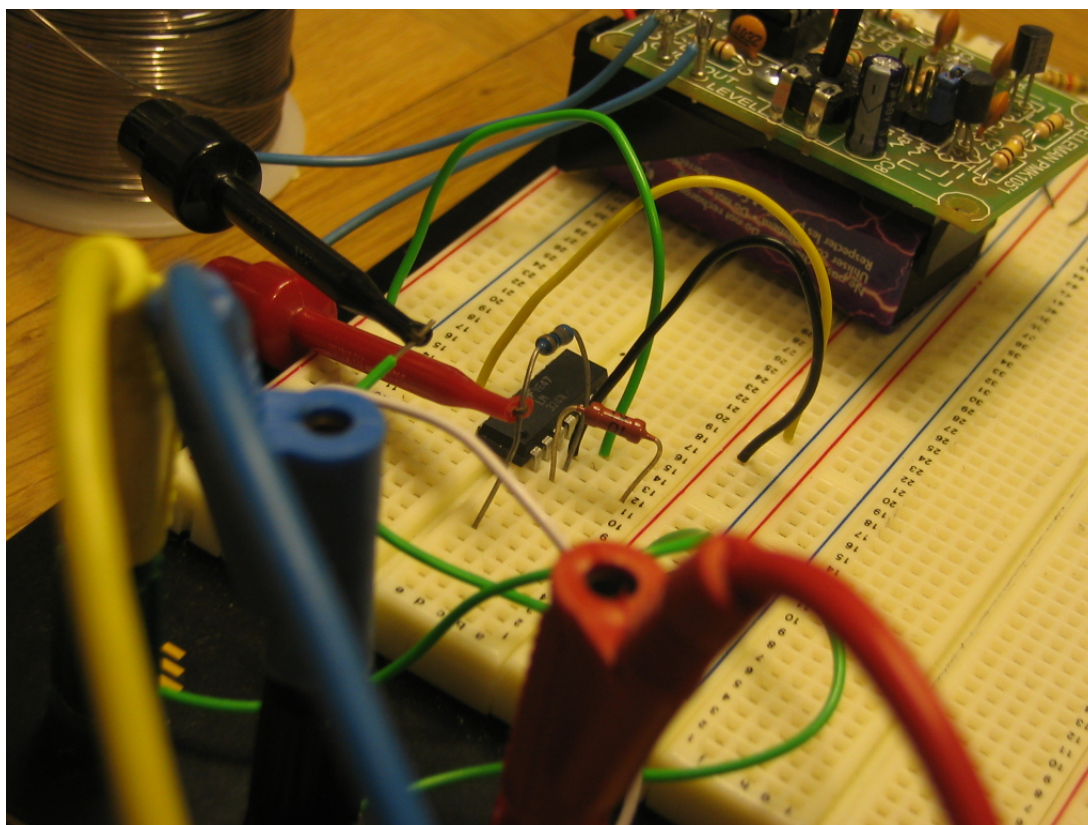


Vilken voltmeter till vad?

Om man börjar kika på olika instrument så kanske man funderar över vad de skall användas till. Får man bara några små tips så kan man snart få stor nytta av även den ”konstigaste” voltmeter.



En typisk mätsituation som vi behandlar i denna artikel. En vanlig inverterande förstärkare (två motstånd och en op-förstärkare) som vi skall kontrollera förstärkningen på. Vad har vi då att välja på för att få lite hjälp att tolka alla mätningarna.

Att mäta på växelspanning är ofta den första mätsituationen som ställer till problem för oss. Och börjar vi titta på lite finare voltmetrar så ser en del ganska udda ut. Om vi bara vet lite om vilken mätsituation som instrumenten är avsedda för så är det ofta inte så svårt att använda dessa mätare.

Jag avser här att visa på några exempel på instrument som jag vet att flera amatörer ratat trots att yrkesmännen vårdar dem ömt.

För att få lite koppling till vardagen har jag valt att ha en vanlig inverterande förstärkare med 10 gångers förstärkning (20 dB), denna koppling skall verifieras på något sätt.

Hur beskriver vi signalen som vi skall mäta på?

Utgångsläget för en voltmeter för växelspänningsmätning är sinuskurvan.

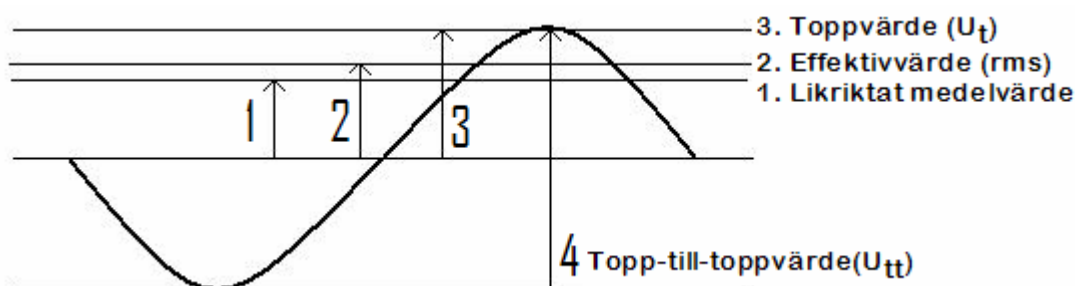
I regel så ligger den alltid till grund för vad vår voltmeter visar.

Huvuddelen av våra instrument mäter det likriktade medelvärdet, men är graderade att visa effektivvärdet. Det skiljer alltså en faktor 1.11 mellan vad vi mäter och vad vi visar redan här. Nu spelar det inte någon roll så länge vi håller oss till sinuskurvan.

Men om vi t.ex. mäter på en symmetrisk fyrkantvåg, då är likriktat medelvärde lika med effektivvärdet, och då visar vår voltmeter fel.

Effektivvärdet också kallat RMS-värde skall ange den spänningsnivå på en likspänning som ger samma värmeutveckling i ett motstånd som den okända växelspänningen som vi mäter. Förr fanns det också mätare som fysiskt hade två motstånd och där man mätte temperaturskillnaden. Metoden kan fortfarande användas för speciella mätningar, men är nu ganska sällsynt.

Anger vi U , menar vi alltid effektivvärde om inget annat anges, U_{eff} eller U_{rms} anges ibland för att förtydliga.



När vi mäter med våra voltmetrar så dyker dessa spänningsnivåer upp, och behöver en förklaring.

Topp, och topp-till-toppvärde är det oftast endast specialmätare inom ljudteknik som använder när det gäller voltmetrar. På oscilloskopmätningar är det dock den vanligaste mätningen vi gör, d.v.s. att kontrollera amplitud (och periodtid). På engelska använder vi peak, samt peak-to-peak (U_p samt U_{pp} eller U_{p-p}).

Förhållandet mellan dessa spänningar är:

$$U_{\text{rms}} = U_{\text{medel}} \times 1.11$$

$$U_t = U_{\text{rms}} \times \sqrt{2} = U_{\text{rms}} \times 1.414$$

$$U_{tt} = U_t \times 2 = U_{\text{rms}} \times \sqrt{2} \times 2 = U_{\text{rms}} \times 1.414 \times 2$$

Tittar vi på vad detta betyder på en ”vanlig” spänningsnivå som t.ex. 230 VAC i vårt vägguttag får vi följande:

230 VAC är nivån på U_{rms} , d.v.s. om vi har ett elektriskt element så blir det lika varmt vid 230 VDC som vid 230 VAC.

Likriktat medelvärde är $230/1.11=207$ V

Topp värdet är $230 \times \sqrt{2}=230 \times 1.414=325$ V

Topp-till-toppvärdet är $230 \times \sqrt{2} \times 2=230 \times 1.414 \times 2=650$ V

Jag är medveten om att jag här inte slaviskt följer svensk standard i de beteckningar jag använt, men jag har här valt att använda de varianter som vanligtvis dyker upp i scheman etc.

Jämföra värden.

Det hör till ovanligheten att vi behöver bestämma den absoluta nivån på en signalspänning, ofta jämför vi två eller flera nivåer med varandra. Denna mätning är så vanlig att vi som yrkesmän nästa uteslutande använder dB-begreppet i våra mätningar. Därför är många voltmetrar försedda med bättre gradering och presentation av dB-värdet än för den faktiska spänningen som mäts.

Vanligt är att området ändras i 10 dB eller 20 dB-steg. I exemplet nedan är det 10 dB mellan varje område, 0.1 – 0.3 – 1 – 3 – 10 – 30 – 100 – 300 – 1000 V. (Egentligen är det $\sqrt{10} = 3.16$ som är fullt skalutslag på vartannat område, men man behöver inte alltid vara så petig)

0 dB är oftast 0 dBm, d.v.s. den spänningsnivå som motsvarar effekten 1 mW i 600 Ω . Det motsvarar spänningen 0.775 V, om vi inte bryr oss om resistansen utan nöjer oss med spänningsnivån anger man dBu, där 0 dBu = 0.775 V. Denna information är i regel alltid given på instrumentet. (Det finns även dB μ som används vid antennarbete och betecknar dB över 1 μ V, ej att förväxla).

Flera moderna voltmetrar har möjlighet att enkelt nollställa dB-skalan på en godtycklig nivå, så att vi enkelt kan justera förstärkningen till t.ex. 6 dB.



Den vänstra bilden visar insignal och den högra visar utsignalen från testförstärkaren. Dessa bilder visar hur den vänstra omkopplaren (range) har justerats två steg om 10 dB och visaren har stannat på samma värde (här 0 dB) alltså har vi 20 dB förstärkning (10 gånger) i denna labbkoppling. Vi ser också tydligt att om vi har toleransen ± 1 dB kan vi tillåta relativt stora variationer på det absoluta spänningsvärdet.



Samma förstärkare, men här har jag valt att använda en digital bänkmultimeter som kan "nolla" lite där det passar. Här har jag anslutit mätaren till ingången på förstärkaren, tryckt på dB samt talat om för mätaren att detta är min referens.

Om jag sedan flyttar mätsladdarna till utgången får jag direkt 19.91 dB som förstärkning. Denna mätare ger även spänningsnivån som syns till höger.

Mätaren likt denna kan oftast arbeta med andra impedanser än 600Ω , normalt kan vi programmera aktuell signalimpedans.

Men för att vi skall känna någon vits med dessa finesser så måste vi ha lite grundläggande kunskap om dB-begreppet. Jag hade dock inte tänkt att gå djupare in i decibelberäkningar i denna artikel. Men är man det minsta lilla intresserad av förstärkarteknik är den kunskapen att se som nödvändig för att kunna delta aktivt i olika forum.

Om vi vill jämföra utan omvandling till dB eller annat, så återstår voltmetern och miniräknaren.

Detta är på intet sätt en "dålig" metod, bara att det kan bli ganska mycket onödigt räknande med lite otympliga tal som vi hade sluppit annars.



Två mätvärden fångade med kameran

Läser vi av mätaren får vi; $0.839/0.084=9.98$ som är förstärkningen.

Vad vi inte ser är att mätvärden sällan är så stabila som bilderna visar, digitala instrument har alltid en viss "bläddring", och det får bedömas från fall till fall hur representativt det avlästa värdet är.

Där är en klar fördel med analoga mätinstrument, om det förekommer variationer kan det mänskliga sinnet lätt medelvärdesbilda och besluta sig om ett ofta bra (och riktigt) representativt mätvärde.

Med digital representation är det dock i princip omöjligt att ha en vettig uppfattning om en display som "bläddrar".

Frekvensbegränsningar

Vid många mätningar får man problem med för stor bandbredd på voltmeter. Om vi t.ex. skall mäta på en typisk ljudförstärkare till vår kortvågsradio lär det troligen inte finnas några frekvenser över 5 kHz som behöver återges, men då många av de lite finare mätarna har en frekvensgång som sträcker sig ibland flera MHz upp, så vet vi inte om det vi mäter faktiskt är en nyttig signal, eller en störning på 2 MHz som ställer till problem i vår mätning.

Ett typiskt exempel är när vi använder ett oscilloskop med hög bandbredd för att kunna se snabba förlopp. Vi får då ”på köpet” en stor bandbredd där störningar och brus blandas med den nyttiga signalen på ett sätt som vi får svårt att reda ut.

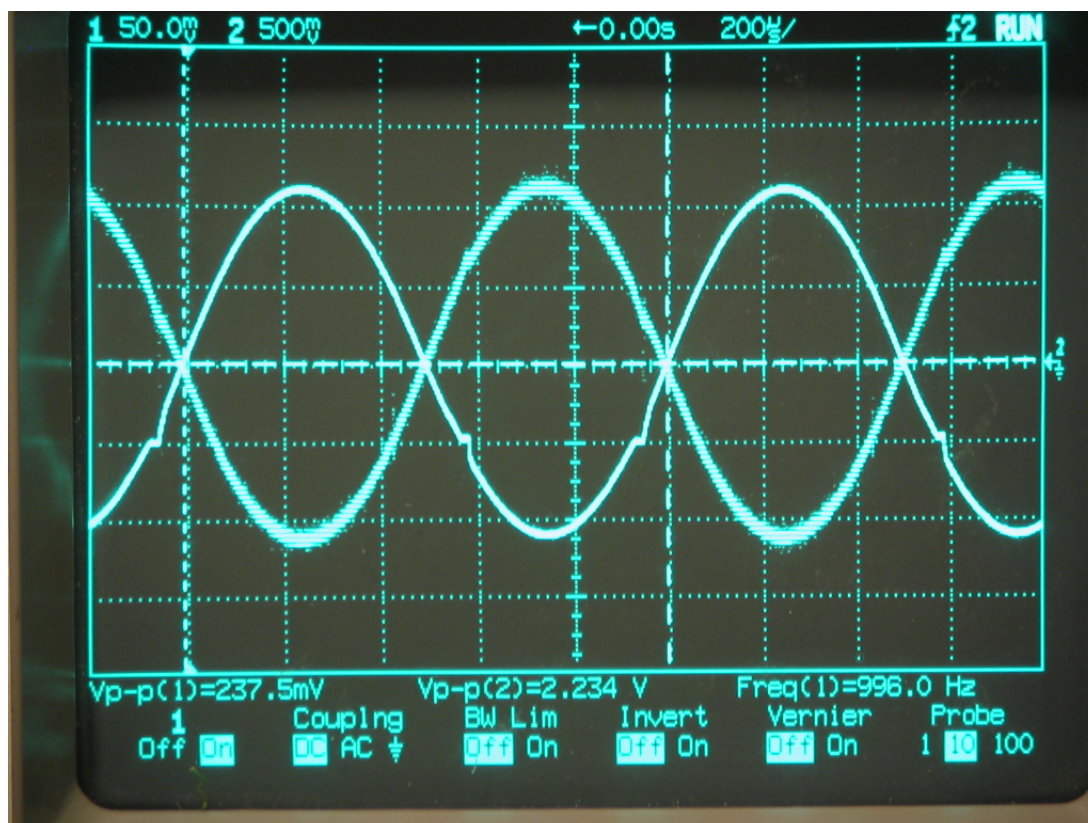


En avancerad voltmeter?

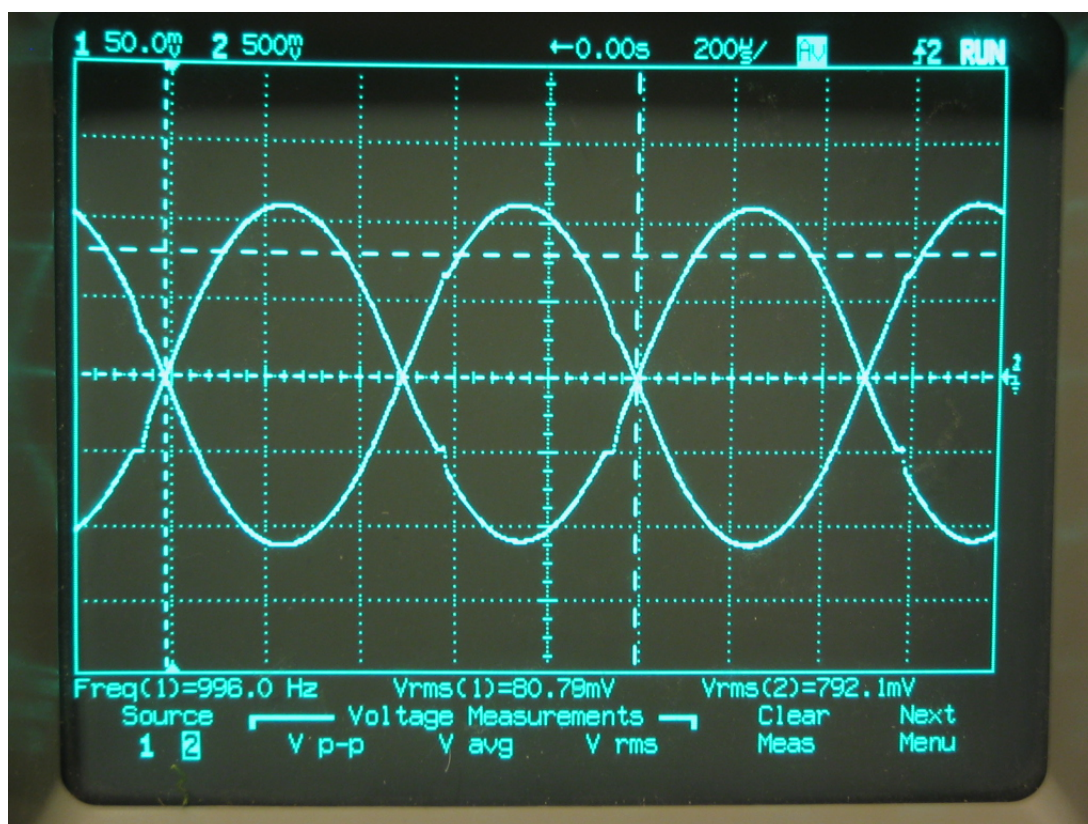
På många moderna oscilloskop finns därför en bandbredds begränsare som är ett bra hjälpmedel, vidare är bruset av den naturen att summan av bruset är noll, kan vi då medelvärdesbilda presentationen slipper vi oftast bruset helt.

På de nedan visade skärmbilderna har jag först mätt signalen med full bandbredd, dessutom har jag låtit oscilloskopet mäta U_{tt} , därmed försäkrar jag mig verkligen om att räkna alla störningar tillsammans med min nyttsignal.

Förstärkningen blir här $2.234/0.2375=9.41$ gånger.



Här syns tydligt hur jag har en "brusig" insignal som kan vara svår att bestämma amplituden noga på. Vi ser här också att Band Width Limit är valt OFF, (vi mäter här med 100 MHz bandbredd).



Här har vi använt bandbredds begränsning och medelvärdesbildning av signalen, genast är kurvorna "rena och fina", och är det lättare att mäta på kurvorna. Samtidigt har vi fått veta att huvuddelen av "bruset" i mätsignalen kan vara relativt högfrekvent och därmed inte påverkar det vi hör från förstärkaren.

Tittar vi på den andra bilden där jag filtrerat och medelvärdesbildat signalen, samt dessutom mäter U_{RMS} , får vi istället $792.1/80.78=9.81$ gånger.

Nu skall vi vara lite försiktiga att lita för mycket på de voltmetrar som finns i många oscilloskop. Om vi inte tillser att kurvan täcker större delen av skärmen kan de digitala stegen bli väl grova, men rätt använd är den funktionen ett mycket nyttigt tillbehör som hjälper oss mycket i kopplingsarbetet.



Så här kan det se ut när vi kan välja filterbandbredd. När alla knappar är "ute" gäller 2-200000 Hz, sedan kan vi begränsa frekvensomfånget på vår mätsignal på olika sätt genom att aktivera olika brytfrekvenser eller så kallad "viktning", det senare är olika mätfilter för att försöka efterlikna t.ex. örats funktion etc.

Om vi tittar på de värden vi fått på förstärkningen så får vi följande serie:

9.41, 9.81, 9.88, 9.98 och 10.0. Vilket är då "rätt"?

Vi ser direkt att det värde vi fick vid den största bandbredden (9.41 vid 100 MHz bandbredd) klart avviker, övriga värden ligger väl samlade mellan 9.8 – 10, och det är troligen där vi har "rätt" värde, spänningsförstärkningen $A_u = -9.9 \pm 0.1$ (minusteknet kommer av att förstärkaren är inverterande).

Detta är en av anledningarna till att många voltmetrar för växelspanning har möjlighet att ha filter inkopplade. Då kan vi enkelt se om mätvärdets frekvensinnehåll huvudsakligen ligger inom det hörbara frekvensspektrumet t.ex., och om möjligt välja bort den del av signalen som inte är relevant för mätningen.

Att lära sig när vi kan använda filter är mycket enkel väg till bättre mätningar.

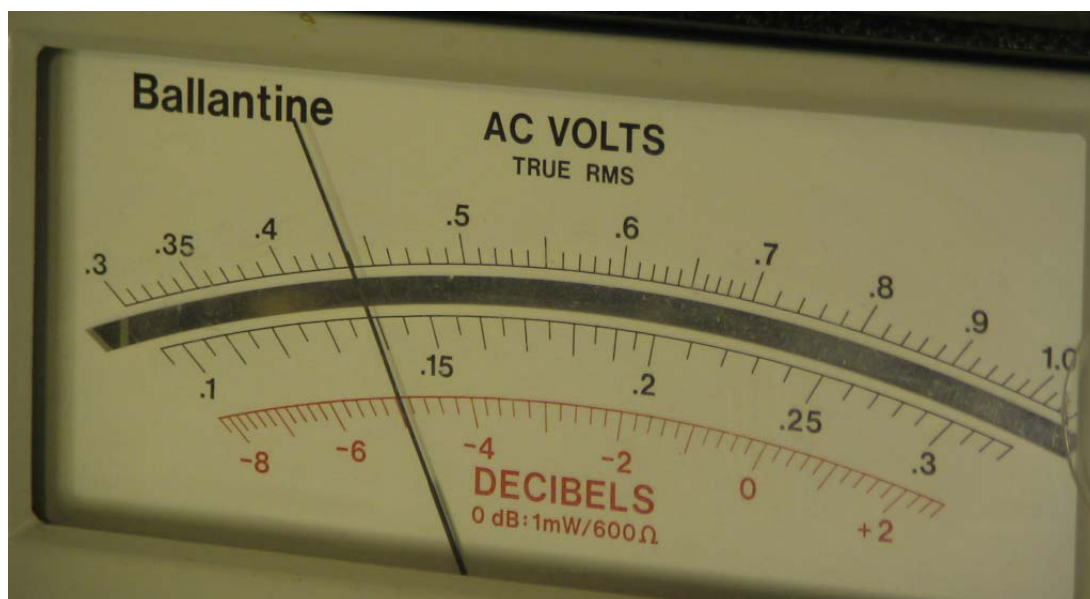
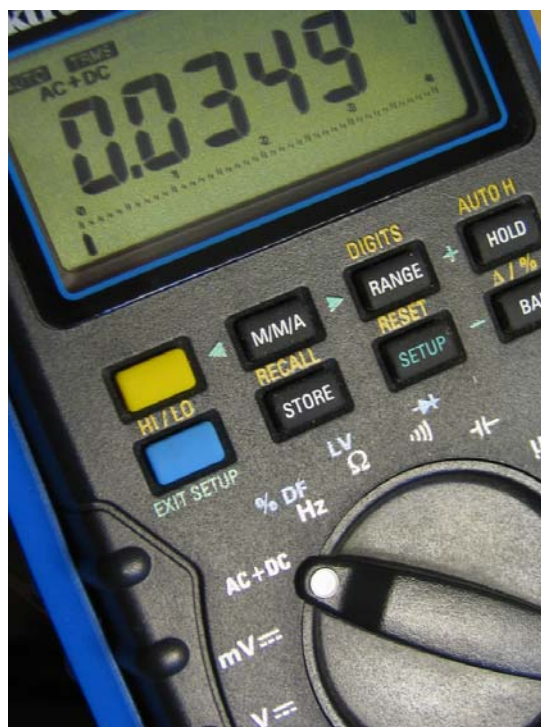
AC+DC+TRMS = sant?

Många växelspännings mätare skryter om att de mäter sant effektivvärde (true rms), men flera multimettrar får problem då en del av mätspänningen är likspänning.

I de flesta av våra mätkretsar förekommer AC och DC blandat. Vissa instrument klarar detta galant, medan återigen andra mätare visar mätvärden mer än 100 % fel, en viss försiktighet med att tolka mätvärden där AC och DC finns samtidigt kan med andra ord vara på sin plats.

En variant är att försöka mäta AC och DC var för sig och sedan summera med hjälp av räknaren.

En del tillverkare väljer att ha ett speciellt område där både AC och DC anges, och som då oftast mäter riktigt. (se bilden till höger)



För de som är hjälplöst fast i "dB-träsket" finns det naturligtvis analoga mätare med linjär dB-skala, notera att den vanliga volt-skalan här saknar "nolla". Detta är även en mätare som tydligt anger att den mäter True RMS utan DC-komponent. Vidare finns, på denna mätare, justering av bandbredden nedåt i frekvensplanet. Det går att välja 10 eller 100 Hz som nedre gränshänsyn, uppåt mäter den till 50 MHz, varför den är mycket smidig från vanligt mätande på ljudförstärkare till traditionellt "radiomätande" på oscillatorer m.m.

Gör det enkelt

När det finns så många ”fällor och fel” är det säkert bäst att låta bli att mäta, ... eller? Nej, det finns ingen anledning till rädsla, vi skall bara göra det ”lätt” för oss.

Om nu en stor del av våra instrument kan ha problem med ”icke sinusformade signaler”, varför använda något annat än sinussignaler? Kan vi välja så använder vi naturligtvis kurvformer där vi har lätt att tolka våra mätningar. Om det nu är så att vi inte kan välja, gör då det bästa möjliga och begränsa bandbredden till det frekvensområde som är relevant för mätningen.

Hur begränsar vi enkelt bandbredden? Jo genom att inte välja en ”bättre” voltmeter än vi har användning av. Det kan verka konstigt att medvetet välja något sämre, men kan vi inte tolka all den information vi får från vårt mätvärde så har vi väldigt liten nytta av mätningen, bättre då att försöka begränsa informationen till den nivå att vi vet vad vi mäter.

Har vi två voltmetrar som har t.ex. 5 kHz respektive 100 kHz bandbredd och båda visar samma värde då kan vi dra slutsatsen att huvuddelen av signalenergin finns inom en bandbredd på 5 kHz.

Men då den voltmeter med 100kHz bandbredd visar ett högre värde, kan vi dra slutsatsen att en (stor) del av energin finns utanför den önskade bandbredden.

Med så enkla medel så kan vi säga en hel del av våra signaler utan en hel del specialutrustning, visst kan det finnas andra orsaker till att vi får olika mätvärden på våra voltmetrar, men om vi iakttar detta vid ett flertal olika mätningar lär vi oss snart hur olika voltmetrar passar våra mätningar.

Undvik om möjligt att arbeta med nätansluten mätutrustning, innan du lärt dig att arbeta med olika mätinstrument är det enkelt att slippa tänka på hur jordanslutningar påverkar vår mätsignal. Enklarest löser vi detta problem genom att arbeta med batteriansluten mätutrustning och helst även batteridriven generator.

Många nybörjare tillför mer störningar genom sitt oscilloskop än nyttig mätsignal endast genom problemet med signaljord och nätjord, då skall vi förstås börja med att undvika dessa situationer tills vi lärt oss hantera dem. Alltså undvik oscilloskopet i början.

Copyright © Leif Nilsson