

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

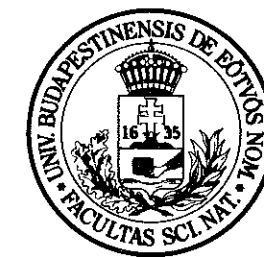
Technikatörténet 1760 — 1960

Az ipari forradalom határainkon túl és Magyarországon

Egyetemi és főiskolai jegyzet

Szerkesztette

Endrei Walter és Jeszenszky Sándor



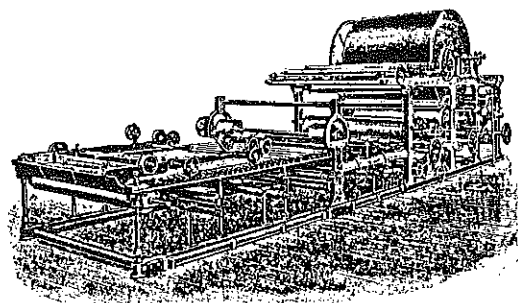
15. Az ipari forradalom hatása a szellemi kultúra néhány területére

15.1 Sokszorosítás

Az ipari forradalom okozta változások az emberi lét valamennyi területére kihatottak, így a szellemi kultúra tárgyi feltételeit is gyökeresen átalakították. Áll ez mindenekelőtt az írásos kommunikáció módszerére, a középkor végén keletkezett *nyomdászatra*. Ennek technikája *Gutenberg* óta alig módosult; egy 1800 körüli tégelysajtó óránként csak 250...300 ívet tudott nyomni. A német *Friedrich König* Angliában építette meg 1810...12 között az első „cilinder sajtót” és 1814-ben a *Times* már az ív mindkét oldalát megnyomó gyorsajtón, 1600 ív/h teljesítménnyel készült.

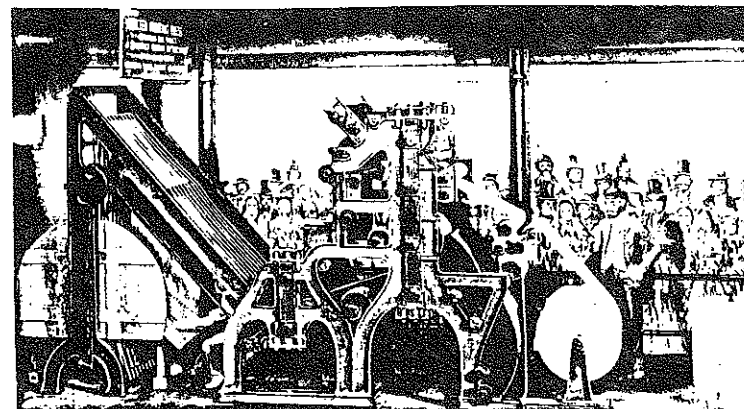
A teljesen folytonos működésű, ma is használatos *rotációs gép* megvalósulásának akadályá a papíripar elavult technológiája volt. Mint ismeretes, a papírt rongyokból aprított cellulózsuszpenzióból szitával merítették ívenként, ami a nyomás szakaszosságát eleve megsabta.

A hosszú papírtekersect gyártó *papírgép* első használható változata lapos hevederszitával a francia *L. Robert* alkotása volt (1799), a gépipar történetéből ismert *J. Bramah* ezt hengersizitájával (1805) tökéletesítette. Ám az érezhető papírhányat határt szabott a gép általános elterjedésének; a kezdeményező Franciaországban még 1827-ben is csak négy gép működött. (Egyikük a léggömb feltaláló *Montgolfier*-család Anonay-i üzemében.)



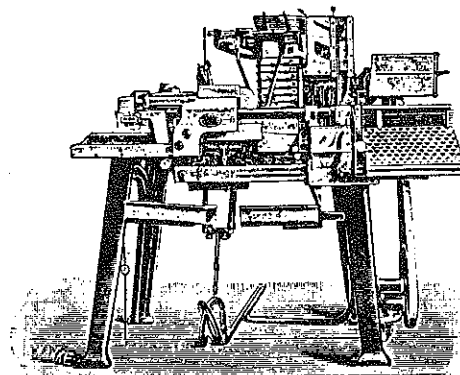
15.1 ábra. Folyamatos üzemű, a rotációs nyomdagéphez megfelelő papírcsévét gyártó szalagszerű papírgép 1900 körül

A rongypapír pótlására már a 18. sz. második fele óta többen tettek javaslatokat, facsiszolatot próbáltak alapanyagként felhasználni. Egy Londonban élő német papírgyáros, *M. Koops* 1800-ban könyvet írt szalmapapír kísérleteiről, a könyvet fa-papírra nyomtatták. A máig érvényes megoldást *F.G. Keller* fafoszlató eljárása (1845) szolgáltatta; a bála-papír immár korlátlanul ki tudta elégíteni a nagykapacitású sajtó, és ezzel a közönség igényeit. Az első, minden tekintetben bevált rotációs nyomógépet 1865-ben helyezték üzembe a *Times* nyomdájában. De most



15.2 ábra. Rotációs nyomdagép, 1869, 11000 ív/óra.

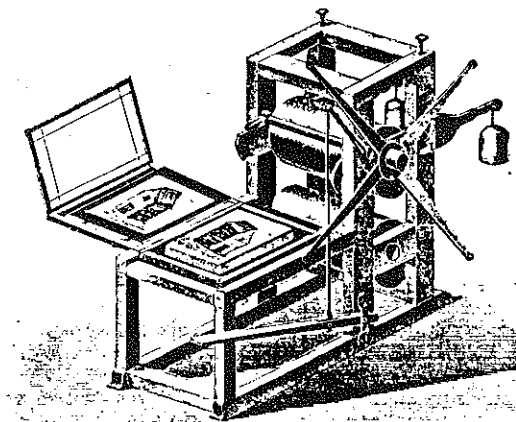
már a (kézi) *szedés* bizonyult szűk kapacitásnak. Egy jó szedő óránként 1400 betűt szed ki, ami érezhető diszparitásban állt a *König*-féle gyorsajtó teljesítményével. Ezért már a 19. sz. 20-as éveitől szaporodtak a szedőgép találmányok. Érdekes, hogy köztük lyukkártyás megoldású is akadt (*A. Mackie* 1867). 1839...70 között dolgozott gépén a magyar *Kliegl József*, de eredménytelenül. Végül egy Amerikába vándorolt német órási, *O. Mergenthaler* találta fel a közelmúltig használatos *Linotype* sorszedőgépet (1886). Ennek teljesítménye már kezdetben elérte az 5...8000 betű/órát. Vitatható, milyen mértékben támaszkodott a feltaláló és jelentős követője *T. Lanston* (Monotype szedőgép, 1885...92) az ekkor már terjedőben lévő *írógép* billentyűs megoldására. Ennek feltalálói szabályos team-et alkottak, bár szerzőként *C.L. Sholes*-t szokás felemlíteni (1867). A fegyvergyáros *Remington* cég az amerikai polgárháború után termelésének átállítására kényszerült és ezért felkarolta az írógép eszméjét (1873).



15.3 ábra. Monoline szedőgép 1900 körül.

A sokszorosítás művészeti vonatkozásait érintik az *illusztrációs technika* ipari forradalom előidézte találmányai. A fa- és rézmetszés technikája a magas- illetve a mélynyomás képviselője volt, ezekhez csatlakozott az 1798-ban *Alois Senefelder* által kidolgozott első síknyomó eljárás, a *litográfia*. A fametszet a faalapról *kidomborodó* részeivel viszi a festéket a nyomatra, ez a *magasnyomás*, a rézkarcnál viszont a *bemélyedő* vonalakban összegyűlő festék adja a nyomatot, ezért nevezik *mélynyomásnak*. A kőrajz (litográfia) a kőlap, nyomdafesték és a papír egymásrahatá-

sával készül. A rajzot a sík kőlapra viszik fel, ezért nevezik az eljárást *síknymásnak*. Ezt követte a rézmetszet továbbfejlesztése, az edzett acélfelületre felvitt rajz, a *siderográfia* (acélmetszet). Eleinte bankjegynyomásnál alkalmazták *Perkins* és *Fairman* találmányát (1820), később a rézkarccal egyenrangú művészeti sokszorosítási eljárás lett, majd a századfordulón a legfontosabb síknymó technika, az *ofszet* vette át szerepét (*W. Rubel*, 1904.) Az illusztrációs módszerek fejlődése azonban a művészeti technika egy döntő eseményéhez kötődik, a 19. sz. 2. fele óta, melyről külön kell megemlékezni. Ez a fényképezés.

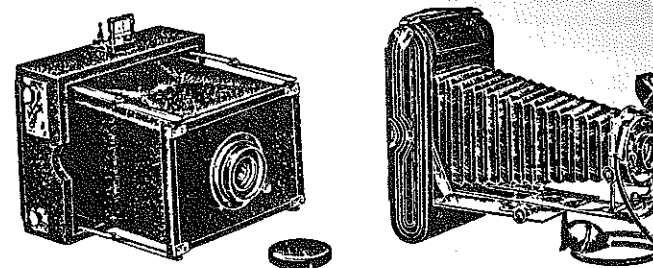


15.4. ábra. Senefelder litográfiai sajtója

15.2 Fényképezés és filmtechnika

Az ipari forradalom haszonélvezője, a megerősödő polgárság luxus- és presztizsigénye az arcképfestés nagymértékű fellendülésével járt. Ennek gépesítésén is többen fáradoztak, köztük *J.N.Nièpce* litográfus már 1814 óta készített fényképeket, *L.J.Daguerre* festő pedig 1826-ban szerződést kötött vele, ami termékeny együttműködéshez vezetett. *Nièpce* halála után annak fiával folytatódottak a kísérletek a lencsével ellátott camera obscura képeinek ezüstjodid rétegen higanygőzzel való rögzítésére. 1838-ban megpróbálták értékesíteni kísérletnek tekintett eljárásukat. Ennek sikertelensége nyomán fordultak *Francois Arago*hoz, a híres fizikushoz, aki kijárta, hogy a Francia Akadémia mindkettejüknek magas évjáradékot biztosítson a „*daguerrotypia*” műszaki leírásának átengedéséért. Ezt még 1839-ben közzétették, a következő évben fordítása már Magyarországon is megjelent. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy ezzel az eljárással egyetlen kép készült, míg kortársa, az angol *W.H.Fox Talbot* 1841 óta olyan *papírnegatívokat* tudott előállítani, melyekről korlátlan számú kópia készíthetett. E téren a magyar tudomány is értékes hozzájárulást mutathat fel: *Petzval József*, ekkor már bécsi egyetemi tanár, többféle arc- és tájkép lencsét szerkesztett (1840). Magyarországon is egyre több fényképész működött, sokan közülük

eredetileg festők voltak (*Barabás Miklós*). 1860-ban egyedül Pesten már 300 „fényirda” volt.



15.5. ábra. Lemezes, redőnyzárás Goerz-Anschütz kamera és tekercsfilmes Kodak fényképezőgép a századfordulón

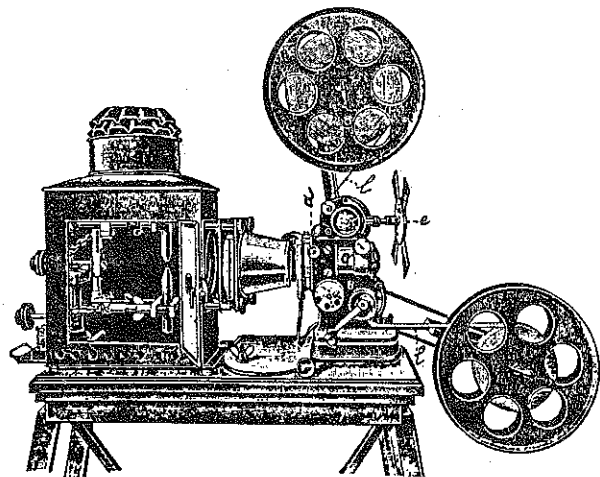
A fejlődés a vegyészet és az optika tudományos eredményeit hasznosítva a következő évtizedekben felgyorsult. A papírnegatív helyére még az ifjabb *Nièpce* üveglemezt vezetett be (1847), a jódsó helyére az érzékenyebb *ezüstbromid* és az üveg helyére az 1869-ben a *J.W.Hyatt* által feltalált *celluloid* került (*H.W.Goodwin*, 1887). A lencsék fényerejének további javítása és a redőnyzár feltalálása (*O.Anschütz*, 1887) tette végül is lehetővé egyrészt az olcsó kamerák előállítását és ezzel az amatőrfényképezést (*Eastman-Kodak*, 1881 óta), másrészt megnyitotta az út a mozgófényképezés felé is. A negatív anyagok szemcsézete egyre finomabb lett, ez lehetővé tette a negatív méretének csökkentését. 1925-ben jelent meg a piacon az első kisfilmes fényképezőgép, a *Leica*, amellyel 35 mm széles perforált filmtekercsre 36 felvétel készíthető.

Előbb azonban visszatérünk a nyomdászathoz, melynek kedvéért a kiterőt megtettük. A fényképezés tette ugyanis lehetővé, hogy 1854-ben *P.Tretsch* fényérzékenyített zselatin-rézlemezen létrehozta a *heliogravurát*, melyből a század végére kialakult a ma is használatos, raszterre (pontokra) bontott *autotípia* klisé. Az első *3-színnyomási* kísérletek (*E.Vogel*) már 1892...93-ban eredményesnek mutatkoztak.

Érdekes, hogy a közelmúltban bevezetett *fényszedés* is a századfordulón megkezdett próbálkozásokon alapszik. Ebben magyarok is jeleskedtek (*Porzolt Jenő*, 1894, *Uher Ödön*, 1928), de az első gyakorlatba vett módszer csak az 1948-ban piacra hozott *Fotoseller* eljárás. Az 1959-ben bevezetett *Linofilm* fényszedőberendezés óránként 40 000 betűt volt képes szedni. (Ma 1...1,5 millió jel/h a teljesítmény.)

A mozgófényképezéssel, vagyis a mozgásnak 1/10 másodpercnél rövidebb elemekre való bontásával, majd reprodukálásával számos feltaláló foglalkozott, köztük *Th.A.Edison* is, akinek *Kinetophonja* (1894) csupán más feltaláló (*G.E.Dickson*) kandikáló dobozának kombinációja volt a fonográfval; mégis neki köszönhető a film mai mérete (35 mm) és a továbbításhoz alkalmazott

szegélyperforáció. Az átütő siker a francia *Louis és Auguste Lumière* nevéhez fűződik, akik 1895-ben mutatták be a *kinematograph*-ot.



15.6 ábra. Ívlámpás megvilágítású, kézi hajtású filmvetítógép az 1890-es évek végén.

Filmfelvevő kamerájuk egyben vetítő is volt, ezek kettéválása a századelőn következett be, és rövidesen szinkronizált hanglemezekkel vették fel a versenyt *Edison* gépével. Ám az igazi *hangosfilm* csak az I. világháború után született meg.

A *színes film* megvalósítása vegyszertani probléma maradt. Nagyjából egyidejűleg jelent meg a piacon a 30-as években a Kodachrom és Agfacolor filmtekercs, melyekkel először csak diapozitív fényképek, majd később játékfilmek is készültek. A *szélesvásznú film* (cinerama) és a háromdimenziós film kísérletek már a II. világháború utáni időszakra estek.

Ekkor keletkezett a fényképezés utolsó korszakos találmánya, a *polaroid kamera* is. *Edwin Land* 1947-ben találta fel az „instant” fényképezőgépet, melyből az előhívó szerkezet beépítése révén néhány pillanattal a felvétel után kész képet nyerhetünk, igaz csak egy példányban.

15.3 Írószerek

A művészeti és kommunikációs eszközök egyszerűbb válfajai is jelentős változásokon mentek keresztül. A középkor íróeszköze, a *lúdtoll* és a reneszánsz óta használatos *ólom* vagy *ón* (író-ón, azaz írón) a 18. sz. végéig nem ismert számottevő versenytársat. 1795-ben *N.J. Conté* szabadalmaztatta a *grafit ceruzát*, melynek gyártási módszere alig változott azóta. *Conté* megőrölte, majd iszapolta a grafitot, agyaggal keverte, megsütötte a rúdakra sajtolta masszát, majd cédrusfába foglalta.

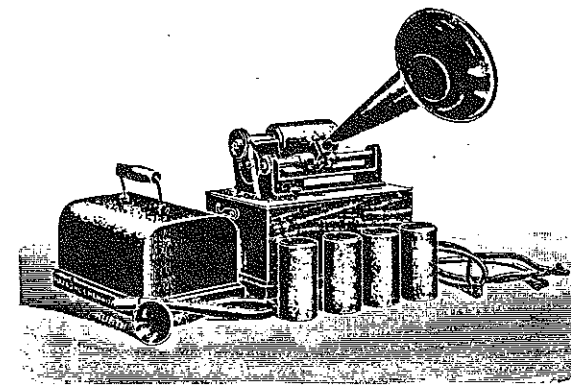
A *toll* pótlásának is számos előzménye van. Már a 17. sz.-ban olvashatunk fém (pl. ezüst)

tollakról, sőt tartállyal ellátott *töltőtollakról*. Ezek számtalan változatban jelentek meg a 18. sz.-ban, melynek végén az *acéltoll* általánosan ismertté vált, és sok szabadalmat váltottak ki töltőtollra is. Kielégítő tintaadagolást azonban csak *L.E. Waterman* 1884. évi találmánya szolgáltatott, amelyben a hajszálcsovesség (kapillaritás) alapján oldja meg a toll (szükség szerinti) tinta utánpótlását. Ennek komoly versenytársa csak a II. világháború után jelentkezett a *golyóstoll* képében. Az alapötletet már 1880-ban szabadalmaztatták az USA-ban, de még a 20. sz. 30-as éveiben sem voltak hibátlan működésű példányai. A II. világháború idején a budapesti *Goy és Kovalszky* cég már közel állt a megoldáshoz: szabadalmát a *Bíró László és György* testvérpár vette meg és fejlesztette piacérett terméké Argentinában (1943...44).

A *filctoll* jelölőeszközként már az 50-es években használatos volt, finomhegyű változatai 1960 után terjedtek el.

15.4 Hangrögzítés

A telefon bebizonyította, hogy az emberi hangot gép is vissza tudja adni. Ez azonban csupán a hanghullámok villamos hullámmá *átalakítását*, majd egyidejű visszaalakítását jelenti. A hanghullámok *rögzítését* és későbbi időpontban történő visszaadását *Edison* oldotta meg 1878-ban. A *fonográf* teljesen mechanikus működésű. A hangot forgó *henger* felületén lévő spirális hangbarázdára rögzítik. Az első fonográfokban a rezgést sztaniol (ón-fólia) lemezbe véste a felvevő membrán által mozgatott tű, később *Edison* a sztaniolt kemény-viasz *hengerrel* cserélte fel. A hengert eleinte kézzel, később rugós- vagy villanymotorral hajtották, a fordulatszámot centrifugál-szabályozó tartotta állandó értéken. A lejátszás ugyanazon a készüléken történt.



15.7. ábra. Fonográf viaszhengerekkel, felvevő hangtölcsérrel és gumicsöves hallgatóval.

Elég jó minőségű hangfelvételek készültek, de ezek mind egyedi felvételek voltak,

sokszorosításuk nem volt megoldva. Kidolgoztak ugyan egyfajta módszert, de egy henger felületének lemásolása igen nehéz és költséges volt.

A hangfelvételek tömeggyártását a német-amerikai feltaláló, *Emil Berliner* 1888-ban szabadalmaztatott *gramofonja* tette lehetővé. Mivel a *gramofonlemez* hangbarázdája *sík* felületen van, egyszerű *sajtolással* sokszorosítható. Az eredeti viaszlemez-felvételről fémlemezre olyan „fordított” másolatot készítenek, amelyen a hangbarázda nem a lemezbe mélyül, hanem abból kiemelkedik. Ezt a *nyomólemez* melege lágyuló anyagba sajtolják, amelyben kihűlése után rögzítődik a felvétel. A fém nyomólemez eleinte savas maratással készült, később áttértek a sokkal jobb minőséget adó *galvanoplasztikai* eljárásra. Egy nyomólemezről másolatok tízezrei készültek.

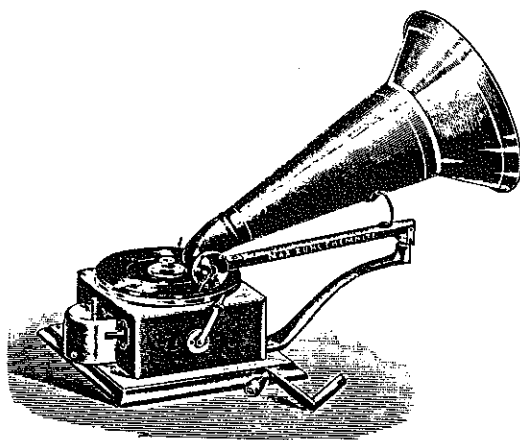
Bár a gramofon hangminősége eleinte gyengébb volt a fonográfénál, kulturális szempontból mégis értékesebbnek bizonyult. A különbség a felvett zenei előadás kulturális értékében volt.

A fonográf-hengerek sorozatgyártása egy-egy zenemű naponként 30...40-szer való előadásával és felvételével történt. Képzeltető, milyen volt a művészeti értéke az ilyen „futószalag” koncerteknek. Ráadásul nagy hangerőre volt szükség, hogy egyidejűleg tucatnyi fonográf tölcserébe jusson el a hang, ezért leginkább rézfúvós zenekarokat alkalmaztak, amelyek pattogó ritmusú indulókat játszottak.

A gramofonlemez gyártástechnológiája lehetővé tette, hogy a másolatok egyetlen, művészi értékű felvételtől készüljenek. 1902-ben kezdték meg például a világhírű olasz tenorista, *Enrico Caruso* énekszámainak felvételét. Ezek a felvételek technikai tökéletlenségük ellenére napjainkban is zenei élményt nyújtanak. (Ma is a lemezboltok kínálatában találhatók — igaz, a legkorszerűbb CD-re másolva.)

A fonográfnek mégis volt egy nagyon fontos *kulturális* küldetése: a (viszonylag) könnyű, hordozható fonográf új lehetőséget adott a *népzene gyűjtésében*. *Vikár Béla*, majd *Kodály Zoltán* és *Bartók Béla* fonográfós gyűjtései olyan értékeket mentettek meg szinte az utolsó pillanatokban, amelyek visszavonhatatlanul eltűntek volna.

A *felvételek* ugrásszerű javulását hozta az 1910-es években a *mechanikus* eljárás felváltása



15.8 ábra. Tölcséres Berliner-gramofon, rugós motorral.

a *villamos lemezvágással*. Ennél a hangot a *mikrofon* villamos jellé alakítja, a jel elektronikus *erősítőbe* jut, ez működteti az elektromágneses *vágófejet*. Az erősítő lehetővé teszi hangfrekvenciás *szűrők* beiktatását, kedvező frekvencia/erősítés jelleggörbe kialakítását és a nemkívánatos zajok kiszűrését, több mikrofon jelének *keverését*.

A *villamos lejátszás* elterjedése újabb fejlesztés előtt nyitotta meg az utat. A mechanikus lejátszáznál nagy túnyomás és robusztus (nagy amplitúdójú) hangbarázda szükséges, hogy a tú kellő erővel hozza rezgésbe a hangot adó membránt. Ezért a hagyományos hanglemez barázdája széles, fordulatszáma pedig nagy (78/perc). A legzavaróbb ekkor a lemezoldalak rövid (3...5 perces) játzsási ideje volt. A hosszabb zeneművek hallgatását minduntalan megszakította a lemezváltás. Villamos lejátszófejjel elegendő sokkal kisebb amplitúdó is, hiszen a gyengébb villamos jel tetszés szerint felerősíthető. A villamos lejátszás az 1930-as években a hangszórós rádióval együtt terjedt el, mivel a rádió elektroncsöves erősítője egyúttal gramofon-erősítőként is szolgált. Tökéletesítették a mikrofonokat és hangszórókat is.

A villamos lejátszás és lemezyártási módszerek finomodása lehetővé tette a barázda-szélesség és fordulatszám csökkentését, ezzel a játzsási idő növelését. A *mikrobarázdás*, hosszanjátzó lemezt *Goldmark Péter* 1944-ben találta fel az USA-ban. 1949-ben került kereskedelmi forgalomba, s néhány év alatt lesöpörte a piacról a hagyományos lemezeket. Ezek ma már múzeális ritkaságnak számítanak, annál inkább, mert nagyon törekenyek voltak, s előbb-utóbb összetörttek.

A II. világháború után jelent meg a „Hi-Fi” (high fidelity, azaz nagy hanghűségű) hangtechnika, amelynek műszaki jellemzőit később szabványban írták elő.

A mikrobarázdás technológia továbbfejlesztésével lehetővé vált egy hangbarázdában két, egymásra merőleges hangcsatorna besajtolása, s ezzel a *sztereó* lemezek *gyártása* (1959). Sztereó *felvételek* már korábban is készültek, ezért ne lepődjünk meg azon, hogy korábbi hangversenyek is megjelennek sztereó lemezen. A *sztereó* felvételt a *mágneses hangrögzítés* már az 1940-es években lehetővé tette.

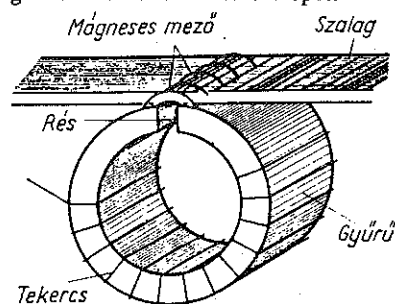
A mágneses eljárás gyökerei 1898-ig nyúlnak vissza. *Waldemar Poulsen* acélhuzalos, mágneses hangrögzítőjét elsősorban telefon üzenetrögzítőként kívánta felhasználni. A mikrofon áramát elektromágnesbe vezette, amely előtt nagy sebességgel futott az acélhuzal, amely a hanghullámok ütemében mágneseződött. Lejátszáskor a huzal a tekercsben villamos rezgéseket indukált, amelyet a telefon hallgató alakított hanggá. Az alapelv napjainkig változatlan, de a megoldások rendkívül tökéletesedtek. *Poulsen* készülékében még nem volt erősítő, ezért a hang nagyon gyenge volt, az acélhuzal pedig meglehetősen tökéletlen mágneses anyag, ezért nagy

huzalsebességre (250 cm/s) volt szükség, hogy a beszéd érthető legyen. A nagy sebesség miatt gyorsan fogyott a csévéről a huzal, csupán néhány perces felvételeket lehetett készíteni. Fogyatékoságai miatt ekkor még nem tudott elterjedni.

Az 1930-as években elektronikus erősítővel ellátva *diktafonként* használták, már 1 órás felvételekre volt alkalmas. Nagy előnye, hogy a felvett szöveg mágnessel letörölhető és az acéldrót új felvételre használható, viszont hangminősége zenei felvételekre nem felelt meg. 1939-ben mutatta be a német AEG jó hangminőségű szalagos *magnetofonját*. (A „magnetofon” egy gyártmány védett elnevezése, csak nálunk használják általános értelemben, minden mágneses hangrögzítőre.) A magnetofon-szalag vékony műanyag fóliából készül, melynek felületét mágnesezhető anyaggal vonják be. Már 9,5 cm/s sebességgel jó zenei felvételek készíthetők, így egy tekercsen több órnyi műsor elfér. Úgy látszott, hogy a magnetofon háttérbe szorítja a lemezjátszót, ez azonban mégsem következett be, egyrészt mert időközben elterjedt a mikrobarázdás lemez, másrészt a műsort egyenként kell a szalagokra másolni, ami nem olyan tömeggyártási módszer, mint a lemezek sajtolása. A szalagon több párhuzamos hangsáv elfér, így a sztereó hangrögzítés könnyen megvalósítható. Hangfelvételek készítésénél a mágneses rögzítés vette át a vezető szerepet.

A hangrögzítés különleges alkalmazási területe a *hangosfilm* gyártása. Edison és a Lumière fivérek hangosfilm próbálkozásairól már szóltunk, ezek nem jártak sikerrel. A gyakorlatban Vogt, Engl és Masolle német mérnökök szabadalmazott megoldása vált be: ők fotografikus úton rögzítették a hangot, a filmre fényképezett fény-hang csíkkal. A mikrofon felerősített áramát olyan lámpába vezették, amely képes a hangrezgések ütemét követni. A lámpa fényét a hang-csíkra fényképezették. Lejátszáskor a csíkot átvilágítják, s a hang ütemében változó fényt fotocellára vetítik. A fotocella árama — megfelelő erősítés után — a hangszóróba vezetve a képek vetítésével tökéletes szinkronizmusban adja a film „hangját”. Az 1920-as évek végén az eljárás széles körben elterjedt (1926: a Warner Brothers „Vitaphone”, 1927: a Fox cég „Movietone” rendszere), azóta kizárólag hangos játékfilmeket készítenek, a némafilm gyártás néhány év alatt megszűnt.

A vizsgált időszak legvégén, 1956-ban jelent meg a mozgóképek és a hang együttes felvételének új eszköze: a mágnesszalagos képfelvevő, a *videó* berendezés. Az eljárás a televízió és a mágnesszalagos jelrögzítés egyesítéséből keletkezett, de eleinte csupán technikai kurióznak látszott, mert a video-jel frekvenciája három nagyságrenddel nagyobb, mint a hangfrekvencia,



15.9 ábra. A mágnesszalagos hangfelvétel elve.

emiat elképesztő szalagsebességgel kellett dolgozni. Az eljárást a *forgó felvevő-lejátszó fej* tette a gyakorlatban használhatóvá, amely a szalag és a fej közötti relatív sebességet sokszorosára növeli. Ez az újítás — és vele együtt az információ terjesztésének új korszaka, a video-korszak — már az 1960, sőt 1970 utáni évekre esik.