

INHOUD

Bandrecorders (groene tabkaarten)

pag.

A. ALGEMEEN

1	Magnetisatieproces	
a	principe	101
b	magnetisatie van magneetband	101
c	verband tussen luchtspleet en bandsnelheid	102
d	demagnetisatieverliezen	103
e	contactverliezen	103
f	opneem- en weergeefkarakteristieken	103
g	magnetiseringskromme	106
h	wissen van magneetband	110
i	registratie van audio- en videosignalen	110
2	Magnetische beeldregistratie	
a	algemeen	112
b	aftastsystemen	113
c	longitudinaal systeem	113
d	transversaal systeem	113
e	schroefvormig systeem	113
f	opneem- en weergeefversterkers	115
g	bandtransportmechanisme	116
h	servosystemen	116
i	geluidsgedeelte	117
j	vliegwielsynchronisatie in TV-apparaten	118

B. GESTANDAARDISEERDE BANDRECORDERAANSLUITINGEN

1	Aanpassing	
a	uitgangsspanning	119
b	ingangsgoedigheid	119
c	impedantie	120
d	voorbeelden van aanpassing	121
2	Diode-aansluiting (theoretisch gedeelte)	
a	functie	124
b	ingangsgoedigheid	125
c	uitgangsspanning	126
3	Diode-aansluiting (practische toepassingen)	
a	verbinding van een radio met de diode-aansluiting van een bandrecorder	126
b	verbinding van een versterker met de diode-aansluiting van een bandrecorder	128
c	verbinding van een elektrogrammofoon met de diode-aansluiting van een bandrecorder	129
d	verbinding van een TV-apparaat met de diode-aansluiting van een bandrecorder	129
e	verbinding van een rechtstreeks uit het lichtnet gevoed radio-apparaat met de diode-aansluiting van een bandrecorder	132

A Algemeen

1 Het magnetisatieproces

a. PRINCIPE

Als een stukje staal in of nabij een spoel wordt geplaatst, waardoor een gelijkstroom vloeit, wordt dit stukje staal blijvend gemagnetiseerd. Na het wegvallen van de stroom door de spoel is het stukje staal dus zelf een magneet geworden. De magnetische kracht hiervan is afhankelijk van de volgende factoren:

- . De magnetische eigenschappen van het stukje staal
- . De stroom door de spoel
- . Het aantal windingen en de afmetingen van de spoel
- . De plaats van het stukje staal t.o.v. de spoel

Uit het bovenstaande volgt dat de magnetische kracht van het stukje staal een maatstaf kan zijn voor de stroom die aanvankelijk door de spoel liep, ervan uitgaande dat de invloed van het onder de laatste twee punten gestelde bekend is. Als daarna deze magneet langs of door een tweede spoel wordt bewogen, ontstaat in de spoel een elektrische stroom, waarvan de grootte weer afhankelijk is van de magnetische kracht van het stukje staal.

Op bovenstaand principe berust de werking van een bandrecorder.

b. MAGNETISATIE VAN MAGNEETBAND

Terwijl het stukje magneetstaal ons iets wist te vertellen over de grootte van de stroom die aanvankelijk door de spoel liep, dient magneetband - op soortgelijke wijze - een ononderbroken informatiestroom te leveren omtrent een als functie van de tijd variërende stroom, die oorspronkelijk door de opneemkop werd gevoerd. De opneemkop bestaat uit een spoel om een magnetisch zachte kern met luchtspleet. Aan de randen van de luchtspleet treden de krachtlijnen iets naar buiten omdat het veld daar niet homogeen meer is.

Langs de luchtspleet van de opneemkop wordt nu de magneetband geleid. Deze bestaat uit een plastic drager waarop met een bindmiddel in poedervorm een magnetiseerbaar materiaal is aangebracht. Zodra er een stroom door de spoel van de opneemkop vloeit, snijden de magnetische krachtlijnen de band en wordt het gedeelte van de band, dat zich voor de luchtspleet bevindt, gemagnetiseerd. Voeren we hierna - i.p.v. een gelijkstroom - een wisselstroom door de opneemkop, dan zullen de bandgedeelten die aan de luchtspleet voorbij gaan, beurtelings in afwisselende richting worden gemagnetiseerd.

Aan het hierboven beschreven registratieproces kleven nog tal van bezwaren. De weergave is slecht door sterke vervorming, het hoge ruisniveau en een te zwakke weergave van hoge frequenties.

De invloed van enige factoren wordt hierna besproken.

c. VERBAND TUSSEN LUCHTSPLEET EN BANDSNELHEID

Uitgangspunt is een toon van 10.000 Hz. Eén periode van een toon van 10.000 Hz duurt 0,1 milliseconde. Gedurende de eerste 0,05 milliseconde vloeit de stroom door de opneemkop in een bepaalde richting, gedurende de daarop volgende 0,05 milliseconde in tegengestelde richting. Gedurende de eerste halve periode van de toon moet dus een bepaald stukje magneetband in één richting worden gemagnetiseerd, gedurende de daarop volgende halve periode wordt het volgende stukje van de band in tegengestelde richting gemagnetiseerd. Het eerste stukje band mag zich dan niet meer voor de luchtspleet bevinden omdat het anders weer zou worden gedemagnetiseerd.

Hieruit volgt dat de band zeer snel langs de luchtspleet moet worden getrokken of dat de luchtspleet zeer kort (gezien in de lengterichting van de band) moet zijn. Bij een bandsnelheid van b.v. 19 cm/sec wordt in 0,05 milliseconde een stukje band ter lengte van 9,5 micron langs de luchtspleet getrokken. De luchtspleet mag dus niet langer dan 9,5 micron zijn en ongeveer dezelfde eis moet ook aan de luchtspleet van de weergeefkop worden gesteld.

Het verband tussen de lengte van de luchtspleet, de snelheid van de band en de frequentie, waarbij de weergeefsterkte zonder speciale maatregelen 6 dB is gezakt volgt uit onderstaande formule:

$$\text{Frequentie} = \frac{\text{Bandsnelheid}}{2 \times \text{Spleetlengte}}$$

Voor een goede weergave van de hoge frequenties is het dus gewenst de luchtspleten van de opname- en weergavekoppen zo nauw mogelijk te maken en de bandsnelheid zo hoog mogelijk te kiezen. Door de hoge frequenties in de opname- en weergaveversterker extra te versterken, is het mogelijk de uiteindelijke totaal-karakteristiek nog praktisch recht te maken tot hogere frequenties dan hierboven aangegeven. Men kan echter niet verder gaan dan een half octaaf hoger. Immers, als de frequentie twee maal zo hoog als in bovenstaand voorbeeld wordt genomen, bevindt het bepaalde stukje band dat gedurende de eerste helft van de periode gemagnetiseerd werd, zich ook gedurende de tweede helft van de periode nog voor de luchtspleet en wordt dit zodoende gedemagnetiseerd. Hieruit volgt dus dat bij frequenties, die tweemaal zo hoog zijn als die waarbij het verlies 6 dB is, de magnetisatie van de band nihil is geworden.

De constructie van een weergeefkop lijkt op die van de opneemkop. In niet-professionele apparatuur wordt meestal dezelfde kop gebruikt, zowel voor opnemen als voor weergeven. Tijdens het weergeven passeert de magneetband de luchtspleet van de opname/weergavekop en induceert hierin een zwakke elektrische stroom. Het veld dat de magneetband opbouwt, is aanzienlijk zwakker dan het veld dat aanvankelijk door de opneemkop werd opgewekt, doch het verandert op dezelfde wijze.

De stroom door de weergeefkop wordt versterkt en aldus is een getrouwe afspiegeling van het opgenomen beschikbaar.

Samenvatting

- zodra de golflengte van het te registreren signaal in de orde grootte komt van de spleetlengte van de opneemkop, treden verliezen op. Deze verliezen worden luchtspleetverliezen genoemd
- luchtspleetverliezen treden op zowel tijdens het opnemen als het weergeven
- de luchtspleetverliezen zijn 100% zodra golflengte en luchtspleetlengte aan elkaar gelijk zijn
- de hoogte van de frequentie, die kan worden geregistreerd, is evenredig met de bandsnelheid en omgekeerd evenredig met de lengte van de luchtspleet.

d. DEMAGNETISATIEVERLIEZEN

Onder demagnetisatieverliezen verstaat men het verschijnsel, dat frequenties met zeer korte golflengten zwakker worden weergegeven dan zij werden geregistreerd. Bij zeer korte golflengten komen de in tegengestelde richting gemagnetiseerde deeltjes van de band zo dicht bij elkaar te liggen, dat de invloed die zij op elkaar uitoefenen tot een gedeeltelijke demagnetisatie van de registratie leidt. Dit verschijnsel staat uitsluitend in verband met de golflengte en met de permeabiliteit van de magnetische laag op de band.

e. CONTACTVERLIEZEN

Voor een glad oppervlak van de magneetband zijn kleine magnetische kristallen van gelijkmatige vorm een vereiste. Deze gladheid betekent een te verwaarlozen variatie van de afstand tussen de magnetische deeltjes en de opname/weergavekop. Het belang van een innig contact tussen magnetische laag en weergeefkop moet evenwel bij golflengten die in de orde grootte van de luchtspleetlengte komen, niet worden onderschat. Bij een afstand tussen laag en kop van 2x de spleetlengte kan de afval bij eerdergenoemde frequenties al 40 dB bedragen.

Contactverliezen zijn niet principieel voor een bandrecorder en worden als zodanig ook niet in de weergeefversterker d.m.v. correctiefilters opgeheven. Niettemin kunnen zij in zeer sterke mate optreden zodra de kop door afzetting van stof en bandslijpsel is vervuild. Regelmatige reiniging van de magneetkoppen in een bandrecorder is dan ook een dwingende eis.

f. OPNEEM- EN WEERGEEFKARAKTERISTIEKEN

Indien men onafhankelijk van de frequentie een constante magnetisatie van de band wil bewerkstelligen, moet de stroom door de opneemkop constant zijn. Daar de opneemkop een zelfinductie vertegenwoordigt, moet deze worden aangesloten op een stroombron die bij de hoogst te registreren frequentie een hoge inwendige weerstand heeft ten opzichte van de impedantie van de kop. Indien dit laatste niet mogelijk is, moet de frequentie karakteristiek van de opneemversterker worden aangepast. In hoeverre dit kan worden verwezenlijkt, hangt natuurlijk in sterke mate af van het te registreren frequentiegebied. Bij een audiospectrum, dat een achttal octaven omvat,

is dit nog wel mogelijk, doch voor een videospectrum tot b.v. 2,5 MHz is het bovenstaande niet meer haalbaar. Een constante of nagenoeg constante magnetisatie is evenwel belangrijk ter verkrijging van een goede signaal/ruisverhouding, waarbij de band voor alle frequenties zo ver mogelijk wordt "uitgestuurd". Voor de registratie van videosignalen heeft men daarom naar andere oplossingen gezocht. Hierop komen wij later nog terug.

Uitgaande van een band, waarop een breed frequentiegebied met constante flux is opgenomen, toont figuur 101 de aan de weergeefkop gemeten spanning.

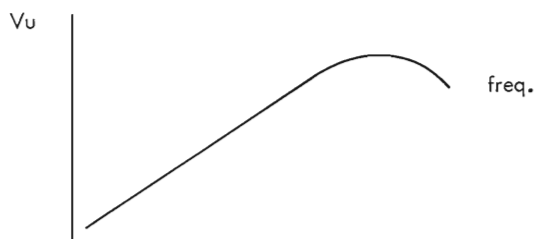


fig. 101

De helling van de kromme bedraagt 6 dB per octaaf. Dit komt doordat de spanning aan de weergeefkop uitsluitend evenredig is met het aantal veldwisselingen per seconde. Hieruit volgt weer dat de spanning evenredig toeneemt met de frequentie; dit is gelijk aan een factor 2 of 6 dB per octaaf.

De afbuiging naar beneden bij de hoogste frequenties is het gevolg van luchtspleet- en demagnetisatieverliezen en de in de praktijk ook nog optredende wervelstroom- en koperverliezen van de kop.

Teneinde de weergeefkarakteristiek van figuur 101 weer recht te trekken wordt in de weergeefversterker van een geluidsrecorder een laagdoorlaatfilter opgenomen met een bepaalde tijdsconstante (zie figuur 102).

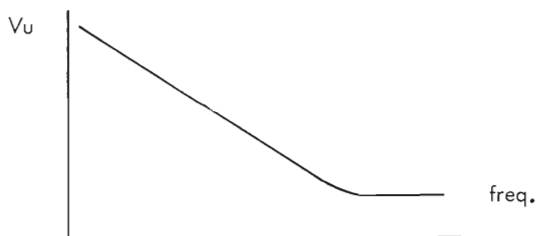


fig. 102

Hoewel het vlakke gedeelte in de weergeefkarakteristiek al enige correctie biedt aan het verlies van hoog, wordt voor de allerhoogste frequenties nog een extra meekoppeling toegepast. Deze kan bestaan uit een afgestemde kring in het tegenkoppelcircuit. Aangezien de relatief grote lichtspleetverliezen ook tijdens het opnemen van zich doen spreken, wordt een soortgelijk filter soms ook in de opneemversterker toegepast.

Ook al zouden we er in slagen om een compleet videospectrum met een constante flux op de band te registreren, tijdens het weergeven zou het verschil in uitgangsspanning tussen laagste en hoogste frequentie (50 Hz - 2,5 MHz) zo groot zijn dat aan corrigeren niet meer viel te denken. Videosignalen worden dan ook omgezet in een FM-signaal, waarvan de deviatie nog geen octaaf omvat. Hiermede is het probleem van de correctiekarakteristiek volledig vervallen, aangezien nu een kop kan worden geconstrueerd, waarvan de eigenschappen geheel kunnen worden afgestemd op dat ene octaaf. De kop kan hierdoor een kleine zelfinductie bezitten, en kan zelfs deel gaan uitmaken van een resonantiekring voor de correctie van de spleetverliezen. Door een juiste dimensionering van enkele koppelcondensatoren in de weergeefversterker kan het verschil in output tussen hoogste en laagste frequentie van het FM-signaal (4 tot 6 dB) worden gecompenseerd. Overigens worden veel problemen ondervangen door de omstandigheid dat bij een FM-signaal begrenzing kan worden toegepast. Immers, de deviatie en niet de amplitude is hier een maatstaf voor de grootte van het door de demodulator af te geven videosignaal.

Tenslotte geven we hieronder nog eens de opneem- en weergeefkarakteristieken van de opneem- en weergeefversterker van een doorsnee geluidsrecorder.

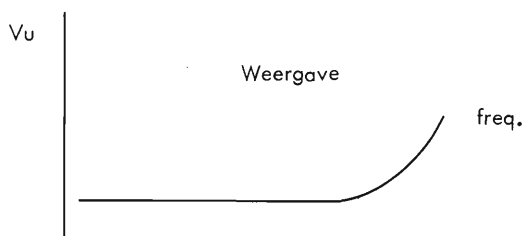


fig. 103

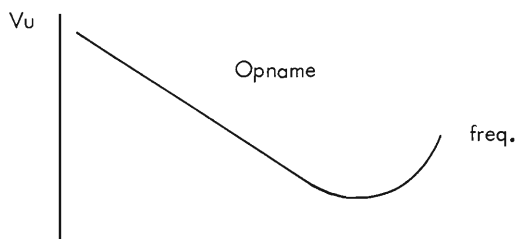


fig. 104

Samenvatting

- . Voor een goede signaal/ruisverhouding moet de magneetband zo ver mogelijk worden uitgestuurd
- . in weergeefversterkers moet een correctie van 6 dB per octaaf worden toegepast. De tijdsconstanten voor verschillende bandsnelheden zijn internationaal gestandaardiseerd
- . te allen tijde moeten in het versterkercircuit maatregelen worden genomen ter correctie van luchtspleet- en demagnetisatieverliezen

g. MAGNETISERINGSKROMME

We plaatsen nog eens een stukje staal nabij een spoel, waar doorheen een langzaam toenemende gelijkstroom wordt gevoerd.

Tengevolge van het veld H in de spoel zal het staal uiteindelijk magnetisch worden. Het verband tussen de veldsterkte H en de inductie B is evenwel niet lineair. Dit blijkt uit figuur 105 waarin schematisch de inductie B is uitgezet als functie van de veldsterkte H . Op deze wijze ontstaat een z.g. hysteresislus.

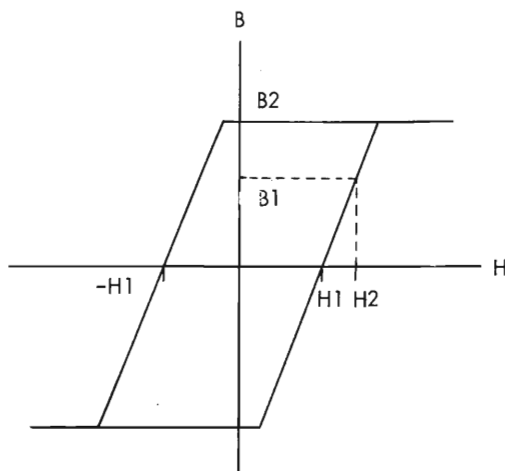


fig. 105

Zolang de veldsterkte kleiner is dan H_1 , zal er geen inductie plaats hebben (bij verwaarlozing van de beginpermeabiliteit) en wordt het staal niet blijvend gemagnetiseerd. Wordt daarentegen de veldsterkte vergroot tot een waarde H_2 , dan bereikt de inductie een waarde B_1 , welke in de vorm van remanent magnetisme achterblijft zodra het veld H_2 weer tot 0 wordt teruggebracht. Aldus verder redenerend ontdekken we dat:

- . een veldsterkte kleiner dan H_1 geen remanent magnetisme in het staal kan bewerkstelligen
- . een veldsterkte H_2 een inductie B_1 in het staal veroorzaakt
- . een remanent magnetisme ter grootte van B_1 in het staal achterblijft, zodra de veldsterkte H_2 tot 0 wordt gereduceerd
- . B_2 de maximaal bereikbare remanentie is
- . de magnetiserende kracht, dus de stroom door de spoel, moet worden omgekeerd om het remanent magnetisme op te heffen
- . de veldsterkte, benodigd om de remanentie op te heffen minstens een waarde $-H_1$ moet hebben, doch ook weer niet groter mag zijn. Deze veldsterkte noemt men coërcitie

Uit figuur 105 kan - weer schematisch - een tweede kromme volgens figuur 106 worden afgeleid. Hierin vinden we het theoretisch verband tussen het remanent magnetisme B_r als functie van de oorspronkelijk aangelegde veldsterkte H . In feite is dit een opneemkarakteristiek althans wanneer het stukje staal en de spoel weer worden vervangen door een magneetband en opneemkop.

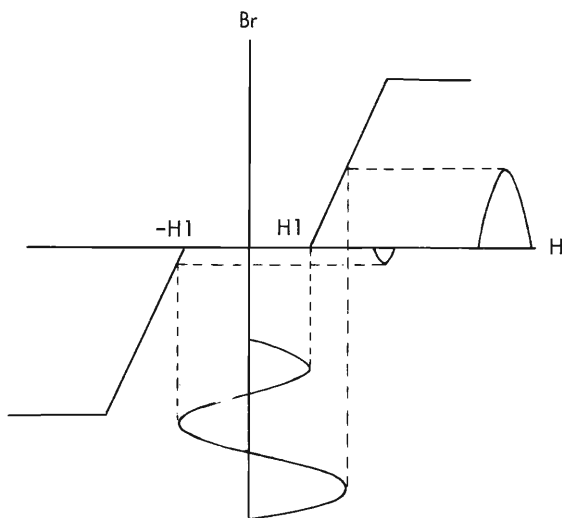


fig. 106

Gaan we van de ongemagnetiseerde toestand uit en worden er verder geen maatregelen genomen, dan kan uit deze kromme worden afgelezen dat voor zwakke signalen, waarbij de veldsterkte kleiner is dan H_1 , geen remanentie in de band wordt verkregen. Eerst wanneer de toppen van het signaalveld boven de coërcitie uitkomen, zal de band blijvend worden gemagnetiseerd. Het resultaat is echter een sterk vervormd signaal.

Een verbetering zou ontstaan indien een magnetisch zacht materiaal (met een kleine coërcitie) werd gebruikt. De verkregen magnetisatie zou dan echter reeds door zwakke velden kunnen worden verstoord, zodat deze "verbetering" twijfelachtig is. Dergelijke velden zijn namelijk vaak ongewenst aanwezig.

Figuur 107 toont hoe de vervorming tot een minimum kan worden gereduceerd, door de te registreren frequentie te superponeren op een signaal met een veel hogere frequentie. Hierbij zullen de toppen van de som van hoog- en laagfrequent zich bewegen tussen H_2 en $-H_2$. Voor wat betreft het gedeelte a , bewegen de rechter toppen zich tussen H_1 en H_2 en worden gedurende deze halve periode passerende magneetdeeltjes van de band gemagnetiseerd. De magnetisatie - gedurende deze halve periode - geschiedt stootsgewijs in het ritme van het HF-signaal. Aangezien de luchtspleet van de opneemkop veel langer is dan de golflengte van het HF-signaal, zal dit laatste niet op de band worden geregistreerd. Dit komt doordat elk magnetisch deeltje gedurende het voorbijgaan aan de kop zelfs herhaalde malen wordt aangestoten, zodat op deze wijze een doorlopende magnetisatie wordt verkregen in het ritme van het LF-signaal. Tengevolge van de hoogfrequente voormagnetisatie zijn de positieve en negatieve flanken uit figuur 107 als het ware in elkaars verlengde verschoven en kan de registratie vervormingsvrij geschieden.

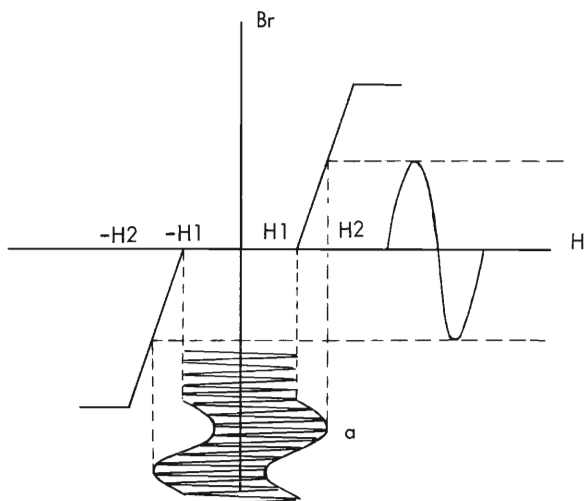


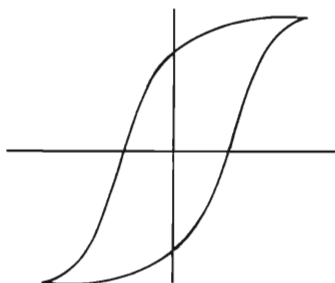
fig. 107

In de praktijk ziet de hysteresiskromme er wat anders uit dan hierboven is aangegeven. Figuur 108 geeft een meer reële voorstelling, waaruit meteen blijkt dat de vereiste HF-voormagnetisatie niet meer exact gedefinieerd is, doch op een zo gunstig mogelijke waarde moet worden ingesteld.

Hoe groot is nu deze waarde?

Ter verkrijging van een zo vervormingsvrij mogelijke registratie is het zaak dat zo

veel mogelijk gebruik wordt gemaakt van de rechte gedeelten van de positieve en negatieve flank. Vergroting van de HF-bijstroom door de opneemkop leidt tot het gewenste resultaat, doch een al te grote voormagnetisatie gaat weer ten koste van de dynamiek omdat dan nog slechts een klein gedeelte van de flanken ter beschikking staat.



figuur 108

Daarbij hebben we nog met een ander verschijnsel te maken.

De van huis uit reeds aanwezige demagnetisatieverliezen nemen bij verdere vergroting van de HF-voormagnetisatie nog eens extra toe omdat de energieniveaus van de in tegengestelde richting gemagnetiseerde deeltjes stijgen, waardoor deze deeltjes elkaar nog gemakkelijker kunnen beïnvloeden. Het resultaat hiervan is een verlies aan hoge frequenties.

Samenvatting

- . magneetband heeft over het algemeen een hoge coërcitie o.m. ter verkrijging van een goede houdbaarheid van de opname
- . voor een vervormingsvrije opname moet het te registreren signaal worden gesuperponeerd op een ander signaal, waarvan de frequentie veel hoger is dan de te registreren frequentie.
Men noemt dit hoogfrequent-voormagnetisatie
- . de grootte van de HF-voormagnetisatie is een compromis tussen vervormingsfactor ruisafstand en frequentiebereik.
In de praktijk kiest men een waarde voor een optimale dynamiek bij een minimale vervorming
- . bij de instelling van de HF-voormagnetisatie kan de doorlaatkromme van het gehele systeem als maatstaf dienen. Aangenomen dat alle correctiefilters juist zijn afgeregeld, kan uit de frequentiekenarakteristiek worden afgeleid of de HF-bijstroom door de opneemkop te groot of te klein is. In het eerste geval constateren we een tekort, in het tweede geval een teveel aan hoge frequenties

h. WISSEN VAN MAGNEETBAND

Voor het wissen wordt een z.g. wiskop gebruikt, waardoor een hoogfrequente stroom van vrij grote sterkte vloeit.

Deze wisselstroom wordt evenals de HF-voormagnetisatie van dezelfde oscillator betrokken.

De wiskop heeft een brede luchtspleet waardoor de magneetband tijdens het voorbijgaan aan een groot (bovendien krachtig) strooiveld wordt blootgesteld. De band wordt een aantal malen in verzadiging gedreven, met als gevolg dat de oorspronkelijke registratie geheel verdwijnt. Na het verlaten van de luchtspleet neemt de veldsterkte geleidelijk af zodat de magneetband zich tenslotte in neutrale - volledig gedemagnetiseerde - toestand bevindt.

i. REGISTRATIE VAN AUDIO- EN VIDEOSIGNALEN

Er bestaat een wezenlijk verschil tussen de methode voor registratie van beeldsignalen en voor die van geluidssignalen.

Het audiospectrum omvat een achttal octaven, waardoor de uitgangsspanning van de weergeefkop nogal varieert. De toegepaste opneem- en weergeefkoppen (eventueel gecombineerd) dienen voor de lage frequenties een grote zelfinductie te bezitten en tegelijkertijd weinig verliezen op te leveren in het hoge tonengebied. Ter overbrugging van de coërcitie is steeds een bepaalde HF-bijstroom (50 - 150 kHz) door de opneemkop vereist.

Anders is het gesteld met het videospectrum. Dit omvat een dusdanig groot aantal octaven dat de voor de geluidsregistratie toegepaste techniek hier tekort schiet, ook al verhogen we de bandsnelheid aanzienlijk in verband met de luchtspleetverliezen. Videosignalen worden dan ook getransformeerd in een FM-sigitaal met een deviatie van nog geen octaaf, waardoor met uitzondering van de vereiste hoge bandsnelheid een aantal moeilijkheden is opgelost. Verder behoeft bij deze registratiemethode geen HF-voormagnetisatie te worden toegepast omdat tijdens het weergeven uitsluitend de FM-deviatie wordt gemeten.

Wellicht zal hier de vraag rijzen waarom een dergelijke methode niet voor geluidsregistratie wordt toegepast. In de eerste plaats moet dan de bandsnelheid aanzienlijk worden verhoogd in verband met de veel hogere draaggolffrequentie. Zoals later zal blijken, kunnen hoge bandsnelheden slechts redelijk worden verwezenlijkt, indien het sigitaal in gedeelten (b.v. diagonaal) op de band wordt opgenomen. Dergelijke onderbrekingen kunnen we ons in het geluid niet veroorloven, echter wel in het videosigitaal omdat het televisiesigitaal zelf vijftig maal per seconde wordt "onderbroken" ten behoeve van de rastersynchronisatie-impulsen.

Het materiaal, waaruit de kern van opname/weergavekoppen is samengesteld, dient magnetisch zacht te zijn, m.a.w. een kleine coërcitie te bezitten. De koppen zelf mogen immers niet magnetisch worden. Speciale metaallegeringen zijn ontwikkeld om aan deze eis te voldoen. In verband met de hoge schrijfsnelheid bij videoregistraties worden voor de desbetreffende koppen speciale ferrieten gebruikt ter verkrijging van

een zekere slijtvastheid.

Het aanbrengen van de altijd weer vereiste smalle luchtspleet levert bij ferriet echter speciale (fabricage-technische) problemen op, zodat men - gezien de kosten - voor niet professionele geluidskoppen nog steeds gebruik maakt van metaal-legeringen.

2 Magnetische beeldregistratie

a. ALGEMEEN

Het probleem dat zich bij de registratie van televisiebeelden voordoet, is de grote bandbreedte van het videosignaal. Bij het relatief eenvoudige systeem voor magnetische geluidsregistratie staat de kop voor opname en weergave stil en wordt de band er langs gevoerd. Bij een bandsnelheid van 19 cm/sec kunnen aldus frequenties tot ca 18.000 Hz worden opgenomen en weergegeven. Voor de registratie van videosignalen is dit verre van voldoende. Nemen we als hoogste videofrequentie 2,5 MHz en als kleinste golflengte van het op de band te registreren signaal 1 micron (dit is ongeveer het uiterste wat tegenwoordig bereikt kan worden) dan wordt de vereiste bandsnelheid 5 m/sec. Een en ander volgt uit de op pag. 102 aangegeven formule.

Een grote snelheid van de magneetband ten opzichte van de opname/weergavekop is dan ook een bindende eis, willen we althans een redelijke beelddefinitie verkrijgen.

Deze hoge snelheid is het eerste belangrijke kenmerk van een videorecorder ten opzichte van een geluidsrecorder. Hoe dergelijke snelheden worden verwezenlijkt, komt nog ter sprake.

Bij een geluidsrecorder manifesteren variaties in de bandsnelheid zich in de vorm van toonhoogteverschillen. Bij een videorecorder zullen in eerste instantie de beeld- en lijnfrequentie worden beïnvloed. Hoewel het oog minder gevoelig is voor afwijkingen dan het oor, kunnen bedoelde variaties niettemin een onrustig beeld opleveren zodra het synchronisatiecircuit van het desbetreffende TV-apparaat niet meer in staat is om wisselingen in beeld- en lijnfrequentie op de voet te volgen. Dit geldt wel in het bijzonder voor de weergave via TV-apparaten die met een vliegwielsynchronisatiecircuit zijn uitgerust. In elke videorecorder zijn dan ook maatregelen genomen ter verkrijging van een constante bandsnelheid, waardoor binnen redelijke grenzen stabiliteit van de beeld- en lijnfrequentie van het gereproduceerde signaal wordt verzekerd.

Tenslotte moet een video-recorder "compatible" zijn. Dit betekent dat een videorecorder, bestemd voor gebruik in de consumentensector, aan de volgende eisen moet voldoen:

- . onderlinge verwisselbaarheid van magneetbanden en recorder
- . gemakkelijke aansluiting op elk TV-apparaat
- . compacte bouw en eenvoudige bediening

Dan volgen hier nog eens de drie belangrijkste punten, aan de hand waarvan een videorecorder kan worden gekwalificeerd:

- . bandbreedte (=beelddefinitie)
- . stabiliteit van de lijntijdbasis (=rust van het beeld)
- . compatibiliteit (=bruikbaarheid in combinatie met andere apparaten en onderlinge verwisselbaarheid van banden)

b. AFTASTSYSTEMEN

Met het aftastsysteem (toegepast bij een videorecorder) bedoelt men de wijze waarop de vereiste hoge snelheid van de band ten opzichte van de opname/weergavekop wordt verwezenlijkt. De drie belangrijkste systemen zijn:

- . het longitudinale systeem
- . het transversale systeem
- . het schroefvormige systeem ("helical scanning")

c. LONGITUDINAAL SYSTEEM

Bij het longitudinale systeem wordt de band op de voor een geluidsrecorder gebruikelijke wijze, doch met zeer hoge snelheid, langs de kop geleid. Men werkt hierbij met bandsnelheden van meer dan 250 cm/sec, waarbij zeer kleine spleetbreedten van de kop worden toegepast. Voor het bereiken van een redelijke speelduur wordt zeer dunne band gebruikt. Nochtans wordt deze methode weinig toegepast.

d. TRANSVERSAAL SYSTEEM

Transversale aftasting kan op een aantal manieren worden verkregen. Het meest verbreide systeem maakt gebruik van een cilindrisch draaiende koppendrager, waarop een aantal koppen zijn aangebracht. De as van het roterende systeem is evenwijdig aan de lengterichting van de band opgesteld. De band wordt door middel van b.v. een vacuüm ter plaatse van de koppendrager in een vorm gebogen, die overeenkomt met de cirkelomtrek van de koppendrager, zie figuur 109.

De roterende koppen schrijven nu beurtelings en bijna loodrecht op de lengterichting van de band sporen, terwijl de band relatief langzaam voortbeweegt.

De voordelen van het transversale systeem zijn: een hoge schrijfsnelheid (= grote definitie), een goede stabiliteit en een goede toepasbaarheid daar de band geknipt en gemonteerd kan worden.

e. SCHROEFVORMIG SYSTEEM

Een nadeel van het transversale systeem is dat de beelden zelf in afzonderlijke gedeelten worden opgenomen, waardoor beeldvervorming kan ontstaan. In studio-apparaatuur kan men dit probleem door bepaalde technische voorzieningen gemakkelijk onderwerpen, doch hiermede wordt het apparaat zo ingewikkeld dat het nauwelijks meer voor de huiskamer geschikt is. Bovendien is een dergelijke recorder zeer kostbaar. Bij het schroefvormige systeem wordt bovengenoemd nadeel geëlimineerd, doordat met elk afzonderlijk door de kop geschreven spoor een compleet raster wordt vastgelegd. Er is nu wat speling ontstaan omdat het moment waarop een van de koppen ophoudt te schrijven (bij een tweekops-systeem) niet meer exact behoeft samen te vallen met het ogenblik waarop de volgende kop de "scanning" overneemt. Alle onderbrekingen kunnen nu immers aan het uiterste begin of einde van een raster worden ondergebracht. Nog beter lijkt het om de onderbreking tussen twee rasters te leggen,

TRANSVERSAAL
studio apparaat

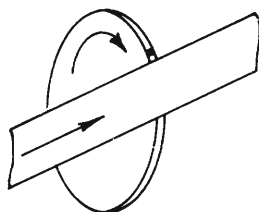


fig. 109

SCHROEFVORMIG
 Ω -LUS
b.v. EL 3400

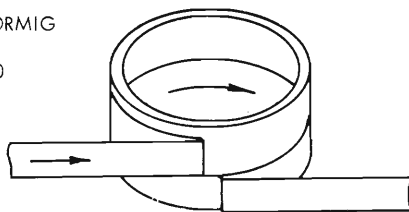


fig. 110

SCHROEFVORMIG
 α -LUS
b.v. EL 3402

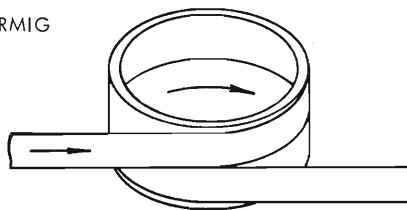


fig. 111

HALF-SCHROEFVORMIG
 Ω -LUS
b.v. LDL 1000

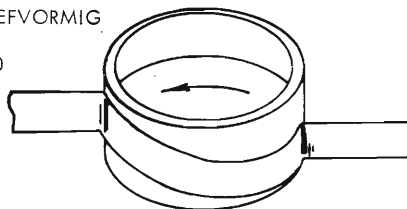


fig. 112

doch dit wordt niet gedaan teneinde geen verstoring van het synchronisatieproces te bewerkstelligen.

Hoe werkt nu het schroefvormige systeem?

De band wordt om een cylinder geleid; over het gedeelte dat hij om de cylinder loopt, zakt hij tevens over zijn eigen breedte. De in de cylinder in een horizontaal vlak roterende kop of koppen schrijven op de band een spoor, dat een veel kleinere hoek maakt met de lengterichting van de band dan bij de transversale systemen. Hierdoor is de lengte van een onafgebroken spoor groter en kan een compleet raster per spoor worden geschreven. Er zijn systemen met één en met twee koppen, zie de figuren 110 t/m 112. Bij gebruik van één kop wordt de band om de trommel geleid over een hoek die de totale omtrek zoveel mogelijk benadert. Dit systeem wordt toegepast in b.v. de videorecorders EL 3400 en EL 3402. Het gebruik van één kop stuit echter min of meer op het bezwaar dat tijdens de kleine hoek waarover de band niet om de trommel is geleid informatie verloren gaat. Hierdoor zullen van elk raster een aantal lijnen niet geschreven worden.

Bij het half-schroefvormige systeem worden twee koppen gebruikt en wordt de band over iets minder dan 180° om de trommel geleid. Voor het omschakelen van de ene naar de andere kop is in dit geval slechts een zeer kort traject nodig. Dit laatste systeem wordt ondermeer toegepast in de LDL 1000.

Helaas kleeft ook aan dit systeem een bezwaar. De instelling van de twee koppen dient met een dermate grote nauwkeurigheid te geschieden, dat vervanging van de koppen zonder speciale microscopische apparatuur onmogelijk is. Als een van de koppen defect raakt, moet daarom altijd de geheel kopentrommel worden vervangen.

Het schroefvormige systeem laat geen montagewerkzaamheden aan videobanden toe. Videoband kan in principe wel worden gelast, doch hierbij zal de synchronisatie tijdens het passeren van de las kortstondig worden verstoord, terwijl de kans niet is uitgesloten dat een slechte las tot beschadiging van de videokoppen leidt.

f. OPNEEM- EN WEERGEEFVERSTERKERS

Het is vrijwel onmogelijk om videosignalen rechtstreeks op magneetband te registreren. Allereerst stuiten we op het probleem om bij de noodzakelijk hoge bandsnelheid een goed contact tussen band en kop te verzekeren. Speciaal bij systemen met roterende koppen is dit een welhaast niet te verwerkelijken zaak, vooral aan het begin en einde van de sporen. Een en ander resulteert in een variërende uitgangsspanning, waarbij de hoge frequenties het eerste worden benadeeld.

Verder is de uitgangsspanning van een weergeefkop min of meer evenredig met de frequentie. Nu is het aantal octaven dat het frequentiegebied van een videosignaal omvat, dermate groot dat ook ten aanzien van dit punt de nodige moeilijkheden zullen ontstaan.

Tot op heden wordt bij vrijwel alle videorecorders dan ook gebruik gemaakt van frequentiemodulatie. Hierbij wordt het videosignaal getransformeerd in een FM-signaal met een relatief lage "draaggolffrequentie" en een grote deviatie.

Een veel voorkomend type modulator is de multivibratormodulator.

De rustfrequentie van een dergelijke multivibrator komt hierbij overeen met de top-pen van de synchronisatie-impulsen. Alle variaties van de video-inhoud, die lopen

van de toppen van de synchronisatie-impulsen tot maximum wit, sturen de frequentie boven de rustfrequentie en produceren de deviatie die wordt versterkt en opgenomen.

Voor het afspelen is een gevoelige versterker met een laag ruisniveau vereist. Daar het signaal frequentie gemoduleerd is, kan begrenzing worden toegepast waardoor signaalverschillen worden geëlimineerd. Hierna kan het FM-signaal worden gedetecteerd, zodat weer het oorspronkelijke videosignaal beschikbaar komt.

g. BANDTRANSPORTMECHANISME

Ter verkrijging van een stabiele tijdbasis moeten aan het bandtransportmechanisme van een videorecorder hoge eisen worden gesteld. Bij het veel voorkomende schroefvormige aftaststelsel wordt de magneetband aangedreven door een combinatie vliegwiels/drukrol. Hierbij is de motor die het vliegwiel aandrijft verantwoordelijk voor de nominale bandsnelheid. Door diverse oorzaken kan deze snelheid echter veranderen. Deze afwijkingen worden in bepaalde apparaten gecorrigeerd door middel van een servosysteem dat de bandsnelheid vergelijkt met een vaste referentiebron (b.v. lichtnetfrequentie) en zonodig correcties uitvoert. Dit laatste gebeurt door een wijziging van het toerental van de aandrijfmotor.

Soms is een dergelijke regeling te kostbaar (en ook niet nodig) en zullen variaties in de bandsnelheid zoveel mogelijk moeten worden vermeden door een juiste constructie van het transportmechanisme. Men maakt hiertoe onder meer gebruik van motoren, waarvan het toerental voornamelijk wordt bepaald door de netfrequentie (zoals kooi-anker motoren).

De wrijving op alle hiervoor in aanmerking komende punten moet overigens gering zijn, terwijl daar waar de wrijving noodzakelijkerwijs groot is (frictiekoppelingen e.d.), deze zo constant mogelijk moet worden gehouden. Magnetische frictiekoppelingen verdienen daarom de voorkeur. Resonantieverschijnselen van de band dienen te worden vermeden: deze vertegenwoordigen immers ook bandsnelheidsvariaties.

Roterende en zware bandgeleiders brengen hier de oplossing.

h. SERVOSYSTEMEN

Tijdens het opnemen en weergeven van een videoband door middel van een roterend koppensysteem moet er een hechte relatie bestaan tussen bandsnelheid en omtreksnelheid van de koppentrommel. Als de bandsnelheid door een of andere oorzaak verandert, zal immers het toerental van de koppentrommel naar rato moeten worden gewijzigd. Men zou zich kunnen voorstellen dat een mechanische koppeling - met b.v. tandwielen - tussen bandtransportmechanisme en koppentrommel tot het gewenste resultaat leidt. Het is evenwel niet voldoende dat eerdergenoemde snelheden een constante verhouding hebben.

We nemen even aan dat de bandtransportsnelheid zowel tijdens het opnemen als weergeven niet verandert. Uitgaande van deze constante bandsnelheid dient niet alleen de rotatiesnelheid (frequentie) van de koppentrommel, doch ook de positie (faze) hiervan tijdens het weergeven exact gelijk te zijn aan die tijdens het opnemen. Slechts dan is het mogelijk dat de (opname-) weergavekop het eerder geschreven spoor precies volgt.

Ter oriëntatie dient dat een fazeverschuiving van ééntiende graad, of ca. 0,1 mm

voor- of naïjling van de koppentrommel ontoelaatbaar is. In de praktijk hebben we dan bovendien nog te maken met variaties in de bandsnelheid. Dit alles maakt het gebruik van een servosysteem noodzakelijk.

Een servosysteem kan globaal worden voorgesteld als een schakeling welke een gemeten waarde vergelijkt met een vaste waarde en uit het verschil van deze twee een regeling afleidt om de gemeten waarde gelijk te maken aan - of in een bepaalde verhouding te brengen tot - de vaste waarde.

In het servosysteem voor de koppentrommel wordt de bandsnelheid als een vaste waarde verondersteld en de omtreksnelheid alsmede de positie van de trommel gemeten.

Hoewel de bandsnelheid binnen zekere toelaatbare grenzen kan variëren, gaat het evenwel om de relatie tussen de omtreksnelheid van de koppentrommel en de bandsnelheid en niet om één van deze twee als zodanig.

Vervolgens wordt via een verschilversterker een zodanige snelheidsverandering of fazeverschuiving van de koppentrommel bewerkstelligt, dat het gemeten verschil wegvalt. Dit gaat als volgt in zijn werk:

Aan de koppentrommel is een voorziening getroffen die er voor zorgt dat bij elke omwenteling en op steeds dezelfde plaats een elektrische impuls wordt afgegeven. Aldus kunnen frequentie en faze van de koppentrommel worden gemeten. Dit signaal wordt toegevoerd aan de verschilversterker.

Het tweede hieraan toe te voeren signaal bestaat tijdens het opnemen uit de in het videosignaal aanwezige rastersynchronisatie-impulsen. Het door de verschilversterker afgegeven signaal beïnvloedt nu de frequentie en faze (= omwentelingssnelheid en positie) van de koppentrommel. Na een zekere tijd geeft de verschilversterker geen regelspanning meer af, hetgeen er op duidt dat de koppentrommel in de gewenste frequentie en faze roteert. Tussen de frequentie en faze van de door de trommel afgegeven impulsen en de rastersynchronisatieimpulsen is dus een vaste relatie ontstaan.

Op de magneetband is een spoor gereserveerd waarop tijdens het opnemen de rastersynchronisatieimpulsen nog eens worden geregistreerd. Men spreekt hierbij wel van een magnetische perforatie. Tijdens het weergeven van de band worden zowel de op de band geregistreerde rastersynchronisatieimpulsen als de door de trommel geleverde impulsen weer met elkaar vergeleken. Op deze wijze is de relatie tussen trommel en band tijdens het opnemen en weergeven dezelfde en zullen de geschreven video-sporen correct worden afgetast.

Beïnvloeding van het toerental van de koppentrommel kan op verschillende wijzen geschieden. Het is b.v. mogelijk om bij motoren, waarvan het toerental afhankelijk is van de toegevoerde spanning of frequentie, laatstgenoemde grootheden te wijzigen. Men kan echter ook de koppentrommel een van huis uit te grote snelheid meegeven, welke dan door een remmagneet tot de vereiste waarde wordt teruggebracht. Het laatste systeem is minder gecompliceerd.

i. GELUIDSGEDEELTE

Voor de registratie van het videosignaal is nagenoeg de gehele breedte van de band

nodig. Aan de beide buitenzijden van de band is aan weerszijden van het voor het videosignaal gereserveerde gedeelte één spoor gereserveerd voor de synchronisatie-impulsen en een tweede spoor voor de registratie van het geluid. De koppen voor deze twee sporen zijn meestal in één behuizing ondergebracht. Het geluidsgedeelte van een videorecorder kan worden vergeleken met dat van een normale geluids-geluidsrecorder.

Voor de registratie van het geluid is een hoogfrequente bijstroom door de opnamekop vereist. De hiervoor gebruikte oscillator kan tevens dienst doen als wisoscillator voor de gehele band.

j. Vliegwielsynchronisatie in TV-apparaten

Het ligt voor de hand dat een betrekkelijk goedkope videorecorder zich uitstekend leent voor gebruik in combinatie met een televisie-ontvanger voor huiskamergebruik. Nu zijn vrijwel alle moderne TV-apparaten uitgerust met een zogenoemd vliegwiel-synchronisatiecircuit. Hiermede wordt de invloed van storingen op de lijnsynchronisatie sterk verminderd doordat de in het TV-apparaat opgewekte lijnfrequentie zich instelt op de gemiddelde frequentie over een zeker tijdsinterval van de ontvangen lijnsynchronisatie-impulsen. Incidenteel optredende storende impulsen kunnen dan de lijnterugslag niet op ongewenste tijdstippen doen optreden, zodat ondanks de aanwezigheid van storingen een rustig beeld wordt verkregen.

Voor de weergave vanaf een videorecorder ontstaat daardoor echter de eis dat de bandsnelheid en de omwentelingssnelheid van de koppentrommel, die immers de "zend-lijnfrequentie" bepalen, uiterst constant moeten zijn, even constant als de lijnfrequentie van het door televisiezenders geleverde signaal. Op dit moment kan echter alleen nog professionele video-apparatuur aan deze eis voldoen.

De enige mogelijkheid om genoemd probleem op te lossen is een verkleining van de tijdsconstante in de fazediscriminator van het desbetreffende TV-apparaat. Slechts dan is het lijnsynchronisatiecircuit in staat om de overigens kleine veranderingen in de lijnfrequentie (en -faze) op de voet te volgen.

Indien een dergelijke wijziging niet wordt aangebracht, treden S-vormige vertekeningen op in het weergegeven beeld.

B Gestandaardiseerde bandrecorderaansluitingen

De toelichting in dit hoofdstuk heeft steeds betrekking op gestandaardiseerde aansluitingen van bandrecorders uit de consumentensector, echter met uitzondering van dicteerapparaten en cassette-recorders voor rechtstreekse aansluiting op een autoradio.

1 Aanpassing

Een bandrecorder is geschikt voor het gebruik in combinatie met een groot aantal apparaten en accessoires. Voor de meest voorkomende verbindingen, zoals die met een radio, versterker en grammofoon, staan een aantal standaardverbindingssnoeren ter beschikking, doch in andere gevallen moet het verbindingssnoer worden samengesteld uit losse onderdelen. Behalve een juiste verbinding speelt ook de onderlinge aanpassing van de aaneengekoppelde apparaten een belangrijke rol.

Een systeem zal immers alleen dan optimaal functioneren als deze aanpassing goed is uitgevoerd. De volgende factoren spelen hierbij een rol:

- . de uitgangsspanning van de signaalgever
- . de ingangsgevoeligheid van de ontvanger
- . de wederzijdse impedanties

a. UITGANGSSPANNING

De uitgangsspanning van een apparaat kan sterk variëren. We denken hierbij aan b.v. de dynamiek in een muziekfragment. In de technische specificaties van apparaten wordt de uitgangsspanning daarom altijd vermeld onder bepaalde condities. Men maakt hierbij gebruik van een signaal met een vaste frequentie (meestal 1000 Hz) en bepaalt als volgt de uitgangsspanning:

- . BANDRECORDER: tijdens de weergave van een 100% gemoduleerde band
- . PLATENSPELER: van het opnemelement in mV/cm/sec tijdens het afspelen van een grammofoonplaat, gesneden met een snelheid van 1 cm/sec (zie pag. 1, punt 1). Hierbij is het element met een gegeven weerstand afgesloten (zie pag. 2, punt 4). Als een snijsnelheid van 5 cm/sec wordt toegepast, vermeldt men de uitgangsspanning in mV/5cm/sec. De door het opnemelement afgegeven spanning is dan natuurlijk 5x zo groot
- . FM-TUNER: bij een bepaalde frequentiezwaaai (meestal 15 kHz) en normaal in werking zijnde begrenzers
- . AM-TUNER: bij een bepaalde modulatie diepte (meestal 30%), waarbij de AVR normaal in werking is
- . MICROFOON: in mV/ μ bar of mV/N/m² bij een geluidsdruk van respectievelijk 1 μ bar of 1 N/m² (zie hoofdstuk microfoons)

b. INGANGSGEVOELIGHEID

Onder ingangsgevoeligheid verstaat men in het algemeen de spanning ($f=1000\text{Hz}$)

die nodig is om een apparaat volledig uit te sturen. De geluidssterteregelaar staat hierbij op maximum, eventueel aanwezige klank- en balansregelaars in hun middenstand. Bij een bandrecorder is de ingangsgevoeligheid de spanning die moet worden toegevoerd om de opneemindicator tot het toegestane maximum te doen uitslaan bij opengedraaide opneemsterteregelaar. Hierbij wordt de magneetband maximaal gemoduleerd.

c. IMPEDANTIE

Elke signaalgever heeft een bepaalde uitgangsimpedantie, elke ontvanger een bepaalde ingangsimpedantie. Voor LF-apparatuur gelden deze bij een frequentie van 1000 Hz. Er zijn twee praktische gevallen waarbij de ingangsimpedantie van de ontvanger binnen nauwe grenzen is gebonden aan de eigenschappen van de signaalgevers:

- . OVERDRACHT VAN VERMOGEN. Een signaalgever levert zijn grootste vermogen als de aangesloten impedantie gelijk is aan de uitgangsimpedantie. Deze regel mag men evenwel niet consequent hanteren. Voor een versterker b.v. beveelt de fabrikant een zekere luidsprekerimpedantie aan, die geldt voor een bepaald vermogen en een minimale vervorming. De werkelijke uitgangsimpedantie van een versterker is meestal veel kleiner ter verkrijging van een zekere demping op de luidspreker. Verkleining van de luidsprekerimpedantie zal dus wel het door de versterker afgegeven vermogen doen toenemen doch uiteindelijk zal beschadiging van onderdelen het gevolg zijn.
- . OVERDRACHT VAN HF-SIGNALEN. Ter voorkoming van reflecties en verlies van vermogen dienen in- en uitgangsimpedantie niet alleen aan elkaar, doch bovendien aan de karakteristieke kabelimpedantie gelijk te zijn.

In vrijwel alle andere gevallen, als er dus geen sprake is van overdracht van vermogen of HF-signalen, dient slechts een potentiaalverloop aan een apparaat te worden medegedeeld. Hoewel er natuurlijk altijd een bepaalde stroom vloeit, kan het hierbij ontwikkelde zeer geringe vermogen buiten beschouwing worden gelaten. Hier gelden dan ook andere maatstaven. Zo behoeven in- en uitgangsimpedantie in het geheel niet aan elkaar gelijk te zijn.

Er zijn echter enkele factoren waarmee toch wel rekening moet worden gehouden:

- . zodra de ingangsimpedantie van de ontvanger in de orde grootte komt of kleiner wordt dan de uitgangsimpedantie van de signaalgever, wordt de door de signaalgever afgegeven spanning kleiner
- . als de signaalgever capacitief is uitgekoppeld, zal een te lage ingangsimpedantie van de ontvanger de lage frequenties naar verhouding meer verzwakken (lineaire vervorming)
- . de capaciteit van de verbindingkabel kan een verlies van hoge tonen veroorzaken

In de volgende paragraaf wordt het onder de punten a t/m c behandelde aan de hand van enige voorbeelden toegelicht.

d. VOORBEELDEN VAN AANPASSING

Het onderstaande beoogt enig inzicht te geven in de problematiek bij de onderlinge verbinding van apparaten. Hierdoor zullen de later behandelde standaardaansluitingen gemakkelijker kunnen worden begrepen.

In de praktijk kunnen we de aangegeven ingangsgevoeligheid met een factor 5 vermenigvuldigen om te weten welke spanning we voor een optimale uitsturing moeten aanleggen. Het is immers niet de bedoeling om de geluids- of opneemsterteregeelaars in hun uiterste stand te gebruiken; we kunnen beter voor enige reserve zorgen. Eventuele afwijkingen in de berekeningen worden dan door deze marge gemakkelijk gecorrigeerd.

. Verbinding van een platenspeler met een bandrecorder of versterker

Gegeven: Opnemerement 22 GP 200, 50 mV/cm/sec over 1 Mohm
Grammofooningang 100 mV, 0,5 Mohm

Oplossing: De afsluitweerstand van een piëzo-elektrisch opnemerement is niet kritisch, zodat een ingangsimpedantie van 0,5 Mohm geen bezwaar vormt. De snijnsnelheid van een grammofoonplaat komt in het algemeen (pieken uitgezonderd) niet boven 5 cm/sec, zodat we voor de 22 GP 200 kunnen rekenen op een afgegeven spanning van $5 \times 50 \text{ mV} = 250 \text{ mV}$
De grammofooningang vraagt een spanning van $5 \times 100 \text{ mV} = 500 \text{ mV}$.
De afgegeven en de vereiste spanning liggen in dezelfde orde grootte, zodat de aansluiting zonder meer kan geschieden.

. Verbinding van een hi-fi platenspeler met een bandrecorder

Gegeven: Opnemerement 22 GP 407, 1,3 mV/cm/sec over 68 kohm
Bandrecorderingang 0,25 mV, 2 kohm (diode-aansluiting)

Oplossing: De 22 GP 407 is een magnetodynamisch opnemerement. Dit betekent dat een correctieversterker noodzakelijk is (zie pag. 3). Indien we over een versterker beschikken met een ingang voor MD-element (magneto-dynamisch-element), kunnen we de grammofoon beter aansluiten op de versterker en van daar uit een koppeling tot stand brengen met de bandrecorder. In het andere geval maken we gebruik van een losse voorversterker, b.v. de 22 GH 905. De versterkingsfactor van de 22 GH 905 bedraagt 36 dB = 63 x. Uit de voorversterker kunnen we nu een spanning verwachten van $63 \times 5 \times 1,3 \text{ mV} = \text{ca. } 400 \text{ mV}$ (zie ook vorig voorbeeld) welke spanning overeenkomt met die van een kristalelement. In dit voorbeeld wordt verder aangenomen dat de recorder geen specifieke grammofooningang bezit, zodat we genoodzaakt zijn van de diode-ingang gebruik te maken. Deze vraagt een ingangsspanning van $5 \times 0,25 \text{ mV} = 1,25 \text{ mV}$, zodat het aangeboden signaal een factor 320 moet worden verzwakt. Dit kan gebeuren d.m.v. een serieweerstand met een waarde, gelijk aan $320 \times$ de ingangsimpedantie van de bandrecorder of

$320 \times 2 \text{ kohm} = 0,64 \text{ Mohm}$. In de praktijk wordt dit een weerstand met een waarde die zal liggen tussen 220 kohm en 1 Mohm , doch de optimale waarde kan het beste experimenteel worden bepaald. In veel gevallen zal het echter niet nodig zijn om de hier berekende weerstand aan te brengen. Deze weerstand wordt n.l. reeds geruime tijd in elke recorder gemonteerd (zie ook pag. 13, punt 2).

. Verbinding van een radio met een bandrecorder

Gegeven: Radiouitgang FM: 100 mV over 1 Mohm (frequentiezwaaai 15 kHz)
AM: 350 mV over 1 Mohm (modulatiediepte 30%)

Bandrecorder-

ingang : 2 mV , 20 kohm (diode-aansluiting)

Oplossing: Allereerst berekenen we de uitgangsspanning die we uit de radio kunnen verwachten. De maximale frequentiezwaaai bij FM-ontvangst is $5 \times 15 \text{ kHz} = 75 \text{ kHz}$. Wij veronderstellen gemakshalve dat de uitgangsspanning evenredig met de frequentiezwaaai verloopt, zodat we uitkomen op een uitgangsspanning van $5 \times 100 \text{ mV}$. De maximale modulatie diepte bij AM-ontvangst bedraagt ca. $3 \times 30\% = 90\%$ hetgeen tot een uitgangsspanning van $3 \times 350 \text{ mV} = 1050 \text{ mV}$ leidt. Bij de berekening nemen we het gemiddelde van deze twee en komen zo op een uitgangsspanning van 800 mV .

De uitgangsimpedantie van de radio zullen we in het principeschema terugvinden als een weerstand die in serie met de uitgangsbuss is opgenomen, zodat we te maken hebben met een constante stroombron-schakeling, kenmerk voor een diodeaansluiting van een radio, zie pag. 124.

Daar een diode-aansluiting van een radio altijd rechtstreeks met die van een recorder mag worden verbonden, zullen we nagaan of dit in het onderhavige geval ook inderdaad mogelijk is (zie figuur 113). De serieschakeling van 1 Mohm (Z_u van de radio) en 20 kohm (Z_i van de recorder) veroorzaakt een spanningsdeling van $50 \times$ zodat het aan de recorder aangeboden signaal $800 \text{ mV} : 50 = 16 \text{ mV}$ bedraagt. De recorder vraagt een spanning van $5 \times 2 \text{ mV} = 10 \text{ mV}$. Beide spanningen zijn van dezelfde orde-grootte zodat bedoelde aansluiting geen problemen zal opleveren.

Overigens kunnen we hierbij gebruik maken van het bij de recorder behorende standaard-verbindingssnoer, waarbij tevens de mogelijkheid aanwezig is om het op de recorder opgenomen signaal via dezelfde verbindingskabel weer terug te brengen en weer te geven over de radio.

Hiertoe wordt verwezen naar pag. 126, punt 3.

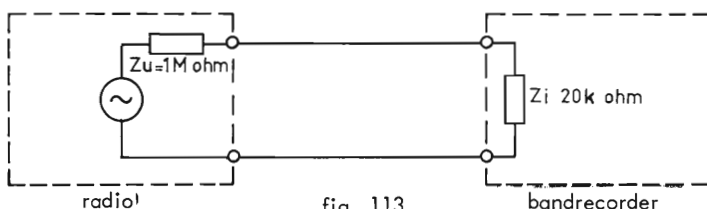


fig. 113

Opmerkingen:

Als een signaalgever capacitief wordt uitgekoppeld, dienen we er voor te zorgen dat de ingangsimpedantie van de ontvanger geen lineaire vervorming (in dit geval verlies van lage tonen) kan veroorzaken.

We nemen als voorbeeld de voorversterker 22 GH 921 (schema op pag. 58).

Hiervan bedraagt de uitgangsimpedantie 5 kohm bij 1000 Hz. Als hierop nu een versterker wordt aangesloten met een ingangsimpedantie van 50 kohm, schematisch voorgesteld in figuur 114, zullen de lage tonen teveel worden verzwakt omdat de reactantie ("wisselstroomweerstand" van de condensator) voor de lage frequenties veel te groot is. De uitkoppelcondensator (oorspronkelijk 47 kpF) moet dus in waarde worden vergroot en wel volgens onderstaande vuistregel:

$$C = \frac{8000}{Z_i} \mu F$$

waarin C = de waarde van de condensator in μF

waarin Z_i = de ingangsimpedantie van de versterker in ohm

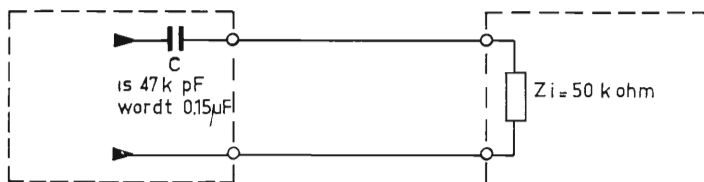


fig. 114

In het zojuist genoemde voorbeeld zal de waarde van de uitkoppelcondensator vergroot moeten worden tot ca. 0,15 μF .

Dient in een verbindingskabel een serieweerstand te worden opgenomen, dan verdient het aanbeveling deze weerstand aan die zijde van de kabel aan te brengen waar de impedantie het grootst is. Uit het als voorbeeld gegeven blokschema volgens figuur 115 blijkt dat de kabelcapaciteit (gestippelde condensator) wordt overbrugd door een weerstand van 10 kohm. Als de serieweerstand van 220 kohm aan de andere zijde van het verbindingsnoer gemonteerd zou zijn, zou de kabelcapaciteit door een veel grotere weerstand worden overbrugd en zou er mogelijk verlies van hoge tonen kunnen optreden.

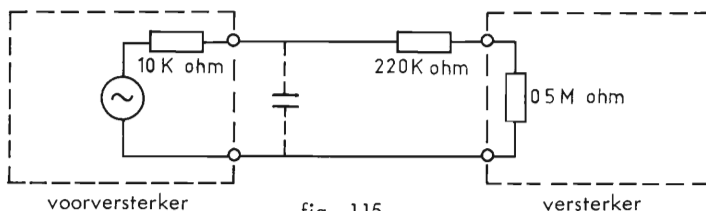


fig. 115

2 Diode-aansluiting (theoretisch gedeelte)

a. FUNCTIE

Elke bandrecorder, geschikt voor opname en weergave, heeft een diode-aansluiting. Sommige bandrecorders hebben slechts één 5-polige aansluitbus. Dit is dan altijd een diode-aansluiting.

De diode-aansluiting is bestemd voor de verbinding van een bandrecorder met een radio, versterker of tweede bandrecorder.

De overdracht van het signaal geschiedt hierbij in twee richtingen (opnemen, weergeven of kopiëren).

Zowel de diode-aansluiting van een bandrecorder als de hiermee overeenkomende aansluiting van een radio of versterker kunnen worden herkend aan de volgende symbolen:

- . diode-aansluiting op bandrecorder $\oplus$ of R
- . diode-aansluiting op radio of versterker. $\oplus$  of Rec.

De hierboven genoemde verbindingen kunnen tot stand gebracht worden door middel van het bij de desbetreffende bandrecorder behorende standaard-verbindingssnoer.

De diode-aansluiting van een bandrecorder kan bovendien worden gebruikt als ingang van een grammofoon of gelijksoortige signaalbron.

De nog steeds gebezigde term "diode-aansluiting" stamt uit de tijd dat uitsluitend AM-ontvangst mogelijk was. Veel radio-apparaten waren destijds voorzien van een bandrecorderaansluiting die rechtstreeks met de detectie-diode (vaak een radiobuis) was verbonden.

De diode-aansluiting van een radio, versterker, enz. wordt dan ook altijd gekenmerkt door de aanwezigheid van een serieweerstand (in figuur 117 voorgesteld door Rs 1; de functie van Rp komt nog aan de orde).

Een soortgelijke serieweerstand vinden we ook in de recorder, tussen de punten 1 en 3 (4 en 5), Rs 2 in figuur 117.

Hoewel de punten 3 en 5 in eerste instantie bedoeld zijn om er tijdens het weergeven een signaal van te betrekken, zijn ze nu tevens geschikt om er tijdens het opnemen b.v. een grammofoonsignaal aan toe te voeren. Door middel van de weerstand Rs 2 wordt de uitgangsimpedantie van de op de punten 3 en 5 aangesloten signaalbron belangrijk vergroot (als eerder beschreven voor een radio of versterker) waardoor de uiteindelijk aan de punten 1 en 4 toegevoerde stroom wordt begrensd tot $0,1 \mu A$ (bij een bronspanning van 100 mV).

Ook kunnen nu twee recorders met elkaar worden verbonden, zodat de mogelijkheid bestaat om banden te kopiëren.

De serieweerstand Rs 2 is overigens pas in een later stadium in de bandrecorders ingebouwd. Voorheen bevonden deze zich in het bij de recorder behorende standaard-verbindingssnoer. Voor een nadere toelichting hierop verwijzen wij naar figuur 12 en de daarbij behorende tekst op pag. 15.

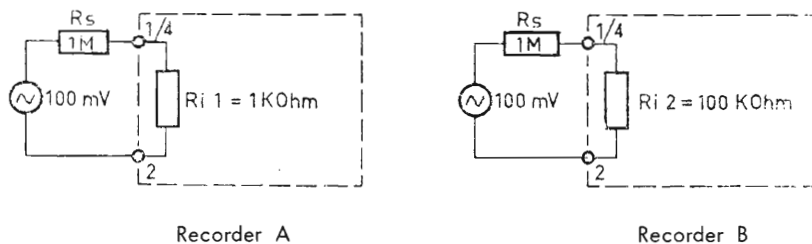
b. INGANGSGEVOELIGHEID

De diode-aansluiting is de meest universele van alle bandrecorderaansluitingen. Niettemin neemt deze ten opzichte van andere recorderaansluitingen, waarvan de gevoeligheden en uitgangsspanningen binnen bepaalde grenzen zijn vastgelegd, een bijzondere plaats in omdat met name de ingangsgevoeligheid per bandrecorder nogal kan verschillen.

Figuur 117 toont de gestandaardiseerde diode-aansluiting van een bandrecorder. De punten 1 en 4 zijn altijd rechtstreeks met de opneemversterker van de recorder verbonden. De ingangsgevoeligheid op de punten 1 en 4 bedraagt per definitie 0,1 mV per kohm.

Dit betekent dat bij ingangsimpedanties van respectievelijk 1 en 100 kohm (de voorkomende uiterste waarden) ingangsgevoeligheden behoren van achtereenvolgens 0,1 en 10 mV. Het verschil in gevoeligheid tussen twee typen recorders kan dus een factor 100 bedragen.

Voor individuele gevallen levert dit geen probleem op. Men kan er immers voor zorgen dat de aan te sluiten signaalbron de vereiste spanning levert. Bij een willekeurige radio of versterker met een dienovereenkomstige aansluitbus wordt dit echter anders. Omdat van te voren niet vaststaat met welke bandrecorder het apparaat wordt gecombineerd moet het verschil in gevoeligheid kunnen worden overbrugd. Door gebruikmaking van een constante stroombron kan laatstgenoemd probleem worden opgelost. Aan de hand van figuur 116 wordt dit verklaard.



figuur 116

In bovenstaande figuur worden twee bandrecorders met uiteenlopende ingangsgevoeligheden gevoed uit een bron waarvan de uitgangsimpedantie door middel van de serie-weerstand R_s is vergroot tot 1 Mohm.

In beide gevallen wordt de door de signaalbron geleverde stroom voornamelijk bepaald door de in verhouding grote waarde van R_s .

Bij een bronspanning van 100 mV vloeit er daarom in beide gevallen een stroom van 0,1 μ A. Verder is:

- de aan de recorder A toegevoerde spanning $i \times R_{i1} = 10^{-7} \times 10^3 = 0,1 \text{ mV}$
- de aan de recorder B toegevoerde spanning $i \times R_{i2} = 10^{-7} \times 10^5 = 10 \text{ mV}$

In beide gevallen is de aan de recorder toegevoerde spanning 0,1 mV per kohm, hetgeen per definitie de ingangsgevoeligheid is.

c. UITGANGSSPANNING

Op het moment dat de weergeeftoets van een bandrecorder wordt ingedrukt, is de weergeefversterker via de schakelaar SK1 (in elke recorder aanwezig) met de punten 3 en 5 verbonden.

De uitgangsspanning (bij een 100% gemoduleerde band) ligt altijd tussen 0,5 en 1,5 V. De uitgangsimpedantie is altijd kleiner dan 100 kohm en bedraagt meestal 20 kohm. Praktisch alle monaurale bandrecorders zijn bovendien uitgerust met de schakelaar SK2, die uitsluitend tijdens het opnemen en weergeven een verbinding tussen de punten 3 en 5 (dus niet in de "stopstand") tot stand brengt. Het nut hiervan wordt op pag. 128 besproken.

3 Diode-aansluiting (practische toepassing)

a. VERBINDING VAN EEN RADIO MET DE DIODE-AANSLUITING VAN EEN BANDRECORDER

In principe kan de diode-aansluiting van een bandrecorder door middel van een standaard-verbindingssnoer met elk ander apparaat dat ook is voorzien van een diode-aansluiting (zie pag. 124 punt a) worden verbonden.

Kenmerkend voor een dergelijke verbinding is dat:

- . de signaalgever een constante stroombron vertegenwoordigt
- . de signaalgever tijdens het terugspelen van de band als weergever wordt gebruikt

Figuur 117 laat zien hoe de verbinding tussen een radio en een bandrecorder tot stand komt.

Het van de detector afkomstige signaal wordt via de weerstand Rs 1, welke van de signaalbron (in dit geval de detector) een constante stroombron maakt, aan de punten 1 en 4 van de diode-ingang van de recorder toegevoerd.

Als Rs 1 een waarde heeft van 1 Mohm, moet de detector of grammofoon minimaal 100 mV leveren voor volle uitsturing van de bandrecorder. Voor een goede signaal/ruis-verhouding is echter een detector- resp. grammofoonsignaal van maximaal 500 mV wenselijk (bij Rs 1 = 1 Mohm).

De opneemsterkteregelaar staat dan ongeveer in de middenstand. Als de detector minder spanning levert, kiest men een andere waarde voor Rs 1, b.v. 0,5 Mohm bij een maximum bronspanning van 250 mV.

Sommige bandrecorders van een ander fabrikaat hebben een hoogohmige ingang (>500 kohm) met een gevoeligheid in de ordegrootte van 10 mV. Om aansluiting van radio of versterker op een dergelijke recorder mogelijk te maken, worden onze toestellen van huis uit vaak voorzien van de parallelweerstand Rp (meestal 100 kohm), waarover dan de gewenste spanning ter beschikking staat.

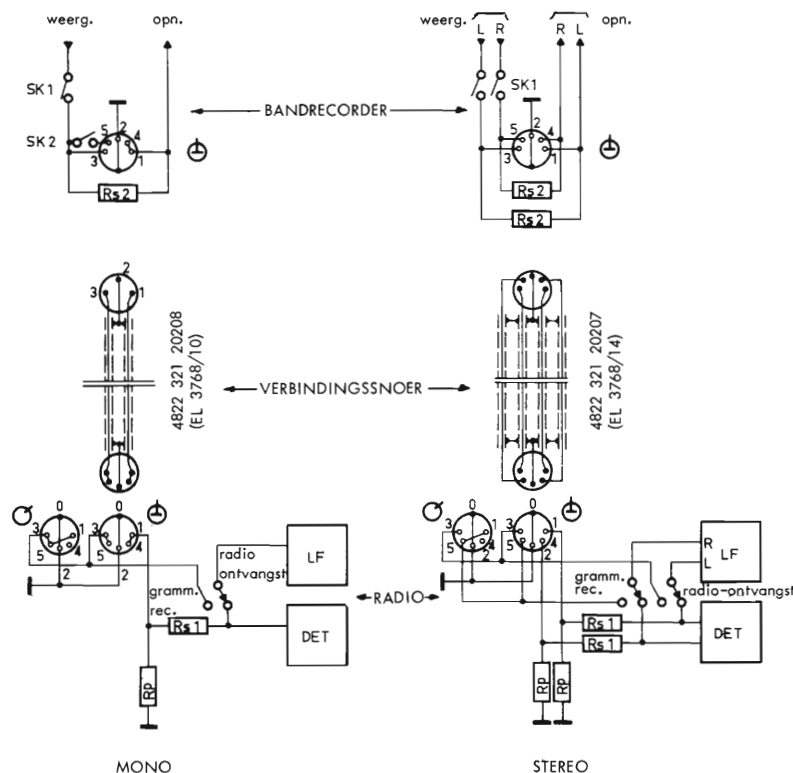
In feite wordt met Rp de van de standaard afwijkende verhouding ingangsgevoeligheid/ingangsimpedantie van de desbetreffende recorder gecorrigeerd.

Als een radio of versterker een te klein signaal levert voor een behoorlijke uitsturing van de bandrecorder, moet de oorzaak meestal in de signaalbron worden gezocht. Speciaal bij de verbinding met een recorder, waarvan de ingangsimpedantie groter is dan 50 kohm, verdient het aanbeveling de in principe overbodige weerstand(-en) R_p weg te nemen.

Bij onvoldoende resultaat (dit geldt dan weer voor alle recorders) dient de weerstand R_s 1 in waarde te worden verkleind.

Verkleining van de weerstand R_s 1 heeft in bepaalde gevallen consequenties:

- . bij radio-apparaten die met buizen zijn uitgerust kan vervorming optreden, omdat de detector te zwaar wordt belast
- . bij stereo-apparatuur heeft een te kleine waarde van R_s 1 een nadelige invloed op



figuur 117

de kanaalscheiding omdat linker en rechter kanaal door middel van een kleinere weerstand met elkaar worden verbonden

- als R_s 1 kleiner wordt dan 180 kohm (het praktische criterium) kan niet meer van een constante stroombron worden gesproken. Het is dan mogelijk dat bij overschakeling naar een ander type bandrecorder oversturing van de opneemversterker plaatsvindt. Ook het omgekeerde (te weinig signaal) is evenwel mogelijk.

Bij de weergave van een band wordt het van de recorder afkomstige signaal via de punten 3 en 5 toegevoerd aan de radio of versterker. Bezit de keuzeschakelaar van een van laatstgenoemde apparaten echter geen recorderstand, dan moet deze op "grammofoon" worden gezet.

Als een monaurale recorder op een stereo-installatie wordt aangesloten, dient bij voorkeur een stereo verbindingskabel 4822 321 20207 (EL 3768/14) te worden gebruikt, daar anders de overspreekdemping nadelig wordt beïnvloed, met name bij de weergave van grammofoonplaten. Daarom zijn de meeste monaurale recorders dan ook uitgerust met de schakelaar SK2, die uitsluitend tijdens het opnemen en weergeven een verbinding tussen de punten 3 en 5 tot stand brengt.

Hiermede voorkomt men dat beide kanalen worden kortgesloten wanneer de monaurale recorder wel aangesloten doch niet in bedrijf is. Dit kan b.v. storend zijn als de punten 3 en 5 van de grammofooningang van een stereo-radio parallel staan aan de punten 3 en 5 van de recorder-aansluiting, terwijl via eerstgenoemde ingang een grammofoonplaat stereofonisch wordt afgespeeld. In figuur 117 zou dit het geval kunnen zijn.

Een stereo-snoer is dus noodzakelijk omdat in een monauraal-snoer de punten 3 en 5 immers continu met elkaar zijn verbonden.

Als een monaurale recorder op een stereo-installatie wordt aangesloten met behulp van het bijgeleverde monaurale verbindings snoer, dient de driepolige stekker met de recorder te worden verbonden.

Bij een omgekeerde aansluiting van het snoer zou anders het rechter kanaal (punt 4) niet worden geregistreerd bij versterkers die niet omschakelbaar zijn van stereo naar mono.

Een stereo bandrecorder dient altijd in combinatie met een stereo-verbindings snoer te worden gebruikt.

Ter voorkoming van brom mogen de punten 0 en 2 in de stekkers van een recorder-verbindingskabel niet met elkaar worden verbonden. Dit kan b.v. al ontstaan als de snoer-ontlastingsbeugel in een van de stekkers te vast wordt samengeknepen. Dit punt verdient dus extra aandacht.

In een snoer-contrastekker daarentegen moet punt 0 worden geaard, zie pag. 52 punt 4. Hiermede wordt voorkomen dat bij gebruik van b.v. een verlengsnoer de metalen behuizingen van twee in elkaar gestoken pluggen komen te zweven.

b. VERBINDING VAN EEN VERSTERKER MET DE DIODE-AANSLUITING VAN EEN BANDRECORDER

Als de versterker van een diode-aansluiting is voorzien, geschiedt de verbinding met een bandrecorder op dezelfde wijze als van toepassing is voor een radio, zie

punt a, pag. 126.

Ook hier vinden we de belangrijke kenmerken terug die op een dergelijke verbinding betrekking hebben, n.l.:

- . tijdens het opnemen vertegenwoordigt de signaalgever (versterker) een constante stroombron en tijdens het weergeven kan de registratie weer via de versterker worden weergegeven.

Bij een muziekinstallatie (meestal een combinatie van tuner, grammofoon, versterker met boxen en een bandrecorder) verdient het aanbeveling zoveel mogelijk apparaten, in dit geval tuner en grammofoon, met de versterker te verbinden en van hieruit een koppeling tot stand te brengen met de bandrecorder.

Doordat het gekozen signaal steeds op de diode-aansluiting aanwezig is, kan door middel van de functieschakelaar op de versterker een keuze worden gemaakt uit een van de signaalgevers.

Als de versterker geen diode-aansluiting bezit, kan meestal een signaal van de geluidssterkteregelaar worden afgenomen.

Dit signaal dient dan te worden beschouwd als een grammofoonsignaal en kan op de op pag. 13 beschreven wijze òf aan de grammofooningang òf aan de diode-aansluiting van een bandrecorder worden toegevoerd.

c. VERBINDING VAN EEN ELEKTROGRAMMOFOON MET DE DIODE-AANSLUITING VAN EEN BANDRECORDER

Er wordt onderscheid gemaakt tussen twee soorten elektrogrammofoons:

- . elektrogrammofoons met functieschakelaar (voor tuner, bandrecorder, enz.)
- . elektrogrammofoons zonder functieschakelaar

In het eerste geval kan het apparaat ten aanzien van de aansluitingen vergeleken worden met een versterker. Meestal is de elektrogrammofoon van een diode-aansluiting voorzien en kan de verbinding met een bandrecorder plaatsvinden zoals beschreven op pag. 126, punt 3.

Bij elektrogrammofoons zonder functieschakelaar moet worden gehandeld als is aangegeven onder hoofdstuk 6 op pag. 66.

d. VERBINDING VAN EEN TELEVISIE-APPARAAT MET DE DIODE-AANSLUITING VAN EEN BANDRECORDER

Vrijwel alle TV-apparaten worden rechtstreeks (zonder gebruikmaking van een voedings-transformator) uit het lichtnet gevoed.

Voor de verbinding van het toestel met de diode-aansluiting van een bandrecorder moet aan de volgende eisen worden voldaan:

- . uit het TV-apparaat moet een geschikt LF-signaal worden betrokken
- . de signaalbron moet een constante stroombron vertegenwoordigen

- . de aan te brengen aansluiting dient galvanisch van het lichtnet te zijn gescheiden
- . er moeten maatregelen worden genomen ter voorkoming van brom

De schakeling volgens figuur 118 biedt een passende oplossing.

Op de geluidsterktereregelaar is steeds voldoende spanning aanwezig, terwijl de aansluitpunten van dit onderdeel in elk apparaat gemakkelijk kunnen worden opgespoord.

De transformator T1 zorgt voor de noodzakelijke scheiding met het lichtnet.

De secundaire wikkeling heeft t.o.v. de primaire wikkeling evenwel nog een bepaalde capaciteit.

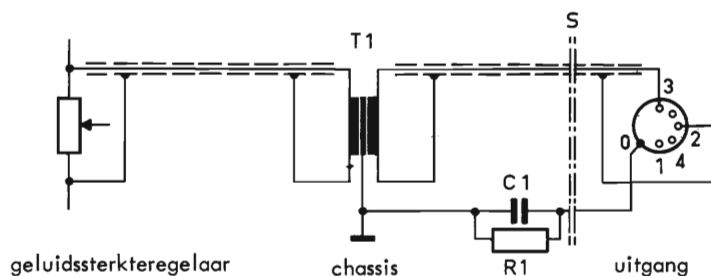
Als gevolg hiervan zal het potentiaalverschil tussen het chassis van het TV-apparaat en dat van de recorder een stroom (50 Hz) doen vloeien, die brom zal introduceren (zie ook pag. 53).

Door middel van de condensator C1, wordt nu los van het signaalcircuit een afzonderlijke verbinding tot stand gebracht tussen TV- en recorderchassis.

De reactantie van C1 (wisselstroom-weerstand) is veel kleiner dan eerdergenoemde lekcapaciteit. De brom wordt hierdoor tot een minimum beperkt. Via de weerstand R1 kan een eventuele statische lading afvloeien. Bij de praktische uitvoering van het geheel kan eventueel hinder worden ondervonden van rasterratel. Raadpleeg daarom onderstaande richtlijnen voor montage.

Practische uitvoering: (zie fig. 119 en 120)

- . open het TV-apparaat en verbind één zijde van de wikkelingen van de scheidingstransformator T1 door middel van een afgeschermd snoer met de onder- en boven-zijde van de geluidsterktereregelaar of de hiermee overeenkomende punten op het chassis (zie fig. 118)
- . breng het apparaat weer in bedrijfstoestand en schakel het in via een 220 V-scheidingstransformator
- . zoek nu een zodanige bevestigingsplaats voor T1 dat er minimale rasterratel in wordt geïnduceerd. Deze wordt voornamelijk uitgestraald door de raster-uitgangstransformator en de afbuigenheid. De in T1 geïnduceerde ratel is hoorbaar in de luidspreker
- . schakel het TV-apparaat uit, bevestig T1 en verbind de secundaire wikkeling met een in de achterwand aan te brengen 5-polige DIN-aansluitbus. Het verdient aanbeveling de draden naar de aansluitbus - ter hoogte van punt S in figuur 118 - te onderbreken en hier een 3-polige stekker en contrastekker aan te brengen. Hierdoor blijft het mogelijk de achterwand los te nemen van het apparaat
- . verbind op dezelfde wijze punt 0 (metalen huis) van de aansluitbus via het netwerk C1-R1 met het TV-chassis. De aansluitbus dient volstrekt geïsoleerd te worden gemonteerd. Daarentegen moet de kern van T1 met het TV-chassis zijn verbonden.
- . wijzig een verbindingssnoer 4822 321 20208 (EL 3768/10) volgens figuur 120 (de draden aan de punten 1 komen aan de punten 0 en Rs wordt toegevoegd)
Voorzie het op deze wijze verkregen opneemsnoer van een duidelijk kenmerk ten einde verwarring met andere snoeren te voorkomen
- . verbind de 3-polige stekker van het snoer met het TV-apparaat en de 5-polige stekker met de diode-ingang van de bandrecorder.
Als het aan de diode-ingang van de bandrecorder toegevoerde signaal te groot of te klein is, moet de weerstand Rs achtereenvolgens worden vergroot of verkleind. De weerstand Rs behoeft overigens niet altijd te worden aangebracht, daar de meeste recorders al met een dergelijke weerstand zijn uitgerust, zie pag. 13. Als



T1 : transformator 1:1

C1 : condensator 5000 pF

R1 : weerstand 4,7 Mohm, $\frac{1}{2}$ W of 1W

B : aansluitbus

bestelnummer 4822 142 50002

bestelnummer 4822 121 20067

bestelnummer 4822 267 40039

fig. 118

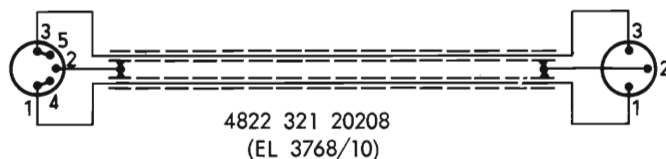


fig. 119

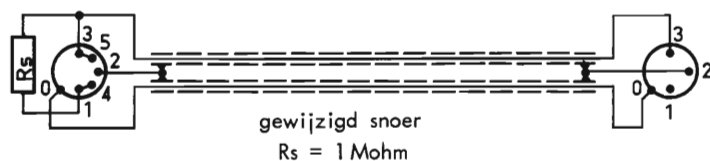


fig. 120

TD/HC

de desbetreffende bandrecorder van een grammofooningang is voorzien, verdient het overigens aanbeveling deze aansluiting te gebruiken. De weerstand R_s is dan in alle gevallen overbodig, daar nu geen constante stroombron meer vereist is.

Waarschuwing:

Uit veiligheidsoverwegingen moet de bedrading aan de secundaire zijde van T1 strikt gescheiden en op voldoende afstand worden gehouden van alle spanningvoerende onderdelen.

Aan de isolatieweerstand en doorslagspanning van de transformator T1, de condensator C1 en de weerstand R1 worden hoge eisen gesteld.

Gebruik daarom uitsluitend de in figuur 118 aangegeven bestelnummers.

e. VERBINDING VAN EEN RECHTSTREEKS UIT HET LICHTNET GEVOED RADIO-APPARAAT MET DE DIODE-AANSLUITING VAN EEN BANDRECORDER

Zie hoofdstuk "d" op pag. 129 met weglating van alle voor een TV-apparaat geldende specifieke opmerkingen.