

# Ur vårt Digitala Arkiv

## Linjaritets- och intermodulationsmätning

Utdrag ur "Radiolänkkompedium" från 1971. Utgivet av Flygvapnet

**Denna digitala version omfattar enbart rubricerat avsnitt**

Dokumentet i sin helhet finns i AEF Arkiv med Nr 309

# Linjaritets- och intermodulationsmätning

H. Broberg

Linjariteten i radiolänkförbindelser kan mätas på olika sätt:

- Klirrfaktormätning  $K = \frac{\sqrt{u_2^2 + u_3^2 + u_4^2}}{u_1}$
- Intermodulation mellan 2 eller 3 toner (A+B), (A-B) o s v
- Intermodulation genom brusbelastningsmätning (NPR)
- Linjaritetsmätning där en mätsignal styrs ut av en svepsignal.

Här behandlas kortfattat de två sista punkterna enligt ovanstående.

Man använder sig här av vitt brus från en brusgenerator, som är bandbredds- begränsad motsvarande det antal telefonikanaler man vill simulera med bruset. Den inmatade brusnivån väljs så att den simulerar motsvarande trafik i mångkanalsmultiplexutrustning vid bråd timme. Vid NPR-mätning för <60 telefoni- kanaler erhåller man mindre noggrannhet i mätresultatet.

Man erhåller därvid följande brusnivåer för:

12 - 240 kanaler	-1 + 4 log N dBm
≥240 kanaler	-15 + 10 log N dBm

där N = antalet kanaler och -15 är talets medelvärde i en telefonikanal. Formeln för 12-240 kanaler är korrigerad för det mätfel man gör beroende på det låga antalet kanaler.

Brusets bandbredd från brusgeneratoren begränsas med ett lågpas- och ett hög- passfilter att motsvara aktuellt antal telefonikanaler, se bild 1.

## Brusbelastningsmätning NPR (NOISE POWER RATIO)

Mätuppkoppling (Marconi NOISE POWER TEST SET)

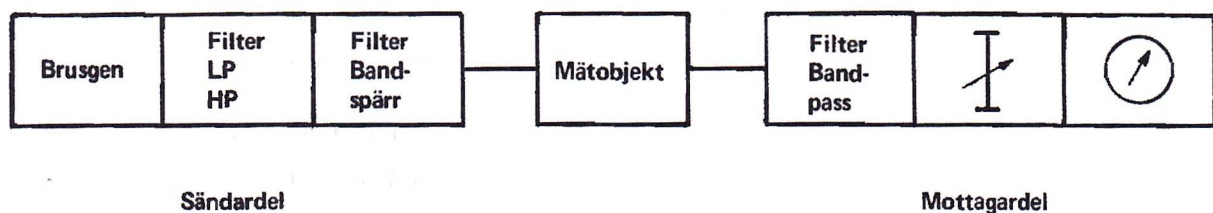


Bild 1

Brusgeneratorns nivå och brusets bandbredds begränsning ställs in enligt följande tabell beroende på antalet telefonkanaler hos mätobjektet. Mätningen av NPR utförs i en 3,1 kHz bred mätkanal vid tre olika frekvenser inom brusbandet. Bandspärr- och bandpassfiltren för mätkanalen har ca 80 dB dämpning utanför 3,1 kHz-bredden.

Inställning

Antal kanaler	Bandbredd (kHz)	Nivå dBm0 P	Av CCIR rekommenderade mätfrekvenser (kHz)		
120	60 - 552	+7,3	70	270	534
240	60 - 1052	+8,8	70	534	1002
300	60 - 1300	+9,8	70	534	1248
960	60 - 4028	+14,8	70	2438	3886

Mätning vid 300 kanaler

Brusnivån ställs in till +9,8 dBm0. LP- och HP-filtren ställs in för bandbredden 60-1300 kHz.

På mottagarsidan kopplar man in bandpassfiltret för önskad mätfrekvens. Dämprattarna på mätmottagaren ställs in så, att man erhåller ett visarutslag på den övre delen på mätmottagarens instrument. Detta visarutslag,  $a_1$ , används som referens. Därefter kopplar man in bandspärrfiltret på sändarsidan för den valda mätfrekvensen.

Dämprattarna på mottagarsidan ställs nu så att visarutslaget åter blir  $a_1$ . Skillnaden i dämpningsrattarnas inställning före och efter inkoppling av bandspärrfiltret på mottagarsidan avläses och utgör värdet på NPR, se bild 2.

Värdet för NPR kan omräknas till S/B psfometriskt mätt i en talkanal (3,1 kHz) enligt formeln

$$S/B = NPR + 10 \log \frac{\text{multiplexbandbredd}}{3,1} - P + 2,5$$

där 2,5 utgör den psfometriska vägningsfaktorn och P brusnivån exempelvis för 300 kanaler.

$$S/B = NPR + 10 \log \frac{1300-60}{3,1} - 9,8 + 2,5 = \underline{\underline{NPR + 18,6}}$$

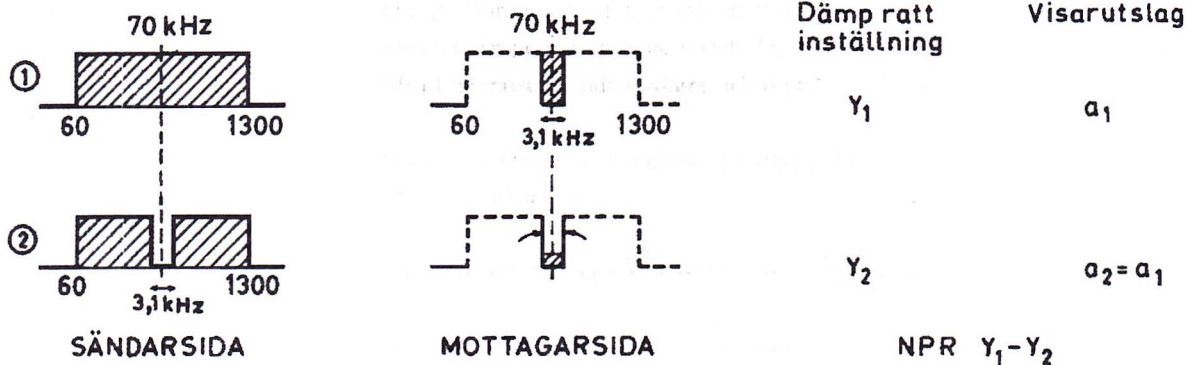


Bild 2

Intermodulationsbidraget beror på flera faktorer.

- Högsta mätkanalen: Är känslig för fasdistorsion och intermodulation i HF- och MF-kretsar
- Mittersta mätkanalen: Är känslig för icke önskade blandarfrekvenskomponenter
- Lägsta mätkanalen: Är utsatt för olinjaritetsbidrag.

För att man skall erhålla ett tillförlitligt värde på NPR-mätningen måste grundbruset ligga på ett minimum. Se bild 3, som är q-värdeskurvan för RL-81.

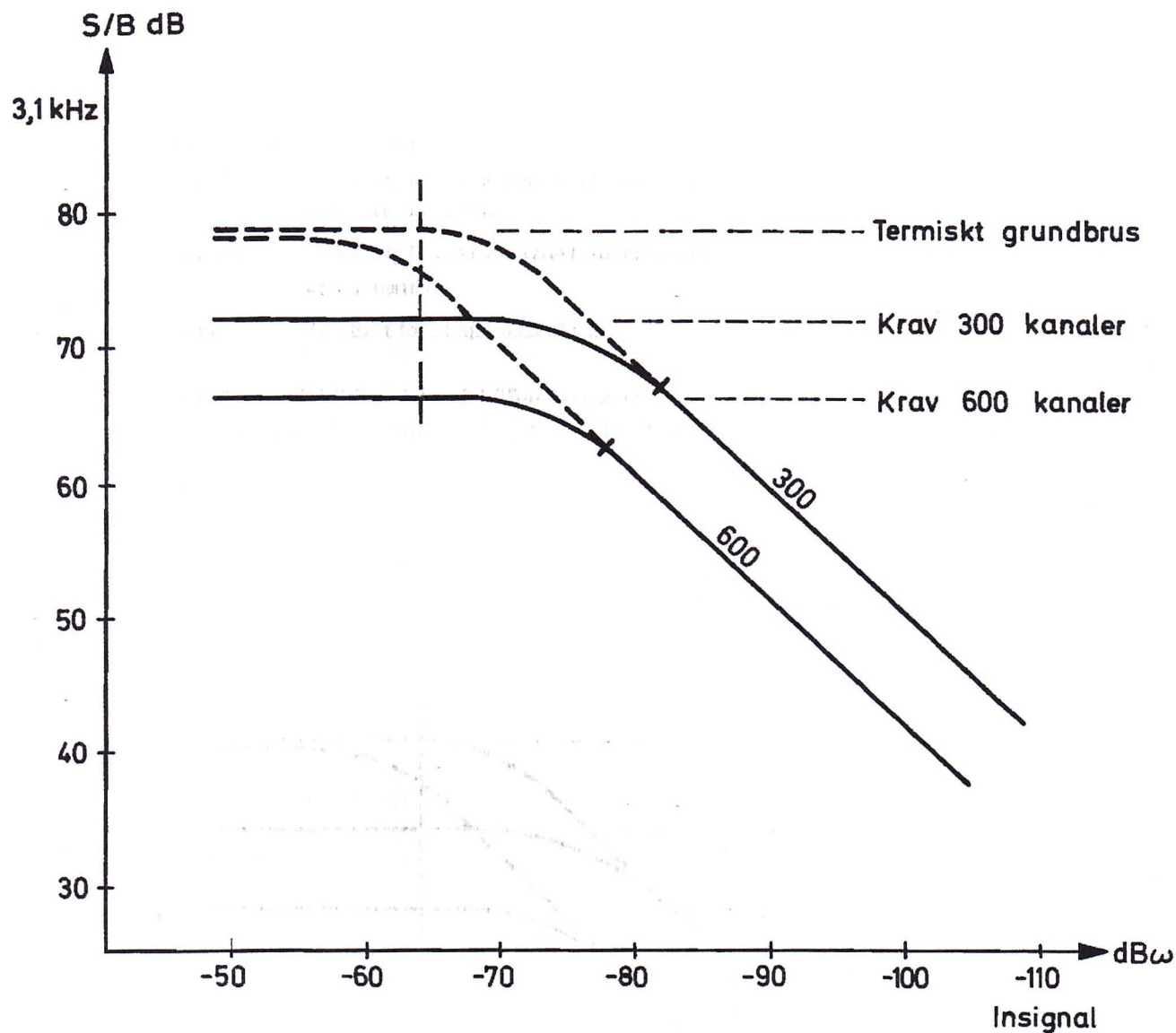


Bild 3



### Linjaritetsmätning

Härmed avses mätning av ett transmissionsobjekts differentiella förstärkning och fas  $\Delta G$  och  $\Delta\varphi$ . Dessa utgör den förstärknings- respektive fasändring som uppstår hos utsignalen från ett transmissionsobjekt, när den inmatade signalens amplitud varierar.

Linjaritetsmätaren är uppdelad i två enheter: en sändar- och en mottagardel. Avläsningen av mätresultatet sker på ett oscilloskop, som ansluts till mottagardelen. Se bild 4.

### Mätuppkoppling (Linjaritetsmätare MATIC 430)

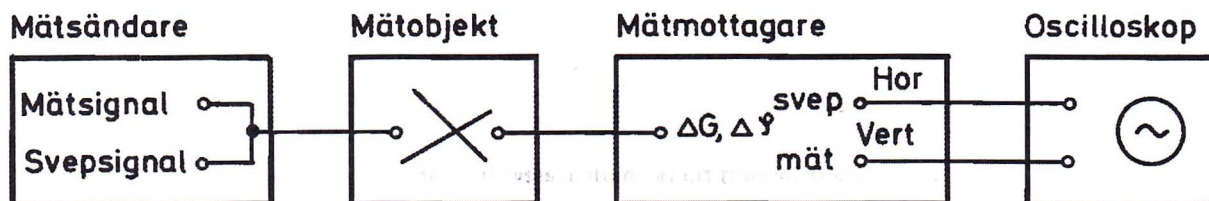


Bild 4

### Mätning

Med svepsignalen 15,63 kHz styr man ut mätobjektet till önskad nivå. Svepsignalen överlagras med mätsignaler 4,43 MHz, som ställs in till ca 20 dB lägre amplitud än svepsignalens. Frekvenserna för svep- och mätsignalerna är här anpassade för färgtelevision.

Vid mottagarsidan varierar mätspänningens amplitud och fas i takt med svepspänningen beroende på mätobjektets differentiella förstärkning och fas. Svepsignalen och den amplitud- respektive fasmodulerade mätsignalen separeras på mottagarsidan och matas till oscilloskopets horisontal- respektive vertikalingång.

Linjaritetsmätarens mottagare har en kalibrergenerator, som kan kopplas in för kalibrering av oscilloskopet. Normalt kalibrerar man oscilloskopet så att varje cm på skärmen motsvarar 0,2 dB  $\Delta G$  eller  $1^\circ \Delta\varphi$ . Dubbeltecknade figurer på oscilloskopskärmen kan med en fasutjämningsratt på mätmottagaren justeras så, att de blir enkeltecknade.

Bild 5 ger exempel på figurer vid mätning av  $\Delta G$  och  $\Delta\varphi$ .

$$\text{Definition } \Delta G = \text{DIFFERENTIELLA FÖRSTÄRKNINGEN} = 20 \log \frac{A_{\max}}{A_{\min}}$$

där  $A_{\max}$  är utsignalens maxamplitud och

$A_{\min}$  utsignalens minamplitud

när en liten konstant insignal (mätsignalen) flyttas mellan två givna nivåer.

$\Delta\varphi = \text{DIFFERENTIELLA FASEN}$  är den maximala avvikelsen i fasläge hos utsignalen när en liten konstant insignal (mätsignalen) förflyttas mellan två givna nivåer.

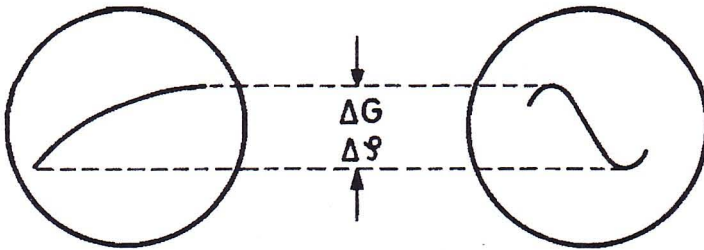


Bild 5

Bandbredden hos den sammansatta mätsignalen är beroende av frekvenserna på de i denna ingående svep- och mätsignalerna. Som exempel erhåller man vid mätning på RL-81 med linjaritetsmätarna W8G WZM-83 och MATIC 430:

	W8G WZM-83	MATIC 430
Svepsignal	81 Hz 1 V	15,63 kHz 1 V
Mätsignal	556 kHz 0,1 V	4,43 MHz 0,1 V
För RL-81 erhåller man		
Svepsignal	$\Delta f = 5 \text{ MHz } \beta_1 = 0,62$	$\Delta f = 5 \text{ MHz } \beta_1 = 313$
Mätsignal	$\Delta f = 0,5 \text{ MHz } \beta_2 = 0,9$	$\Delta f = 0,5 \text{ MHz } \beta_2 = 0,166$
Bandbredd	13,12 MHz	18,64 MHz

På grund av den skilda bandbredden hos mätsignalerna erhåller man, om mätobjektet är bandbredds begränsat och olinjärt, olika värden på  $\Delta G$  och  $\Delta \varphi$  vid mätningar med de båda instrumenten. En given mätvärdestolerans gäller därför i allmänhet för mätning med en viss typ av mätinstrument.

För TV-sändarkamera till TV-mottagare gäller värdena  $\Delta \varphi$  ca  $12^\circ$  och  $\Delta G$  ca 30 %.

Linjaritetskrav

	$\Delta G$	$\Delta \varphi$
För RL-81 radio »rygg mot rygg«	0,3 dB	$1,5^\circ$
För de två antensystemen i ett hopp	0,3 dB	$4,5^\circ$
För ett hopp RL-81	0,6 dB	$6^\circ$

Ingen hänsyn har tagits till kurvformen hos  $\Delta G$  och  $\Delta \varphi$ . Det har visat sig vid videoöverföring med TM-7 att man erhåller mindre störspänning på videosignalen om  $\Delta G$ - och  $\Delta \varphi$ -figurerna justeras så att de blir så räta som möjligt - utan att amplitudvärdet minskas. Man erhåller därvid mindre övertoner hos den överförda signalen. För detta ändamål avser FMV att ändra kraven på  $\Delta G$  och  $\Delta \varphi$ , se bild 6, som avviker från tidigare resonemang.

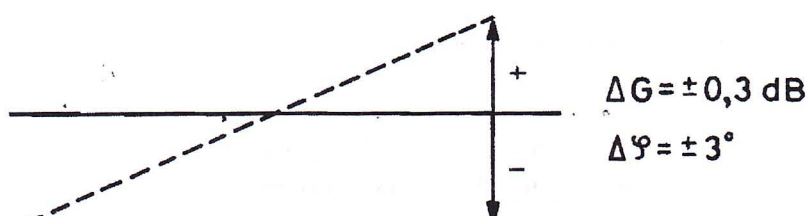


Bild 6

Det finns ett samband mellan linjaritetsvärden och NPR-värden. Men i de flesta fall ger inte optimalt värde på linjariteten optimalt värde för NPR. Vilket värde man skall välja att optimera vid en inställning är beroende på vilken form av trafik man har. För bildförbindelser är linjariteten och för mångkanalförbindelser är NPR väsentligast. För närvarande finns ett ringa antal NPR-instrument inom FMV. En god kompromiss för mätning vid rutinmässigt underhåll är att mäta linjariteten. Beroende på resultatet från pågående undersökning kommer en specificering på linjaritetsvärdet att, förutom toleransvärdet, innehålla en specificerad raket hos  $\Delta\varphi$ - och  $\Delta G$ -kurvorna.