

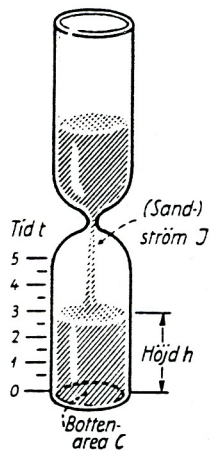
4. Elektrisk mätteknik I

4.1 Analog och digital mätning

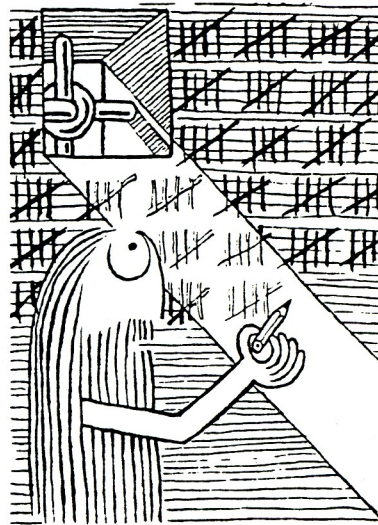
I den moderna mättekniken är begreppen analog och digital av grundläggande betydelse.

Analog kan närmast "översättas" med likformig eller likartad, medan digital närmast kommer av det engels-

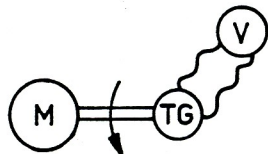
ka ordet "digit", vilket betyder finger eller siffra. En översättning ger således inte någon omedelbar förklaring till vad som avses med analog respektive digital mätning. Figurerna 4.1a - 4.2b får belysa begreppen.



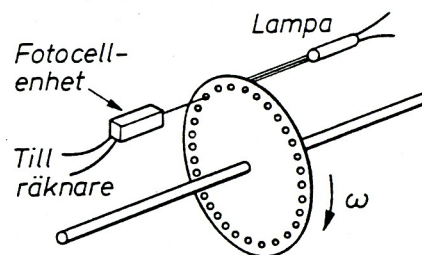
Figur 4.1 a. Analog tidmätning. Sandhöjden motsvarar (är analog med) tiden.



Figur 4.1 b. Digital tidmätning. Ett streck ritas varje gång solen kommer in.



Figur 4.2 a. Analog varvtalsmätning med takometergenerator. Spänningen är analog med varvtalet.



Figur 4.2 b. Digital varvtalsmätning med hålskiva, fotocell och räknare. Antalet pulser under en viss tid räknas.

4.2 Elektriska mätinstrument

4.2.1 MÄTVÄRDESVISANDE INSTRUMENT

Instrument och instrumentegenskaper

Konventionella mätinstrument, som t ex vridspole-, vridjärns- och elektrodynamiska instrument, bygger helt på elektromagnetiska principer. De kräver ingen speciell strömförsörjning för att fungera

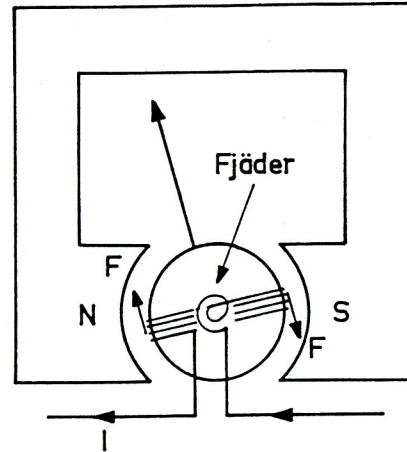
Av figurtexterna 4.4 - 4.6 framgår att vridspoleinstrumentet är medelvärdeskännande, d v s ger ett utslag som är proportionellt mot storhetens medelvärde, medan vridjärnsinstrumentet är effektivvärdeskännande med ett utslag proportionellt mot effektivvärdet. För elektrodynamiska instrument gäller att om den rörliga spolen på instrumentet ansluts till belastningsspänningen och den andra matas med belastningsströmmen, kommer instrumentets utslag att bli proportionellt mot belastningens effektförbrukning. Om samma ström får passera genom båda spolarna blir instrumentet effektivvärdeskännande.

Ett speciellt vridspoleinstrument är korsspoleinstrumentet. Det är ett kvotinstrument.

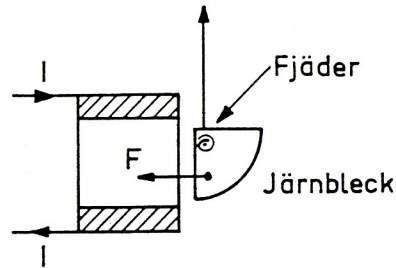
Till klassikerna hör också elektrostatiske instrument, vilka används för mätning av höga spänningar.

Andra exempel på konventionella mätsystem är termo-, bimetall- och vibrationsinstrument.

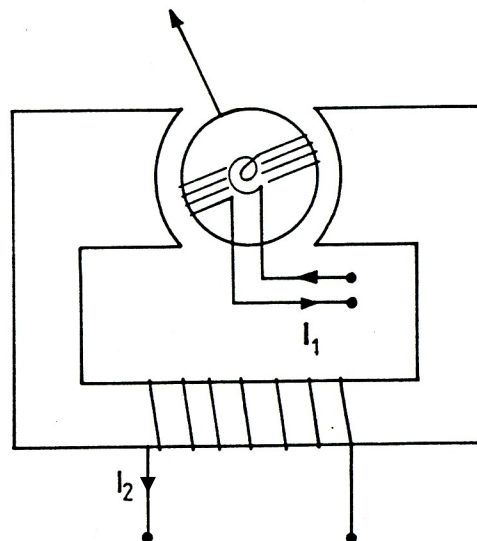
De konventionella instrumenten innehåller ett litet antal komponenter, men har ett elektromekaniskt system, som kräver precisionstillverkning och varsam hantering.



Figur 4.4. Vridspoleinstrument.
Utslaget proportionellt mot strömmens medelvärde.



Figur 4.5. Vridjärnsinstrument.
Utslaget proportionellt mot strömmens effektivvärde.

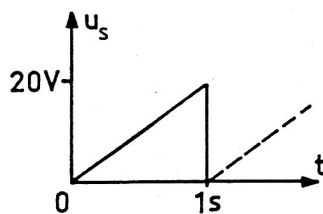
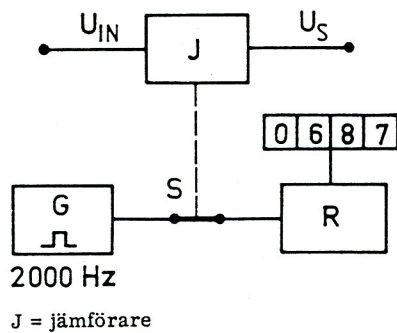


Figur 4.6. Elektrodynamiskt instrument.
Utslaget proportionellt mot $I_1 \cdot I_2 \cdot \cos \varphi_{12}$.

Elektronikens snabba utveckling sedan 1950-talet har medfört att de konventionella visarinstrumenten i allt högre grad ersatts av elektroniska visar- eller sifvervisande instrument.

Moderna elektroniska instrument innehåller många komponenter, men dessa är av standardtyp och är därför billiga. Komponenterna är också enkla att montera och instrumenten klarar normalt en mindre varsam, dock inte ovarsam, behandling. De kan, förhållandevis enkelt, skräddarsys för olika tillämpningar, t ex för mätningar vid höga frekvenser, höga temperaturer etc. I de flesta fall kräver de speciell strömförsörjning.

Elektroniska instrument kan vara uppbyggda enligt figur 4.7a, som visar principen för en enkel voltmeter.



Figur 4.7 a, b. Elektronisk voltmeter och voltmeters svepspänning.

Jämföraren matas dels med den spänning U_{in} , som skall mätas och dels med en noggrann svepspänning u_s , som i detta enkla exempel stiger från noll till 20 V på en sekund (figur 4.7b). När u_s är noll slutes switchen S och

räknaren räknar in pulser från generatorn. När $u_s = U_{in}$ bryter jämföraren "kontakten" S, som naturligtvis är elektronisk och brukar kallas grind. Om inspänningen är 15,83 V hinner räknaren att räkna in 1583 pulser innan jämföraren stoppar räkningen.

När svepspänningen återgått till nollläget upprepas förloppet. Under den nya mätperioden kvarstår det "gamla" mätvärdet på displayen, som i detta fall får ett uppdaterat värde en gång per sekund. Genom att ändra svepspänningens storlek eller, enklare, genom att dämpa eller förstärka inspänningen i bestämda steg kan mätområdet ändras. Naturligtvis kan helt andra värden på svepspänningens storlek, periodtid samt pulsfrekvens väljas.

4.2.2 KURVFORMVISANDE INSTRUMENT

Oscilloskopet

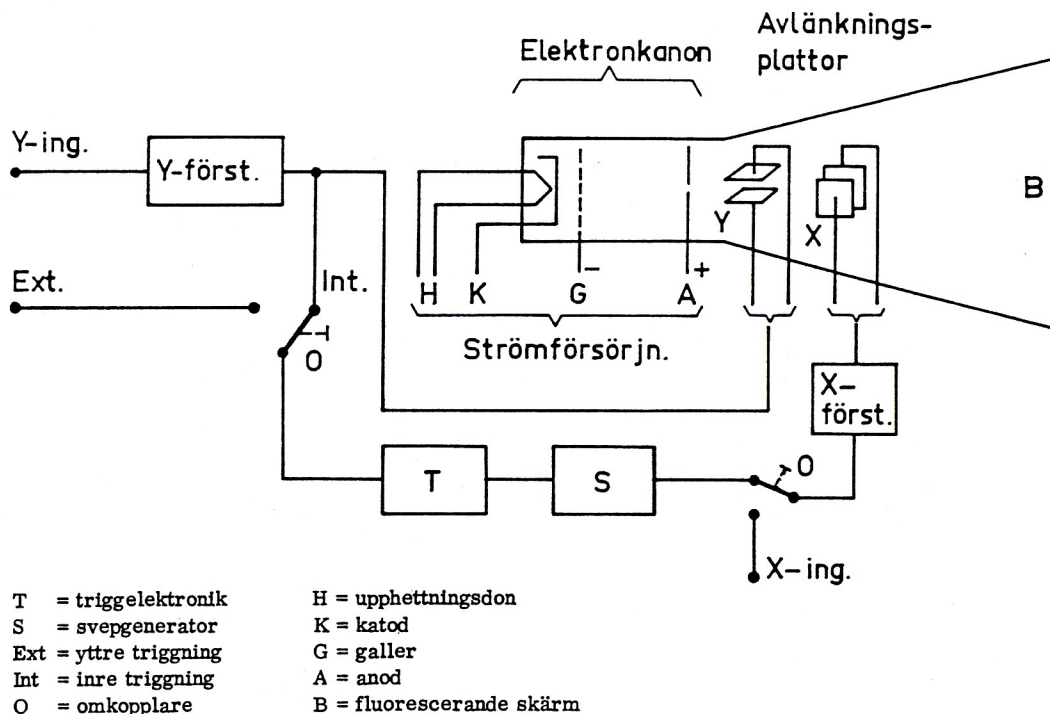
Den moderna elektroteknikens i särklass viktigaste instrument är oscilloskopet. Det ger möjlighet att mäta på ett spänningsförlopp, samtidigt som man studerar dess kurvform. Oscilloskopet är alltså, i princip, en voltmeter. Alla storheter, elektriska eller icke elektriska, som kan omvandlas till en ekvivalent spänning, kan således studeras med oscilloskop.

De flesta oscilloskop har idag två (eller flera) Y-kanaler, d v s två eller flera spänningar kan studeras samtidigt och jämföras. Om oscilloskopet inte har differentialingångar måste spänningarna mätas i förhållande till en gemensam referensnivå. Med ett sådant instrument, som är nätanslutet och skyddsjordat, måste alla spänningar mätas relativt jord.

Den anslutna spänningen får, via förstärkare, påverka plattorna för vertikalavlänkning i ett katodstrålerör.

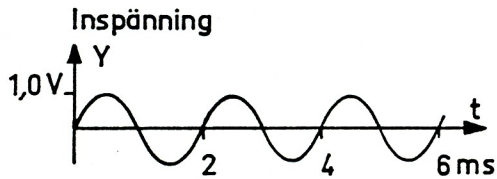
Katodstråleröret har en elektronkanon, i vilken elektroner emitteras från den upphettade katoden. I kanonen accelereras elektronerna av accelerationsanoder. Totala accelerationsspänningen är ca 1 - 10 kV beroende på oscilloskoptyp. I kanonen finns också galler för intensitetsreglering och fokusering av elektronstrålen.

Elektronerna träffar rörets fluorescerande skärm med hög hastighet, varvid denna lyser upp i träffpunkten. När spänningen över avlänkingsplattorna varierar flyttas punkten i vertikalled (Y-led) på skärmen. Intill skärmen är insidan på röret belagt med ett ledande material, som är förbundet



Figur 4.11. Oscilloskopets uppbyggnad

med katoden. Efter att ha träffat skärmen leds elektronerna tillbaka till katoden. Rörret är en sluten strömkrets. Cscilloskopet används mest för att studera periodiskt återkommande förlopp. För det ändamålet finns också



Figur 4.12a. Inspänning

$$\hat{u} = 1,0V$$

$$f = 500Hz$$

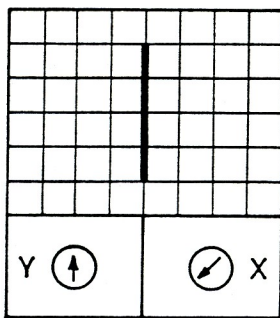
Oscilloskopbilderna av denna spänning vid olika oscilloskopinställningar visas i figurerna 4.12 b-d.

horisontella avlänkingsplattor i katodstråleröret. Över dessa läggs en svepspänning, se figur 4.13, som flyttar elektronstrålen i horisontalled (X-led) över skärmen, med inställbar hastighet. Hastigheten bestämmer hur många perioder, eller hur stor del av en period, som avbildas.

Vid svepspänningens återgång till utgångsläget är elektronkanonen automatiskt släckt.

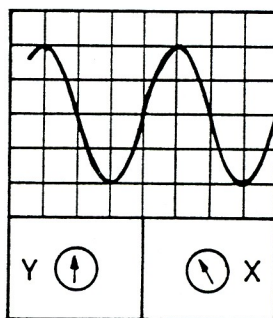
För att bilden skall bli stillastående krävs en triggenhet, som startar svepet när inspänningen når en viss nivå, triggnivån. Då uppritas kurvan hela tiden från samma utgångspunkt.

Den externa triggingången används om man önskar starta svepet med en yttre signal.



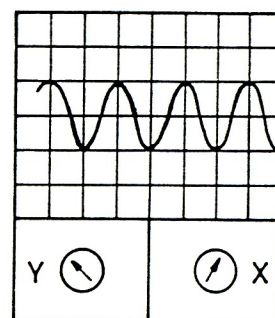
Figur 4.12 b. Oscilloskopbild 1
Inställning:

Svep X = 0ms/div
Spänning Y = 0,5V/div



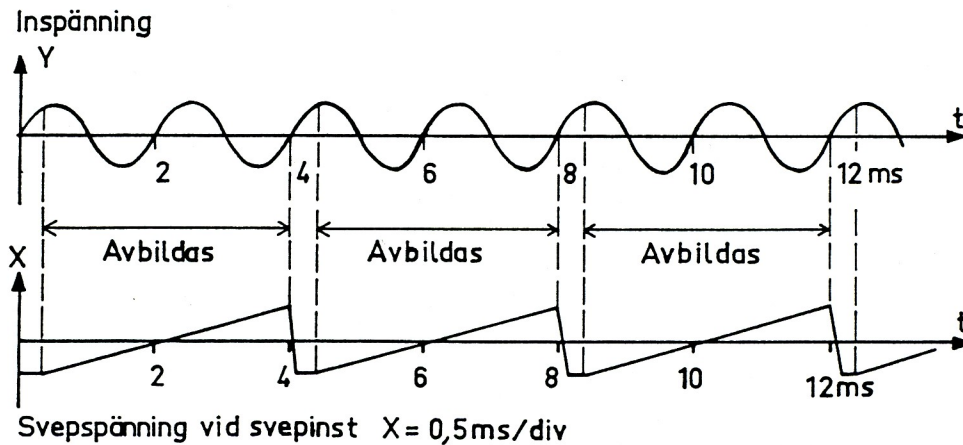
Figur 4.12 c. Oscilloskopbild 2
Inställning:

Svep X = 0,5ms/div
Spänning Y = 0,5V/div



Figur 4.12 d. Oscilloskopbild 3
Inställning:

Svep X = 1ms/div
Spänning Y = 1V/div



Figur 4.13. Principen för trigging