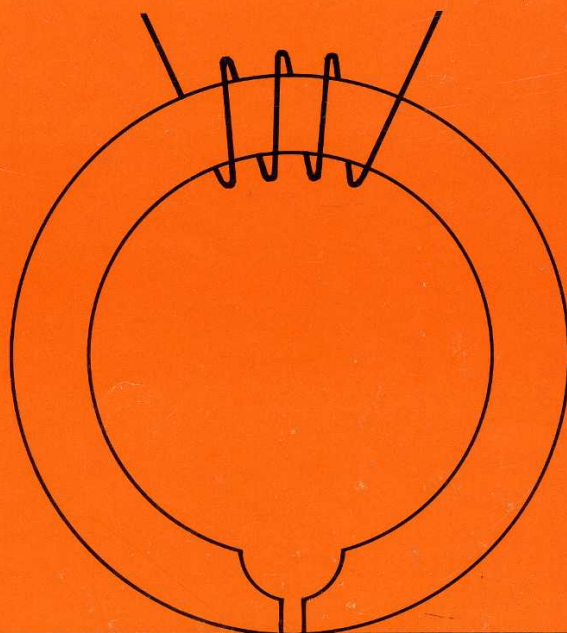


**TANDBERG**

INNFORING

I BÅNDOPPTAKERTEKNIKK



Dette kompendiet er sammen med et etterfølgende kurs ment å være en innføring i båndopptakerteknikk. I kompendiet vil vi gi en kortfattet gjennomgåelse av de grunnleggende prinsipper, mens den praktiske utførelsen av disse, samt de fleste justeringer vil bli gjennomgått på selve kurset.

Vi setter stor pris på å bli orientert om ting som ønskes nærmere utdypet på kurset.

Kryssfeltforstærking	22
Båndkurve	25
Innspilling, blokkskjema	28
Inngangsforstærkere	29
Opptak fra mikrofon	29
Opptak fra platespiller	31
Indikatorretning	34
Oscillatort	34
Dynamikk	35
Avspilling	36
Strømforsyning	38
Korrigerte forstærkere	40
Balby	41
Elektronisk styring av hastighet	46
Kassettbåndopptakere	49
Eksempel på motbakke i kassettbåndopptakere	50
Logisk styring av båndopptak	54
Måling av tekniske data	59
Karakteristiske tall	63
Spørsmål	64

Revidert Mars 1975.

## Innhold

Innledning .....	2
Drivverk .....	3
Overføring fra motor til capstan .....	7
Standardiserte båndhastigheter .....	8
Båndløpet .....	8
Azimuthjustering .....	15
Bånd .....	17
Lydhoder .....	18
Elektronikk, innspillingsprosessen .....	20
Kryssfeltformagnetisering .....	22
Båndkurve .....	25
Innspilling, blokkskjema .....	28
Inngangsforsterkere .....	29
Opptak fra mikrofon .....	29
Opptak fra platespiller .....	32
Indikatorkretsløp .....	34
Oscillatorer .....	34
Dynamikk .....	35
Avspilling .....	36
Strømforsyning .....	38
Korrigerte forsterkere .....	40
Dolby .....	41
Elektronisk styring av hastighet .....	46
Kassettbåndopptagere .....	48
Eks. på motorkontr. i kass.båndopptagere .....	50
Logisk styring av båndoppt. funksj. ....	54
Måling av tekniske data .....	59
Karakteristiske feil .....	63
Spørsmål .....	64



Med Edisons første primitive "phonograph" ble informasjonen - lyden preget inn i et tinnfolie v. hj. a. en stift som risset i lydbæreren. Stiften ble satt i svingninger av et glimmer membran, og ved "avspilling" gjenngav "phonographen" lyden når stiften fulgte den samme pregede rillen.

Dette var en ren mekanisk registreringsprosess. Dansken Waldemar Poulsen laget senere sin magnetofon, som bygget på et rent elektromagnetisk prinsipp. Lydbæreren var her en ståltråd, som ble påtrykket magnetiske impulser i det den beveget seg forbi en elektromagnet.

Fig. 1 viser våre dagers utforming av dette prinsipp. Ståltråden er erstattet av et plastikkbånd belagt med et magnetisk materiale, og dette bånd beveges forbi en spaltåpning i en ringformet elektromagnet.

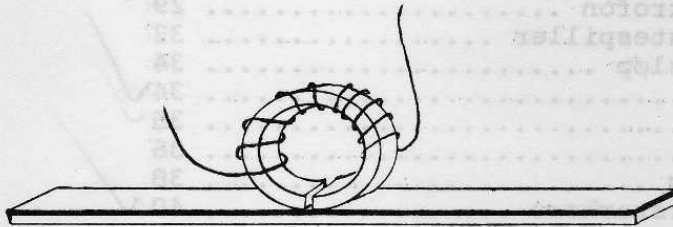


Fig. 1.

Vi kan se på lydhodet som en transformator med en enkel vikling, og jernkjernen har en spalt av umagnetisk materiale. Sender vi en vekselstrøm gjennom viklingen, oppstår det et magnetisk felt i jernkjernen. Lydbåndet beveger seg jevnt forbi spalten, og kraftlinjene går da gjennom båndet og magnetiserer dette. Etter hvert som partiklene i båndbelegget forlater spaltområdet får de sin magnetiske status, som de siden beholder.

Dette er en populær fremstilling av hvordan vi kan lagre informasjoner på bånd ved hjelp av magnetisme. Vi skal senere se nærmere på den praktiske løsning av denne ideen.



I dette kompendiet vil mekanikken og elektronikken stort sett bli behandlet hver for seg, og vi synes det er naturlig å begynne med mekanikken.

#### DRIVVERK.

Drivverkets hovedfunksjon er å transportere båndet. Selve hjertet i drivverket er motoren. På nettdrevne båndopptakere vil som regel motorens hastighet være styrt av nettfrekvensen, mens den er relativt uavhengig av variasjoner i nettspenningen. Batteridrevne båndopptakere har gjerne en form for elektronisk styring som holder hastigheten konstant.

Fra motoren overføres kraften to veier: det er kraftoverføring fra motoren til spoletallerknene som skal avlevere og samle opp bånd, og det er kraftoverføring fra motoren til drivtappen (capstan) som holder båndhastigheten stabil ved inn/avspilling. På de fleste av Tandbergs båndopptakere kan vi i dag velge de ønskede funksjoner ved hjelp av betjeningsspaken.

1. Normal fremdrift av båndet.
2. Hurtig fremspoling av båndet.
3. Hurtig tilbakespuling av båndet.
4. "Free" stilling.
5. Nøytral.

I stilling normal fremdrift vil høyre spoletallerken utøve et svakt trekk i båndet. Dette trekket skal bare være tilstrekkelig til å samle opp båndet som mates fra capstan/pressvalse.

Venstre spoletallerken leverer bånd til capstan/pressvalse og er svakt avbremset for å få en jevnere båndstramning, samt å fange opp sløfyedannelser ved stopp.

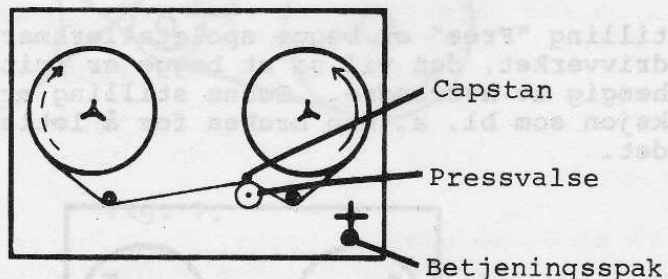


Fig. 2.

Det er viktig å merke seg at: Capstan og pressvalse besørger det egentlige fremtrekk av båndet ved normal fremdrift. Venstre spoletallerken leverer båndet og høyre spoletallerken samler det opp.

I stilling "hurtig fremspoling" er høyre spoletallerken koblet kraftig til drivverket og det er nå denne som trekker båndet.

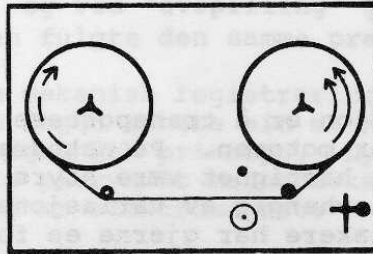


Fig. 3.

Venstre spoletallerken løper fritt, bare bremsset av et svakt tilbaketrekk for å oppnå en fast oppspoling.

I stilling "hurtig tilbakespoling" koples venstre spoletallerken kraftig til drivverket og trekker båndet mot venstre.

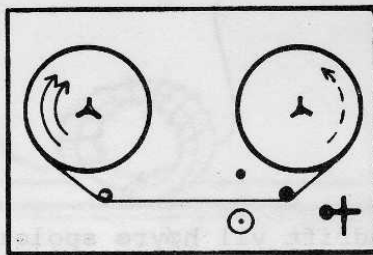


Fig. 4.

Høyre spoletallerken er nå fritt løpende bortsett fra en svak avbremsing.

I stilling "Free" er begge spoletallerkner koplet fra resten av drivverket, det vil si at begge er fritt løpende og uavhengig av hverandre. Denne stilling er en tilleggsfunksjon som bl. a. kan brukes for å lette innlegget av båndet.

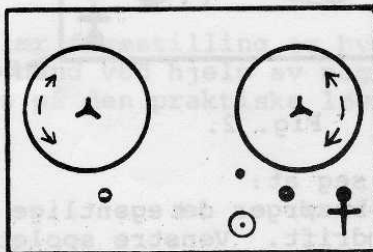


Fig. 5.

Stilling "Nøytral" er den naturlige mellomstilling mellom hurtigspoling i begge retninger og normal fremdrift.

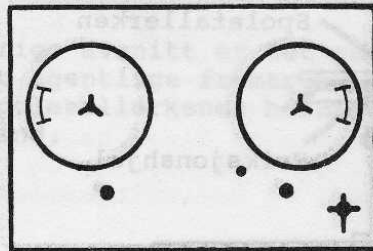


Fig. 6.

Vi kunne også kalt denne stilling "stopp" fordi motoren stanser og tallerknene bremses når betjeningsspaken settes i nøytralstilling.

Vi skal nå se litt nærmere på hvordan kraften fra motoren overføres til spoletallerknene og capstan, og hvordan kraften fordeles i de forskjellige arbeidsstillingene.

Fra motor til spoletallerknene overføres kraften via tre remskiver og en drivrem. To av remskivene er plassert under hver sin spoletallerken og kalles høyre, henholdsvis venstre "friksjonshjul". Den tredje remskiven er festet til motorakselen og kalles "drivhjul". Disse tre hjulene er koplet sammen ved hjelp av drivremmen.

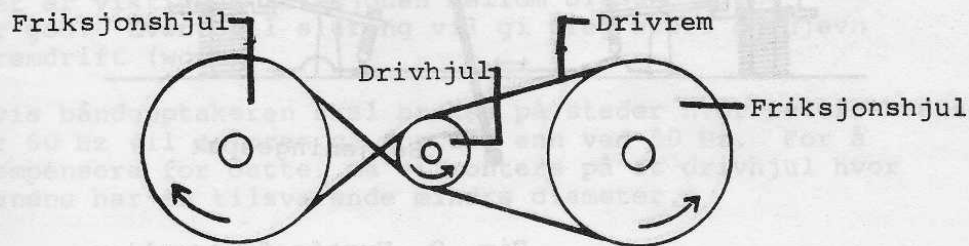


Fig. 7.

Som vi ser av fig. 7 er drivremmen montert i åttetallsform. Med de omløpsretninger som pilene illustrerer må remmen krysses på venstre side av drivhjulet.



La oss se litt nærmere på fig. 8. som viser et forenklet snitt av en clutchkopling mellom friksjonshjul og spoletallerken.



Fig. 8.

Systemet er bygget opp rundt et rør som sitter fast i nedre monteringsplate. På toppen av røret hviler spoletallerkenen mot en skive - flens - som er presset ned i røret. I røret sitter også de to lagerne for spoletallerkenen. Ved hjelp av en mutter er tallerkenen festet på undersiden.

Friksjonshjulet derimot, ligger løst rundt røret og kan beveges opp og ned med en arm - VIPPE - og en spiralfjær (skruefjær). Fjæren som er plassert mellom nedre monteringsplate og friksjonshjulet, presser dette opp mot spoletallerkenen og danner koplingen i hurtigspoling. Vippen bestemmer friksjonshjulets nedre stilling.

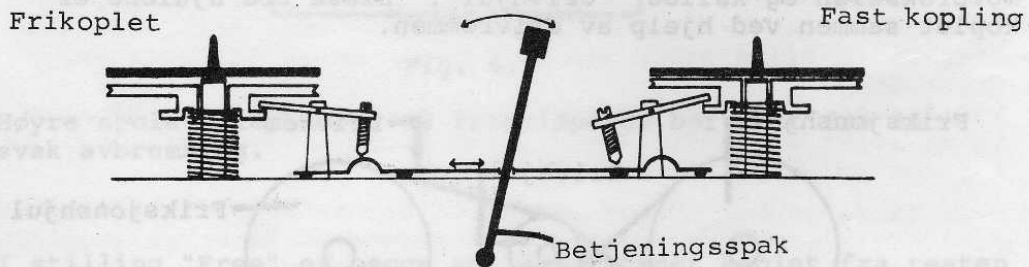


Fig. 9. Hurtig fremspoling

Legger vi en plate under vippene, og lager to forhøyninger i denne, kan vi styre vippene ved å skyve platen frem og tilbake. Flere forhøyninger med forskjellig høyde muliggjør også mellomstillingene "normal fremdrift" og "free".

## OVERFØRING FRA MOTOR TIL CAPSTAN.

Som nevnt i forrige avsnitt er det capstan og pressvalse som besørger det egentlige fremtrekk av båndet ved normal fremspoling. Spole tallerkenen besørger bare oppsamling og avlevering av bånd.

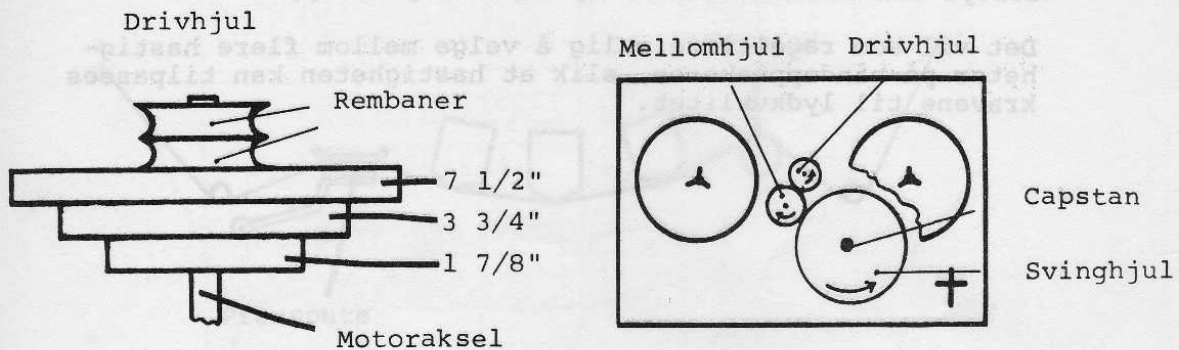


Fig. 10.

Capstan som samtidig er svinghjulsaksel, får overført motorkraften via mellomhjulet som kobler sammen drivhjulet og svinghjulet. Drivhjulet som er festet til motorakselen, har flere baner med forskjellig diameter. Ved å flytte mellomhjulet opp eller ned på de forskjellige banene får vi endret utvekslingen mellom motor og capstan, og således båndets hastighet.

Det er viktig at friksjonen mellom disse hjulene er god. Eventuell sluring vil gi treg start og ujevn fremdrift (wow).

Hvis båndopptakeren skal brukes på steder hvor nettfrekvensen er 60 Hz vil motoren gå fortere enn ved 50 Hz. For å kompensere for dette, må vi montere på et drivhjul hvor banene har en tilsvarende mindre diameter.

## STANDARDISERTE BÅNDHASTIGHETER

På grunn av ønsket om å kunne utveksle bånd har det blitt nødvendig å standardisere båndhastighetene. De vanligste standardiserte hastigheter er:  $7 \frac{1}{2}$ "/sek.,  $3 \frac{3}{4}$ "/sek. og  $1 \frac{7}{8}$ "/sek. Når det stilles kvalitetskrav bør hastighetene  $7 \frac{1}{2}$ "/sek. eller  $3 \frac{3}{4}$ "/sek. benyttes, mens  $1 \frac{7}{8}$ "/sek. brukes der hvor det er viktigere å få lang spilletid pr. bånd enn god kvalitet. Utover disse hastighetene brukes også  $15$ "/sek.,  $30$ "/sek. og enda høyere, og da gjerne på utstyr som studiomaskiner og kopieringsanlegg.

Det vil som regel være mulig å velge mellom flere hastigheter på båndopptakeren, slik at hastigheten kan tilpasses kravene til lyd kvalitet.

## BÅNDLØPET

Båndopptakerens ytelse er svært avhengig av hvordan båndet passerer de respektive hoder. Kontakten mellom hode og bånd er bl.a. bestemt av båndstramningen og båndets omklamringsvinkel mot hodefronten.

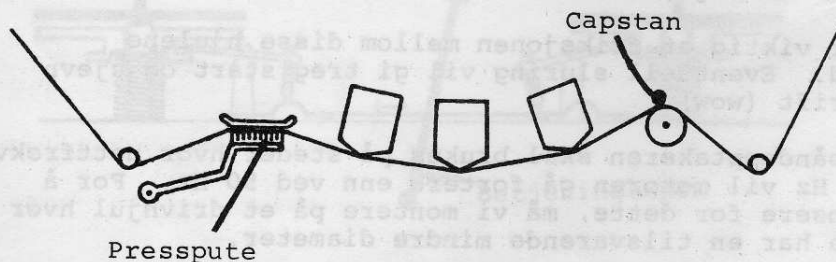


Fig. 11.

Båndstramningen er bestemt av forholdet mellom trekraften fra capstan/pressvalse og friksjonen av pressputen. Det er derfor meget viktig at pressputen klemmer mot båndet med riktig trykk. Hvis trykket er for høyt vil vi få ujevn hastighet (wow) og kraftig øking i hodeslitasjen. For lavt trykk gir dårlig hode - bånd kontakt med variasjoner i inn- og avspillingsnivå som resultat.



For å få best mulig hode - bånd kontakt lar vi båndet avbøye noe rundt hodefronten. Dette kaller vi båndets omklamringsvinkel. Da omklamringsvinkelen er bestemt av hodenes plassering i båndløpet skal det ikke være mulig å justere denne.

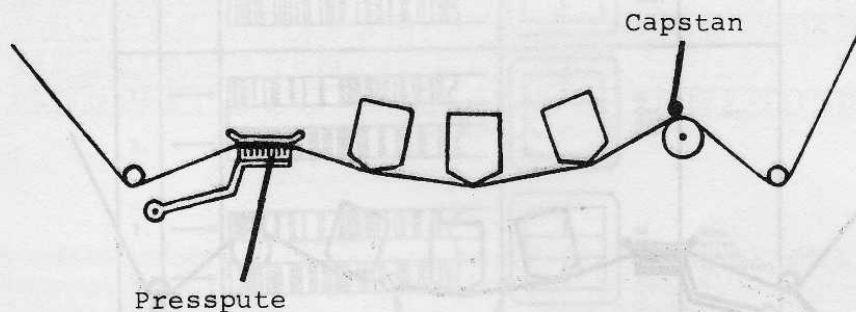


Fig. 12.

Det skal svært små variasjoner til i hode/bånd-kontakten før det gir store nivåvariasjoner. Fenomenet betegnes ofte som "drop-outs" eller "huller i lyden". På grunn av inn-/avspillingsprosessens ulinearitet vil disse forstyrrelsene øke med frekvensen. Slike feil vil således avsløres lettere på båndopptakere som går forholdsvis høyt opp i frekvens. Selv om båndløpet er feilfritt vil vi kunne få store nivåvariasjoner på grunn av selve båndet. Dette er da også den altoverveiende årsak til "drop-outs".

Feil som kan gi "drop-outs" er i første rekke ujevnheter, huller og topper, i det magnetiserbare belegget. Støvpartikler som følger båndet og avleiringer på hodefrontene kan også redusere båndopptakerens yteevne betraktelig. Hvis båndet blafrer i ytterkantene (wimp) eller har en tønneformet profil, vil feilen være mest fremtredende i ytterkantene av båndet, dvs. spor 1 og 4 på 4-spors apparater.

Det bør i denne forbindelse nevnes at helt nye bånd kan kjøres gjennom båndopptakeren noen ganger før man spiller inn første gang. Det man oppnår er å slipe ned eventuelle topper i det magnetiserbare belegget, hvilket gir en forbedring i hode/bånd-kontakten.

Ved siden av kravet om god hode/bånd-kontakt er det også et krav at båndets vertikale plassering på hodefronten er stabil uten noen bevegelse opp eller ned.

Fig. 13.

Vi styrer båndet i vertikalplanet ved hjelp av to båndstyringsstolper som er fast montert, og justerbare båndstyringsskruer montert mellom stolpene. Båndstyringsskruene justeres inn på linje med stolpene slik at båndet løper pent uten klatring eller blafring.

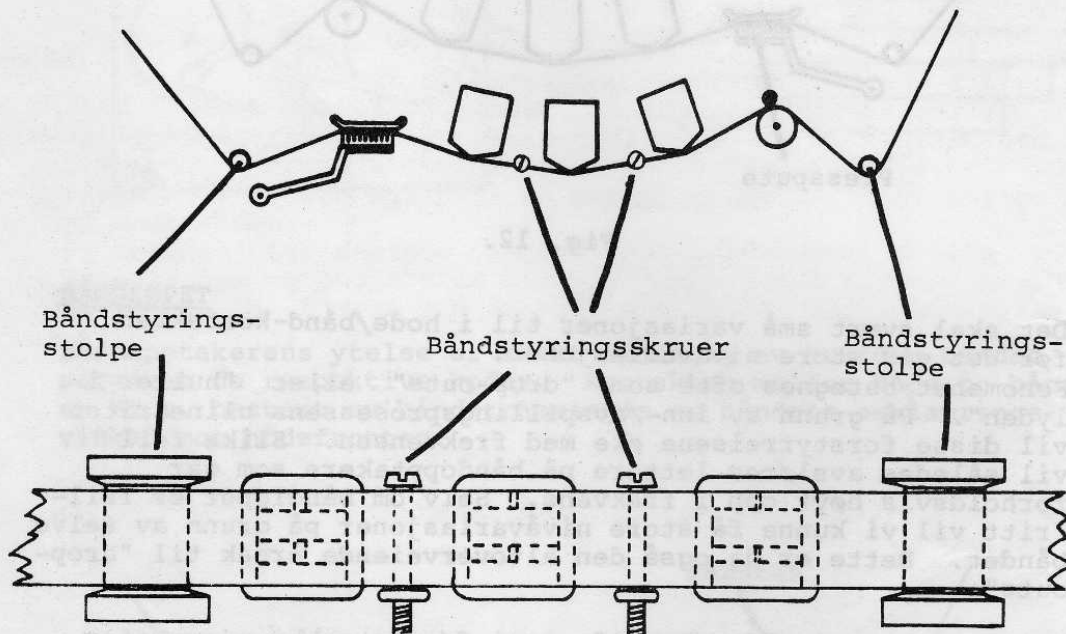


Fig. 13

Før vi gjennomgår justering av hodeposisjonen i forhold til båndet, skal vi se litt på de forskjellige sporstandarder som vi benytter.

Vi har tre standard sporbredder på båndoptakere for gjengivelse av signaler innenfor det hørbare området. Det er helspors-, halvspors- og kvartspors-hoder.

Fig. 14 viser hvordan de enkelte hodetypene disponerer den plass som er til rådighet på båndet. Pilene til venstre viser båndets bevegelsesretning når de enkelte spor er blitt spilt inn.

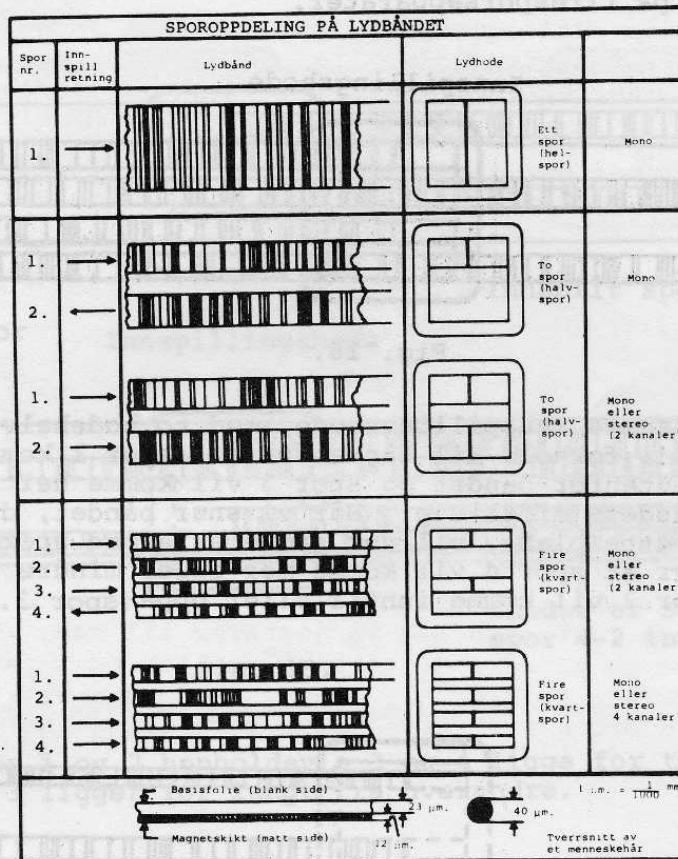


Fig. 14.

Ser vi på spormønsteret for firesporshoder med to hodehalvdeler så er spor 1 og 3 spilt inn i samme retning. Det betyr at når vi har spilt inn en vei på båndet, og brukt begge hodehalvdeler, vil det stå igjen ledig plass der hvor spor 2 og 4 skal være.

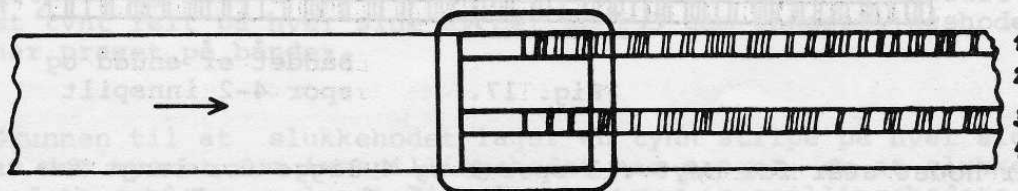


Fig. 15.



En av grunnene til at sporene er plassert slik er at vi får større avstand mellom hodehalvdeler, noe som bedrer overhøringen i hodet og letter produksjonsprosessen av denne hodetypen. Det vil også muliggjøre avspilling av to-spors stereo bånd på firesporsapparater.

Innspillingshode

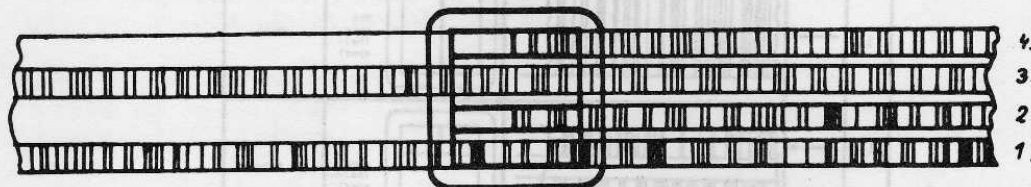
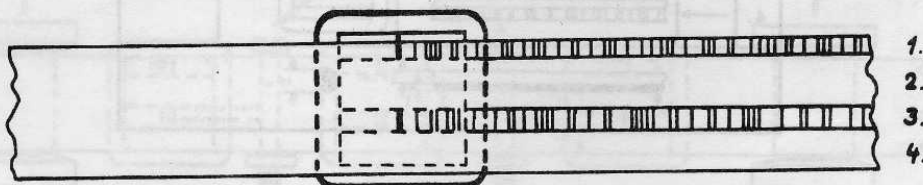


Fig. 16.

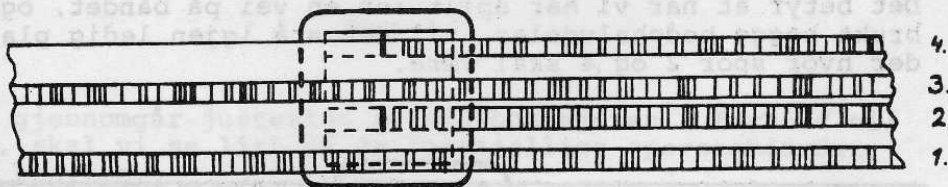
Hvis et fire-spors innspillingshode, med to hodehalvdeler, står for høyt i forhold til båndet så vil spor 1 komme mer eller mindre utenfor båndet og spor 3 vil komme helt inntil eller oppå båndets midtlinje. Når vi snur båndet, dvs. lar spolene bytte plass, vil det samme skje med spor 2 og 4, hvilket betyr at spor 4 vil komme mer eller mindre utenfor båndet og spor 2 vil komme inntil eller oppå spor 3.



Innspilt spor 1-3

Hodet står for høyt.

Innspillingshode

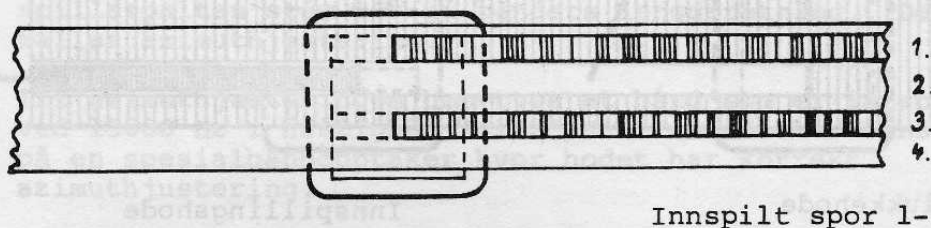


Båndet er snudd og spor 4-2 innspilt

Fig. 17.

Når hodet står for høyt vil spor 1 og 4 ligge for langt fra hverandre, mens spor 2-3 blir liggende for nær. Dette gir et spormønster som vist på fig. 17.

Hvis innspillingshodet står for lavt i forhold til båndet vil spor 3 komme litt nærmere nedre kant av båndet og spor 1 vil gå litt lenger inn på båndet. Når vi snur båndet vil vi få en tilsvarende feilplassering av spor 2 og 4.



Hodet står for lavt.                      Innspillingshode

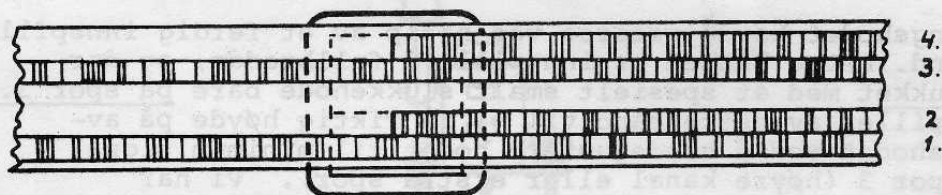


Fig. 18.

Nå vil spor 1 og 2 henholdsvis 3 og 4 ligge for tett, mens spor 2 og 3 ligger for langt fra hverandre.

Riktig hodeposisjon har vi når avstandsstripene mellom hvert av sporene er nøyaktig like brede. Etter å ha spilt inn begge veier, kan vi gjøre spormønsteret synlig ved å dyppe båndet i en blanding av jernoksyd og rødsprit.

Når innspillingshodets høyde er korrekt kan vi justere høyden på slukkehodet. Til dette må vi bruke et bånd som er innspilt i fullbredde. Spiller vi så inn på dette bånd i en retning og bare i spor 3, vil vi fra slukkehodet få slettet et tynt felt på hver side av det spor 3 som innspillingshodet har preget på båndet.

Grunnen til at slukkehodet lager en tynn stripe på hver side av det sporet som innspillingshodet har preget, er at slukkehodets spalter er laget litt lengere enn innspillingshodets spalter for å sikre effektiv slukking.

Et korrekt justert slukkehode vil gi et spormønster som på fig. 19.

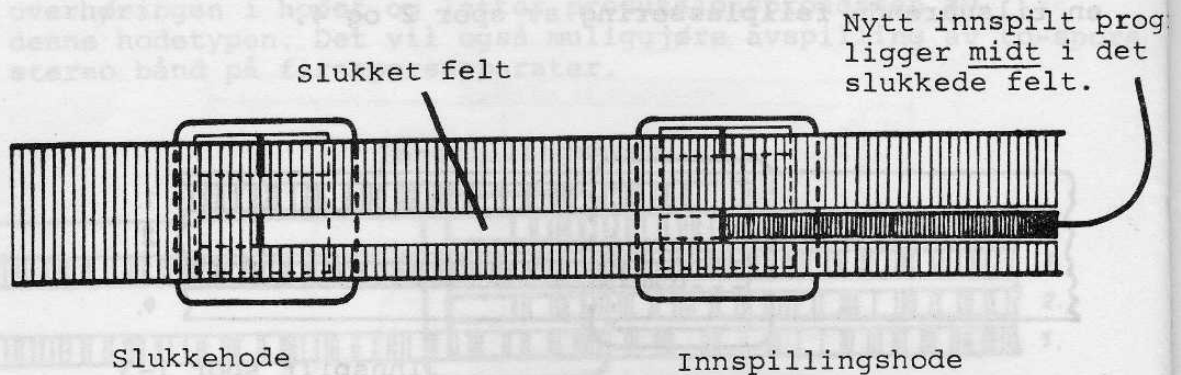
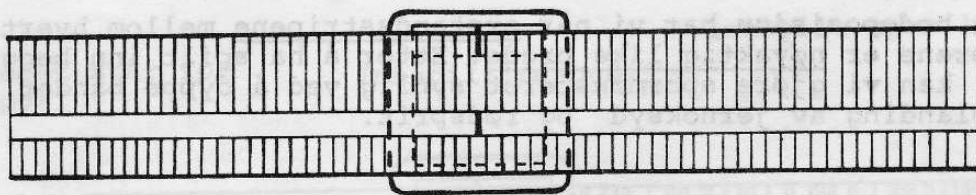


Fig. 19.

Avspillingshodet høydejusteres ved hjelp av et ferdig innspilt justerbånd. Dette båndet er innspilt i fullbredde, og deretter slukket med et spesielt smalt slukkehode bare på spor 3. Når vi spiller av dette bånd vil vi få riktig høyde på avspillingshodet ved å høydejustere hodet til minimum signal ut fra spor 3 (høyre kanal eller ekstra spor). Vi har valgt denne metoden fordi en justering til minimum i dette tilfelle blir skarpere enn når vi justerer til max. Vi må være oppmerksom på at hvis dette bånd spilles av i feil retning så vil det slukkede feltet, bli spor 2, dvs. det vil treffe midt mellom hodehalvdelen i et fire-spors avspillingshode.



Avspillingshode

Fig. 20.

Høydejusteringsbåndet vil således bare kunne kjøres en vei, og det kan bare brukes til å høydejustere firesporshoder som brukes til avspilling.

### Azimuthjustering.

Skal et innspilt bånd spilles av på en annen båndopptaker, mister man en vesentlig del av de høye toner hvis spalten ved avspilling har en annen vinkel i forhold til båndløpet enn den hadde ved innspillingen.

For å sikre et godt resultat ved avspilling av bånd innspilt på andre apparater, blir alle båndopptakere justert så spillespalten står  $90^\circ$  på båndets lengderetning. Dette kalles azimuthjustering.

Til azimuthjusteringen benyttes et bånd som er innspilt ved 15000 Hz i hastighet  $7\frac{1}{2}$ "/sek. Båndet er innspilt på en spesialbåndopptaker hvor hodet har korrekt azimuthjustering.

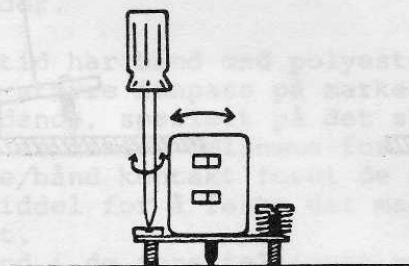


Fig. 21.

Når vi skal azimuthjustere hodene i en båndopptaker justerer vi vinkelstillingen av spille- eller avspillingshodet til opptakeren gir maksimal utgangsyttelse ved avspilling av dette båndet.

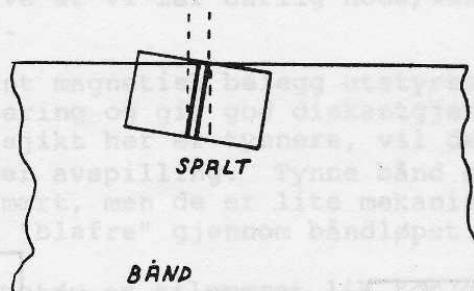


Fig. 22.

For båndopptakere med separat innspillingshode blir dette å justere inn etter avspillingshodet. Vi spiller inn en frekvens nær opptil båndopptakerens øvre grensefrekvens og azimuthjusterer innspillingshodet til maksimal utgangsspenning fra avspillingshodet.



For å få en jevn fordeling av hode/bånd kontakten over hele hodefronten er det avgjørende at fronten er paralell med det plan som det er naturlig for båndet å løpe i. Hvis båndets trykk er jevnt fordelt over hele hodefronten vil vi også kunne unngå bevegelser av båndet opp eller ned og få en jevn hodeslitasje.



Fig. 23.

En god regel er først å foreta en grovjustering etter øyemål som antydnet ved fig. 24. Med litt erfaring skal det bare mindre justeringer til når man har forhåndsjustert hodene "etter øyemål".

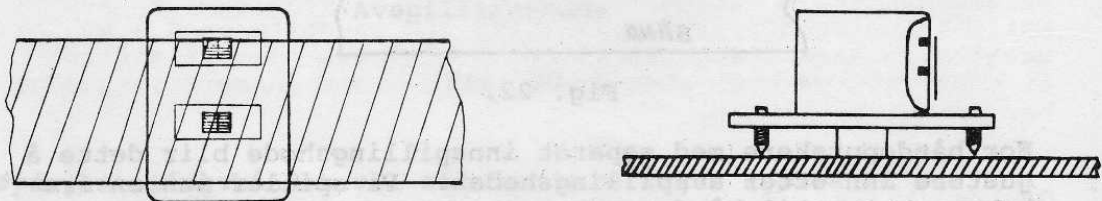


Fig. 24.

## BÅND.

Utvalget av bånd på markedet er etterhvert blitt ganske rikholdig og det byr ofte på problemer for den enkelte bruker å velge blant det som tilbys.

Den raske utvikling på dette området har medført at det i dag finnes forskjellige typer og kvaliteter i handelen.

Til vanlig benyttes 1/4" bånd av PVC eller polyester. Båndet er på den ene siden belagt med en emulsjon av gamma-jernoksyd og bindemiddel.

Bånd med PVC som bæremateriale var i sin tid en stor forbedring. Ulempene ved PVC bånd er imidlertid at de er følsomme for variasjoner i temperatur og luftfuktighet, og det kreves forholdsvis mye bindemiddel for å få det magnetiserbare belegget til å feste seg til bærematerialet. Mengden av bindemiddel gjør at PVC bånd lett avleirer belegg på båndstyringsstolper og hoder.

I den senere tid har bånd med polyester som bæremateriale vunnet stadig større innpass på markedet, og er i dag nærmest enerådende, spesielt på det skandinaviske marked. Polyesterbånd er mindre følsomme for klimavariasjoner, de gir bedre hode/bånd kontakt fordi de er mykere, og det kreves mindre bindemiddel for å feste det magnetiserbare belegg til bærematerialet.

Det finnes bånd i de forskjelligste varianter, og det kan ofte være fristende å velge det tynneste båndet for å oppnå lengst mulig spilletid pr. rull. Vi skal imidlertid se litt nærmere på fordeler og ulemper ved tynne kontra tykke bånd.

Bånd med et forholdsvis tykt magnetiserbart belegg trenger høy formagnetisering for å bli fullt utstyrt under innspilling. Kraftig formagnetisering gir svak diskantgjengivelse. På grunn av det magnetiske sjiktets tykkelse vil vi imidlertid med denne båndtypen få igjen et forholdsvis kraftig signal under avspilling. En ulempe derimot er at tykke bånd lett blir så stive at vi får dårlig hode/bånd kontakt som gir "drop-outs".

Bånd med tynt magnetisk belegg utstyres lett, krever liten formagnetisering og gir god diskantgjengivelse. Fordi det magnetiske sjikt her er tynnere, vil det gi et svakere signallnivå ut under avspilling. Tynne bånd gir god hode/båndkontakt primært, men de er lite mekanisk stabile og vil lett strekkes og "blafre" gjennom båndløpet.

Båndets egenstøy er tilnærmet lik for de forskjellige båndtykkelser innen et fabrikat. Derfor må konklusjonen på dette bli at tykke bånd gir et godt signal/støy forhold ved lave frekvenser, men de reduserer diskantgjengivelsen og er mekanisk stive. Tynne bånd gir god diskantgjengivelse, men signal/støy forholdet blir dårligere og båndet er mekanisk ustabil. Et godt kompromiss er bruk av middeltykke bånd, f. eks. 1800 ft. på 7" spole.

Når der gjelder båndets mekaniske egenskaper, er også skjæreplassen under båndproduksjonen av stor betydning. Ved påføringen av det magnetiserbare belegget har båndet en bredde på noe over en meter. Deretter kuttes båndet ned til riktig bredde. Hvis en eller flere av knivene ikke er tilstrekkelig skarpe vil det medføre at båndet strekkes. Kantene av båndet vil derfor ikke bli like lange. Strekker vi dette båndet ut på en flate vil det naturlig legge seg i en bue. Plassert i en båndopptaker vil den lengste kanten bukte seg og gi varierende hodekontakt. Feil av denne karakter merkes som dårlig opptak spor 1-4, dvs. ytterkant på båndet, mens spor 3-2 gir langt bedre opptak.

I den seneste tid er det kommet en ny type bånd som kalles "Low-Noise" bånd. Disse båndene krever mindre diskantutstyring under innspilling for å gi rettlinjert frekvensgang. Forbedringen er knyttet til en ny påleggingsprosess av det magnetiserbare belegget som gir en bedre retningsorientering av hver enkelt magnetstav i sjiktet. Magnetpartiklene er også mindre og jevnere fordelt.

Redusert diskantutstyring under innspilling får vi enten ved å redusere diskanthevingen i innspillerforsterkeren eller ved å øke formagnetiseringen. Både redusert diskantheving og økt formagnetisering gir en bedring av signal/støy forholdet ved innspilling, og det er dette som er den største fordel ved å bruke "Low-Noise" bånd. Det brukes de samme materialene i "Low-Noise" bånd som i vanlige polyesterbånd.

Dagens båndopptagere er justert for såkalte "Low-Noise High output" bånd. Dette er igjen en videreutvikling av "Low-Noise" båndene. Forskjellen består i noe høyere avspilt nivå (3-4dB), ved samme innspillingsnivå.

Bånd bør beskyttes mot støv. Ta vare på den originale eske og plastpose og benytt disse til oppbevaring av bånd.

## LYDHODER

### Oppbygging.

De forskjellige hoder er prinsippielt likt oppbygget. Spalten i lydhodet som vi så på i innledningen, fig. 1, dannes mellom to C-formede blikkpakker. Hver "pakke" er satt sammen av ca. 8 like blikk som legges oppå hverandre.



Fig. 25.

Blikkpakkene som blir satt sammen enkeltvis påvikles spoler og limes. Limet herdes ved en relativt høy temperatur i en gjennomløpningsovn. Deretter planslipes polflatene som ikke må ha riper dypere enn  $0.25 \mu\text{m}$ . De ferdigplanede 1/2-delene settes så sammen, og spaltematerialet, berylliekobber, plasseres på frontpolflatene. Et stereo-hode settes også skjermen mellom systemene på plass. Etter mikroskopkontroll plasseres hodesystemet i sin kapsel hvoretter hodefronten profilslipes og bearbeides videre med stadig finere slipemidler til ønsket overflateruhet. Til slutt måles spaltekvaliteten på en spesiell båndopptaker som kan tilpasses alle hodetyper. Målenøyaktigheten for systemet er  $\pm 0,5 \text{ dB}$ .

### Materialer.

I blikkpakkene benyttes  $\mu$ -metall som er et magnetisk bløtt materiale, og særpreges av høy magnetisk lede-evne eller permeabilitet. Samme materiale har vi også i skjermen mellom hodesystemene og i skjermkapselen rundt hodet. Når vi bygger opp et hodesystem, lager vi det i to halvdeler som senere monteres sammen i "rammer" av presstøpt sink. Det stilles høye krav til disse rammene, og verktøyene som lager dem er meget kostbare. Egenskaper som riktige sporbredder og avstander, riktige spaltdimensjoner og høy slitestyrke er knyttet nøye sammen med rammenes kvalitet.

Vikletråden som brukes ligger i området fra  $0,15 - 0.03 \text{ mm}$ . Det kan nevnes at for en tråd hvor kobberets diameter er  $0.03 \text{ mm}$ . er strekkstyrken for kobber og isolasjon omtrent like store.



## ELEKTRONIKK

### Innspillingsprosessen

Hittil har vi stort sett gått ut fra at de magnetiserbare partiklene i båndet reagerer lineært på den magnetiserende kraften fra skrivespalten.

Båndpartiklene reagerer imidlertid som alle andre magnetiske materialer meget ulineært på en magnetiserende kraft. En typisk magnetiseringskurve er vist i fig. 26.

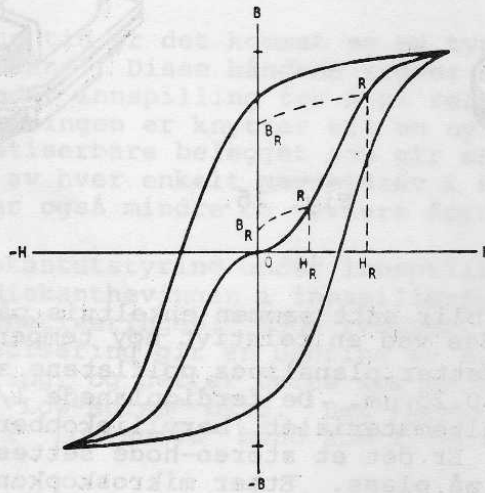


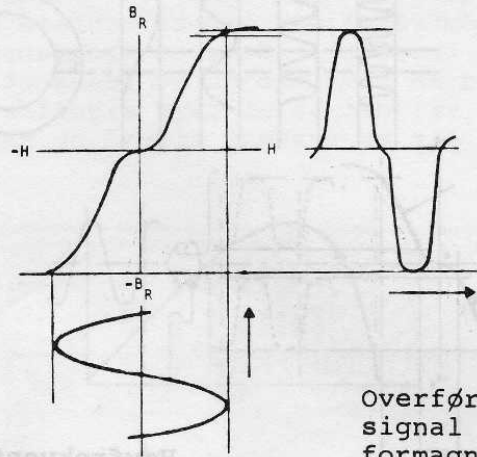
Fig. 26. Typisk magnetiseringskurve.  
(Hysteresekurve).

Den magnetiserende kraften,  $H$ , har vi langs den horisontale aksene.  $B_R$  langs den vertikale aksene er den resulterende magnetisering på båndet.

Når en ikke-magnetisert båndpartikkel nærmer seg skrivespalten, er den magnetisk nøytral (punkt  $O$  i fig. 26). Hvis det tar partikkelen kort tid å passere spalten i forhold til skrivestrømmens frekvens, vil feltet  $H_R$  bringe partikkelen magnetisk opp til punktet  $R$  når den er midt i spalten.

Når partikkelen forlater spalten avtar  $H$  til null, mens vår partikkel følger at forløp som antydnet til  $B_R$ . Den har nå fått en remanent - varig - magnetisme som den beholder.

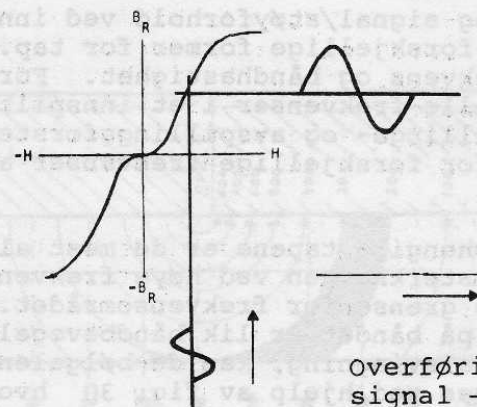
Fig. 27. viser overføringskarakteristikken for et elektrisk signal til magnetisme på båndet. Vi ser at magnetiseringen av båndet er meget ulineær omkring null, og mot metning. Nå er det nokså lineære områder mellom null og full utstyring, og kunne vi bruke det ene, eller begge disse områdene ville vi få en nokså lineær overføringskurve.



Overføringskarakteristikk, signal - magnetisme uten formagnetisering.

Fig. 27.

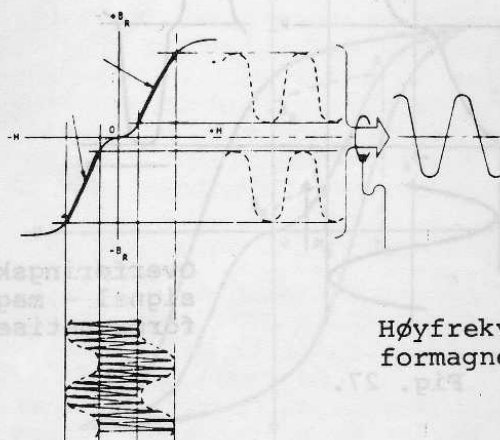
Tilfører vi innspillingshodet en likestrøm vil vi kunne plassere H midt i et av de lineære områdene, og med en passende utstyring vil  $B_R$  oppføre seg proporsjonalt med signalstrømmen. Denne metoden ble benyttet i båndoptakerens tidlige barndom og gav brukbare resultater med tanke på forvrengning. Imidlertid medførte denne innspillings- teknikken relativt meget båndsus.



Overføringskarakteristikk, signal - magnetisme med likestrømsformagnetisering.

Fig. 28.

For å få benyttet begge de rettlinjede områdene måtte vi flytte arbeidspunktet hurtig frem og tilbake fra den positive til den negative del av kurven. Litt populært kan vi si at det er nettopp dette vi oppnår når vi har høyfrekvent formagnetisering. I og med at vi nå ikke lenger har likestrøm gjennom hodet, vil vi også få en kraftig reduksjon av båndsusen.



Høyfrekvent formagnetisering.

Fig. 29.

#### Kryssfeltformagnetisering.

Frekvensområde og signal/støyforhold ved innspilling på bånd er begrenset av forskjellige former for tap. Disse tap varierer med frekvens og båndhastighet. For å få korrekt gjengivelse av alle frekvenser i et innspilt program må vi korrigere innspillings- og avspillingsforsterkere. Graden av korrigerende for forskjellige frekvenser avhenger av båndhastigheten.

De bølgelengdeavhengige tapene er de mest alvorlige ettersom de reduserer forsterkningen ved høye frekvenser og setter en absolutt øvre grense for frekvensområdet. Når vi vet at bølgelengden på båndet er lik båndbevegelsen i løpet av en komplett signalsvingning, kan de bølgelengdeavhengige tapene illustreres ved hjelp av fig. 30 hvor en relativ horisontal utbredelse av innspillingssonen sammenlignes med signalet.

I Kurve a kan man se at signalet varierer svært lite når båndet passerer gjennom innspillingssonen og signalets øyeblikksverdi blir innspilt.

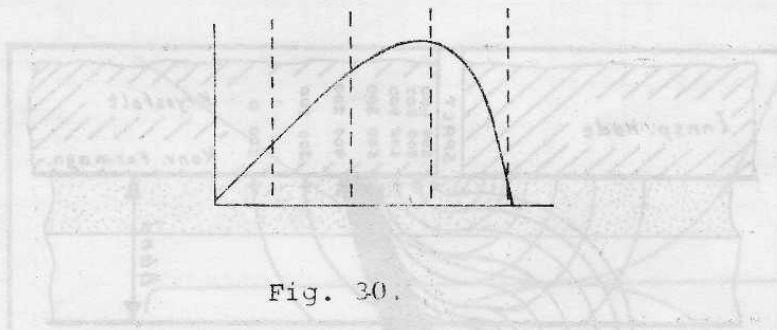
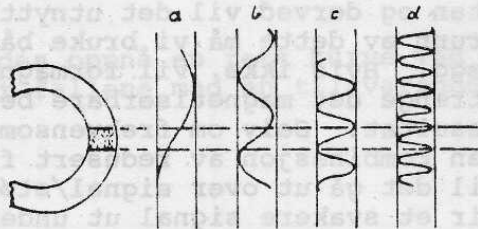


Fig. 30.

I kurve d spiller vi inn en forholdsvis høy frekvens, og vi får en signalvariasjon som tilsvarer en hel bølgelengde inne i skrivesonen, med selvslukking av signalet som resultat. Fig. 31 viser hvordan innspillingssonen er plassert i forhold til spalten i spillehodet. De sirkelformede linjene representerer et vanlig formagnetiseringsfelt som avtar med avstanden fra spalten. Båndets magnetiske egenskaper bestemmer hvor innspillingen skal foregå, som i dette eksemplet er mellom 200 og 300 ørstedt. Innspillingssonen er utbredelsen av dette området langs hodefronten.

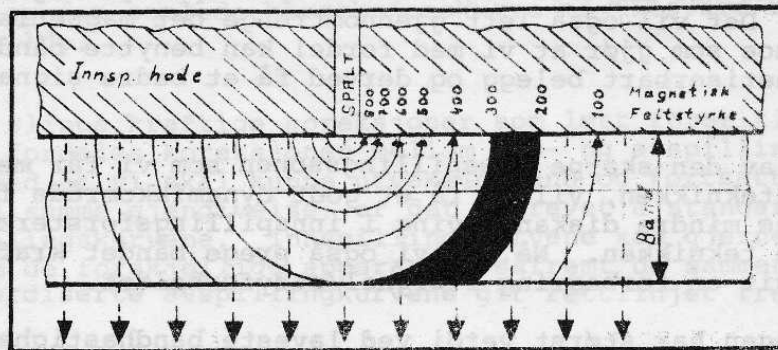


Fig. 31.



Det har vært benyttet flere metoder for å kompensere for de bølgelengdeavhengige tapene. En metode er å øke innspillingsnivået, ved høyere frekvenser. Dette vil, imidlertid, redusere dynamikkområdet og øke mulighetene for klirr på grunn av metning av det magnetiserbare belegget. På fig. 31 vil man se at en reduksjon av formagnetiseringsfeltet vil flytte innspillingssonen nærmere spalten og derved vil det utnyttbare feltområdet bli smalere. På grunn av dette må vi bruke bånd med tynt magnetiserbart belegg. Hvis ikke, vil formagnetiseringsfeltet ikke kunne gjennomtrengte det magnetiserbare belegget, med forvrengning som resultat. Selv om frekvensområdet oppover kan forbedres ved en kombinasjon av redusert formagnetisering og tynnere bånd, vil det gå ut over signal/støyforholdet fordi det tynne båndet gir et svakere signal ut under avspilling.

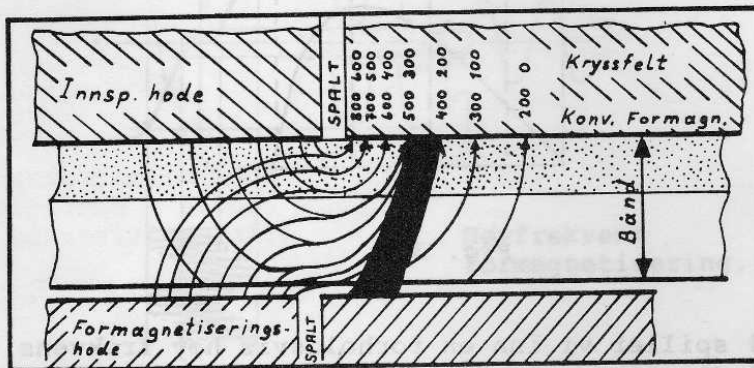


Fig. 32.

Den eneste kjente metode som gir en reduksjon av innspillingssonens bredde uten at det medfører noen uheldige bivirkninger, er å innføre et ekstra formagnetiseringsfelt loddrett på hodefronten som vist ved de stiplede linjene i fig. 31. Dette er hemmeligheten ved kryssfeltteknikken og er illustrert i fig. 32 som viser innspillingssonen ved en kombinasjon av de to formagnetiseringsfeltene. Det utnyttbare feltområdet på 200-300  $\mu$ stødt har flyttet seg nærmere spaltåpningen og er blitt smalere. Det vil også lett gjennomtrengte det magnetiserbare belegg, noe som gjør at vi med fordel kan benytte bånd med tynt magnetiserbart belegg og derved få et bedre signal/støyforhold.

På grunn av den skarpe innspillingssonen som vi får med kryssfeltteknikken, vil vi få et godt dynamikkområde fordi det kreves mindre diskantheving i innspillingsforsterkeren med denne teknikken. Nå kan vi også prege båndet kraftigere, noe som gir en forbedring i signal/støyforholdet.

Forbedringen har størst verdi ved laveste båndhastighet som er mest berørt av de bølgelengdeavhengige tapene.

## BÅNDKURVE.

Tilfører vi et tonefrekvent signal som varierer i frekvens og som gir konstant strøm gjennom hodet, og så ved avspilling måler spenningen over hodet, vil vi oppdage at nivået faller ved lave og høye frekvenser. Kurven som er fremkommet kaller vi båndkurven.

Skal vi således oppnå en rett kurve ved avspilling må vi korrigere for fallene med en tilsvarende heving i bass og diskant.

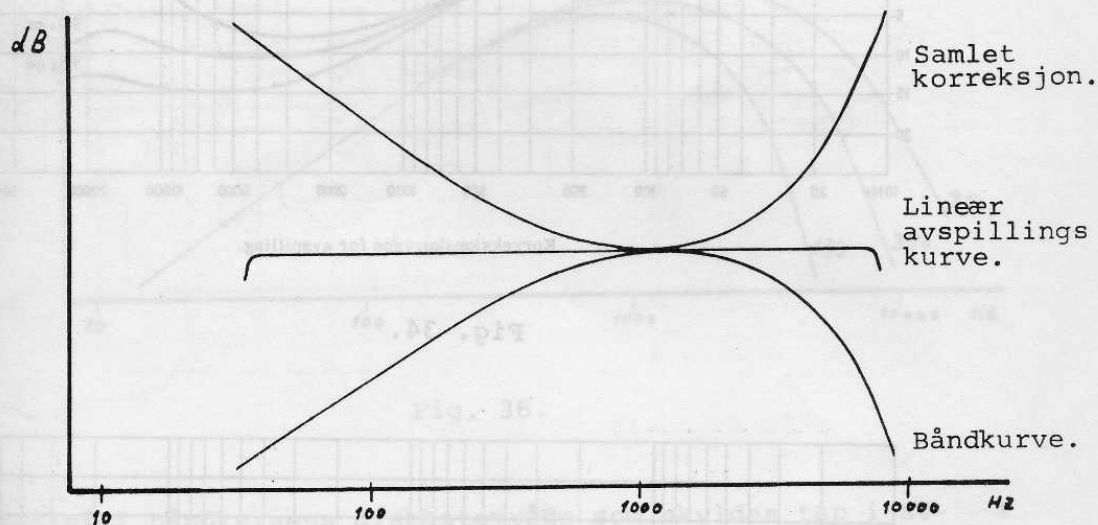
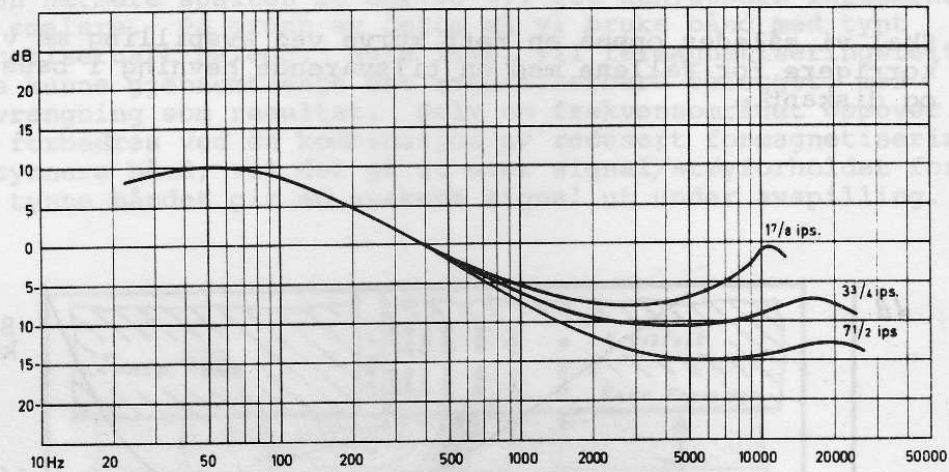


Fig. 33.

For å få en lineær totalkurve må signalet passere korreksjonsledd, og den samlede korreksjonskurve må tilsvare båndkurvens speilbilde.

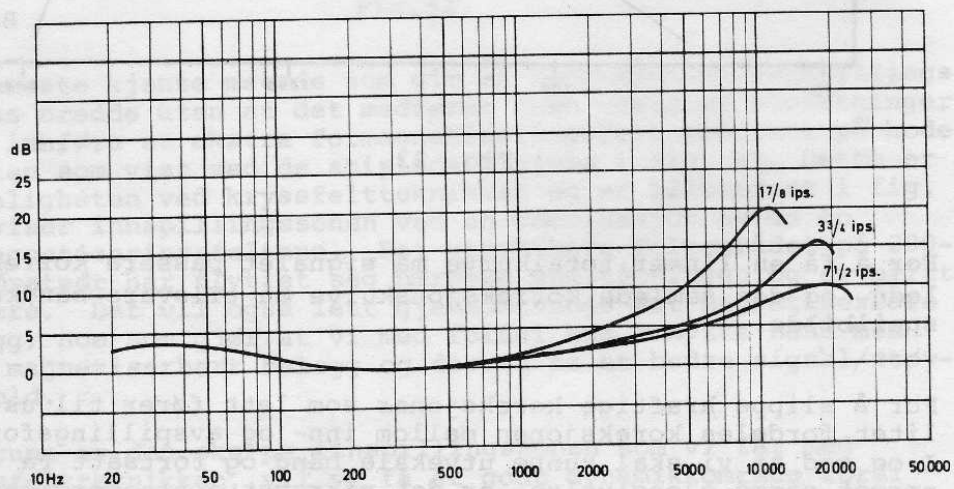
For å slippe kraftige koreksjoner som lett fører til ustabilitet fordeles koreksjonen mellom inn- og avspillingsforsterker. I og med at vi skal kunne utveksle bånd og fortsatt få tilnærmet samme gjengivelse, er det påkrevet å standardisere avspillingskurvene. Innspillingskurvene kan gjerne variere mellom de forskjellige apparater, såfremt de sammen med de standardiserte avspillingkurvene gir rettlinjet frekvensgang.

Fig.34 og 35 viser korreksjonskurvene for avspillingsforsterker henholdsvis innspillingsforsterker. Vi ser at avspillingsforsterkeren har en heving i nedre område, og innspillingsforsterkeren har en heving i øvre område.



Korreksjonskurvene for avspilling.

Fig. 34.



Korreksjonskurvene for innspilling.

Fig. 35.

Det nedre toneområdet, til venstre for båndkurvens topp, heves i avspillerforsterkeren med 6 dB pr. oktav mot lavere frekvenser svarende til fallet i båndkurven. Beliggenheten av båndkurvens topp avhenger av båndhastigheten, og dermed vil det punkt der avspillerforsterkerens kurve begynner å stige, være forskjellig for hver hastighet. Sammenlign fig. 34 og 36.

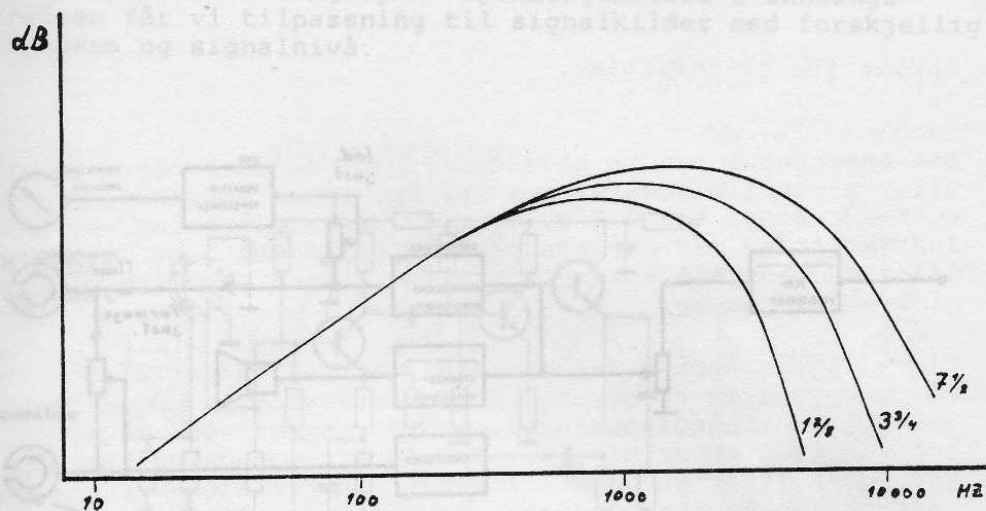


Fig. 36.

Fallet i båndkurvens diskantområde som skyldes tap i avspillingsprosessen (hode/bånd), kan vanskelig taes igjen som heving på avspillingssiden, idet man da vil få en sje-nerende stigning i båndsusen. Derfor hever man i dette området signalstyrken før innspillingen og vinner derved signalstyrke i forhold til bakgrunnsusen fra båndet. Vi kaller dette en forbedning (pre-emphasis). Innspillingskurven er ikke standardisert. Det står fabrikanten fritt å utvikle og forbedre innspillings-teknikken, og han kan velge innspillingsprosess og forbedning som han vil. Det eneste krav standardiseringen stiller, er at resultatet skal bli lineært sammen med de standardiserte avspillingskurver.



## Båndopptakeren i innspilling

La oss se på et forenklet blokkskjema av båndopptakerens innspillingsdel. Signaler som tilføres inngangen passerer først en rettlinjjet (ikke-korrigert) forforsterker. Mellom forforsterker og korrigert innspillingsforsterker har vi volumkontroll, og vi kan fra samme sted foreta kontrolløytting (monitoring). Etter korreksjonsforsterkeren går signalet til innspillingshode og indikator.

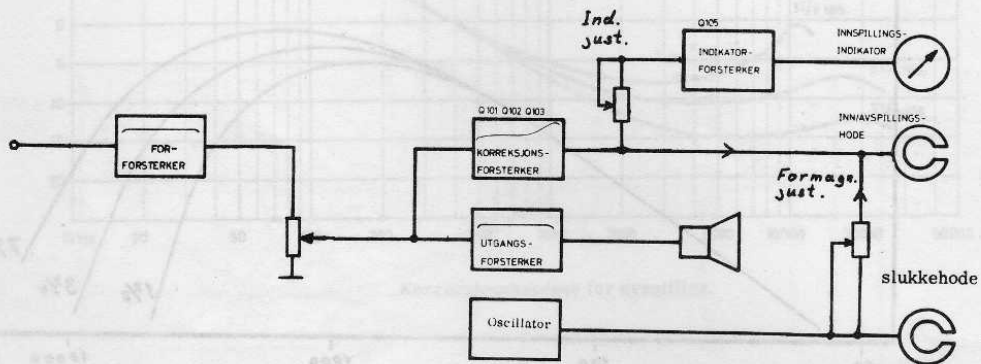


Fig. 37.

Med et trimmepotentiometer kan vi justere indikatorinstrumentet til 0 når signalstrømmen i hodet gir 3 - 5 % klirr på båndet.

Vi benytter en del av oscillatorens slukkespenning til å formagnetisere båndet. Formagnetiseringen kan reguleres med en variabel seriemotstand mellom oscillator og innspillingshode. Ved kryssfeltformagnetisering tilføres spenningen det separate formagnetiseringshodet.

## INNGANGSFORSTERKERE.

Et signal som tilføres båndopptakeren passerer en forsterker før det kommer til den korrigerte innspillingsforsterkeren. Vi deler opp innspillingsforsterkeren slik fordi en korrigering av hele kjeden fra inngang til innspillingshode lett vil gi et dårlig signal/støy-forhold, og det ville vanskeliggjøre monitoring, (kontrollytting).

Vanligvis benyttes samme forforsterker til samtlige signalkilder. Ved hjelp av spenningsdelere i inngangskretsen får vi tilpassning til signalkilder med forskjellig impedans og signalnivå.

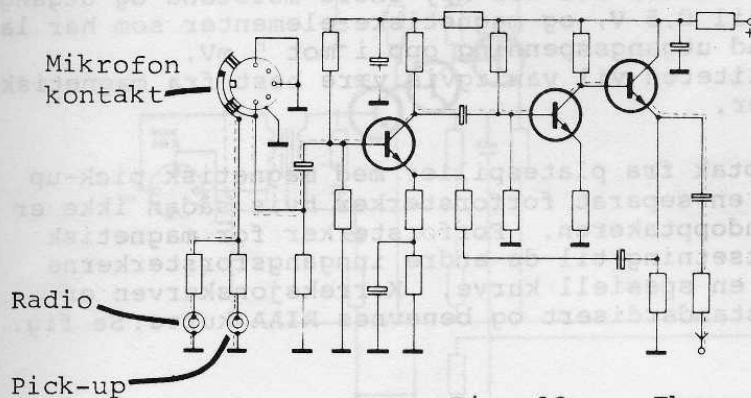


Fig. 38.. Eksempel på inngangsfosterker.

Opptak fra mikrofon.

Til rørbestyrkede forsterkere brukes vanligvis mikrofoner med krystallelement fordi rørfosterkerens høye inngangsimpedans gir god tilpassning til denne typen mikrofon. Lavohmige dynamiske mikrofoner kan benyttes sammen med impedanstransformator.

Transistoriserte forsterkere har normalt lavere inngangsimpedans enn rørfosterkere. Dynamiske mikrofoner med forholdsvis lav impedans vil således lett kunne tilpasses disse.

På grunn av krystallmikrofonens høye indremotstand bør det ikke benyttes lengere mikrofonledning enn ca. 4 m. da det ellers vil redusere signal/støy forholdet (dur, svakt signal). Dynamiske mikrofoner derimot kan uten vanskeligheter benyttes sammen med lange ledninger.

Enkelte båndopptakermodeller har en bryter i mikrofonkontakten som kobler ut signaler fra linjeinngangen når en mikrofon plugges i apparatet. Dette er gjort for å hindre uønsket miksing ved mikrofonopptak.

#### Opptak fra platespiller.

Det benyttes i dag to hovedtyper pick-up elementer. Keramiske eller krystallelementer som har høy indre motstand og utgangsspenninger opp til 0,5 V, og magnetiske elementer som har lav indremotstand med utgangsspenning opp i mot 5 mV. Gjengivelseskvaliteten vil vanligvis være best fra magnetiske pick-up elementer.

Vil vi gjøre opptak fra platespiller med magnetisk pick-up må det benyttes en separat forforsterker hvis sådan ikke er innebygget i båndopptakeren. Forforsterker for magnetisk pick-up er i motsetning til de andre inngangsforsterkerne korrigert etter en spesiell kurve. Korreksjonskurven er internasjonalt standardisert og benevnes RIAA kurve. Se fig. 39.

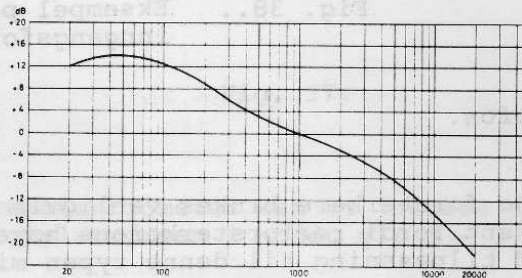
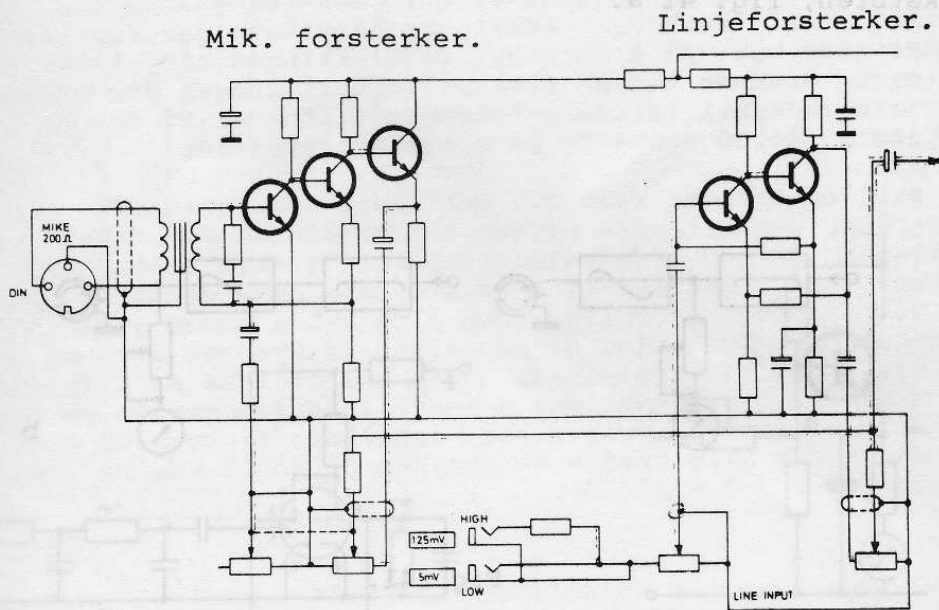


Fig. 39. RIAA kurve.

Apparater med innebygget RIAA forforsterker har som regel en venter som gjør det mulig å koble ut korreksjonen og samtidig redusere følsomheten på pick-up inngangen. Det vil således være mulig å tilpasse apparatet til både magnetisk og keramisk pick-up.

Mere avanserte båndopptakere har ofte separate inngangsforsterkere for forskjellige typer signalkilder. Derved kan det konstrueres forsterkere som har bedre egenskaper enn kombinerte forsterkere. Dette gir oss også muligheten til å blande flere inngående signaler samtidig.



Fig, 40.



### Indikatorkretsløp.

Under innspilling går signalet fra en av båndopptagerens innganger gjennom inngangsforsterker, volumkontroll til den korrigerte forsterkeren. Et sted i denne kjeden tar vi ut noe av signalet for å styre en indikator, slik at vi kan kontrollere signalnivået. Det er hovedsakelig to framgangsmåter som benyttes for å registrere nivået. På noen båndopptakere er indikatoren tilkoplest før korreksjonsforsterkeren og viser således signalet ukorrigert. Benytter vi rettlinjett indikering er det fare for overstyring av diskanten fordi indikatoren ikke følger innspillingsforsterkerens korreksjonskurve (diskantheving). I den etterfølgende korreksjonsforsterker har vi imidlertid muligheten til å overstyre signalet uten at dette vises på indikatoren, fig. 41 a.

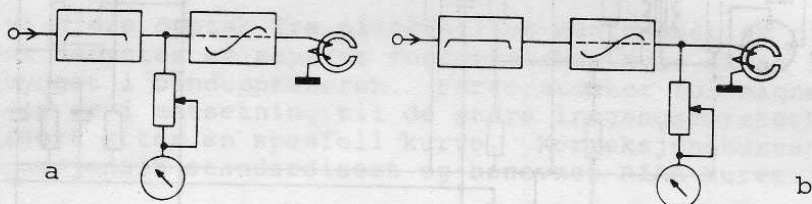


Fig. 41.

Ved å plassere indikatoren etter korreksjonsforsterkeren, vil vi være gardert mot en ikke registrerbar overstyring. Indikatorutslaget vil nå variere ettersom tilførte signaler blir korrigert og vi har full kontroll over de signaler som tilføres innspillingshodet, fig. 41 b. For å lette indikatoravlesningen blir signalet som regel likerettet, og likespenningen brukes da til å styre selve indikatoren. I apparater hvor det er benyttet indikatorrør går likespenningen direkte til indikatorrørets styregitter.

Nyere apparater har som regel viserinstrumenter som indikator. For å få et tilstrekkelig sterkt signal er det ofte ett eller flere forsterkertrinn som styrer indikatoren. Siste forsterkertrinn er gjerne forspent et sted mellom klasse B og C slik at bare de positive halvperiodene av signalet blir stående over instrumentet. Ved hjelp av en kondensator i parallell med instrumentet kan vi glatte ut pulsene slik at vi får en likespenning over instrumentet som er proporsjonal med signalnivået.

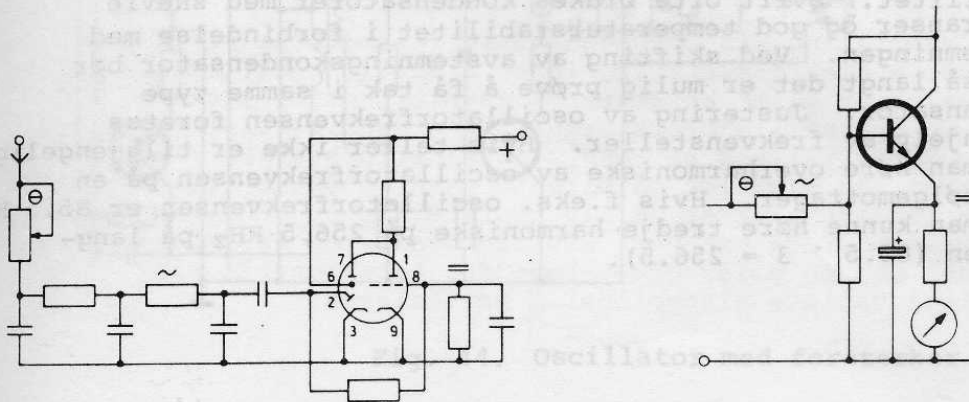


Fig. 42.

## Oscillatorer i båndopptakere

Oscillatoren har til oppgave å produsere elektriske svingninger som tilføres slukkehodet. Svingningenes frekvens bør være 4 - 5 ganger høyere enn høyeste frekvens som kan spilles inn på båndopptakeren, for at de ikke skal blande seg med overharmoniske av signalet, og således skape uønskede pipetoner og støy. En del av slukkespenningen brukes til å formagnetisere båndet, og tilføres spillehodet, eller formagnetiseringshodet, hvis slikt finnes. Oscillatoren er bare i funksjon når apparatet står i innspilling.

De mest anvendte koblingene er Colpitts- og push-pull-oscillatorer. Push-pull koblinger benyttes der hvor det legges stor vekt på å få støy fra slukkingen ned til et minimum. Grunnen til at push-pull oscillatoren gir mindre støy enn en enkel selvsvingende oscillator er at det er lettere å få god symmetri på oscillatorsignalet.

Det stilles strenge krav til oscillatorens frekvensstabilitet. Svært ofte brukes kondensatorer med snevre toleranser og god temperaturstabilitet i forbindelse med avstemningen. Ved skifting av avstemningskondensator bør man så langt det er mulig prøve å få tak i samme type kondensator. Justering av oscillatorfrekvensen foretas ved hjelp av frekvensteller. Hvis teller ikke er tilgjengelig kan man høre overharmoniske av oscillatorfrekvensen på en langbølgeomottager. Hvis f.eks. oscillatorfrekvensen er 85,5 KHz vil man kunne høre tredje harmoniske på 256,5 KHz på langbølgen ( $85,5 \cdot 3 = 256,5$ ).

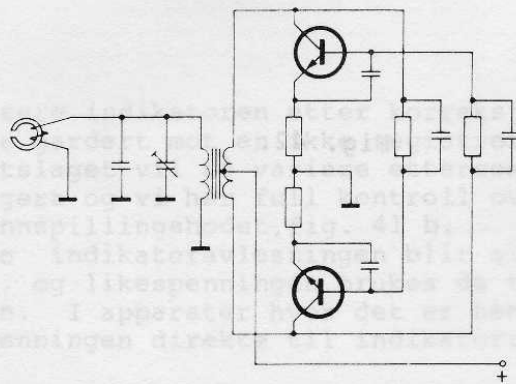


Fig. 43. Push-pull oscillator

I forbindelse med kryss-felt formagnetisering er det blitt behov for oscillatorkretsløp som kan levere mer effekt enn tidligere. Disse koblingene bør være svært frekvensstabile da slukke- og formagnetiseringshoder er avstemt til resonans for å få høyest mulig virkningsgrad kombinert med et minimum av overharmoniske frekvenser. Koblingene bør også være lite følsomme for endringer i belastning. Vanligvis brukes en push-pull styreoscillator i forbindelse med en kraftforsterker som leverer effekt til hodene.

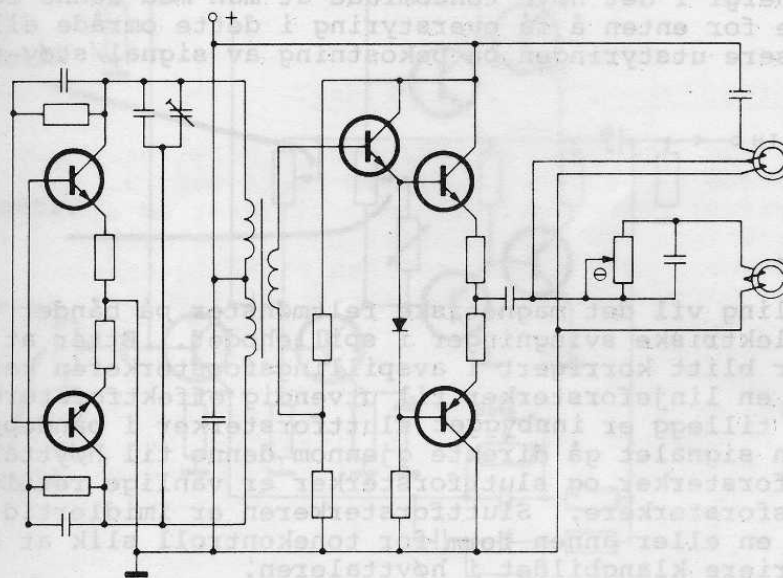


Fig. 44. Oscillator med forsterker

Fig. 45. Utgangsforsterker.

#### Dynamikk.

Skal man opprettholde et rimelig krav til kvalitet, er det begrenset hvor meget man kan heve forsterkningen i innspilling på de lyse toner i forhold til midtregisteret. Hevningen har nemlig den følge at båndopptageren bare kan tilføres tilsvarende svakere signal i det hevede område dersom båndet ikke skal bli overstyrt tidligere her enn i midtregisteret. Jo mindre forbedring man bruker i et opptak, jo bedre overstyringssikkerhet har man. Når frekvenskurver på en båndopptaker blir oppgitt, bør samtidig den nødvendige forbedring som trengs for å oppnå denne kurve spesifiseres. En rettlinjete frekvenskurve til 10 kHz oppnådd ved 10dB forbedring, gir en betydelig bedre dynamikk enn en som benytter 20dB for å oppnå det samme.



I praksis kan man regne med at lydnivået i musikk og tale gradvis faller med stigende frekvens, og diverse undersøkelser viser at man ofte kan regne med 10dB lavere maksimale signalnivåer ved 10 000 Hz i forhold til 1 000 Hz. Man skulle altså kunne tillate seg å heve innspillingen med opptil 10 dB ved 10 000 Hz uten å risikere vesentlig overstyring i det lyse toneområde. Dette understøttes også av det faktum at alle FM kringkastingsprogrammer gjennomgår en slik korreksjon før de sendes ut. Hensikten er også her å løfte signalet mest mulig ut av bakgrunnstøyen.

Grensen på maksimum 10 dB forbedring ved 10 000 Hz er i og for seg intet høyt kvalitetskrav. Det finnes idag typer musikk med så meget lydenergi i det høye toneområde at man med denne forbedring står i fare for enten å få overstyring i dette område eller å måtte redusere utstyringen på bekostning av signal/støy-forholdet.

#### Avspilling.

Ved avspilling vil det magnetiske feltmønster på båndet indusere elektriske svingninger i spillehodet. Etter at signalet er blitt korrigert i avspillingsforsterkeren kan det gå via en linjeforsterker til utvendig effektforsterker. Hvis det i tillegg er innbygget sluttforsterker i båndopptakeren kan signalet gå direkte gjennom denne til høyttaleren. Både linjeforsterker og sluttforsterker er vanlige rettlinjede lavfrekvensforsterkere. Sluttforsterkeren er imidlertid sammenkoblet med en eller annen form for tonekontroll slik at det er mulig å variere klangbildet i høyttaleren.

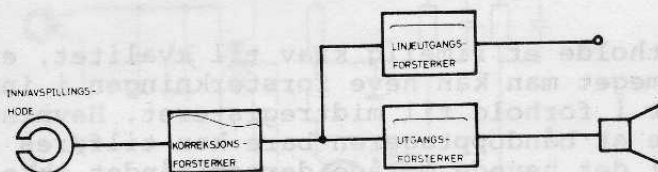


Fig. 45.

Linjeforsterkeren som skal drive utvendig kraftforsterker har et utgangsnivå fra 0,5V til 1,5V ubelastet og med en utgangsimpedans på noen kilo ohm. På moderne båndopptakere er som regel linjeforsterkeren avsluttet med en emitterfølger.

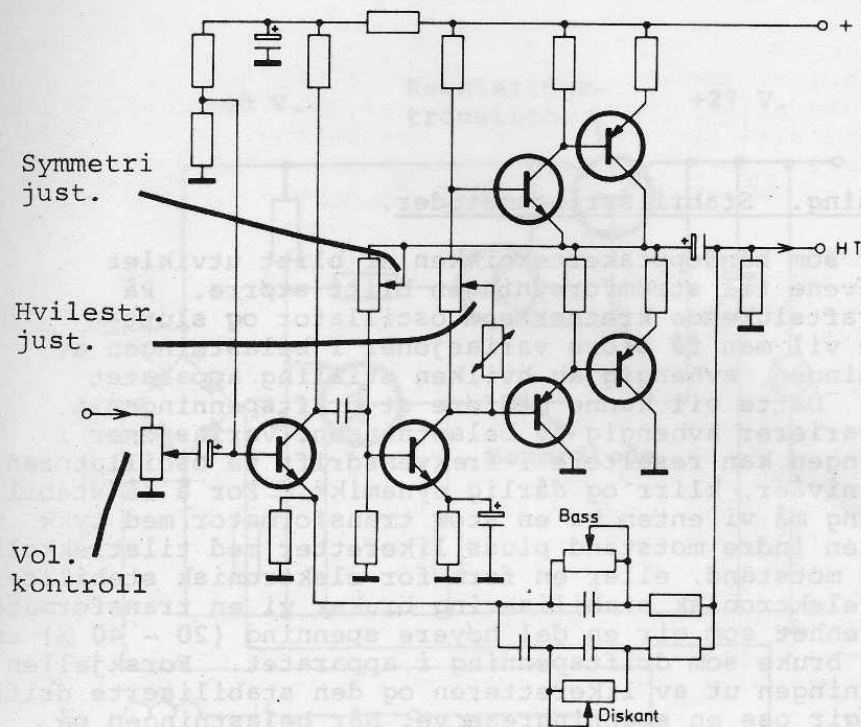


Fig. 46. Utgangsförsterker.

Sluttforsterkerne er idag vanligvis heltransistoriserte med push-pull utgangstrinn. Utgangseffekten er som regel 5 - 20 W i 4 $\Omega$  belastning. Det er viktig å være oppmerksom på at man med denne typen sluttforsterker bør unngå parallellkobling av flere høyttalere slik at den totale høyttalerbelastning blir mindre enn 2 $\Omega$  pr. utgang. En uheldig kombinasjon av stor utstyring og lav høyttalerimpedans vil resultere i at sikringen i strømforsyningen løser ut, og i verste fall at utgangstransistorene ødelegges. Må utgangstransistorene skiftes, bør man etterjustere transistorenes arbeidspunkter hvis det finnes justeringsmuligheter for disse. Er det ønskelig med flere høyttalere tilknyttet apparatet må man benytte en kombinasjon av serie og parallellkobling av høyttalerne slik at den totale belastning blir ca. 4 $\Omega$  pr. utgang.

Det er ofte en forsterkerstilling på båndopptakere med sluttforsterkere. I denne stillingen blir sluttforsterkeren koblet sammen med båndopptakerenes inngangsforsterkere. Det er nå mulig å bruke båndopptakeren f.eks. som vanlig grammofonforsterker, eller som mikrofonforsterker hvis det skulle være behov for å få forsterket opp stemmer eller musikk ved større tilstelninger.

### Strømforsyning. Stabiliseringsmetoder.

Etter hvert som båndopptakerteknikken er blitt utviklet er også kravene til strømforsyningen blitt større. På grunn av kraftslukende kretser som oscillator og sluttforsterkere vil man få store variasjoner i belastningen av strømforsyningen, avhengig av hvilken stilling apparatet arbeider i. Dette vil kunne medføre at driftspenningen i apparatet varierer avhengig av belastningen. Variasjoner i driftspenningen kan resultere i frekvensdrift på oscillatoren, varierende nivåer, klirr og dårlig dynamikk. For å få stabil driftspenning må vi enten ha en stor transformator med tykk tråd og liten indre motstand pluss likeretter med tilstrekkelig liten indre motstand, eller en form for elektronisk stabilisering. Når vi har elektronisk stabilisering bruker vi en transformator/likeretter enhet som gir en del høyere spenning (20 - 40 %) enn det vi skal bruke som driftspenning i apparatet. Forskjellen mellom spenningen ut av likeretteren og den stabiliserte driftspenningen gir oss en spenningreserve. Når belastningen på strømforsyningen øker vil spenningen ut av likeretteren avta. På grunn av den elektroniske stabiliseringen vil vi ha stabil driftspenning i apparatet så lenge vi har en spenningsreserve å ta av. Spenningsreserven oppstår over en transistor som er koblet mellom likeretter og elektronikken i apparatet forøvrig. Ved å regulere basis-emitter spenningen på transistoren kan vi variere transistorens indre motstand avhengig av belastningen på strømforsyningen. Til å styre reguleringstransistorens basisforspenning bruker vi en zenerdiode. Zenerdioder leveres i mange varianter, både for forskjellige effekter og forskjellige merkespenninger. Populært kan vi si at zenerdioden har stor indre motstand når spenningen over den er mindre enn merkespenningen, mens indre motstanden blir svært liten så snart spenningen over den overstiger merkespenningen. For å få god regulering brukes ofte et eller flere likestrømskoblede forsterkertrinn mellom zenerdiode og reguleringstransistor.

På grunn av de gode regulerende egenskapene som en stabilisert strømforsyning har, vil man også få en viss reduksjon av rippel-spenninger fra likeretteren. Derved behøver man ikke ha så stor filterkondensator som i en konvensjonell strømforsyning. Når vi har elektronisk stabilisering av driftspenningen får vi en svært stabil spenning og god filtrering uten å bruke så stor transformator og så store filterkondensatorer som vi måtte hatt i en konvensjonell strømforsyning.

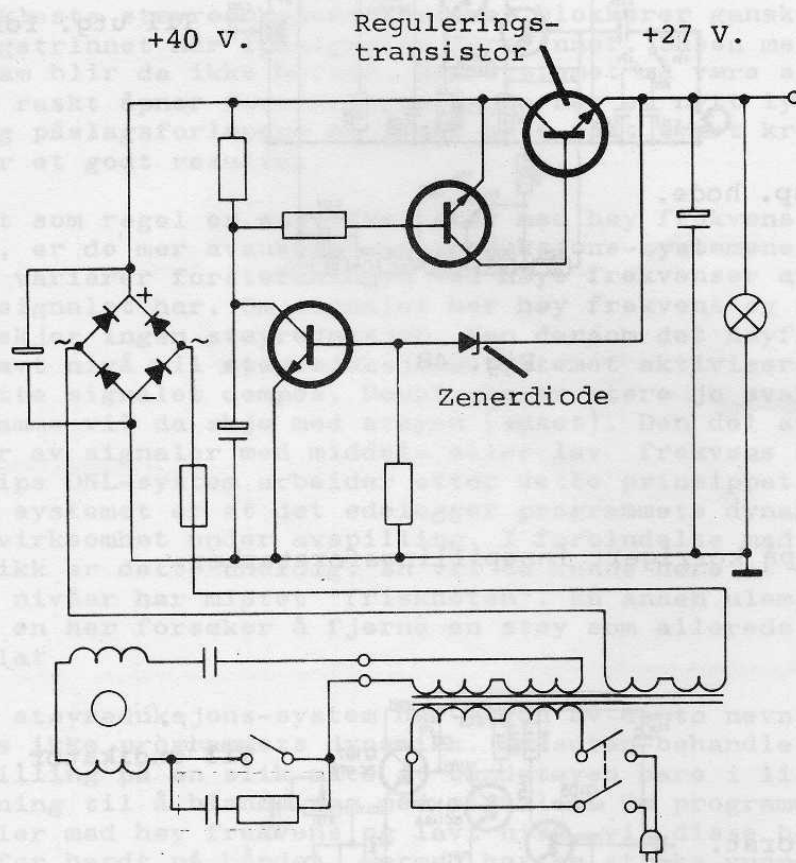


Fig. 47. Eksempel på stabilisert strømforsyning.



Eksempel på korrigert avspillingsforsterker.

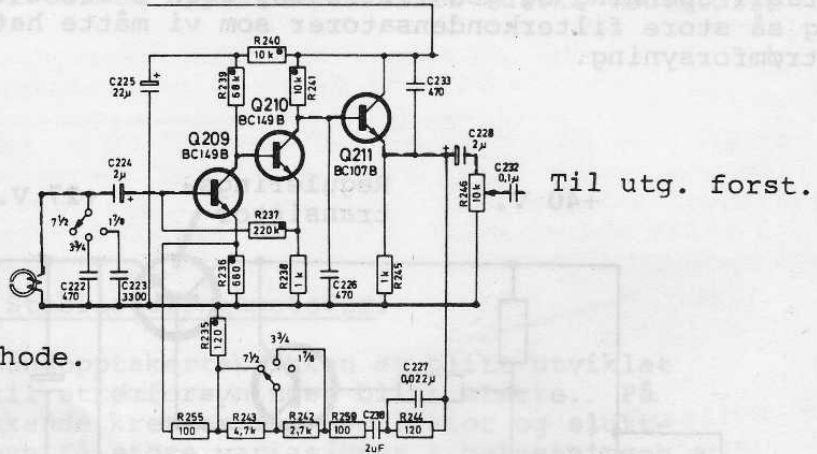


Fig. 48

Eksempel på korrigert innspillingsforsterker.

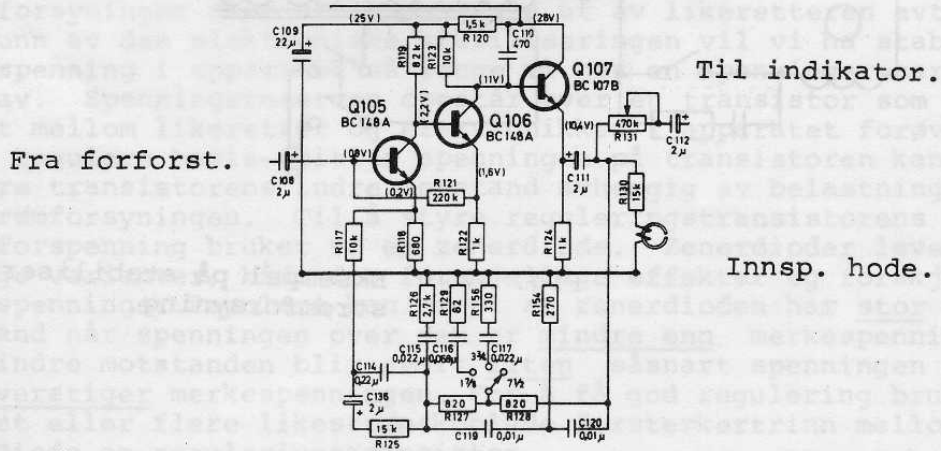


Fig. 49.

## DOLBY

I den senere tid er det tatt i bruk flere metoder for å bedre signal/støy-forholdet for hjemme-elektronikk. Disse systemene bygger på den egenskap ved vår hørsel som kalles maskeringseffekt. Med dette menes at øret ikke så lett registrerer støy når denne bare opptrer samtidig med et sterkt lydsignal eller tone. Dette gjelder særlig dersom lydsignalet ligger i samme frekvensområdet som støyen. Støyen er altså mest sjenerende når lydsignalet er svakt og ligger i et annet frekvensområde.

De enkleste støyreduksjons-systemer blokkerer ganske enkelt utgangstrinnet når lydsignalet forsvinner. Susen mellom hvert program blir da ikke hørbar. Men systemet må være slik at det meget raskt åpner forsterkeren igjen når et nytt lydsignal påtrykkes. Av- og påslagsforløpene er i det hele tatt svært kritiske om en ønsker et godt resultat.

Da det som regel er sus, dvs. støy med høy frekvens som gir vanskeligheter, er de mer avanserte støyreduksjons-systemene bygget slik at de varierer forsterkningen ved høye frekvenser avhengig av hvilket nivå signalet har. Om signalet har høy frekvens og samtidig høyt nivå skjer ingen støyreduksjon. Men dersom det høifrekvente signalet har lavt nivå vil støyreduksjons-systemet aktiviseres og sørge for at dette signalet dempes. Dempingen er større jo svakere signalet er. Det samme vil da skje med støyen (suset). Den del av programmet som består av signaler med middel- eller lav frekvens er upåvirket. Phillips DNL-system arbeider etter dette prinsippet. En ulempe ved dette systemet er at det ødelegger programmets dynamikk siden det bare er i virksomhet under avspilling. I forbindelse med musikk med stor dynamikk er dette uheldig. En vil da kunne høre at diskanten ved svake nivåer har mistet "friskheten". En annen ulempe ved systemet er at en her forsøker å fjerne en støy som allerede er blandet med signalet.

Dolby støyreduksjons-system har ingen av de to nevnte ulemper. Her endres ikke programmets dynamikk. Dessuten behandles programmet før innspilling på en slik måte at båndstøyen bare i liten grad får anledning til å blande seg med signalet. Om programmet inneholder signaler med høy frekvens og lavt nivå, vil disse bli preget inntil 10dB for hardt på båndet. Dermed har en straks vunnet 10dB i signal/støyforhold allerede for det program som er preget på båndet. Det er skjedd en komprimering (reduksjon av dynamikk) med inntil 10dB før innspillingen. Under avspilling skjer en like stor ekspansjon. Diskant med lavt nivå blir forsterket inntil 10dB mindre enn den øvrige del av programmet. Dermed har en korrigert for den komprimering som skjedd under innspillingen.

Det er viktig at inngangsforsterkeren i forbindelse med Dolby-systemet er meget støysvak. Hvis dette ikke er tilfelle vil Dolby-systemet oppfatte forsterkerstøyen som svak diskant og prege denne for hardt på båndet.

I den senere tid er det gjort en del vellykkede prøvesendinger med "Dolbyserte" FM- radioprogrammer. Resultatet av disse har vært bedre signal/støy forhold, og dermed større rekkevidde.

Kvalitetsforbedringen kan bidra til at FM-stereo sendinger blir langt mer aktuelle enn de er i dag.

Frekvensgang for et signal med lavt nivå

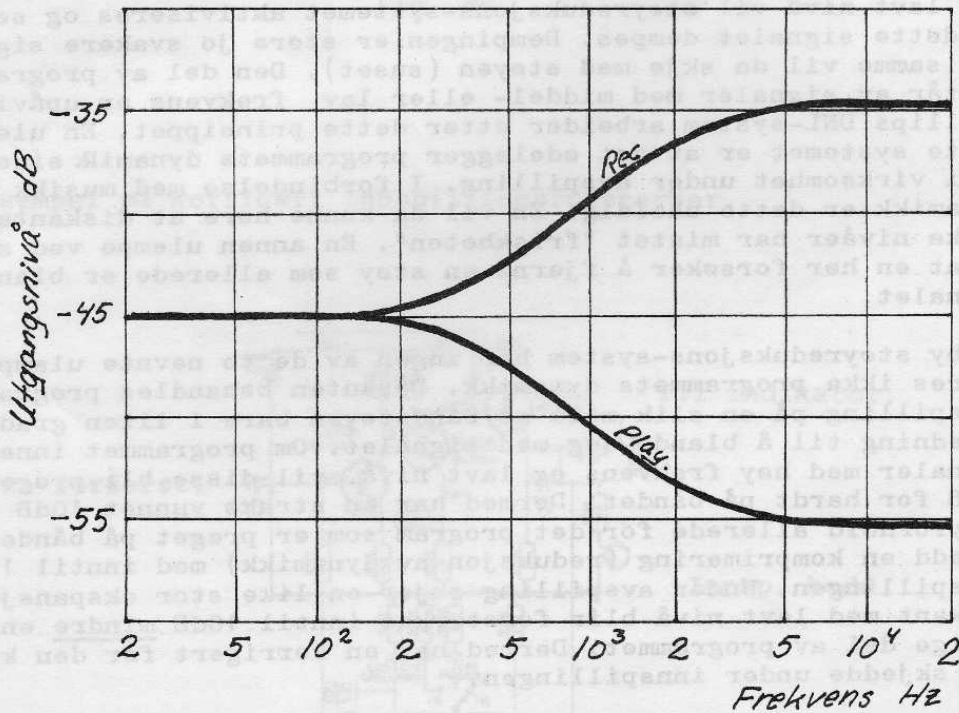


Fig. 50

Fig. 49

Frekvensgang ved innspilling ved ulike nivåer



fig.51



blokk-skjema for DOLBY-kretsene ved innspilling

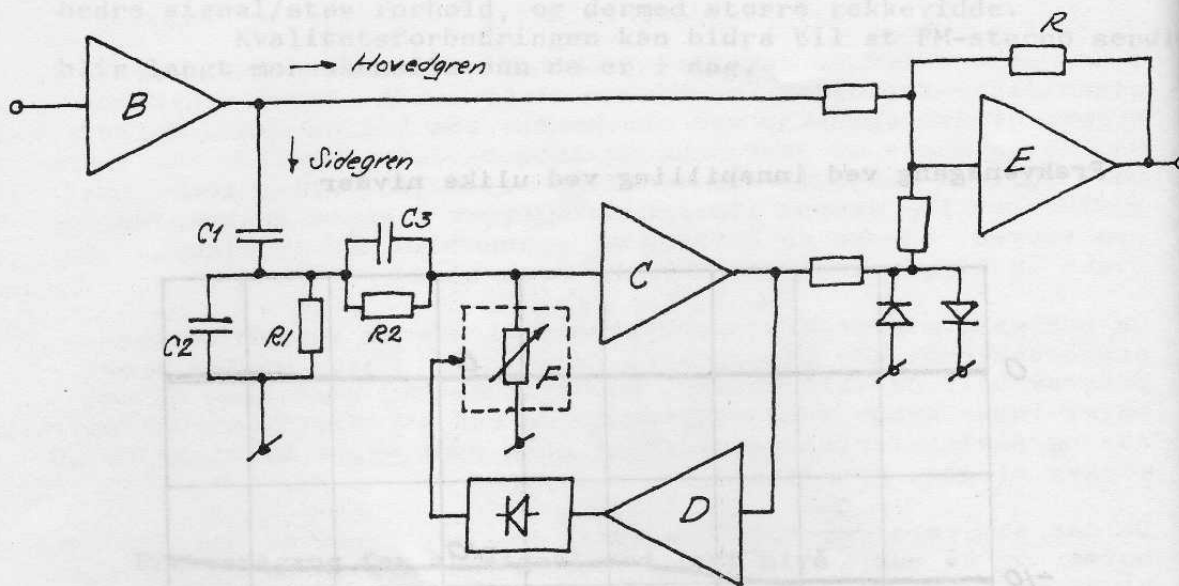


fig. 52

Signalet fra inngangsførsterkeren forsterkes i B før det splittes i to grener. Den ene grenen (hovedgrenen) går direkte til summasjonsførsterkeren E og videre til innspilleren. Ved høye nivåer har vi signal bare gjennom denne grenen. Den andre grenen, sidegrenen, går til det dynamiske filteret som består av C1, C2, C3, R1, R2 og F. Filteret er høypassfilter. Signaler med lave frekvenser slipper følgelig ikke gjennom sidegrenen. Frekvensgangen til filteret er avhengig av motstanden i F fordi en får frekvensavhengig spenningsdeling mellom C3 og F. Dessuten vil nivået på det signalet som påtrykkes C være avhengig av spenningsdelingen mellom R2 og F. Ved svært lav resistans i F vil intet signal slippe gjennom det dynamiske filteret uansett frekvens. En kan si at F virker som en kombinert diskant og volumkontroll.

F er en felt-effekt transistor. Resistansen i denne bestemmes av nivået på det signalet som påtrykkes C. Dette signalet forsterkes i C og D. Deretter likerettes og filtreres det for så å mates inn på gate til felt-effekt transistoren i F. Når gate går positiv reduseres motstanden i F.

Ved lave signalnivåer har F ganske høy resistans og R2-C3 betyr følgelig svært lite. Filterets egenskaper er da gitt av C1, C2 og R1. Det signal som slipper gjennom blir forsterket i C og summert med hovedsignalet i E. Denne summasjonen fører til en øking av output med inntil 10dB.

Ved noen høyere nivåer begynner F å lede. Da vil komponentene R2-C3 begynne å virke sammen med F, og en mindre del av signalet vil slippe gjennom til C. Følgelig blir også en mindre del av signalet fra sidegrenen summert med hovedsignalet. Ekspansjonen blir mindre enn 10dB.

Ved høye signalnivåer vil  $F$  ha så liten verdi at svært lite av signalet påtrykkes  $C$ . Det signal som summeres med hovedsignalet i  $E$  er da så svakt at det ikke har noen betydning. Av fig. 51 sees tydelig virkningen av summasjonen ved ulike nivåer.

Ved avspilling brukes de samme kretsene. Nå skal signaler i diskantområdet med lavt nivå, deriblant båndsus, dempes inntil 10dB i forhold til de øvrige signalene. Dette skjer ved at signalet fra sidegrenen nå summeres med hovedsignalet i motfase. Det dynamiske filteret er koplet som vist i fig. 53. En ser at filteret ligger som en tilbakekopplings-sløyfe rundt  $E$ . Ved lave nivåer på signalet er motstanden i  $F$  stor og en forholdsvis stor del av signalet koples fra utgang av  $E$  til inngangen. Det dynamiske filter ligger i avspilling parallelt med motstanden  $R$ .

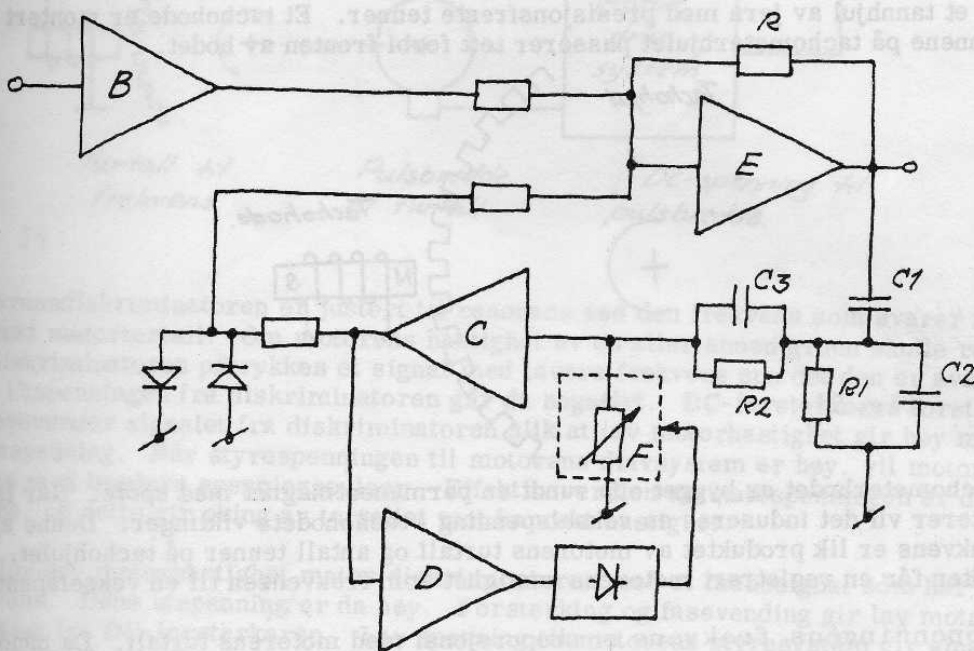


fig. 53

## Elektronisk styring av motorhastighet.

En har flere metoder for elektronisk styring av motorer, avhengig av motortyper og de krav en stiller til styresystemet. I våre båndopptakere har vi bare en type motorer som styres elektronisk. Det dreier seg om de DC-motorene som anvendes i TB 11 og TIR 100. I TIR 100 reguleres motorhastigheten ved at motorspenningen varieres.

I TB 11 blir motoren påtrykket spenningspulser med høy frekvens (20 kHz) og konstant amplitude. Motorens turtall reguleres ved å variere pulsbredden.

### Registrering av turtall

Om en skal kunne kjøre en DC-motor med konstant hastighet er det nødvendig med en mest mulig kontinuerlig registrering av motorens turtall. Derved kan avvik fra korrekt hastighet raskt oppdages og motorens styrespenning korrigeres.

Motorens turtall måles ved at en har montert et tachometerhjul på motorakselen. Det er et tannhjul av jern med presisjonsfreste tenner. Et tachohode er montert slik at tennene på tachometerhjulet passerer tett forbi fronten av hodet.

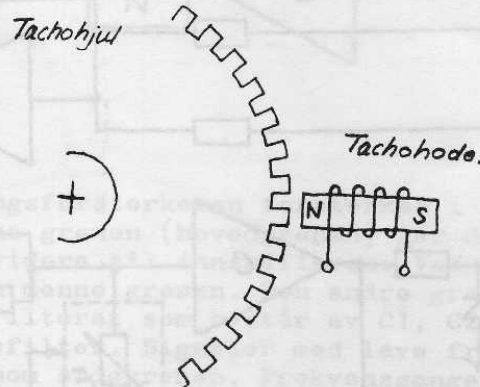


fig. 54

Tachometerhodet er bygget opp rundt en permanentmagnet med spole. Når tachohjulet roterer vil det induseres en vekselspanning i tachohodets viklinger. Denne spennings frekvens er lik produktet av motorens turtall og antall tenner på tachohjulet. På denne måten får en registrert motorens hastighet som frekvensen til en vekselspanning.

Spennings frekvens er proporsjonal med motorens turtall. Da båndspilleren har de tre hastighetene  $7 \frac{1}{2}$  "/s,  $3 \frac{3}{4}$  "/s og  $1 \frac{7}{8}$  "/s vil frekvensen på spennings fra tachohodet variere som 1 til 4.

En skal se på det styresystemet som er mest anvendt i TB 11.

### Motorstyringen i TB 11

Et blokkskjema over styringen i TB 11 er vist i fig. 55. Ved korrekt motorhastighet induseres en spenning i tachohodet med frekvens som angitt nedenfor.

$7 \frac{1}{2}$ "/s	7540 Hz
$3 \frac{3}{4}$ "/s	3770 Hz
$1 \frac{7}{8}$ "/s	1885 Hz

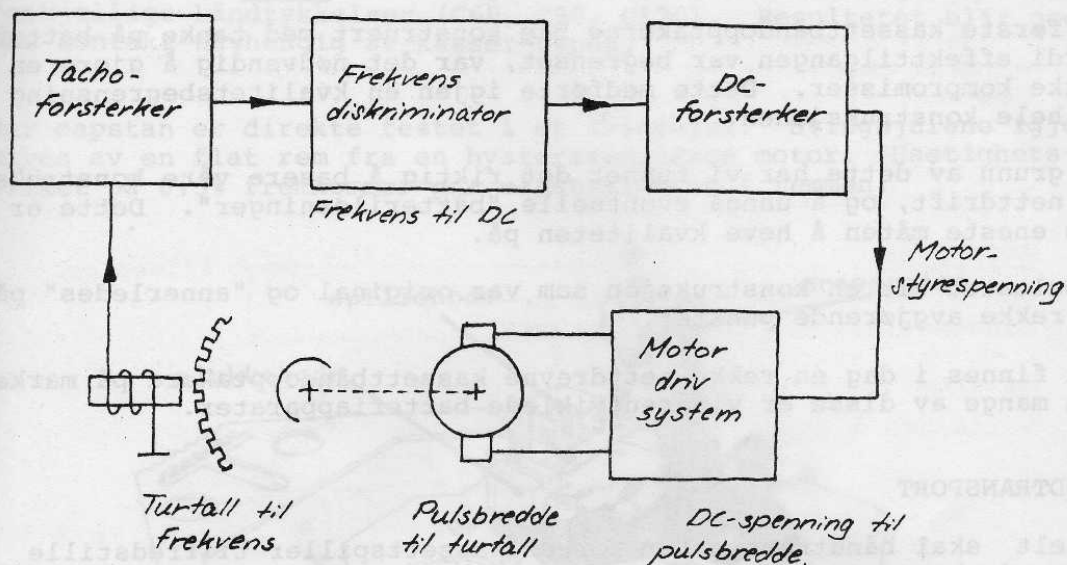


fig. 55

Frekvensdiskriminatorens er justert til resonans ved den frekvens som svarer til korrekt motorturtall. Om motorens hastighet av en eller annen grunn skulle reduseres, vil diskriminatoren påtrykkes et signal med lavere frekvens enn det den er avstemt til. Utspenningen fra diskriminatoren går da negativt. DC-forsterkeren forsterker og fasevender signalet fra diskriminatoren slik at lav motorhastighet gir høy motorstyrespenning. Når styrespenningen til motorens drivsystem er høy, vil motoren mates med bredere spenningspulser. Effektiv-verdien av matespenningen er da større, og dette gir øking av turtallet mot korrekt hastighet.

Ved for høy motorhastighet mates diskriminatoren med et tachosignal som har for høy frekvens. Dens utspenning er da høy. Forsterking og fasevending gir lav motorstyrespenning fra DC-forsterkeren. Lav spenning til motorens styresystem gir smalere spenningspulser til motoren. Derved reduseres motorens turtall mot rett hastighet.

Ved et slikt tilbakekoplet system oppnår en ikke bare å holde konstant hastighet, men også å holde lavt wow-nivå. Koplingen i fig. 55 kan betraktes som en vanlig forsterker med motkopling. Styresystemet kan derfor som enhver annen forsterker med motkopling bli ustabil og gå i selvsving ved visse typer feil. Dette vil vise seg som kraftig wow. Mens en forsterker for lydsignaler arbeider med frekvenser fra 20 Hz til 20 000 Hz, vil forsterkeren i motorstyringen arbeide med frekvenser fra DC til ca. 5 Hz. Ved variasjoner i motorhastighet (wow) er det variasjoner i tachofrekvensen som utgjør informasjonssignalet. Disse frekvensvariasjonene gir variasjoner i spenningen til motorens drivsystem. Spenningsvariasjonene er av relativt lav frekvens siden motoren har en viss treghet.



## KASSETTBÅNDOPPTAGERE.

Siden de første kassettbåndopptakerne kom på markedet har det vært en rivende utvikling av både apparater og bånd. Dette har medført at det i dag finnes apparater og bånd med høyst forskjellig kvalitet på markedet.

De første kassettbåndopptakerne ble konstruert med tanke på batteridrift. Fordi effekttilgangen var begrenset, var det nødvendig å gjøre en rekke kompromisser. Dette medførte igjen en kvalitetsbegrensning på hele konstruksjonen.

På grunn av dette har vi funnet det riktig å basere våre konstruksjoner på nettdrift, og å unngå eventuelle "batteriløsninger". Dette er den eneste måten å heve kvaliteten på.

Resultatet ble en konstruksjon som var original og "annerledes" på en rekke avgjørende punkter.

Det finnes i dag en rekke nettdrevne kassettbåndopptakere på markedet, men mange av disse er videreutviklede batteriapparater.

### BÅNDTRANSPORT

Ideelt skal båndtransporten for en kassettspiller tilfredstille følgende krav:

Korrekt hode/bånd kontakt, korrekt båndstramning, stabil båndføring (uavhengig av kassetten), lite wow og flutter, ufølsom for unormaliteter forårsaket av kassetten, korrekt og stabilt opptrekk og et skånsomt tilbaketrekk, rask men skånsom spoling, fri for mekanisk støy, skal kunne benytte alle typer kassetter, og sist men ikke minst, ingen av disse forhold skal endres etter langvarig, hardhendt bruk.

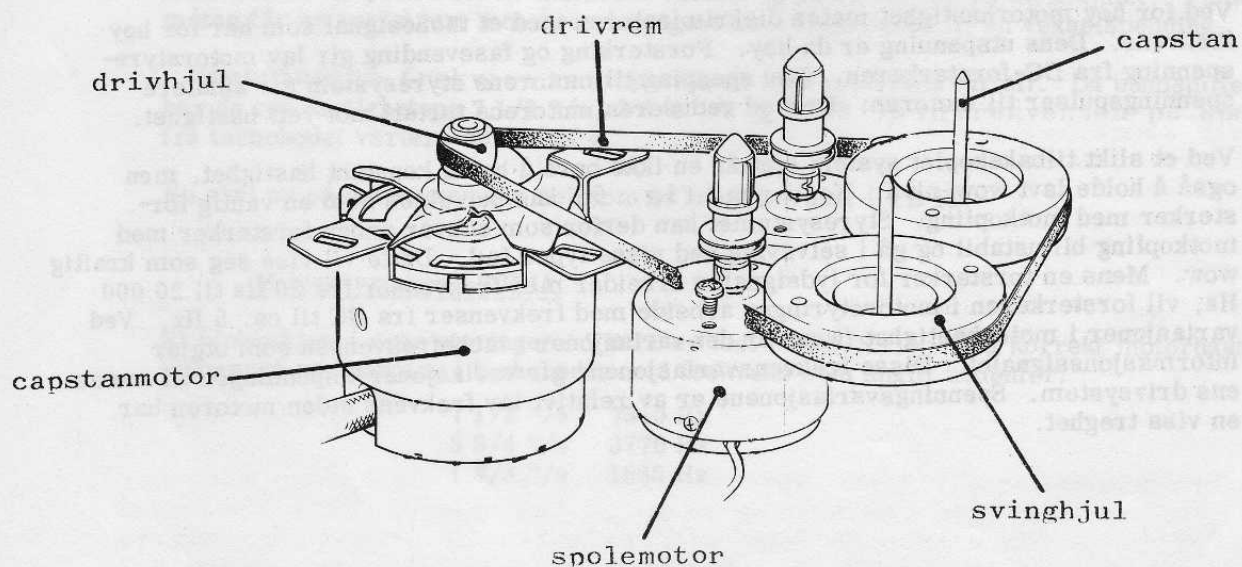


fig. 56

Ut i fra disse kriterier ser vi at en ideell mekanikk ville bli alt for kostbar for en vanlig kassettbåndopptaker. Vi tror imidlertid at vårt 3-motor/dual-capstan system er et svært vellykket kompromiss.

Prinsippet er kort fortalt at et pressvalse/capstan system plasseres på hver side av hodene. Svinghjulet før hodene går 0.3% langsommere enn svinghjulet etter. Dette gir en konstant stramming i båndet for forskjellige båndtykkelser (C60, C90, C120). Resultatet blir god hode - bånd kontakt uavhengig av kasset-typen.

Hver capstan er direkte festet i et svinghjul. Svinghjulene igjen drives av en flat rem fra en hystereresynkron motor. Hastighetsavviket på 0.3% fremkommer pga. elastisiteten i remmen.

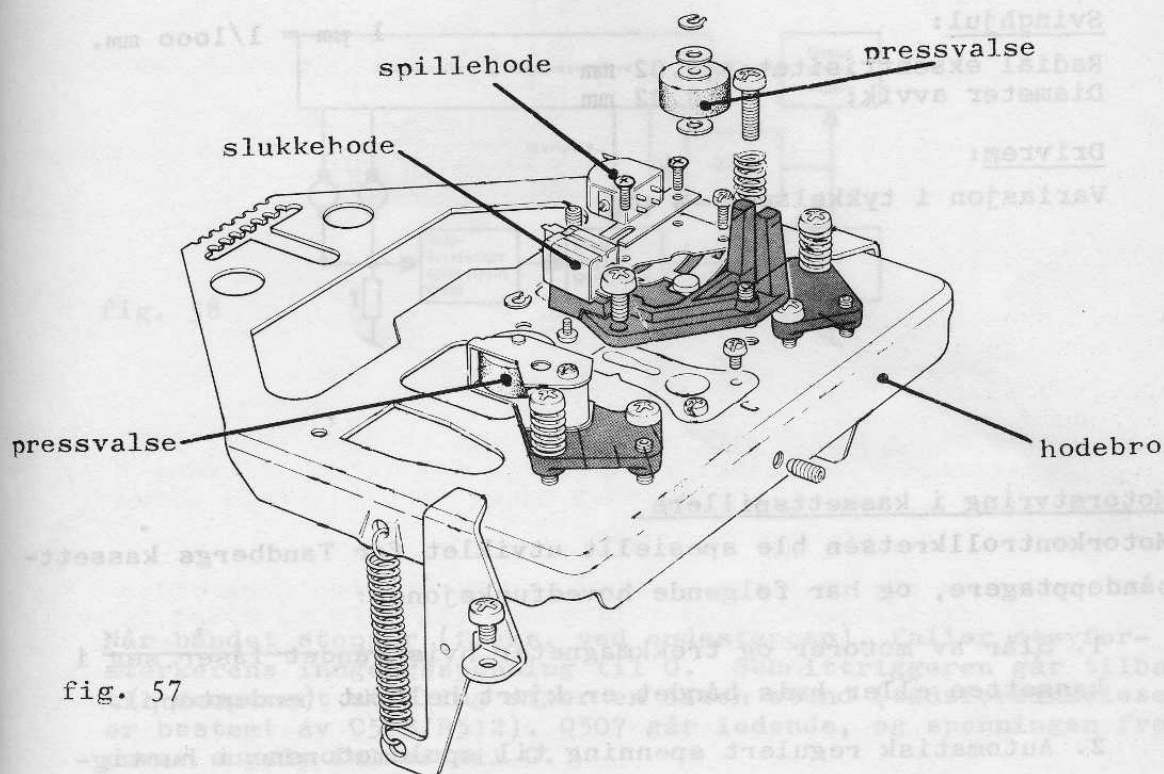


fig. 57

Spolingen besørges av to likestrømsmotorer som er direkte koblet til hver sin spolespindel. Derved har vi fått eliminert alle mekaniske overføringer i forbindelse med spoling (mellomhjul, remmer, stag, clutcher osv.). Resultatet blir et opptrekk i inn/avspilling og spoling som ikke endres med tiden. I tillegg er apparatet helt uten mekanisk støy.

Hoder, båndstyringer og pressvalser er montert på en "bro" som glir på kulelagere. Denne "broen" ligger an mot en støpt blokk, som også er bærelager for svinghjulene.

En elektrisk trekkmanget (solenoid) sørger for å bevege "broen" fram og tilbake. Fordi vi også benytter tre motorer, blir det således mulig å styre hele båndtransporten ved hjelp av en rekke vendere.

Det må stilles strenge krav til toleransene på drivrem, motor, drivhjul, svinghjul og capstan.

De følgende toleransene gir et inntrykk av hvilken nøyaktighet det opereres med:

Capstan:

Dynamisk eksentrisitet: 1  $\mu\text{m}$   
Statisk eksentrisitet: 0.3  $\mu\text{m}$   
Diameter differanse: 1  $\mu\text{m}$

Pressvalse:

Radial eksentrisitet: 0.02 mm

Svinghjul:

Radial eksentrisitet: 0.02 mm  
Diameter avvik: 0.02 mm

1  $\mu\text{m}$  = 1/1000 mm.

Drivrem:

Variasjon i tykkelse: 4  $\mu\text{m}$

Motorstyring i kassettpillere

Motorkontrollkretsen ble spesielt utviklet for Tandbergs kassettbåndopptagere, og har følgende hovedfunksjoner:

1. Slår av motorer og trekkmagneter hvis båndet låser seg i kassetten eller hvis båndet er kjørt helt ut (endestopp).
2. Automatisk regulert spenning til spolemotorene i hurtigspoling.

Vi skal se litt nærmere på de enkelte kretsene:

1. Kontrollkretser for motorspenning (endestopp).

Når spolemotorene roterer, vil det gi en del støy. Denne støyen brukes til å kontrollere motor power supply.

Når begge spolemotorene er i ro, kommer det ikke noe støy gjennom støyforsterkeren. Shmitttriggeren ligger da med Q504 cut-off og Q505 ledende. Q507 er ledende og kortslutter motor power supply til jord. Det kommer derfor ikke noe spenning til motorene.

Når REWIND, WIND eller PLAY trykkes inn, gir venderen en startpuls som gjør at Schmitttriggeren slår om (Q504 ledende og Q505 cut-off). Q507 går cut-off, og motor power supply gir en spenning, som via mikrobrytere og funksjonsvendere tilføres motorene. Motorene begynner å gå, og gir støy inn til støyforsterkeren. Denne støyen vil holde Schmitttriggeren operert.

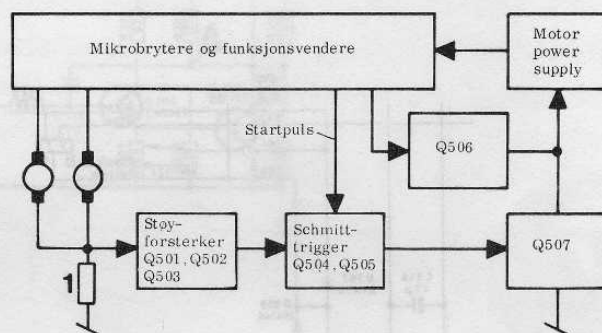


fig. 58

Når båndet stopper (f.eks. ved endestoppen), faller støyforsterkerens inngangsspenning til 0. Schmitttriggeren går tilbake til deoperert stilling etter en liten stund (tidsforsinkelesen er bestemt av C508/R512). Q507 går ledende, og spenningen fra motor power supply faller til 0.

## 2. Regulert spolehastighet i hurtig spoling.

Under hurtigspoling går avløpende motor som generator, og gir en negativ regulerings-spenning til transistoren Q506, som igjen regulerer motor power supply. Spenningen ut fra power supply er derfor avhengig av hastigheten på avløpende spole.



### 3. Tilslags-krets for hodebro med pressvalser.

Når apparatet settes inn- eller avspilling, skal spolemotorene strammes inn båndet før hodebroen slår til. Hodebrotilslaget må altså være litt forsinket. Dette er ordnet på følgende måte.

Når PLAY- og RECORD-knappen erdeoperert, er C316 kortsluttet, og Q305 (PNP) er cut-off. Q306 (NPN) har 0 V på basis, og er også cut-off.

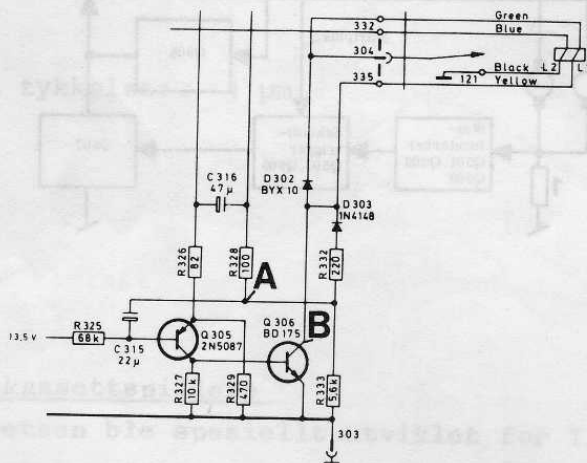


fig. 59

Når PLAY- eller RECORD-knappen trykkes inn, skjer følgende:

1. 13,5 V koples til + siden på C316. Spenningsdelingen over R326 - R329 gjør at Q305 får ca. 11 V på emitter. Transistorens basis må være ca. 0,7 V mer negativ enn emitter for at transistoren skal gå ledende. Transistoren vil derfor fremdeles være cut-off.

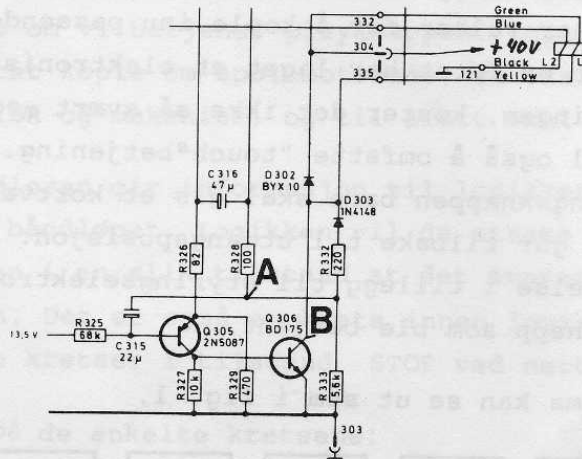


fig. 60

2. C316 lader seg opp gjennom R328/R333. Den positive spenningen i punkt A koples via C315 til basis på Q305. Spenningen avtar ettersom C316 lader seg opp.
3. Etter en stund har spenningen i punkt A avtatt så meget at basis på Q305 går under 10,3 V, og transistoren går ledende.
4. Når Q305 går ledende, øker kollektorspenningen, noe som fører til at Q306 går ledende. Punkt B kortsluttes til jord, det går strøm gjennom tilslags-spolen L1, magneten opererer, og hodebroen slår til.
5. Når Q306 kortslutter til jord, vil C316 lades videre opp gjennom R332 og Q306. Resten av oppladningen går derfor meget raskt.
6. Når C316 er fullt oppladet, vil punkt A igjen ligge på jord, og C315 lader seg om. Ladestrømmen gjennom R325 vil foreløpig holde Q305 ledende.
7. Etter en stund vil ladestrømmen ha avtatt så meget at Q305 går cut-off. Da går Q306 cut-off, og strømmen gjennom tilslags-spolen brytes.

## LOGISK STYRING AV BÅNDOPPTAKER-FUNKSJONER.

Ved anvendelse av separate motorer for spoling av båndet åpnet det seg store muligheter for fjernstyring av båndopptakerene. En fikk også anledning til en langt mer elegant betjening. I stedet for som tidligere å bruke store trekkmagneter for betjening av clutchene brukes her reléer for å kople inn passende spenninger på spolemotorene. Når en først har laget et elektronisk system for å ta seg av styringen, koster det ikke så svært meget ekstra å utvide systemet til også å omfatte "touch"betjening. Dette innebærer at betjeningsknappen bare skal gis et kortvarig trykk og at knappen straks går tilbake til utgangsposisjon. Det må da bygges inn en hukommelse i tillegg til styringselektroniken som skal huske hvilken knapp som ble betjent.

Et enkelt blokk-skjema kan se ut som i fig. 1.

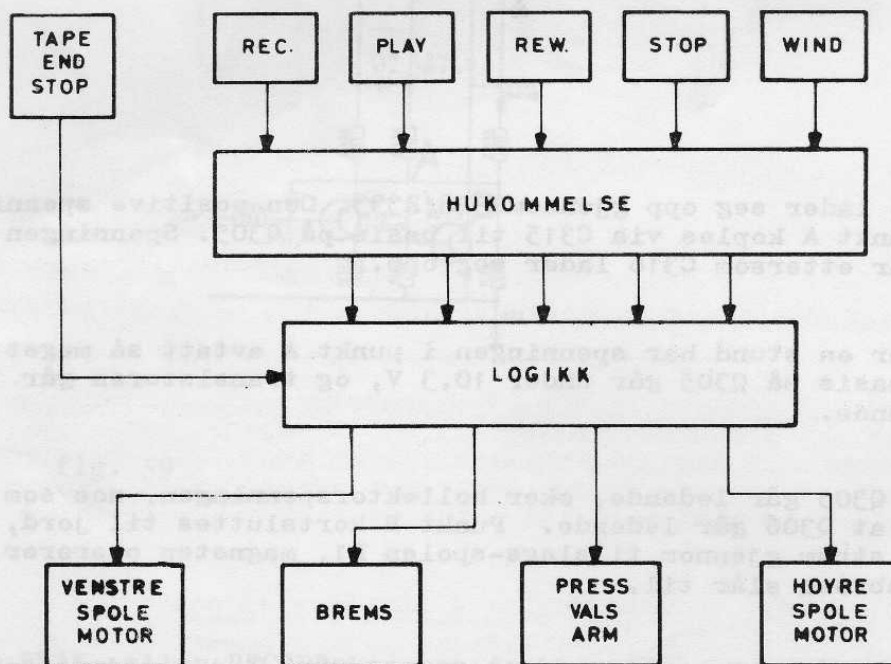


fig. 61

En har fem betjeningsknapper, en for hver funksjon. Spennings-  
sprang føres fra knappene til hukommelseskretsene som så lagrer  
informasjon om hvilken knapp som ble betjent. Hukommelsen er  
bygget opp av bistabile multivibratorer (flip-flop).

Logikken registrerer tilstanden til multivibratorene og sørger for å aktivisere de enheter (pressvals, bremsere m.m.) som er nødvendig for å få den ønskede funksjon. Logikken skal f.eks. hindre pressvalsen i å slå inn mens apparatet er i gang med hurtigspoling selv om vi betjener playknappen. Logikken skal i et slikt tilfelle først kople om spolemotorene, så skal bremsene legges inn (elektrisk og mekanisk) og til slutt skal pressvalsarm slå inn.

Endestopp-føleren gir informasjon til logikken dersom båndet løper ut av båndløpet. Logikken vil da straks sette flip-flovene i hukommelsen i en slik tilstand at det svarer til betjening av STOP-knappen. Det er også en krets innen logikken som sørger for å sette alle kretser i tilstand STOP ved nettpåslag.

Vi skal se på de enkelte kretsene:

#### LOGISKE KRETSTYPER OG TRIGGEMETODER

Kretsene på logikkplaten er bygget opp av and-gater (og-porter), and-gater (ikke-og-porter), monostabile og bistabile kretser.

Transistorene i en logisk krets arbeider enten i metning (leder som en lukket bryter) eller i cut-off (sperrer som en åpen bryter). Inngangen av kretsene er tilkopleet basis via en diode, transistor eller motstand, mens utgangen er tilkopleet utgangstransistorens kollektor.

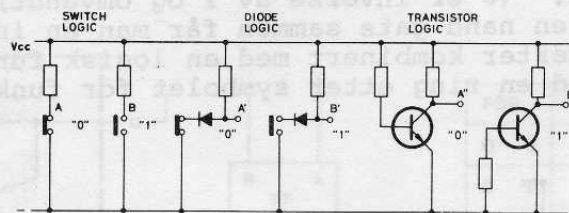


fig. 62

A-A'-A'' = 0 logic level,  
B-B'-B'' = 1 logic level.

Eksempler på elementære logiske kretser, viser oppfatningen av de logiske nivåer høy "1" og lav "0".



Spenningsnivå for logikk-kretsene er f.eks.:

Høyt nivå (logisk 1) 8 - 18,0 V  
 Lavt nivå (logisk 0) 0 - 6,0 V  
 Terskelnivå 7,0 V

### AND-GATE

Bare når alle inngangene er høye (1) kan utgangen være høy (1).

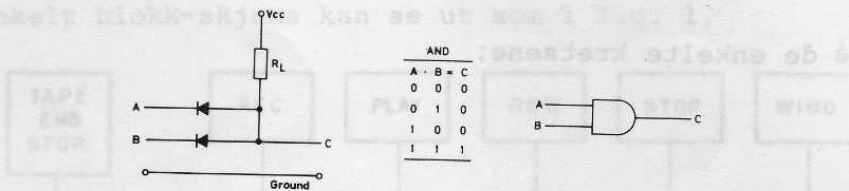


fig. 63 AND-krets, sannhetstabell og symbol

### INVERTER, NOT-FUNKSJONEN

Utgangssignaler er alltid det inverse (har det motsatte logiske nivå) av inngangssignalet. (0 er inverse av 1 og omvendt). Ved å kople alle inngangene på en nand-gate sammen får man en inverter. For det meste er en inverter kombinert med en logisk funksjon der inverteren angis med en ring etter symbolet for funksjonen.

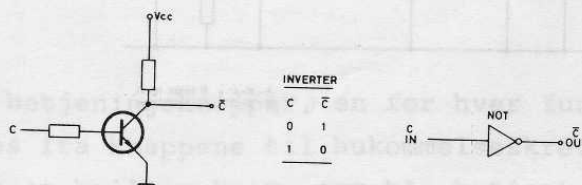


fig. 64 INVERTER-krets, sannhetstabell og symbol.

## NAND-GATE

Kombinasjonen av and-gate og inverter danner en nand-gate. Utgangen er lav (0) bare når alle inngangene er høye (1). Det er nok at en av inngangene er lave (0) for at utgangen skal være høy (1).

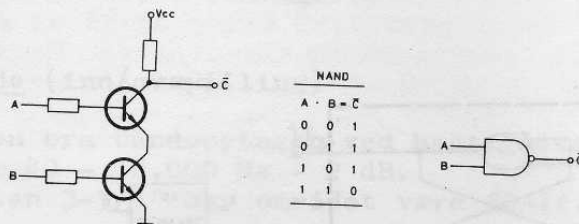


fig. 65 NAND-krets, sannhetstabell og symbol

## FLIP-FLOP, BISTABIL MULTIVIBRATOR

En bistabil krets veksler mellom to stabile tilstander avhengig av triggepulsene på inngangen.

Settes inngang S (Set) lav, går utgangen Q høy og forblir i denne tilstand.

Settes inngang R (Reset) lav går utgangen Q lav og forblir i denne tilstand.

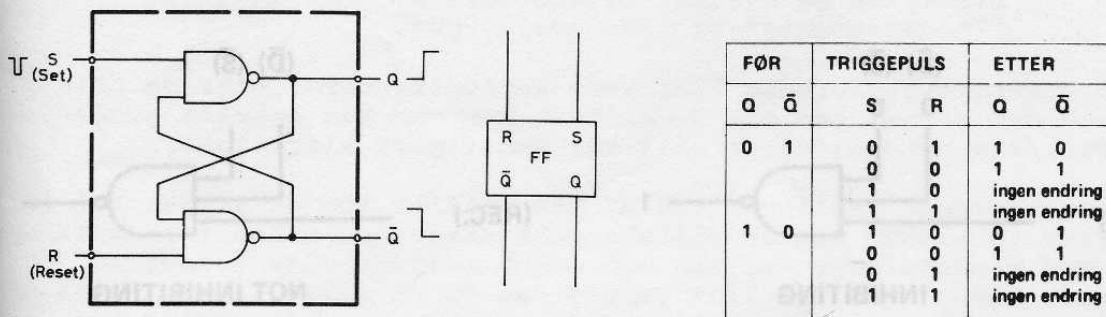


fig. 66 FLIP-FLOP-krets , sannhetstabell og symbol

## MONOSTABIL MULTIVIBRATOR

En monostabil krets har en stabil tilstand og hver triggepuls på inngangen tvinger derfor kretsen ut av den stabile tilstanden for en tid som er bestemt av tidskonstanten i kretsen.

Tidskonstanten  $T$ , og dermed utgangspulsens varighet avhenger av RC-leddets dimensjonering og kan beregnes fra formelen  $T = 0,69 \times R \times C$ . Et typisk eksempel er vist på figur 1.6. Monostabile kretser brukes for å bestemme en funksjons varighet, som f.eks. bremsesolenoidens tilslagsfase.

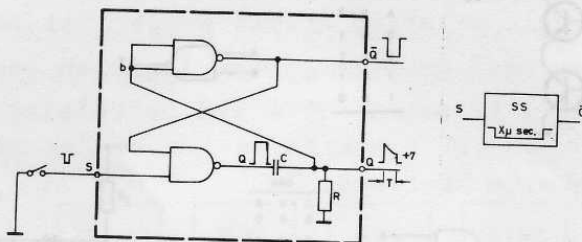


fig. 67 Monostabil krets og symbol

## INHIBITOR-KRETS

En inhibitor er en vanlig nand-krets med en spesiell funksjon. En inhibitor hindrer aktiviseringen av en spesiell funksjon inntil en eller flere ønskede betingelser er tilstede på nand-kretsens inngang. Med andre ord, selv om aktiviseringssignalet er tilstede vil ikke funksjonen bli aktivisert før de andre inngangene har samme høye nivå som det aktiviserende signalets nivå.

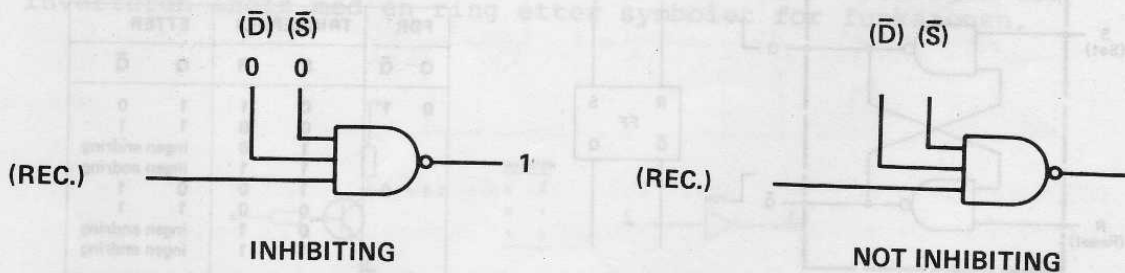


fig. 68 INHIBITOR-krets.

## Måling av tekniske data.

Vi skal kort se på en del målinger som benyttes for å fastlegge båndopptagerens tekniske spesifikasjoner:

### Frekvensområde (inn/avspilling)

Normalt bør en bra båndopptager ved hastigheten  $7\frac{1}{2}$ " ha et frekvensområde mellom 40 - 18.000 Hz  $\pm$  2 dB.

Ved hastigheten  $3\text{-}3\frac{3}{4}$ " bør området være 50-14.000 Hz  $\pm$  2 dB.

Selv om kurven bøyer av ved 10.000 Hz i  $3\text{-}3\frac{3}{4}$ ", behøver det ikke bety at båndopptageren ikke holder hva fabrikanten lover. Noen produsenter oppgir nemlig ikke plus- og minus toleranse. I så tilfelle må man benytte  $7\frac{1}{2}$ " hastighet for å gjøre kvalitetsopptak. Dette betyr bl.a. økt båndforbruk.

Våre båndopptagere som har Kryss-Felt innspilling, har et frekvensområde på 40 - 18.000 Hz  $\pm$  2,5 dB i  $3\text{-}3\frac{3}{4}$ ". Dette er fullt tilstrekkelig for det hørbare frekvensområdet.

Av hensyn til diskanthevingen i innspilling (se fig. 35 side 26), kan man ikke spille inn til full utstyring. Derfor må alle frekvenser spilles inn så lavt at man unngår overstyring i diskantområdet.

På båndopptagere hvor indikatoren er plassert etter korreksjonsforsterkeren, er det ikke noe problem å unngå diskantoverstyring. Dette fordi indikatoren til en hver tid viser nivået som tilføres hodet.

Frekvensområdet kan endres ved å justere formagnetiseringen. Det vil ha innvirkning på diskanten i innspilling.



## Klirr

På feilfrie båndopptagere er det båndklirr som er mest fremtredende. Opptil 3% klirr ved 0 dB ansees for å være bra. Klirr fra elektronikken vil da være ca. 0,2 - 0,5%. Det er viktig at klirren er lavere enn 3% ved 0 dB og at forholdet mellom klirr og signal/støy er korrekt.

Klirren kan justeres ved å variere skrivestrøm eller formagnetisering. (N.B. formagnetiseringen innvirker på diskanten i innspilling.)

Desto høyere klirren er (til et visst punkt) desto bedre blir signal/støy forholdet. Resultatet 1,5% klirr og 48 dB signal/støy er ikke så bra som 2,5% klirr og 58 dB signal/støy. Fordi 1% forskjell i klirr neppe er hørbart, mens 10 dB bedre signal/støy virkelig er hørbart.

## Signal/støyforhold

Det finnes mange forskjellige fremgangsmåter ved måling av signal/støy. Stort sett er det to forskjellige måter å oppgi resultatet på.

1. Veiet resultat krever et spesielt filter som undertrykker uønsket sus. Veiet signal/støy forhold blir vanligvis noen dB bedre enn et uveiet resultat.

Vi ser ingen grunn til å benytte veiede resultater selv om disse er oppgitt i våre håndbøker og annen literatur. Eksempler på veiede målemetoder er: Din 45511 "Geräuschspannung" og IEC- A-kurve.

2. Uveiet resultat oppnås uten noe spesialbygget filter, og er således mer i overensstemmelse med vanlige innspillinger. Eksempler på uveiede målemetoder er: Din 45511 eller "Fremdspannung" og IEC- uveiet RMS.

For at signal/støy forhold skal være sammenlignbare, blir de ofte målt med det signal som gir 3% klirr. Men man kan enkelte ganger se at signal/støy forholdet er målt ved gunstigere klirr-tall.

Målingene foregår vanligvis ved at man spiller inn et signal til full utstyring (0 - dB), spoler tilbake og slukker, og måler i avspilling. På en god båndopptager vil man ved denne metoden måle vesentlig båndsus. Som et bra resultat regnes ca. 50 dB eller bedre. Hvis man vil måle støy bare fra forsterkerne, kan man stanse båndet f.eks. med pauseknappen.

## Wow og flutter

Årsaken til wow og flutter er variasjoner i hastighet. Det er vanlig å benevne variasjoner langsommere enn 0,2 Hz for Drift. Wow er variasjoner i området 0,2 Hz til 12 Hz, og Flutter befinner seg i området 12 Hz til 200 kHz.

Målingen består i at en tone på 3150 Hz spilles inn på båndopptageren. Under avspilling sammenlignes den avspillte tonen med originaltonen. Alle frekvensavvik mellom de to tonene vil fremkomme som et mål på wow og flutter.

Man måler vanligvis wow og flutter som "RMS" eller "veiet spissverdi". Dette gir omtrent ensartede måleresultater. Rene "spissverdi" resultater er lite praktisk anvendelige. I noen beskrivelser forekommer uttrykket "veiet RMS". Dette er en svært fordelaktig måte å måle på, og den gir tilsynelatende lavere (bedre) wow/flutter resultater.

## Hastighet

Til hastighetsmåling kan man benytte et ferdig innspillt bånd. Båndet er innspillt på en båndopptager med helt korrekt hastighet. Som regel er båndet spilt inn med et signal som har frekvens 1000 Hz. Ved å koble en frekvensteller til utgangen på båndopptageren ved avspilling av dette båndet, kan man måle hastighet med 1 promilles nøyaktighet.

Det finnes mange andre fremgangsmåter som krever enklere hjelpemidler, men som gir mindre nøyaktighet.

Hastighetsavvik på  $\pm 1,5\%$  eller mindre må ansees for å være akseptabelt.

Stav. nr.	7	8	9	10	11	12	13
Motor går for langsomt							
Høyere hastighet (wow)							
Vi har også spesielle båndopptakerinstrumenter som:							

- I tillegg har vi noen andre hjelpemidler som:
1. Oscilloskop
  2. Stereostereoskop
  3. Instrumentveier
  4. Teleskopmåler
  5. Brnn- og summåler
  6. Avspinningsapparat
- Instrumentene vil bli nærmere kjent på kursen.

På fig. 67 ser vi en oppstilling av måleinstrumenter som gjør det mulig å foreta en fullstendig kontroll av båndopptakerens tekniske data. Disse instrumentene vil også dekke de fleste sider av service på båndopptakere.

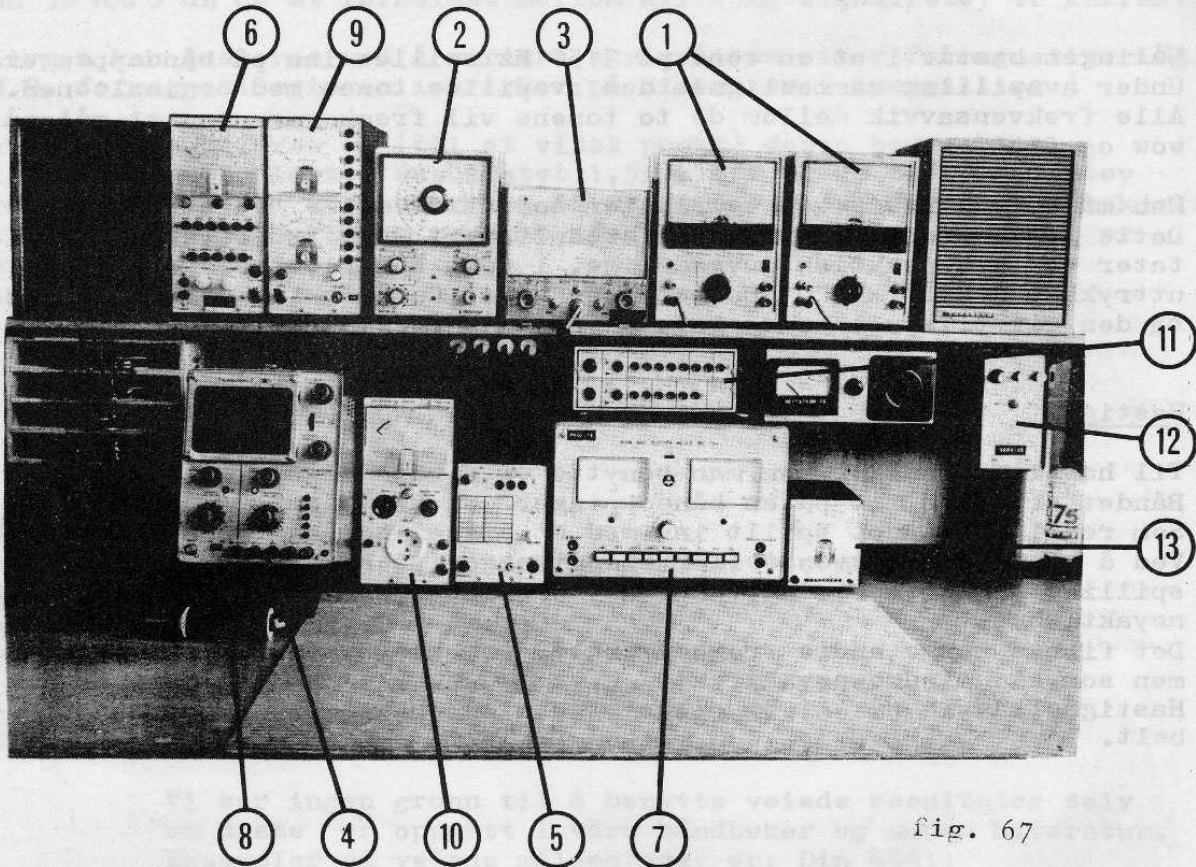


fig. 67

De instrumenter som benyttes mest er:

1. Milivolt rørvoltmeter (2 stk).
2. Signalgenerator.
3. Universalinstrument.
4. Oscilloscop.

Vi har også spesielle båndopptakerinstrumenter som:

5. Hastighetsmåler, eget fabrikkat
6. Klirrmåler, eget fabrikkat
7. Wowmåler,

I tillegg har vi noen andre hjelpemidler som:

8. Avmagnetiseringsstav, eget fabrikkat
9. Brum- og susmåler, eget fabrikkat
10. Isolasjonsmåler, eget fabrikkat
11. Instrumentvelger, eget fabrikkat
12. Stereoforsterker, eget fabrikkat
13. Oscillatorfrekvensmeter, eget fabrikkat

Instrumentene vil bli nærmere gjennomgått på kurset.



Karakteristisk feil	Mulig årsak
Båndet går for langsomt, starter tregt.	For mye olje i drivverket eller belegg i båndløpet. Renses.
Går ikke i hurtigspoling Spoler tregt. Ujevn hast.	Båndet kjører seg fast i belegg i båndstyringsstolpene. Renses.
Svak eller stum, innsp./avsp.	Belegg på hodefronter. Renses.
Slukker dårlig.	Belegg på slukkehodet. Renses.
Piper etter en stund. Spes. med tynne bånd kombinert med lav båndhastighet.	Rens presspute og båndløp. Skift presspute om nødvendig.
App. med transistorisert utgangsforsterker: Telleverklampe blunker i takt med lyden. Sikring løser ut etter kort tid. Forvrengt lyd.	For stor belastning på ekstra høyttalerutgang. For lav høyttalerimpedans. For mange høyttalere i bruk eller kortslutning i høyttalerledning/plugger. Obs. utgangstransistorene kan ødelegges etter kort tid.
Motor går for langsomt.	Motorlagere smøres forsiktig.
Svevende pipetone overlagret innspilt program.	Funksjonsvenderen har vært holdt i innspilling (oscillatoren arbeider) under hurtigspoling.
Støy, sprak, vakkeltkontakt ved betjening av vender.	Slitte, urene kontakter i vender. Smøres med KLÜBER fett.
Motor går for langsomt.	To pol-motorer: feil sentrert eller for lite aksialslark.
Ujevn hastighet. (wow).	For stort tilbaketrekk, (spes. på slutten av båndet).
Mom.stopp virker ikke.	For stort opptrekk, høyre spoletallerken. Rens filt på spoletallerken.



## Spørsmål.

Spørsmålene er ikke ment som noen opptaksprøve, men skal tvinge kursdeltakerene til å sette seg godt inn i stoffet. Kompendiet bør leses igjennom flere ganger for å best mulig forståelse av stoffet.

1. Hvordan vil båndopptagerens hastighet forandres hvis høyre spoletallerken trekker unormalt kraftig i båndet?
2. Hvilken innvirkning vil det ha på båndopptagerens hastighet at det benyttes et mellomhjul som har mindre diameter enn normalt?
3. Hva skjer når kryssingen av drivremmen kommer på feil side av drivhjulet?
4. Hvorfor skal ikke betjeningsspaken stå i stilling "Normal fremdrift" når båndopptageren ikke brukes?
5. Hvor mye større er diameteren på 50 Hz drivhjul enn 60 Hz utgaven?
6. Hvorfor er "drop-outs" ofte mest fremtredende på venstre kanal (spor 1, spor4) ?
7. Kan et bånd som er innspilt på et to-spors mono-apparat spilles av på et fire-spors apparat?
8. Nevn noen årsaker til dårlig slukking.
9. Hvorfor er bare avspillingskorreksjonskurvene standardisert?
10. Hvordan vil du sammenkoble tre  $4 \Omega$  høyttalere som skal drives av en transformatorløs utgangsforsterker med  $4 \Omega$  utgangsimpedans?

Instrumentene vil bli nærmere gjennomgått på kurset.

KURSVURDERING :

Dato:                      Kurs i :

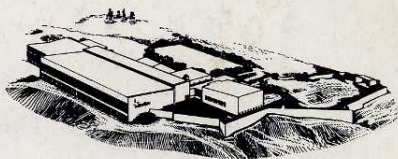
Sted :

1. Burde noen emner etter din mening vært sløyfet eller vesentlig redusert?  
JA  
NEI
2. Mangler noen emner?  
JA  
NEI  
VET IKKE
3. Burde noen emner vært utvidet slik at disse ble mer detaljert behandlet?  
JA  
NEI
4. Kursets omfang:  
for stort:  
noe stort:  
passe stort:  
noe lite:  
for lite:
5. Utdelt kursmateriell:  
bra:  
noe bra:  
passe:  
litt lite:  
dårlig:
6. Kursleder:  
bra:  
noe bra:  
går an:  
noe dårlig:  
dårlig:
7. Progresjon:  
for sterk:  
noe sterk:  
passe sterk:  
noe liten:  
for liten:
8. Krav til egeninnsats:  
for stort:  
noe stort:  
passe stort:  
noe lite:  
for lite:
9. Er forkunnskapene gode nok?  
JA  
NEI
10. Kurset som helhet:  
bra:  
noe bra:  
går an:  
noe dårlig:  
dårlig:
11. Supplerende opplysninger:

**Tandberg**  
**RADIO**



Tandbergs Radiofabrikk A/S, Kjelsås.



Tandbergs Radiofabrikk A/S, avd. Kjeller.

**TANBERGS RADIOFABRIKK A/S**

**Postboks 9, Korsvoll, Oslo 8, Norge**

1264 - 5 - 75  
Tøyen-Trykk A/S