

Bang & Olufsen

**MÅLETEKNIK 3**  
FM RADIOMODTAGERE



Tekniske data for radiomodtagere har været brugt gennem mange år for at give mulighed for en objektiv sammenligning mellem forskellige modeller og fabrikater.

Imidlertid har sådanne måledata kun værdi, hvis de er målt efter samme norm og målebetingelser.

Bang & Olufsen benytter hovedsagelig DIN 45 500 som udgangspunkt for målemetoder og mindstekrav.

Ønskes en nærmere uddybning af målebetingelserne og Hi-Fi normen henvises til de originale DIN normblade, der udstedes af

DANSK STANDARDISERINGSRÅD

Arehøjvej 12

2900 Hellerup

MÅLETEKNIK 3 omhandler målinger af tekniske data i praksis på FM radiomodtagere, ifølge DIN 45 500.

Stoffet er alment orienterende og er beregnet til målinger på alle FM radiomodtagere med FM stereodekoder efter pilottonesystemet, og med 2 kanal stereoforstærker.

Der findes andre målenormer end DIN, f. eks. de amerikanske FTC og IHF normer for henholdsvis udgangsforstærkere og FM tunere.

Imidlertid har vi valgt at afgrænse den følgende gennemgang til alene at omfatte DIN, fordi denne norm på nuværende tidspunkt er den mest benyttede i Europa.

**DIN 45 500**

DIN 45 500 blad 8 omhandler en række mindstekrav til kombinerede apparater, FM modtagerdel og forstærkerdel, som skal være opfyldt for at kunne benytte benævnelsen high-fidelity.

På nuværende tidspunkt er DIN 45 500 blad 8 dateret august 1974. Der må derfor tages forbehold overfor eventuelt nye udgaver med ændrede målebetingelser og minimumskrav.

DIN 45 500  
mindstekrav

**Forstærkerdel**

1.	Sinuseffekt	$2 \times > 6$ watt
2.	Harmonisk forvrængning	$\leq 1$ %
3.	Effektbåndbredde	ingen krav
4.	Frekvensområde $\pm 1,5$ dB	$\geq 40 - 16.000$ Hz
5.	Intermodulation	$\leq 3$ %
6.	Dæmpningsfaktor	$\geq 3$
7.	Signal/støjforhold	$\geq 50$ dB (20 W)
8a.	Kanaladskillelse 1000 Hz	$\geq 40$ dB
8b.	Kanaladskillelse 250 – 10.000 Hz	$\geq 26$ dB
9a.	Indgangsfølsomhed lavohm	$\leq 5$ mV/47 kohm
9b.	Indgangsfølsomhed højohm	$\leq 500$ mV/470 kohm
10.	Udgangsspænding	0,1 – 2 mV/per kohm

**FM modtagerdel**

11a.	Signal/støjforhold lineært	$\geq 44$ dB (20 W)
11b.	Signal/støjforhold vejet	$\geq 50$ dB (20 W)
12.	Frekvensområde $\pm 4,5$ dB	40 – 12.500 Hz
13.	Harmonisk forvrængning	$\leq 2,5$ %
14a.	Kanaladskillelse 250 – 6300 Hz	$\geq 22$ dB
14b.	Kanaladskillelse 6300 – 10.000 Hz	$\geq 14$ dB
15a.	Undertrykkelse af pilottone 19 kHz	$\geq 25$ dB
15b.	Undertrykkelse af bærebølge 38 kHz	$\geq 31$ dB
16.	FM følsomhed 46 dB stereo	skal angives

**Måleinstrumenter**

At kunne måle korrekt kræver egnet måleudstyr.

Forst og fremmest skal målebetingelserne i DIN normen være opfyldt, så de rigtige forudsætninger er til stede.

Endvidere må det aldrig være måleinstrumenterne, der sætter grænsen for de måleværdier, der kan opnås.

Mange moderne radiomodtagere har måledata, der er langt bedre end mindstekravene i DIN 45 500. Hvis man ønsker

at kontrollere de data, som fabrikanterne af sådanne apparater angiver, kræves der ofte ret kostbare måleinstrumenter, som ikke alle serviceværksteder eller laboratorier råder over.

I den følgende oversigt har vi opstillet kravene i to kolonner. De fleste måleinstrumenter befinder sig et sted mellem disse yderpunkter.

Måleinstrument	Krav for måling af overholdelse af DIN 45 500	Yderligere krav for måling af bedste aktuelle specifikationer
<b>TONEGENERATOR</b>		
Frekvensområde	20 – 20.000 Hz	10 – 100.000 Hz
Forvrængning 1000 Hz	< 0,2 %	< 0,01 %
Udgangsspænding	1 mV – 1 V	1 mV – 1 V
<b>FM MÅLESENDER</b>		
Frekvensområde	87 – 108 MHz	87 – 108 MHz
Frekvenssving	± 40 kHz	0 – ± 75 kHz
Modulation frekv. område	1000 Hz	0 – 15.000 Hz
Modulation forvrængning	< 0,5 %	< 0,1 %
Signal/støjforhold	> 55 dB	> 80 dB
Kalibreret attenuator	1 µV – 10 mV EMK	0,5 µV – 2 V EMK
Forbetoning		50 µS, 75 µS
Udgangsimpedans	75 ohm	75 ohm
<b>STEREOGENERATOR</b>		
Frekvensområde	94 MHz	87 – 108 MHz
Frekvenssving	± 40 kHz	0 – ± 75 kHz
Pilot frekvenssving	8 %	1 – 10 %
Modulationsfrekvens	250 – 10.000 Hz	20 – 15.000 Hz
Signal/støjforhold	> 55 dB	> 80 dB
Kalibreret attenuator	1 µV – 10 mV EMK	0,5 µV – 10 mV EMK
Udgangsimpedans	75 ohm	75 ohm
<b>FORVRÆNGNINGSMETER</b>		
Frekvensområde	20 – 20.000 Hz	10 – 100 kHz
Forvrængningsområde	0,1 – 10 %	0,01 – 10 %
<b>LF-WATTMETER</b>		
Belastningsimpedans	4 ohm	4 ohm, 8 ohm
Belastningseffekt	10 nW – 30 W	1 nW – 100 W
Frekvensområde	20 – 20.000 Hz	10 – 100.000 Hz
Filter	DIN 45 405 (Geräusch., Fremdsp. 19 kHz)	DIN 45 405 (Geräusch., Fremdsp. 19 kHz)
		IEC 179, incl. DIN 45 633 (A-kurve)
<b>AC VOLTMETER</b>		
Frekvensområde	10 mV – 300 V	1 mV – 300 V
Filter	20 – 20.000 Hz	10 – 100.000 Hz
Art/tidskonstant	Middelværdi	Middel/effektivværdi

**Belastningsimpedans**

I den følgende gennemgang med måleopstillinger og beregninger er der forudsat, at belastningsmodstanden/højttalerimpedansen er 4 ohm.

Ved målinger på radiomodtagere eller forstærkere for 8 ohms belastning må der benyttes et wattmeter, der er omstilbart eller konstrueret til 8 ohm.

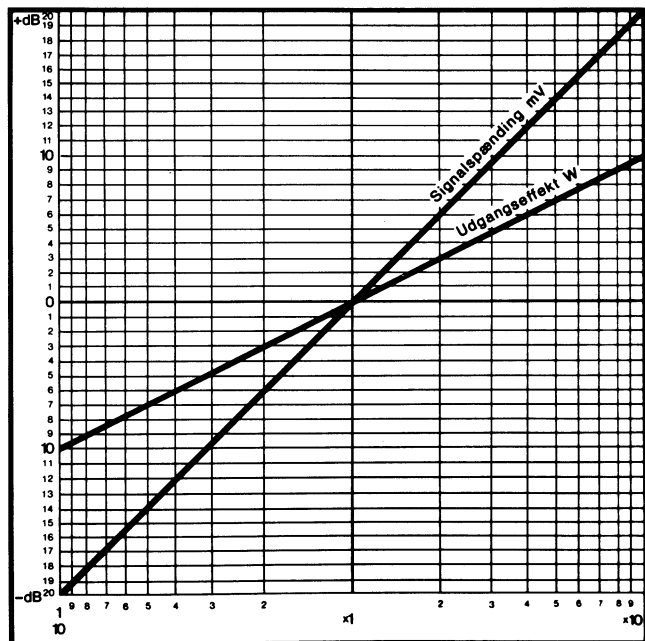
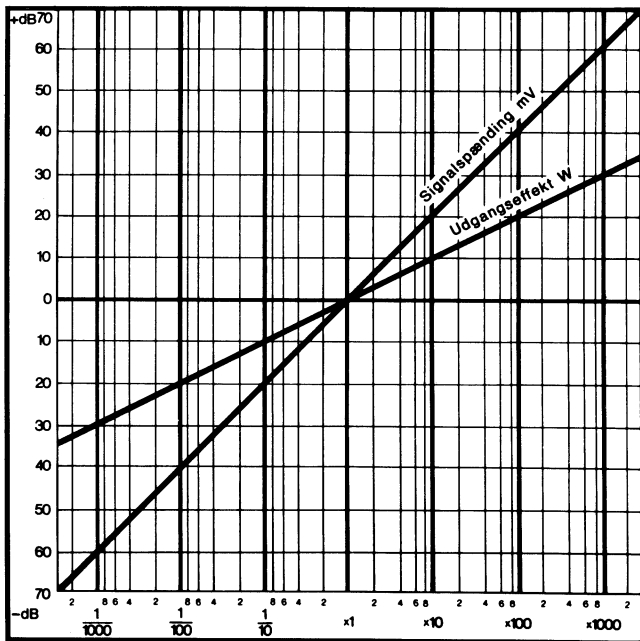
**Netspænding og temperatur**

Ifølge DIN 45 500 skal netspændingen under målingerne være 220 volt  $\pm$  2,2 volt, og omgivelsestemperaturen mellem 15 og 35° C.

**Indgang**

Ved alle målinger, der kræver lineær indgangskarakteristik, benyttes båndoptagerindgang.

Pick-up indgang benyttes kun under måling af følsomhed.

**Decibel**

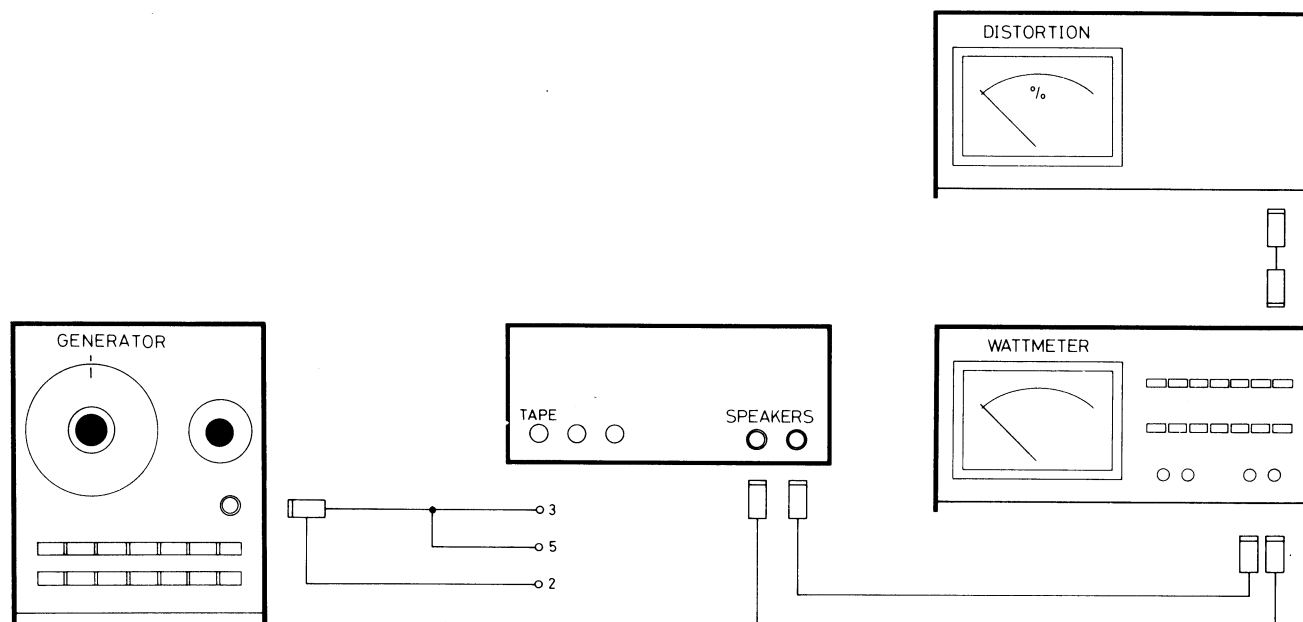
Forholdet mellem dB og signalspænding eller udgangseffekt.

## 1. SINUSEFFEKT

Sinuseffekten er den udgangseffekt, forstærkeren kan yde i to kanaler samtidig ved 1000 Hz sinusspænding, i mindst 10 minutter og uden at den harmoniske forvrængning overstiger den værdi, der er angivet for apparatet.

Tallene for sinuseffekt og harmonisk forvrængning må derfor betragtes i sammenhæng. For et givet apparat kan der principielt være anført enten en moderat udgangseffekt og en lav forvrængning, eller en højere udgangseffekt og en højere forvrængningsgrad.

DIN 45 500 kræver mindst 2 x 6 watt sinuseffekt.



En tonegenerator sluttes til TAPE indgangen på radiomodtageren, begge kanaler, ben 3 og 5.

Wattmeter sluttes til begge kanalers højttalerstik L og R. De to udgangsforstærkere skal være korrekt belastet med en modstand, der svarer til den angivne højttalerimpedans.

Distortion meter sluttes til samtidig (eventuel stikdåse på bagsiden af wattmeteret).

Radiomodtageren stilles på TAPE med fuldt opdrejet volumen, og bas og diskant i midterstilling.

Tonegeneratoren stilles på 1000 Hz, og dens udgangssignal øges, indtil der på wattmeteret aflæses den udgangseffekt,

der er angivet for radiomodtageren. Distortion meteret indstilles og aflæses, og generatorens output varieres, indtil den angivne værdi for harmonisk forvrængning kan aflæses på distortion meteret.

Udgangseffekten aflæses på wattmeteret for hver kanal.

Radiomodtageren skal kunne holde disse måledata i mindst 10 minutter. Sørg for normale ventilationsforhold under målingen, men uden at aftage kabinetsdele.

(Måling af musikeffekt vil ikke blive gennemgået i dette hæfte. Ifølge DIN 45 500 må værdien for musikeffekt kun anføres samtidig med sinuseffekten, og der er intet minimumskrav).

## 2. HARMONISK FORVRÆNGNING

Harmonisk forvrængning er et udtryk for, i hvor høj grad en forstærker føjer overtoner – harmoniske – til grundtonen.

DIN 45 500 tillader højst 1 % harmonisk forvrængning.

Måles ved 1000 Hz ved den angivne sinuseffekt, og skal kunne overholdes indtil 26 dB under denne sinuseffekt, dog ikke under 2 x 50 mW. Endvidere skal forvrængningsgraden kunne overholdes i frekvensområdet 40 – 12.500 Hz, ved en nedregulering på højst 3 dB fra den angivne sinuseffekt (effektbåndbredde).

Måleopstillingen svarer til måling af sinuseffekt. Med begge kanaler belastet tilføres 1000 Hz fra tonegeneratoren, og dennes udgangssignal øges, indtil der på wattmeteret aflæses den sinuseffekt, som gælder for radiomodtageren.

Den harmoniske forvrængning aflæses på distortion meteret.

Tonegeneratorens signal dæmpes 3 dB, aflæst på wattmeteret, og forvrængningen måles ved 40 og 12.500 Hz. Den „dårligste” af de tre målinger er gældende.

Begge kanaler måles.

### 3. EFFEKTBÅNDBREDDE

Effektbåndbredden er det frekvensområde, hvor den harmoniske forvrængning ikke overstiger en given værdi ved en nedregulering på højst 3 dB under den angivne sinuseffekt.

DIN 45 500 stiller ikke mindstekrav til effektbåndbredden, men lader den indgå i målebetingelserne for harmonisk forvrængning. Imidlertid benyttes effektbåndbredden ofte i tekniske data, og af hensyn til sammenligning apparaterne imellem måles der som oftest ved 1 % forvrængning.

Måleopstillingen svarer til måling af sinuseffekt. Med begge kanaler belastet tilføres 1000 Hz fra tonegeneratoren, og

dens udgangssignal øges, indtil der på wattmeteret aflæses den sinuseffekt, som gælder for radiomodtageren.

Derefter nedreguleres tonegeneratoren, indtil udslaget på wattmeteret er faldet 3 dB.

Tonegeneratorens frekvens drejes ned under 40 Hz, indtil distortion meteret, som må efterstilles til frekvensen, viser 1 % harmonisk forvrængning. På tilsvarende måde drejes frekvensen op over 12.500 Hz, indtil forvrængningen er 1 %.

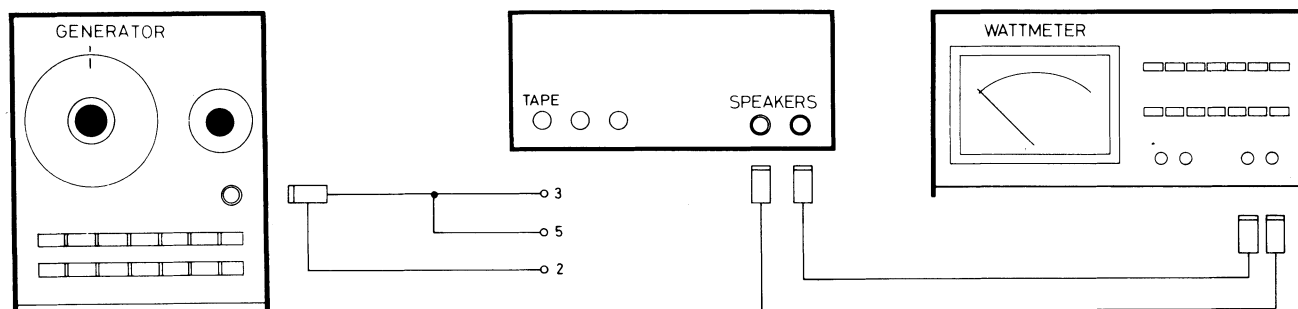
Både venstre og højre kanal kontrolleres ved skift på wattmeteret.

### 4. FREKVENSSOMRÅDE

DIN 45 500 mindstekravet er 40 til 16.000 Hz  $\pm 1,5$  dB i forhold til 1000 Hz, 10 dB under den angivne sinuseffekt. Medens de foregående målinger har taget sigte på forstærkerens ydeevne ved høj udgangseffekt, er der her tale om tonebalance og linearitet ved mere moderate lydstyrker.

Tonegeneratoren indstilles til 1000 Hz, og udgangssignalet reguleres indtil der på wattmeteret aflæses den angivne sinuseffekt for apparatet.

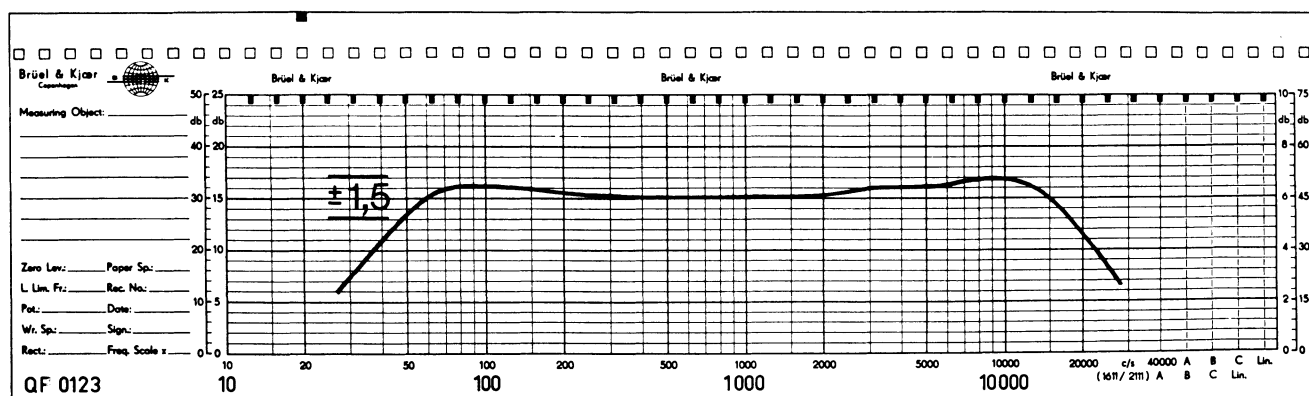
Derefter reguleres generatoren 10 dB ned, og wattmeterets udslag noteres.



Generatorens frekvensskala varieres både nedad og opad i frekvens, og udslaget på wattmeteret må højst afvige  $\pm 1,5$  dB fra den noterede værdi.

*Bemærk: Radiomodtagerens tonereguleringer og loudness omskifter må efterindstilles, indtil der opnås den mest retlinede frekvensgang.*

Både venstre og højre kanal kontrolleres, dog uden yderligere efterindstillinger af tonereguleringerne.

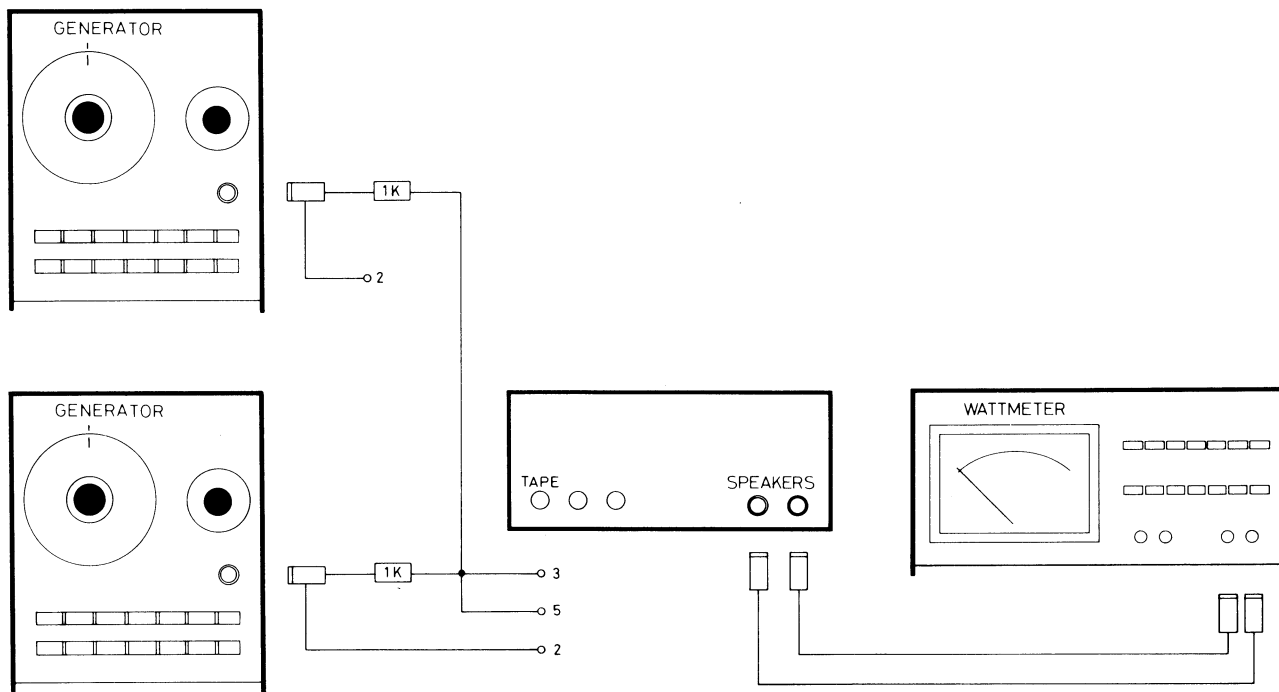


## 5. INTERMODULATION

Når en forstærker på samme tid skal gengive to toner, kan der opstå forvrængning gennem dannelse af sum- og differensfrekvenser. Det kaldes intermodulation og måles i %.

DIN 45 500 tillader højst 3 %, målt med 250 og 8000 Hz i forholdet 4 : 1.

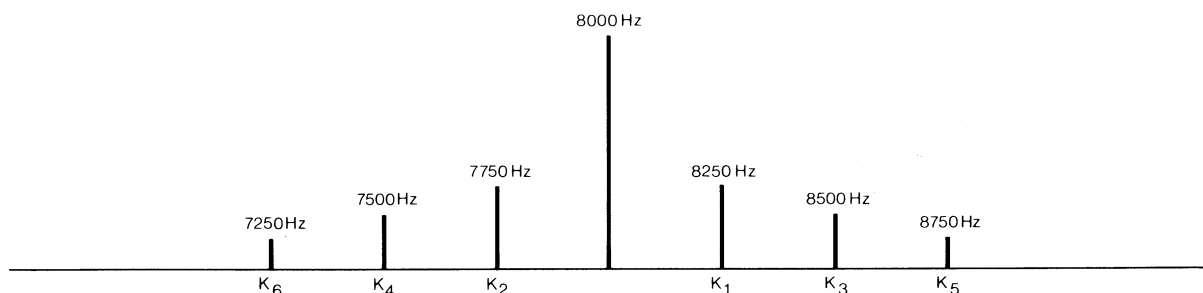
Måleproceduren er relativ tidskrævende. Der skal benyttes to tonegeneratorer og en frekvensanalysator. Måleværdierne kan ikke umiddelbart aflæses, men skal indsættes i en formel og beregnes.



De to generatorer kobles til den samme lineære indgang gennem hver sin seriemodstand på 1 kohm. Den ene generator indstilles til 250 Hz, og niveauet indtil der på wattmeteret aflæses 64 % af forstærkerens specificerede sinuseffekt.

Generatorens output afbrydes midlertidigt, og den anden generator indstilles til 8000 Hz, og dens niveau indstilles indtil der på wattmeteret aflæses 4 % af den specificerede sinuseffekt.

Med begge generatorer tilkoblet indstilles frekvensanalysatoren på 8000 Hz, og den målte udgangseffekt sættes til 100 %.



Derefter måles effekterne ved 8250 og 7750 Hz ( $K_1 K_2$ ), 8500 og 7500 Hz ( $K_3 K_4$ ), 8750 og 7250 Hz ( $K_5 K_6$ ) og så videre i spring på  $\pm 250$  Hz, indtil de målte værdier bliver så små, at de er uden betydning for det totale resultat.

De målte værdier omregnes til % af den specificerede udgangseffekt og indsættes i følgende formel:

$$K = \sqrt{(K_1 + K_2)^2 + (K_3 + K_4)^2 + (K_5 + K_6)^2 + \text{o. s. v.}}$$



## 6. DÆMPNINGSFAKTOR

En udgangsførsterkers dæmpningsfaktor er forholdet mellem belastningsimpedansen (højtalerimpedans) og forsterkerens indre impedans.

F. eks.:

$$\frac{\text{belastning 4 ohm}}{\text{indre impedans 0,2 ohm}} = 20$$

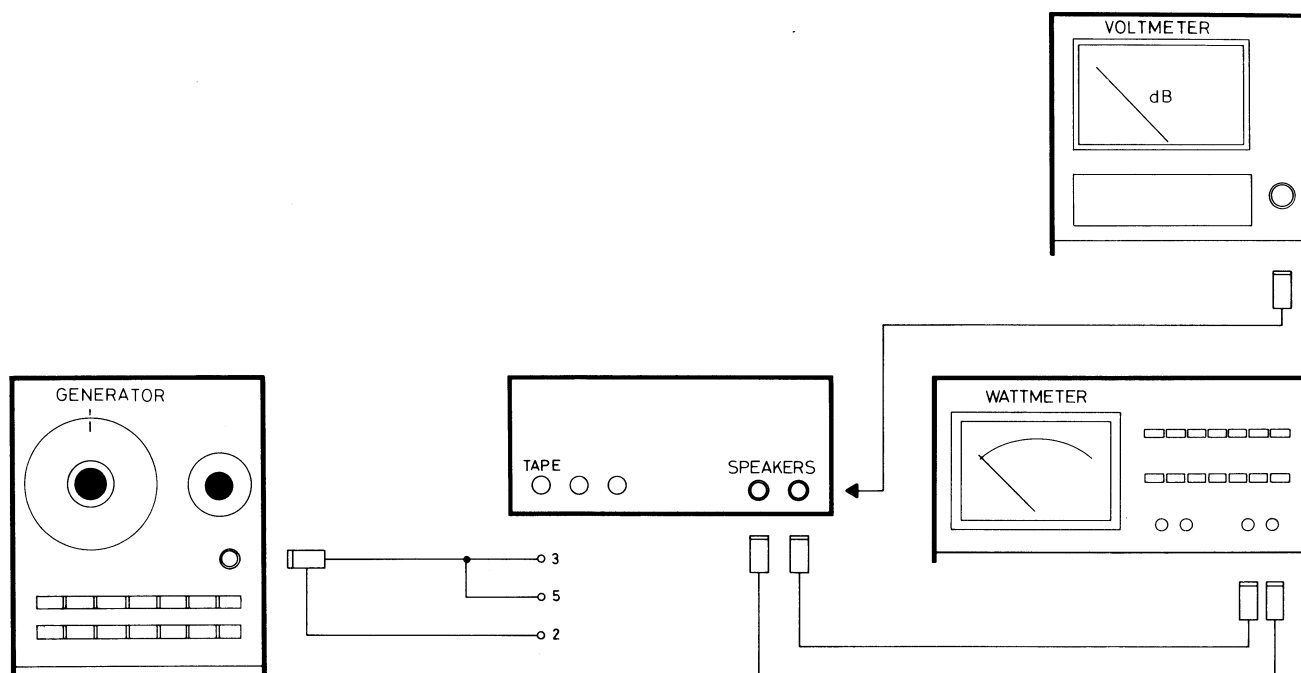
DIN 45 500 kræver mindst 3, målt i frekvensområdet 40 – 12.500 Hz.

Jo lavere den indre impedans er, des højere bliver dæmpningsfaktoren, og dermed evnen til at dæmpe højtalerens uønskede egensvingninger.

I praksis måler man vekselspændingen over forsterkerens udgangsstik:  $U_1$  med belastningsmodstand, og  $U_2$  uden belastningsmodstand, og indsætter værdierne i den følgende formel:

$$\text{dæmpningsfaktor: } \frac{U_1}{U_2 - U_1}$$

$$\text{F. eks. } \frac{10 \text{ V}}{10,5 \text{ V} - 10 \text{ V}} = 20$$



Forsterkeren udstyres til den angivne sinuseffekt ved 1000 Hz, aflæst på wattmeter. LF voltmeter kobles parallelt med wattmeteret, og  $U_1$  aflæses. Derefter frakobles wattmeteret, der har fungeret som belastningsimpedans, og med voltmeteret måles  $U_2$ . De to værdier indsættes i formelen, og dæmpningsfaktoren for 1000 Hz kan beregnes.

Bemærk, at voltmeteret bør sluttes direkte til forsterkerens højtalerstik, og ikke til wattmeteret. Selv små modstandsværdier, under 1 ohm, i ledningerne til belastningsmodstanden i wattmeteret kan indvirke på måleresultatet.

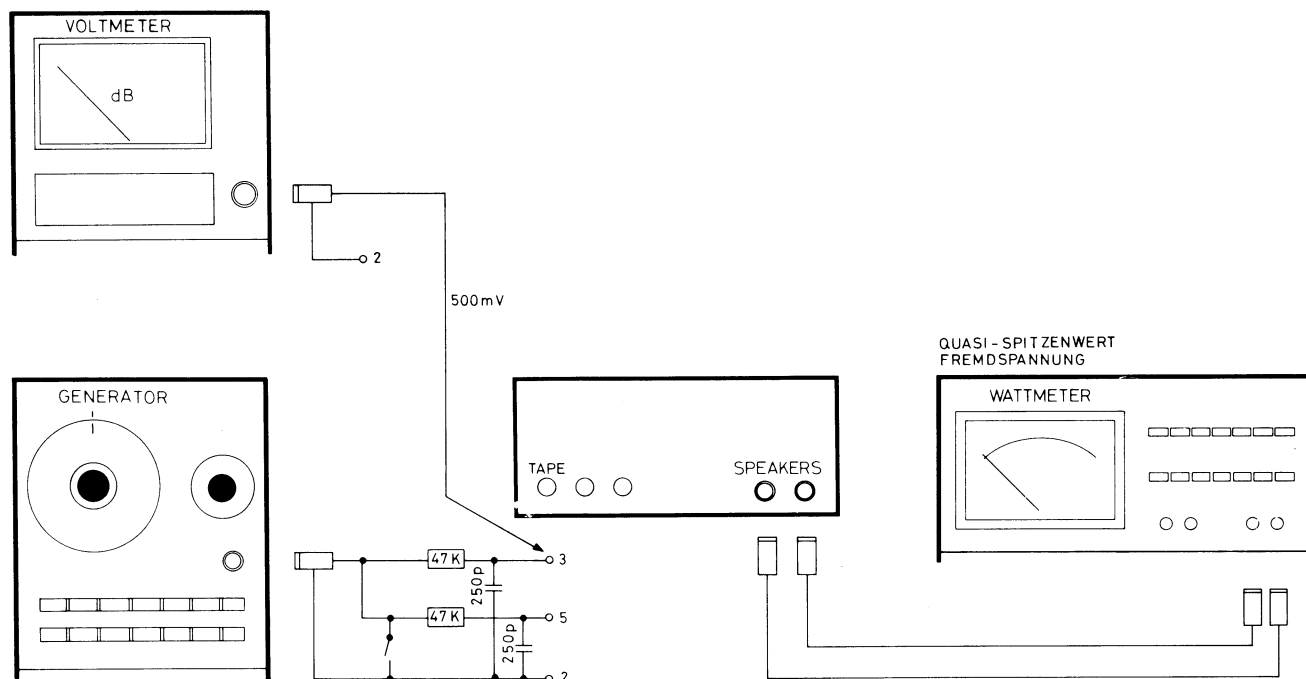
Tilsvarende målinger og beregninger for 40 og 12,500 Hz foretages. Den laveste dæmpningsfaktor vil være gældende.

## 7. SIGNAL/STØJFORHOLD, UVEJET

Forholdet mellem 1000 Hz, 2 x 50 mW, og egenstøjen i forstærkeren, målt i både lineær TAPE indgang og PHONO lavohm indgang.

DIN 45 500 kravet er afhængigt af hvor stor udgangseffekt forstærkeren kan yde:

Til og med en samlet effekt på 20 watt (2x10)	≥ 50 dB
— — — — — — — 40 watt	≥ 47 dB
— — — — — — — 80 watt	≥ 44 dB
— — — — — — — 120 watt	≥ 42,5 dB
— — — — — — — 160 watt	≥ 41 dB



Tape indgang.

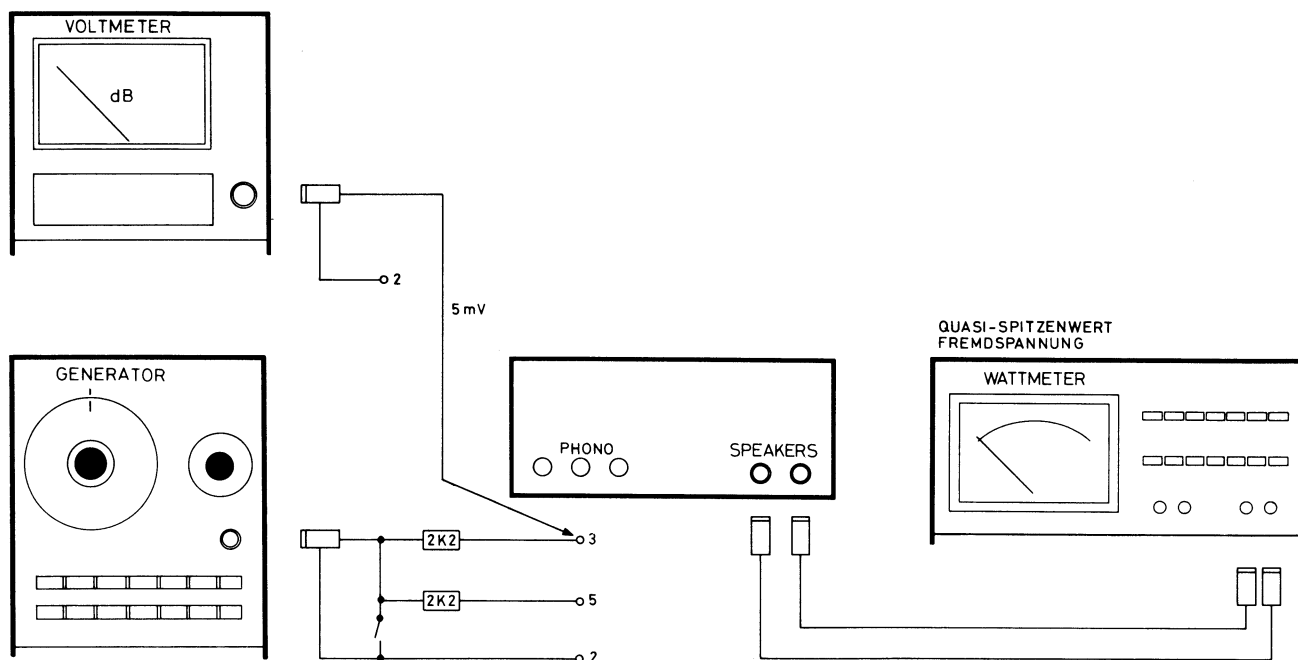
Både venstre og højre indgang skal være korrekt belastet, 47 kohm og 250 pF. Hvis vi går ud fra at generatorens udgangsimpedans er meget lav, f. eks. 75 ohm, kan belastningsmodstandene indsættes i serie med signalet. Frekvensen skal være 1000 Hz, og niveauet indstilles til 500 mV.

For at opfylde målebetingelserne i DIN 45 500 (45 405) skal wattmeteret kunne måle følgende:

Quasi-Spitzenwert (tidskonstant)  
Fremdspannung 31,5 – 20.000 Hz (uvejet)

Styrkereguleringen indstilles indtil wattmeteret viser 50 mW i hver kanal, og dB tallet aflæses.

Generatoren kobles fra, og indgangen belastes med tilsvarende komponentværdier. (Svarer til en direkte kortslutning af generatoren). dB tallet for egenstøjen aflæses, og forskellen mellem de to dB værdier udgør signal/støjforholdet for højohm indgangen.



#### Pick-up indgang.

Belastningsmodstanden ændres til 2,2 kohm, medens 250 pF kan udelades. Niveauet indstilles til 5 mV, og den øvrige del af måleproceduren svarer til det foregående afsnit.

## 8. KANALADSKILLELSE

Kanaladskillelse (overhøring, krydstale, kanalseparation) er betegnelsen for uønsket overføring af et signal fra den ene stereokanal til den anden (venstre–højre).

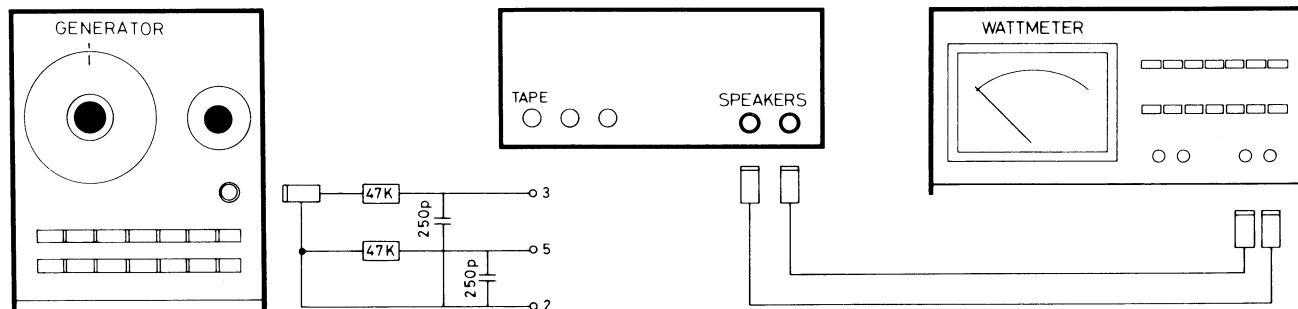
### 8a. 1000 Hz.

DIN 45 500 kravet til kanaladskillelse ved 1000 Hz er mindst 40 dB, både TAPE og PHONO indgange.

For radiomodtagere med en meget høj kanaladskillelse kan denne måling kun udføres helt korrekt med selektive filtre, fordi signal/støjforholdet spiller ind.

### 8b. 250 – 10.000 Hz.

DIN 45 500 kravet er mindst 26 dB, både TAPE og PHONO indgange.



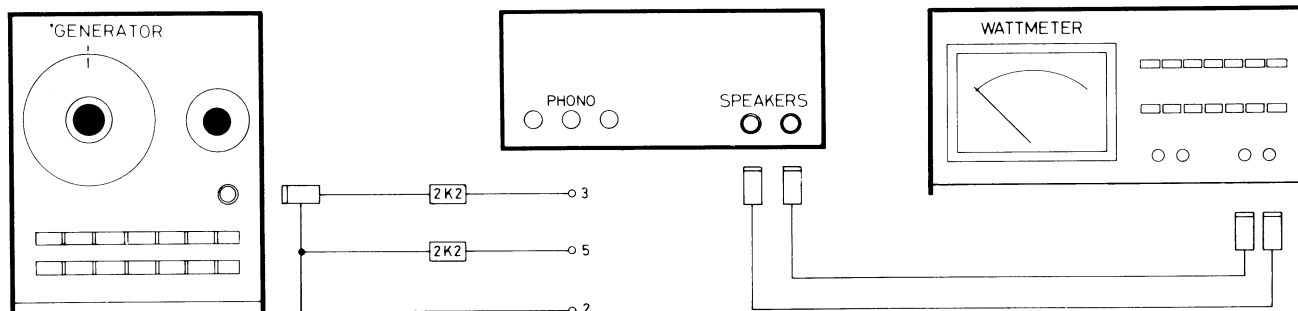
#### Tape indgang

Signalet 1000 Hz fra generatoren føres til venstre kanal, ben 3, hvorimod højre kanal ben 5 blot belastet korrekt.

Med fuld styrke udstyres venstre kanal til den angivne sinus-effekt, hvorefter styrkereguleringen på radioen drejes 10 dB ned (højest 40 dB), aflæst på wattmeteret.

Forskellen i dB mellem venstre og højre kanal er kanaladskillelsen.

Tilsvarende målinger foretages med tonegeneratoren stillet på 250 Hz og 10.000 Hz.



#### Phono indgang.

Tilslutningen fra generatoren til PHONO indgangen udføres som vist herover.

Målingerne svarer iøvrigt til foregående afsnit: 1000 Hz, 40 dB under sinuseffekt, 250 og 10.000 Hz.



## 9. INDGANGSFØLSOMHED

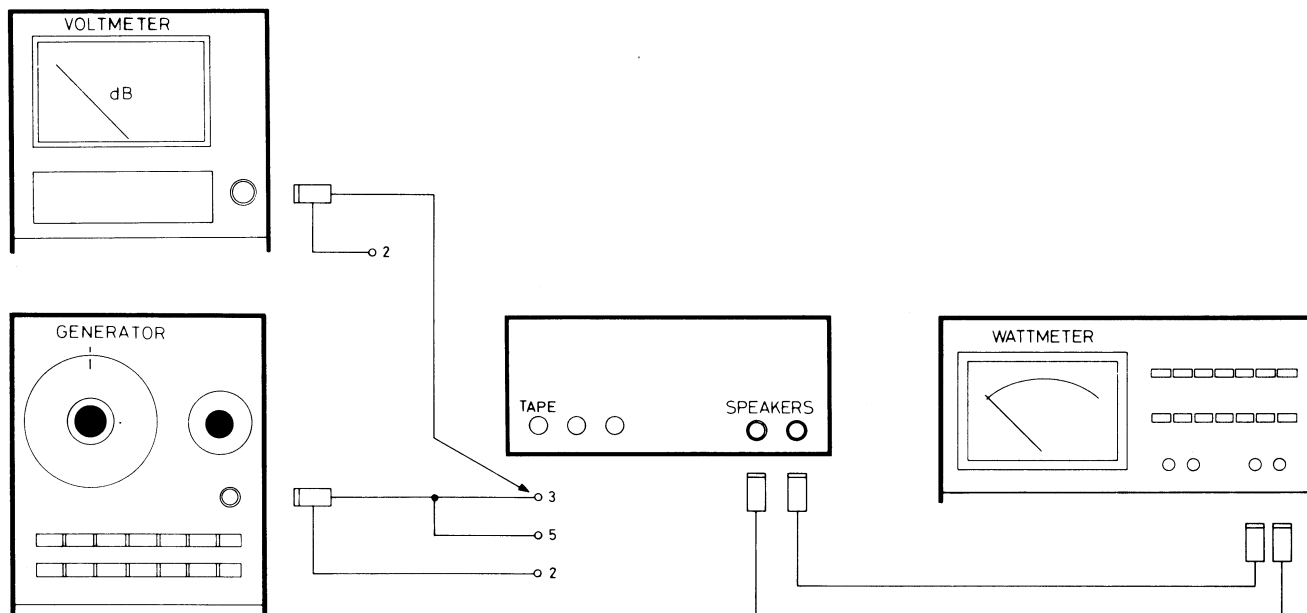
Hermed menes niveauet af det indgangssignal, 1000 Hz, der skal tilføres for at opnå den angivne sinuseffekt med styrke-reguleringen på maksimum.

### 9a. PHONO lavohm

DIN 45 500 kravet er højst 5 mV, og indgangsimpedansen skal være 47 kohm.

### 9b. TAPE højohm.

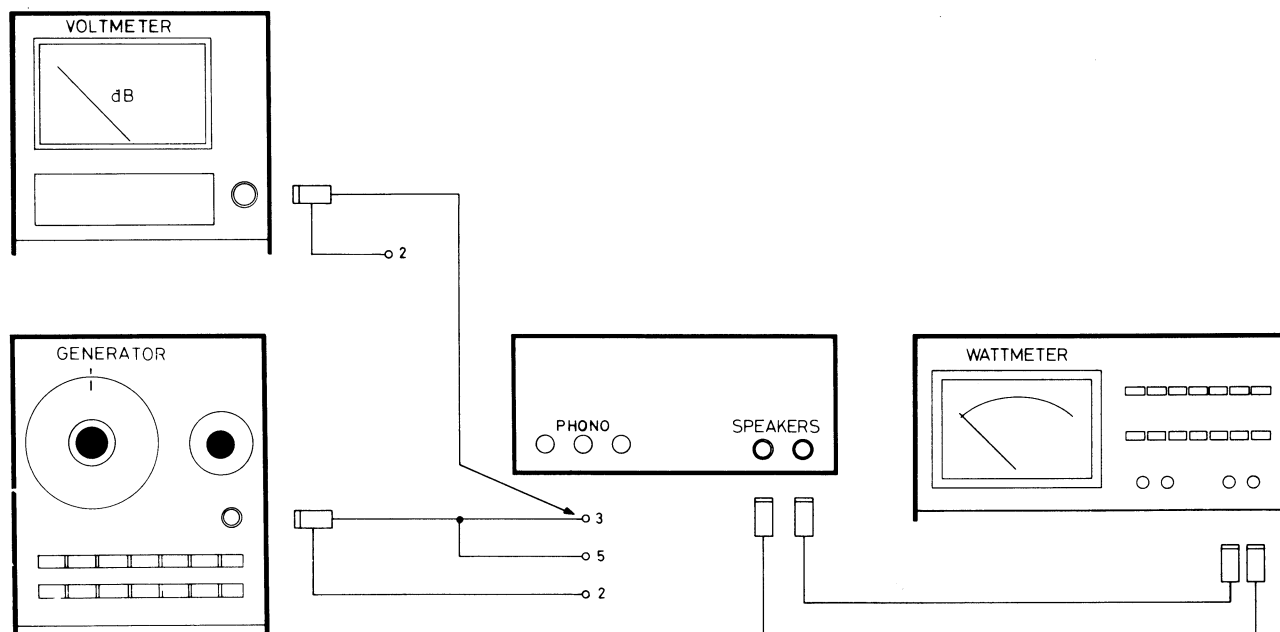
DIN 45 500 kravet er højst 500 mV, og indgangsimpedansen skal være mindst 470 kohm.



### Phono indgang

Generatoren stilles på 1000 Hz, og med maksimum styrke-regulering på radiomodtageren indstilles generatorens output til den angivne sinuseffekt på wattmeteret.

Med voltmeteret aflæses følsomheden i mV.



### Tape indgang

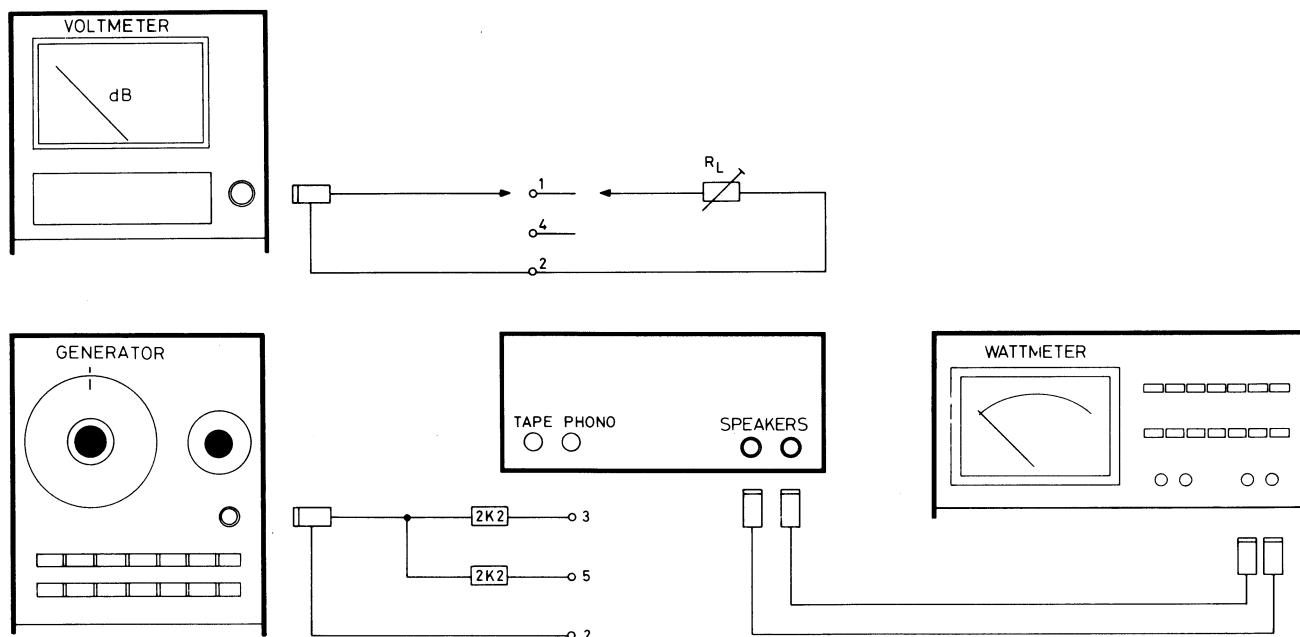
Samme opstilling som i den foregående måling.

## 10. UDGANGSSPÆNDING

Det er den signalspænding, som radiomodtageren kan afgive til en båndoptager for optagelse, når den samtidig kan styres til den angivne sinuseffekt.

DIN 45 500 (blad 4 for båndoptagere) kræver mindst 0,1 mV og højst 2 mV per kohm belastningsimpedans, der svarer til indgangsmodstanden i båndoptageren, og som højst må være 47 kohm.

Da man ikke på forhånd kender denne modstandsværdi mere præcis, angives udgangsspændingen som en tomgangsspænding, efterfulgt af den værdi for belastningsmodstand, hvor udgangsspændingen er faldet til det halve.

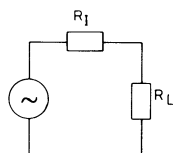


Generatoren slutes til PHONO indgangen, 1000 Hz, og med samme output som der blev målt i det foregående afsnit: indgangsfølsomhed for opnåelse af den angivne sinuseffekt.

Med voltmeteret måles signalniveauet på TAPE stikdåsen, ben 1 venstre og ben 4 højre kanal, uden belastningsmodstand. Den målte værdi er udgangsspændingen.

Derefter tilkobles en variabel belastningsmodstand parallelt med voltmeteret, og modstandsværdien indstilles indtil voltmeterets udslag er faldet til den halve udgangsspænding.

Modstanden  $R_L$  måles.



Et typisk eksempel for disse målinger er  
100 mV/100 kohm

der giver en rimelig sikkerhedsmargin både opad og nedad i forhold til DIN kravet, mellem 0,1 og 2 mV per kohm belastningsimpedans.

I praksis vil spændingsværdien falde, når der tilsluttes en båndoptager. Hvilken værdi den vil falde til, afhænger både af båndoptagerens indgangsimpedans  $R_L$  og af den indre impedans  $R_I$  for TAPE udgangen på radiomodtageren.

**11. FM SIGNAL/STØJFORHOLD**

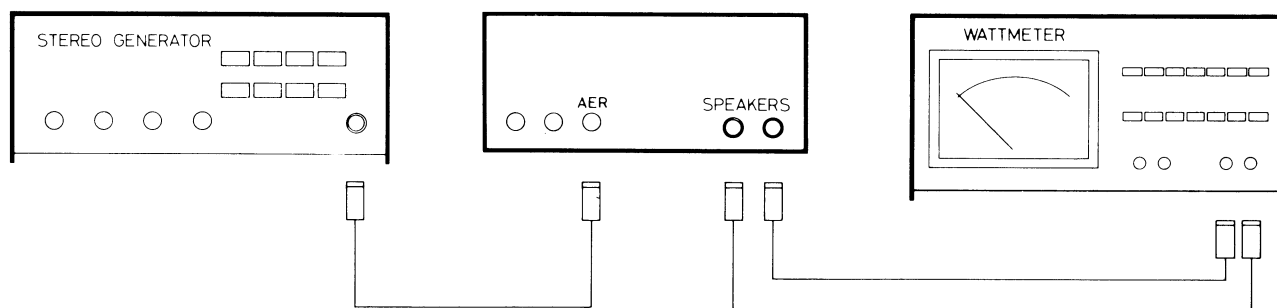
Forholdet mellem et 1000 Hz signal og egenstøjen i både FM modtagerdel og forstærker.

DIN 45 500 kravet er afhængigt af, hvilken sinuseffekt udgangsforsærkeren kan præstere.

Lineær måling	Vejet måling
Til og med 2 x 10 watt $\geq 44$ dB	Til og med 2 x 10 watt $\geq 50$ dB
2 x 20 watt $\geq 41$ dB	2 x 20 watt $\geq 47$ dB
2 x 40 watt $\geq 38$ dB	2 x 40 watt $\geq 44$ dB
2 x 60 watt $\geq 36,5$ dB	2 x 60 watt $\geq 42,5$ dB

Måles ved FM stereo, og ved 2 x 50 mW udgangseffekt.

Bemærk: I radiomodtagere med høj udgangseffekt vil det ofte være forstærkerens signal/støjforhold ved 50 mW, der sætter grænsen for FM signal/støjforhold.

**Lineær måling**

En stereogenerator (koder) sluttes til modtagerens FM antenneindgang. Den nominelle antennespænding (klemmespænding) skal være 0,5 mV ved 75 ohm (eller 1 mV ved 240 ohm), men er relativ ukritisk, fordi modtagerens begrænsning vil være indtrådt ved dette niveau. Ligeledes er bølgebølgers frekvens 87,5 – 108 MHz ret ukritisk.

Derimod skal frekvenssvinget  $\pm 40$  kHz indstilles så nøjagtigt som muligt, og pilottonen moduleres  $\pm 6$  kHz. Begge kanaler moduleres med 1000 Hz.

Modtagerens styrke reguleres til 50 mW på wattmeteret, der skal stå på lineær måling (31,5 – 15.000 Hz), og dB tallet aflæses.

Derefter afbrydes 1000 Hz modulationen, og forskellen mellem de to dB tal udgør signal/støjforholdet.

**Vejet måling**

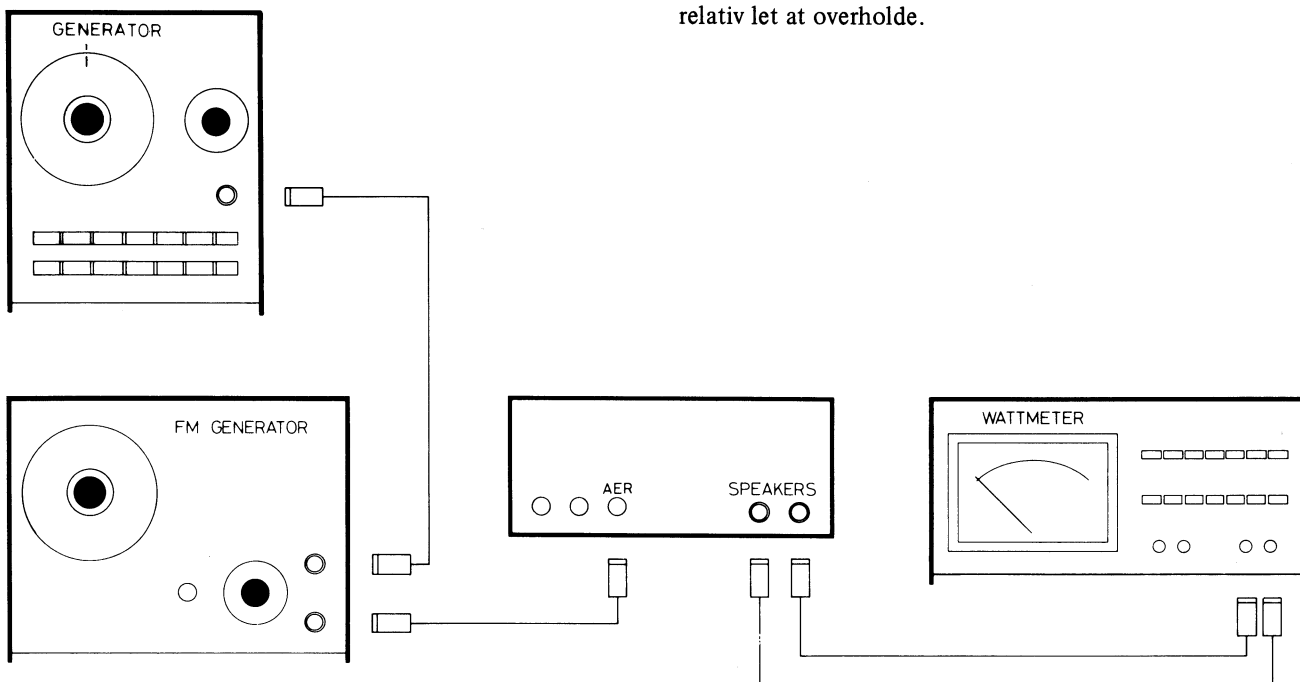
Wattmeteret omstilles til vejat måling.

Øvrige del af måleproceduren er uændret.

## 12. FM FREKVENSBOMRÅDE

DIN 45 500 kravet er  $40 - 12.500 \text{ Hz} \pm 4,5 \text{ dB}$ .

Denne måling vil normalt ikke udvise større forskelle mellem forskellige typer og fabrikater radiomodtagere. På grund af pilottonesystemet er frekvensområdet begrænset til ca.  $20 - 15.000 \text{ Hz}$ , og toleranceområdet  $\pm 4,5 \text{ dB}$  er relativt let at overholde.



FM målesender slutes til antenneindgangen med en antennespænding (klemmespænding) på  $0,5 \text{ mV}/75 \text{ ohm}$  ( $1 \text{ mV}/240 \text{ ohm}$ ), og der slutes en tonegenerator til målesenderen for udvendig modulation.

Bemærk, at der skal være korrekt forbetoning (diskantfremhævning  $50 \mu\text{S}$ ), enten indbygget i FM generatorens indgang for udvendig modulation, eller indskudt i kablet fra tonegeneratoren.

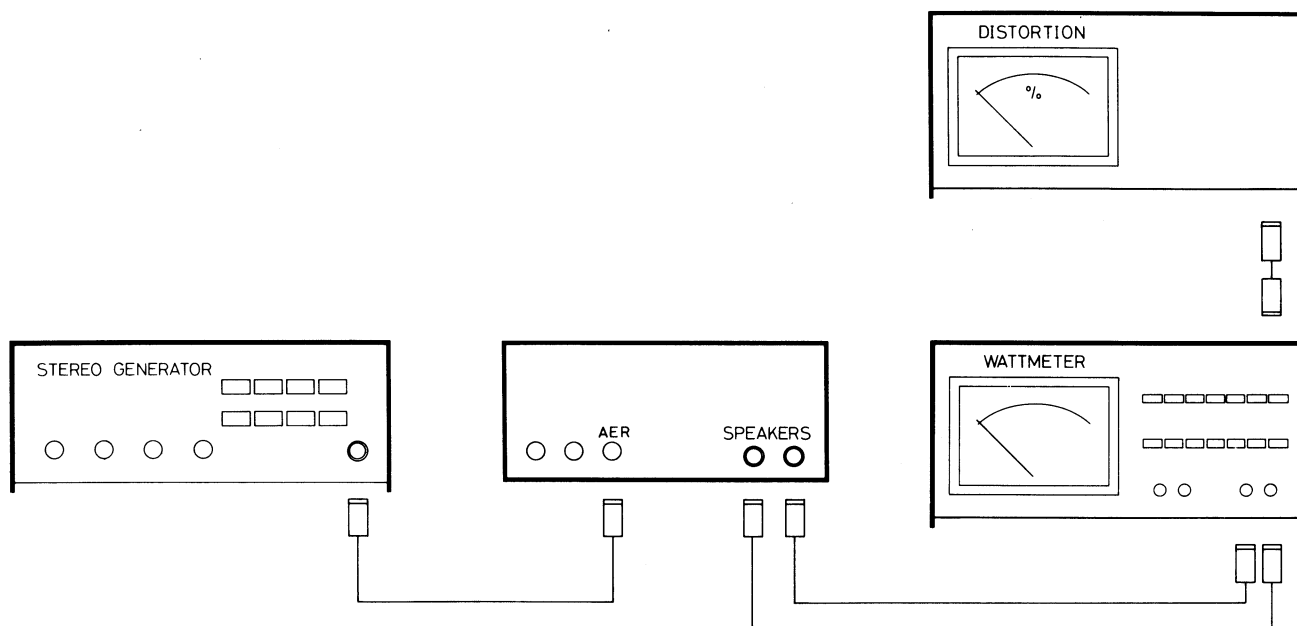
Valg af bærebølge frekvens  $87,5.108 \text{ MHz}$  er ukritisk. Frekvenssvinget indstilles til  $\pm 40 \text{ kHz}$  ved  $1000 \text{ Hz}$  modulation. Wattmeter slutes til begge kanaler, og radiomodtagerens styrke reguleres til  $10 \text{ dB}$  under den angivne sinus-effekt. Med  $1000 \text{ Hz}$  som reference varieres tonegeneratorens frekvens, og området indenfor  $\pm 4,5 \text{ dB}$  aflæses.



### 13. FM HARMONISK FORVRÆNGNING

DIN 45 500 kravet er højst 2,5 % harmonisk forvrængning, målt ved både mono og stereo. Værdien kan ikke blive lave-

re end hvad der gælder for forstærkerdelen, fordi målingen skal foretages ved den angivne sinuseffekt, og skal overholdes indtil 26 dB under denne effekt, dog ikke under 2 x 50 mW.



Stereogenerator (koder) slutes til antenneindgangen med en antennespænding (klemmespænding) på 0,5 mV/75 ohm (1 mV/240 ohm). Valg af bæreølgefrekvens 87,5 – 108 MHz er ret ukritisk.

Frekvenssvinget ved 1000 Hz skal være  $\pm 40$  kHz, og for pilotfrekvensen  $\pm 6$  kHz.

Wattmeter og distorsion meter slutes til, og med begge kanaler belastet og fuld styrke på radiomodtageren udstyres til den angivne sinuseffekt.

Forvrængningen for stereo aflæses på distortion meteret, og styrkereguleringen drejes ned til 26 dB under den angivne sinuseffekt.

For mono afbrydes pilotfrekvensen, og forvrængningen aflæses ved de samme udgangseffekter som ved stereo.

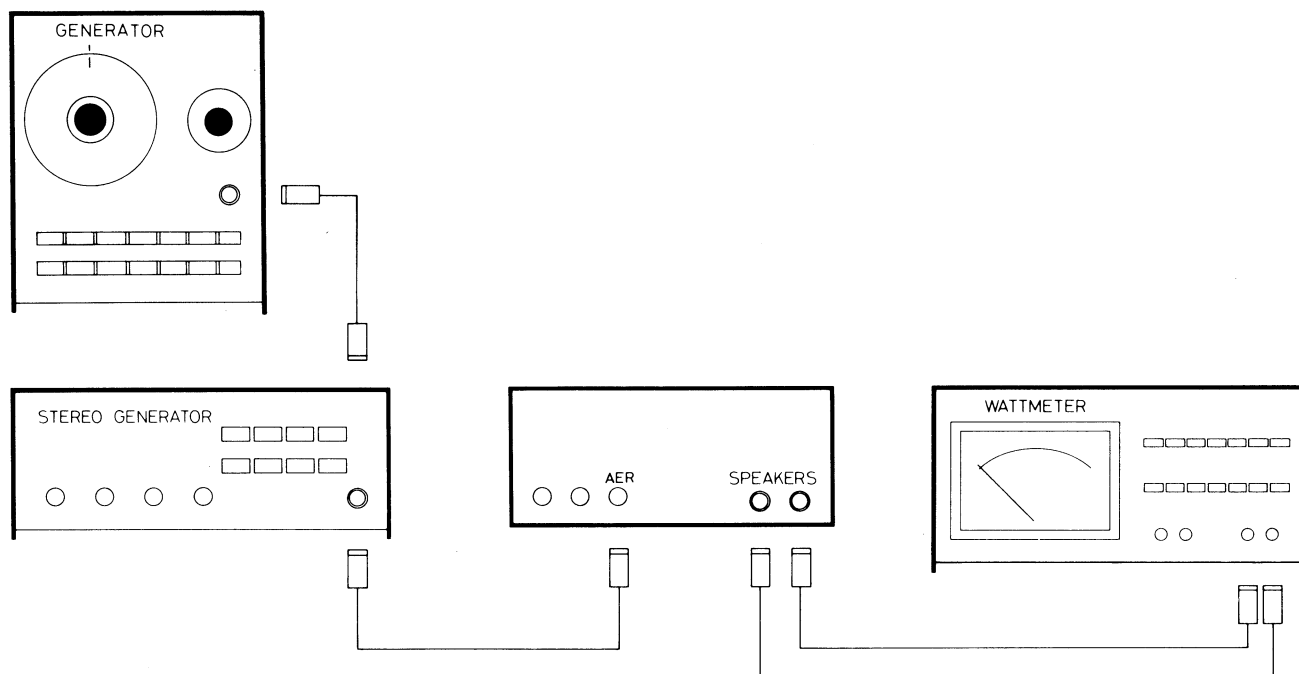
## 14. FM KANALADSKILLELSE

DIN 45 500 kravet til FM kanaladskillelse er opdelt i to områder:

250 - 6300 Hz. . . . . mindst 22 dB

6300 - 10.000 Hz . . . . . mindst 14 dB

For radiomodtagere med en meget høj FM kanaladskillelse kan denne måling kun udføres helt korrekt med selektive filtre, fordi signal/støjforholdet spiller ind.



Stereogenerator (koder) sluttes til antenneindgangen med en antennespænding (klemmespænding) på 0,5 mV/75 ohm (1 mV/240 ohm). Valg af bærebølge frekvens 87,5 – 108 MHz er ret ukritisk. Modulationen sker fra den tilsluttede tonegenerator, og ved 1000 Hz indstilles frekvenssvinget til  $\pm 40$  kHz.

Wattmeter sluttes til begge udgange, og radioens styrke indstilles til 10 dB under den angivne sinuseffekt.

Derefter indstilles stereogeneratoren til modulation af venstre kanal alene, og med tonegeneratoren kontrolleres området 250 - 6300 Hz, samtidig med at der på wattmeteret skiftes mellem de to kanaler, venstre med signal, højre uden signal.

Der skiftes til modulation af højre kanal alene.

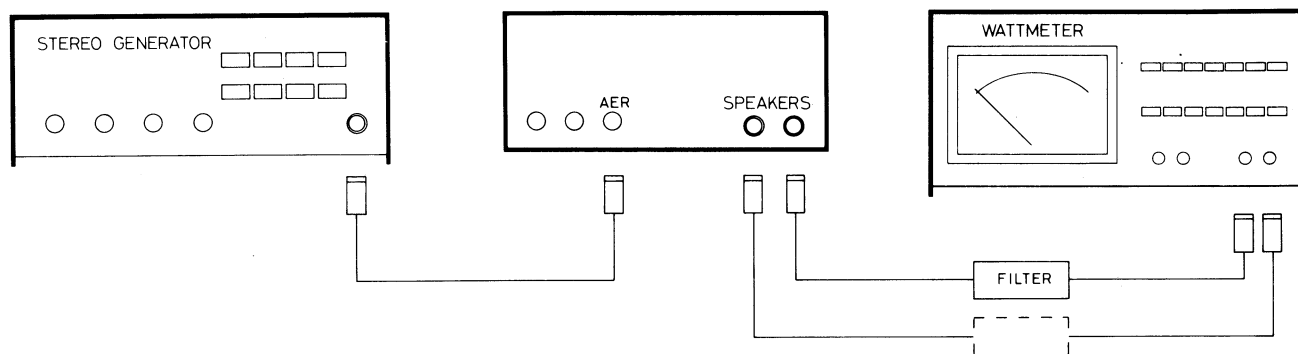
Forskellene i dB angiver kanaladskillelsen, laveste værdi er gældende.

Området 6300 til 10.000 Hz kontrolleres på tilsvarende måde.

## 15. PILOT OG BÆREBØLGEUNDERTRYKKELSE

DIN 45 500 kravet til undertrykkelse af pilottone og hjælpe-bærebølgen er

19 kHz ..... mindst 25 dB  
38 kHz ..... mindst 31 dB



Stereogeneratoren tilsluttes med en antennespænding på 0,5 mV/75 ohm (1 mV/240 ohm), mellem 87,5 – 108 MHz, frekvenssving ved 1000 Hz  $\pm$  40 kHz, pilot frekvenssving  $\pm$  6 kHz, og radiomodtagerens styrke til 10 dB under den angivne sinuseffekt.

dB tallet aflæses på wattmeteret, og ved indskydelse af selektive filtre for henholdsvis 19 og 38 kHz aflæses, hvor meget disse er dæmpet i forhold til den ikke-filtrerede måling.

Både venstre og højre kanal kontrolleres ved skift på wattmeteret og ved flytning af filteret.

(Placeringen af filtrene i ovenstående tegning må betragtes som principiel. I praksis vil disse oftest være indbygget i et komplet måleinstrument).

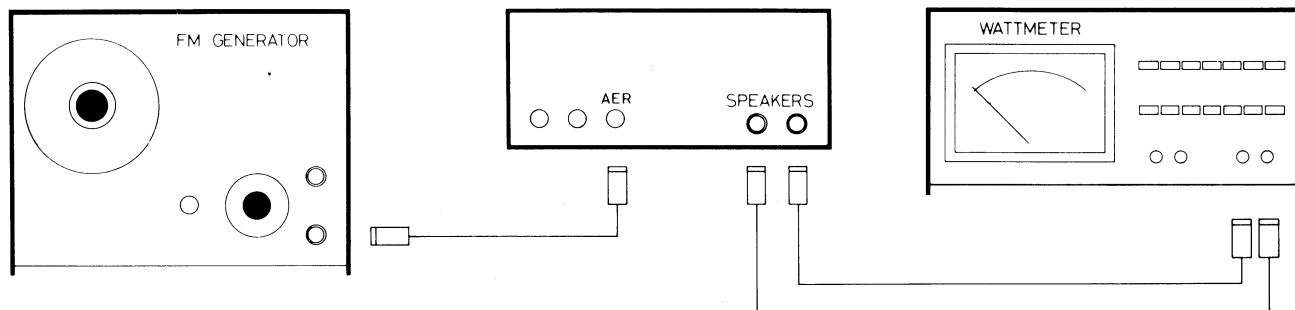
## 16. FM FØLSOMHED

DIN 45 500 stiller krav om, at den nødvendige antennespænding skal angives, men det fremgår ikke helt entydigt, under hvilke forudsætninger målingen skal foretages. Alle tidligere nævnte minimumskrav skal kunne opfyldes ved den angivne antennespænding, og da kravene til f. eks. signal/støjforhold er afhængige af apparatets udgangseffekt, kan sammenligning af radiomodtagere med forskellige forstærkeregenskaber blive ret uoverskuelig.

I flere lande er det derfor blevet sædvane at angive FM følsomheden under følgende forudsætninger:

*FM antennespænding ved en given antenneimpedans, målt ved FM stereo, 1000 Hz modulation, frekvenssving  $\pm$  40 kHz, 46 dB signal/støjforhold, RMS måling, „A” filter.*

Denne målemetode må anses for relevant i forbindelse med high-fidelity stereoudstyr, i modsætning til tidligere data-angivelser ved 26 dB signal/støjforhold, mono,  $\pm$  75 kHz frekvenssving.



Den benyttede FM målesender skal have en kalibreret attenuator, og skal kunne moduleres med stereo: 1000 Hz i begge kanaler  $\pm$  40 kHz, pilot  $\pm$  6 kHz, og der skal være impedanstilpasning til modtagerens antenneindgang.

Radioens styrke reguleres ned til 2 x 50 mW udgangseffekt.

Målesenderens attenuator varieres, indtil der på wattmeteret måles 46 dB forskel med og uden 1000 Hz modulation (pilottonen må ikke afbrydes), RMS måling, filter „A”.

Bemærk: I radiomodtagere med høj udgangseffekt kan det forekomme, at forstærkerdelens signal/støjforhold ved 2 x 50 mW er lavere end 46 dB. Styrken reguleres da op over 2 x 50 mW, så egenstøjen ikke påvirker målingen.