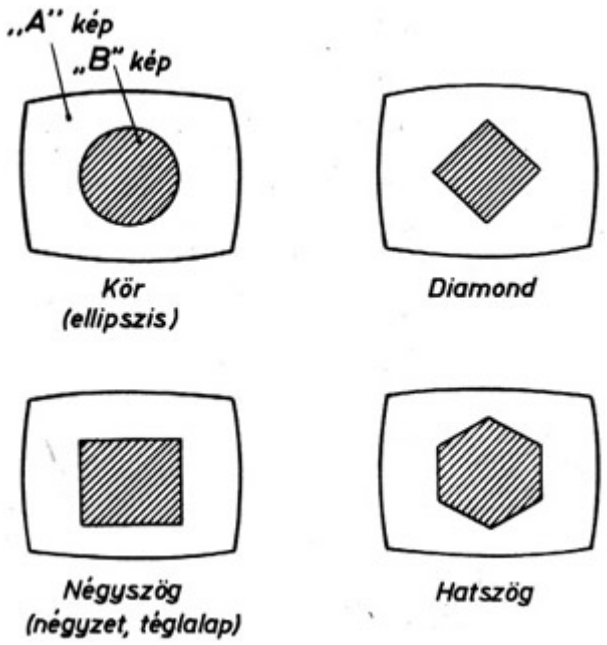

8.12. ábra A vonalakat párosával (szimmetrikusan) mozgatva változatos, tetszetõs wipe-trükköt kapunk

A vonal ezen kívül lehet egyszeresen vagy többszörösen megtört, ill. manipulált is. Egyszerûbb esetben a vonal(ak) ék alakú(ak), (8.13. ábra), esetleg fûrészfogazatú(ak) lehet(nek), de sokszor vezérelhetõ a vonal külsõ jellel is. Ekkor az átkeverés határvonala mozoghat is valamilyen szabályos vagy szabálytalan függvény szerint. Gyakran vezérlik a vonalat szinuszjellel, ez a képen szabályos (sûrûbb vagy ritkább) hullámvonal alakjában jelentkezik, álló vagy lüktetõ formában.



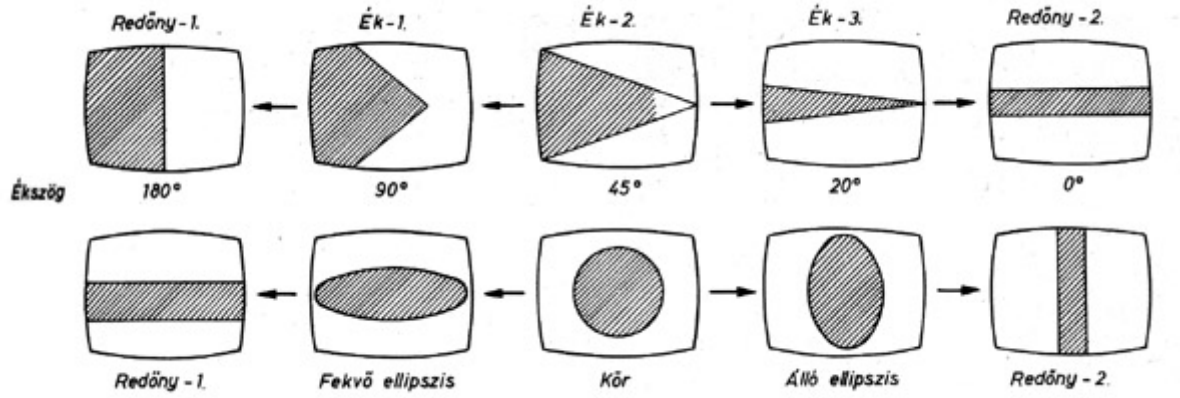

8.13. ábra A vonalat megtörve érdekes sarok-, ékwipe-ot kapunk. Megkettõzés itt is lehetséges.

A zárt alakzat mentén képzett wipe (8.14. ábra) kedvelt formája a szabályos kör, vagy pedig a képernyõ oldalarányait tükrözõ ellipszis. Ekkor a wipe mozgása során a határvonal a kép közepén egy pontból mintegy születni látszik, és a keverés során úgy növekszik meg, hogy végül meghaladja a látható képfelületet. Természetesen a hatás fordítva is beállítható (zsugorodhat is a kör). A kör középpontja számos esetben nem csupán a kép közepén helyezkedhet el, hanem bárhová elmozdítható a képfelületen.




8.14. ábra A zárt alakzat határolóvonala mentén történõ wipe-trükk igen kedvelt és hasznos forma. A zárt vonallal határolt idom méretét változtatjuk a wipe során a pontszerûtõl a képernyõnél nagyobb méretig oda- vagy visszafelé. A középponti elhelyezkedés mellett sok esetben lehetõség van az alakzat elcsúsztatására, a képernyõ bármely pontjára való áthelyezésre.

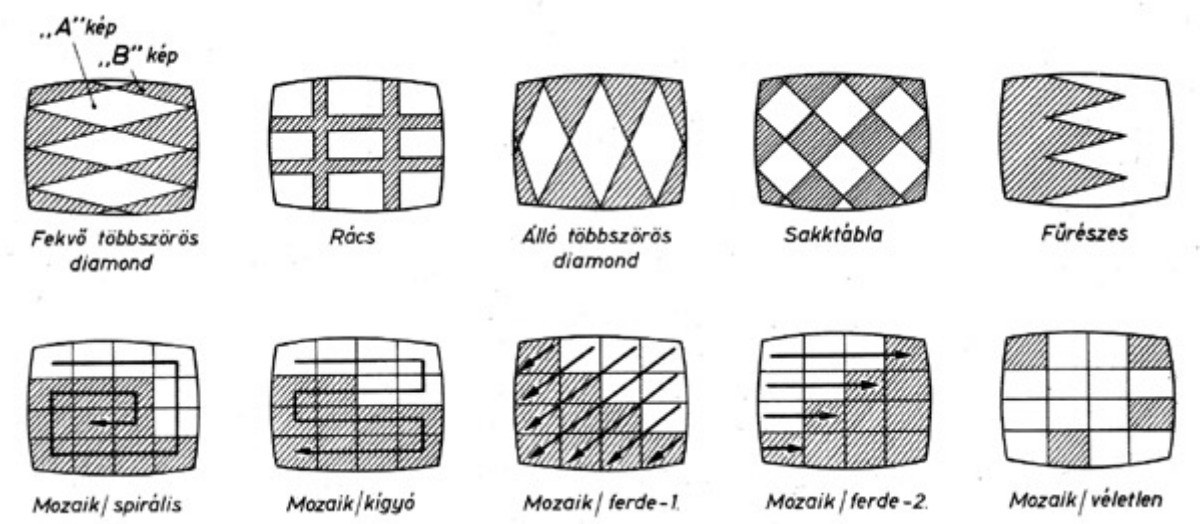
Megfelelõ beállítószervekkel a kört ellipszissé, majd keskeny csíkká változtathatjuk (8.15. ábra), így kettõs redõnywipe-ot kapunk. Igen gyakori, hogy a jelminták (wipe-ok) között a körön kívül állítható méretû, helyzetû és oldalarányú téglalap (négyzet) is szerepel (l. a 8.14. ábrát). Ilyen, feketébe kevert téglalappal takarhatjuk el a képen a szereplõ szemét, arcának jellemzõ részét, ha a személy fölismerése nem kívánatos.




8.15. ábra A wipe-alakzatokat esetenként a külsõ kezelõszervekkel szélsõségesen megváltoztathatjuk, torzíthatjuk. Így újabb alakzatok jönnek létre, pl. ékbõl redõny, körbõl ellipszis és redõny stb.

Egyetlen zárt vonal helyett több is alkalmazható, így többféle rácsalakzat állítható elõ (8.16. ábra). Különféle egyszerû programozott generátorokat használva és a képfelületet számos (pl. több tucat) kisebb részre felosztva mód van arra, hogy kisebb képmozaikok mentén átkeverést hajtsunk végre valamilyen meghatározott rend (spirális, kígyóvonal) szerint, ill. statisztikus, véletlenszerû eloszlású átkeverést végezzünk. Ha a képmezõ kis mezõkre való felosztása

olyan finom, hogy egy mezõ közel egy képelem méretû, az átkeverés (wipe) olyan hatású, mintha homokot szórtak volna a képre.




8.16. ábra Többféle generátor egyidejû bekapcsolásával bonyolultabb alakzatokat kapunk. Így különféle, többszörös zárt alakzat (diamond négyzetrács, pöttyös, sakktábla stb.) jön létre. A határolóegyenes vagy egyenesek modulálhatók szinkron vagy aszinkron jelekkel. Amíg az elsõ esetben a határolóvonal pl. álló fûrészfog alakú lehet, a második esetben a vonal hullámzik, vonaglik a beállítástól függõen. A mozaikwipe esetében az egyes képmezõk pillanatszerû átkapcsolása valamilyen belsõ rend szerint megy végbe, erre utalnak a berajzolt nyilak.

A jelminták elektronikus elõállítása csupán fantázia kérdése. Az áramkörök igen olcsók. Ily módon a legegyszerûbb amatõr szintû keverõk is alkalmasak 3-4 (pl. sarok-, redõny- stb.) wipe-alakzat létrehozására. A félprofesszionális keverõk önmagukban vagy kiegészítõkkel 100...200 alakzatot is képesek elõállítani. Ezek általában úgy jönnek létre, hogy néhány egyszerûbb alakzatot kombinálni lehet egymással, akár többszörösen is (nem ritka, hogy 4-5 jelminta-generátor is dolgozik egyszerre). A beépített modulációk, mozaikgenerátorok, többszörözõk a minták számát szinte korlátlanná tehetik.

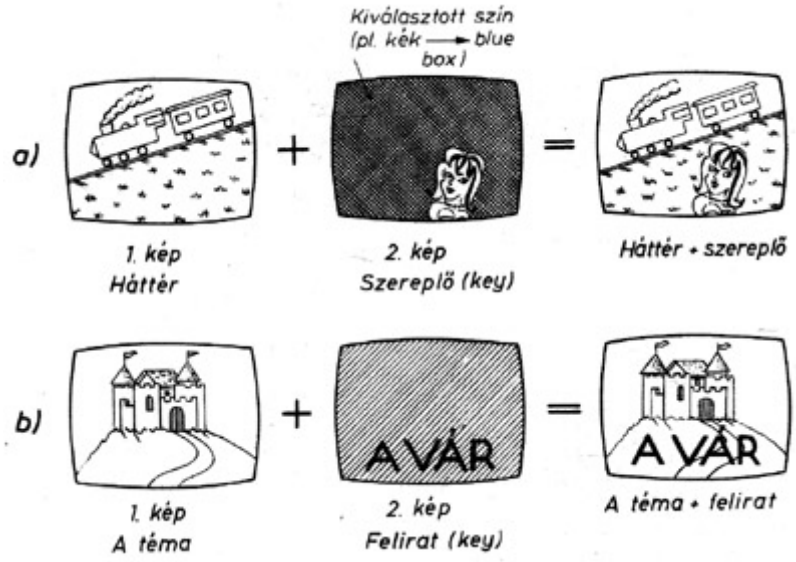
*Soft wipe és keret*

A wipe alapesetben egyetlen éles, jól látható határvonal mentén választja szét a két képet egymástól. Ha a két képjel között az átkapcsolási folyamat nem pillanatszerû, hanem elhúzódó, lassú, a képátmenet elmosódott, életlen, lágy lesz. Ennek mértéke - rendszerint több fokozatban - állítható is (*soft wipe*). Ha egy beépített idõzítõ-áramkör segítségével az átkapcsolás ideje alatt átmenetileg rövid szünetet tartunk, ez az átkapcsolási vonalat kiszélesíti, mintegy keretet képez (*border*). A képkeret vastagsága, utólag belekeverhetõ elektronikus színezése, árnyalata és életlensége rendszerint állítható. A képkeverõk egy része külsõ jelminta-generátorok jelének fogadására is alkalmas, így további képi lehetõségek adódnak.

*Key*

Rendkívül hatásos képi lehetõség a kulcsjelekkel történõ manipuláció, a *key*. Egyszerûbb esetben arról van szó, hogy kapcsolójelet képezhetünk egy kiválasztott képcsatorna meghatározott világosságértékû képrészleteinél. A meghatározott világosságszint alatti és feletti tartományt elválasztó határvonalat a mindenkori képtartalom, megvilágítás határozza meg. A kiválasztott szinten az áramkör kapcsolójelet képez, és az átkapcsolás így a képtartalom függvényében jön létre. A szükséges áramkörök felépítése közel azonos a wipe-hoz szükségesekével, de a mesterséges jelmintaalakzat helyett a képtartalom kiválasztott része vezérli a kapcsolókat.

Kapcsolójelet többféleképpen is elõállíthatunk. Minden készülékben, keverõben mód van valamely képcsatorna jelét forrásjelként felhasználni a key áramkör vezérlésére (8.17. ábra).

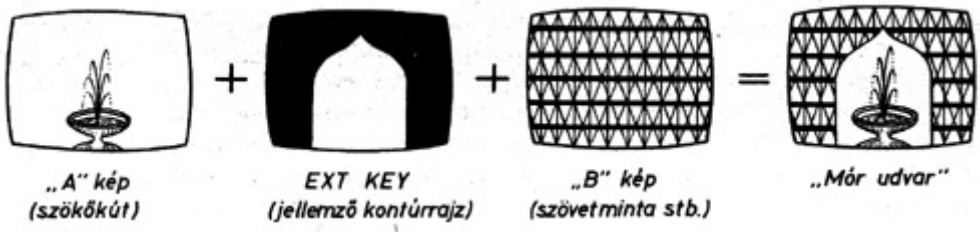



8.17. ábra A key két tipikus esete

*a)* Az egyik kép részleteinek kicserélése adott helyen egy másik kép jól körülhatárolt részleteivel. A körülhatárolást megfelelõ színû, és/vagy árnyalatú háttér és elektronikus vágóáramkörök teszik lehetõvé.

*b)* A felirat beillesztése a képbe szintén key segítségével történhet. A feliratot tartalmazó képpel szemben támasztott követelmények azonosak az elõzõ esetével

Ezenkívül még számos lehétõség rendelkezésre áll, pl. külsõ (szinkron) videojel is képezhet key forrásjelet (8.18. ábra).




8.l8. ábra A két kamerakép közötti key létrejöhet egy harmadik (idegen, külsõ) kép nyújtotta információ segitségével is (EXT KEY)

A key-kamera ekkor csupán a jellemzõ kontúrt szolgáltatja, Így fekete-fehér kamera is lehet.

A kapcsolójel segítségével - a forrásjel által meghatározott képrészleteknél - az áramkörök átkapcsolást hajtanak végre, és ezeken a pontokon egy másik kép részleteit lehet az eredeti képbe iktatni. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy a kép meghatározott részleteit kicserélhetjük egy másik kép elemeire. Így pl. a hírolvasó bemondó mögötti hátteret sötétben tartva, és ezt a sötét képrészletet - a key segítségével - valamely riportfilm részleteivel helyettesítve igen mozgalmas, érdekes képhatást kapunk. Mindössze arra kell ügyelni, hogy az a forráskép, amibõl a key segítségével kiválasztunk egy részletet (pl. a sötét hátteret), más képpontokon ilyen sötét árnyalatú részeket ne tartalmazzon, mert a key ott is (nem kívánt módon) létrejön.

A key kapuzási szintje, érzékenysége kezelõszervvel állítható, és a kapcsolási szint a feketétõl a csúcsfehér szintig terjed. Egyszerûbb esetben a kiemelt képtartomány helyére egy másik kép vagy mesterséges szín kerülhet. A mesterséges szín lehet valamely szürke árnyalat (feketétõl a fehérig), vagy valamely elektronikusan elõállított szín. Ezzel az eljárással sok célszerû - és a filmtechnikában igen drága - trükkhelyzet megvalósítható. A szereplõket tetszés szerinti helyszínre helyezhetjük, tetszés szerinti méretarányban (törpék-óriások!), tárgyak képi jelentését megváltoztathatjuk a kicserélt képrészletekkel, költséges, nagyméretû díszleteket helyettesíthetünk kisméretû makettekkel stb.

A key használata során felmerül az a probléma, hogy a kikapuzott képrészletek egy része zavaró, nem kívánt. A világítással nehéz ugyanis a mozgalmas cselekmény teljes helyszínén a megfelelõ kapuzási szintet zavartalanul beállítani, így a véletlen mély árnyékok vagy véletlen csúcsfények helyén is létrejön a key effektus, és ez gyakran tönkreteszi a kompozíciót.

Az ember (az emberi test) nagyon gyakran szerepel ezekben a trükkmûveletekben. Megfigyelték, hogy a bor, az arc színében a kék van a legkisebb arányban (eltekintve a kék szembogártól).

*Chroma key*

A *chroma key* hasonlóképpen mûködik, mint a key, csupán a szürke különbözõ árnyalatai helyett a kiválasztott, meghatározott színek kapuzhatók ki, az azonos árnyalatú és színû képfelületek cserélhetõk ki egy másik kép részleteire. A színárnyalat kíválasztása rendszerint valamilyen botkormányfélével történik. Mivel az áramkörök nem csupán a színárnyalatokra, hanem azok telítettségére is (világosságára) érzékenyek, a világítás itt is meglehetõsen kritikus.

A chroma key trükk egyik speciális esete a blue box technika. Ebben az esetben a megfelelõen kiválasztott árnyalatú (kék) szín helyére illesztik be az új képet. A kék szín belsõ díszletezés során könnyen létrehozható, illetve jól tervezhetõ, az árnyalat szabványosítható. A középkategóriájú trükkasztalok tartozéka egy kis darab kék vászonból készült színminta, amelynek színe a készülék mûködése szempontjából a legmegfelelõbb. Mivel az északi (pl. angolszász) országok filmjeiben túlságosan gyakori a kék szemû szereplõ, ilyenkor az arc (vagy a test) színében igen ritka zöld színt használják ebben a technikában. A trükkasztalok zöménél - kezelési szempontból - mindegy, hogy melyik színt használjuk.

A key az egyik legjobban használható video-trükkeljárás. Segítségével a meghökkentõ képi hatásokon túl (pl. a fantasztikus filmekben, mesejátékokban stb.) rendkívül jó gyakorlati módszerhez jutunk a feliratoknak, a képaláírásoknak, a figyelmeztetõ jelzéseknek, a magyarázó ábráknak stb. az éppen futó képanyagba való beiktatására.

*Háttérszín*

A legtöbb videokeverõpult tartalmaz háttérszín-generátort. Ez az áramkör elektronikus úton állít elõ színeket, amelyeknek árnyalata és telítettsége kezelõszervekkel beállítható. Felhasználási területe igen széles. Mivel ennek jele is bemenõ jelként kezelhetõ, tetszés szerinti módszerekkel trükközhetõ. Adott képet pl. erre az árnyalatra keverhetünk át bármelyik eddig ismertetett (mix, wipe, key) módszerrel. A wipe azon eseteiben, amikor széles elválasztóvonalat (keretet) alkalmazunk, ennek a keretnek a színét állíthatjuk be. Egy tetszés szerinti színt a key segítségével kicserélhetünk erre a színre. A keverõpultokon általában háromállású kapcsolóval választható ki a háttérszín - így fekete, színes vagy fehér árnyalat állítható be.

A trükkök legnagyobb része egymással is kombinálható már egyazon keverõpult esetén is, de több ilyen készülék használatával a lehetõségek száma megsokszorozódik.

*Digitális trükkök*

Különösen sok trükklehetõséget kínálnak a digitális rendszerû trükkasztalok. Amíg ugyanis az analóg felépítésû készülékek csak valós idejû, vagy képmagnóra rögzített és szabványos felépítésû videojelet képesek kezelni, addig a digitális technikával más feladatok is megoldhatók.

Kellõen gyors muködésû integrált áramköröket használva a futó kép tárolható a félvezetõ memóriában - megfelelõ analóg-digitális átalakítás után. Az így kapott digitális információ számítástechnikai módszerekkel kezelhetõ, majd digitális-analóg átalakítás után újra feldolgozható az analóg videorendszerben. A kapott lehetõségek száma gyakorlatilag végtelen, mivel az írható kezelõprogramok száma is az.

A FREEZE (=állókép, képkimerevítés) során a futó képbõl kiválasztott egyetlen képkockát a tárba írhatjuk. Kiolvasáskor biztosítható a teljes szinkronitás, így voltaképpen egyetlen állóképet kaphatunk tetszés szerinti ideig. Ugyanazt a képet kiolvasva (folyamatosan) úgy kezelhetjük, mintha futó anyag lenne, és ezzel az egy képkockával is sok, eddig ismertetett trükk végrehajtható. Mivel a kiolvasás módját tetszés szerint megválaszthatjuk, ezt számos (a készülékbe beépített rutin vagy külsõ), program szerint végezhetjük. Így pl. a kiválasztott képkocka (mérethelyesen) bármely irányból betolható a képbe úgy, hogy a régi (futó) képet lefedje stb.

Mivel a tárból való kiolvasás módja megválasztható, ez esetleg el is térhet az érvényes szabványoktól is. Ha megfelelõ áramkörrel biztosítjuk, hogy a nem szabványos kiolvasású képet be lehessen illeszteni a képfolyamba (mégis szabványos legyen), igen változatos, mutatós, esetenként meghökkentõ, sõt komikus trükköket kaphatunk. Így eltérõ méretarányú,

eltérõ méretû kép is kiolvasható. Akár az állókép, akár a futó anyag keskenyebb vagy alacsonyabb lehet az eredetinél. Könnyen megoldható a "kép a képben" trükk is, amelynek lényege az, hogy a normál méretû képbe kisebb vagy sokkal kisebb másik, élõ kép kerül. A kiolvasás módozatai szerint ez utóbbi helyzete, geometriája is változtatható. A kiolvasás tetszés szerinti, bonyolult függvénynek megfelelõen is programozható, így a kép mérete és helyzete (mozgása) nagyon változatos lehet. Ezen a módon programozott mozgások, ívek, röppályák, forgások, billenések, gyûrõdések, hullámzások, szétrobbanások, részleges vagy teljes tükrözõdések és számtalan egyéb variáció állítható elõ, esetenként kombinálva is. Pl. az élõ kép belül lyukas csõvé, hasábbá hajtható össze, amelynek belsõ felületén szintén élõ kép van. A csõ vagy hasáb foroghat, bukdácsolhat, zsugorodhat, szétfolyhat stb.