



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



## Elektriska störningar på hörapparater

### Åtgärder för minskning av störningar på hjälpmedel för hörselskadade

**Nils-Erik Sköld**

INSTITUTET FÖR BYGGDOKUMENTATION	
Accnr	
Flac	<i>Ser</i>

*✓*  
*1980*

R92:1980

ELEKTRISKA STÖRNINGAR PÅ HÖRAPPARATER

Åtgärder för minskning av störningar på  
hjälpmedel för hörselskadade

Nils-Erik Sköld

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 781018-7  
från Statens råd för byggnadsforskning till Elektriska  
Prövningsanstalten AB, Malmö.

I Byggforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

R92:1980

ISBN 91-540-3291-1

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

LiberTryck Stockholm 1980 054809



## INNEHÅLL

SAMMANFATTNING . . . . .	5
BAKGRUND . . . . .	9
Allmänt . . . . .	9
Hörapparater . . . . .	11
TRÅDLÖS ÖVERFÖRING . . . . .	15
Allmänt . . . . .	15
Hörapparat . . . . .	16
Fältstyrka . . . . .	17
Slinga - slingförstärkare . . . . .	18
AUDIOLOGISKA KRAV PÅ STÖRNIVÅ . . . . .	21
STÖRKÄLLOR . . . . .	23
Allmänt . . . . .	23
Störningstyper . . . . .	23
Störningsvägar . . . . .	23
Mätning av störfält . . . . .	24
Fältstyrkemätning . . . . .	24
Störframkallande utrustning . . . . .	25
Högspänningskablar . . . . .	26
Lågspänningskablar . . . . .	26
Luftledning, högspänning och lågspänning . . . . .	26
Krafttransformatorer . . . . .	27
Ställverk, högspänning och lågspänning . . . . .	27
Kanalskenfördelning . . . . .	27
Centraler . . . . .	28
Trefas asynkronmotor . . . . .	28
Enfasmotor . . . . .	28
Värmeapparater . . . . .	28
Tyristorregulatorer . . . . .	30
Lysrör . . . . .	32
Strömbrytare m m . . . . .	32
Likriktare . . . . .	32
Hissar . . . . .	32
Teletekniska kommunikationer . . . . .	34
AVSTÖRANDE ÅTGÄRDER . . . . .	35
Allmänt . . . . .	35
Den elektriska installationen . . . . .	35
Strömsugare för störningsskydd . . . . .	38
Tyristorregulatorer . . . . .	39
Störkällor - störvstånd . . . . .	40
Tabell . . . . .	41
Inbördes störningar från närliggande hörslingor . . . . .	44
REFERENSER . . . . .	45
BILAGOR 1-17 . . . . .	47



## SAMMANFATTNING

### Allmänt

Avsikten med denna rapport är att kartlägga elektriska utrustningars störningsalstrande inverkan på hörapparater och ange anvisningar för att eliminera dessa störningar.

I Svensk byggnorm 1975, utgiven av Statens Planverk, finns på sid 21, 383, avseende "SAMLINGSLOKALER" följande anvisning: "Samlingslokal i vilken högtalارانläggning installeras, t ex biograf, teater, kyrka och hörsal förses med teleslinga". Utöver denna anvisning finns ingenting som anger krav och specifikation på installation av teleslinga (=hörslinga).

### Tillåten störnivå

Krav på tillåten störnivå har fastställts i samråd med Institutionen för teknisk audiologi, Karolinska Institutet.

Vid bedömning av olika störkällors betydelse har således audiologiska krav på störnivån varit vägledande.

### Åtgärder

Den brumstörning som hörs i en störd induktiv mottagare består av 50 Hz och en rad övertoner. Bilaga 17 visar typiska spektra för ett stort antal lokaler från en undersökning gjord 1966 av Håkan Sjögren - Sven Erik Jalmell. 10 % av undersökta lokaler hade värden som låg högre än angivna staplar. Som synes spelar 50 och 150 Hz en dominerande roll, med värden på upp till 100 mA/m. Hörapparaten filtrerar emellertid bort dessa låga frekvenser mycket kraftigt. Analys av dessa mätresultat samt resultat av beräkningar och mätningar ingående i denna rapport visar klart, att det dominerande problemet är elektriska störningar från det elektriska distributionsnätet utfört enligt principen 4-ledarsystem.

I nybyggnader med samlingslokal, enligt definition ovan, bör det elektriska distributionsnätet utföras enligt 5-ledarprincipen. I byggnader med egen transformator (t.ex sjukhus, TV-hus, skolor) utföres hela anläggningen enligt 5-ledarprincipen. I byggnader, som försörjes med lågspänd serviskabel (t.ex skolor, sjukhem, församlingshem) utföres anläggningen efter serviskabeln enligt 5-ledarprincipen.

Numera finns utrustning såsom ställverk, centraler och kablar för 5-ledarsystem i standardutförande. Erfarenheter från utförda anläggningar visar att merkostnaden för 5-ledarsystem jämfört med 4-ledarsystem uppgår till 1-2,5 % av totala elinstallationskostnaden beroende på installationens och övervakningsanläggningens omfattning.

En störningstyp som är synnerligen besvärande är störningar från tyristorstyrd belysning. Detta spektrum innehåller höga nivåer av 150 Hz och övertoner uppåt i frekvens. Denna störning upplevs mycket irriterande då den uppträder i frekvensområden där hörapparaten är känslig och då den blandar sig med viktiga delar av talspektrum.

I de fall ljusreglering erfordras kan regleringen ske med flerstegstänning eller alternativt med tyristorodon. Vid användande av tyristorodon måste tyristoranläggningen förberedas för anslutning över fulltransformator.

Luftledningarna kan, på grund av det relativt stora avståndet mellan fasledningarna, störa på avstånd. Vanligtvis är dessa ledningssträckor framdragna inom speciella ledningsgator, varför effekterna blir begränsade till några enstaka närliggande byggnader.

Apparater (centraler, motorer, elradiatorer etc) och dylik utrustning har med sin konstruktion en mer koncentrerad fältbild, varför det här närmast är frågan om tillräckligt avstånd till störkänsligt område.

Skärmning av starka lågfrekventa magnetiska fält är allmänt besvärligt och stöter på många praktiska problem är som regel mycket kostsamt och ger vid dessa frekvenser sällan önskat resultat, varför förslag om skärmning ej utarbetats.

Vid projektering av nybyggnad är det av största vikt att minimikrav på erforderligt avstånd störkälla-störkänsliga utrymmen uppfylls.

Inom befintliga byggnader, där problem med elektriska störningar uppkommit, är det svårt att ange generella anvisningar på problemlösningar. I första hand skall man emellertid kartlägga orsaken, dvs ange det störande objektet, dess frekvenssammansättning och fältstyrka. Sedan dessa data fastställts kan en jämförelse med anvisningar enligt kap "Avstörande åtgärder" ske och erforderliga åtgärder vidtas. Här må poängteras att störningar från lågfrekventa magnetiska fält härrörande från vagabonderande strömmar inom ledningsnät av typ 4-ledarsystem är oerhört svåra att bemästra. Endast i de fall då man direkt kan härleda störningarna till någon eller några obalanserade kablar kan man genom flyttning av kablarna eller inkoppling av strömsugare garantera acceptabelt resultat.

Vad avser inbördes störningar från närliggande hörslinor kan i nuvarande läge endast rekommenderas tillräckligt avstånd mellan olika hörslinor. Se även kap "Inbördes störningar från närliggande hörslinor."

En hörapparats vägning av sin frekvenskurva är av stor betydelse för uppfattning av de helt dominerande lågfrekventa störningarna. Bland institutioner, audiologer och hörseltekniker pågår för närvarande diskussion om frekvensvägning i hörapparater. Det måste i första hand vara audiologiska aspekter som sätter gräns för filtrets frekvensomfång. Då led-

ningsnät av typ 4-ledarsystem finns och kommer att finnas för lång tid framåt och därmed svåra störningar ej kan undvikas, är det ur störningsteknisk synpunkt önskvärt att detta filter helt undertrycker 50 Hz-nivån och större delen av 150 Hz-nivån.





## BAKGRUND

### Allmänt

En av de främsta grundvalarna för framstegen inom audiologin utgjorde säkrare mätning av hörseln som var en nödvändig förutsättning för förbättrad diagnostik och adekvat behandling och kontroll av hörselskador. Först med modernare förstärkarteknik i början av 1920-talet kunde man så småningom framställa elektroakustisk mätapparatur med vars hjälp mera omfattande mätning av hörsel kunde göras.

Begreppet ljud kan strikt ges två olika definitioner, beroende av sammanhanget. I fysikalisk bemärkelse innebär ljud mekaniska svängningar i ett elastiskt medium, vilket kan vara gasformigt, en vätska eller i fast form. Detta är ljud i betydelsen ljudvågor. Begreppet kan också ha en psykofysiologisk betydelse, då med innebörden ljudförnimmelse, nämligen förnimmelse som utifrån förmedlas genom människors eller djurs hörselorgan. I regel avses med ljud svängningar, som kan ge ljudförnimmelse, i första hand för människan.

Ljudalstring innebär alstring av mekaniska svängningar i ett medium, vilka fortplantas i detta medium och i större eller mindre utsträckning också överförs till angränsande media. En enkel ljudkälla illustreras i fig. Den består av en spole och en permanentmagnet med de båda magnetiska polerna i spolaxelns förlängning. På magneten är en kolv fästad. När en elektrisk ström genomlöper spolen, uppstår en kraftpåverkan på axeln, vars storlek och riktning bestäms av strömmens storlek och riktning. Denna kraftverkan kommer i sin tur att ge upphov

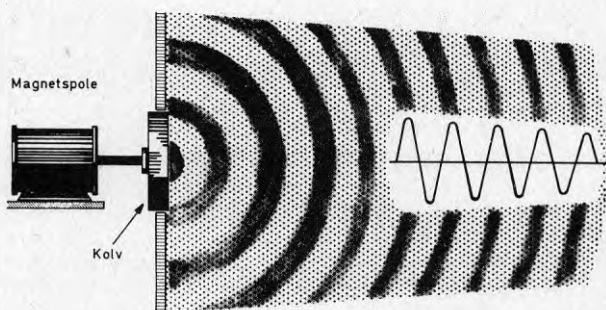


Fig. Uppkomst av ljudvågor. Kolven som sitter i en bred skärm drives fram och tillbaka med snabba oscillerande rörelser av motor.



till en rörelse hos kolven. När kolven rör sig utåt från spolen kommer mediet framför kolven - låt oss antaga luft - att sammanpressas, komprimeras, och när kolven rör sig bakåt mot spolen kommer luften framför kolven att förtunnas. Dessa förtätningar och förtunnningar, tryckvariationer överlagrade det statiska lufttrycket, kommer att breda ut sig i luften i rummet, där kolven befinner sig, d v s kolven alstrar ljudvågor. Om dessa tryckvariationer ligger inom mänsklig hörsels hörområde, kommer de att ge upphov till en hörselupplevelse hos en lyssnare i rummet.

För att beskriva ett ljud måste förutom frekvenssammansättningen också anges styrkan. Vi har konstaterat att ljud är tryckvariationer, och därför kan man naturligtvis beskriva ljudstyrka genom att ange tryckvariationernas storlek i tryckenheter (Pascal). Så gör man dock inte utan man anger styrkan i förhållande till ett visst referensljudtryck i en logaritmisk skala, man anger en nivå i enheten decibel (dB). Den vanligaste nivån härvid är ljudtrycksnivån (eng. sound pressure level, SPL), som betecknas med  $L_p$  och definieras på följande sätt:

$$L_p = 20 \cdot 10 \log \frac{p}{p_0}$$

där  $p$  är det aktuella ljudtrycket och  $p_0$  är referensljudtrycket, som enligt internationell överenskommelse har värdet

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} = 0,00002 \text{ Pa} = 20 \text{ uPa}$$

Detta referensljudtryck motsvarar ungefär hörtröskeln, nätt och jämt hörbar ljudstyrka, för normala öron i frekvensområdet 1000-5000 Hz.

Ljudtrycksnivån utgår alltså från förhållandet mellan aktuellt ljudtryck i en viss punkt och referensljudtrycket  $p_0$ .

Vid hörselskada försämras förmågan att uppfatta ljud. Vid en lindrigare skada kan detta kanske endast innebära svårigheter i speciella situationer, t ex vid lyssning på ett föredrag, eller när det gäller att följa diskussionen i en grupp. Vid en svårare hörselskada kan kanske endast mycket starka ljud uppfattas.

Det finns två olika typer av hörselskador, dels ledningshinder och dels neurogena skador. Ibland förekommer kombinationer av dessa två. Vid en hörselskada av ledningstyp har en förändring skett i det system, som leder ljudet in till hörselorganet, medan vid en neurogen skada en förändring har skett i själva hörselorganet. Ledningsskador kan ofta med framgång opereras, men detta är inte fallet med de neurogena hörselnedsättningarna. De neurogena skadorna är vanligast, och det är normalt, att man redan i 40-50 årsåldern drabbas av hörselnedsättningar av denna typ. Ofta är nedsättningen inte så allvarlig, att den nämnvärt påverkar förmågan att uppfatta tal eller musik.

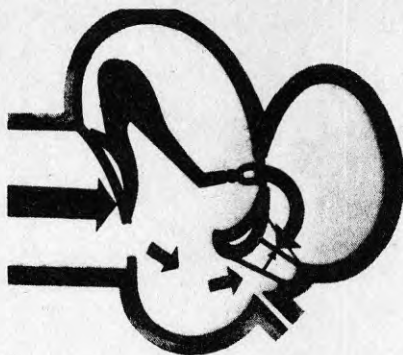


Fig. Ljudtransmission i normalt öra. Två principer bidrar till normal hörsel och maximal amplitud vid basilarmembranen. 1. Ljudtryckstransformation. Trumhinna och hörselben överför ljudvågorna via ovala fönstret till vätskan i innerörat. 2. Ljudtrycksprotektion. Trumhinnan avskärmar ljudenergin till runda fönstret och minskar ljudvågornas interferens vid basilarmembranen.

Vid en större hörselnedsättning försvåras möjligheten att uppfatta tal. En hörapparat kan då ordinerars. Hörapparaten gör det möjligt att uppfatta alla typer av ljud, d v s tal, telefonsignaler o s v. I många fall är det lämpligt att också montera in speciella signalanordningar i den hörselskadades hem. Fördelen med t e x ljussignal för dörrklocka och telefon är, att hörapparaten inte behöver användas för att bevaka sådana signaler. Det är nämligen ofta tröttande, främst för äldre personer, att ständigt använda hörapparaten. För radio och TV kan man också göra speciella installationer, som ger bättre lyssningsförhållanden än direkt användning av hörapparaten.

#### Hörapparater

Inom Sverige finns 1,2 milj hörselskadade personer. Av dessa är ca 300-400 000 beroende av hjälpmedel, såsom t ex hörapparat.

Hörapparater måste utprovras vid hörcentral eller vid sjukhusens audiologiska avdelning. Utprovningen föregås bl a av en noggrann mätning av hörsel förmågan. Mätningen skall ge underlag för val av lämpligaste hörapparat. För hörapparat utgår fullt bidrag, men den hörselskadade betalar batterier.

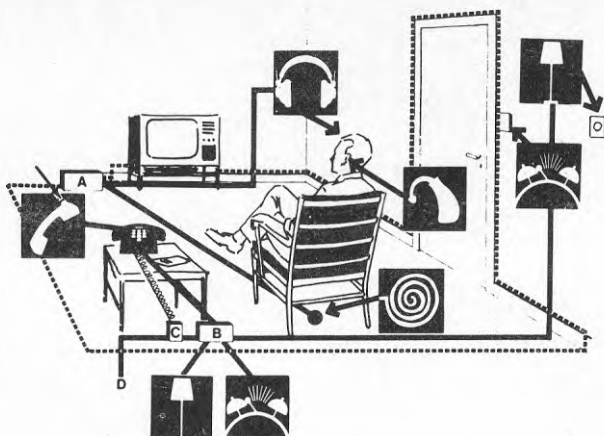
Det hörapparatsortiment som godkänts för ordination med bidrag omfattar hörapparater av fyra typer, nämligen

#### Hörglasögon

Huvudburna hörapparater, bakom örat

Kroppsburna hörapparater

Allt i örat-apparater










-  DÖRR TILL TELEFONSIGNALER  
(ANPASSAD TONHÖJD ELLER EXTRA STARKA)
-  TELEFONLUR MED FÖRSTÄRKARE OCH  
VOLYMKONTROLL
-  HÖRTELEFON-SET FÖR DIREKT INKOPPLING  
TILL RADIO OCH TV
-  TV-AID FÖR DIREKT INKOPPLING TILL  
RADIO OCH TV
-  HUVUDBUREN HÖRAPPARAT MED TELESPOLE
-  MINISLINGA TILL TV
-  OPTISKA SIGNALER FRÅN DÖRR OCH TELEFON

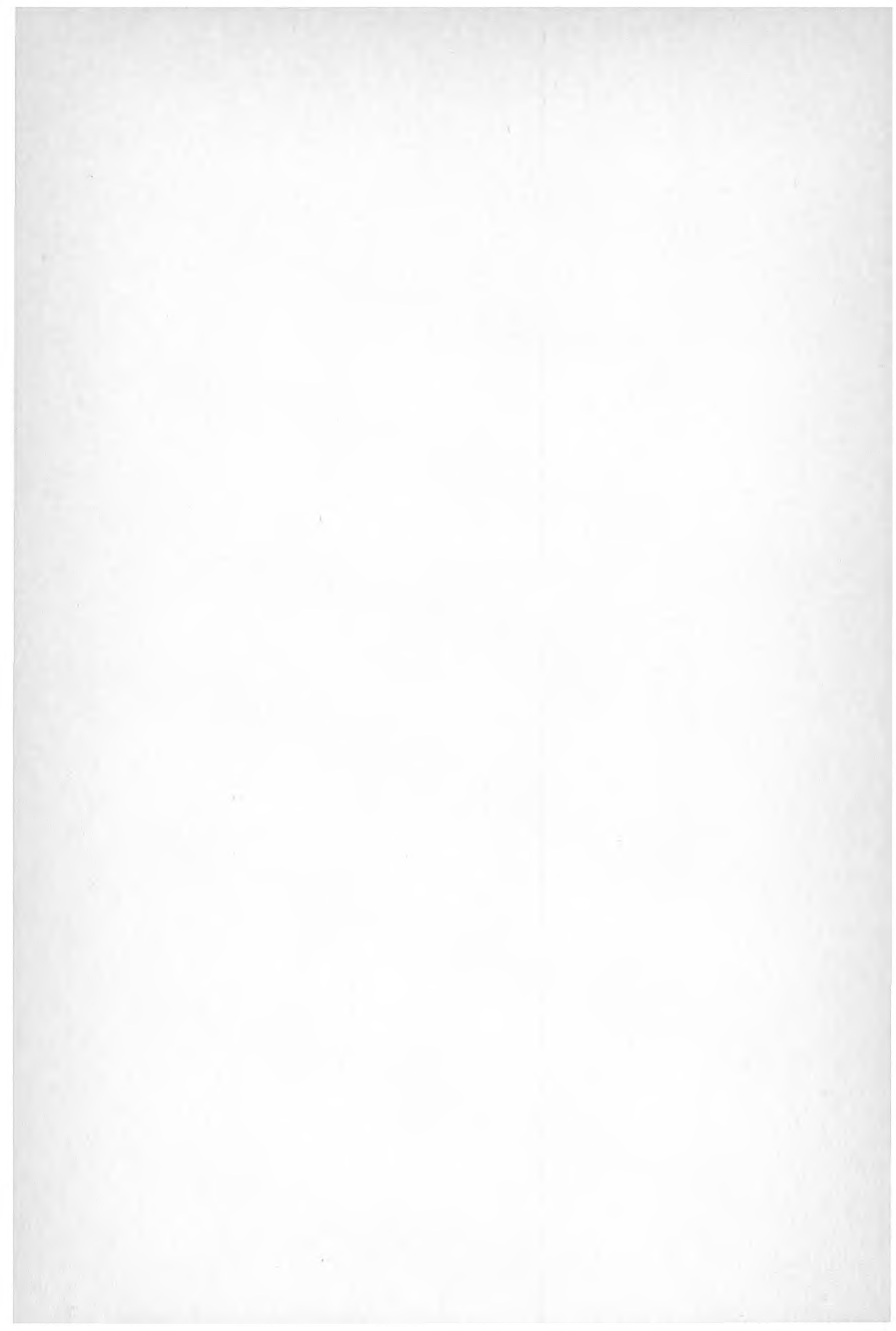
Fig. System av flera tekniska hjälpmedel, som förmedlar alla aktuella kommunikationsvägar. Dörrsignaler - eller telefonsignaler - uppfattas antingen via särskilda signaler av spec. tonhöjd eller extra styrka eller via optisk indikering. Mellan telefonen och signalanordningarna inkopplas två relä(B) och (C). Telefonförstärkningen av inkommande samtal sker med hjälp av telefonlur med förstärkare och volymkontroll. TV-lyssnaren använder antingen hörapparat och minislinga i stolen eller en telemagnetisk slinga runt rummet, utrustad med en förstärkare (A) som kopplas mellan TV och slinga. I stället för hörapparat och teleslinga kan användas ett hörtelefon-set för direkt anslutning till TV. D = kabel till telefon-nät.

Dessutom finns för speciella behov kommunikationsförstärkare, hörlurar, elektroniska hörlurar och trådlös mikrofonanläggning.

Samtliga hörapparater är utrustade med telespole för att kunna uppfånga det magnetiska fältet som alstras av teleslinga (= hörslinga) i exempelvis golv eller bord. Teleslingan kan i sin tur vara kopplad till TV, telefon, radio eller annat kommunikationsmedel via förstärkare.

Då telespolen är inkopplad är hörapparaten känslig för elektromagnetiska störningar. Störsignal kan alstras av omgivande elektrisk utrustning såsom elektriska installationsledningar, strömbrytare av olika slag, motorer, värmeapparater, lysrör etc. Vidare kan hörslingor för en anläggning störa motsvarande för en annan anläggning. Störningar utbreder sig dels genom strålning; dels genom ledning i den elektriska installationen.

Tillåtna störnivåer för högfrekvensfält anges av CISPR-rekommendationerna, se bilaga 1, vilka också ger mätmetoder. Hörapparater är mest störkänsliga i det lågfrekventa området, vilket inte täcks av CISPR:s rekommendationer. Speciella gränsvärden kommer därför att bli nödvändiga för elinstallation och elutrustning inom lägenheter i allmänhet och inom publika lokaler och lägenheter för hörselskadade i synnerhet, se avsnitt "Avstörande åtgärder".



## TRÅDLÖS ÖVERFÖRING

### Allmänt

Enligt Statens Planverk; Svensk byggnorm 1975 sid 21, 383, skall samlingslokal i vilken högtalaranläggning installeras förses med teleslinga. Se bilaga 2, definition på samlingslokal. Råd och praktiska anvisningar rörande installation av hörslinga har utarbetats av Handikappinstitutet.

Hörslingan är främst tänkt för överföring till hörapparater och därför bör ett system ha hörapparaten till utgångspunkt. Samtliga hörapparater i Sverige är idag försedda med telespole och dessa har många karakteristika gemensamt. Nationellt och internationellt arbetar man med en standardisering av magnetfältet som insignal till hörapparaten. Därmed kan även riktlinjer ges för sändarsidan, (slingförstärkare och slinga) för att få så bra system som möjligt med hörslinga.

Användning av teleslinga tillsammans med hörapparat kommer under många år framåt i tiden att vara det mest ekonomiska sättet att arrangera trådlös överföring. Samtliga hörapparater har telespole och detta är den tekniskt sett enklaste och i hörapparaten minst utrymmeskrävande anordningen.

För trådlös överföring över korta avstånd (inom lokal eller avdelning), finns idag ett antal system att tillgå.

Magnetisk hörslinga  
 HF-slinga (AM-FM)  
 FM-radio  
 IR-ljus

Användningsområden för främst magnetslinga är överföring till hörapparater (hörselskadade) och enkla induktiva mottagare i samlingslokaler och i hem. Sändarutrustning (förstärkare och slinga) ingår i lokalens fasta ljudanläggning. Andra användningsområden är t ex musei-anläggningar med små slingor i olika delar av lokalerna med olika program.

HF-slinga kan användas på samma sätt som den vanliga hörslingan. Man behöver speciella mottagare och anpassning till hörselskadade blir svår. Systemen medger störningsfri överföring, eventuellt med flera kanaler samtidigt (simultan-tolk).

FM-radio medger många kanaler samtidigt. Användning som trådlös mikrofon med mottagare kopplad till den fasta ljudinstallationen. Kan även användas ihop med individuella batteridrivna mottagare, t ex vid undervisning av hörselskadade och vid guidning.

IR-ljusöverföring är en ny och relativt oprövad teknik för överföring av ljud. Detta system har fasta nätdrivna sändardelar och små bärbara mottagare/hörtelefoner med ett "fisköga" för att plocka upp strålningen.



## Hörapparat

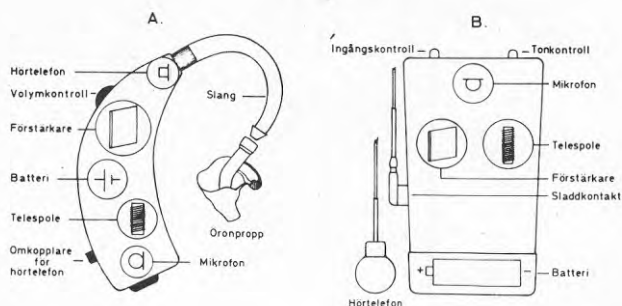


Fig. Blockdiagram över den huvudburna (a) och kroppsburna (b) hörapparaten delar. Förstärkaren utgöres av en integrerad krets uppbyggd av 20-30 olika komponenter.

Hörapparaten består av mikrofon, telespole, förstärkare och hörtelefon. Förstärkningsgrad, frekvenskurva och uteffekt (ljudtryck) väljs av läkare och hörcentral för att passa den hörselskadades kvarvarande hörsel. Valet sker med utgångspunkt från erhållna kurvor och genomgångna prov främst med apparaten i mikrofonläge. Det är då naturligt att önska att ljudet uppfattas likartat med insignal till telespolen.

Känslighet. Med tal på normalt konversationsavstånd (70 dB i ljudtryck) ställer den hörselskadade in en viss förstärkning på apparaten. Vid omkoppling till teleslinga skall volymratten inte behöva röras för att få ungefär samma nivå i örat av ljud över slingan. Vissa apparater har ett läge M-T som medger samtidigt bruk av mikrofon och telespole. Där blir balansen beroende av känslighet hos telespole och magnetfält från slingan. Den interna brusnivån i hörapparaten är så låg att signal - störförhållandet blir stort med föreslagen nivå på slingfältet.

Frekvenskurva. Det blir här i fråga om den förändring som sker vid övergång till teledäge. Teledäget ger genomgående sämre frekvenskurva i basen, under 500-1000 Hz. Bilaga 3 visar kurvor för några apparater. Denna försämrade frekvenskurva är delvis önskvärd då den filtrerar bort en hel del brumstörningar. I slingförstärkaren kan en ökning av basen till viss del kompensera detta basfall.

Frekvensomgång. Det totala resultatet av frekvensomfånget bör, i den mån det är möjligt, begränsas av hörapparaten. Nedåt i



frekvens bör grundton i tal överföras till hörapparaten (150 Hz). Uppåt i frekvens 3-5 kHz är kurvorna mycket oregelbundna. Detta beror till stor del på den mätanordning som används, IEC-coupler. Verkliga kurvor mätta på örat kan ha andra förlopp med "bättre" verkan i diskanten. En övre gräns för inmatad signal till hörapparaten på 5 kHz är ett absolut minimum.

Distorsion i hörapparater. Icke linjär förvrängning är för normala lyssningsnivåer relativt låg. Först vid begynnande klippning<sup>x)</sup> i slutsteget blir distorsionen hög. Gränsvärden för bedömning av hörapparater är i dag 10 %. Insignalen skall med tanke på olika typer av distorsion (intermodulation) ha avsevärt lägre distorsion.

Telespolens orientering. Spolen i hörapparater är vertikalt monterad. Vinklas hörapparaten från det läge vid vilket den ger max utsignal (0° = vertikalt), håller sig nivån i hörapparaten nästan konstant även för ganska stora vinklar, cosinusfunktion (45° = -3 dB).

Baskompensering. En viss form av bashöjning bör införas i slingförstärkaren för att kompensera telespolens funktion i basen. Tänkbara kurvor är inritade i bilaga 4. Lämplig brytpunkt 800 Hz och ej mer än 12 dB höjning (effektkrävande).

Någon diskantkompensering av fältet skall ej förekomma, men det kan bli nödvändigt att höja diskanten på den ström förstärkaren lämnat ut på slingan. Järnarmering i golv i stora lokaler, där slinga installeras, har en viss frekvensberoende absorption. I rummets mitt är denna som störst och det är här 5 kHz gränsfrekvens bör kontrolleras och justeras in. Längre ut åt väggarna kommer fältet då att få en liten höjning i diskanten. Med tanke på detta och på risken att överstyra förstärkaren bör diskantshöjning utnyttjas med försiktighet.

#### Fältstyrka

Bestämmande för signalnivån i en lokal med hörslinga är det maximala magnetiska fält som hörapparaten kan tåla utan att överstyras; i motsatt fall blir återgivningen oklar.

Den referensnivå som används i dessa sammanhang är 100 mA/m eller  $10^{-7}$  T (tesla). Dessa skiljer sig vid mätning i luft med  $u/u^0 = 1/1.25664$  d v s 2 dB.

$$100 \text{ mA/m} = 1.26 \times 10^{-7} \text{ T}$$

$$80 \text{ mA/m} = 10^{-7} \text{ T}$$

$$1 \text{ m Gauss} = 10^{-7} \text{ T} = 10^{-7} \text{ Wb/m}^2 \text{ (Vs/m}^2\text{)}$$

- Referensnivån 100 mA/m är vägledande för konstruktion av hörapparats telespolefunktion. Detta värde gäller för utstyrning av en slinga med program, i första hand tal och avser programmets medelvärde. Mätinstrumentet är detsamma som används för mätning av ljudnivå, d v s bullermätare. Utan alltför stora fel kan t ex en VU-meter användas.

x) Klippning = Begränsning av signalstorlek

Det som sätter gränsen för nivån på signalen från en förstärkare är inte medelvärde utan nivån i kortvariga toppar. Dessa toppar överstiger medelvärde med 10 dB eller mer. Slinganläggningar bör av denna anledning kunna lämna avsevärt mer än 100 mA/m innan förstärkare i systemet "klipper". 400 mA/m eller 12 dB över 100 mA/m är ett lämpligt värde vid beräkning av erforderlig slingström, se bilaga 5.

Kvaliteten på fältet får anses bra om distorsionen i det normala arbetsområdet är under 1 % och vid 400 mA/m ej överstiger 3 %. Bilaga 6. Mätning utföres med en kontinuerlig sinuston 500-1000 Hz på förstärkarsystemets ingång. I diskanten kan kravet på fältstyrka sänkas, då utstyrningen normalt inte är lika hög (jämför pre-emphasis vid FM-radio). Utnivån 6-10 dB under 400 mA vid 8-10 kHz kan vara riktlinje (130-200 mA/m).

Frekvensomfånget på fältet skall jämföras med det som når mikrofonen på hörapparaten, d v s ha en mycket stor bandbredd. En övre gränshänsyn på 5000 Hz (-3 dB) får accepteras men bör, om det är möjligt, ligga högre upp. Bilaga 4. Undre gränshänsyn bör ligga i området under grundton i tal 100-150 Hz. Vad som sägs om distorsion och frekvensomfång gäller i princip hela överföringskedjan från ljudtryck vid mikrofonen, genom hela förstärkarkedjan, slingförstärkare och slinga och uppmätt som fält i rummet.

#### Slinga - slingförstärkare

De flesta slingförstärkare är avsedda för fast installation.

Runt den yta man avser att täcka med signal från slingförstärkaren läggs en kabel med en eller flera ledare. Denna slinga karakteriseras av en impedans bestående av en resistiv och induktiv komponent. Vid låga frekvenser kommer resistansen att utgöra belastning mot förstärkaren. Vid höga frekvenser blir belastningen induktiv och impedansen ökar. Den frekvens där slingan är lika mycket resistiv som induktiv kommer att hamna någonstans mitt i tonfrekvensområdet (övergångsfrekvens).

Den storhet som skapar magnetfältet är strömmen, som flyter genom tråden. Se bilaga 7 och 8.

Med täckningsyta avses den yta inne i slingan - rummet där fältstyrkan ligger inom viss tolerans. Önskemålet är att alla platser i en lokal skall få en tillräcklig fältstyrka. Toleranser på nivån som har diskuterats är - 2,5 dB och - 5 dB. Minst 80 % av rummets golvyta skall ligga inom denna tolerans.

Hörapparaten befinner sig på 0,8-1,75 m höjd över golvet. Som en kompromiss kan 1 m antas som genomsnittlig höjd, då hörapparaten ofta används när lyssnaren sitter ner. Förhållandet mellan denna höjd (h) över slingan, ofta förlagd vid golvsöckeln, och rummets mått kan uttryckas som en relativ lyssningshöjd (Z).

$$Z = \frac{h}{0,5 A}$$

Nivåvariationer över rummet kan illustreras av tredimensionellt

ritade figurer. Bilaga 9 visar 1/4-del av ett kvadratisk rum. I små rum under  $40 \text{ m}^2$  blir Z över 0,3 och i stora rum över  $400 \text{ m}^2$  blir Z under 0,1 när slingan ligger i golvnivå.

När relativa lyssningshöjden underskrider 0,1 kommer puckeln utefter kanten och i hörnet att överskrida  $10 \text{ dB}$  ( $\pm 5 \text{ dB}$ ) och 80 % täckningsyta är i fara. Med toleransen  $- 2,5 \text{ dB}$  får Z ej underskrida 0,15 ( $200 \text{ m}^2$  yta). För att öka Z får slingan placeras på längre avstånd från lyssnarplanet. Lämpligt är att placera den några meter upp på väggen.

Mycket små slingor utgör inget problem i detta avseende:

$20 \text{ m}^2$ , Z = 0,4 ger täckning på 85-90 %.

Intresserade hänvisas till rapport av S C Dalsgaard.

Denna beräkning avser bara den vertikala komponenten. I närheten av slingtråden kommer det att uppträda ett kraftigt varierande fält och även en total utsläckning av signalen kan inträffa om hörapparaten vinklas något. Sittplatser måste undvikas inom minst någon meter från tråden. Samma resonemang kan gälla när flera slingor lägges intill varandra i samma lokal. Några exakta beräkningar är ännu inte gjorda.

Slingtråd bör ej läggas i omedelbar närhet av järnarmering och balkar eller i järnrör. Beträffande golvarmering skall slingan läggas ovanför denna och helst inte närmare än ett par dm.



### AUDIOLOGISKA KRAV PÅ STÖRNIVÅ

En yttre faktor som begränsar användbarheten av hörslingor är ej önskad magnetiska fält som härstammar från elektriska anläggningar i och i närheten den lokal i vilken hörslinga skall installeras.

Slingförstärkaren måste uppfylla flera skilda krav för att upprätthålla ett stort signalstöravstånd. Detta gäller även länkar före och efter själva förstärkaren, t ex

- A. Brus från förstärkarens utgång
- B. Brus från förstärkarens ingång
- C. Akustisk störnivå
- D. Magnetisk störnivå

Vad avser den magnetiska störnivån har man på det nioende Nordiska hörapparat-tekniker mötet i Köpenhamn, september 1974, föreslagit, att störfältstyrkan vid A-vägning inte får överstiga 1 mA/m d v s (Bilaga 10):

$$B \text{ (dB (A) re } 10^{-7} \text{ T)} \leftarrow -38.$$

Detta krav medför att där det väsentliga bidraget till störningar ligger innanför ett enskilt oktavband får störnivån i detta oktavband inte överstiga de i nedanstående tabell angivna värdena.

Tabell: Maximalt tillåten störnivå i det oktavband som ger det dominerande bidraget till resulterande störning

Oktavfrekvens Hz	Största tillåtna störnivå i 1/1 oktavband dB re $10^{-7}$ T
63	-12
125	-22
250	-29
500	-35
1000	-38





## STÖRKÄLLOR

### Allmänt

Med växlande ström uppstår växlande magnetfält. Lågfrekventa magnetiska fält utgör den mest svårhanterliga störningen.

Storleken på strömmen, strömändringens hastighet samt strömbanornas utbredning i rummet avgör störkällans betydelse.

All elutrustning är i anslutet läge en potentiell störkälla.

### Störningstyper

Störningarna kan delas in i tre grupper, nämligen lågfrekventa (LF), högfrekventa (HF) och pulsstörningar. Man kan inte ange någon skarp gräns mellan högfrekvens och lågfrekvens i detta sammanhang. I allmänhet är störningar i området 20-20 000 Hz lågfrekventa (hörbara tonfrekvensområdet) och över 100 kHz högfrekventa.

Pulsstörningar uppstår, då en elektrisk ström plötsligt ändras och antar ett nytt värde en längre eller kortare tid. Ändringens stigtid och varaktighet anger frekvensomfånget - korta pulser och snabba steg ger störningen stor bandbredd. Pulsstörningar uppträder framför allt i samband med att en strömkrets bryts eller sluts genom strömställare, tyristor e d. Genom det stora frekvensomfånget uppstår i dessa fall både LF- och HF-störningar.

Hörapparater är mest känsliga för låga frekvenser. Därför är elektromagnetiska störningar speciellt besvärande, om de innehåller lågfrekventa komponenter. Exempel på lågfrekventa störningar är sådana som kommer från den fasta elektriska installationen. Ledningarna är omgivna av ett elektromagnetiskt 50 Hz fält (jämta övertoner). Detta fält fångas upp av telespolen i hörapparaten. Störningarna överlagras därmed den önskade signalen och förvanskar den.

Om fälten inte är tidsvariabla får man specialfallen elektrostatiske respektive magnetostatiska fält. Fältet runt ett ficklampsbatteri är således elektrostatiskt, fältet från en permanent magnet magnetostatiskt.

Denna rapport behandlar endast magnetiskt betingade lågfrekventa störningar.

### Störningsvägar

De elektromagnetiska störfälten från en störkälla kan utbreda sig längs elektriska ledningar till mottagaren. Man talar då om galvanisk koppling. Fälten kan också direkt genom strålning utbreda sig till mottagaren och där genom induktiv eller kapacitiv koppling påverka ingångskretsarna. I praktiken förekommer både strålning och ledning samtidigt, och det kan vara svårt att i detalj klarlägga störningarnas utbredningsväg.

Störningarnas inverkan på mottagaren kan dämpas antingen genom att störkälla och mottagare ligger en bit från varandra eller genom att man sätter i skärmning eller filter mellan dem.



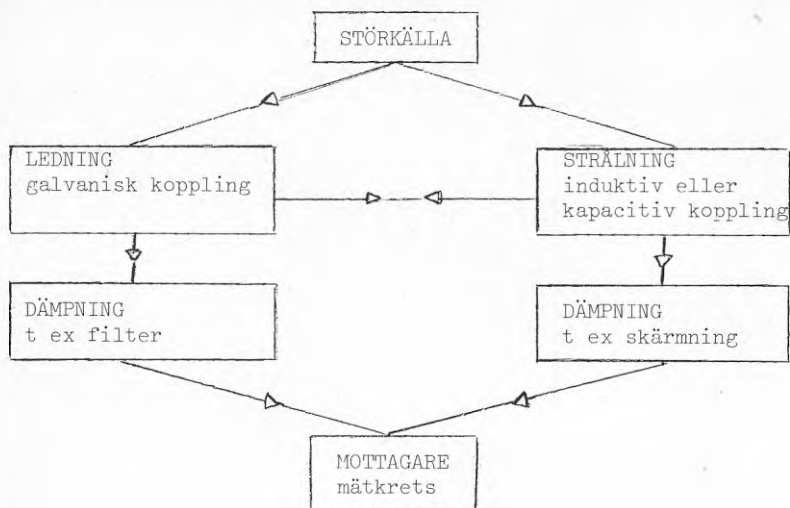


Fig. Störningars utbredning och dämpning

#### Mätning av störfält

För mätning av lågfrekventa magnetiska komponenter i störfältet används störfältmätare typ Zeiss SFM3. Till störfältmätare kan även anslutas hörpropp.

För analys av störnivån i olika frekvensområden används ett oktavfilter typ BRUEL & KJAER 1613 anslutet till voltmeter typ Advance VM78.

Kurvformen kan iakttas med hjälp av oscilloskop typ Teleequipment 43.

Parallellt med mätningarna görs lyssningsprov med hörapparat typ Danavox 727 VX.

Ström, spänning och motstånd uppmättes med universalinstrument typ Metric Unimer 1 och med tångamperemeter typ KYDRITSU HEWSNAP 9.

Instrumenten har kompletterats och kalibrerats vid Institutionen för Teknisk Audiologi, Karolinska Institutet, Stockholm. Bilaga 11.

#### Fältstyrkemätning

Ett mätinstrument för hörslingor skall ha 3 funktioner: Mäta störnivå och utstyrning och tjänstgöra som en god mottagare för kontrolllyssning. Bilaga 12.

Ett enkelt instrument för att kontrollera störnivå bör innehålla något vägningsfilter för att ge en uppfattning av "stör-

ningsgrad". Ett sådant filter måste ta hänsyn till hörapparatstyper - några ganska basrika. Vägningen bör också försöka ta hänsyn till upplevelsen av störning och irritation. Det finns ännu inga vetenskapliga resultat som tar upp bedömning av störningar av det spektrum vi har i hörapparaten. Ett försök till vägningsfilter visas i bilaga 10 företrädesvis filter II. Instrumentkretsen, måste utformas som någon form av medelvärdesbildare.

Utrustning och frekvenskurva skall kunna mätas i princip rak frekvenskurva. Figur, bilaga 17 visar en 50 Hz-störning, som kan vara acceptabel ur hörapparatsynpunkt, och ligger på samma nivå som utrustningen av slingan. 50 Hz bör undertryckas i ett instrument för att möjliggöra en riktig avläsning av fältet från slingan. Instrumentkretsen kan vara RMS enligt bullermätare, average (VU-meter) eller peaklikriktande. Peaklikriktande instrument med relativt kort attacktid, kan ge en god uppfattning om klippnivåer i fältet från program signaler, om man samtidigt lyssnar i den hörtelefon instrumentet bör ha.

Vilka värden instrumentet bör visa för acceptabel störning beror delvis på hur ett filter utformas. Programnivån, nominellt 100 mA/m, kommer att ge olika utslag beroende på likriktartyp och attacktider.

Adelta AB har tillsammans med institutionen för Teknisk Audiologi, KTH, Stockholm, utvecklat ett instrument för fältstyrkemätning. Instrumentet är avsett att användas vid installation av hörslingor för mätning av störnivå och programnivå.

#### Störframkallande utrustning

Störframkallande utrustning kan delas upp i två grupper, nämligen starkströmsnätet och störande apparater.

Starkströmsnätet kan omfatta:

- kraftdistribution inkl installationsledningar 220/380V inom byggnad
- kraftdistribution utanför byggnad exempelvis låg- och högspänningskablar
- luftledningar för hög- och lågspänning

Störande apparater kan omfatta:

- krafttransformatorer
- högspänningsställverk
- lågspänningsställverk
- kanalskenfördelning
- centraler
- 3-fas motorer
- 1-fas motorer
- värmeapparater
- tyristorregulatorer
- lysrör
- strömbrytare
- likriktare
- hissar
- teletekniska kommunikationer

### Högspänningskablar

Samtliga inom Sverige förekommande högspänningskablar är principiellt utformade med 3 st fasledare med mantel och mantelskydd. Detta innebär att kablarna är balanserade och därmed inte utgör något störningsproblem.

### Lågspänningskablar

Ett elektriskt distributionsnät av typ 5-ledarsystem torde vara fritt från störningar härrörande från vagabonderande strömmar och obalanserade kablar. Se kap 5-ledarsystem.

I de fall där 5-ledarsystem inte förekommer eller där den normala kraftdistributionen utgörs av 4-ledarkablar finns stor risk för störningar i området kring dessa. Obalansen i dessa system är svår att fastställa då många faktorer inverkar; balastningens storlek, osymmetri, felkopplingar jord-nolla etc. Obalanserade strömmar har i vissa fall uppmätts till storleksordningen 30 A.

Som ledtråd vid bedömning av den magnetiska fältverkan i omgivningen av obalanserade strömledare må anges, att en ström med effektvärdet 1 ampere alstrar, på ett avstånd av  $a$  meter, ett magnetfält, vars amplitudvärde är av storleksordningen:

$$B \approx 2 \cdot 10^{-7} \frac{1}{a} \text{ tesla}$$

Se även under rubrik "Strömsugare för störningsskydd".

### Luftledning, högspänning och lågspänning

Ledningsstråk för trefasström kan, även vid full strömsymmetri, i sin omgivning förorsaka lågfrekventa magnetfält med en amplitud hos den magnetiska flödestätheten som överstiger det maximivärde, vilket kan tillåtas med hänsyn till störningar på hörapparater, d v s värdet 0,1 mikrotesla.

Nedan anges resultatet av en teoretisk-praktisk undersökning av förhållandena vid två olika typer av ledningsstråk, nämligen dels med ledare i plan, dels med placering i liksidig triangel. Stråket antas oändligt långt åt båda sidor, och avståndet mellan faserna antas litet relativt avståndet till referenspunkten. Alla dimensioner uttrycks i meter. Strömmarna antas flyta i linjer genom tyngdpunkterna hos ledarnas tvärsektion i respektive faser. Storheten  $I$  är strömmens effektivvärde, och formlerna anger den magnetiska fältstyrkans momentanvärde och amplitud. Den magnetiska flödestätheten, uttryckt i mikrotesla, erhålles sålunda genom multiplikation av de respektive  $H$ -värdena med faktorn  $0,4 \pi I = 1,26$ .

$$\text{Ledare i plan } /H/ = \frac{Ia\sqrt{6}}{2\pi r^2} \sin wt \quad a = \text{avståndet mellan faserna}$$

$$\text{Ledare i triangel } /H/ = \frac{Ia\sqrt{6}}{4\pi r^2} \quad r = \text{avståndet mellan ledarna och mät-punkten}$$

### Krafttransformatorer

Krafttransformatorer producerar ett 50-periodiskt magnetiskt läckfält, vars styrka beror på transformatorns konstruktion och belastningsgrad. Detta fält inducerar strömmar i ledande föremål i närheten, såsom mätledningar, armeringsjärn och jordledare. Skärmning av starka lågfrekventa magnetfält är rent allmänt besvärlig, varför den effektivaste motåtgärden är att åstadkomma ett tillräckligt avstånd mellan transformatorinstallationer och känsliga lokaler. Torrisolerade och oljeisolerade transformatorer skiljer sig något beträffande läckfältets utbredning på grund av höljets olika utformning (plåt-skåp resp plåtkapsling).

Vad som ovan sagts om krafttransformatorer gäller även reglertransformatorer för större effekter.

### Ställverk, högspänning och lågspänning

Symmetriskt belastade trefasledningar med högt strömvärde i form av exempelvis skenor i ställverk med fasavstånd av storleksordningen något hundratal millimeter kan alstra störande magnetfält. I det extremfall, då man kan räkna med oändlig ledarlängd i förhållande till avståndet från det störda objektet, kan storleksordningen hos störfältets magnetiska flödestäthet beräknas enligt formeln:

$$B \approx 3,5 \cdot 10^{-7} \frac{d}{a^2} \text{ tesla}$$

där 1 är fasströmmens effektivvärde i A, d skenorans delningsavstånd och a medelavståndet till mätpunkten, båda i meter. I verkligheten består det störande ledningsknippet av ett antal relativt korta sektioner med sinsemellan olika strömvärden, varför en komplicerad korrektionsräkning måste utföras i varje särskilt fall, om numerisk undersökning av störningsrisken erfordras i ändamål att ge underlag för bedömning av huruvida skärmning eller geografisk omdisposition måste krävas.

Strömmen i ställverken är avgörande för störfältets magnetiska flödestäthet där förhållandet störavstånd högspänningsställverk/lågspänningsställverk blir  $\sqrt{U_h}$ . I de flesta fall är emellertid lågspänningsställverken uppdelade på flera enheter i en byggnad varför hänsyn måste tagas till varje ställverks dimension.

### Kanalskenfördelning

På svenska marknaden förekommer ett antal kanalskenfördelningar av skilda fabrikat. Gemensamt för samtliga fabrikat är att man genom plug-in system enkelt kan ansluta eller flytta uttagslådor tillhörande kanalskenfördelningen. Kanalskenfördelningen används delvis som ersättning och komplement till centraler, uttag och kablar och delvis som ett alternativ till kabelstråk.

Kanalskenfördelningen är utförd med separat skyddsledare enligt principen 5-ledarsystem. Samma teorier gäller för kanalskenfördelningen som för ställverk enligt ovan.

### Centraler

Detta avsnitt avser fördelningscentraler, gruppcentraler i apparatskåp och kontaktorskåp samt enskilda gruppcentraler. Samma teorier gäller för centraler som för ställverk enligt ovan.

Plåtkapslingens utformning har mindre betydelse med avseende på störfältets täthet, emedan man har att taga hänsyn till hål för kabel- och ledningsanslutningar.

### Trefas asynkronmotor

Inom det komplex av störningsproblem, som uppträder vid projektering av institutioner med för elektromagnetiska störningar känsliga lokaler, uppträder även frågan om lågfrekventa fältstörningar från roterande elektriska maskiner. Genom tillmötesgående från Asea i Västerås samt genom bearbetande av mätningar utförda vid KTH har en formel uppställts, enligt vilken den magnetiska flödestäthet kan anges, som enligt reglerna för induktionsverkan vid 50 Hz skall begagnas för beräkning av inducerad störspänning. Regeln är begränsad till trefas asynkronmaskiner. Formeln lyder:

$$B = 1,5 \cdot x^{-2,5}$$

Där B är den magnetiska flödestätheten i  $\mu T$  (mikrotesla) och x avståndet från störkällan i meter.

Här måste observeras, att varken maskinens effekt eller dess poltal ingår i formeln, vilket kan verka förvånande. Emellertid har i dessa avseenden den statistiska bearbetningen givit så oklara resultat, att det visat sig lämpligt att utelämna dessa beroenden och i stället välja en koefficient som under alla förhållanden ligger på den säkra sidan.

Exponenten 2,5 har däremot framkommit som ett klart resultat av undersökningen.

### Enfasmotor

Enfasmotorer tillverkas mest för små effekter. De används i huvudsak för att driva kontors- och hushållsmaskiner.

De flesta enfasmotorer är av typ kondensatormotor, d v s motorn är, förutom huvudlindning, försedd med hjälplindning över förbikopplade motstånd eller kondensatorer.

För elverktyg förekommer vanligast enfas universalmotor. I konstruktion, koppling och varvtalsförhållande liknar den likströmsseriemotorn. Lågfrekventa fältstörningar förekommer i omedelbar närhet till motorn. Den magnetiska flödestätheten avtar snabbt i likhet med den för trefas asynkronmotorer.

### Värmeapparater

Elektriska värmeapparater utgörs av ren resistiv belastning.

På marknaden förekommer ett antal olika typer av elanslutna värmeapparater.



De i småhus vanligaste förekommande typerna är direktverkande elradiatorer. Reglering av rumstemperaturen sker med påbyggda termostater eller med separat termostat monterad på vägg.

I äldre hus, där rörsystem och radiatorer är i gott skick men bränslepannan behöver bytas, har man ersatt bränslepannan med en elektrisk varmvattenackumulator. Värmeapparaten består här av värme patroner. Vattnet temperaturregleras med termostat.

Mindre vanligt är golvvärmesystem. Värmekabeln består av en ledare av motståndsmateriel med värmeledande isolering. Den monteras antingen i rör inlagda i golvet eller gjutes direkt i betonggolvet. Regleringen sker med rumstermostat.

I takvärmesystem sker uppvärmningen genom i taket inbyggda värmeelement. Värmen alstras i speciella element bestående av metallfolie på isolerade underlag. Regleringen sker med rums-termostat.

I större byggnader förekommer att varmluften uppvärms med elbatterier inbyggda i ventilationssystemet. Elbatterierna kan monteras vid fläkten eller i ventilationstrumman (eftervärmningsbatteri). Regleringen sker med rumstermostat.

Reglering av elvärme sker i huvudsak på två sätt, med termostat, direktverkande eller indirekt över programverk och kontakter samt med tyristor, s k till- från- reglering (elektronikreglering).

Med "vanlig" termostatreglering styr termostaten direkt, eller indirekt över kontakter, värmeeffekten. Vid till- från- reglering är belastningen alternativt helt inkopplad eller helt urkopplad under ett antal halvperioder. Tiden för en kopplingscykel är normalt mindre än 1 min mot ca 1 timme vid vanlig termostatreglering.

Det bör påpekas att reglering med vanlig termostat ger en längre och kraftigare störpuls vid in- och urkoppling än elektronisk reglering men också mer sällan och i längre intervall.

Sättet för effektreglering, till- från- metoden, innebär ur nätsynpunkt endast att den nu använda termostatregleringen blivit mycket snabbare, eftersom koppling sker ungefär var tionde sekund. Någon alstring av övertoner eller någon fasförskjutning uppstår inte i detta fall och därför inte heller de därav uppkommande störningarna. Till skillnad mot termostatreglering kan man med den elektroniska utrustningen åstadkomma, att både in- och urkoppling sker vid strömmens nollgenomgång. Därigenom undviks de ström- och spänningsspikar, som ibland uppstår vid kopplingen. Då in- och urkopplingar sker vid strömmens nollgenomgång kommer den störning som uppstår att bli minimal. Det finns emellertid på marknaden reglersystem, bestående av en huvudregulator, vilken sänder ut en gemensam styrepuls till ett antal slavregulatorer. Om en sådan slavregulator inkopplas i en annan fas än huvudregulatorn sker inte kopplingen vid nollgenomgång och en något kraftigare störning uppstår.

Elpatroner och elradiatorer har på grund av sina till längden korta värmeslingor och relativt låga strömstyrkor begränsat störande omfält. Takvärmesystemet har också genom sin konstruktion, max  $200 \text{ W/m}^2$  och uppbyggt med sk platta slingor, begränsat störande omfält. Golvvärmesystem däremot är uppbyggt med betydligt större slingor och kan därmed orsaka större fälttäthet än motsvarande övriga värmesystem.

### Tyristorregulatorer

De senaste årens snabbt sjunkande priser på tyristorer, har gjort dessa attraktiva som byggstenar i enklare regulatorer, t ex för belysning och elvärme. Liksom alla likriktare, deformerar tyristorn växelströmmens och växelspänningens sinusform. Härvid uppstår strömövertoner, vilka kan ha störande inverkan.

Med tyristorer kan man tillverka så små belysningsregulatorer, att de kan byggas in i en vanlig apparatdosa. En dylik regulator kan med obetydlig effektförlust reglera lysrörs- och glödlampsbelysning på hundratals watt. Belysningen är variabel från full styrka ned till noll. I jämförelse med tidigare använda transduktorer eller vridtransformatorer ger tyristorerna således en regulator med mindre volym, lägre förluster och bättre regleringskaper.

För elvärme har man tidigare använt långsamma regulatorer (termostater) vilket medfört att värmeradiatorernas ytemperaturer starkt varierat. Även om temperaturen hos rumsluften inte hinner ändras nämnvärt under reglercykeln, kan variationen i radiatortemperaturen märkas på den ökade och minskade strålningsvärmern från radiatorerna. Med tyristorer kan en mycket snabb reglering erhållas, som helt eliminerar denna olägenhet.

Effektregleringen kan ske enligt två principiellt olika metoder, styrvinkelreglering och till- från- reglering.

Styrvinkelreglering innebär att belastningsströmmen spärras en del av varje halvperiod. Den deformerade strömmen ger en lägre elektrisk effekt till belastningsobjektet än om strömmen vore rent sinusformad. Spärrandet av strömmen åstadkommes med tyristorerna, vilka i princip fungerar som likriktare, men med den skillnaden att de behöver styrströmmar för att bli ledande. Vid nollgenomgång hos nätets växelspanning, är tyristorn oledande, så att någon ström inte kan flyta till belastningen. Efter en bestämd tid, motsvarande styrvinkeln a hos spänningskurvan, kopplas styrström till tyristorn, som då omedelbart släpper fram belastningsströmmen. Spänningen över belastningen gör samtidigt ett språng till nätspänningens aktuella momentanvärde. Vid nästa nollgenomgång upphör ledningsförmågan, men förloppet upprepas nu i en andra, i antiparallell kopplad, tyristor. I normala fall är denna antiparallellkoppling "inbyggd" i en tyristor (sk triac). Effektregleringen sker genom ändring av storleken hos styrvinkeln a.

Vid till- från- reglering är belastningen alternativt helt inkopplad eller helt urkopplad under ett antal halvperioder. Reglermetoden påminner om den vid elvärme vanliga "termostatregleringen", men i detta fall är tiden för en kopplingscykel hela tiden konstant, och regleringen sker genom att inkop-



lingstiden ändras. Tiden för en kopplingscykel är normalt mindre än 1 min mot ca 1/4 timme vid termostatregleringen.

### Belysningsregulatorer

För belysning kan endast metoden med styrvinkelreglering användas, eftersom till- från- regleringen oavsett kopplingscykelns längd skulle åstadkomma blinkningar. Ett flertal tyristorregulatorer för belysning finns i handeln. Regulatorernas inre uppbyggnad varierar, men deras inverkan på belastningsström och nätspänning är likartade.

Som framgått ovan ger styrvinkelregleringen en deformation av belastningsströmmens sinusform. Avvikelsen från den rena sinusformen innebär att strömmen inte endast innehåller en komponent med grundfrekvensen 50 Hz utan även ett antal harmoniska övertoner. Halten av dessa varierar med reglerläget. Som framgår av fig. blir övertonernas amplitud betydande i området kring halv last. Fördröjningen av strömstarten leder dessutom till att strömmens grundton kommer efter spänningens i fas, d v s man får en induktiv fasförskjutning, vars storlek beror av reglerläget

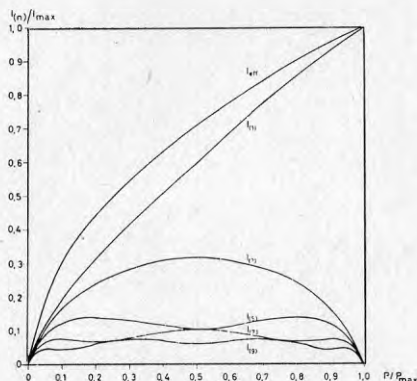


Fig Styrvinkelvarieringen ger en kurvform som kan uppdelas i grundton och övertoner. Om den aktiva effekten väljes till abskissa får de första fem tonerna i diagrammet angivna värden. Övertoner med jämna ordningstal uppkommer icke. Resistiv last med konstant resistans förutsättes.

Det är övertonerna som kan ge upphov till problem. Den snabba strömändringen när tyristor blir ledande kan förorsaka radio störningar. Dessa störningar bemästras med särskilda filter, som byggs in i regulatorn. Alla regulatorer, även de minsta, måste ha sådana avstörningsfilter.

### Lysrör

Lysrör skapar störningar i någon mån beroende på det transienta förloppet i urladdningsröret. Fördelningen av störningarna är spektralt en relativt komplicerad funktion. Detta kan tolkas som resultatet av att de reaktiva elementen i lysrörskretsen bildar en synnerligen olinjär impedans. Störfältet avtar snabbt i styrka och är redan på ca 1,5 m under rekommenderad max störnivå.

### Strömbrytare m m

Mindre strömbrytare, termostater, reläer och liknande kan delvis avstöras med filter, i enklaste fallet med en kondensator över gnistgapet. Större strömbrytare, kontaktorer och dylika kan avstöras med kapsling och filter. Vid mycket stora effekter som skall brytas bör brytarna placeras med tillräckligt avstånd från känsligt område.

### Likriktare

Likriktare används för laddning av separata batterier eller för att i samdrift med batterier ge laddning och strömförsörjning av likspänningsanläggningar.

Beroende på den anslutna belastningens art ställs olika höga krav på likspänningens filtrering, d v s dess innehåll av växelströmskomponenter. Glödlampslasten i en nödljusanläggning fordrar ingen filtrering alls, medan en telefonanläggning kräver en mycket väl filtrerad likspänning för att inget störande brum skall höras. Mellan dessa ytterligheter finns anläggningar och apparater med varierande krav på filtrerad likspänning såsom tidreläer, larmtablåer, centraluranläggningar etc.

Konstantspänningslikriktare för små effekter är vanligtvis utförda med transistorreglering och alstrar därmed ingen störspänning. Likriktare för större effekter är tyristorreglerade och måste förses med filter (glättningsdon) om belastningen kräver filtrerad likspänning. Ett med belastningen parallellanslutet batteri verkar även som ett filter och i många fall behöver likriktaren därför ej förses med extra filter. Batteriets filtreringsgrad beror på dess storlek i förhållande till likriktarens märkström, ett större batteri ger bättre filtrering.

Störfältet från likriktare härrör i första hand från de transienter som uppkommer vid kommutering av växelströmmen.

### Hissar

Valet av drivsystem är inte enbart ett tekniskt avgörande, utan påverkas även av faktorer som hissens användningsområden, önskad betjänings- och transportkapacitet samt kraven på stannplansnoggrannhet och åkegenskaper.

### Drivsystem 1-hastighetsmotor

1-hastighetsmotor används för en högsta hisshastighet av 0,6 m/s och då normalt för person- och varupersonhissar i låga hus. Maskineriet består av en kortsluten 1-hastighetsmotor, snäckväxel och elektromagnetisk broms.

Störningarna härrör från den elektriska motorn. Se kap "Trefas asynkronmotor".

#### Drivsystem 2-hastighetsmotor

Hissar med 2-hastighetsmotor används främst i medelhöga bostadshus och kontorsbyggnader. Utförandeformen användes till hissar med en högsta märkhastighet av 1,0 m/s.

Hissen startas genom att motorns höghastighetslindning kopplas direkt till huvudnätet. Förhållandet mellan motorns startmoment och den totala svängmassan avpassas, så att starten blir mjuk.

Hissen stannas genom att matningen till motorn kopplas om från höghastighetslindningen till den lägre.

Störningarna härrör från den elektriska motorn. Se kap "Trefas asynkronmotor".

#### Drivsystem hydraulik

I ett hydrauliskt system överförs som bekant kraft och rörelse från en givare till en mottagare. Givaren omsätter mekaniskt arbete till hydraulisk energi. Givaren består av en eller flera elektriskt drivna skruppumpar och mottagaren av en eller flera cylindrar.

Störningarna härrör från den elektriska motorn. Se kap "Trefas asynkronmotor".

#### Drivsystem Ward-Leonard

Ward-Leonard-systemet används för hiss inom bl a sjukhus och vårdhem.

Hisspelet drivs med en likströmsmotor. Likspänning till denna erhålls från en omformare bestående av växelströmsmotor och likströmgenerator. En reglerutrustning ger under hissens gång olika fältmatning till generatoren så att generatorspänning/hissmotorvarvtal varierar på önskat sätt.

Störningarna härrör från motor och generator varvid kommuteringen ger upphov till den övervägande störningen.

#### Drivsystem KONE-TAC

KONE-TAC-systemet bygger på tyristorstyrning i kombination med elektroniska analogikretsar. Systemet är synnerligen lämpligt för bl a varuhus, hotell, sjukhus och höghus.

Drivmaskineriet består av en enda roterande del, nämligen en kortsluten 2-hastighetsmotor. Statorlindningen för den högre hastigheten används vid acceleration och körning vid konstant hastighet, den lägre vid retardation. Vid inbromsning matas låghastighetslindningen med tyristorstyrd likström, som får hissen att stanna elektriskt på rätt nivå utan krypning. Retardation och bromsfällning är baserade på elektroniska analogikretsar.

Störningarna härrör från motor och tyristorutrustning varvid tyristorutrustningen orsakar den dominerande störningen.

Teletekniska kommunikationer

Den vidgade användningen av system för fjärregistrering, överföring av mätvärden, personsökare, snabbtelefon etc ställer ökade krav på ledningsplacering och signalnivåer utan störningar.

De flesta av dessa system är ledningsbundna. Personsökaranläggningar av trådlös typ är idag av två slag; en lågfrekvent (5-150 k Hz) med en magnetslinga som antenn och en högfrekvent (25-40 M Hz).

På grund av de teletekniska kommunikationssystemens egen störkänslighet samt då små effekter det här gäller, är dessa normalt ingen störkälla för hörapparater.

Störningar från personsökaranläggning med magnetslinga som antenn (5-150 k Hz) är högst sannolik.

## AVSTÖRANDE ÅTGÄRDER

### Allmänt

Reduktion och kontroll av elektriska störningar är ett komplext problem. I takt med att mätmetoder och instrument förfinas och blir känsligare växer kraven på störningsfrihet. Det allt större antalet störkällor accentuerar problemen ytterligare.

Uppkomst och utbredning av vissa slag av elektriska störningar inom en byggnad kan reduceras genom lämplig planering av byggnaden och dess installationer. Åtgärder i detta syfte bör uppmärksammas på projekteringsstadiet, dels för att de skall få så god effekt som möjligt, dels för att det i de flesta fall är dyrare och medför praktiska olägenheter att utföra dem i en redan färdig byggnad. På projekteringsstadiet kan problemkomplexets samtliga faktorer beaktas och behandlas så att de lämpligaste lösningarna erhålls.

### Den elektriska installationen

Inom byggnader med elinstallationen uppbyggd enligt 4-ledarsystem kan begränsning av tillåten magnetisk fältstyrka ej garanteras. Utredningar och mätningar visar klart nödvändigheten av införandet av elektriskt distributionssystem enligt 5-ledarprincipen där krav på god elektrisk miljö ställs.

### 5-ledarsystem

Först må påpekas, att i ett nät för 3 x 220 V, där alla belastningar är anslutna mellan faser, ingen nollföljdsström kan uppstå i ostörd drift, även om belastningen är osymmetrisk.

I nät för 380/220 V, där vanligen en växentlig del av belastningen ligger mellan fas och nolla, innebär varje osymmetri hos sistnämnda delbelastning en nollföljdsström. Här inträder ur störningssynpunkt helt olika förhållanden i de båda fall då nätet är uppbyggt enligt 4-ledar- respektive 5-ledarprincip.

I ett 4-ledarnät (Bilaga 13) utgör den ur säkerhetssynpunkt nödvändiga skyddsledaren samtidigt nolledare. Denna ledare jordförbinder sålunda alla maskinstommar, ställverksfack, kopplingslådor etc och utgör samtidigt återgång för alla mellan fas och nollpunkt uttagna strömmar. Återgångsströmmen flyter sålunda på ett helt okontrollerbart sätt genom olika grenar av skyddsledarsystemet samt genom delar av byggnadens ledande konstruktionsdelar. Kablarnas strömbelastning är sålunda generellt ej balanserad och såväl själva de spänningsförande strömbanorna som skyddsledare och byggnadsdetaljer utgör källor till nätfrekventa magnetfält.

Ett nät enligt 5-ledarprincip (Bilaga 14) har däremot ett från skyddsledaren helt isolerat system av nolledare, vilket är magnetiskt intimt kopplat till systemet av fasledare, så att varje kabel och skenstråk nödtvunget har balanserad ström och sålunda summaströmmen noll i varje ögonblick, d v s saknar nollföljdsström. Dessa påståenden gäller givetvis faser plus nolledare, i det att varje kabel förutsätts innehålla tre



faser och en nolla (respektive vid enfaskabel en fas och nolla), medan i ett skenstråk nollskenan placerats så nära fasskenorna som möjligt. På detta sätt undertrycks alla magnetfält härifrån från nätets belastningsströmmar. Nollsystemet skall givetvis vara förbundet med skyddsledare, d v s jordat, i endast en punkt, vanligen förlagd till transformatorstationens sekundära nollpunkt.

Inom kablarna är skyddsledare ofta anordnad som omspunnet trådhålje eller i form av metallmantel. Detta ändrar givetvis ej på det ovan sagda, enär skyddsledaren ju är i ostörd drift strömlös.

Parallella lågspänningskablar bör om möjligt undvikas, enär risk föreligger att nollströmmen fördelar sig på de parallella nolledarna på ett "felaktigt" sätt. Om parallella kablar ej kan undvikas, bör de utföras sinsemellan exakt lika och förläggas tätt tillsammans.

#### Kontroll av 5-ledarnät

Erfarenheten har visat, att lömska fel ofta uppstår i 5-ledarnät, såväl under själva installationen som sedermera under drift, och detta på sådant sätt att nätets egenskap av 5-ledarnät förvanskas. Det uppträder sålunda i avseende på vagabonderande strömmar som ett 4-ledarnät redan om ett enda fel av någon av följande typer inträffat:

- 1:0 En obehörig hopkoppling av skydds- och nolledare har uppstått.
- 2:0 Skydds- och nolledare har förväxlats i någon punkt.
- 3:0 En belastning har anslutits mellan fas och skyddsledare

Eftersom något sådant fel kan uppstå under ostörd drift på grund av antingen uppkommet isolationsfel inom det normalt strömförande ledningssystemet eller förorsakas av någon olämplig åtgärd, är det ett önskemål att tillståndet kontinuerligt övervakas medelst anordningar för automatisk felsignal samt med möjlighet till snabb felsökning. I det följande beskrivs ett system för dylik övervakning.

För automatisk felsignal insätts i förbandet mellan nolledare och skyddsledare en strömtransformator som över en förstärkare påverkar ett signaldon med larm, lämpligen ingående som element i anläggningens allmänna signaltablå för övertemperaturer, bortfall av fläktar etc. Detta organ fungerar så snart ström av visst lägsta värde flyter i hopkopplingsledningen mellan nolla och skyddsledare, d v s när strömobalans föreligger någonstades i nätet. Denna anordning ger alltså allmänt larm för fel i 5-ledarsystemet.

För felsökning anbringas i vardera av ett lämpligt antal utgående ledningar, exempelvis alla huvudledningar, en kabelströmtransformator omfattande faser plus nolla men ej skyddsledare. I kabel med strömobalans ger denna anordning ström till motsvarande intag i en amperemeteromkopplare, vilken i sin tur via en förstärkare matar ett signaldon. Vid manövrering av omkopplaren erhålles alltså signal för den eller de kablar, där strömobalans föreligger.



I princip är denna övervakningsanordning mycket enkel, men dimensioneringen av de ingående komponenterna erbjuder vissa problem. Sambandet mellan ström och störfält visar, att man kan räkna med störningar redan vid en obalanserad ström växentligt understigande 1A. Detta ställer stora krav på de för felsökning avsedda kabelströmtransformatorerna, vilka ju är av typen med ett enda primärvarv, jämte tillhörande förstärkare. Samtidigt skall hela anordningen, inklusive signalreläet, tåla den vid jordfel uppträdande strömmen; vilken kan uppgå till storleksordningen tusental ampere. Motsvarande gäller för larmanordningen, ehuru strömtransformatorn där kan vara av konventionell typ. Emellertid finns i marknaden en kombination av transformatorer, förstärkare, matningsdon och signaldon, som kan reagera för någon tiondels ampere primärström och samtidigt, med hjälp av ett seriemotstånd, är fullt kortslutningssäker.

En enkel och billig ehuru föga bekväm och snabb ersättning för den ovan beskrivna utrustningen för felsökning kan tänkas, nämligen att anordna anslutningen av varje utgående kabel, som skall ingå i felsökningen, på sådant sätt, att man kan med en tångampereometer, omfatta fasen plus nolla med utelämnande av skyddsledaren.

Slutligen må nämnas att jordfelsbrytare med eller utan brytande funktion är användbar exempelvis för gruppcentraler samt för rum där speciellt noggranna mätningar förekommer.

#### Praktiska erfarenheter

Hittills utförda anläggningar har visat att stor vikt måste läggas vid anvisningar och kontroll av 5-ledarsystemets utförande under installationsarbetet samt även kontrollera systemets funktion vid efterföljande användning. Ett okontrollerat 5-ledarsystem är ej ett fungerande 5-ledarsystem.

Följande är de vanligaste felkällorna:

- 5-ledarsystemet måste förses med övervakningsanläggning. Omfattningen på övervakningsanläggningen är självfallet beroende av elinstallationens storlek. 5-ledarsystem utan övervakning har visat sig ej fungera.
- Apparatskåp för ventilation, värme, kyla, luft etc har egen gruppcentral uppkopplad med förbindning jord och nolla.
- Utländska instrument och apparater har i många fall nolla och jord förbindning antingen direkt eller över något filter.
- Förbindning mellan nolla och plåthölje i armaturer. Interna ledningar kläms fast vid plåt vid armatursammansättningen på fabrik. Vid efterföljande kontroll har inte alltid detta fel iakttagits förrän 5-ledarsystemets övervakningsutrustning indikerat ström till jord.
- Dålig uppföljning vid installation och leverans av elutrustning.

#### Övriga kommentarer

Det skall i detta sammanhang påpekas att lokala åtgärder såsom 5-ledarinstallation inom ett 4-ledarsystem har synnerligen begränsad effekt. Vid lågspänningsmatade byggnader kan servisan-

slutningen utgöra gränsen för sammankoppling 4- resp 5-ledarsystem.

Det må också poängteras att i de fall man i efterhand vill införa 5-ledarsystem på grund av problem med störningar är detta som regel svårt rent praktiskt och dessutom oerhört dyrt. Den höga kostnaden är i första hand förorsakad av de felkällor som finns och som måste lokaliseras och åtgärdas innan systemet fungerar.

I de fall störningar och obalans kan lokaliseras till en huvudkabel finns möjligheten att i denna montera en s k strömsugare.

#### Strömsugare för störningsskydd

För här ifrågakommande tillämpningar är strömsugarens uppgift att antingen i största möjliga omfattning undertrycka vissa skadliga vagabonderande strömmar i skyddsledare, järnkonstruktioner etc, eller att överflytta dessa till nolledare på sådant sätt, att deras fältbildande effekt elimineras genom deras egen magnetiska samverkan med belastningsströmmar i kablers fasledare. Dessa båda typer av strömsugarens användning kommer att illustreras genom de nedan angivna tillämpningsexemplen. Först lämnas emellertid en elementär redogörelse för strömsugarens uppbyggnad och verkningssätt.

Strömsugaren är en typisk serieapparat och består i princip av en transformator kärna med mycket hög permeans, d v s med hög permeabilitet hos järnet och ytterst små luftgap. Avsikten är att summaströmmen i ett visst knippe av ledare skall nedpressas till minsta möjliga storlek, och järnkärnan skall därför omge detta ledarknippe. Om summaströmmen i knippet har ett visst från noll avvikande värde, så uppstår genom magnetisering i kärnan ett flöde, vilket i ledarna inducerar en gemensam enfass emk som enligt Lentz' lag strävar att slå ihjäl sin egen orsak, d v s summaströmmen. Ju högre kärnans permeans är, desto mindre summaström tolererar strömsugaren, allt givetvis för viss antagen elektrisk impedans hos de yttre strömkretsarna.

I princip skulle en strömsugare tydligen kunna utgöras av en laminerad järnring omkring ledarknippen och sålunda helt enkelt motsvara kärnan hos en vanlig kabelströmtransformator, ehuru utan sekundärlindning. I verkligheten fordrar emellertid sund ekonomisk konstruktion, att ledarknippen passerar genom kärnan ett flertal varv, varför strömsugaren till sin uppbyggnad kommer att motsvara en normal enfastransformator. Strömladarnas area bestäms givetvis av de förekommande belastningsströmmarna, medan ledartal, kärnarea m m är bestämda av den avsedda "sugverkan" i betraktande av järnets magnetiska egenskaper.

Vad nu beträffar praktisk tillämpning för bekämpande av magnetiska störningar från vagabonderande strömmar i byggnader, så kan man, såsom tidigare antytts, i första hand betrakta två fall:

Det ena gäller elpannor och andra elvärmeapparater, vanligen av trefas ljusbågstyp, där den elektriska nollpunkten är förbunden med ett jordat hölje. Oundvikliga, mer eller mindre

tillfälliga osymmetrier i belastningsströmmen ger upphov till nollpunktsströmmar, vilka sprider sig som okontrollerbara vagabonderande strömmar även om objektet matas från en i omedelbar närhet uppställd fulltransformator med jordad sekundär nollpunkt. Det gäller då att medelst en strömsugare alstra en sådan emk i kretsen genom nollpunkter, jord och i parallell genom faserna, att nollpunktsströmmen nedtvingsas till oskadligt värde även vid högsta tänkbara osymmetri hos belastningskretsen. Detta fordrar tydligen en strömsugare runt de tre fasledarna mellan transformator och förbrukningsapparat. Ingen nolledare skall passera denna strömsugare.

Det andra fallet gäller sådana vagabonderande strömmar, som vid 4-ledarsystem (eller felkopplat 5-ledarsystem) utgörs av vilsegångna nollströmmar. Om dessa kan återföras till sin rätta hemvist, dvs de egna kablarnas nolledare, så elimineras den magnetiska störverkan från såväl kabel som återgångsströmmar. Detta fordrar en i varje kabel insatt strömsugare som omfattar fyra ledare, nämligen såväl de tre faserna som nollan. Det må emellertid påpekas, att vagabonderande strömmar från exempelvis andra byggnader eller anläggningar ej kan oskadliggöras med denna typ av hjälpmedel.

Strömsugare av de nu nämnda typerna betingar obetydliga merkostnader. Apparatens typeffekt, uttryckt som märkeffekten vid normala magnetiska tätheter hos en enfas fulltransformator med samma materialmängd, uppgår till endast ett fåtal procent av effekten hos den ledning som den betjänar. Rationell dimensionering av en sådan strömsugare fordrar emellertid god kännedom om såväl anläggningens konfiguration som av driftförhållanden och krav på störningsbegränsning, ävensom av egenkaperna hos tillgängligt konstruktionsmateriel. Det sistnämnda torde i regel vara en fråga för strömsugartillverkaren, men det åligger projektören att på grundval av ingående undersökningar av övriga faktorer lämna uppgift om i främsta rummet belastningsström, erforderlig summaströmsreaktens samt högsta tänkbara värde på resulterande summaström.

### Tyristorregulatorer

I kapitlet "Den elektriska installationen" har betydelsen av 4- resp 5-ledarsystemet beskrivits. Vid installation av tyristorstyrda belysningsregulatorer är detta än mer påtagligt.

I 4-ledarnät, där återgångsströmmarna till jord flyter helt okontrollerbart bildas strömslingor, som vid styrvinkelreglering ger upphov till sk "spikar" vilka stör och ibland helt undertrycker det informationsbärande magnetfältet avsett för hörapparater.

För att undgå störningar från tyristorreglerad belysning måste den reglerade anläggningen utföras balanserad. Om 4-ledarsystemet medför sådan obalans att störningar uppkommer måste den tyristorreglerade belysningen anslutas över en fulltransformator. Med 5-ledarsystem uppnår man samma resultat som med angiven fulltransformator.

Störkällor - störavstånd

Vid nybyggnader bör man eftersträva stort avstånd mellan tänkbara stärkällor och störkänsliga lokaler. Vilket avstånd som fordras beror på både den störgenererande apparaturen och till denna hörande installationen. De direktstrålande fälten avtar approximativt som kvadraten på avståndet, medan de ledningsburna störningarnas utbredning är svårare att förutsäga.

De ungefärliga avstånd som behövs mellan olika installationer för att få ringa påverkan genom störning framgår av följande tabell. Avstånden avser minsta längd i meter mellan närmsta del på störande subjekt och störkänsligt objekt, d v s hörapparatens användningsområde. Se fig bilaga 8.

Tabell

STÖRANDE OBJEKT - STÖRKÄNSLIGT UTRYMME

Objekt	Erforderligt avstånd i m	Åtgärd	Anm
Högsäpningakablar	-	Kontrollera ev. strömmar i jordlina	Jordlina kan vara ström- förande från annat system
Lågsäpningakablar, 4-ledarsystem	4-10	Bättre balansering Strömsugare	Se kap "Sammanfattning"
Lågsäpningakablar, 5-ledarsystem	-	Kontroll och övervakning	Se kap "5-ledarsystem"
Krafttransformator	3	Tillräckligt avstånd	
<3 kVA	8	"	
200- 500 kVA	12	"	
500-2000 kVA			
Hsp-ställverk, 10 kv	3	Motströmskoppling	Se kap Ställverk hsp och lsp
200-500 kVA	4	Motströmskoppling	
>500 kVA		Tillräckligt avstånd	
Luftledningar	Se formel sid 21		



Objekt	Erforderligt avstånd i m	Åtgärd	Anm
Lsp-ställverk ≤ 500 kVA 500 ≤ 2000 kVA	8 12	Motströmskoppling "-"	Se kap Ställverk hsp o. lsp
Kanalskenfördelning ≤ 500 A 500 ≤ 1000 A	5 10	Tillräckligt avstånd "	
4-ledarsystem 5-ledarsystem ≤ 500 A 500 ≤ 1000 A	3 5	" "	
Centraler Fördeln. central	3	"	
Gruppcentral	1,5	"	
Trefas asynkronmotor	3	"	
Enfasmotor ≤ 1 kW (kontors- o hushållsmaskiner)	1,5	"	
Värmeapparater Direktverkande radiator Varmvattenack. Golvvärme Takvärme Elbatterier i vent.kanal Spisar	1,0 1,0 - 1,0 1,0 1,0	" " " " " "	Bör ej installeras



Objekt	Erforderligt avstånd i m	Åtgärd	Anm
Tyristorstyrd anläggning Belysning Värmeapparater  Lysrör  Strömbrytare $\leq 10$ A $\geq 10$ A  Likriktare	1-12 1  1,5  1 3  3	Fulltransf.	Fasvinkelstyrd Till- från styrd  Vid ofta förekommande till- och från-slag bör större avstånd tillrättas  Mindre aggregat för nödbel. o. dyl.
Hissar 1-hast.motor 2-hast.motor Hydraul Ward-Leonard Kone-Tac  Teletekniska kommunikationer Personsökare slinga (5-150 kHz)	3 3 3 5 12  -		Bör ej installeras

Inbördes störningar från närliggande hörslingsor

Strömmen genom en hörslinga alstrar självfallet ett fält utanför det önskade hörslingområdet. Detta medför svårigheter vid samtidig användning av hörslingsor som installeras i närheten av varandra. Hittills utförda försök, för att reducera effekten av närliggande lokaler med hörslingsor, har knappast resulterat i någon framgång.

Erfarenheter visar, att nuvarande system med hörtelefonset, portabel teleslinga (kudde eller platta) FM- och HF-slinga samt IR-överföring fortfarande får gälla som de mest säkra och användbara alternativen. Riktvärden för acceptabel överföring mellan slingor bör vara -30--40 dB.

Av figurerna bilaga 15 och bilaga 16 framgår fältets spridning för hörslinga i lägenhet resp klassrum.

## REFERENSER

Fredrik Dahlgren: Skydd mot elektrostatiska och elektromagnetiska störningar i sjukhus. ERA 1967.

Störningar från tyristorvariatorer på distributionsnät. SVENSKA ELVERKSFÖRENINGENS HANDLINGAR 1969 NR 2.

Håkan Sjögren/Sven-Erik Jalmell: Signalanpassung bei der induktiven Schallübertragung mit Hörgeräten 1967.

SC Dalsgaard: Field distribution inside rectangular induction loops.

Störningar vid elektromedicinska mätningar - en orientering. SPRI RAPPORT 9/71.

M. Kringlebotn: Dimensjonering av slyngaanlegg 1975. Bruk av høreapparatets telespole 1975.

Hörseltekniska hjälpmedel. HANDIKAPPINSTITUTET:

Rolf Ingelstam: Trådlös ljudöverföring 1976.

Gunnar Lidén: Audiologi 1975.

Knud Børrild: The induction loop and its possibilities.

Arne Gustavsson: Teknisk-audiologisk översikt för Birgittaskolan läsåret 1968-69. NORDISK TIDSKRIFT FÖR DÖVUNDERVISNING.

Gunnar Eng: Tyrestorstörningar - och några sätt att motverka dem.

Figurerna i rapporten är hämtade ur:

Gunnar Lidén: Audiologi 1975.

Störningar från tyristorvariatorer på distributionsnät.

Svenska Elverksföreningens Handlingar 1969 nr 2.

Mätningar på kraftledning har utförts på Sydkrafts distributionsnät.



Publication C.I.S.P.R. 9

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE**

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

**COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES****INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION**

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

**INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE****C.I.S.P.R.**

Publication 9

Troisième édition — Third edition

1976

---

**Limites de perturbations radioélectriques et de courants de fuite  
selon le C.I.S.P.R. et les règles nationales****Section un: Limites de perturbations radioélectriques selon le C.I.S.P.R.  
et recueil des limites nationales****Section deux: Valeurs maximales admissibles des courants de fuite et valeurs limites  
de capacité et d'énergie des condensateurs d'antiparasitage**

---

**Limits of radio interference and leakage currents according to C.I.S.P.R.  
and national regulations****Section One: C.I.S.P.R. limits of radio interference and report  
of national limits****Section Two: Maximum permissible values of leakage currents and limiting values of capacitance  
and energy for radio interference suppression capacitors**

---



Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé  
Genève, Suisse

## Autres publications du C.I.S.P.R.

- C.I.S.P.R. 1 Spécification de l'appareillage de mesure C.I.S.P.R. pour les fréquences comprises entre 0,15 MHz et 30 MHz. (1972)
- C.I.S.P.R. 1A Premier complément à la Publication 1 du C.I.S.P.R. (1972). (1975)
- C.I.S.P.R. 2 Spécification de l'appareillage de mesure C.I.S.P.R. pour les fréquences comprises entre 25 MHz et 300 MHz. (1975)
- C.I.S.P.R. 3 Spécification de l'appareillage de mesure C.I.S.P.R. pour les fréquences comprises entre 10 kHz et 150 kHz. (1975)
- C.I.S.P.R. 4 Spécification de l'appareillage de mesure C.I.S.P.R. pour les fréquences comprises entre 300 MHz et 1000 MHz. (1967)
- C.I.S.P.R. 4A Premier complément à la Publication 4 du C.I.S.P.R. (1967). (1975)
- C.I.S.P.R. 5 Appareils de mesure des perturbations radio-électriques comportant un détecteur autre qu'un détecteur de quasi-crête. (1967)
- C.I.S.P.R. 6 Spécification pour un voltmètre de mesure des perturbations à audiofréquences. (1976)
- C.I.S.P.R. 7 Recommandations du C.I.S.P.R. (1969)
- Modification N° 1 (1973).
- C.I.S.P.R. 7A Premier complément à la Publication 7 du C.I.S.P.R. (1969). (1973)
- C.I.S.P.R. 7B Deuxième complément à la Publication 7 du C.I.S.P.R. (1969). (1975)
- C.I.S.P.R. 8 Rapports et Questions à l'étude du C.I.S.P.R. (1969)
- Modification N° 1 (1973).
- C.I.S.P.R. 8A Premier complément à la Publication 8 du C.I.S.P.R. (1969). (1973)
- C.I.S.P.R. 8B Deuxième complément à la Publication 8 du C.I.S.P.R. (1969). (1975)
- C.I.S.P.R. 10 Organisation, règles et procédures du C.I.S.P.R. (1976)
- C.I.S.P.R. 11 Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à haute fréquence (à l'exclusion des appareils de diathermie chirurgicale) relatives aux perturbations radioélectriques. (1975)
- C.I.S.P.R. 12 Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des systèmes d'allumage de véhicules à moteur et autres engins relatives aux perturbations radioélectriques. (1975)
- C.I.S.P.R. 13 Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des récepteurs de radiodiffusion et des récepteurs de télévision aux perturbations radioélectriques. (1975)
- C.I.S.P.R. 14 Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des appareils électrodomestiques, des outils portatifs et des appareils électriques similaires relatives aux perturbations radioélectriques. (1975)
- C.I.S.P.R. 15 Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des lampes à fluorescence et des luminaires relatives aux perturbations radioélectriques. (1975)

## Other C.I.S.P.R. publications

- C.I.S.P.R. 1 Specification for C.I.S.P.R. radio interference measuring apparatus for the frequency range 0.15 MHz to 30 MHz. (1972)
- C.I.S.P.R. 1A First supplement to C.I.S.P.R. Publication 1 (1972). (1975)
- C.I.S.P.R. 2 Specification for C.I.S.P.R. radio interference measuring apparatus for the frequency range 25 MHz to 300 MHz. (1975)
- C.I.S.P.R. 3 Specification for C.I.S.P.R. radio interference measuring apparatus for the frequency range 10 kHz to 150 kHz. (1975)
- C.I.S.P.R. 4 C.I.S.P.R. measuring set specification for the frequency range 300 MHz to 1000 MHz. (1967)
- C.I.S.P.R. 4A First supplement to C.I.S.P.R. Publication 4 (1967). (1975)
- C.I.S.P.R. 5 Radio interference measuring apparatus having detectors other than quasi-peak. (1967)
- C.I.S.P.R. 6 Specification for an audio-frequency interference voltmeter. (1976)
- C.I.S.P.R. 7 Recommendations of the C.I.S.P.R. (1969)
- Amendment No. 1 (1973).
- C.I.S.P.R. 7A First supplement to C.I.S.P.R. Publication 7 (1969). (1973)
- C.I.S.P.R. 7B Second supplement to C.I.S.P.R. Publication 7 (1969). (1975)
- C.I.S.P.R. 8 Reports and Study Questions of the C.I.S.P.R. (1969)
- Amendment No. 1 (1973).
- C.I.S.P.R. 8A First supplement to C.I.S.P.R. Publication 8 (1969). (1973)
- C.I.S.P.R. 8B Second supplement to C.I.S.P.R. Publication 8 (1969). (1975)
- C.I.S.P.R. 10 Organization, rules and procedures of the C.I.S.P.R. (1976)
- C.I.S.P.R. 11 Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment (excluding surgical diathermy apparatus). (1975)
- C.I.S.P.R. 12 Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of ignition systems of motor vehicles and other devices. (1975)
- C.I.S.P.R. 13 Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of sound and television receivers. (1975)
- C.I.S.P.R. 14 Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of household electrical appliances, portable tools and similar electrical apparatus. (1975)
- C.I.S.P.R. 15 Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of fluorescent lamps and luminaires. (1975)



:4 **PLANVERKETS BESTÄMMELSER OCH KOMMENTARER M M**  
 :41 **INNEHÅLL**

Planverkets tillämpningsbestämmelser till byggnadsstadgan – Svensk byggnorm, SBN – innehåller dels föreskrifter jämlikt 76 § 1 mom BS, dels råd och anvisningar jämlikt 2 mom samma paragraf.

I anslutning till bestämmelserna publiceras kommentarer.

*Föreskrifter* innehåller krav baserade på byggnadsstadgan och är bindande såväl för de byggande som för byggmyndigheterna. Föreskrifter, som är av icke, oväsentlig ekonomisk betydelse eller som av annan orsak är av större vikt, skall för att bli gällande fastställas av regeringen.

*Råd och anvisningar* innehåller främst exempel på lösningar m m, som bedömts uppfylla föreskrifternas krav, godtagna verifikationsmetoder (beräknings- och provningsmetoder m m) och godtagna förutsättningar (material-egenskaper, arbetsutförande m m). Råden och anvisningarna är icke bindande för den byggande och får därför inte ställas som villkor för byggnadslov eller annat godkännande. Anvisningarnas exempel på konstruktioner m m skall godtas av byggnadsnämnd.

För produkter, konstruktioner, metoder m m som efter prövning av planverket bedöms uppfylla kraven i byggnadsstadgan och Svensk byggnorm meddelar verket *typgodkännanden*.

*Kommentarer till Svensk byggnorm* innehåller motiveringar, förklaringar, litteraturhänvisningar m m.

KAPITEL 75

**SAMLINGSLOKALER**

SBN 1975 **75:1**

:0 **INLEDNING**

Med samlingslokal avses här varje samlingshall eller grupp av samlingsrum med gemensam utrymningsväg avsedd för möten eller sammankomster av allmän eller enskild natur för fler än sammanlagt 150 personer eller med större sammanlagd yta än 120 m<sup>2</sup>.

I begreppet samlingslokal innefattas förutom samlingshallar och samlingsrum även studielokaler, hörsalar, aulor vid undervisningsanstalter, kyrkor, församlingshallar, lokaler för fritidssysselsättningar, sporthallar, danshallar, restauranglokaler, varuhus och andra detaljhandelsanläggningar, biografteater, konsertsalar och cirkuslokaler.

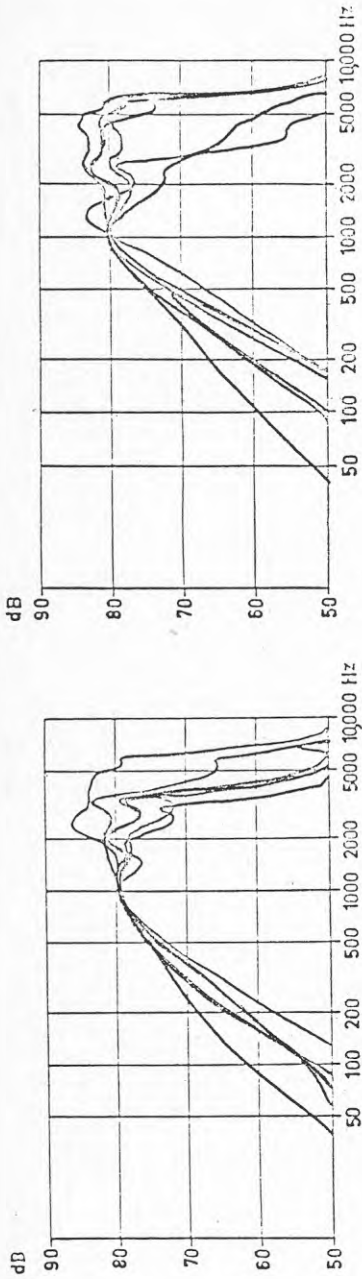
Byggnad för samlingslokaler kan exempelvis utgöras av medborgarhus, ordenshus, folkets hus, bygdegård eller studiehem.

I byggnad, som inrymmer flera samlingslokaler, är *huvudlokal* den samlingshall som rymmer största antalet personer eller är avsedd för största antalet åskådare. I vissa fall kan flera huvudlokaler förekomma i samma byggnad, t ex biograflokal och danslokal eller stor och liten konsertsal. I sådant fall gäller vad i bestämmelserna sägs om huvudlokal för samtliga de lokaler som från användningssynpunkt är att anse som huvudlokaler. *Bilokal* är mindre sal eller motsvarande, avsedd att användas separat eller tillsammans med huvudlokal, exempelvis liten möteshall, foajé, studiecirkelrum, biblioteksrum. *Biutrymme* är kompletterande utrymme använt tillsammans med huvudlokal eller bilokal, exempelvis kapprum, förrum, klosettrum, kaffekök och liknande utrymmen.

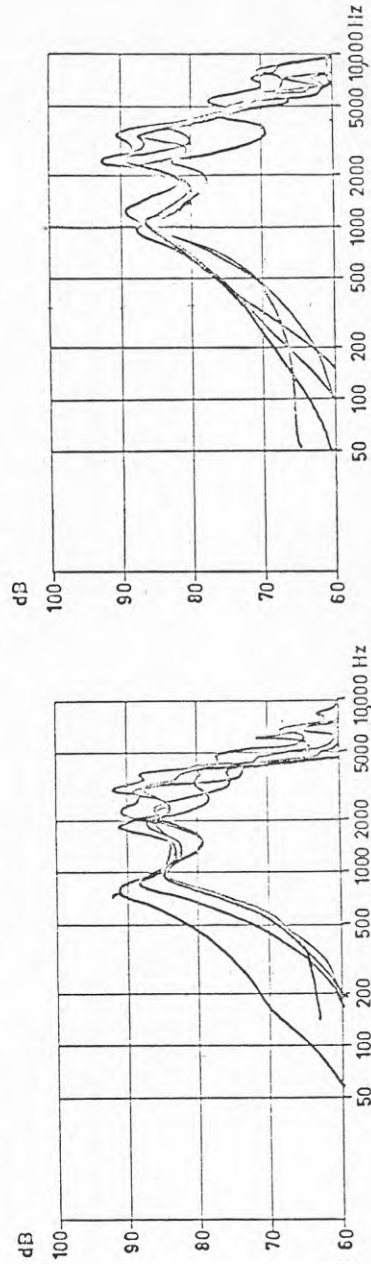
:1 **ALLMÄNT**

:11 **TILLGÄNGLIGHET**

Samlingslokal i vilken högtalaranläggning installeras, t ex biograf, teater, kyrka och hörsal, förses med teleslinga.



Figur. Frekvenskurvor för 12 modeller av kroppsburna hörselapparater i telespoleläge, mätt i IEC 2 cm<sup>2</sup>-coupler.



Figur. Frekvenskurvor för 10 modeller av huvudburna hörselapparater i telespoleläge, mätt i IEC 2 cm<sup>2</sup>-coupler.

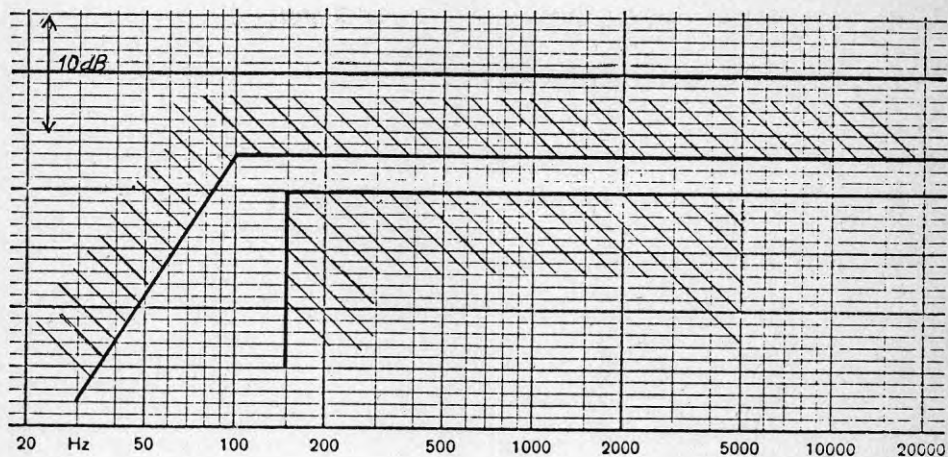


Fig Fält i rummet exkl. ev. bashöjning  
Frekvenskurva med toleranser

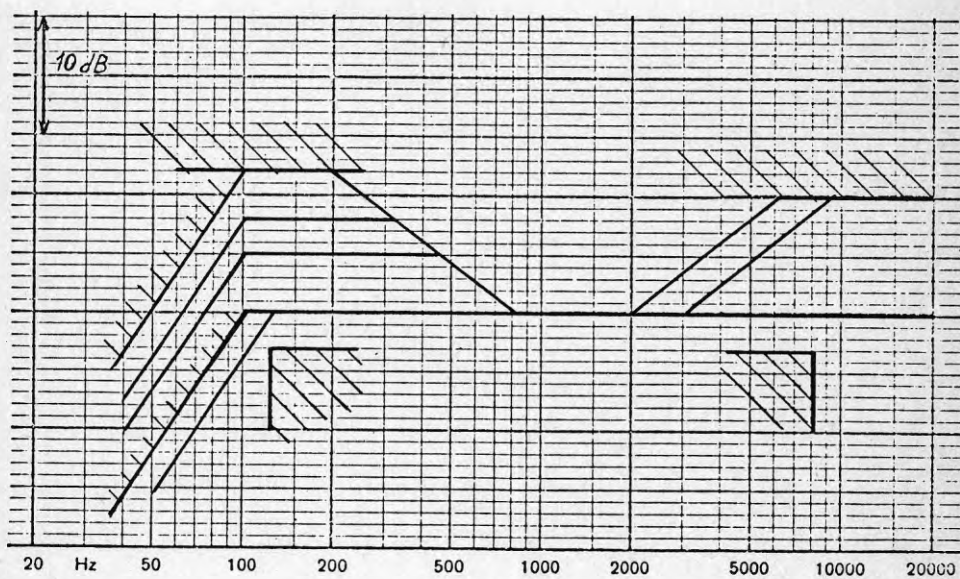
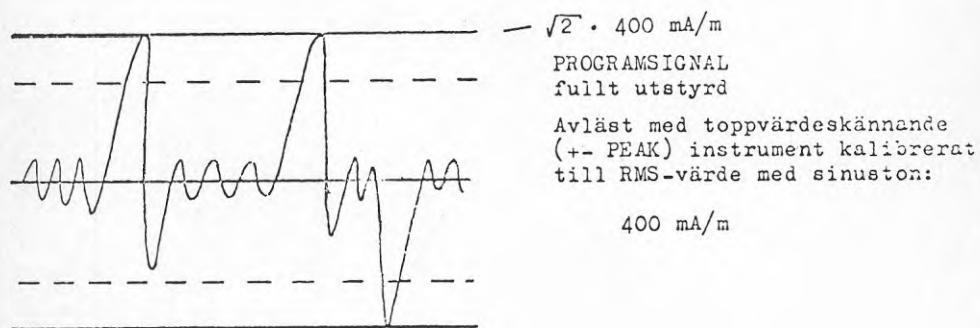
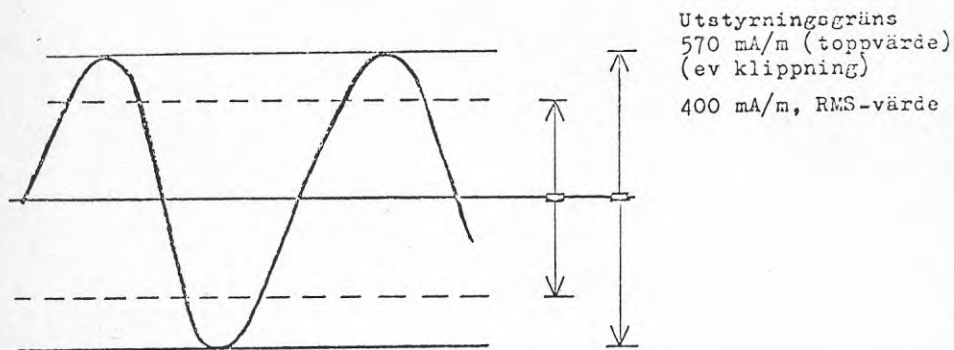
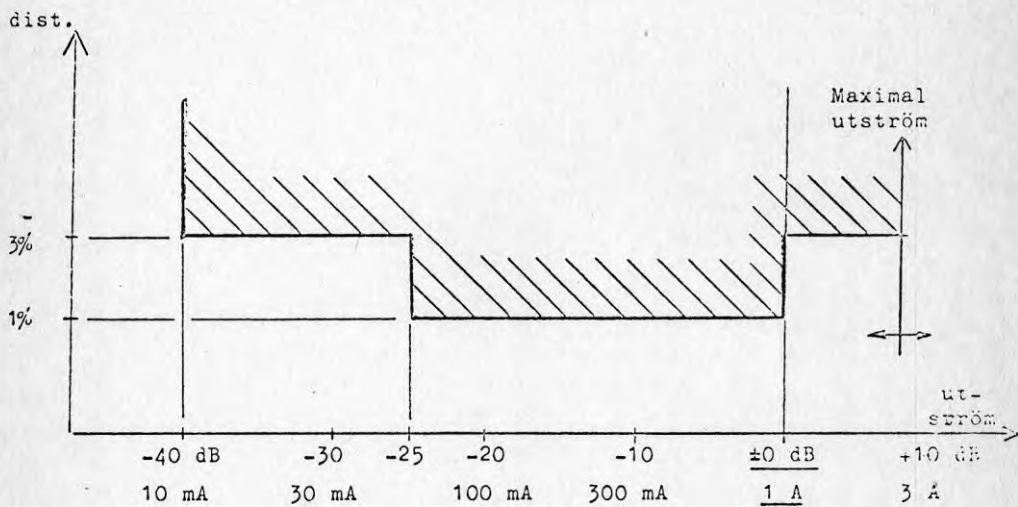
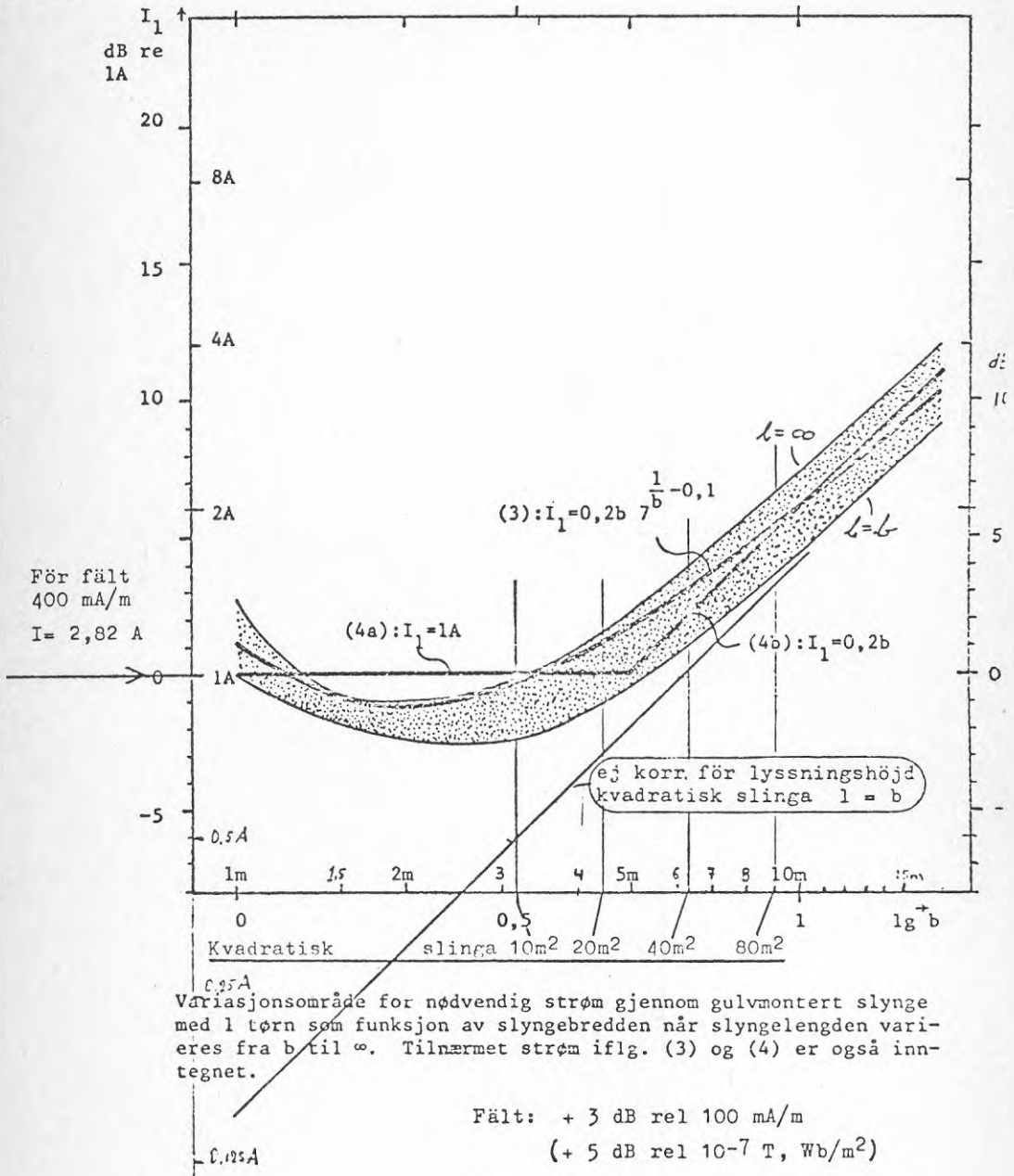


Fig Frekvenskurvor i slingförstärkare



GRÄNSVÄRDEN DISTORSION





Fält (dB rel 100 mA/m)	100 mA/m (± 0 dB)	316 mA/m (+10 dB)	400 mA/m (+12 dB)
slinga 1 varv	ström A dB rel 1A	ström A dB rel 1A	ström A dB rel 1A
10m <sup>2</sup>	0.53 - 5.5 dB	1.68 + 4.5 dB	2.11 + 6.5 dB
20m <sup>2</sup>	0.63 - 4.0 dB	2.0 + 6.0 dB	2.5 + 8.0 dB
40m <sup>2</sup>	0.80 - 2.0 dB	2.5 + 8.0 dB	3.16 + 10.0 dB
80m <sup>2</sup>	1.06 + 0.5 dB	3.35 + 10.5 dB	4.2 + 12.5 dB
slinga 2 varv			
10m <sup>2</sup>	0.27 - 11.5 dB	0.84 - 1.5 dB	1.06 + 0.5 dB
20m <sup>2</sup>	0.32 - 10.0 dB	1.0 ± 0.0 dB	1.26 + 2.0 dB
40m <sup>2</sup>	0.40 - 8.0 dB	1.26 + 2.0 dB	1.59 + 4.0 dB
80m <sup>2</sup>	0.53 - 5.5 dB	1.68 + 4.5 dB	2.11 + 6.5 dB

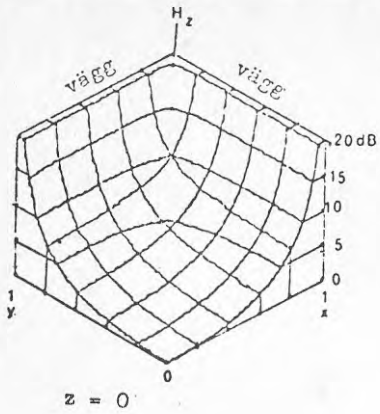
Tabell

Erforderlig slingström (ampère, RMS) för att erhålla en fältstyrka 100-400 mA/m.

Kvadratisk slinga 10-80m<sup>2</sup> golvyta, 1 och 2 varv.

Lyssningshöjd 1m över slinga.

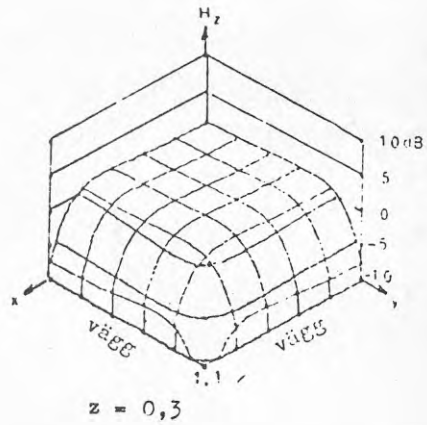
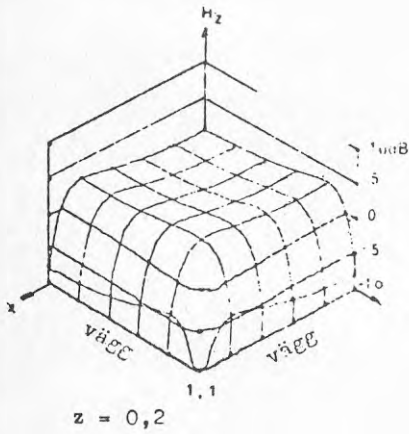
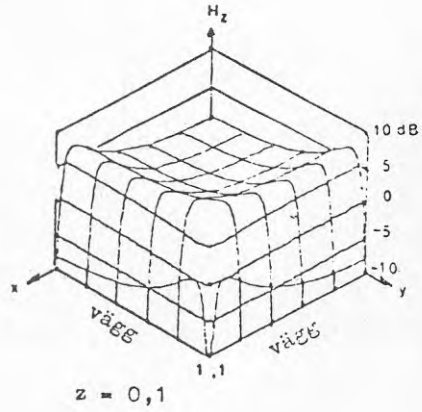
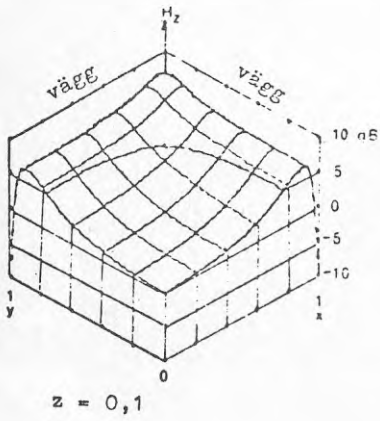
Anm.: Rektangulär slinga med förhållande mellan sidorna 1:2 har ett något lägre behov av ström (0-1 dB).

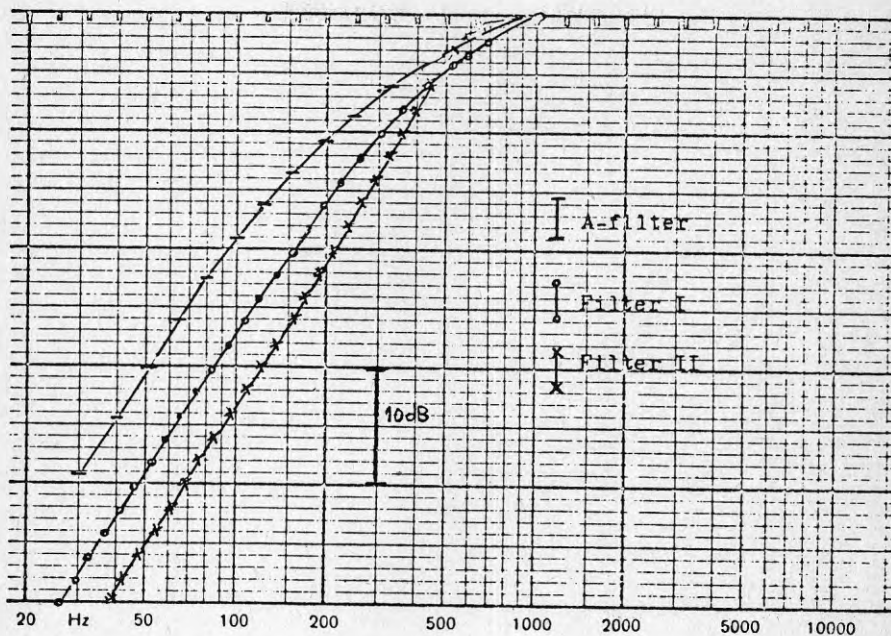


Figur

Square loop.

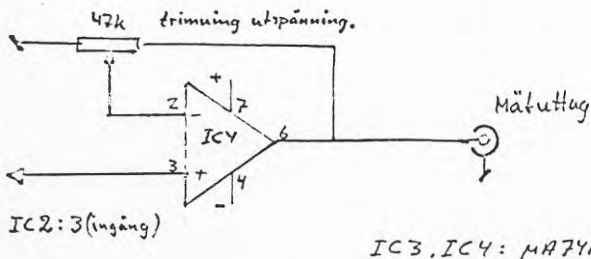
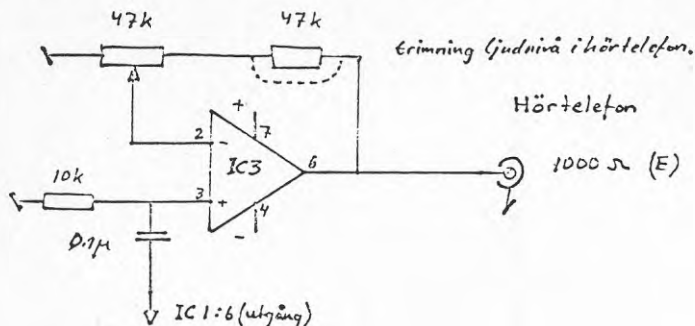
The function  $\Pi = 20 \cdot \log \frac{H_z(x, y, z, z_0)}{H_z(0, 0, z_0)}$





Figur Vagningsfilter för störnivå.  
Hörslingor.

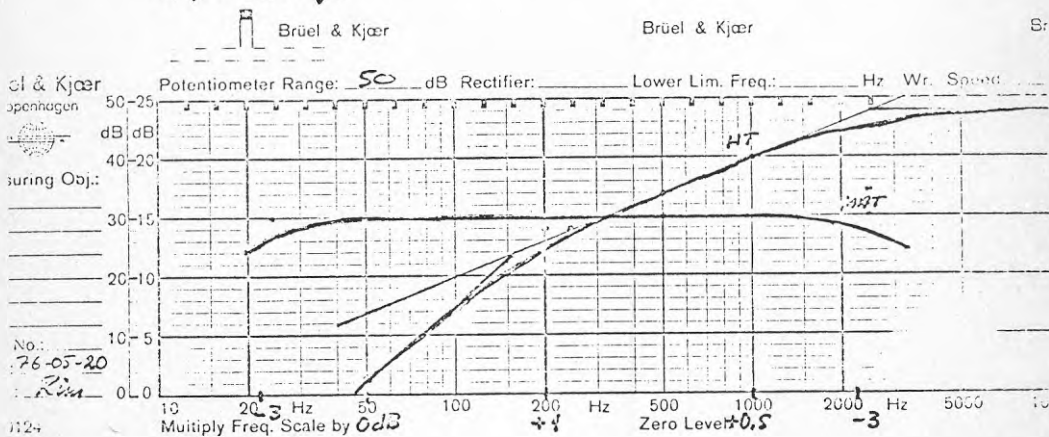
Hörtelefon och mätuttag till ZEISS SFM 3



Full skala 100, 10, 1 mGauss = 100, 10, 1  $\times 10^{-2}$  T ( $Wb/m^2$ )

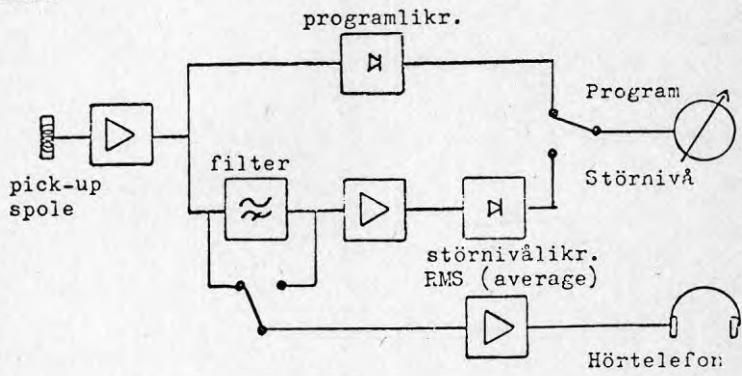
kalibrerad med 50Hz till RMS-värde för sinus-ton.  
ömrådet 100-1000Hz  $\approx$  7dB  
högre utslag.

= +38, +18, -2 dB rel. 100mA/m  
= 8A/m, 0,8A/m, 80 mA/m

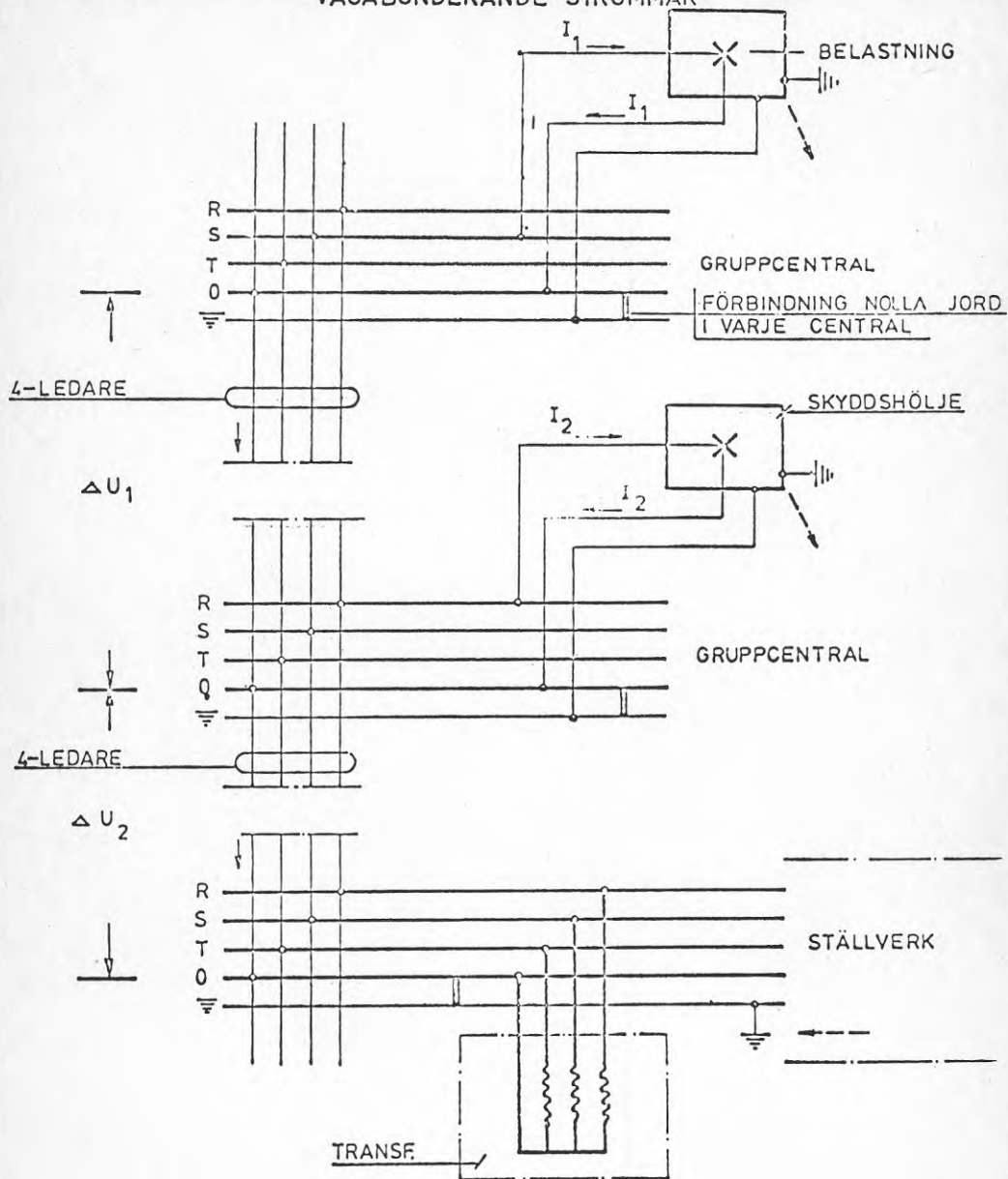


Figur

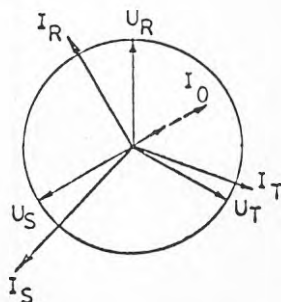
## F Ä L T S T Y R K E M E T E R



## OBALANS I KABEL VAGABONDERANDE STRÖMMAR



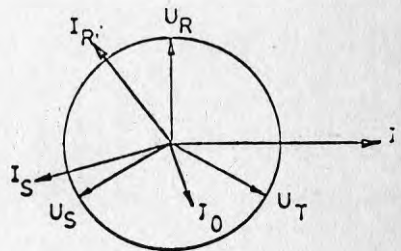
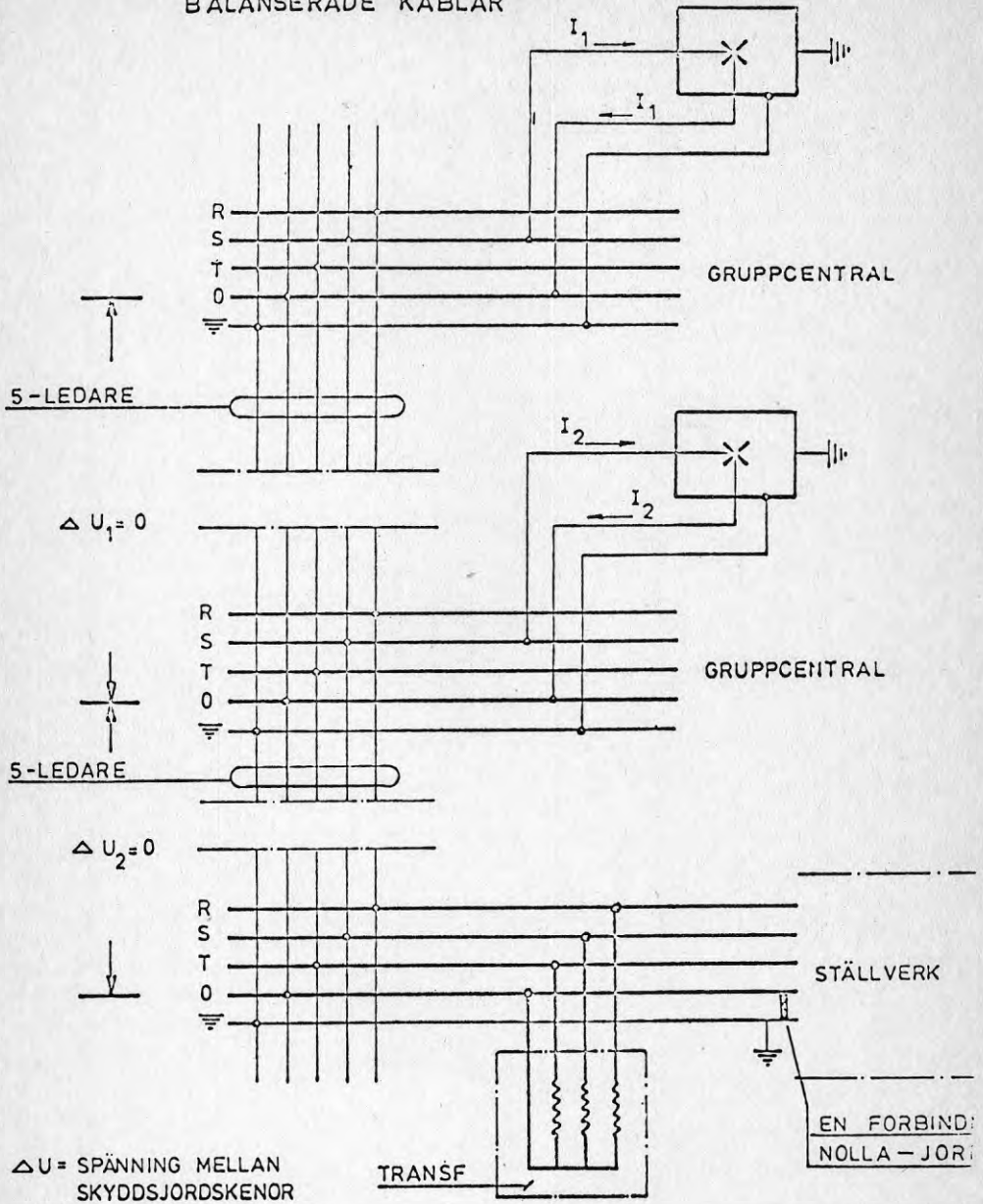
$\Delta U =$  SPÄNNING MELLAN  
SKYDDSJORDSKENOR





# 5-LEDARESYSTEM

EKVIPOIENTIELL INSTALLATION I HELA BYGGNADEN  
BALANSERADE KABLAR



-34,9 ○	-39,5 ○	-51,7 ○	-78,9 ○	-69,6 ○
-28,7 ○	-35,7 ○	-55,6 ○	-63,4 ○	-63,3 ○
-20,7 ○	-32,7 ○	-56,6 ○	-54,8 ○	-59,4 ○
-10,5 ○	-39,8 ○	-42,4 ○	-50,3 ○	57,0 ○
0 ○	-18,7 ○	-35,7 ○	-48,3 ○	-55,9 ○
- 2,9 ○	-24,7 ○	-38,5 ○	-48,7 ○	-56,1 ○
-14,2 ○	-33,7 ○	-45,5 ○	-51,5 ○	-57,6 ○
-23,6 ○	-33,4 ○	-80,3 ○	-57,0 ○	-60,5 ○
-30,9 ○	-36,9 ○	-53,4 ○	-68,7 ○	-65,1 ○

Fig. Vertikalt fält-nivå mitt i närliggande rum och 1 meter över golvet, i dB re till fältet i rummet med hörslinga.  
Rumsstorlek: 6 x 6 x 3 meter.

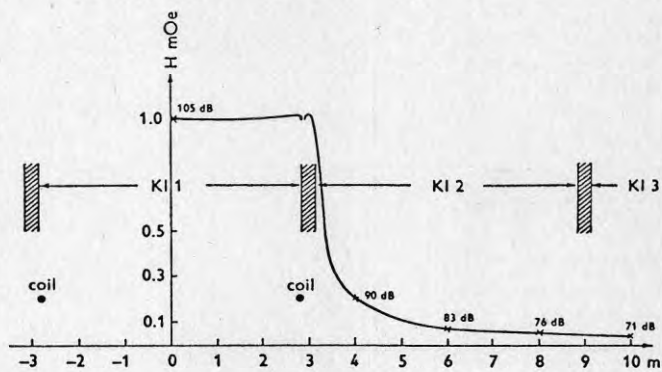


Fig. 4.

Fig. Vertikla fält-nivå i 3 st närliggande klassrum  
 $1,0 \text{ m } O_e = 0,08 \text{ A/m}$

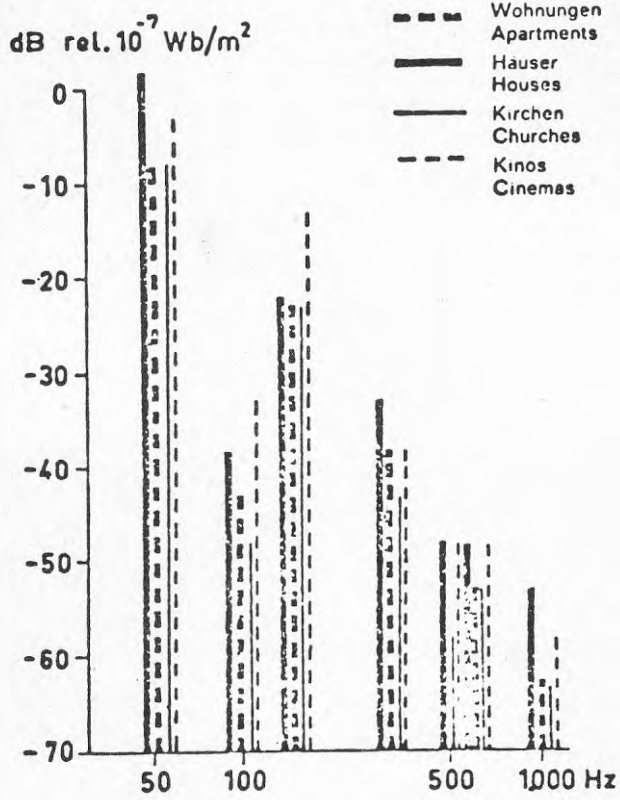


Fig. Induction stray field level as a function of frequency

**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag  
781018-7 från Statens råd för byggnadsforskning  
till Elektriska Prövningsanstalten AB, Malmö.**

**R92: 1980**

**ISBN 91-540-3291-1**

**Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm**

**Art.nr: 6700192**

**Abonnemangsgrupp:  
Y. Byggnadsfunktion**

**Distribution:  
Svensk Byggtjänst, Box 7853  
103 99 Stockholm**

**Cirka pris: 30 kr exkl moms**