LUND UNIVERSITY

Ström- och Effektmätning

Björnstedt, Johan

2008

Link to publication

Citation for published version (APA):
Björnstedt, J. (2008). *Ström- och Effektmätning*. [Publisher information missing].

Total number of authors:
1

General rights
Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:
Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.
• Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
• You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
• You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: https://creativecommons.org/licenses/

Take down policy
If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Download date: 10. Oct. 2026

CODEN:LUTEDX/(TEIE-7227)/1-4/(2008)

Industrial Electrical Engineering and Automation

Ström- och Effektmätning

Johan Björnstedt

Dept. of Industrial Electrical Engineering and Automation
Lund University

Ström- och Effektmätning

LUND INSTITUTE
OF TECHNOLOGY
Lund University

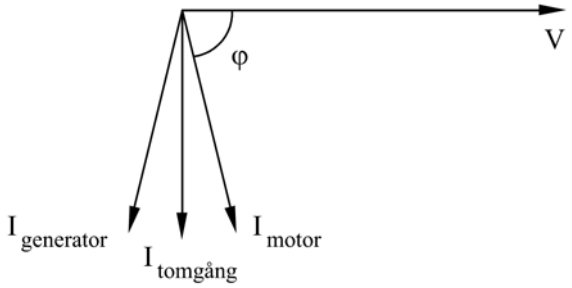
Johan Björnstedt

Inledning

En av de vanligaste mätningarna som göres inom elkraftområdet är strömmätning. Denna ligger ofta till grund för en effektberäkning och frågan är då hur stora krav man bör ställa på mätningen. För att reda ut detta studeras inverkan av en ändring i strömmens absolutbelopp respektive vinkel. Även mätningar utföres för att få en uppfattning om några olika instruments noggrannhet.

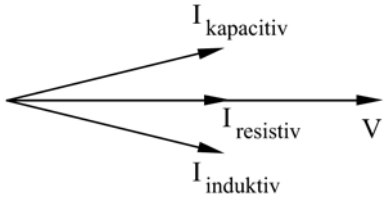
Beloppet och vinkels inverkan på effekten

När ström och spänning loggas och effekten därefter beräknas utifrån mätningarna är det av största vikt att vinkeln på strömmen är korrekt. Ett vinkelfel har störst inverkan när strömmen befinner sig runt 0° respektive 90° förskjuten i förhållande till spänningen. Vid 0° har ett vinkelfel stor inverkan på den reaktiva effekten medan påverkan på den aktiva effekten är försumbar. Runt 90° är förhållandet det ombytta, dvs. det är den aktiva effekten som påverkas mest av en vinkeländring. Detta inträffar tex. när man mäter på en asynkronmaskin som befinner sig nära tomgång. Nästan all effekt är då reaktiv varvid strömmen befinner sig ca 90° efter spänningen. Detta illustreras i Figur 1 där det tydligt framgår att en liten ändring av vinkeln är avgörande för om maskinen anses gå som motor eller generator. Effekten kan alltså till och med byta tecken på grund av ett litet vinkelfel.



Figur 1 *Ström och spänning för en asynkronmaskin i tomgång samt vid motor- respektive generatordrift.*

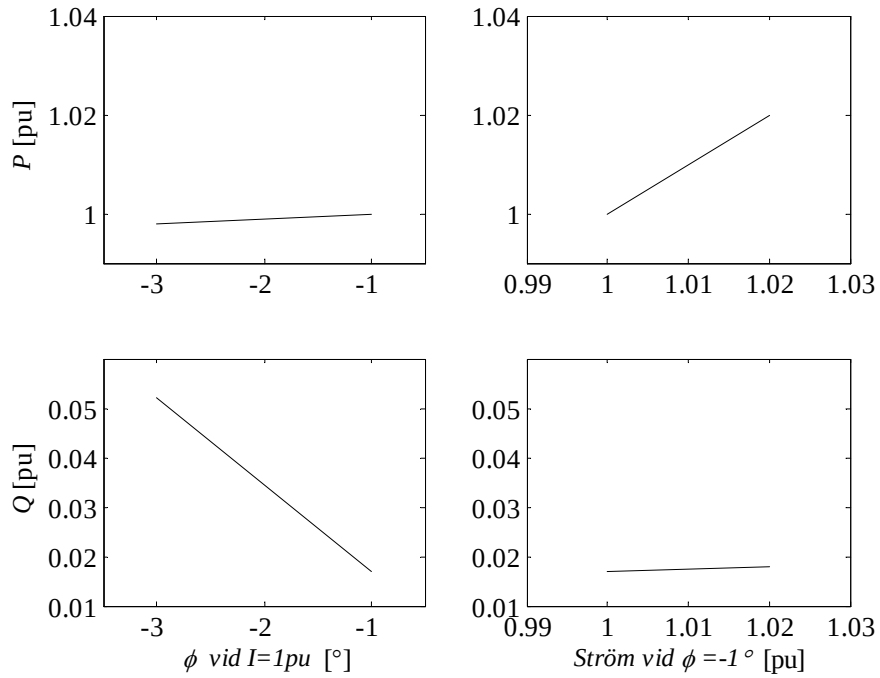
Motsvarande problem inträffar då man har en svagt induktiv last, dvs en övervägande resistiv del. Om strömmen i detta fall blivit framskjuten på grund av dålig mätutrustning visar mätningarna istället att lasten är kapacitiv.



Figur 2 *Ström och spänning för en svagt kapacitiv-, resistiv- samt svagt induktiv last.*

Strömmens belopp har naturligtvis också en stor betydelse för den beräknade effekten men huruvida det är viktigast med ett korrekt belopp eller en korrekt vinkel går inte att säga. Det beror helt och hållet vad man ska mäta på. Figur 3 visar aktiv och reaktiv effekt beräknade utifrån spänning och ström dels för varierande vinkel och dels för varierande belopp på strömmen. Vinkeln varieras mellan 1 och 3° och beloppet varieras med 2%. Båda dessa variationer överensstämmer väl med angiven onoggrannheten på strömtänger av hög kvalité. Fallet med induktiv last i Figur 2 studeras. En ändring av vinkeln med 2° har nästan ingen inverkan på den aktiva

effekten men däremot en stor inverkan på den reaktiva effekten. När strömmens belopp ändras 2% påverkas nästan uteslutande bara den aktiva effekten.



Figur 3 *Aktiv effekt (överst) och reaktiv effekt (underst) vid varierande vinkel (vänster) och varierande absolutbelopp (höger).*

Effekt med olika strömmätdon

För att få en uppfattning om noggrannheten hos olika strömmätdon gjordes mätningar med strömtång, rogowskispole samt strömshunt på en last med impedansen $Z = 8\angle 0.7°$. Därefter beräknades 50 Hz effekten med hjälp av de loggade strömmarna och spänningen. Mätning gjordes även med två olika wattmetrar, en stationär och en handhållen. Nedan visas en sammanställning av resultaten.

Tabell 1 *Aktiv och reaktiv effekt med olika mätmetoder.*

	|I|	φ	P	Q
Strömshunt	5,1 A	-0,4°	264 W	2 var
Rogowskispole LEM RR 3330-SD	4,9 A	-0,7°	255 W	3 var
Strömtång FLUKE 80i-1000s	4,9 A	4,3°	255 W	-19 var
Wattmeter YOKOGAWA VT130		-1,5°	267 W	7 var
Wattmeter NORMA D1150		8°	266 W	-38 var

Strömshunten anses ha försumbar induktans vilket bekräftas av att vinkeln stämmer mycket bra med den teoretiska. Även rogowskispolen ger en vinkel som stämmer

mycket bra medan strömtången ger ett betydande vinkelfel vilket resulterar i att den reaktiva effekten får fel tecken. Eftersom strömmen har ungefär samma riktning som spänningen syns felet bara i den reaktiva effekten.

Rogowskispolens lilla vinkelfelet i förhållande till strömtången beror på att rogowskispolen är lindad på ett icke-magnetiskt material och drar därför inte någon magnetiseringsström, vilket är fallet för strömtänger och strömtransformatorer.

Om man studerar datablad för den aktuella strömtången och rogowskispolen finner man att strömtången har ett i många fall oacceptabelt stort vinkelfel medan vinkelfelet för rogowskispolen är acceptabelt för de flesta mätningar. I de genomförda mätningarna användes 10 A området på strömtången och 30 A området på rogowskispolen.

Tabell 2 *Uppgifter från tillverkarna om onoggrannhet och fasvridning vid 50Hz för rogowskispole och strömtång.*

	Mätområde	Onoggrannhet	Fasvridning
LEM RR 3330-SD	30 A 300 A 3000 A	1% av fullt skalutslag	<0,5°
FLUKE 80i-1000s	0,1-10 A	3% av avläst värde ±100 mA	25° @ 0.5 A 15° @ 2 A 10° @ 10 A
	0,5-100 A	2% av avläst värde	4° @ 5 A 3° @ 20 A 2° @ 100 A
	5-1000 A	2% av avläst värde	2° @ 50 A 2° @ 200 A 1° @ 1000 A

Ett problem när det gäller wattmetrar är att man även får med effekten i övertonerna vilket kan leda till ett missvisande resultat. Om ström och spänning istället loggas från bra givare och effekten sedan beräknas utifrån detta kan man plocka ut enbart den frekvens man är intresserad av och har därför bättre kontroll över vad man mäter.

Problem med överhörning

En faktor som kan påverka mätningarna, när ström och spänning samplas, är om man får överhörning mellan kanalerna Detta beror naturligtvis mycket på de anslutna mätsladdarna men det har visat sig att även mätdatorns konstruktion kan påverka mätningarna. Om man inte är observant kan överhörningen uppfattas som en fasförskjutning av den ena signalen. Detta problem förekommer då man har en multiplexer före AD-omvandlaren och är som störst när en signal med låg amplitud läses in direkt efter en med hög amplitud. En lösning kan vara att läsa in en jordad kanal mellan de två intressanta signalerna. På detta sätt hinner den föregående signalen klinga ut innan nästa läses in.

Slutsats

Varje gång en mätning genomföres är det viktigt att fundera över vad man är ute efter och vad som kan påverka och försämra mätresultatet.

Om ström och spänning är i det närmaste i fas påverkar vinkelfelet den reaktiva effekten medan fel i beloppet påverkar den aktiva effekten.

Är vinkeln mellan ström och spänning runt 90° är förhållandet det omvända, dvs vinkeln påverkar aktiv effekt medan absolutbeloppet påverkar reaktiv effekt.

Överhörning mellan mätkanaler kan orsaka en oönskad fasförskjutning mellan de olika kanalerna.

Värt att notera är att även om man använder mätinstrument av hög kvalité kan detta resultera i helt felaktiga och missvisande resultat om man inte är observant på onoggrannheten.