

En modern metod för mätning av elektriska strömmar

INTRODUKTION

Strömtänger används främst för att förbättra prestandan på en multimeter, effektinstrument, oscilloskop, skrivare och dataloggar.

Strömtången omsluts runt ledaren utan att bryta strömkretsen. Utgången på strömtången, som kan var en ström eller spänning är proportionell till den uppmätta strömmen vilket gör strömmätning möjlig med instrument med ett lågt spännings eller strömområde.

Vid mätning, behöver man inte bryta kretsen på den strömledande kabeln, så den är elektriskt isolerad från ingångarna på instrumentet. Som ett resultat av detta kan ingångarna vara flytande eller jordade. man behöver inte bryta strömmen om man använder en strömtång, vilket innebär att stillestånd kan minimeras.

Sant effektivvärdesmätande RMS eller TRMS mätningar inom strömtångens bandbreddsområde kan göras på de flesta Chauvin Arnoux strömtänger med en RMS multimeter.

I de flesta fall är RMS mätningar inte begränsade av strömtångerna, utan av instrumenten de är anslutna till. Bästa resultaten fås med en strömtång med en hög noggrannhet samt en bra frekvensrespons, och minimal fasvridning.

Många Chauvin Arnoux strömtänger är patenterade för deras unika design samt elektronikretsar.

AC STRÖMTÄNGER

TEORI:

En AC strömtång kan ses som en strömtransformator.

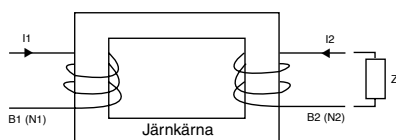
En strömtransformator (figur 1) har två spolar på en gemensam järnkärna. En ström I_1 läggs igenom spole C1, induceras genom den gemensamma järnkärnan en ström I_2 i spole C2. Antalet varv på varje spole och strömstyrkan relateras till:

$$N_1 \times I_1 = N_2 \times I_2$$

där N_1 och N_2 är antalet varv i varje spole.

Från denna formel:

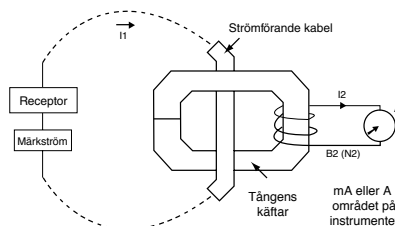
$$I_2 = N_1 \times I_1 / N_2 \text{ eller } I_1 = N_2 \times I_2 / N_1.$$



Figur 1

Med samma princip fungerar en strömtång (figur 2). Den magnetiska kärnan har spole B2 omsluter en ledare där strömmen I_1 finns. B1 är den ledare där mätning görs med antalet varv på N_1 lika med ett. Strömtången som omsluter ledaren ger en proportionell utsignal med antalet varv spolen B2 har, så att: I_2 (tångens utgång) = $N_1/N_2 \times I_1$ där $N_1 = 1$ eller tångens utgång = I_1/N_2 (antalet varv i tångens spole).

Ofta är det svårt att mäta I_1 direkt för att strömmarna är för höga för att kopplas direkt till ett instrument, eller för att det inte går att bryta strömkretsen. För att få en hanterbar nivå på utgången, används ett känt antal varv på strömtångens spole.



Figur 2

Om N_2 är lika med 1000, har strömtången en omsättning om N_1/N_2 eller $1/1000$, vilket uttrycks $1000:1$. Ett annat sätt att uttrycka denna omsättning är att skriva 1 mA/A - strömtången har 1 mA (I_2) för 1 A (eller $1 \text{ A @ } 1000 \text{ A}$).

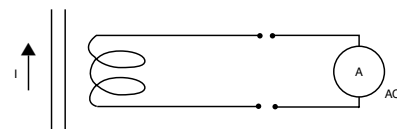
Det finns många andra omsättningsantal: $500:5$, $2000:2$, $3000:1$, $3000:5$, mm. för alla olika applikationer.

Den vanligaste applikationen är att strömtång används med en digital multimeter. Om vi som ett exempel tar en strömtång med $1000:1$ (modell C100) med en utgång om 1 mA/A . Med denna omsättning innebär det att en omsluten ledare kommer att resultera i denna utgångsström:

Ledarens ström	Tångens utgång
1000 A	1 A
750 A	750 mA
250 A	250 mA
10 A	10 mA

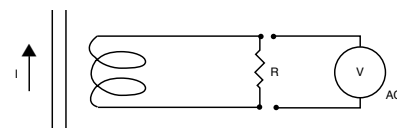
Tångens utgångs anslutning är inkopplad på multimeters AC strömområde för att kunna ta hand om strömtångens utgångsström. För att utläsa strömstyrkan i ledaren måste det avlästa värdet multipliceras med omsättningen (e.g., 150 mA avläst på multimeters 200 mA område representerar $150 \text{ mA} \times 1000 = 150 \text{ A}$ i den uppmätta ledaren).

Strömtänger kan användas till andra instrument som har en strömingång, om de har rätt impedans (se figur 3).

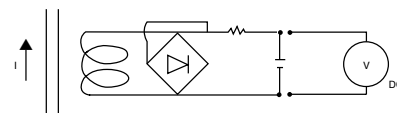


Figur 3

Strömtänger kan även ha AC eller DC spänningsutgångar för strömmätning med andra instrument, som loggrar och oscilloskop som enbart har spänningsingång (figurer 4 och 5).



Figur 4



Figur 5

Det görs strömtänger med spänningsutgång (e.g., modell Y4N eller MINI09). Idessa fall är mV utgången proportionell mot den uppmätta strömmen.

MÄTPRINCIP

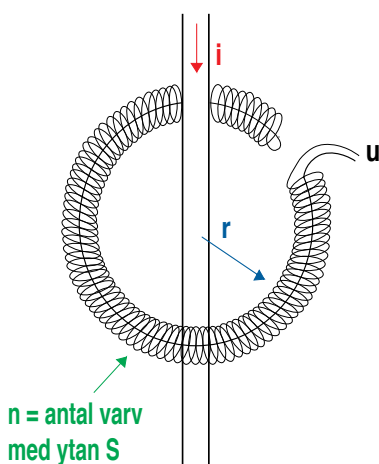
AmpFLEX™ och MiniFLEX givarna är baserade på principen om Rogowski spolen.

Den primära kretsen består av den primära ledaren som ska mäta en växelström. Den sekundära ledaren är lindad på en flexibel kabel.

Vid ingångarna, ger denna spole en spänning som är proportionell dividerad med den primära strömmen som mäts:

$$u = \frac{\mu_0 \cdot n}{2\pi \cdot r} \times S \cdot \frac{di}{dt}$$

där μ_0 = vacuum permibilitet
 S = ytans area på ett varv
 n = antal varv
 r = längden på spolen

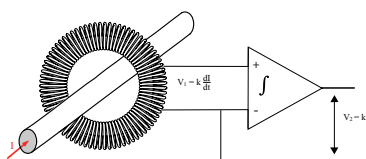


Rogowski coil

Denna AC spänning u passerar sedan via en skärmad kabel till en enhet som innehåller elektronik samt batteriutrymme.

Eftersom det inte finns en magnetisk järnkärna i dessa spolar är de lätta samt flexibla. Utan magnetkärna finns det ingen mätnad eller överhettningrisk.

Vilket ger låg fasvridning och hög linjäritet.

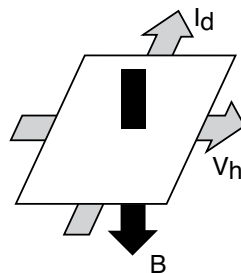


AC/DC STRÖMTÄNGER

MÄTPRINCIP (HALL EFFEKT)

Skillnaden mot AC tänger, görs AC/DC strömmätning genom att mäta magnetfältet på en ledare där ström går. Magnetfältet skapas med en strömförbrukande ledare i en elektronikrets som använder Hall-effekt principen.

När en tunn semiconductor (figur 6) är placerad i raka vinklar till ett magnetiskt fält (B), och en ström (I_d) leds igenom skapas en spänning (V_h) över semiconductor. Denna spänning är känd som Hall spänning, med namn från en forskare bosatt i USA, Edwin Hall, som var den första att upptäcka detta fenomen.



Figur 6

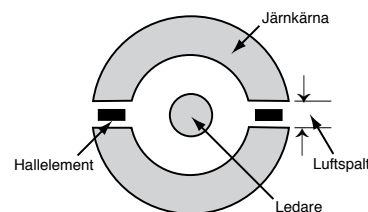
När Hall utrustningen har en stabil ström (I_d), är det magnetiska fältet (B) direkt proportionell till strömmen i den uppmätta ledaren. Därför är Hall spänningen (V_h) representerar strömmen.

Detta sätt att mäta har två starka argument för sig;

Först, eftersom Hall spänningen inte bygger på att reverserabde magnetfält, utan endast på storleken, kan detta användas för att mäta likström (DC mätning).

För det andra, när magnetfältet varierar beroende på varierande strömflöde i den uppmätta ledaren är responstiden omdelbar. Därför kan även komplexa AC signaler mätas och detekteras med hög noggrannhet och låg fasvridning.

baskonstruktion av en tång visas i figur 7, (obs: en eller två Hall generatorer används beroende på typ av strömtång).



Figur 7

Chauvin Arnoux AC/DC strömtänger har utvecklats med principen ovan, det tillsammans med patenterad elektronik, egna kretsar som även mäter signalen för att få en linjär utgång som inte är temperaturberoende. Dessa har ett brett mätområde samt en frekvensrespons med en mycket linjär utgång, och passar i alla applikationer upp till 3000 A. Likströmmätning kan göras enkelt utan dyra effektförbrukande shuntar, samt växelström kan mätas upp till flera kHz med RMS mätande strömtänger.

Strömtängernas utgång är i mV (mV DC vid mätning på en DC signal, och mV AC vid mätning på en AC signal) och kan anslutas till alla instrument med en spänningsgång, som multimeter, oscillosko, skrivare mm.

Chauvin Arnoux har många teknologier för att mäta likström (DC) som K1 och K2, vilka är speciellt framtagna för att mäta mycket låga likströmmar. AC/DC tänger ger även möjligheten att visa och mäta sant effektivvärde RMS i AC eller TRMS AC+DC.

AC ELLER DC STRÖMSMÄTNING

- Anslut tången till instrumentet
- Välj funktion och mätområde
- Omslut tången runt ledaren
- Avläs mätvärdet

Exempel (figur 8):

AC: tångmodell: Y2N

Omsättning: 1000:1
 Utgång: 1 mA AC/A AC
 DMM: ställ in 200 mA AC
 DMM avläst: 125 mA AC
 Ström i ledaren :
 $125 \text{ mA} \times 1000 = 125 \text{ A AC}$

DC : tångmodell: PAC 21

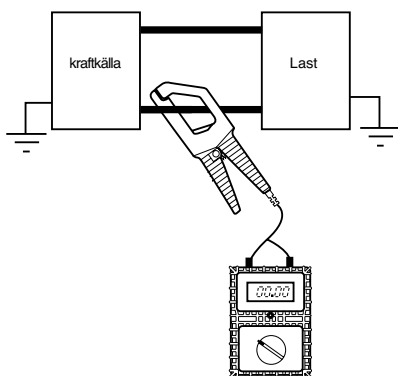
1 mV DC/A DC (Hall givare)
 DMM: ställ in 200 mV DC
 DMM avläst: 160 mV DC
 Ström i ledaren: 160 A DC

AC : tångmodell: PAC 11

Utgång : 1 mV AC/A AC
 (Hall givare)
 DMM: ställ in 200 mV AC
 DMM avläst: 120 mV AC
 Ström i ledaren: 120 A AC

DC : minitångmodell K1

Utgång: 1 mV/mA
 DMM: ställ in 200 mV DC
 DMM avläst: 7.4 mV DC
 Ström i ledaren: 7.4 mA



Figur 8

MÄTNING AV LÅGA STRÖMMAR, PROCESS- OCH LÄCKSTRÖMMAR

Många strömtänger kan användas för att mäta låga strömmar. K1 och K2 har en 50 mA DC känslighet och K2 kan användas på 4-20 mA process signaler.

Exempel: 4-20 mA signal

Tångmodell: K2

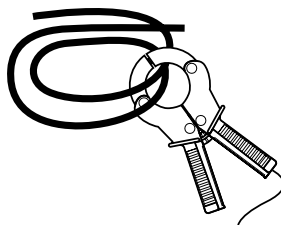
Utgång: 10 mV/mA
 DMM: ställ in 200 mV DC
 DMM avläst: 135 mV DC
 Ström i ledaren: 13.5 mA DC

Om strömmen är för låg får strömtången, eller en bättre noggrannhet önskas kan ledaren omslutas flera varv i tången. Värdet på strömmen är då det avlästa delat med antalet varv.

Exempel: figur 9

Tångmodell: C100

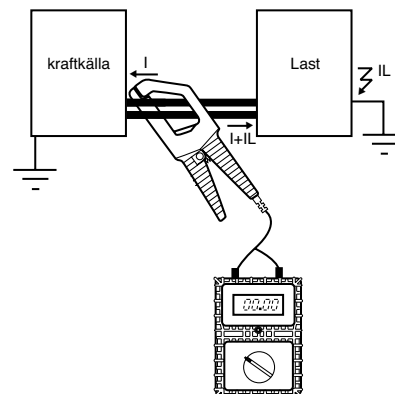
Omsättning: 1000:1
 DMM: ställ in 200 mA AC
 Antal varv ledaren har i tången: 10
 DMM avläst: 60 mA AC
 Ström i ledaren:
 $60 \text{ mA} \times 1,000 / 10 = 6,000 \text{ mA} = 6 \text{ A}$



Figur 9

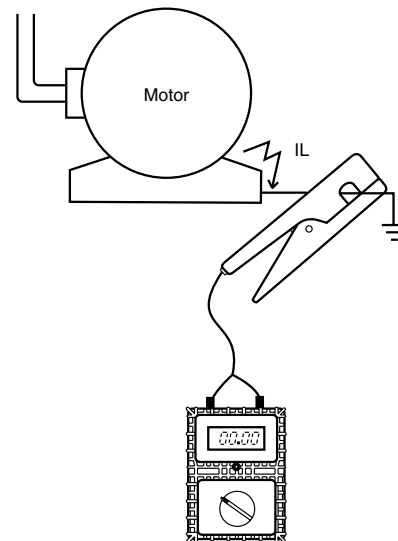
När tången placeras mellan två ledare med olika polaritet, blir resultatetskillnaden mellan de två strömmarna. Om strömmarna är lika stora blir värdet noll (figur 10).

När ett värde annat än noll finns så är det läckströmmen på lasten.



Figur 10

För att kunna mäta låga strömmar eller läckströmmar kan man använda strömtångsmodeller B102 eller C173. Läckströmmar på jord kan dock mätas med en vanlig strömtång (figur 11).



Figur 11

Exempel: figur 11

MINI 05

Omsättning: 1 mV AC/mA AC
 DMM: ställ in 200 mA AC
 DMM avläst: 10 mV AC
 Läckström: 10 mA AC