

# Sound & Science: Digital Histories

Archives NAG: Publicatie No. 56 van de Geluidstichting, Geluk, J.J. (1955). Gebruik en toepassing van magnetofoons. Delft: Geluidstichting, 1955.

<https://acoustics.mpiwg-berlin.mpg.de/text/publicatie-no-56-van-de-geluidstichting>



Scan licensed under: [CC BY-SA 3.0 DE](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/) | Max Planck Institute for the History of Science

J. J. GELUK

**Gebruik en toepassingen van magnetofoons**

PUBLICATIE No. *56*  
VAN DE  
GELUIDSTICHTING  
DELFT - HOLLAND

K 718

Overdruk uit het:  
Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap  
November 1955 — Deel 20 — No 6 - Blz. 325—351



# Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap

DEEL 20 No. 6

NOVEMBER 1955

## Gebruik en toepassingen van magnetofoons

door J. J. Geluk \*)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap en de  
Geluidstichting op 17 Juni 1955.

### SUMMARY

A review is given about applications and the maintenance of magnetic tape recording technique.

Mainly the field of broadcasting is covered and some fundamental requirements for this purpose have been discussed.

For the mechanical part of the tape-recorders special attention is given to the magnetic heads, the wow and flutter, the slip and spooling-properties.

The tape itself is given emphasis in respect to the practice in broadcasting technique and the interchangeability.

From the electrical data are mentioned the distortion, erase-attenuation, printing effect and sensitivity.

The most important mechanical requirement turned out to be spooling smoothly with high speed.

Supplementary applications in the broadcasting field are given e.g. time-delay, reverberation, time-compressor and time-expander.

Finally the application in the TV-field is mentioned: magnetic striping on picture-film and recording of video-signals.

### *Inleiding.*

Het onderwerp „gebruik en toepassingen van magnetofoons” is thans reeds zo uitgebreid en zal in de toekomst een nog groter gebied gaan beslaan, dat beperking en onderverdeling op hun plaats zijn. Hoofdzakelijk zal de professionele toepassing in de radio-omroep worden besproken, waarbij we de indeling kunnen splitsen in: *gebruik*, *verbruik* en *toepassingen*. Bij de toepassingen zullen allereerst belicht worden de aanverwante gebieden, waarbij geluidoptekening plaats vindt; tenslotte zal nog iets gezegd worden over het optekenen van *televisie-signalen*.

\*) Laboratorium Nederlandse Radio Unie.

*Gebruik van magnetofoons voor geluidoptekening.*

Voor het gebruik kunnen we twee belangrijke gebieden onderscheiden, t.w. het *amateur*- en het *professionele* gebied.

Waar het grensgebied aanvankelijk duidelijk afgebakend was, is de kwaliteit van de amateur-apparaten dermate verbeterd, dat beide gebieden elkaar duidelijk raken en soms zelfs overlappen. Ook wat betreft de bandsnelheid zien we een merkwaardig „molenwieken” spel; ging men in de amateurwereld terug van 19 cm/sec. tot  $4\frac{3}{4}$  cm/sec., zo reduceerde de snelheid zich in de professionele wereld van 78,2 cm/sec. tot 9,5 cm/sec.

Het reduceren van de snelheid heeft echter enerzijds zijn beperking door de kwaliteit en anderzijds bovendien nog door de mogelijkheid van *monteren* van de gemaakte opname.

Technisch oninteressant, maar practisch belangrijk zijn voor het gebruik de spoelen en haar dozen; zo bestaat er een internationale norm voor kernen (hubs) en spoelen, die uit fig. 1, 2, 3 en 4 blijkt. Het is jammer, dat ook hier weer een verschillende Europese en Amerikaanse spoelvorm is gegroeid, die voortvloeide uit de werkmethode. Zo werkt men in Amerika veelal met *verticale* machines, zodat het gebruik van flenzen noodzakelijk is. In Europa daarentegen geeft men er de voorkeur aan de machines *horizontaal* op te stellen, zodat flenzen niet nodig zijn en zelfs schadelijk. Bij de grote snelheid tijdens het spoelen wordt de band gedwongen tussen de flenzen te lopen, zodat randbeschadigingen zullen optreden.

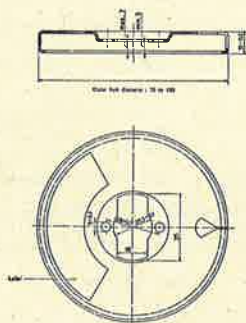


Fig. 1.

Gestandaardiseerde  
Europese kern voor  
magnetofoonband.

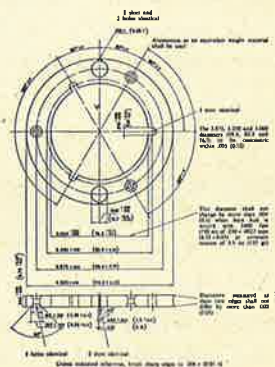


Fig. 2.

Gestandaardiseerde Ame-  
rikaanse spoelkern.



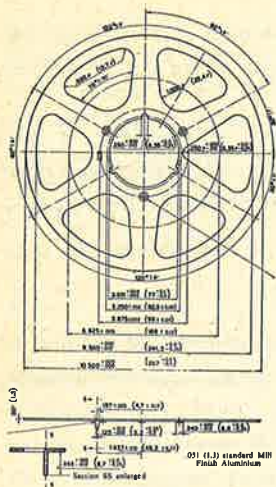


Fig. 3.

Flens voor Amerikaanse bandspoelen.

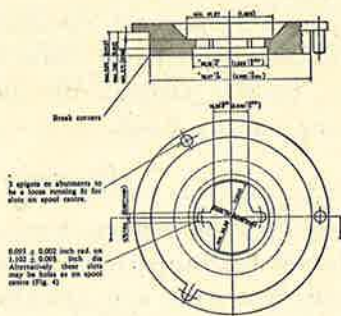


Fig. 4.

Verloopstuk voor Amerikaanse spoelkernen.

Een goede band behoeft alleen een kern en zal bij het spoelen niettemin vlakke schijven geven.

Om een idee te geven van de huidige spoelcapaciteiten diene de volgende tabel:

Spoeldiam	Amateur				Professioneel	
	3"	4"	5"	7"	Spoeldiam.	29 cm
7,5" /sec.	4 min.	8 min.	16min.	32 min.	30"/sec.	20min.
3,75" /sec.	8 "	16 "	32 "	64 "	15"/ "	40 "
1,875"/sec.	16 "	32 "	64 "	128 "	7,5"/ "	80 "

Voor amateurgebruik bestaat er verder nog de toepassing van „double track”, waardoor de tijdsduur nog eens wordt verdubbeld, terwijl tevens door het toepassen van *dunnere* band op een spoeltje van b.v. 4" een tijdsduur van 1 uur kan worden opgetekend met goede kwaliteit (tot 9000 Hz).

Het toepassen van *dubbelspoor* is voor professionele doeleinden uitgesloten door het wegvallen van de *montage*-mogelijkheid, tenzij men eerst weer zou kopiëren op een *enkel*spoor band.

Vastgelegd is de positie van de sporen, waarbij in het midden een „nulspoor” van tenminste 0,75 mm moet worden aangehouden.

Bij het lopen van links naar rechts dient de kop zich op de bovenhelft te bevinden, indien men vanaf de band naar het kopje ziet. Neemt de machine alleen op, wanneer de band van *l* naar *r* loopt, dan moet men de band omleggen; kan het

loopwerk ook in de andere richting opnemen en weergeven, dan verspringt de kop naar het onderspoor voor de beweging van rechts naar links.

Voor *stereofonische* opnamen is bepaald, dat spoor 1 het linkersignaal bevat (kijkende naar de uitvoerenden) en spoor 2 het rechter signaal, dit uiteraard voor dezelfde bewegingsrichting van de band.

#### *De magnetische koppen.*

Ook voor de koppen is er een verschil voor de twee gebieden; in de amateur-apparaten is practisch steeds een gecombineerde opname-weergave kop aanwezig, waarvoor enkele compromissen zijn genomen. Het af luisteren van een zojuist gemaakte opname, met behulp van de weergeefkop is b.v. niet mogelijk, terwijl verder de verschillen tussen de opname- en weergavekop maken, dat voor beide processen geen optimum wordt bereikt.

De *opname-kop* behoort n.l. een vrij grote achterspleet te bezitten (0,2 mm), hetgeen het magnetisch circuit, gevormd door kern en magnetisch materiaal van de band, lineariseert. Het gevolg is, behalve een kleinere distorsie, een lager ruisniveau t.g.v. de modulatie (modulatie-ruis). De *weergeef-kop* daarentegen is voor de zeer kleine uitsturingen van het magnetisch circuit practisch steeds als een lineair element te beschouwen, en bezit, om een hoge gevoeligheid te bereiken, geen achterspleet (om constructieve redenen is toch een achterspleet aangebracht, die zo klein mogelijk wordt gehouden). De voorspleet is niet alléén zeer kort (14—6  $\mu$ m) doch ook ondiep; hierdoor is de magnetische „shunt”weg van het veld uit de band zoveel mogelijk onderbroken.

Alle koppen lopen het gevaar, permanent gemagnetiseerd te worden, hetgeen het ruisniveau aanzienlijk doet stijgen; het meeste gevaar loopt de opnamekop, door momentele grote oversturingen en hierdoor gelijkrichtende effecten. Een *démagnetiseren* is voor deze kop vóór iedere opname dan ook noodzakelijk. Dit kan geschieden met een condensator van omstreeks 4  $\mu$ F, die tot 250 Volt is opgeladen; een ontlading door de kopzelf-inductie geeft een gedempte trilling met voldoende kringkwaliteit om volledige *démagnetisatie* te verkrijgen. ( $Q_{1kHz} = 5 \text{ á } 10$ ;  $L = 7 \text{ mH}$ ).

#### *De bandloop.*

Tijdens het normale opnemen en weergeven van de band

moet de eis gesteld worden, dat de snelheid zeer constant is. Hoe men dit bereikt valt onder de constructie van magnetofoons, waarbij de *bandspanning* en de *mechanische* eigenschappen van de band eveneens belangrijk zijn. Over het hoorbare effect van een variërende snelheid kan het volgende worden samengevat.

Variëert de snelheid  $v$  tussen de waarden  $v \pm \hat{\Delta}v$ , dan kan men de relatieve variatie  $\frac{\hat{\Delta}v}{v}$  de *piek-jank* noemen en  $2 \frac{\hat{\Delta}v}{v}$  de  $p$ - $p$  waarde hiervan. Voor sinusvormige snelheidsvariaties ontstaat bij weergave van een ideale opname een frequentiegemoduleerd signaal, zodat men heeft:

$$\Delta v = \hat{\Delta}v \cos qt \quad (q \text{ is cirkelfrequentie van de jank}).$$

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{\Delta \omega}{\omega} = p \quad (\omega = \text{cirkelfrequentie van het signaal})$$

$$\Delta \omega = \text{momentele afwijking van de signaal-frequentie}).$$

De relatieve afwijkingen zijn voor een bepaalde magnetfoon dus gegeven  $\left( \frac{\Delta v}{v} = p; \frac{\Delta v}{v} = \hat{p} \right)$  zodat het uitgangssignaal de vorm heeft:

$$\cos(\omega t + m \sin qt)$$

waarin  $m = \frac{\hat{\Delta}\omega}{q} = \text{modulatie-index}$ .

Deze modulatie-index is dus gegeven door  $m = \omega \frac{\hat{p}}{q}$  en verandert dus sterk met de opgenomen frequentie. Zo is voor een toon van 10.000 Hz,  $p = 0,1\%$  en  $q = 25$  Hz de modulatie-index 0,4.

Dit betekent, dat de sterkte van de 1e zijbanden ( $10.000 \pm 25$  Hz) slechts 14 dB liggen beneden het signaal voor een dergelijke goede machine. Voor andere modulatie-indices kan uit de volgende tabel de sterkte van de zijbanden in dB t.o.v. het hoofdsignaal worden afgelezen.

m	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$J_0/J_1$	-32 dB	-26 dB	-20 dB	-16,5 dB	-13,8 dB	-11,8 dB
$J_0/J_2$	-64 „	-52 „	-40 „	-33 „	-27,6 „	-23,6 „
$J_0/J_3$	-96 „	-78 „	-60 „	-49,5 „	-41,4 „	-35,6 „



Alvorens een voorbeeld te laten horen hoe dit effect voor één machine cumulatief werkt bij het copiëren, kan nog iets over de band zelf worden gezegd. Voor de band bestaat de mogelijkheid om in longitudinale trilling te geraken, daar de koppen en eventueel niet-meedraaiende geleiderollen fungeren als losse punten voor deze trillingsbeweging. Vaste punten daarentegen zijn de linker geleiderol en de drukrol met toonas (afstand  $l$ ). Een resonantiefrequentie doet zich voor, bepaald door

$$f_r = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

De elasticiteitsmodulus  $E$  varieert bij banden van 3 – 4 N/m<sup>2</sup>, de dichtheid  $\rho$  is ongeveer  $1,6 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup>, zodat  $f_r \approx 2000$ –3000 Hz.

Deze frequentie-component komt tot uiting in het ruisspectrum, doch eveneens als zijbanden van een opgenomen signaal. Deze liggen dus vrij ver van het origineel en geven een eigenaardig effect, vooral na meerdere copieën.<sup>5)</sup> Een meting hiervan geeft fig. 5.

Om dit effect te verminderen liggen de volgende middelen voor de hand: weergeefkop dicht bij toonas, gladde koppen, geleide-rollen licht draaiend, speciale tussenrol (tussen opname- en weergavekop).

Fig. 6 geeft de constructie van een kophouder met zo'n tussenrol, waarin bovendien een schaar is aangebracht, die onder 45° de band kan doorknippen.

Veelal is de jank niet enkelvoudig harmonisch, doch treden veeleer periodiek fluctuaties op van impulsvormig karakter. Hoe de drempel van de hoorbaarheid gemeten moet worden, is uitgebreid onderzocht. Zwicker<sup>2)</sup> heeft daartoe het principe van de audiometer van v. Bekesy gebruikt, waarbij de proefpersoon zelf de drempel van waarnemen instelde. De toonhoogte liet men geleidelijk van 100–8000 Hz oplopen en de modulatie-index werd door de waarnemer zelf geregeld. Voor sinusvormige modulaties bleek een rythme van 4 Hz de laagste drempel te geven en wel was een piekwijziging van 3 Hz bij 1000 Hz juist hoorbaar. Onder 1000 Hz blijft deze piekwijziging ongeveer constant, daarboven is de procentuele deviatie constant (6 Hz bij 2000 Hz; 12 Hz bij 4000 Hz etc.). Voor een modulatie-rythme

van meer dan 4 Hz wordt de drempel verhoogd met  $\sqrt{\frac{q}{4}}$ , zodat b.v. bij 1000 Hz voor een rythme van 16 Hz de drempel  $\sqrt{4} \times 3 = 6$  Hz piek-deviatie bedraagt.

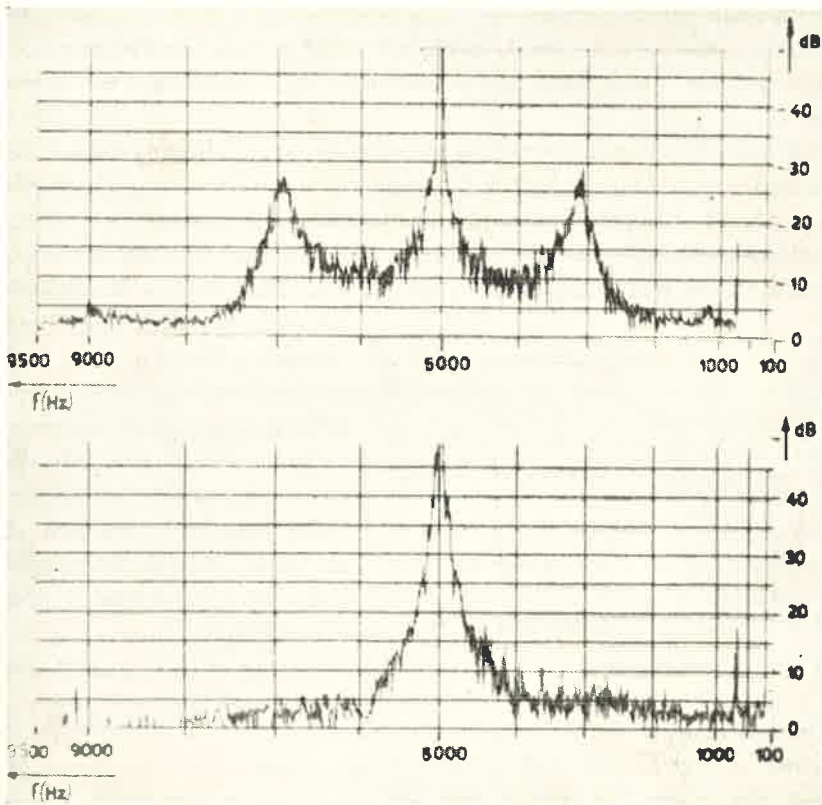


Fig. 5.

Het optreden van zijbanden t.g.v. longitudinale trillingen in een magnetofoonband.

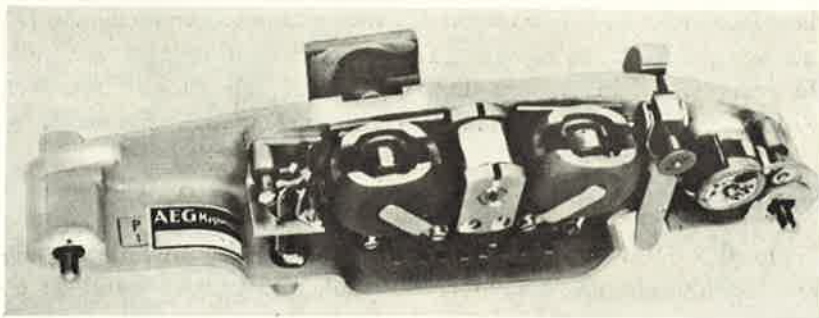


Fig. 6.

Kophouder, waarin een demping van de longitudinale trillingen is aangebracht.

Wordt een toon even sterk gemoduleerd met 2 sinusvormige toonhoogte-variatiës (b.v. 4 Hz en 20 Hz), dan verdwijnt voor het gehoor eerst het 20 Hz rythme en blijft alleen de 4 Hz over.

Voor impuls-achtige jankvorm is de vraag belangrijk of de piek-deviatie aequivalent blijft aan die voor sinusvormige afwijkingen. Het blijkt, dat wanneer de herhalingsfrequentie van de puls maar laag genoeg ligt (b.v.  $\frac{1}{4}$  Hz) de piekwaarde maatgevend is, en wel een gelijke drempel geeft als voor 4 Hz modulatie-rythme (de effectieve

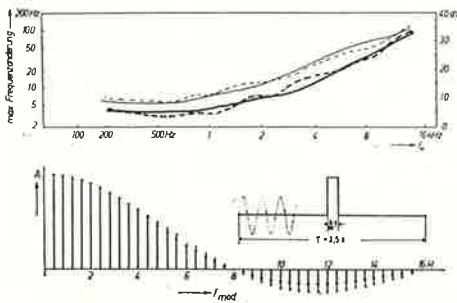


Fig. 7.

Drempelwaarden voor toonhoogte-variatiës (jank). Zowel sinusvormige- als pulsvormige afwijkingen met grote herhalingsstijd blijken voor twee waarnemers een gelijke drempel te geven, voor gelijke waarde van de totale deviatie.

die aan studio-apparatuur is gesteld 3<sup>0</sup>/<sub>100</sub> jank (*p-p* waarde). De volstrekte onhoorbaarheid is hiermede niet gegarandeerd, daar hier individuele gevoeligheden veel kunnen schommelen.<sup>10)</sup> De meting geschiedt met een „Tonhöhenschwankungsmesser” die de firma EMT in de handel brengt, en die in principe een FM discriminator bevat met een lichtwijzer-meetinstrument.

### *De slip*

De slip ontstaat door de trekkracht van de opwindende motor, tegenkracht van de voorraadspoel, rek van de band en de drukkracht van de aandrukrol tegen de toonas. De slip is meestal positief en variëert over de spoel. De tolerantie is hiervoor 0,2<sup>0</sup>/<sub>10</sub>, hetgeen betekent, dat de stemtoon 440 Hz hoogstens 1 Hz gaat afwijken. Het meten geschiedt in het be-

waarden kunnen b.v. 1 : 7 verschillen (fig. 7). Anderzijds is de piekwaarde voor enigszins snelle grondrythmen niet zonder meer een maat voor de hoorbaarheid en blijkt, dat men de modulatie-vorm een gewichtsfunctie moet toevoegen die 1 is van 0-4 Hz en daarboven afneemt volgens  $\sqrt{\frac{4}{q}}$ .

In verband met de begeleidende amplitude-schommelingen door de frequentieveranderingen, is de eis

drijf met stroboscopische middelen, die de netfrequentie-schommelingen niet indiceren. Deze kunnen incidenteel 1% bedragen en onder omstandigheden moeilijkheden veroorzaken.

De bandspanning wordt gecontroleerd m.b.v. spanningsmeters van simpele constructie, en dient  $80 \pm 20$  gram (kracht) te bedragen.

De *spoeltijdnauwkeurigheid* geeft de sommatie aan van de slip over een gehele spoel. Deze bedraagt bij professionele machines 0,05% of wel 0,5 sec. op 20 min. speelduur.

#### *Het snelspoelen.*

Liefst zag men, dat de spoelsnelheid zo hoog mogelijk werd opgevoerd, uit praktische overwegingen is het 10-voudige van de normale snelheid gekozen. De spoeltijd van 1000 m in  $1\frac{1}{2}$  min. is kort genoeg om de machine weer voor een overfading gereed te maken. Tijdens het spoelen wordt de band geheel of gedeeltelijk van de koppen afgeheven om slijtage te voorkomen; ook tijdens het spoelen is het soms gewenst de band te kunnen af luisteren. De bandspanning mag nimmer, ook niet tijdens het starten of afremmen, meer dan 1 kg bedragen. Een *tijdklokje* is veelal aangebracht om de plaats op de band te bepalen.

Het snelspoelen dient voor professionele toepassingen continue variabel te zijn in beide richtingen.



Fig. 8.

Meettafel voor magnetofoonbanden.



*De band.*

Er bestaan vele fabrikaten magnetofoonband en het is niet eenvoudig, het beste merk hieruit te vinden. Met behulp van een *bandenmeettafel* (fig. 8) worden reeds 37 meetgegevens bepaald, waarvan de voornaamste „electrische” zijn:

- de gevoeligheid
- de vervorming
- de wisdemping
- de doordruk
- de signaal/ruis verhouding.

De *gevoeligheid* wordt vergeleken met een standaardband, bij een bepaalde waarde (20 mA) van de bijstroom. Afwijkingen van meer dan  $\pm \frac{1}{2}$  dB bij 1000 Hz zijn bij eenzelfde electriche apparatuur niet toelaatbaar.

Voor de *frequentie-afhankelijkheid* zijn internationale normen vastgesteld en is een *standaard-weergeef circuit* aangenomen. Dit standaard-kanaal bezit een „ideale” weergeefkop, waarbij de ijzerverliezen en de spleetverliezen verwaarloosbaar zijn. Aangezien de eerste soort alléén frequentie-afhankelijk zijn en de tweede soort golflengte-afhankelijk, kan men de eerste soort bepalen door een opgenomen band met „glijtoon” met verschil-

lende snelheid af te spelen. Laat men de golflengte-schalen samenvallen, dan is het verschil in frequentie-karakteristiek bepaald door de ijzerverliezen. De golflengte-afhankelijke verliezen bepaalt men uit de effectieve spleetlengte  $\delta$  door de formule:

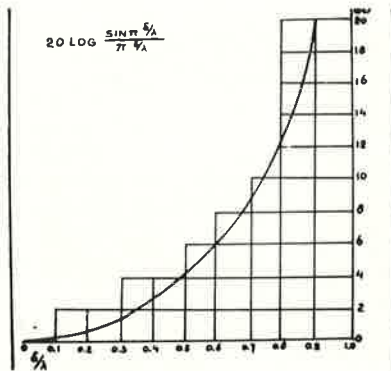


Fig. 9.

De spleetfunctie, die verzwakking van hoge frequenties veroorzaakt.

$$20 \log \frac{\sin \frac{\pi \delta}{\lambda}}{\frac{\pi \delta}{\lambda}} \quad (\text{fig. 9}).$$

De effectieve spleetlengte volgt uit het eerste minimum

in de frequentie-karakteristiek, waarvoor  $\sin \frac{\pi \delta}{\lambda} = 0$  of  $\delta = \lambda_g$ .

De e.m.k. in de „ideale” weergeefkop wordt nu versterkt

volgens een verloop, dat gelijk is aan dat van de modulus van een impedantie van de serie-schakeling van een  $C$  en  $R$ , waarvan de tijdconstante =  $35 \mu$  sec. bedraagt (voor  $76,2$  cm/sec. en  $38,1$  cm/sec.). De tijdconstante is  $100 \mu$  sec. voor  $19,05$  cm/sec. en  $200 \mu$  sec. voor een bandsnelheid van  $9,53$  cm/sec..

Schematisch komt men zodoende tot de standaardgrootheden als aangegeven in fig. 10.

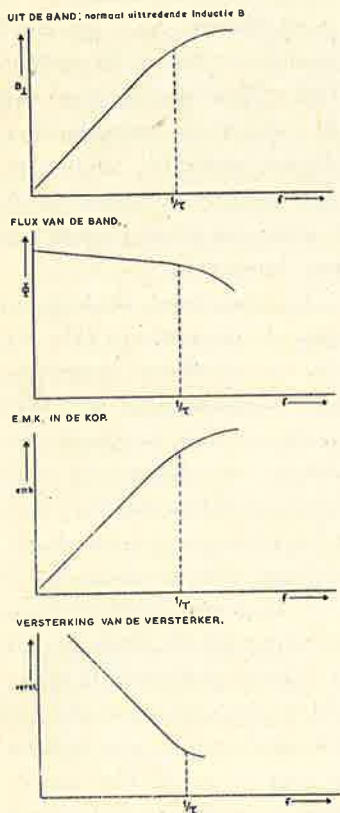


Fig. 10.  
Standaardgrootheden.

De schakeling van de weergeefversterker kan zo gemaakt worden, dat de ijzerverliezen geen rol spelen, zodat men voor het meten van een dergelijke versterker slechts een zelfde impedantie aan de ingang behoeft aan te sluiten. Dit is bv. een ferrocube spoel, waarop een éénwindingswikkeling met constante stroom wordt gevoed. Dit simuleert dan de juiste E.M.K. van de kop. Een dé-emphasis voor de stroom van  $35 \mu$  sec behoort dan een constante uitgangsspanning te geven. (fig. 11) Een andere methode om het standaard-weergeefcircuit te bepalen is een meting met *brede spleet*. Er ontstaan dan vele minima en maxima, waarbij de lijn door de maxima van de e.m.k.'s de flux geeft vermeerderd met  $2$  dB/oct. (fig. 12).

Voor de *uitwisselbaarheid* van de banden is verder een nauwkeurige loodrechte instelling van de spleten noodzakelijk. Dit kan langs optische weg geschieden doch eveneens door op een zgn. *homogene band* een hoge toon op te nemen en deze getwist of normaal af te spelen.

In beide gevallen moet de weergeefkopstand optimaal zijn. Een precisie van enkele boogminuten is vereist.

De *vervorming* is afhankelijk van de uitsturing; deze wordt zó ingesteld dat de vervorming maximaal  $3\%$  bedraagt (intermodulatie  $10^0/0$ ). De *wisdemping* hangt af van de tijd dat een signaal op de band heeft gestaan en wordt ongeveer  $10$  dB

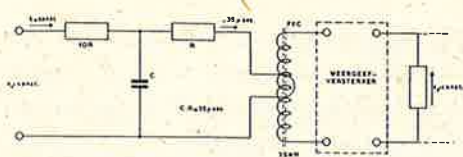


Fig. 11.  
Meetschakeling  
voor een weergeefversterker.

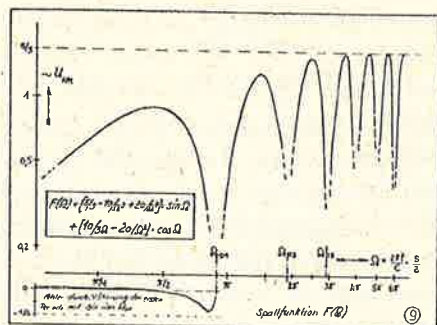


Fig. 12.  
Weergeef-karakteristiek van een magneto-  
foon kop met brede spleet.

de verzadigingswaarde (resp. 16000 en 3400 Gauss) maar daarnaast een permeabiliteit die vooral bij hoge temperaturen lager is dan voor Hyperm. Het dwarsveld is daardoor relatief aanzienlijk lager dan het langsveld. Men vergroot daarom de inwerktijd van het dwarsveld door in 2 spleten achtereenvolgens de band te wisselen. Bovendien kan men de wisselfrequentie nu hoger kiezen, (110 kHz), waardoor het aantal omlagen tijdens het passeren groter wordt (2 spleten van  $50 \mu m$ ). Het opgenomen vermogen voor éénzelfde wisdemping wordt gereduceerd van 3 W tot 150 mW.<sup>4)</sup>

Om sterkere wisdemping te verkrijgen en om gehele spoelen ineens te wisselen (voor batterij gevoede kleine magnetofoons) gebruikt men 50 Hz wisselvelden van 3000 à 5000 Gauss; ook met behulp van een ontlading van een condensator ( $4 \mu F - 6 kV$ ) en een grote luchtspoel kan een voldoende grote wisdemping worden bereikt.

*De doordruk.* Dit nadelige effect is sterk afhankelijk van het bandtype; de meeteis hiervoor is dat na een opgespoelde tijd

slechter voor 2 maanden „postrecording time”. Bij directe meting dient de wisdemping  $> 65 dB$  te bedragen. Niet alleen moeten langsmagnetisatie's volledig worden gewist, waarvoor een betrekkelijk grote tijd ter beschikking is (spleetlengte  $200 \mu m$ ), doch evenzeer dwarsmagnetisaties. Aan de randen van de spleet is hiervoor een dwars-wisseld aanwezig, dat echter zwakker is en korter inwerktijd heeft dan het langsveld.

De nieuwere wiskoppen van Ferroxcube (III B), die de voorkeur verdienen boven de koppen met Hyperm uit een oogpunt van slijtage en elektrische verliezen, hebben slechts  $\frac{1}{4}$  van

van 24 uur bij een temperatuur van 25° C de doordruk niet groter mag zijn dan - 52dB. Dit betekent dat na 1 jaar de doordrukte signalen toch wel zijn toegenomen tot - 48 dB. Onder omstandigheden is de meeteis beslist te gering, maar verbetering schijnt moeilijk te bereiken door de bandproducenten; anderzijds zijn de middelen om dit effect te verminderen riskant. Deze middelen berusten op een verschil in stabiliteit van beide signalen; zo kan een zwak wisveld, dat het nuttige signaal slechts 1 dB verzwakt, voor het storende signaal reeds een onderdrukking van 10 dB geven. Ook een „vrije” tijd, voordat de band wordt afgetast (bv. grote omloopweg, voordat de kop wordt gepasseerd), zodat de band enige tijd zonder invloed van het naburige signaal verkeert, werkt gunstig.

Als praktische toepassing van dit effect is de zgn. „*contact-printing*” ontstaan, waarbij onder invloed van een zwak h.f. bijveld het signaal van een moederband wordt gecopiëerd op een dochterband. Het nadeel hierbij is dat de frequentie-afhankelijkheid van deze doordruk reeds op de moederband moet zijn gecompenseerd, hetgeen het gevaar van oversturing met zich brengt.

De *mechanische eisen* zijn o.a. de *elastische* ( $< 1\%$ ) en de *plastische rek* ( $< 0,15\%$ ) die wordt bepaald door een kracht van 1 kg gedurende 1 min. op een bandlengte van 1 m te laten werken.

Voor *schokbelasting* wordt een valproef gebruikt, waarbij onder een vóórbelasting van 150 gram, een gewicht van 100 gram over een hoogte van 250 mm valt. De monsterlengte bedraagt 10 cm.

Andere mechanische eisen zijn moeilijker in cijfers vast te leggen maar niettemin belangrijk. Zo heeft men nog de begrippen: sabelvormigheid, dwarskromming, lasbaarheid, vastheid van poederlaag, etc.

#### *Bijkomende gebruikshandelingen*

Is de tijdsduur van één spoel niet voldoende, zo moet op een tweede machine het vervolg worden opgenomen. Dit geschiedt door *overlapping*. Tijdens het weergeven wordt de tweede machine een voorsprong gegeven (d.m.v. aankleven van z.g. ruiters), waarna door afschakelen van de toonmotor de voorsprong wordt geëgaliseerd (vóór-afluistering op hoofdtelefoon).

Het *knippen* geschiedt onder 45° om een geleidelijke overgang te verkrijgen. Het *plakken* geschiedt ofwel door een oplosmiddel



of met behulp van speciale kleefband, die geen klevende naverwerking vertoont.

Bij het opnemen van hoorspelen komt vaak het z.g. *terugnemen* voor. Hierbij wordt bij het maken van een fout van de artisten, de opgenomen band teruggespoeld, daarna weergegeven op een decor luidspreker in de studio, waarna op een afgesproken punt continue wordt overgegaan tot opname. Deze mogelijkheid bezitten amateur-apparaten in het algemeen niet.

Ook komt het z.g. *in-copiëren* voor, waarbij in een opgenomen band een bepaald gedeelte wordt vervangen door een andere modulatie. Men speelt daartoe de band af met gedeeltelijk afgeheven band (raakt slechts aan weergeefkop), terwijl toch reeds de wistroom en de bijstroom door de andere koppen vloeien. Op het gewenste moment start men de gewenste „inlas” en laat de bandafheffing schieten. Eerst dient dan de *opnamekop* in contact te komen met de band en daarna de wiskop om een soepele overgang te verkrijgen.

Soms wenst men een bepaald gedeelte uit een band alleen te wissen; om de band niet van te voren te behoeven te merken, of een extra weergeefkop aan te brengen, kan men wissen tijdens de terugspeelbeweging en subjectief de informatie schatten.

#### Het verbruik.

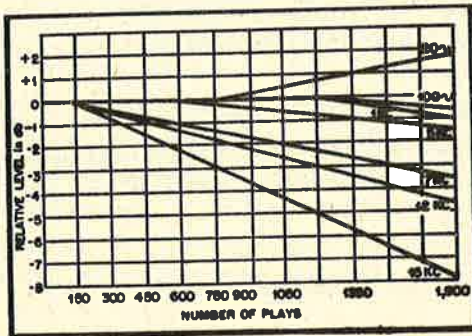


Fig. 13.

„Slijt”-proeven van magnetofoonbanden.

Een belangrijke vraag was vroeger, *hoeveel malen* een magnetofoonband kon worden *afgespeeld*; hierbij zal de associatie met de grammofoonplaat niet vreemd zijn geweest.

Thans is de vraag meer een theoretische en kan men zeggen: praktisch ongelimiteerd. De theoretische limiet wordt gesteld door de volgende verschijnselen:

- 1) Toename van het ruisniveau door het vormen van ongelijkmatigheden in het materiaal (na 1000 × belangrijk).
- 2) Ongelijke rek van de band over de dwarsdoorsnede geeft onvlakke spoelen (slecht spoelen na 100 ×).

3) Verlies van hoge tonen door mechanische afschuring (na  $1000 \times$  belangrijk (fig. 13).<sup>3)</sup>)

Een minder theoretische vraag is, *hoe lang* een opname bewaard kan worden, dus m.a.w. is de magnetofoonband geschikt als *archief*-materiaal. Een goede band (waarbij de magnetische laag goed gehecht is aan de drager) behoeft *mechanisch* niet achteruit te gaan, mits de vochtigheid  $\approx 60\%$  bedraagt en de temperatuur  $\approx 18^\circ \text{C}$ ; de lassen kunnen op den duur verharden en daardoor de band vervormen. Electricisch gezien neemt de *doordruk* steeds toe; men vermijdt daarom wisselvelden  $> 50 \text{ mGs}$  en temperaturen  $> 25^\circ \text{C}$ . Opwikkelen met papier tussen de windingen of ook het kopiëren na iedere 5 jaar onder toepassing van anti-doordrukmiddelen, maakt de goede band toch geschikt als archiefmateriaal (omstreeks 100 jaar).

*Wordt een bepaalde band herhaalde malen voor een opname gebruikt?* Aanvankelijk meende men door deze mogelijkheid een groot economisch voordeel te bereiken, maar in het professioneel gebruik blijkt, dat slechts  $8 \times$  een band voor herhaald opnemen wordt gebruikt. Daarna is er teveel in geknipt, geplakt, mechanisch vervormd, etc., om nog volkomen betrouwbaar te zijn.

De *bedrijfszekerheid* van magnetofoons is bij juist onderhoud groot. Niettemin is voor eenzelfde „break-down” kans, de herhalingscyclus voor periodiek onderhoud kleiner dan b.v. voor elektronische apparaten. Statistische cijfers zijn bekend van Enkel, waarbij voor  $50\%$  storingskans de volgende onderhoudstijden worden ontleend:

Magnetofoon-loopwerken	18 dagen
Condensator-microfonen	19 weken
Versterkers	7 maanden (zie fig. 14)

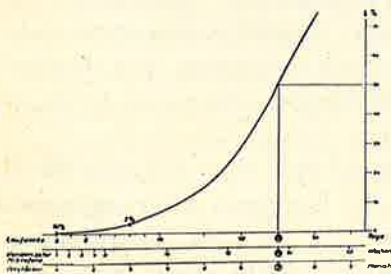


Fig. 14.

Statistische vergelijking van bedrijfsstorings-  
 storings voor resp.: magnetofoons,  
 condensator-microfoons, versterkers.

Een juistere basis lijkt het aantal bedrijfsuren, zeker in een bedrijf, waar naar verhouding weinig „rust” voorkomt. Urentellers zijn dan aangewezen. Bij de radio-omroep vindt na  $\approx 120$  uur een kleine revisie van de loopwerken plaats en na 500 uur een algehele revisie; voor controle-kamers geschieden controlemetingen na  $\approx 200$  uur (versterkers en schakelmateriaal) en volledige metingen na  $\approx 1500$  uur.

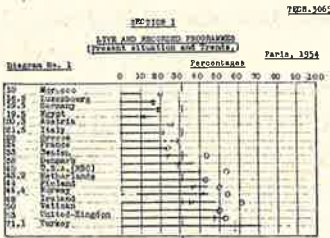


Fig. 15a.  
Verhouding van directe radio-uitzendingen tot opgenomen programma's.

SECTION 2  
LINE AND TAPE RECORDING

Paris, 1954

Table No. 2

COUNTRY	NUMBER of PROGRAMS	PERCENTAGE	
		Live Programs	RECORDING, Internal or Exchange
Germany (FRG)	81,000	19.5	60
Austria	22,100	22.8	41.2
France	12,000	15.8	32.4
Italy	11,000	14.1	32.4
Spain	10,000	13.8	32.4
Belgium	8,000	11.5	32.4
Switzerland	7,000	10.2	32.4
Denmark	6,000	9.5	32.4
Netherlands	5,000	8.8	32.4
Sweden	4,000	8.1	32.4
United Kingdom	3,000	7.4	32.4
Poland	2,000	6.7	32.4
Czechoslovakia	1,000	6.0	32.4
Yugoslavia	1,000	6.0	32.4
Turkey	1,000	6.0	32.4
TOTAL	200,000	81	82

Fig. 15b.  
Verhoudingen van directe- en uitgestelde uitzendingen in cijfers.

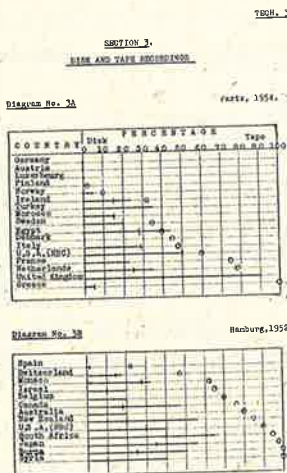


Fig. 16.  
Verhouding tussen eigen-opname op plaat en band voor verschillende omroep-organisaties.

In totaal zijn thans voor de radio-omroep in gebruik:

- 1500 versterkers, etc.
- 100 magnetfoon-loopwerken
- 30 gramfoon opname-machines
- 100 " " weergeefmachines
- 400 microfoons.

*De kopslijtage.*

Met de huidige koppen van  $\mu$ -metaal is vervanging noodzakelijk na 500 uur; dit zal ongeveer 10 maal gunstiger worden wanneer ferroxcube toegepast kan worden. Hiertegenover staat, dat de uitval tijdens de productie veel groter is (50%) en de prijs waarschijnlijk hoger. Voor de weergeefkop geldt dit het sterkst, daar de effectieve spleetbreedte groter is dan geometrisch, die dus wel zeer klein moet zijn ( $4 \mu m$ ).

*Het bandverbruik* is thans voor de radio-omroep gemiddeld 200 km per maand, veroorzaakt door de intense toepassing van de magnetische registratie t.o.v. de plaat-opname.

Fig. 15 laat zien, dat gemiddeld voor de Europese Omroeporganisaties 70% van de programma's niet direct plaats vindt, maar dat naar schatting toch steeds 25% van de programma's direct zullen blijven.

Tevens ziet men, dat van de „re-



corded programs" slechts een kleiner deel bestaat uit *handelsplaten* (23 : 46).

In fig. 16 is voor de verschillende landen de verhouding: eigenplaatopname tot bandopname gegeven. Gemiddeld wint de band veld en is nu reeds met 80 : 20 in het voordeel. Anderzijds verliest in absolute zin de plaat slechts weinig door de stijging van de totale „recorded program" tijd.<sup>7)</sup><sup>8)</sup>

Fig. 17 geeft tenslotte een beeld van een registratiekamer en fig. 18 dat van een hoofd-weergeefkamer. Deze HWK dient om gedurende het dagprogramma alle eigen opnamen weer te geven en is daarom geen „opname" kamer.

### *Toepassingen.*

In het reeds genoemde toepassingsgebied vindt men magnetofoons van diverse vorm. Voor reportage-doeleinden zijn *batterij* gevoede apparaten ontwikkeld, waarbij een veer de motor drijft; ook kan een kleine accu een electromotor drijven. Moest men door de compacte bouw afzien van mogelijkheden zoals: wissen, snelspoelen, aparte weergave-versterker etc., met behulp van transistoren, ferroxcube-koppen worden ook deze apparaten vollediger. Fig. 19 toont U een professioneel reportage-apparaat. Het kleinste op dit gebied is wel de „Minifon", dat met draad werkt en niettemin een redelijke kwaliteit geeft.

Van de *aanverwante* toepassingen kunnen genoemd worden:

*De Muziek.* Met behulp van de magneetband kan men „bestaande" muziek omvormen op velerlei manieren, zoals daar zijn: de snelheid van de band variëren, „achterste voren" inlassen, galmffecten toevoegen, galmvolgorde omkeren, etc. Dit alles kan men dan nog weer met meerdere magnetofoons doen en als een „canon" samenvoegen. Het oordeel over deze toepassing varieert van afschuw tot verering, maar maakt de taak van technicus en musicus disputabel.

*De lusweergave.* Met behulp van een lus zonder einde kan men een kort fragment steeds laten herhalen. Hiervan stamt b.v. de *pauzeteken-machine* (fig. 20), waarop ongeveer 1 minuut herkenningssignaal kan worden opgetekend.

Met zo'n lus kan men ook eenvoudig zich reeds voorgedaan hebbende storingen alsnog vastleggen op een normale magnetfoon (fig. 21). Het inschakelen van de normale magnetfoon kan met de hand geschieden, of wel automatisch.



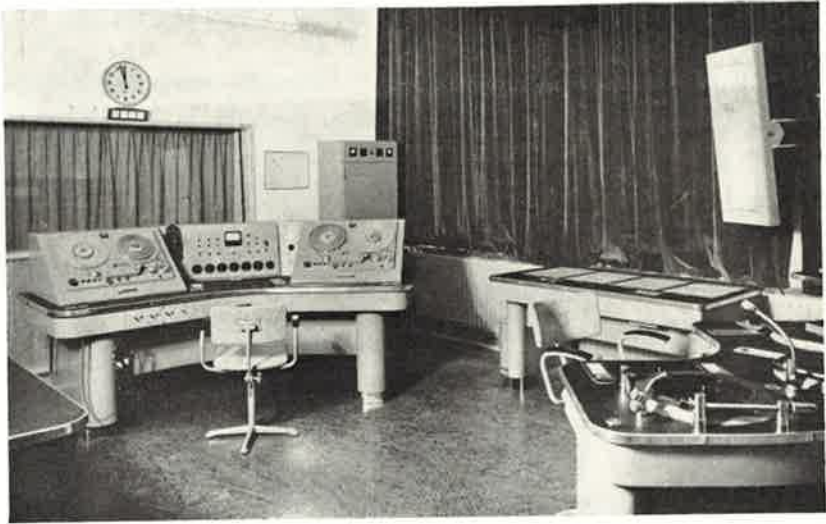


Fig. 17.

Een registratiekamer van de N.R.U., geïnstalleerd in de N.C.R.V.-studio.

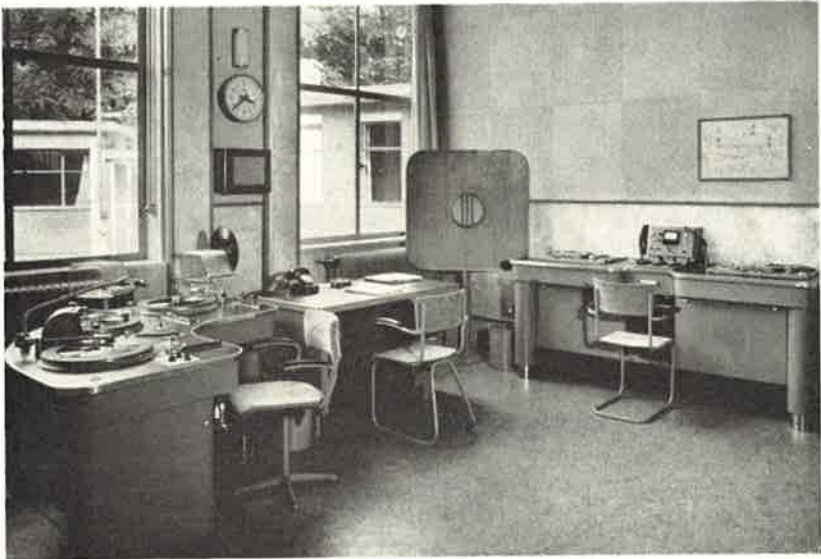


Fig. 18.

De hoofdweergeefkamer in de A.V.R.O.-studio.



Fig. 19.

Draagbaar magnetofoon-apparaat, geschikt voor 6 min.  
continue opname-tijd.



Fig. 20.

Pauzeteken-machine. Op het wiel bevindt zich een magnetofoonband in  
een groef. De kop heeft geen contact met de band.

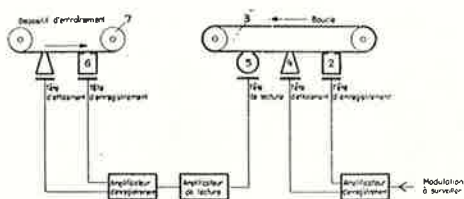


Fig. 21.

Het optekenen van calamiteiten in een studioprogramma kan plaats vinden, nadat zich de storing heeft voorgedaan. De magnetische bandlus heeft daartoe 1 minuut speeltijd.

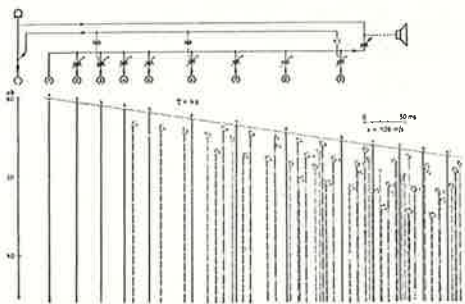


Fig. 22.

Nagalm-machine met 9 weergeefkoppen en 3-voudige terugkoppeling. De reflecties zijn in tijdvolgorde en relatieve sterkte aangegeven.

Tenslotte kan men een magnetofoonband met verlaagde snelheid afspelen en niettemin de toonhoogte handhaven.

Deze „Zeit-Dehner” toepassing werkt met ronddraaiende weergeefkoppen, waardoor de relatieve snelheid van kop tot band behouden blijft. Fig. 24 laat voor een *vertraging* van 1 : 4 de aftasting zien met vier spleten, die een snelheid hebben van resp.  $-\frac{3}{4}V$  en  $+1\frac{1}{4}V$ , die beide een relatieve snelheid  $V$  bezitten t.o.v. de band, die met  $+\frac{1}{4}V$  loopt. In het laatste geval vinden meerdere aftastingen plaats, alleen tegengesteld aan de normale aftastrichting.

Voor een *versnelling* van 1 : 2 moet de kop een snelheid hebben van  $+1V$  of  $+3V$ , waarbij in het eerste geval gedeelten van de band in het geheel niet worden afgetast. Steeds is bij deze weergave een zekere vervorming aanwezig.

Ook de *galmachine* behoort tot dit toepassingsgebied, waarbij om de reflecties van een kamer te simuleren, vele weergeefkoppen nodig zijn. Fig. 22 geeft een apparaat met 9 koppen en 1 opneemkop, waarbij de 3e, 6e en 9e kop zijn teruggekoppeld met de opneemkop.<sup>6)</sup> De reflecties zijn in het onderste deel in tijdvolgorde getekend. De instelling van alle regelorganen is echter moeilijk en het resultaat is lang niet altijd bevredigend. Een eenvoudig apparaat met slechts 1 weergeefkop is gegeven in fig. 23, dat soms ook goed aan zijn doel beantwoordt.

Ook is de *stereofonische* opname een aanverwante toepassing, die vooral met de magnetofoonband in technische kansen aanzienlijk is gestegen.

Tenslotte kan men een

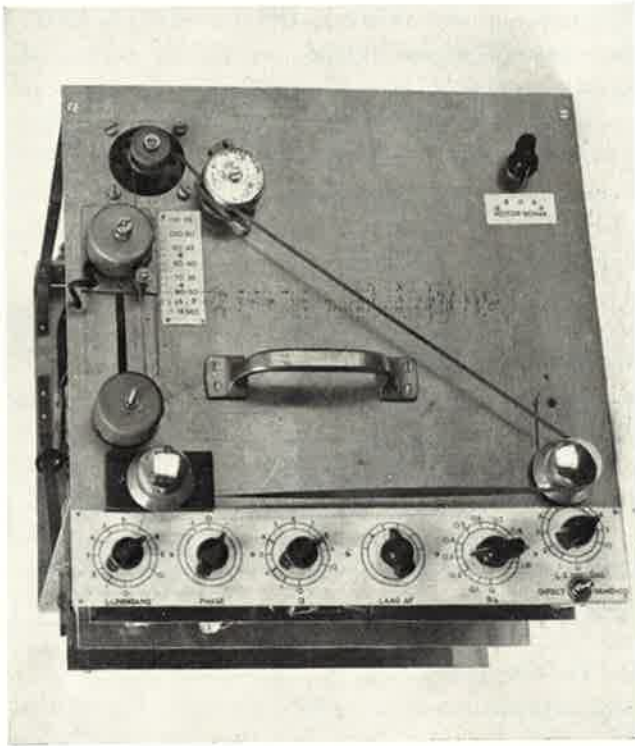


Fig. 23.

Eenvoudig nagalmapparaat met één weergeefkop.

die voor verhoudingen van 1:2 tolerabel is.<sup>1)</sup>

Vele metingen kan men vereenvoudigen met behulp van de magnetofoonband en zonder volledigheid te beogen kunnen genoemd worden:

- 1) het meten van de *jank* van gramfoonplatenmachines of andere roterende onderdelen. Op een magnetische plaat met groeven, die aan de schijf wordt bevestigd, kan men

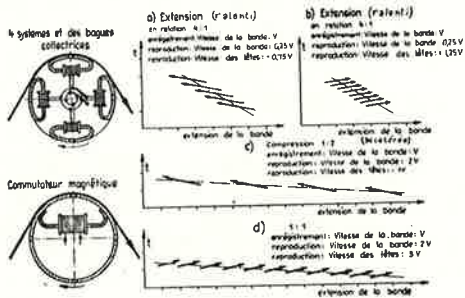


Fig. 24.

Principe van de tijd-compressor resp. tijd-expandor. De relatieve snelheid tussen kop en band wordt verkregen door beide snelheden van kop en band vectorisch op te tellen.



een constante toon opnemen (bij voorkeur 5 kHz) en deze direct daarna afspelen op een geometrisch andere plaats dan tijdens de opname. Men is dan onafhankelijk van excentriciteiten en kan de weergegeven toon analyseren met een jankmeter.

- 2) het *iteratic-procédé* werkt als een vergrootglas voor alle electro-acoustische elementen. Men behoeft slechts de koppen van plaats te verwisselen, zoals aangegeven in fig. 25.

Voorwaarde is slechts, dat het meet-object „slechtere” kwaliteiten bezit dan de magnetische herhaling; dit is voor vele „transducers” helaas niet het geval.

- 3) als „geheugen” wordt de magnetofoon toegepast in rekenmachines en kan zij ook bij de automatische telefonie worden gebruikt.

- 4) Voor *correlatie*-onderzoek gebruikt men ook met voordeel de gesloten magnetische lus, waarbij de verschuivingstijd  $\tau$  continue kan worden gevarieerd (zie fig. 26).

De waarde van de integraal

$$\frac{1}{T} \int_0^T f(t) \cdot f(t - \tau) dt$$

kan dan langs elektronische weg worden geregistreerd met als parameter de verschuivingstijd  $\tau$ .

- 5) In de *phonetiek* heeft men eveneens in de magnetische registratie een belangrijk hulpmiddel verkregen,

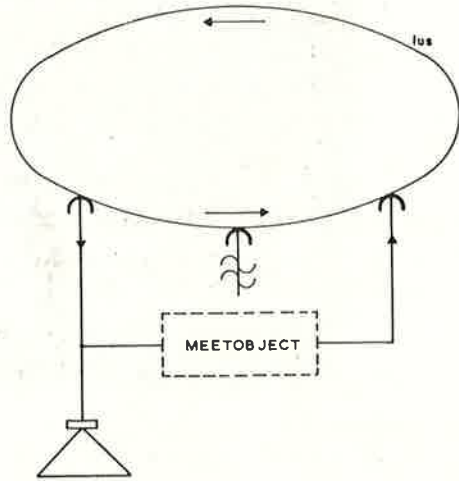


Fig. 25.  
Iteratie procedé.

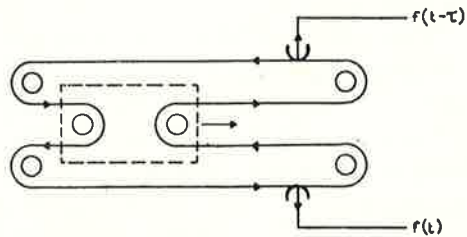


Fig. 26.  
Lus voor correlatie onderzoek.

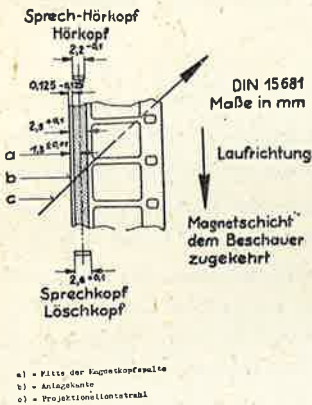


Fig. 27.

Gestandaardiseerde film met magnetische strip voor uitwisseling van Televisie-programma's.

Gecombineerd met *beeldfilm* is er een betere mogelijkheid ontstaan om het geluid op te tekenen. Sporen van 2,5 mm zijn voldoende voor goede kwaliteit en met normaal-film kunnen gemakkelijk 3 sporen worden „geborgen”. Voor *televisie-programma's* is de 16 mm gestandaardiseerd, waarvan fig. 27 een beeld geeft.

Fig. 28 geeft voor 16 mm enkele andere mogelijkheden. Het grote voordeel is gelegen in het feit dat „striping” kan worden toegepast, zowel vóór als ná het chemisch procédé. De „striping” geschiedt voor negatief en omkeerfilm aan de zijde van de drager, voor positief film aan de emulsie-zijde.<sup>9)</sup>

Voor het *synchroniseren* van beeld en geluid op afzonderlijke films heeft men eveneens systemen ontwikkeld; met behulp van de vertanding van beide films en het geleidelijk „op gang” brengen, wordt goed synchronisme verkregen. Deze methode is geschikt tijdens montage-handelingen.

Andere synchronisatie-methoden bestaan in principe uit het maken van een „magnetische vertanding” op de geluidsfilm; een  $\approx 50$  Hz signaal, afgeleid van het beeldfilmtransport b.v. wordt onder  $90^\circ$  opgetekend op de geluidsband, of wel wordt de bijstroom in frequentie ermede gemoduleerd. Bij het weergeven wordt het synchronisme gehandhaafd door beide spanningen van beeldprojector en van de geluidsband te vergelijken en de verschilwerking te benutten, om de geluidsband te versnellen of te vertragen.

Bij *televisie-toepassing* is de beeldsnelheid geheel constant, en worden alle fluctuaties van de opnamebeeldcamera „verhaald” op de geluidsband tijdens het weergeven.

Overigens kan men met goede camera's en magnetofoons

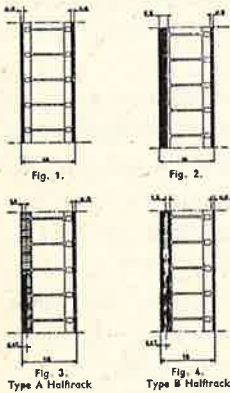


Fig. 28.

Enkele systemen van magnetische sporen op een 16 mm. beeldfilm.

zonder enige voorzorg het synchronisme handhaven voor enkele minuten.

Een recente toepassing van de magnetofoon is het optekenen van *video* signalen, die een bandbreedte hebben van 0–5 MHz. Zou men dit willen bereiken door het opvoeren van de bandsnelheid, dan moest deze 75 m/sec bedragen ( $\lambda_{min} = 15 \mu$ ). Dit is technisch niet uitvoerbaar, maar, beperkt men zich tot 9 m/sec.

en gebruikt men koppen met  $2,5 \mu$  m spleet, dan is een grensfrequentie van 3,5 MHz bereikbaar. Dit systeem is door RCA ontwikkeld voor *kleuren*-televisie, waarbij een schijf van 30 cm omtrek en 30 omw/sec voor het transport zorgt (fig. 29). Vooral de constante bandspanning is hier noodzakelijk, doordat de spoelmotoren zo snel lopen (300 à 600 omw/min.). Op een film van 12,7 mm (acetaat cellulose basis) en dik  $43 \mu$ m, lukt het om 4 min. *kleuren*film op te nemen (spoeldiam. 43 cm).

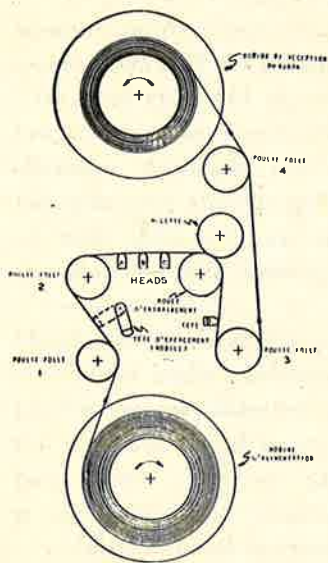


Fig. 29.

Bandloop voor het optekenen van *kleuren*-televisie signalen op een magnetische band (RCA-systeem).

Behalve de drie grondkleuren (rood, groen, blauw), worden ook het geluid en de synchronisatie-signalen op een afzonderlijk spoor opgetekend; het geluid wordt eerst gemoduleerd op een draaggolf van 150 kHz (AM).

Voor zwart-wit beelden kan men volstaan met 6,30 mm band, waarvan de coërcitiefkracht hoog is ( $H_c = 250$  Oersted).

Een andere mogelijkheid om een hoge snelheid te bereiken, is het dwarsaftasten met een bewegende kop. Zo kan men een soort „Nipkow” schijf, bezet met 75 koppen, snel laten ronddraaien, terwijl het bandtransport langzaam blijft.

Maakt de schijf 3000 toeren/minuut en is de diameter 50 cm, dan bereikt men reeds een relatieve snelheid van 75 m/sec. Op een film van 24 mm en een transportsnelheid van 45 cm/sec worden dan 3000 lijnen/sec opgetekend. De grote moeilijkheid hierbij is het goede contact tussen koppen en band te handhaven. Een verdere mogelijkheid

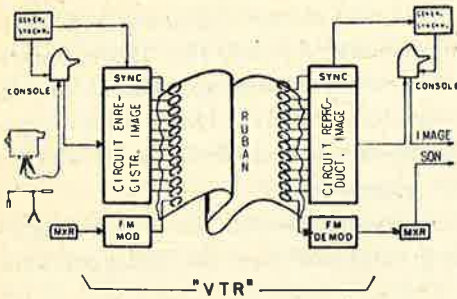


Fig. 30.

De magnetische sporen van het „Bing Crosby” systeem voor het optekenen van T.V.-signalen.

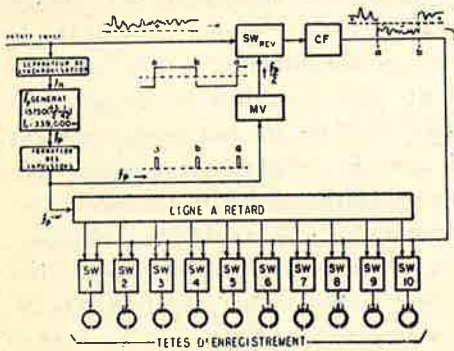


Fig. 31.

Het puls-systeem voor het verdelen van het frequentie-spectrum van een T.V.-signaal voor het magnetisch optekenen.

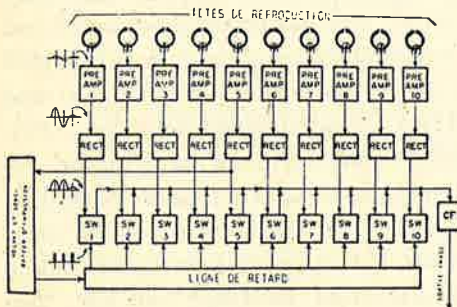


Fig. 32.

Het puls-systeem voor het sommeren van het frequentie-spectrum van een opgetekend T.V.-signaal.

wordt gevonden door de informatie te verdelen en wel op de volgende manieren:

- a) Frequentie-verdeling
- b) Chronologische verdeling
- c) Geometrische verdeling.

Deelt men het video-spectrum in 25 delen, dan heeft ieder kanaal slechts 200 kHz weer te geven. De bandsnelheid zou dan hoogstens 2 m/sec behoeven te zijn. Om echter 25 sporen later weer geheel volgens de goede phase-ligging samen te voegen schijnt lastig. Ook het overspreken van de sporen voor lage frequenties ( $< 10$  kHz) is hinderlijk. Een systeem, dat zowel onder a) als b) valt, is dat van de firma: „Bing Crosby Enterprises” en lijkt in wezen veel op het *dot-sequential* systeem van de televisie.

Met 10 sporen wordt het video-signaal opgetekend op een 12,7 mm film, daarnaast apart het geluid en de synchronisatie-signalen (fig. 30).

Er worden *hulp-pulsen* gemaakt van  $0,15 \mu$  sec. tijdsduureen herhalings-frequentie, van  $2,95 \mu$  sec. Ongeveer  $21\frac{1}{2}$  pulsen komen overeen met de lijn-



frequentie, die voor het Amerikaanse systeem  $63,2 \mu$  sec bedraagt. Zodoende is de herhalingsfrequentie 339.000 Hz. Deze pulsen worden door een vertragingsslijn gestuurd, waarop 10 aftakkingen, die onderling  $0,295 \mu$  sec. verschillen (fig. 31). Deze pulsen openen ieder op hun beurt een opname-versterker, zodat slechts dan het ingangssignaal wordt opgetekend.

Dit ingangssignaal is echter „gepolariseerd” door een „square wave” of kanteelspanning, afgeleid van de pulsgenerator ( $\text{freq.} = \frac{339}{2}$  kHz). Hierdoor vindt de optekening plaats met

een draaggolffrequentie van 169,5 kHz, die in amplitude is gemoduleerd. De bandbreedte van het totale systeem is ongeveer 1,69 MHz (aftasting van  $10 \times 339.000$  punten/sec). Bij het aftasten wordt ieder signaal gelijkgericht, waardoor een sterke component van 339 kHz ontstaat. Deze component wordt gebruikt om een pulsgenerator te synchroniseren, gelijk aan die tijdens de opname. Met behulp van eenzelfde vertragingsslijn worden de gelijkgerichte signalen afgetast op het juiste moment en wordt het totale signaal aan de uitgang verkregen. De component 339 kHz is hierin nog sterk aanwezig, hetgeen verminderd wordt door de puls-frequentie met 15 Hz te wobbelen. De pulsen „schuiven” dan  $0,14 \mu$  sec heen en weer, zodat dan tevens alle „overgeslagen” punten ook worden afgetast. De indruk ontstaat daardoor van een grotere bandbreedte, die echter aan scherpe randen onnatuurlijke eigenschappen geeft. Het geluid wordt hier opgetekend na frequentie-modulatie op 100 kHz draaggolf. (fig. 32)

Een geheel onconventionele methode is tenslotte het optekenen met behulp van een *electronenstraal*, die immers ook een magnetisch veld bezit en in intensiteit kan worden gemoduleerd met het video-signaal. Dit veld is echter zeer zwak (4 mOersted voor 0,2 mA), maar kan worden versterkt door de straal een roterende beweging (100 MHz) te laten uitvoeren. Een veldsterkte is nodig van ongeveer 100 Oersted, en een factor  $10^4$  moet worden gewonnen; het materiaal dient n.l. eerst verzadigd te zijn, omdat een electronenstraal een cirkelvormig veld bezit en er dus geen magnetisatie buiten het oppervlak uitkomt, indien aanvankelijk het magnetisch materiaal neutraal zou zijn. Een verdere moeilijkheid is om de electronenbundel (vacuum) in contact te brengen met de band; de bundelscherpte kan met huidige televisie-projectiebuizen worden bereikt, terwijl de bandsnelheid gelijk kan zijn aan die van normaal film (45 cm/sec).

Voor het aftasten van een dergelijke opname kan men een electronenstraal laten afbuigen, die met lijnfrequentie de band afzoekt. Deze afbuigingen kunnen ladingen induceren in een mozaïek en verder video-spanningen geven zoals bij de camera.

Hoewel de laatste methode meer een idee is dan een toepassing, is het door het volkomen ontbreken van massa van het „schrijvende” of „lezende” middel een beschouwing waard geworden. Overigens moet op dit gebied de gewone beeldfilm eerst worden verdrongen, voordat de magnetische video-optekening zijn toepassing kan vinden.

Het grote commerciële argument, dat zo'n band steeds weer is te gebruiken, heeft echter door de ervaring met de laagfrequent toepassing een gevoelige klap gekregen.

#### LITERATUUR

- 1) *l'Onde Electrique*;  
Mrt 1954 Congrès International de l'Enregistrement. Paris 1954.  
Oct. 1954 Congrès International de l'Enregistrement. Paris 1954.
- 2) *Funk und Ton*; Z w i c k e r: Die Hörbarkeit von Tonhöenschwankungen.  
Juli 1953.
- 3) *Audio Engineering*; W. S. L a t h a m: Limitations of Magnetic Tape.  
Sept. 1952.
- 4) *Techn. Hausmitteilungen*; R. C r u e l: Entwicklungsbericht über Ferrit-  
magnettonköpfe. Mrt 1953.
- 5) *Techn. Mitteilungen P.T.T.* (Bern); P. H. W e r n e r: Die mechanischen  
Eigenschaften verschiedener Magnettonbänder und ihr Einfluss auf die  
Aufnahmequalität. No. 5, 1952.
- 6) *Funk und Ton*; H. S c h i e s s e r: Einrichtungen zur Erzeugung künst-  
lichen Nachhalls. Juli 1954.
- 7) *U.E.R. Bulletin* Juli 1953; Magnetic Recording Convention. Hamburg,  
Juli 1952.
- 8) *U.E.R. Document*. Paris, 1954. H. A n g l è s d' A u r i a c: The present  
situation and trends of sound recording in sound and television broad-  
casting.
- 9) *Kinotechnik*; H. L a u e r: Schmalfilm mit Magnetton in S.W.F. Fernseh-  
betrieb. Juli 1954.
- 10) *Journal of the S.M.P.T.E.*; F. C o m e r c i: Perceptibility of flutter in  
speech and music. Mrt 1955.

