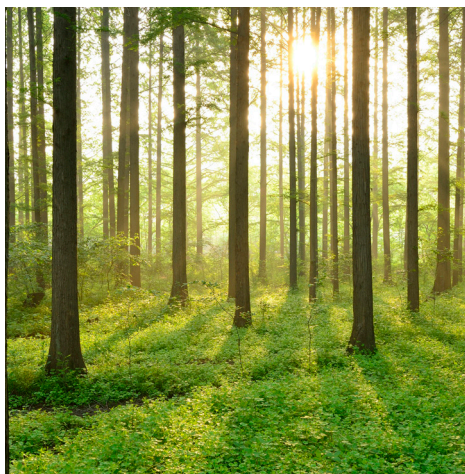
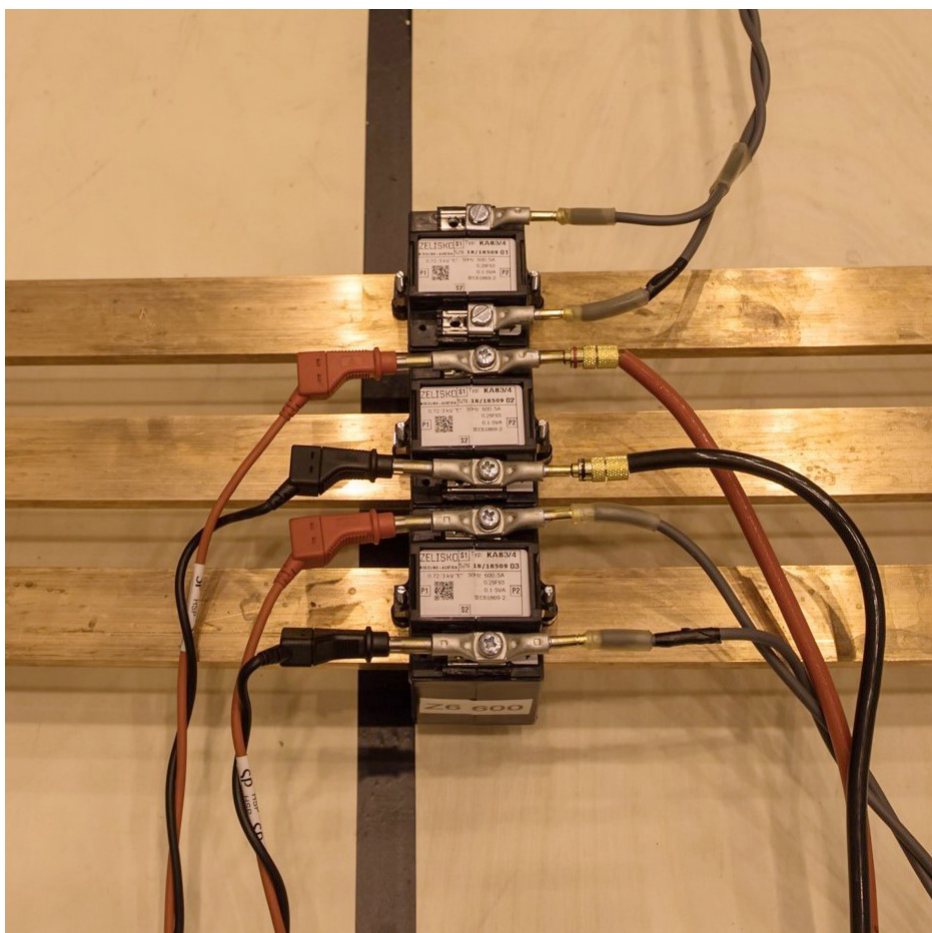


KONTROLL AV STRÖMTRANSFORMATORERS ÖMSESIDIGA PÅVERKAN I EN TREFASSATS

RAPPORT 2019:617



INDUSTRIFORSKNINGSPROGRAM
UNDERHÅLL AV ELNÄT



Kontroll av strömtransformatorers ömsesidiga påverkan i en trefassats

Den magnetiska kopplingen mellan
strömtransformatorer

BO LARSSON

ISBN 978-91-7673-617-3 | © Energiforsk oktober 2019

Energiforsk AB | Telefon: 08-677 25 30 | E-post: kontakt@energiforsk.se | www.energiforsk.se

Förord

När strömtransformatorer monteras i ställverk måste de ofta placeras väldigt tätt, eftersom det tillgängliga utrymmet blir mindre och mindre. Innan detta projekt påbörjade, fanns det en osäkerhet om hur påverkan mellan de tre strömtransformatorerna ser ut när de sitter nära varandra. Resultaten av dessa försök visar på att denna påverkan är ytterst begränsad, och att strömtransformatorer i trefas kan placeras mycket nära varandra utan att denna påverkan utgör ett problem.

Projekttledare för *Kontroll av strömtransformatorers ömsesidiga påverkan i en trefassats* har varit Bo Larsson, RISE, som har genomfört det i samarbete med Fredrik Rimsell, Jonas Cedergren och Tatu Nieminen, även de på RISE.

Projektet har genomförts inom ramen för Energiforsks industriforskningsprogram *Underhåll av elnät*, och referenspersoner från programmets styrgrupp har varit

- Hans-Erik Carlsson, E.ON Energidistribution
- Robert Saers, ABB Corporate Research
- Kenneth Stefansson, Vattenfall Eldistribution

Programmet Underhåll av elnät finansieras av ABB, Bodens Energi Nät, Borås Energi Nät, C4 Elnät, Ellevio, Eskilstuna Energi & Miljö, Falu Energi & Vatten, Göteborg Energi, Elinorr Ekonomisk förening som består av 16 elnätföretag, E.ON Energidistribution, Jämtkraft Elnät, Jönköping Energi Nät, Karlstads El- och Stadsnät, Kraftringen Elnät, Luleå Energi, Skellefteå Kraft Elnät, Kungälv Energi, Mälarenergi Elnät, Nacka Energi, Svenska kraftnät, Tekniska verken i Linköping, Pite Energi, Umeå Energi Elnät, Vattenfall Eldistribution och Öresundskraft.

Lennart Kjellman,
Programansvarig Underhåll av elnät
Stockholm 1 oktober 2019

Undersökningens resultat

Strömtransformatorer i en trefassats i ställverk placeras idag så nära varandra som möjligt då utrymmet där de monteras blir mindre och mindre.

Om strömtransformatorerna placeras med minsta möjliga marginal till varandra uppmättes i studien en maximal påverkan på $<1/10$ av strömtransformatorns klassgräns gentemot om transformatorerna satt med ett stort inbördes avstånd.

Detta tryggar den mätning som finns idag för kategori 2 för de kunder som mäter elenergin med strömtransformatorer på 230/400 V nätet.

Den strömtransformator som påverkades mest var den i mitten av det tre strömtransformatorerna. Detta var fallet både när det gäller påverkan från intilliggande strömtransformator och intilliggande ledare från ytterfaserna.

Påverkan var störst vid märkbörda och vid maximal ström. Bördan är den belastning som strömtransformatorn känner och utgörs oftast av kablar och elenergimätare.

Strömtransformatorerna påverkades ungefär lika mycket av magnetfältet från de intilliggande transformatorkärnorna som av de intilliggande ledarna.

Påverkan var högre på 600/5 A än vad den var på 300/5 A.

Strömtransformatorns fel påverkas lite av avståndet mellan dem.

Debiteringsmätning med strömtransformationerna som har omsättning upp till 600/5 A ryms felet inom klassen för strömtransformatorn även om de sitter ihop.

Och en ledare som kommer tätt intill höljet på en strömtransformator från en intilliggande fas, påverkar inte energimätningen med så stort fel att åtgärd behöver vidtas vid omsättningar upp till 600/5 A.

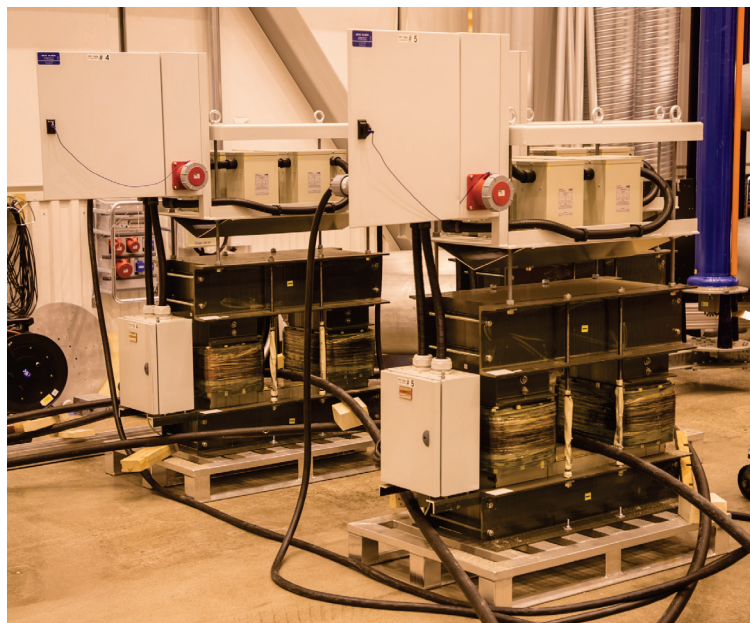
Mätosäkerhet

Tekniken bakom referensmätsystemen som användes har utvecklats vid riksmätplatsen för elektricitet på RISE (tidigare SP). Mätsystemen mäter två transformatorer parallellt i realtid och har en absolutnoggrannhet på 0,008 % respektive 0,4 minuter. Korttidsstabiliteten för mätning från ett avstånd till ett annat uppskattas till bättre än 0,002 % respektive 0.2 minuter.

Utrustning

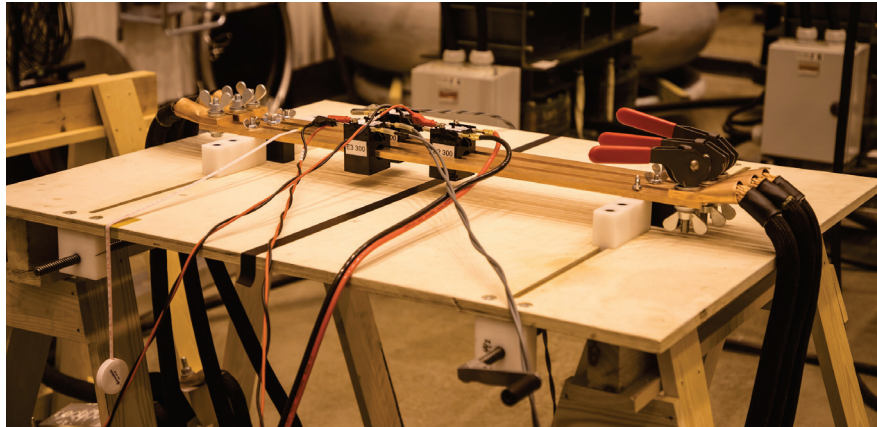
Strömgenereringen till transformatorerna utgjordes av tre induktionstransformatorer 400/15 V som kan generera upp till 10 kA. De kopplades med en fas till varje transformator.

Trefas nätspänning matades via en motorstyrd variabel transformator. Denna transformator användes för grovjustering respektive separat balansering för de tre faserna. En mindre manuell variabel transformator användes för finreglering av trefasströmmen.



Figur 1 Induktionstransformator 400 / 15 V, 10 kA

Varje fas kopplades med 1200 mm² aluminiumkablar genom induktionstransformatorerna och anslöts till mjuka 300 mm² flätade kopparkablar för koppling till strömskenorna. Strömskenorna var monterade i hållare på ett mätbord. Mätbordet var byggt med en mittskena fast monterad samt yttre skenor i justerbara hållare för avståndsjustering. Avstånd mellan skenor justerades med en vev kopplat via växellådor till bägge ändar på de yttre skenorna. Avståndets osäkerhet mellan två skenor bedömdes vara inom ± 1 mm.



Figur 2 Mätbordsbord med skenor

Mätutrustningen för att bestämma omsättningsfel och fasförskjutning hos strömtransformatorerna utgjordes av två oberoende referensmätssystem, SP DSTM 1 och SP DSTM 2.

Mätssystemet DSTM är uppbyggt kring en transformator-mätbrygga med två strömsensorer som mäter provobjektets primära respektive sekundära ström.

Mätbryggan är digitalsamplande och har tre kanaler. Kanalerna består av var sin Agilent precisionsmultimeter som via en faslåsningsenhet är faslåsta till grundtonen hos matande nätspänning.

Två av kanalerna mäter simultant provobjektets primära respektive sekundära ström. Därifrån räknas omsättningsfel och fasförskjutning hos provobjektet ut.

Den tredje kanalen mäter spänningsfallet över provobjektets sekundärutgång. Därigenom mäts den faktiska pålagda bördan och dess effektfaktor under kalibrering.

Personal

Mätningarnas gjordes av Fredrik Rimsell.

Jonas Cedergren var ansvarig för strömtransformatorkalibreringen.

Tatu Nieminen designade och var ansvarig för trefasuppmatningen.

Sammanfattning

Undersökning av den magnetiska kopplingen mellan strömtransformatorer.

Riktlinjer för hur strömtransformatorer bör monteras utifrån de provade objekten är att det för omsättningar upp till 600/5 A är inte avståndet som är kritiskt mellan strömtransformatorerna, varken på rad eller förskjutna med en fasledaren tätt intill på utsidan. Dock bör man med större strömmar och omsättningar på strömtransformatorerna montera dem, och ha ett avstånd emellan dem innan man har fastställt hur avståndet inverkar.

För en kategori 2 mätning som mäter med strömtransformatorer på 230/400 V nätet. Blir felet försumbart med de provade strömtransformatorerna vid omsättningar 300/5 A och 600/5 A. Detta gäller för både den magnetiska koppling mellan kärnorna som sitter intill varandra och när ledaren från intilliggande faser går tätt intill höljet på strömtransformatorn.

Det innebär att kunden som köper elenergi kan vara säker på att han betalar ett riktigt pris för sin elenergi. Vid omsättningar upp till 600/5 A när mätningen sker med strömtransformatorer.

Påverkan finns, men är $<1/10$ av klassgränsen. Detta tryggar den mätning som finns idag för kategori 2, för kunder med strömtransformatormätning på 230/400 V system. Olika fabrikat har olika påverkan, de värden som är redovisat är den maximala påverkan.

Strömtransformatorn som påverkades mest var den i mitten av trefassatsen.

Påverkan var störst vid märkbörda och vid maximal ström.

Strömtransformatorer är monterade på en plåt i de flesta trefassatser. Denna plåt visade i de provade fallen ingen inverkan på mätprestanda.

Påverkan mellan strömtransformatorerna blev större desto högre ström eller varvomsättning transformatorerna hade. Påverkan var mindre på 300/5 A än vad den var på 600/5 A.

Tidigare undersökningar på vissa strömtransformatorer med högre märkström (flera kiloampere) samt högre varvomsättning har visat en påverkan på flera gånger klassgränsen när en strömledare går intill strömtransformatorn på utsidan, vilket inte är acceptabelt för debiteringsmätning.

Påverkan från strömtransformatorer på rad har ej gjorts tidigare.

Summary

Investigation of the magnetic coupling between current transformers

Guidelines how current transformers should be mounted based on the results from this study, is that for sizes of current transformers up to 600/5 A, the distance is not critical between the current transformers, either in a row or with the conductor close to the outside. However, larger current transformers should be mounted at a distance between each other before any proximity effect has been investigated

For a Category 2 Swedish definition for measurement with current transformers on the 230/400 V grid, the fault is negligible with the ratio 300/5 A and 600/5 A.

The impact exists but is so small $<1/10$ of the current transformer class with a ratio of 300/5 and 600/5 A. This ensures the reliability that exists today for category 2 customers when measuring with current transformers on 230/400 V system. Different brands have different sensitivity. The reported values are the maximum impact.

The most affected current transformer in a three-phase setup was the one in the middle of the three current transformers.

The impact was greatest at maximum load and at maximum current.

Current transformers are mounted on a metallic plate in most measuring systems for current transformations. The study could not find any impact on performance with the metallic plate.

Innehåll

1	Debiteringsmätning kategori 2	10
2	Bakgrund	11
3	Mål	12
4	Omfattning	13
5	Utförande	14
5.1	Standard för strömtransformatorn	14
6	Uppmätning av strömtransformatorer	15
6.1	Strömtransformatorn – uppmätning utan påverkan	15
6.1.1	Strömtransformatorerna enskilda uppmätning	16
6.1.2	Strömtransformatorerna placerade på rad med varierat avstånd mellan varandra	20
6.1.3	Strömtransformatorerna placerade omlott, fas 1 och fas 3 på rad och fas 2 förskjutet, med olika avstånd mellan varandra	23

1 Debiteringsmätning kategori 2

Debiteringsmätning med strömtransformatorer är den mest förekommande mätningen förutom direktmätning. Vid strömmar över 63 A vid 400/230 V sker mätningen med strömtransformatorer och energimätare. Detta för att energimätaren skall kunna hantera de strömmar som förekommer.

Strömtransformatorer som sitter nära varandra kan påverkas genom det elektromagnetiska fältet. Det påverkar varandra med konsekvensen att den elenergi som mäts får ett fel. Strömtransformatorerna som placeras med ett avstånd mellan varandra i en mätpunkt för elenergi påverkar varandra minimalt.

Det finns en stor mängd mätningar med strömtransformatorer av elenergi. Troligtvis är det ett fåtal av dessa anläggningar, där strömtransformatorerna sitter så nära varandra, att det magnetiska fältet runt omkring kommer att påverka strömtransformatorns klass.

2 Bakgrund

Strömtransformatorer finns för nominella strömmar från 300 A upp till 1500 A för debiteringsändamål. En strömtransformator med nominell ström på 300 A har ett mätområde mellan 3 - 360 A. En strömtransformator är en magnetisk omvandling av strömmen, ner till en för energimätaren mätbar nivå. En 300/5 A strömtransformator av klass 0.2S har idag en mätosäkerhet, för området 60 - 360 A, inom 0,2 %.

Strömtransformatorer monteras i fördelningsställverk för eldistribution. Ett exempel kan vara en större affär med kyldiskar med strömmar över 63 A, då krävs det strömtransformatorer. Mätning med hjälp av strömtransformatorer är den mätning, med undantaget av direktmätning, som har det största antalet mätsystem i Sverige.

Behöver man öka omsättningen från 300/5 A till 600/5 A på strömtransformatorerna blir avståndet mindre mellan dem, när utrymmet är begränsat.

Tidigare erfarenheter vid mätning visar på att strömtransformatorerna har en magnetisk koppling mellan faserna som påverkar noggrannheten på strömtransformatorn.

Finns det ett magnetiskt föremål intill strömtransformatorer, kan det magnetiska flödet påverkas så att mätvärdet blir felaktigt och att strömtransformatorn inte kan uppfylla sin klass.

Många eldistributörer har haft olika instruktioner om hur nära varandra man kan montera strömtransformatorer. Vi har haft förfrågan tidigare från DEFU i Danmark om vi kan mäta den ömsesidiga påverkan mellan strömtransformatorer. Detta var för ca 25 år sedan. På den tiden fanns inte sådan utrustning. Idag har vi utrustning och kunnat utveckla kompetens för att göra denna undersökning.

3 Mål

Målet är att bestämma hur nära varandra strömtransformatorer kan placeras för att uppfylla sin klass. Då blir det möjligt att skaffa riktlinjer för montage av strömtransformatorer med minsta avstånd dem emellan. Det innebär även att den ekonomiska fördelningen blir rättvis mellan säljare och köpare av elenergi.

En undersökning av denna påverkan kan förbättra mätosäkerheten för en strömtransformatormätning som är känslig för avståndet till närliggande strömbanor och magnetiska objekt.

Kontroll av anläggningar med strömtransformatormätning är idag något som görs var 6e år och "största fel" skall då vara inom 2 %. Strömtransformatorn behöver inte kontrolleras om det finns betydande svårigheter. Detta enligt en föreskrift under SWEDACs kontroll STAFS 2009:8. Kontroll av känsligheten till närliggande magnetiska föremål kan utföras och skulle bidra till en säkrare mätning för alla parter.

Nätägaren är skyldig att göra en kontroll av samtliga mätsystem. Kravet på de som utför kontrollen med 6 års intervall sker under en ackreditering av det företag som personen arbetar för.

Vid en kontroll av mätsystem skulle det vara möjligt att titta på resultatet av denna undersökning och vidta åtgärder om det behövs.

4 Omfattning

Projektet har undersökt hur nära intill varandra strömtransformatorerna kan sitta på en rad, med en strömtransformator för varje fas. Även placeringen där de sitter omlott där med minsta möjliga avstånd till intilliggande fas har testats.

Strömtransformatorer med två olika varvomsättningar har testats, 600:5 A respektive 300:5 A.

Vi har valt ut olika tillverkare, för att se om det är olika känslighet beroende på konstruktion.

För att undersöka känsligheten har test av strömtransformatorer gjorts på fyra olika fabrikat med de två olika transformatorstorlekarna.

Då det är ett naturligt montageförhållande att ledaren skall vara centrerad i strömtransformatorn, så ingår påverkan av ledarens placering i transformatorns öppning inte i denna undersökning. För att minimera sådan påverkan har strömtransformatorer som är designade för skena valts.

5 Utförande

Mätningen av felen på strömtransformatorerna gjordes var för sig för de tre faserna med ett stort inbördes avstånd. Mätningen gjordes över hela strömområdet vid två olika bördor; märkbörda respektive minbörda. Strömtransformatorerna mättes upp och omsättningsfel och fasavvikelse noterades. Därefter flyttades de närmare varandra tills dess att de fick ett omsättnings och vinkelfel som avvek från ursprungsuppmätningen. Värdena noterades tillsammans med avstånd och aktuell börda. Mätningen upprepades för de tre monterade strömtransformatorerna, en i mittfasen och en i var ytterfas.

En kartläggning över ett antal olika typer av strömtransformatorer har gjorts och vilken avvikelse som vi fick fram när de flyttas närmare varandra.

Vi har undersökt om storleken av strömtransformatorer har någon betydelse. Om avvikelserna är störst för exempelvis 300/5 A eller om 600/5 A ger en större avvikelse. Detta för att se vad det är som ger den största påverkan på felet.

De uppmätta felen och avstånden har noterats och redovisas för respektive typ och storlek av strömtransformatorn.

5.1 STANDARD FÖR STRÖMTRANSFORMATORN

En strömtransformator har omsättningsfel och ett fasfel som är strömberoende. Strömtransformatorerna skall hålla sin klass inom ett intervall mellan två olika bördor inom hela dess strömområde.

Klass 0,2S SS-EN 61869-2

Procent av ström	%	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i	%	0,75	0,35	0,2	0,2	0,2
Vinkelfel i min	min	30	15	10	10	10

Mätningen utfördes från 1 % till 120 % av strömmen och vid den börda som strömtransformatorn är märkt med vilken är detsamma som märkbörda. Även minbörda har den mätts upp.

6 Uppmätning av strömtransformatorer

Alla levererade strömtransformatorer mättes upp en och en, innan de monterades intill varandra med olika avstånd. Strömtransformatorerna är serietillverkade för debiteringsändamål och används i Sverige för mätning i kategori 2.

Fabrikat och typ är de som är dominerande på den svenska marknaden. Undersökning av vilka strömtransformatorer som finns på den svenska marknaden gjordes innan de köptes in. Vi gjorde testet på fyra av de fabrikat som är mest förekommande.

Några fabrikat hade idag inga strömtransformatorer för debiteringsmätning. Andra fabrikat kunde tillverka men deras kvantiteter i Sverige var så litet att de inte ville tillverka enbart för den här undersökningen. Vi tog in ett femte fabrikat från ytterligare en tillverkare. De levererades inte i tid för denna undersökning.

Det undersöktes även om en monteringsplåt hade någon inverkan på noggrannheten hos transformatorerna. Resultatet gav att det i den aktuella provuppställningen hade den inte någon påvisbar inverkan på omsättningsfel eller vinkelfel.

6.1 STRÖMTRANSFORMATORN – UPPMÄTNING UTAN PÅVERKAN

Strömtransformatorerna mättes först upp var för sig, utan extern påverkan. Dessa resultat visar att alla strömtransformatorer uppfyllde sin klass vid lägsta och högsta börda utan några problem.

Värdena som visas är på den strömtransformator som sedan monterades i mitten för varje fabrikats trefasuppsättning.

Alla strömtransformatorer uppfyllde kravet för klass 0,2S, vid ankomst till RISE.

Även strömtransformatorerna som satt i ytterfaserna uppfyllde sin klass, även om de inte redovisas här.

6.1.1 Strömtransformatorerna enskilda uppmätning

FABRIKAT ELEQ 300/5 A 0,1-5 VA ID E2 300

Transformatornummer 18650040

Börda	Börda 0,1VA				
Ström i %	1	5	10	100	120
Omsättningsfel i %	-0,030	-0,071	-0,042	-0,023	-0,026
Vinkelfel i minuter	9,17	3,55	1,72	1,29	0,86
Börda	Max börda				
Ström i %	1	5	10	100	120
Omsättningsfel i %	-0,289	-0,148	-0,090	-0,085	-0,086
Vinkelfel i minuter	8,40	2,43	0,90	2,43	2,82

FABRIKAT Noratel 300/5 A 0,1-3 VA ID N2 300

Transformatornummer 18/800307

Börda	Börda 1VA				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	0,098	0,086	0,111	0,128	0,130
Vinkelfel i minuter	16,63	7,06	4,44	2,40	2,42
Börda	Max börda				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	0,000	0,003	0,038	0,069	0,065
Vinkelfel i minuter	24,87	10,00	6,63	4,64	5,00

FABRIKAT RITZ 300/5 A 0,1-10 VA, ID R2 300

Transformatornummer 51335361

Börda	Börda 1VA				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	0,119	0,150	0,164	0,141	0,174
Vinkelfel i minuter	7,84	2,89	2,78	2,16	2,03
Börda	Max börda				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	-0,272	-0,133	-0,077	-0,021	-0,040
Vinkelfel i minuter	10,36	5,19	3,95	2,33	3,21

FABRIKAT Zelisko 300/5 A 0,1-5 VA, ID Z2 300

Transformatornummer 1850803

Börda	Börda 0,1VA				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	0,000	-0,005	-0,013	-0,013	-0,012
Vinkelfel i minuter	1,98	2,29	1,72	1,10	1,40
Börda	Max börda				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	-0,119	-0,132	-0,106	-0,057	-0,069
Vinkelfel i minuter	7,83	5,31	2,56	0,95	1,57

FABRIKAT ELEQ 600/5 A 0,1-5 VA ID E5 600

Transformatornummer 18620682

Börda	Börda 1,25VA				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	-0,008	-0,066	-0,053	-0,028	-0,032
Vinkelfel i minuter	7,30	4,13	1,45	1,15	2,34
Börda	Max börda				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	-0,160	-0,142	-0,079	-0,053	-0,055
Vinkelfel i minuter	10,14	3,80	0,68	0,94	1,35

FABRIKAT Noratel 600/5 A 7,5 VA ID N5 600

Transformatornummer 17/802980

Börda	Börda 1,875VA				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	0,027	0,063	0,111	0,128	0,129
Vinkelfel i minuter	17,81	9,00	6,26	4,02	3,69
Börda	Max börda				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	-0,423	-0,190	-0,095	-0,007	-0,003
Vinkelfel i minuter	17,38	8,65	6,22	2,27	1,90

FABRIKAT RITZ 600/5 A 1-10 VA, ID R5 600

Transformatornummer 51335364

Börda	Börda 1VA				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	0,109	0,111	0,139	0,160	0,160
Vinkelfel i minuter	11,23	5,70	3,47	2,23	2,30
Börda	Max börda				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	-0,405	0,176	-0,081	-0,040	-0,052
Vinkelfel i minuter	14,56	3,85	2,45	1,57	1,94

FABRIKAT Zelisko 600/5 A 0,1-5 VA, ID Z5 600

Transformatornummer 18650902

Börda	Börda 0,1VA				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	0,000	-0,019	-0,023	-0,015	-0,014
Vinkelfel i minuter	2,56	2,27	1,28	0,77	0,82
Börda	Max börda				
Ström i %	1	5	20	100	120
Omsättningsfel i %	-0,051	-0,074	-0,049	-0,030	-0,029
Vinkelfel i minuter	5,16	2,96	1,03	0,74	0,75

6.1.2 Strömtransformatorerna placerade på rad med varierat avstånd mellan varandra

Resultat har respektive leverantör av strömtransformatorerna gått med på att vi får redovisa.

Den största påverkan blev för samtliga fabrikat på den strömtransformatorn som satt i mitten (fas L2). Vid maximal ström, 120 % och märkbörda var påverkan som störst.



Figur 3 Uppkoppling med strömtransformatorer på rad

De presenterade felen nedan är skillnaden mellan transformatorns värden vid stort inbördes avstånd och värdena med transformatorerna tätt intill varandra.

Felet i tabellen är det magnetiska fel som kärnorna påverkas av.

Felen är så små att de har en försumbar effekt på klassen för 300/5 A omsättning, på de testade strömtransformatorerna.

Felen på 600/5 A strömtransformatorer är mindre än 1/10 del av klassgränsen på de strömtransformatorer som påverkades mest. På grund av att alla fabrikaten var gott inom sin klassgräns, var det ingen som påverkades så mycket att de hamnade utanför sin klassgräns.

FABRIKAT ELEQ 300/5 A 0,1-5 VA ID E2 300

Transformatornummer 18650040 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan strömtransformatorerna	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,002
Vinkelfel i minuter	0,0

FABRIKAT ELEQ 600/5 A 1,875-7,5 VA ID E5 600

Transformatornummer 18620682 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan strömtransformatorerna	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	0,012
Vinkelfel i minuter	0,7

FABRIKAT Noratel 300/5 A 0,1-3 VA ID N2 300

Transformatornummer 18/800307 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan strömtransformatorerna	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	0,000
Vinkelfel i minuter	-0,1

FABRIKAT Noratel 600/5 A 1,875-7,5 VA ID N5 600

Transformatornummer 18/802980 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan strömtransformatorerna	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,005
Vinkelfel i minuter	-0,2

FABRIKAT RITZ 300/5 A 0,1-10 VA, ID R2 300

Transformatornummer 51335361 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan strömtransformatorerna	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,002
Vinkelfel i minuter	0,2

FABRIKAT RITZ 600/5 A 2,5-10 VA, ID R5 600

Transformatornummer 51335364 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan strömtransformatorerna	
	Tätt ihop, avstånd i 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,008
Vinkelfel i minuter	0,0

FABRIKAT Zelisko 300/5 A 0,1-5 VA, ID Z2 300

Transformatornummer 18650038 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan strömtransformatorerna	
	Tätt ihop, avstånd i 0 mm
Omsättningsfel i %	0,000
Vinkelfel i minuter	0,1

FABRIKAT Zelisko 600/5 A 0,1-5 VA, ID Z5 300

Transformatornummer 51335364 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan strömtransformatorerna	
	Tätt ihop, avstånd i 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,003
Vinkelfel i minuter	-0,1

6.1.3 Strömtransformatorerna placerade omlott, fas 1 och fas 3 på rad och fas 2 förskjutet, med olika avstånd mellan varandra

Den största påverkan blev för samtliga fabrikat på den strömtransformatorn som satt i mittfasen, L2. Vid ström 120 % och märkbörda var det störst påverkan.



Figur 4 Uppkoppling med transformatorerna omlott

Felen är så små att de har en försumbar effekt på klassen för 300/5 A omsättning, på de testade strömtransformatorerna.

Felen på 600/5 A strömtransformator är mindre än 1/10 del av klassgränsen på de strömtransformatorer som påverkades mest. På grund av att alla fabrikaten var gott inom sin klassgräns, var det ingen som påverkades så mycket att de hamnade utanför sin klassgräns.

FABRIKAT ELEQ 300/5 A 0,1-5 VA ID E2 300

Transformatornummer 18650040 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan intilliggande skena	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,001
Vinkelfel i minuter	0,0

FABRIKAT ELEQ 600/5 A 1,875-7,5 VA ID E5 600

Transformatornummer 18620682 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan intilliggande skena	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	0,012
Vinkelfel i minuter	0,0

FABRIKAT Noratel 300/5 A 0,1-3 VA ID N2 300

Transformatornummer 18/800307 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan intilliggande skena	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	0,001
Vinkelfel i minuter	0,0

FABRIKAT Noratel 600/5 A 1,875-7,5 VA ID N5 600

Transformatornummer 18/802980 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan intilliggande skena	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,005
Vinkelfel i minuter	-0,2

FABRIKAT RITZ 300/5 A 0,1-10 VA, ID R2 300

Transformatornummer 51335361 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan intilliggande skena	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,002
Vinkelfel i minuter	-0,1

FABRIKAT RITZ 600/5 A 2,5-10 VA, ID R5 600

Transformatornummer 51335364 i fas L2, max påverkan

Inget avstånd mellan intilliggande skena	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,008
Vinkelfel i minuter	-0,4

FABRIKAT Zelisko 300/5 A 0,1-5 VA, ID Z2 300

Transformatornummer 18650038 i fas L2 max påverkan

Inget avstånd mellan intilliggande skena	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,001
Vinkelfel i minuter	0,0

FABRIKAT Zelisko 600/5 A 0,1-5 VA, ID Z5 300

Transformatornummer 51335364 i fas L2 max påverkan

Inget avstånd mellan intilliggande skena	
	Tätt ihop, avstånd 0 mm
Omsättningsfel i %	-0,003
Vinkelfel i minuter	-0,1

KONTROLL AV STRÖMTRANSFORMATORERS ÖMSESIDIGA PÅVERKAN I EN TREFASSATS

När strömtransformatorer monteras i ställverk måste de ofta placeras väldigt tätt, eftersom det tillgängliga utrymmet blir mindre och mindre. Men kan vi lita på mätningar med strömtransformatorer i en trefasmätning?

En strömtransformator får inte påverkas av yttre omständigheter. Här har påverkan från strömtransformatorer som har monterats tätt intill varandra studerats. Resultaten visade att påverkan var störst vid märkbörda och vid maximal ström och att det är på strömtransformatorn i mitten som påverkan är störst. Den uppmätta påverkan håller sig dock mycket väl inom de gränser som finns.

Om den utgående strömmen från strömtransformatorn påverkas mer än vad transformatorns klassgräns tillåter skulle det inverka på energimätningen och ge en önskad effekt för köpare och säljare av elenergi.

Ett nytt steg i energiforskningen

Energiforsk är en forsknings- och kunskapsorganisation som samlar stora delar av svensk forskning och utveckling om energi. Målet är att öka effektivitet och nyttiggörande av resultat inför framtida utmaningar inom energiområdet. Vi verkar inom ett antal forskningsområden, och tar fram kunskap om resurseffektiv energi i ett helhetsperspektiv – från källan, via omvandling och överföring till användning av energin. www.energiforsk.se



Energiforsk