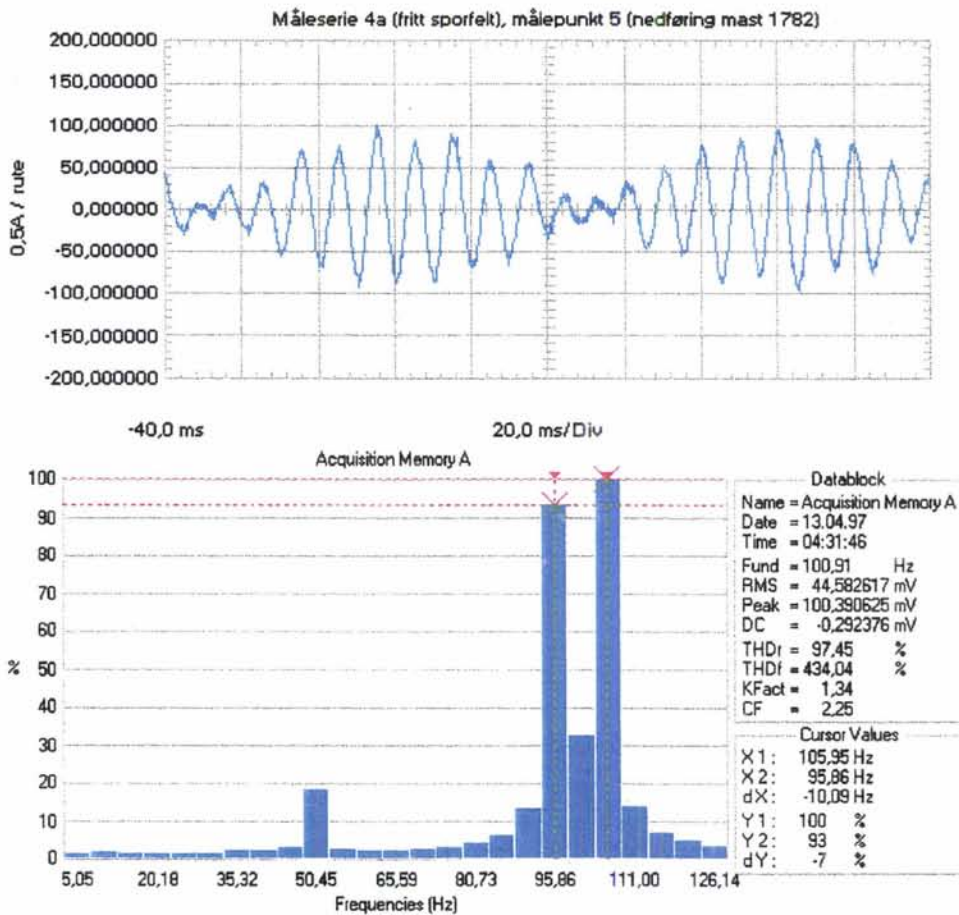




Designforbedring

Målinger i returkretsen





I hht. distribusjonsliste

Henvendelse til: Hege Sveaas Fadum
Tlf: (322) 75857
Faks:
E-post: hsf@jbv.no

Dato: ,
Saksref.: 96/1575 ID 763
Deres ref.:
Vedlegg: 1

Oversendelse av rapport

Velagt følger rapporten "Designforbedring, Målinger i returkretsen". Dette er rapport nr 2 fra Teknisk kontor elkraft i Region Sør, innen prosjektet "Designforbedring". Rapporten samler resultater fra forskjellige måleoppdrag i perioden 1996-1997.

Rapporten er delt inn i en sammendragsrapport og tre vedlegg. Sammendragsrapporten gir informasjon om innhold og omfang av de ulike målingene som er gjennomført. Vedleggene presenterer resultatene.

Rapporten gir ikke komplette konklusjoner, men kan være verdifull til bruk i eventuelt videre arbeid innenfor området returkrets.

Vi beklager den sene utgivelsen av rapporten.

Med vennlig hilsen

Bjørn Ståle Varnes
Seksjonsleder
Teknisk kontor elkraft

Dokumentkontrolliste

C					
B					
A					
Rev	Revisjonen gjelder	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
	DESIGNFORBEDRING Målinger i returkretsen Teknisk rapport	Dato:	01. Desember 1999		
		Utarbeidet av:	HSF		
		Kontrollert av:			
		Godkjent av:			
		Arkiv bet.	R:\		
		Erstatn for			
		Format	A4		
	 Jernbaneverket Region Sør	Dokument nr:	Tek 108		Rev 0

1. INNLEDNING	2
2. PROBLEMSTILLINGER OG MÅL	3
2.1 PROBLEMSTILLINGER.....	3
2.2 Mål	3
3. TEKNISKE KRAV.....	4
4. MÅLINGER.....	5
4.1 Målinger på Lierstranda 14.04.96.....	5
4.2 Målinger på Østfoldbanen 13.04.97.....	6
4.3 lab. -målinger på sugetransformatorer vår-sommer 1996	7
5. OPPSUMMERING	8
6. VIDERE ARBEID / REFERANSER TIL ANDRE ARBEIDER.	8
7. LITTERATURLISTE	9
8. VEDLEGG	10

1. INNLEDNING

Bak Jernbaneløst Region Sør's visjon; "null feil til Stavanger" ligger krav om å redusere feilintensiteten i infrastrukturen. Som følge av dette er det blant annet behov for å utføre designforbedrende tiltak i elektroanleggene.

I dette prosjektet er det fokusert problemstillinger i forbindelse med sugetransformatorer, inkludert vurdering av behovet for skjøtene ved nullfeltene. Prosjektet har gjennomført flere målinger og denne rapporten samler resultatene fra målinger på Lierstranda og Østfoldbanen, samt laboratoriemålinger hos ABB på Brakerøya.

Rapporten gis ut med tanke på at den kan inneholde resultater og vurderinger som kan være verdifulle for videre utviklingsarbeid. Leseren vil imidlertid oppdage at rapporten og vedleggene fremstår som noe "uferdig", og at den er forsiktig med å trekke endelige konklusjoner.

Ansvarlig for dette designforbedrings-prosjektet er JBV Region Sør, Teknisk kontor elkraft. Hege Sveaas Fadum har vært ansvarlig for prosjektledelse og utarbeidelse av rapporten. Viktige bidragsytere i prosjektet har vært Jørgen Andersen og Rune Øverås fra Ingeniørtjenesten ved, og Jens Aaby. fra ABB. I tillegg har JBV JS, strømforsyning Drammen, JBV JØ, strømforsyning Ski, og ABB- laboratoriet på Brakerøya bistått med den praktiske gjennomføringen.

Teknisk kontor ved JBV Region Sør har tidligere utarbeidet en annen designforbedrings-rapport; "Isolasjons-og jordingskoordinering" (utgitt februar 1998), som i hovedsak tar for seg tiltak for å oppnå bedre overspenningsbeskyttelse.

2. PROBLEMSTILLINGER OG MÅL

2.1 PROBLEMSTILLINGER

Skjøter i skinnegangen er svært vedlikeholdskrevende. Det å kunne fjerne disse anses som en god designforbedrende gevinst. Anlegg med tradisjonelle, relébaserte (95/105 Hz) sporfelter kan ikke bli helt fri for skjøter, da de brukes som elektrisk skille mellom to sporfelter. Men det er ønskelig å kunne fjerne skjøtene ved sugetransformatorenes nullfelter. Disse skjøtene er også de mest feilbefengte. Dersom det skal bygges høyfrekvente sporfelter, er spørsmål rundt fjerning av skjøter ved nullfeltene høyst relevant.

Dimensjonering av sugetransformatorer er et stadig tilbakevendende tema, og det er behov for bedre kjennskap til transformatorens karakteristikk og virkemåte.

Returstrømmens påvirkning på parallelle ledere er behandlet i mange ulike sammenhenger tidligere. Det har vært ønskelig i dette prosjektet å få noen "ferske" resultater når det gjelder indusert spenning i parallelle ledere, som funksjon av avstand til skinnegangen, vurdert med og uten returledning.

2.2 MÅL

Med utgangspunkt i ovennevnte problemstillinger har prosjektet hatt som målsetning å oppnå bedre underlag for å svare på følgende spørsmål:

1. Kan vi fjerne nullfeltene ved sugetransformatorer? Vil dette påvirke sugetransformatorenes evne til å "suge" opp returstrømmen ?
2. Vil det å fjerne nullfeltene påvirke sporfeltens funksjonalitet?
3. Hva er sugetransformatorens karakteristiske data? Transformatorerens tomgangskortslutnings- og belastningskarakteristikk, samt metningsforhold, er forsøkt kartlagt.
4. Hvor mye indusert spenning kan vi forvente i kabler/ledere som går parallelt med kontaktledningsanlegget?

3. TEKNISKE KRAV

[JD 540], kap 12 angir krav til returkretsen. Sugetransformatorer inngår i returkretsen, og er nærmere beskrevet i tekniske spesifikasjoner. Krav fra spesifikasjonene som er relevant i denne sammenhengen er at sugetransformatoren skal operere innenfor sitt lineære område, dvs den skal ikke gå i metning. Konsekvensen av metning er høy magnetiseringsstrøm, dvs høyere jordstrømmer, hvilket ikke er ønskelig.

[JD 550], kap.6, stiller krav til at det skal være skinnebruddsdeteksjon i begge skinnestrenger på fri linje. Bruk av sporfeltene er idag den eneste kjente metoden som gir kontinuerlig deteksjon av den andelen skinnebrudd som gir rent elektriske brudd i sporfeltekretsen.

[JD 510] er et regelverk som tar for seg temaer som er felles for elektroanleggene ved Jernbaneverket. Sentralt i denne forbindelsen er kabellegging, lavspent strømforsyning, jording, isolasjonskoordinering og overspenningsbeskyttelse, mv. Regelverket er utgitt 01.07.99.

EN 50 122-1 omhandler beskyttelsestiltak i forbindelse med el- sikkerhet og jording. Her er det blant annet gitt krav til maksimal berøringsspenning.

prEN 50 121 er en foreløpig norm i 5 deler som omhandler EMC i forbindelse med jernbaneanlegg og rullende materiell.

4. MÅLINGER

Prosjektet har gjennomført tre forskjellige målinger. De neste avsnittene, sammen med vedleggene 1-3 beskriver disse nærmere.

4.1 MÅLINGER PÅ LIERSTRANDA 14.04.96

Det ble utført kortslutningsmålinger på Lierstranda. Jordingstang ble satt opp mellom dødseksjonen¹ på Brakerøya og Huseby blokkpost. Målingene ble utført før Tuverud holdeplass skiftet navn til Lier, så derfor er navnet Tuverud brukt i beskrivelsene. Det var planlagt følgende måleserier:

- Måling 1: Ordinært anlegg med 200 A i kontaktledningen
- Måling 2: Nullfeltet ved Tuverud hpl. er fjernet, og det mates først 100 A, deretter 300 A i kontaktledningen,
- Måling 3: Nullfeltet ved Tuverud hpl. er fjernet, og det er skinnebrudd på strekningen. Målinger uten strøm i kontaktledningen. På grunn av tidsnød ble det ikke foretatt målinger med strøm i kontaktledningen.
- Måling 4: Målinger på indusert spenning i parallell leder langs banen. (Utført samtidig med måling 1 og 2)

Ytterligere beskrivelse og resultater er gitt i vedlegg 1.

Måleresultatene gir grunnlag for følgende antakelser:

1. Det ser ut til at sugetransformatorene ikke er avhengig av nullfelt for å kunne trekke mesteparten av returstrømmen opp i sekundærviklingen. Målingene ble utført på strekning med returledning, så denne antakelsen kan ikke uten videre brukes for strekninger uten returledning, uten at det blir verifisert ytterligere.
2. Det er usikkert ut i fra målingene på Lierstranda hvorvidt skinnebruddsdetesjonen blir ivaretatt når nullfelt ved sugetransformator fjernes. For å kunne få bedre svar på dette er det behov for supplerende målinger. Supplerende målinger ble gjennomført våren -97, på Østfoldbanen, ref avsnitt 4.2. Årsaken til at det ble valgt en annen strekning enn Lierstranda var at det var ønskelig å bruke en mer "dobbelsporet strekning med returledning som har mer ordinær avstand mellom sugetransformatorer, og uten tunnel.
3. Indusert spenning i parallelle kabler blir betydelig redusert når returstrømmen går i returledningen istedet for skinnestrengene. Dette bekrefter resultater fra tidligere undersøkelser.

¹ Dødseksjonen ble tatt ut av drift i 1997

4.2 MÅLINGER PÅ ØSTFOLDBANEN 13.04.97

Beskrivelser og resultater er gitt i vedlegg 2.

Det ble utført kortslutningsmålinger på strekningen Vestby-Hølen.

I disse målingene ble det kun fokusert på sporfeltstrømmer, og hvordan de ble påvirket av skinnebrudd. Målinger på 16 2/3 Hz returstrøm ble ikke utført.

Det var planlagt følgende måleserier:

Måling 1: Normal situasjon uten strøm i kontaktledningen

Måling 2: Normal situasjon med 300 A i kontaktledningen, og ca 300 A i skinnestrengene ved målepunktene

Måling 3: Normal situasjon med 300 A i kontaktledningen, og ca 300 A i returledningen ved målepunktene

Måling 4: Kortslettet skjøter ved nullfelt, målinger uten strøm i kontaktledningen

Måling 5: Kortslettet skjøter ved nullfelt, målinger med 300 A i kontaktledningen

Måling 6: Skinnebrudd i en skinnestreng og kortslettet skjøter ved nullfelt, målinger uten strøm i kontaktledningen

Måling 7: Skinnebrudd i en skinnestreng og kortslettet skjøter ved nullfelt, målinger med 300 A i kontaktledningen

Måling 8: Skinnebrudd i begge skinnestrengene og kortslettet skjøter ved nullfelt, målinger uten strøm i kontaktledningen

Måling 9: Skinnebrudd i begge skinnestrengene og kortslettet skjøter ved nullfelt, målinger med 300 A i kontaktledningen

Måleprogrammet var for ambisiøst i forhold til tilgjengelig tid, derfor ble måleseriene 5, 7, 8 og 9 ikke utført. Alle måleseriene som ble gjennomført ble utført to ganger, en med belagt sporfelt og en med fritt sporfelt. I tillegg ble måleserie 2 også utført med et skinnebrudd.

Det viser seg dessuten i ettertid at det burde ha vært gjennomført en måleserie med skinnebrudd, uten kortslettet nullfelt. Resultatene fra en slik måling ville vært interesseant å sammenlikne med måling 6.

Oppsummering:

Måling 6 viser at når et nullfelt ved en sugetransformator kortslettes, svekkes sporfeltets evne til å kunne detektere skinnebrudd. Derfor ser det ut til at fjerning av skjøtene ved nullfelter ikke kan anbefales, dersom de tradisjonelle relébaserte 95/105 Hz sporfeltene skal brukes til å ivareta skinnebruddsdeteksjon.

4.3 LAB. -MÅLINGER PÅ SUGETRANSFORMATORER VÅR-SOMMER 1996

Resultater og vurderinger er gitt i vedlegg 3.

4.3.1 Generell beskrivelse

Det er gjennomført følgende målinger på 250 A, 500 A, og 600 A sugetransformatorer i testlaboratoriet hos ABB i Drammen:

- tomgangskarakteristikk og omsetningsprøve (vedlegg 3.1)
- kortslutningskarakteristikk (vedlegg 3.2)
- indre impedanser som funksjon av frekvens, målt med transformatoren i tomgang (vedlegg 3.3)
- indre impedanser som funksjon av frekvens målt med transformatoren i kortslutning (vedlegg 3.4)
- Egenskaper ved belastningstrømmer med:
 - åpen sekundærside (vedlegg 3.5)
 - kortsluttet sekundærside (vedlegg 3.6)
 - impedans parallelt med sekundærviklingen (vedlegg 3.7)

4.3.2 Oppsummering av lab-målingene

Det er ut i fra tomgangsprøvene på sugetransformatorene kartlagt hvilken spenning som opptrer over viklingene ved metning (tomgangskurvens "kne") og ut fra dette førsøkt beregnet hvor stor kontaktledningstrømmen er når metning inntreffer. Se vedlegg 3.8.

Vedlegg 3.8 viser også en oppstilling som sammenlikner parametre for en ordinær, og en ombygget 250 A – transformator til 500 A.

Det viste seg at det meste av den strømmen som ble påtrykt primærviklingen på transformatoren, gikk også igjennom sekundærviklingen, selv når sekundærviklingen var kortsluttet. Ut i fra dette kan vi trekke slutningen at sugetransformatoren ute i anlegget må kortsluttes **både** på primær-og sekundærsiden for å settes ut av drift (i tilfeller med målinger, vedlikehold, mv.).

Det ble imidlertid ikke undersøkt var hvordan strømmen løp dersom det ble anordnet **to** kortslutninger over sekundærsiden. Et slikt måleoppsett ville gi en oppkobling som er mer sammenliknbar med det virkelige anlegget, der den ene kortslutningen ville representere skinner uten nullfelt-skjøter, og den andre ville representere jordsmonnet.

Vedlegg 3.1 og 3.2 gir også en beregning av hhv. tomgangs- og kortslutningsimpedans for transformatorene ut i fra måleresultatene. Impedansene er også målt for ulike frekvenser i tomgang (vedlegg 3.3) og kortslutning (vedlegg 3.4)

5. OPPSUMMERING

- På strekninger med returledning vil størsteparten av returstrømmen gå i sugetransformatoren selv når nullfeltet er kortsluttet.
- Overdragstransformatorer over skjøter har til hensikt å lede sporfeltstrømmen forbi en skjøt. Ut fra ovennevnte punkt bør det vurderes om alle nullfelt- skjøtene kan fjernes dersom det bare er overdragstransformatorer på stedet.
- Hvis det er sporfelt -tilførsel eller -retur i forbindelse med nullfeltet, må alle skjøtene beholdes, dvs at overdragstransformator ved den ene enden av nullfeltet kan ikke fjernes. Begrunnelsen for dette er å ivareta sikkerhet mot for høy berøringspenning: Dersom skjøter i den ene enden av nullfeltet må beholdes, må samtlige skjøter beholdes, for å få delt opp spenningsfallet over sugetransformatoren.

Det understrekes at de ovennevnte antakelser kan ikke uten videre brukes for strekninger uten returledning

6. VIDERE ARBEID / REFERANSER TIL ANDRE ARBEIDER.

Spørsmålet omkring fjerning av nullfelt er også høyst aktuell for strekninger uten returledning. Det er derfor behov for å utføre målinger på slike strekninger. Videre er det behov for å gjennomføre målinger for å kunne verifisere spenninger i sporet.

I forbindelse med Region Sør's prosjekt, "Redesign Drammen-Hokkund" er det høsten -98 og våren -99 utført simulering av skinnebrudd, for å kontrollere om skinnebruddsdeteksjonen blir ivaretatt ved hjelp av nye FTG S sporfelter, i kombinasjon med nytt jordingskonsept (langsgående, seksjonert jordleder).

NSB Gardermobanen har utført målinger på strømfordeling i returstrømskretsen, og på spenningsforskjeller mellom "sann" jord og skinner/utsatte objekter. Sentrale rapporter i denne forbindelsen er LR 2189 og LR 2172 fra Sintef Energiforskning.

På NTNU pågår et doktorgradsstudium som er relevant i denne sammenhengen. Avhandlingen får tittelen "AC interference in Norwegian railway systems – Coupling from catenary system to nearby buried metallic structures". Sentralt i arbeidet står vurdering av strømfordeling i returkretsen og potensialfordeling i jord. Sugetransformatoren spiller en viktig rolle i denne vurderingen. Avhandlingen forventes utgitt våren 2000. I januar 2000 startet et nytt doktorgradsstudium opp ved NTNU. Temaet vil bli beslektet med, eventuelt en videreføring av forrige avhandling.

7. LITTERATURLISTE

- [1] "Kontaktledningsteknikk for ingeniører"
Kurs Banskolan, Sverige, ²⁰⁻²⁴ / 1 – 1992
- [2] "Impedansmålinger på kontaktledningsanlegg med returledning"
Målinger fra Lierstranda 18/5-1973
- [3] "Elektromagnetisk miljø utmed elektrifisert jernvåg i Sverige",
Banverket 1994
- [4] "Skinnebruddsdeteksjon" Jernbaneverket Ingeniørtjenesten,
11.07.97
- [5] "Designforbedring, Isolasjons- og jordingskoordinering",
Jernbaneverket Region Sør, februar 1998.

8. VEDLEGG

Vedlegg 1: Resultater fra målinger på Lierstranda 14.04.96

Vedlegg 2: Resultater fra målinger på Østfoldbanen 13.04.96

Vedlegg 3: Resultater fra laboratoriemålinger vår-sommer -96 på ABB Brakerøya i Drammen.

VEDLEGG 1

Målinger på Lierstranda 14.04.96

Vedlegg 1.1	Notat 01.04.96 til alle involverte parter i sonen, med beskrivelse av måleoppdrag og aktiviteter.
Vedlegg 1.2	Sjekkliste for måleaktiviteter og resultater fra måleserie 1, 2 og 3
Vedlegg 1.3	Datablad for amperemeter brukt måleserie 1, 2 og 3
Vedlegg 1.4	Resultater fra måleserie 4 (indusert spenning)
Vedlegg 1.5	Referat fra 28.08.96: "Oppsummering av måleresultater og planlegging av det videre arbeid."

Vedlegg 1.1

Notat 01.04.96 til alle involverte parter i sonen, med beskrivelse av måleoppdrag og aktiviteter.

Til: Banesjef Kåre Brovold
Alf Gustavsen, OSSi
Harald Bergan, OSSf
Dagfinn Arnesen, OSI
Einar Lerbrekken, ledn.avd. Drammen
Sigurd Ringen, BrØ

Kopi til.....: John Ole Grinde, BrS
Arne Kristian Røren, T
Martin Inge Algrøy, Tsf
Thor Egil Thoresen, Btk
Jørgen Andersen, BI

Fra: Hege Sveaas Fadum, Tsf
Rune Øverås, BI

Saksnr:
Arkivb.:

ANGÅENDE MÅLINGER I STRØMFORSYNINGSANLEGGET PÅ STREKNINGEN ASKER-BRAKERØYA NATT TIL SØNDAG 14/4-96.

PROBLEMSTILLINGER OG MÅL

Isolerte skjøter i forbindelse med nullfelter ved sugetransformatorer utsettes stadig med for høye spenninger og må skiftes ofte. Dette medfører store årlige kostnader for NSB.

En mulig løsning på problemet kan være å fjerne nullfeltet ved sugetransformatorene. Før dette gjøres må vi kunne dokumentere at dette ikke får noen innvirkning på virkningen av sugetransformatorene eller på sporfeltkretsen.

Uarbeidelsen av slik dokumentasjon er en prosess der det må foretas flere undersøkelser og utredninger. Som en del av dette arbeidet, planlegger vi nå å utføre endel målinger på strekningen Asker - Brakerøya. Dette er en strekning med returledning. Dersom vi høster positive erfaringer, er det ønskelig å videreføre arbeidet på en strekning uten returledning.

Vi håper å få svar på følgende spørsmål ved hjelp av målingene:

- Hvordan fordeler banestrømmen seg i sugetransformatorfeltet på Tuverud under normal drift? Besvares med måling 1.
- Hvordan fordeler banestrømmen seg hvis nullfeltet på Tuverud fjernes, dvs kortslutter alle skjøter og fjerner koblingen mellom sugetransformatoren og nullskinnen. Besvares med måling 2.
- Vil fjerning av nullfeltet påvirke skinnebruddsdeteksjonen? Besvares med måling 3.
- Hvor mye induert spenning vil oppstå i en parallell kabel når det går strøm i kontakledningsanlegget. Besvares med måling 4. Dette er et spørsmål som ikke er direkte relatert til de foregående, men problemstillinger rundt induksjon er også aktuelle, og det er mulig å foreta undersøkelser parallellt med det øvrige målearbeidet.

Vi håper å benytte strekningen i lengst mulig periode fra klokken. 00 til 06 søndag 15/4-96.

Forberedelser og koblinger i forbindelse med målingene berører både strømforsyningsanlegget, signalanlegget og linjen. Vi planlegger et møte med alle involverte parter **onsdag 10. april kl 08.00 hos Einar Lerbrekken**, for gjennomgang av aktiviteter i målearbeidet.

BESKRIVELSE AV MÅLEOPPGAVENE

Målingene blir utført som kortslutningsprøver, og jordingstang påmonteres ved dødseksjonen på Lierstranda. Alle strømmålingene skal registreres på en skriver slik at kurvene kan analyseres med hensyn på frekvens, slik at det blir mulig å skille 16 2/3 Hz - strømmen fra 95/105 Hz - strømmen. Måleutstyret installeres på en revisjonsvogn, slik at vi kan forflytte oss mellom målepunktene med denne.

MÅLING 1 (se skisse 1)

Vi vil måle hvor stor strøm som går utenom sugetransformatorene med dagens kobling på sugetransformatorene. Dette gjør vi med en vanlig kortslutningsmåling med en kobling i nettet tilsvarende den som ble utført ved termograferingen på samme strekning tidligere.

Målingene utfører vi ved å måle strømmen ved nedføringene mellom returledning og skinnegang inne i Liertunnelen og på Lierstranda. Vi måler i tillegg skinnestrømmen mellom nedføringene ved å feste strømtangen på midtpunktet på en filterimpedans.

Det er ønskelig å måle med minst to forskjellige strømstyrker, f.eks 200 A og 300 A.

MÅLING 2 (se skisse 2)

Denne målingen utfører vi med noen omkoblinger i strømforsyningsnettet og i signalanlegget. Endringene gjør at strømforsyningen og signalanlegget oppfører seg på samme måte som om nullfeltet er fjernet. Disse endringene består i:

- Fjerning nedføringen fra sugetrafoen til nullskinna på Tuverud.
- Kortslutning av alle isolerte skjøter i nullfeltet på Tuverud. Skjøtene nærmest Brakerøya kan kortsluttes direkte med skinnefotklemmer, mens skjøtene nærmest Asker må kortsluttes over impedanser (Se skisse 5)
- Frakobling av overdragstransformatorene ved skjøtene nærmest Drammen

Vi vil deretter måle det samme som under måling 1.

Målingene vil fortelle oss om sugetransformatoren fungerer som den skal uten null-felt.

MÅLING 3. (se skisse 3)

På denne målingen benytter vi samme kobling som ved måling 2, men i tillegg oppretter vi et skinnebrudd i sporfeltkretsen.

Deretter måler vi strømmen ved nedføringen på Lierstranda og i tunnelen uten å kjøre strøm i kontaktledningen. Dette forteller oss hvilken signalstrøm som finner veien gjennom returkretsen, og størrelsen på denne forteller oss om vi vil beholde skinnebruddsindikeringen dersom vi fjerner nullfeltet ved sugetransformatorene.

Først kjører vi en måleserie uten strøm fra omformerstasjonen. Dersom vi finner det formålstjenlig utfører vi tilsvarende måleserier med strøm fra omformeren, f.eks 100 A, 200 A og 300 A. Med dette kan vi finne ut om banestrømmen påvirker impedansen i sporfeltkretsen.

MÅLING 4. (se skisse 4)

I forbindelse med måling 1 og 2 vil vi variere utmatet strøm med 100, 200 og 300A og måle hvordan dette påvirker det vi skal måle på.

Parallelt med dette vil to personer strekke en 1.5 mm² ledning i en sløyfe som går ca 50 m parallellt med sporet og ca 20 m vinkelrett på sporet. Mellom endene koples et multimeter for registrering av spenninger som oppstår. Fortløpende spenningsmålinger vil vise hvor stor spenning som induseres i en kabel som går parallellt med jernbanen ved varierende strømstyrke og varierende avstander fra sporet.

Resultatene vil avhenge av strømfordelingen i kontaktledningsanlegget, og det forventes større induiserte spenninger der hvor mesteparten av returstrømmen går i skinnene og jord, enn der hvor mesteparten går i returledningen. Forskjellene kartlegges ved å legge ut ledningsløyfen på begge sider av den første nedføringen etter kortslutningstedet, samt at jordingstanga flyttes til andre siden av nedføringen ved Huseby blokkpost. Flyttingen av jordingstanga og de påfølgende målingene utføres hvis tiden tillater det.

MÅLING 5

Vi vil rigge opp utstyr for måling av transienter i Asker omformer ved oppstart og avslag. Dette skal brukes for å beregne omformernes oppførsel ved kraftige lastpåslag eller kortslutninger når vi simulerer strømforsyningsnettet.

Målingene 1 - 3 gjøres i nevnte rekkefølge. Måling 4 og 5 utføres parallellt med måling 1 og 2.

AKTIVITETSBEKRIVELSE

Aktivitetene er gitt i den rekkefølgen de må utføres

FORBEREDELSE

1. Frostporten i tunnelmunningen ved Tuverud overstyres, og holdes åpen hele natten.
2. Togsporet Drammen-Asker gjøres strømløst når vi får disponering på sporet (ca. kl 24.00).
3. Det monteres jordingsstang på kontaktledningsanlegget på "Askersiden" av dødseksjonen på Brakerøya, minst 200 m. bortenbortenfor Huseby Blokkpost, retning Drammen. **(Ansv. Einar Lerbrekken/ledn.avd).**
4. Alle biforbrukstrafoer som er tilkoblet kontaktledningen mellom dødseksjonen på Lierstranda og Asker omformer legges ut. **(Ansv. Einar Lerbrekken/ledn.avd).**
5. Det monteres utstyr for strømmating fra Asker omformer. **(Ansv. Sigurd Ringen).**

MÅLING 1 STARTER.

1. Det mates ut ca.200A strøm fra Asker omformer. **(Ringen)**
2. Det måles laststrøm ved nedføringen på Lierstranda, ved sugetransformatoren og ved nedføringen i Liertunnelen. Strømmåling også på filterimpedans ved Huseby blokkpost. Vi flytter oss mellom målepunktene med revisjonsvogna. **(Ansv. Fadum)**
3. Strømmen økes til 300A fra Asker omformer. **(Ringen)**
4. Det måles laststrøm ved nedføringen på Lierstranda, ved sugetransformatoren og ved nedføringen i Liertunnelen. Strømmåling også på filterimpedans ved Huseby blokkpost. **(Fadum)**

FORBEREDELSE TIL MÅLING 2

1. Strømmen fra Asker kobles ut **(Ringen)**.
2. Forbikobling av isolert skjot nr. 1 og 2 ved Tuverud, ved hjelp av skinnefotklemmer. **(Lerbrekken/Ledn.avd).**
3. Oppkobling av impedansespoler ved skjot nr. 3 og 4 ved Tuverud. Se skisse 5. **(Lerbrekken/Ledn.avd.).**
4. Frakobling av nedføring fra sugetrafo til nullskinne på Tuverud. **(Lerbrekken/Ledn.avd).**
5. Fjern en tilkobling på overdragstrafo på Tuverud. **(Signalmonter).**

MÅLING 2 STARTER

1. Utmating av 100A fra Asker omformer (**Ringen**)
2. Måling nedføring Lierstranda, impedanser ved Tuverud og Liertunnelen (**Fadum**)
3. Utmating av 200A fra Asker omformer (**Ringen**)
4. Måling nedføring Lierstranda, impedanser ved Tuverud og Liertunnelen (**Fadum**)
5. Utmating av 300A fra Asker omformer (**Ringen**)
6. Måling nedføring Lierstranda, impedanser ved Tuverud og Liertunnelen (**Fadum**)

FORBEREDELSE TIL MÅLING 3

1. Utmatingen fra Asker omformer slås av. (**Ringen**).
2. Skinnebrudd opprettes. Utnytter et allerede oppstått skinnebrudd i nærheten av mast 4303, som er midlertidig utbedret med skinnefotklemmer. (**Montør fra linjen**)
3. Målinger i nedføringer på Lierstranda og i tilførselskrets for sporfelt ved Tuverud, og i Liertunnelen. (**Fadum/signalmonter**)
4. Utmating fra Asker omformer 100A. (**Ringen**).
5. Målinger i nedføringer på Lierstranda og i tilførselskrets for sporfelt ved Tuverud, og i Liertunnelen. (**Fadum/signalmonter**)
6. Utmating fra Asker omformer 300A. (**Ringen**).
7. Målinger i nedføringer på Lierstranda og i tilførselskrets for sporfelt ved Tuverud, og i Liertunnelen. (**Fadum/signalmonter**)

FØRSTE HALVDEL AV MÅLING 4 OG MÅLING 5 FOREGÅR PARALLELT MED MÅLINGENE 1 OG 2 OG INNGÅR IKKE I DENNE AKTIVITESBESKRIVELSE.

FORBEREDELSE TIL ANDRE HALVDEL AV MÅLING 4 (Dersom det er tid nok)

1. Utmatingen fra Asker omformer slås av.
2. Jordingstangen flyttes til andre siden av Huseby blokkppost, minst 200 m retning Liertunnelen.
3. Utmatet strøm fra Asker omformer 100A.(Ringen).
4. Målinger.(Ansv.Jørgen Andersen).
5. Utmatet strøm fra Asker omformer 200A.(Ringen).
6. Målinger.(Ansv.Jørgen Andersen).
7. Utmatet strøm fra Asker omformer 300A.(Ringen).
8. Målinger.(Ansv.Jørgen Andersen).

ETTERARBEID

1. Utmatet strøm fra Asker slås av.(Ringen)
2. Asker omformer forberedes for vanlig drift.(Ringen)
3. Forbikoblere og impedansespoler ved Tuverud fjernes.(Lerbrekken/Ledn.avd.)
4. Nedføring fra sugetrafo til nullskinne monteres tilbake.(Lerbrekken/Ledn.avd)
5. Biforbrukstrafoer kobles inn.(Ledn.avd).
6. Jordingsstang fjernes. (Ledn.avd).
7. Kontaktledningen spenningssettes .(Ledn.avd.).

Analysen av målesultatene og utarbeidelse av rapport utføres så snart som mulig etter at målingene er utført. Kopi av rapporten distribueres til alle involverte parter.

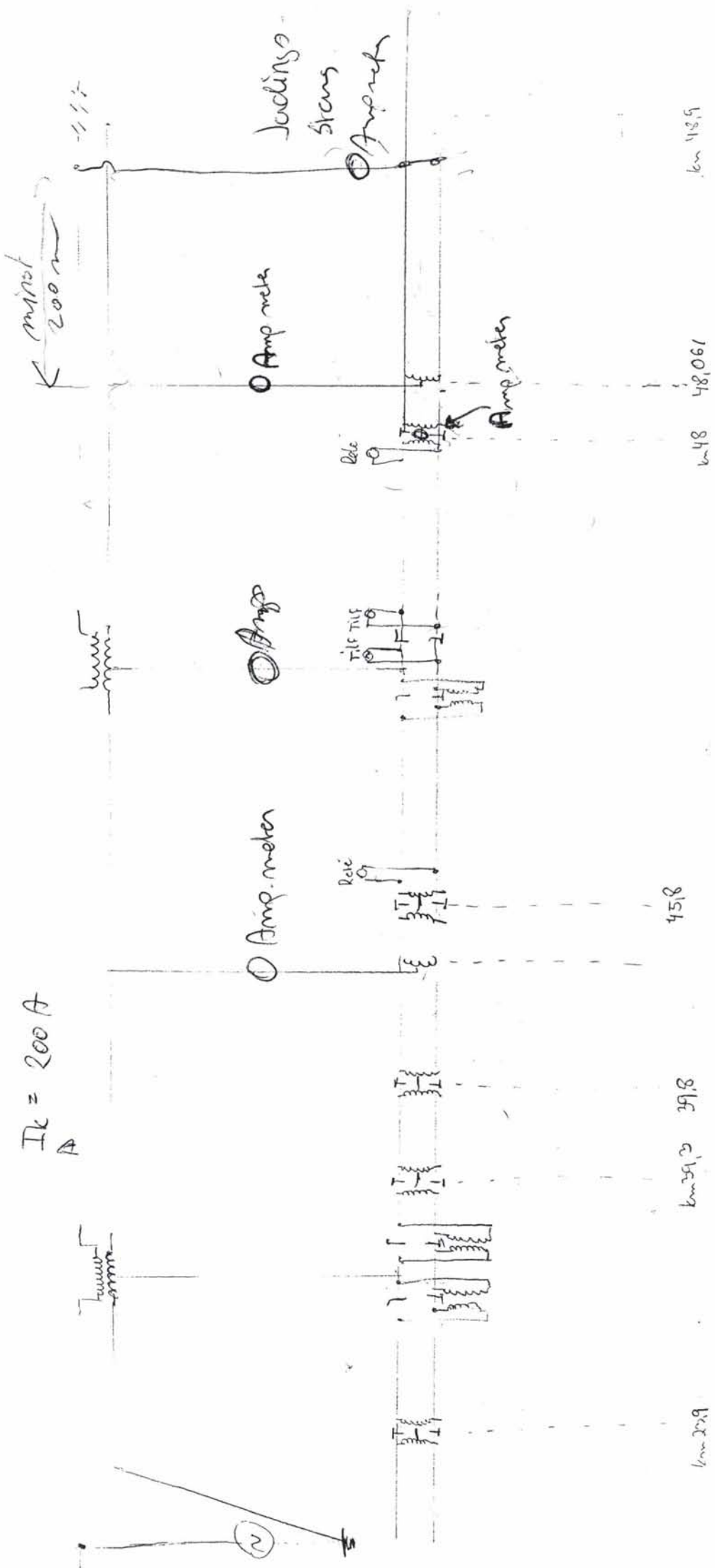
Vedlegg:	skisse 1:	Måling 1
	skisse 2:	Måling 2
	skisse 3:	Måling 3
	skisse 4:	Måling 4
	skisse 5:	Kobling av filterimpedanser i forbindelse med kortslutning av skjøter på Tuverud

skens nr 24,5

sig nr 26 km 39

sig nr 28 ca km 47

05
brubroya
km 48,91



SKISSE 1
Måling nr 1

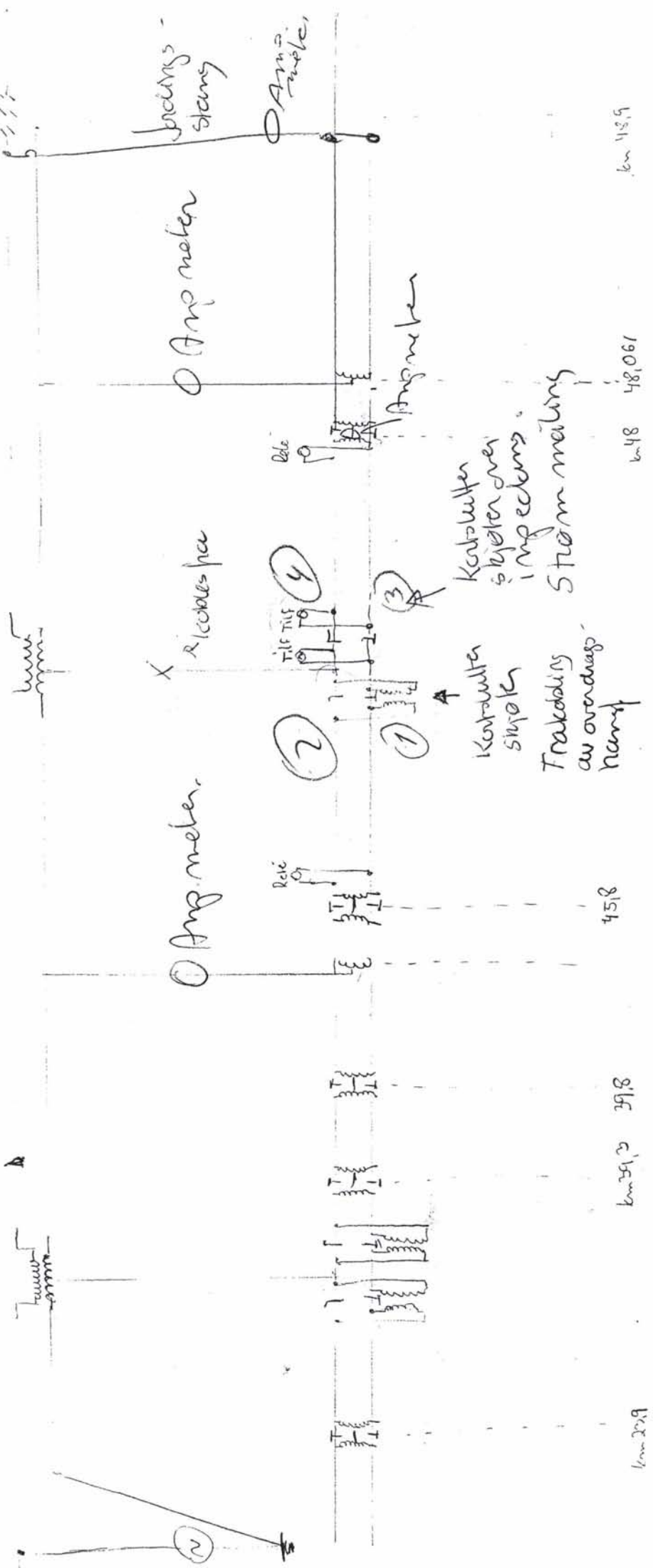
1000/24,5

Sig nr 26
km 39

Sig nr 28
ca km 47

25
Drabensvej
km 48,91,3

$I_k = 100 A, 200 A \text{ og } 300 A.$



SKISSE 2
MÅLING NR 2

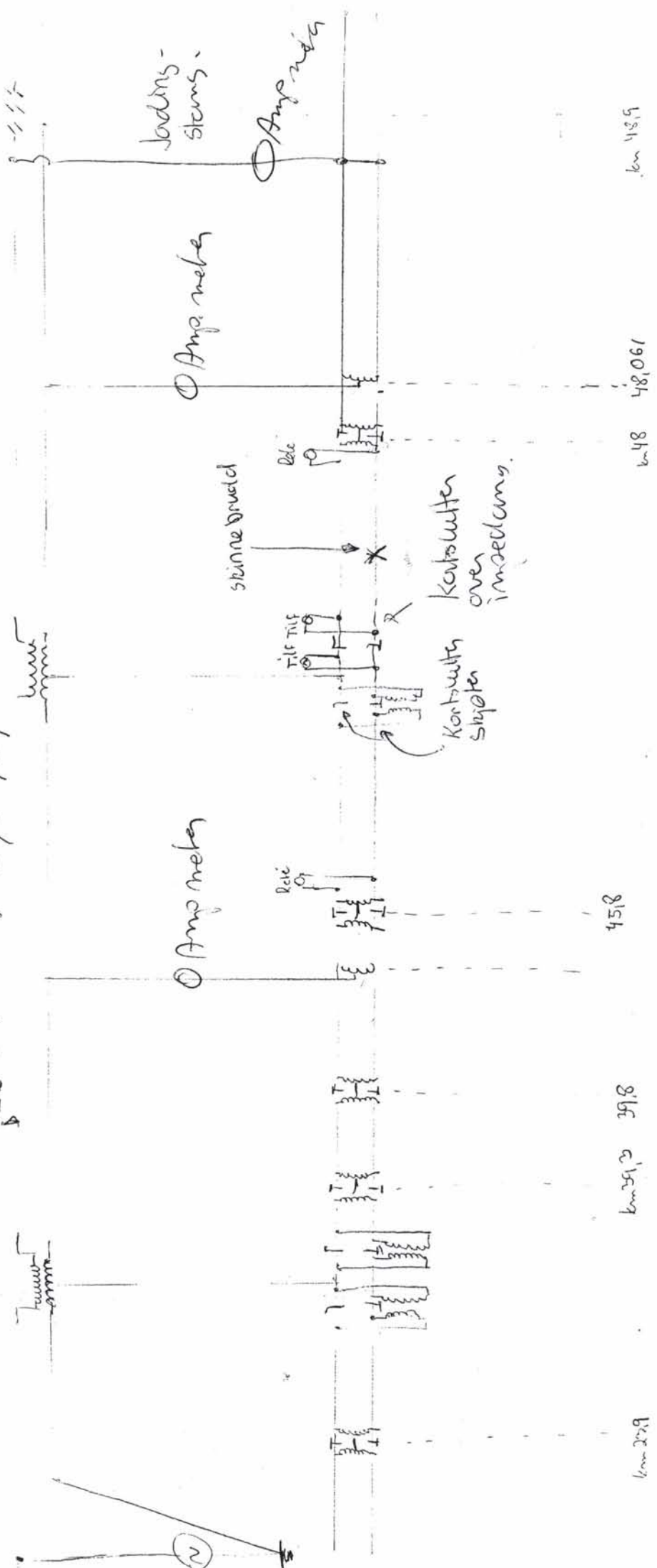
kenomf
nr 245

Sig nr 26
km 39

Sig nr 28
ca km 47

25
brubneya
km 48,9,11

$I_k = 0$ (event også 100, 200, ...)



SKISSE 3
Måling nr. 3

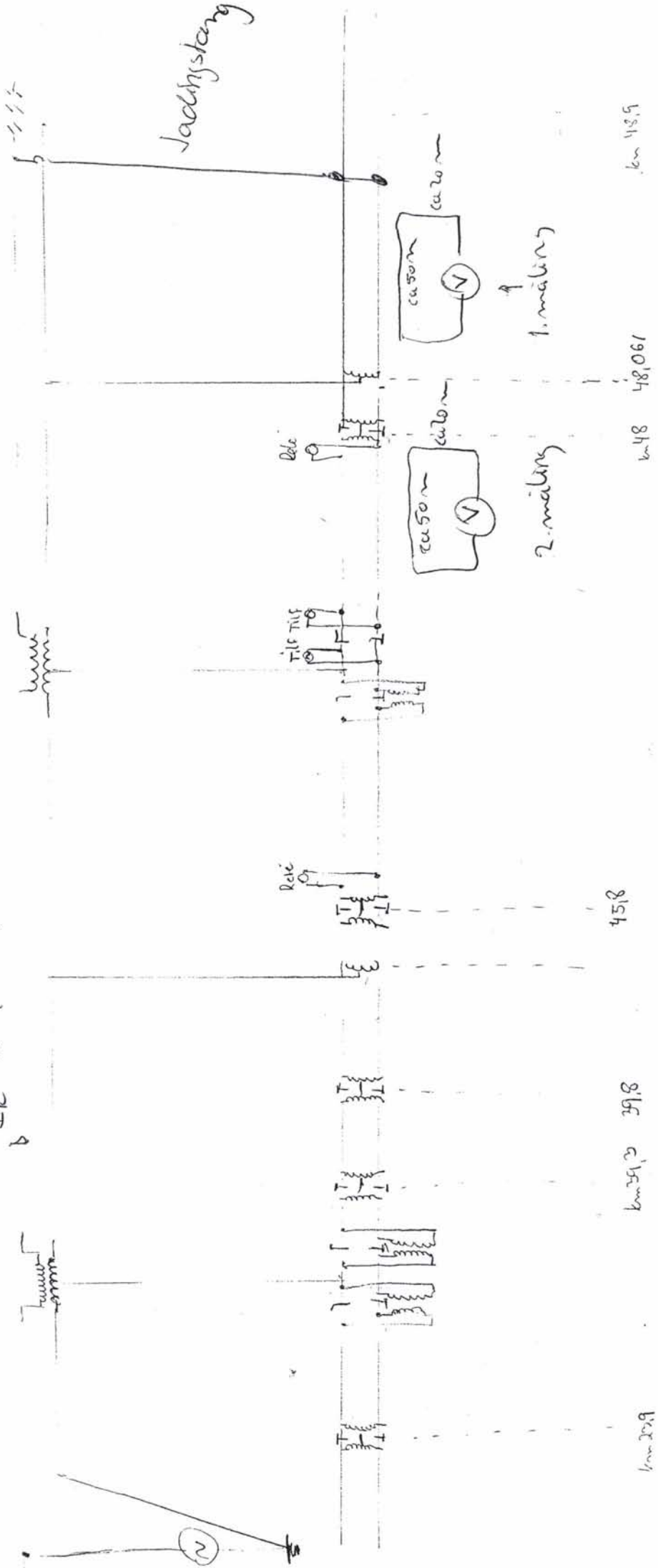
skenad
nr 24,5

Sug nr 26
km 39

Sug nr 28
ca km 47

D5
Mabneyca
km 48,91

$I_k = 100, 200, 300 A$



Skisse 4
Mätning nr 4

Til: HEIGE FADUM

FAX

69633

Fra: Runar Øverås

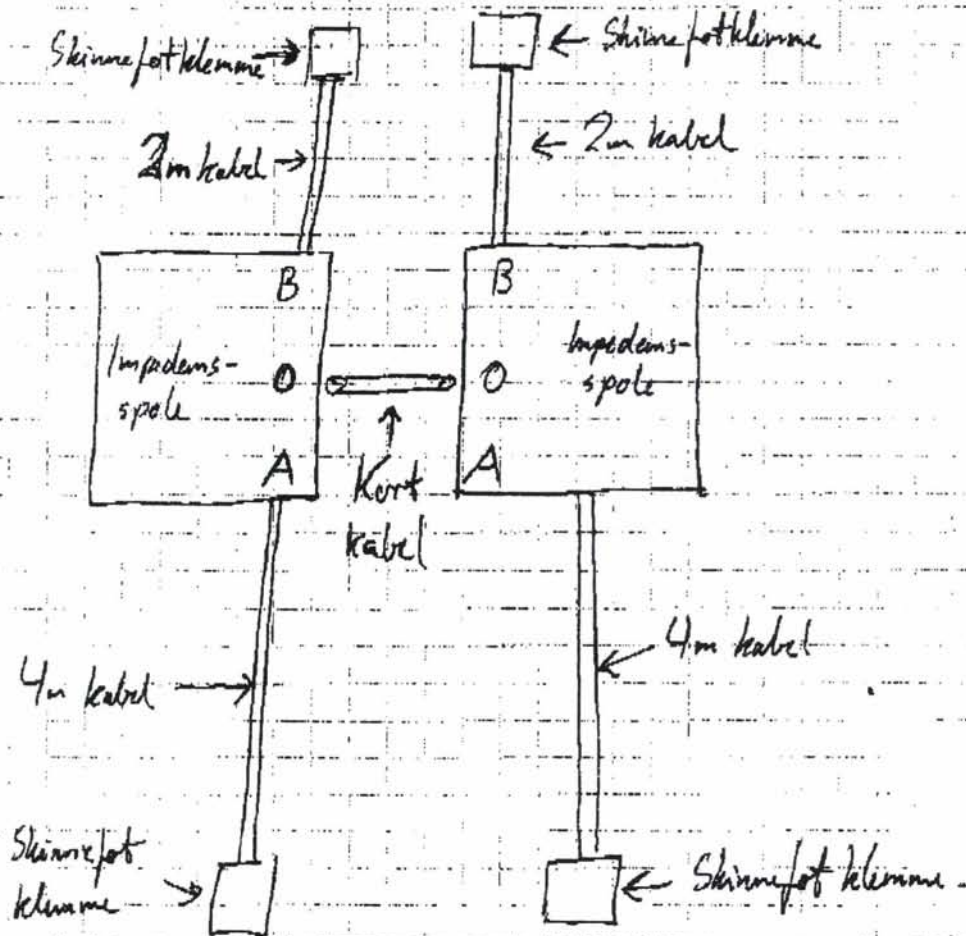
Detta er en beskrivelse av det utstyret som jeg håper dere kan montere for oss til helga 13. og 14. april.

①

Vi behøver to impedansspoler, ca. 10m isolert

50 \square kabel og fire skinnestøtkelemer.

Detta kobles slik skissen viser:



SKISSE 5

Vedlegg 1.2

Sjekkliste for måleaktiviteter
og resultater fra måleserie 1, 2 og 3

Sjekkliste, målinger Lierstranda 14.04.96		
FORBEREDELSE		
aktivitet	ansvar	OK
1 Utkobling høyre spor Asker - Brakerøya	Togleder	
2 Jordingstang montert	Ledn.avd	
MÅLING 1		
aktivitet	ansvar	OK
3 Utmating ca. 200 Amp fra Asker	Asker omformer	
4 Måling v/ jordingstang	Hege Sveaas Fadum	
5 Måling v/ nedføring Lierstranda	Hege Sveaas Fadum	
6 Måling v/ imp. v/ Huseby	Hege Sveaas Fadum	
7 Måling v/ nedføring til nullskinne v/Tuverud	Hege Sveaas Fadum	
8 Måling v/ nedføring Liertunnelen	Hege Sveaas Fadum	
9 Utmating ca 300 Amp fra Asker	Asker omformer	
10 Måling v/ nedføring Liertunnelen	Hege Sveaas Fadum	
11 Måling v/ nedføring til nullskinne v/Tuverud	Hege Sveaas Fadum	
12 Måling v/ imp. v/ Huseby	Hege Sveaas Fadum	
13 Måling v/ nedføring Lierstranda	Hege Sveaas Fadum	
14 Måling v/ jordingstang	Hege Sveaas Fadum	
FORBEREDELSE TIL MÅLING 2		
aktivitet	ansvar	OK
15 Utkobling av strøm fra Asker	Asker omformer	
16 Forbikobling av skjøtene 1 og 2 v/Tuverud m/skinnefotklemmer	Ledn.avd	
17 Forbikobling av skjøtene 3 og 4 v/Tuverud m/filterimpedanser	Ledn.avd	
18 Frakobling av nedf. mellom sugetransf. og nullskinne v/Tuverud	Ledn.avd	
19 Frakobling av overdragstransformatorer v/skjøtene 1 og 2 v/Tuverud	Signalmonør	
MÅLING 2		
aktivitet	ansvar	OK
20 Utmating ca. 100 Amp fra Asker	Asker omformer	
21 Måling v/ jordingstang	Hege Sveaas Fadum	
22 Måling v/ nedføring Lierstranda	Hege Sveaas Fadum	
23 Måling v/ imp. v/ Huseby	Hege Sveaas Fadum	
24 Måling v/ nedføring Liertunnelen	Hege Sveaas Fadum	
25 Utmating ca. 200 Amp fra Asker	Asker omformer	
26 Måling v/ nedføring Liertunnelen	Hege Sveaas Fadum	
27 Måling v/ imp. v/ Huseby	Hege Sveaas Fadum	
28 Måling v/ nedføring Lierstranda	Hege Sveaas Fadum	
29 Måling v/ jordingstang	Hege Sveaas Fadum	
30 Utmating ca. 300 Amp fra Asker	Asker omformer	
31 Måling v/ jordingstang	Hege Sveaas Fadum	
32 Måling v/ nedføring Lierstranda	Hege Sveaas Fadum	
33 Måling v/ imp. v/ Huseby	Hege Sveaas Fadum	
34 Måling v/ nedføring Liertunnelen	Hege Sveaas Fadum	
aktivitet	ansvar	OK
35 Avslutt første halvdel av måling 4	Jørgen Andersen	
MÅLING 3		
aktivitet	ansvar	OK
36 Utkobling av strøm fra Asker	Asker omformer	

37	Oppretter skinnebrudd nær mast 4303	Montør, linjen	
38	Måling v/ nedføring Liertunnelen	Hege Sveaas Fadum	
39	Måling v/tilførsel sporfelt Tuverud-Huseby (v/skjøter Tuverud)	Hege Sveaas Fadum	
40	Måling v/ nedføring Lierstranda	Hege Sveaas Fadum	
	<i>Dersom skinnebruddsdeteksjonen uteblir, hopp til aktivitet nr 56</i>	53	
	<i>Tidsnød? Hopp til aktivitet 63</i>		
41	Utmating ca 100 Amp. fra Asker	Asker omformer	
42	Måling v/ nedføring Lierstranda	Hege Sveaas Fadum	
43	Måling v/tilførsel sporfelt Tuverud-Huseby (v/skjøter Tuverud)	Hege Sveaas Fadum	
44	Måling v/ nedføring Liertunnelen	Hege Sveaas Fadum	
45	Utmating ca.200 Amp fra Asker	Asker omformer	
46	Måling v/ nedføring Liertunnelen	Hege Sveaas Fadum	
47	Måling v/tilførsel sporfelt Tuverud-Huseby (v/skjøter Tuverud)	Hege Sveaas Fadum	
48	Måling v/ nedføring Lierstranda	Hege Sveaas Fadum	
49	Utmating ca 300 Amp. fra Asker	Asker omformer	
50	Måling v/ nedføring Lierstranda	Hege Sveaas Fadum	
51	Måling v/tilførsel sporfelt Tuverud-Huseby (v/skjøter Tuverud)	Hege Sveaas Fadum	
52	Måling v/ nedføring Liertunnelen	Hege Sveaas Fadum	
	aktivitet	ansvar	OK
53	Utkobling av strøm fra Asker	Asker omformer	
54	Kobling over skinnebrudd v/ mast 4303 gjenopprettes	Montør, linjen	
55	Flytting av ledningsløyfe til andre siden av nedf.	Jørgen Andersen	
56	Flytting av jordingstang	Ledn.avd.	
57	Utmating ca 100 Amp. fra Asker	Asker omformer	
58	Spenningsmåling på ledningsløyfe v/Lierstranda	Jørgen Andersen	
59	Utmating ca 200 Amp. fra Asker	Asker omformer	
60	Spenningsmåling på ledningsløyfe v/Lierstranda	Jørgen Andersen	
61	Utmating ca 300 Amp. fra Asker	Asker omformer	
62	Spenningsmåling på ledningsløyfe v/Lierstranda	Jørgen Andersen	
	aktivitet	ansvar	OK
63	Utkobling av strøm fra Asker	Asker omformer	
64	Asker omformer forberedes for vanlig drift	Asker omformer	
65	Fjerning av impedanser ved skjøtene 3 og 4 ved Tuverud	Ledn.avd.	
66	Fjerning av skinnefotklemmer ved skjøtene 1 og 2 ved Tuverud	Ledn.avd	
67	Nedføring mellom sugetransf og nullskinne v/Tuverud tilbakekobles	Ledn.avd.	
68	Biforbrukstransformator ved Eriksrud tilbakekobles	Ledn.avd.	
69	Jordingstang fjernes	Ledn.avd	
70	Biforbrukstransformator ved Huseby tilbakekobles	Ledn.avd.	
71	Biforbrukstransformator ved DS Brakerøya tilbakekobles	Ledn.avd	
72	Innkobling av spenning mellom Asker og Brakerøya	Togleder	

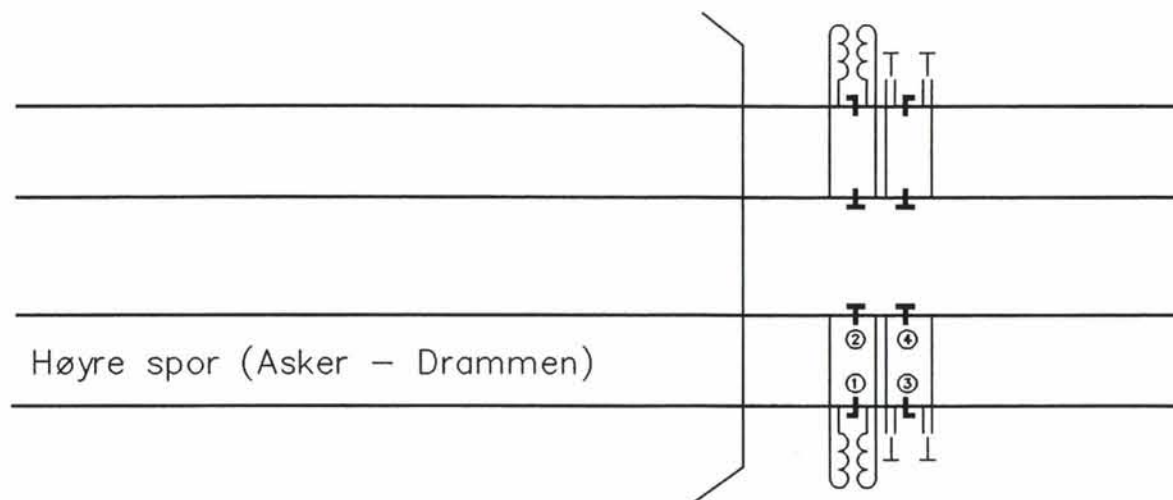
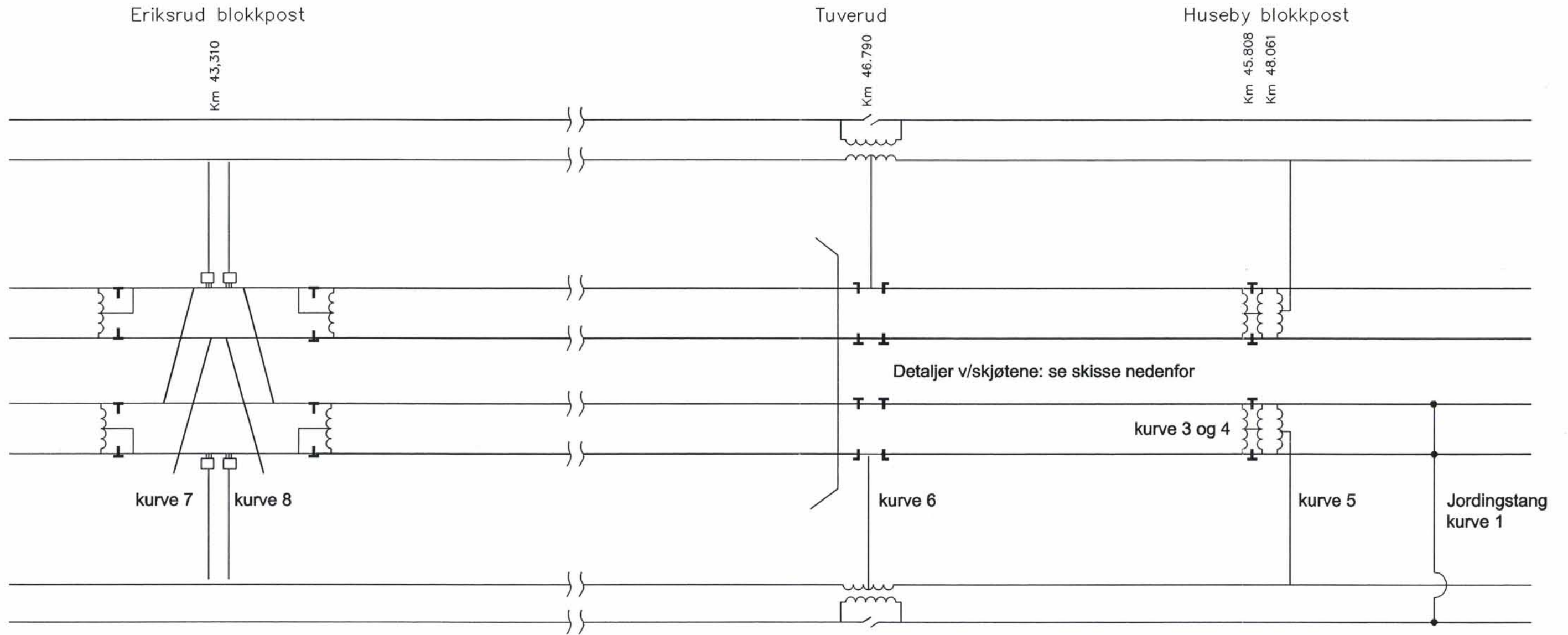
Måling 1

Monter jordingstang minst 200m retning Drammen fra nedføringen ved Huseby blokkpost (ved ca km 48. 260)

Mater 200A fra Asker

Strømmålinger ved:

1. Jordingstang. (kurve 1)
2. Nedføring v/Huseby blokkpost på Lierstranda. (kurve 5)
3. Impedanser Huseby blokkpost. (kurve 3 og 4)
4. Nedføring fra sugetransformator til nullskinne på Tuverud. (kurve 6)
5. Nedføring ved Eriksrud i Liertunellen. (kurve 7 og 8)



01	Korr. tegn.	30.09.99	hmw	HSF	
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
GENERELLE TEGNINGER Designforbedring, målinger i Returkretsen Målinger på Lierstranda 14.04.96 Måling 1		Målestokk	Dato	20.04.99	
		1:5	Tegnet av	hmw	
			Kontrollert av	HSF	
			Godkjent av		
Arkiv bet.	t:\arkiv\generell				
Erstatn for					
Format	A3				
Tegning nr			Tek-23102		Rev
 Jernbaneverket Region Sør					01

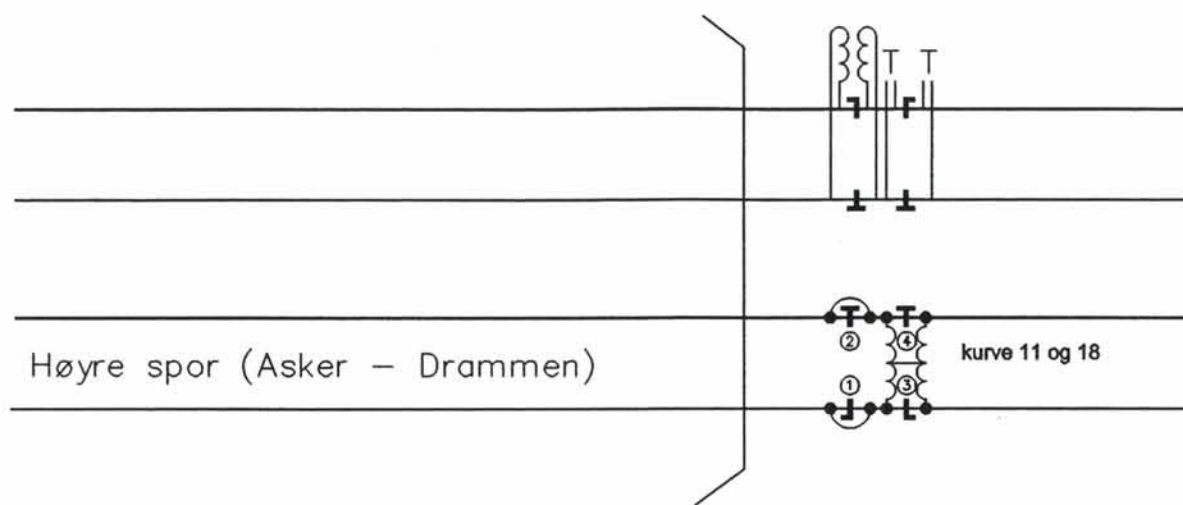
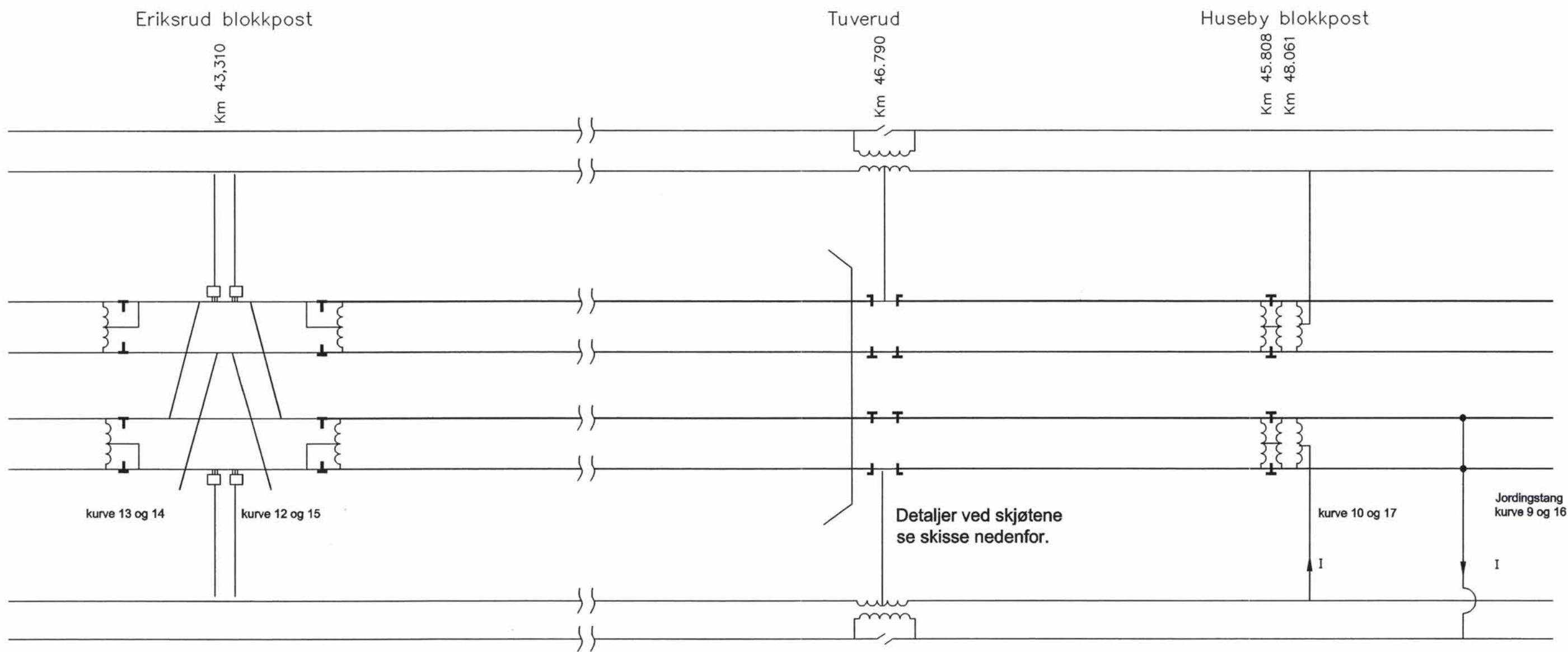
Måling 2

Omkoblinger på Tuverud:
 Kortsletter skjøtene ① og ② direkte med skinneføtdømmer.
 Kortsletter skjøtene ③ og ④ over filterimpedanser.
 Kobler fra overdragstransformatorne.
 Kobler fra nedføring fra sugetransformator til nullskinne.

Mater 100A og 300A fra Asker.

Strømmålinger ved:

1. Jordingstang. (kurve 9 - 100A og 18 - 300A)
2. Nedføring V/Huseby blokkpost på Lierstranda. (Kurve 10 - 100A og 17 - 300A)
3. Mellom provisoriske impedanser på Tuverud. (kurve 11 - 100A og 18 - 300A)
4. Nedføring ved Eriksrud i Ljertunellen. (kurve 12 og 13 - 100A, 14 og 15 - 300A)

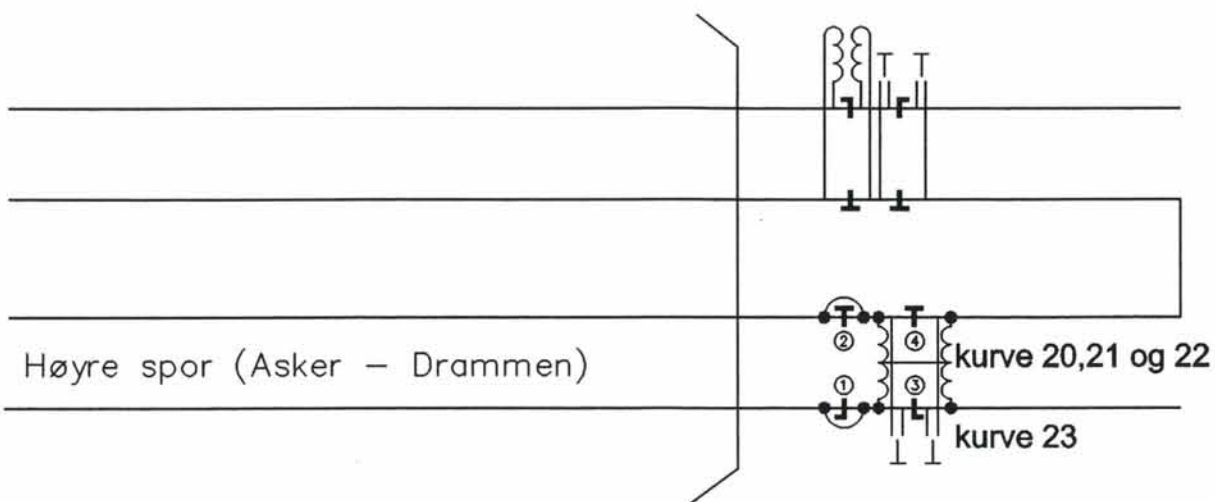
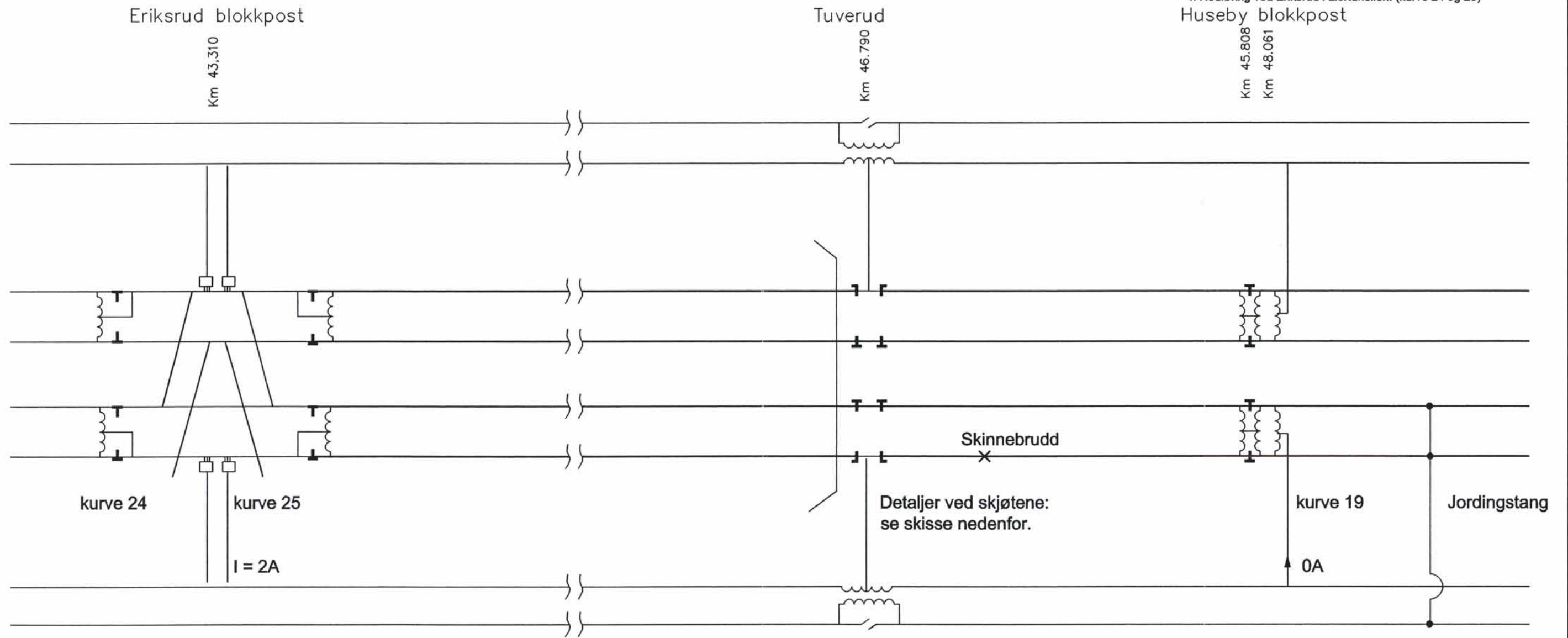


01	Korr. tegn.	30.09.99	hmw	HSF	
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
GENERELLE TEGNINGER		Målestakk	Dato	20.04.99	
Designforbedring, målinger i Returkretsen		1:5	Tegnet av	hmw	
			Kontrollert av	HSF	
			Godkjent av		
		Arkiv bet.	t:\arkiv\generell		
		Erstatn for			
		Format	A3		
		Tegning nr	Tek-23103		Rev
		Jernbaneverket		01	
		Region Sør			

Måling 3
Oppretter skinnebrudd i sporfeltkretsen mellom Tuverud og Huseby (i høyre skinnestreng -sett fra Oslo- omlag ved mast 4303).

Strømmålinger uten strøm fra Asker.

- Strømmålinger ved:
1. Nedføring v/Huseby blokkpost på Lierstranda. (Kurve 19)
 2. Mellom provisoriske impedanser på Tuverud. (kurve 20, 21 og 22)
Kurve 20 gjelder for belagt sporfelt.
Kurve 21 og 22 gjelder for ikke belagt sporfelt.
 3. I tilførselskretsen til sporfeltet mellom Tuverud og Huseby. (kurve 23)
 4. Nedføring ved Eriksrud i Liertunellen. (kurve 24 og 25)



01	Korr. tegn.	30.09.99	hmw	HSF	
Rev.	Revisjonen gjelder	Dato	Tegnet av	Kontrollert av	Godkjent av
GENERELLE TEGNINGER		Målestokk	Dato	20.04.99	
Designforbedring, målinger i Returkretsen		1:5	Tegnet av	hmw	
			Kontrollert av	HSF	
			Godkjent av		
		Arkiv bet.	t:\arkiv\generell		
		Erstatn for			
		Format	A3		
		Tegning nr	Tek-23104		Rev
					01



Jernbaneverket
Region Sør

ANALYSE AV MÅLERESULTATENE:

Det har ikke vært mulig å gjøre en spektrumanalyse av måleresultatene, slik at alle de antatte strøm- og frekvensverdier, er avlest fra kurvene, og dermed ikke helt eksakte.

MÅLESERIE 1

Kurve 1, målt ved punkt 2, ved jordingstang. ca 200 A mates fra Asker:

Kurveform	Ren fin sinus, ingen synlige overharmoniske		
Frekvens	16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{16\ 2/3\ Hz}$	3V	$U_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	2,12 V
$\hat{I}_{16\ 2/3\ Hz}$	300 A	$I_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	212 A

Kurve 2: Feilmåling

Kurve 3 og 4, målt ved punkt 4, impedanser ved Huseby blokkpost, ca 200 A mates fra Asker:

Kurveform	sinusform, med varierende amplitude, og varierende "nullpunkt"		
Frekvens	95 Hz grunnharmonisk, ca 10 Hz omhyllingskurve, skyldes trolig innvirkning fra nabosporfeltet (105 Hz) Kurven svinger rundt et "nullnivå" som trolig varierer med 16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{95\ Hz}$	varierer mellom 8 og 18 mV	$U_{eff\ 95\ Hz}$	varierer mellom 5,65 og 12,72 mV
$\hat{I}_{95\ Hz}$	varierer mellom 0,8 og 1,8 A	$I_{eff\ 95\ Hz}$	varierer mellom 0,57 og 1,27 A
$\hat{U}_{10\ Hz}$	ca 5 mV	$U_{eff\ 10\ Hz}$	ca 3,5 mV
$\hat{I}_{10\ Hz}$	ca 0,5 A	$I_{eff\ 10\ Hz}$	ca 0.35 A
$\hat{U}_{16\ 2/3\ Hz}$	vanskelig å avlese	$U_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	vanskelig å avlese

Kurve 5, målt ved punkt 3, ved nedføring Lierstranda. ca 200 A mates fra Asker:

Kurveform	Ren fin sinus, ingen synlige overharmoniske		
Frekvens	16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{16\ 2/3\ Hz}$	3V	$U_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	2,12 V
$\hat{I}_{16\ 2/3\ Hz}$	300 A	$I_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	212 A

Kurve 6, målt ved punkt 6, ved nedføring til nullskinne på Tuverud, ca 200 A mates fra Asker:

Kurveform	Sinus, endel støy med ubestemmelig frekvens		
Frekvens	16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{16\ 2/3\ Hz}$	ca 5 m V	$U_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	ca 3,5 mV
$\hat{I}_{16\ 2/3\ Hz}$	ca. 0,5 A	$I_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	ca 0,35 A

Kurve 7 og 8 , målt ved punkt 8, ved nedføring Eriksrud, ca 200 A mates fra Asker:

Kurveform og Frekvens	måler bare noe "småstøy" med grunntone 50 Hz
-----------------------	--

MÅLESERIE 2a, mater 100 A fra Asker

Kurve 9, målt ved punkt 2, ved jordingstang. ca 100 A mates fra Asker:

Kurveform	Ren fin sinus, ingen synlige overharmoniske		
Frekvens	16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{16\ 2/3\ Hz}$	1,5 V	$U_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	1,06 V
$\hat{I}_{16\ 2/3\ Hz}$	150 A	$I_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	106 A

Kurve 10, målt ved punkt 3, ved nedføring Lierstranda. ca 100 A mates fra Asker:

Kurveform	Ren fin sinus, ingen synlige overharmoniske		
Frekvens	16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{16\ 2/3\ Hz}$	1,5 V	$U_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	1,06 V
$\hat{I}_{16\ 2/3\ Hz}$	150 A	$I_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	106 A

Kurve 11, målt ved punkt 5, provisoriske impedanser Tuverud, ca 100 A mates fra Asker:

Kurveform	sinusform, varierende amplitude skyldes trolig innvirkning fra nabosporfeltet (105 Hz), varierende "nullpunkt"		
Frekvens	105 Hz (95??) grunnharmonisk, Kurven svinger rundt et "nullnivå" som trolig varierer med 16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{95\ Hz}$	varierer mellom 20 og 27 mV	$U_{eff\ 95\ Hz}$	14,14-19,09 mV
$\hat{I}_{95\ Hz}$	varierer mellom 2,0 og 2,7 A	$I_{eff\ 95\ Hz}$	1,4-1,9 A
$\hat{U}_{16\ 2/3\ Hz}$	ca 10 mV	$U_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	ca 7,07 mV
$\hat{I}_{16\ 2/3\ Hz}$	ca 0,1 A	$I_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	ca 0,7

Kurve 12 + 13 , målt ved punkt 8, nedføringer ved Eriksrud, ca 100 A mates fra Asker:

Kurveform	sinusform, varierende amplitude skyldes trolig innvirkning fra nabosporfeltet (105 Hz), varierende "nullpunkt"		
Frekvens	105 Hz (95??) grunnharmonisk, Kurven svinger rundt et "nullnivå" som trolig med 16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{95 \text{ Hz}}$	kurve 12: 10 - 26 mV kurve 13: 2 - 11 mV sum: 12 - 37mV	$U_{\text{eff } 95 \text{ Hz}}$	kurve 12: 7,07 -18,4 mV kurve 13: 1,4 - 7,78 mV sum:8,47 - 26,18 mV
$\hat{I}_{95 \text{ Hz}}$	kurve 12: 0,1 - 0,26 A kurve 13: 0,02 - 0,11 A sum: 0,12 - 0,37 A	$I_{\text{eff } 95 \text{ Hz}}$	kurve 12: 0,07 - 0,18 A kurve 13: 0,01 - 0,08 A sum: 0,09- 0,26 A
$\hat{U}_{16 \text{ 2/3}}$	kurve 12: 10 mV kurve 13: 6 mV sum: 16 mV	$U_{\text{eff } 16 \text{ 2/3 Hz}}$	kurve 12: 7,07 mV kurve 13: 4,24 mV sum: 11,31 mV
$\hat{I}_{16 \text{ 2/3}}$	kurve 12: 0,1 A kurve 13: 0,06 A sum: 0,16 A	$I_{\text{eff } 16 \text{ 2/3 Hz}}$	kurve 12: 0,07 A kurve 13: 0,024 A sum 0,11 A

Obs! summering av kurvene 12 og 13 gir ikke eksakte resultater, da det ikke var mulig å kontrollere om kurvene var i fase. (Ikke samtidige målinger)

MÅLESERIE 2b mater 300 A fra Asker

Kurve 16, målt ved punkt 2, ved jordingstang. ca 300 A mates fra Asker:

Kurveform	Ren fin sinus, ingen synlige overharmoniske		
Frekvens	16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{16\ 2/3\ Hz}$	4,4 V	$U_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	3.11 V
$\hat{I}_{16\ 2/3\ Hz}$	440 A	$I_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	311 A

Kurve 17, målt ved punkt 3, ved nedføring Lierstranda. ca 300 A mates fra Asker:

Kurveform	Ren fin sinus, ingen synlige overharmoniske		
Frekvens	16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{16\ 2/3\ Hz}$	4,4 V	$U_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	3.11 V
$\hat{I}_{16\ 2/3\ Hz}$	440 A	$I_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	311 A

Kurve 18, målt ved punkt 5, provisoriske impedanser Tuverud, ca 300 A mates fra Asker:

Kurveform	sinusform, varierende amplitude skyldes trolig innvirkning fra nabosporfeltet (105 Hz), varierende "nullpunkt"		
Frekvens	16 2/3 Hz grunnharmonisk 95 Hz overlagret		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{16\ 2/3\ Hz}$	ca 80 mV	$U_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	ca 56,56 mV
$\hat{I}_{16\ 2/3\ Hz}$	ca 0,8 A	$I_{eff\ 16\ 2/3\ Hz}$	ca 0,07
$\hat{U}_{95\ Hz}$	2 - 30 mV	$U_{eff\ 95\ Hz}$	1,41 - 21,21 mV
$\hat{I}_{95\ Hz}$	0,02 - 0,03 A	$I_{eff\ 95\ Hz}$	0,01- 0,21 A

Kurve 14 + 15 , målt ved punkt 8, nedføringer ved Eriksrud, ca 300 A mates fra Asker:

Kurveform	sinusform, varierende amplitude skyldes trolig innvirkning fra nabosporfeltet (105 Hz), varierende "nullpunkt"		
Frekvens	105 Hz (95??) grunnharmonisk, Kurven svinger rundt et "nullnivå" som varierer med 16 2/3 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{95\text{ Hz}}$	kurve 14: 1 - 10 mV kurve 15: 4 - 30 mV sum: 4 - 56 mV	$U_{\text{eff } 95\text{ Hz}}$	kurve 14: 0,707-7,07mV kurve 15: 2,82-21,21mV sum: 3,52 - 28,28 mV
$\hat{I}_{95\text{ Hz}}$	kurve 14: 0,01 - 0.1 A kurve 15: 0,04 - 0.3 A sum: 0,05 - 0,4 A	$I_{\text{eff } 95\text{ Hz}}$	kurve 14: 0,007-0,07 A kurve 15: 0,03 - 0,21 A sum: 0,073- 0,28 A
$\hat{U}_{16\ 2/3\text{ Hz}}$	kurve 14: 15 mV kurve 15: 30 mV sum: 16: 45 mV	$U_{\text{eff } 16\ 2/3\text{ Hz}}$	kurve 12: 10,61 mV kurve 13: 42,42 mV sum: 53 mV
$\hat{I}_{16\ 2/3\text{ Hz}}$	kurve 14: 0,15 A kurve 15: 0, 3 A sum: 0,45 A	$I_{\text{eff } 16\ 2/3\text{ Hz}}$	kurve 12: 0,11 A kurve 13: 0,42 A sum: 0,53 A

Obs! summering av kurvene 12 og 13 gir ikke eksakte resultater, da det ikke var mulig å kontrollere om kurvene var i fase. (Ikke samtidige målinger)

MÅLESERIE 3, ingen kl-strøm fra Asker

Kurve 19, målt ved punkt 3, ved nedføring Lierstranda.:

Kurveform	Måler bare litt "småstøy"
-----------	---------------------------

Kurve 20, målt ved punkt 5, provisoriske impedanser Tuverud, belagt sporfelt

Kurveform	Små-"grumsete" Sinus med varierende amplitude		
Frekvens	95 Hz grunntone ~ 10 Hz omhyllingskurve (innvirkning fra nabosporfeltet)		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{95\text{Hz}}$	8 - 15 mV	$U_{\text{eff } 95\text{Hz}}$	5,65 - 10,61 mV
$\hat{I}_{95\text{Hz}}$	0,8 - 1,5 A	$I_{\text{eff } 95\text{Hz}}$	0,57 - 1,06 A
$\hat{U}_{10\text{ Hz}}$	~ 7 mV	$U_{\text{eff } 10\text{ Hz}}$	~ 4,95 mV
$\hat{I}_{10\text{ Hz}}$	~ 0.7 A	$I_{\text{eff } 10\text{ Hz}}$	~ 0,5 A

Kurve 21 og 22, målt ved punkt 5, provisoriske impedanser Tuverud, ikke belagt sporfelt

Kurveform	Sinus, med varierende amplitude, "smågrums" ved peak-verdiene		
Frekvens	95 Hz grunntone ~ 10 Hz omhyllingskurve (innvirkning fra nabosporfeltet)		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{16\ 2/3\text{ Hz}}$	18 - 25 mV	$U_{\text{eff } 16\ 2/3\text{ Hz}}$	12,73 - 17,68 mV
$\hat{I}_{16\ 2/3\text{ Hz}}$	1,8 - 2,5 A	$I_{\text{eff } 16\ 2/3\text{ Hz}}$	1,27 - 1,77 A
$\hat{U}_{105\text{ Hz}}$	~ 7 mV	$U_{\text{eff } 105\text{ Hz}}$	~ 4,95 mV
$\hat{I}_{105\text{ Hz}}$	~ 0.7 A	$I_{\text{eff } 105\text{ Hz}}$	~ 0,5 A

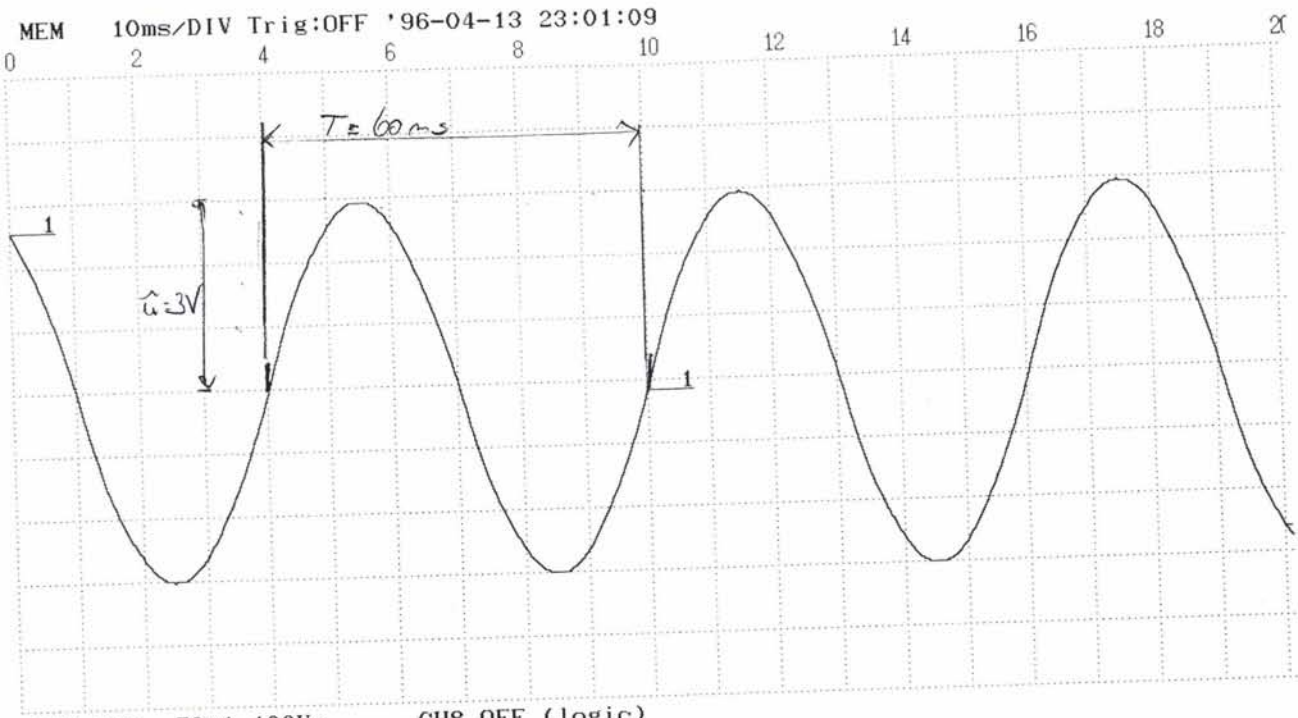
Kurve 23, målt ved punkt 7, Tilførsel sporfelt Tuverud,

Kurveform	Sinus, svakt varierende amplitude		
Frekvens	95 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{95 \text{ Hz}}$	20 mV	$U_{\text{eff } 95 \text{ Hz}}$	14,14 mV
$\hat{I}_{90 \text{ Hz}}$	2 A	$I_{\text{eff } 95 \text{ Hz}}$	1,41 A

Kurve 24 +25 , målt ved punkt 8, nedføringer ved Eriksrud,

Kurveform	kurve 24: sinus, svært "grumsete", varierende amplitude kurve 2: sinus, noe "grumsete", varierende amplitude		
Frekvens	95 Hz		
toppverdier (avlest)		effektivverdier (beregnet)	
$\hat{U}_{95 \text{ Hz}}$	kurve 24: 1 - 7 mV kurve 25: 18 - 22 mV sum: 19 - 25 mV	$U_{\text{eff } 95 \text{ Hz}}$	kurve 24: 0,71 - 4,94 mV kurve 25: 12,72 - 15,56 mV sum: 13,43 - 20,5 mV
$\hat{I}_{95 \text{ Hz}}$	kurve 24: 0,1 - 0,7 A kurve 25: 1,8 - 2,2 A sum: 1,9 - 2,5 A	$I_{\text{eff } 95 \text{ Hz}}$	kurve 24: 0,07 - 0,49 A kurve 25: 1,27 - 1,56 A sum: 1,34 - 2,05 A

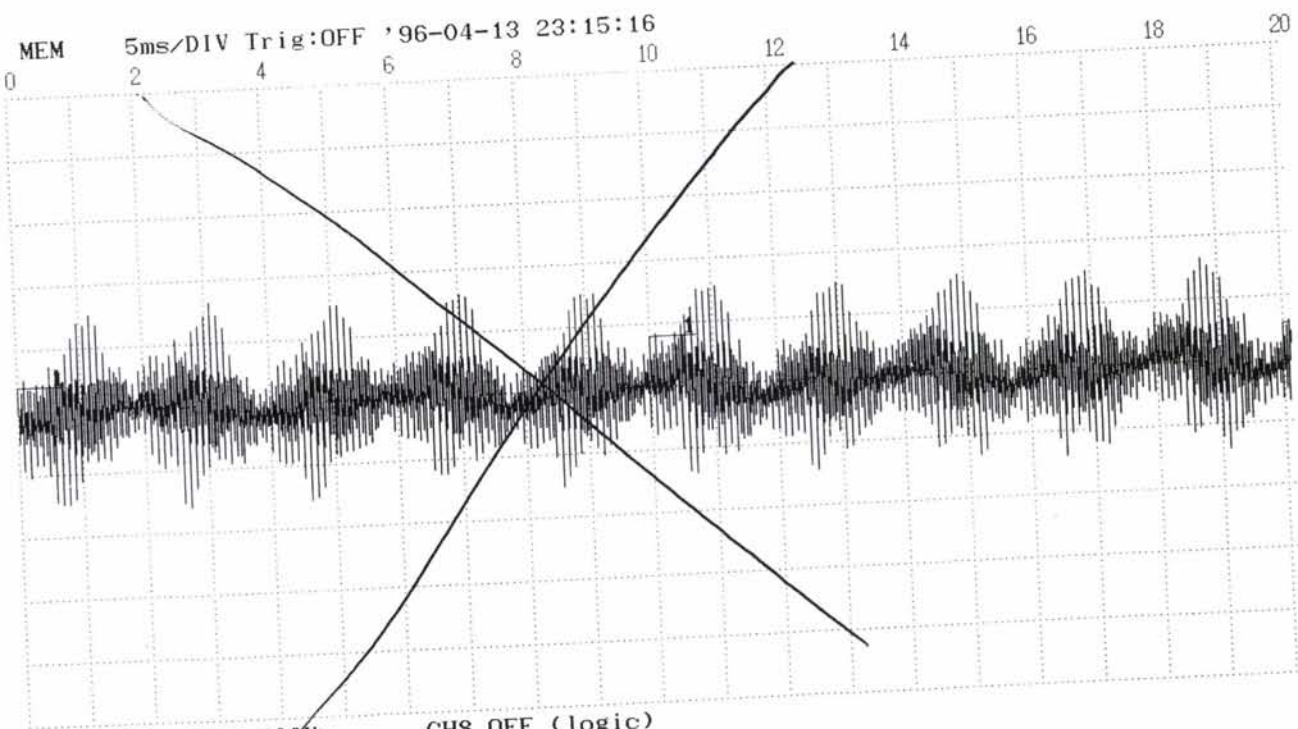
Obs! summering av kurvene 12 og 13 gir ikke eksakte resultater, da det ikke var mulig å kontrollere om kurvene var i fase. (Ikke samtidige målinger)



CH4 OFF -50%* 100Vr
 CH3 OFF 0%# 10mV
 CH2 OFF 50% 1V
 CH1 SLIM 50% 1V

CH8 OFF (logic)
 CH7 OFF (logic)
 CH6 no unit
 CH5 no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER



CH4 OFF -50%* 100Vr
 CH3 OFF 0%# 10mV
 CH2 OFF 50% 1V
 CH1 SLIM 50% 50mV

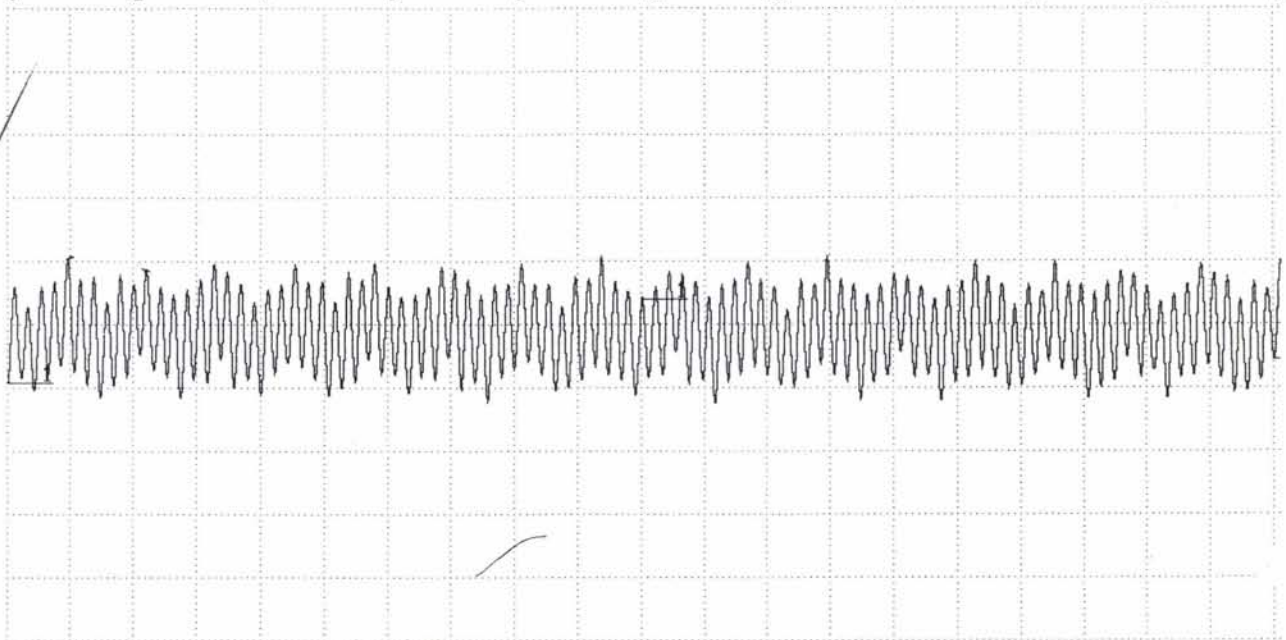
CH8 OFF (logic)
 CH7 OFF (logic)
 CH6 no unit
 CH5 no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

MEM 50ms/DIV Trig:OFF '96-04-13 23:31:40

Amplitude?

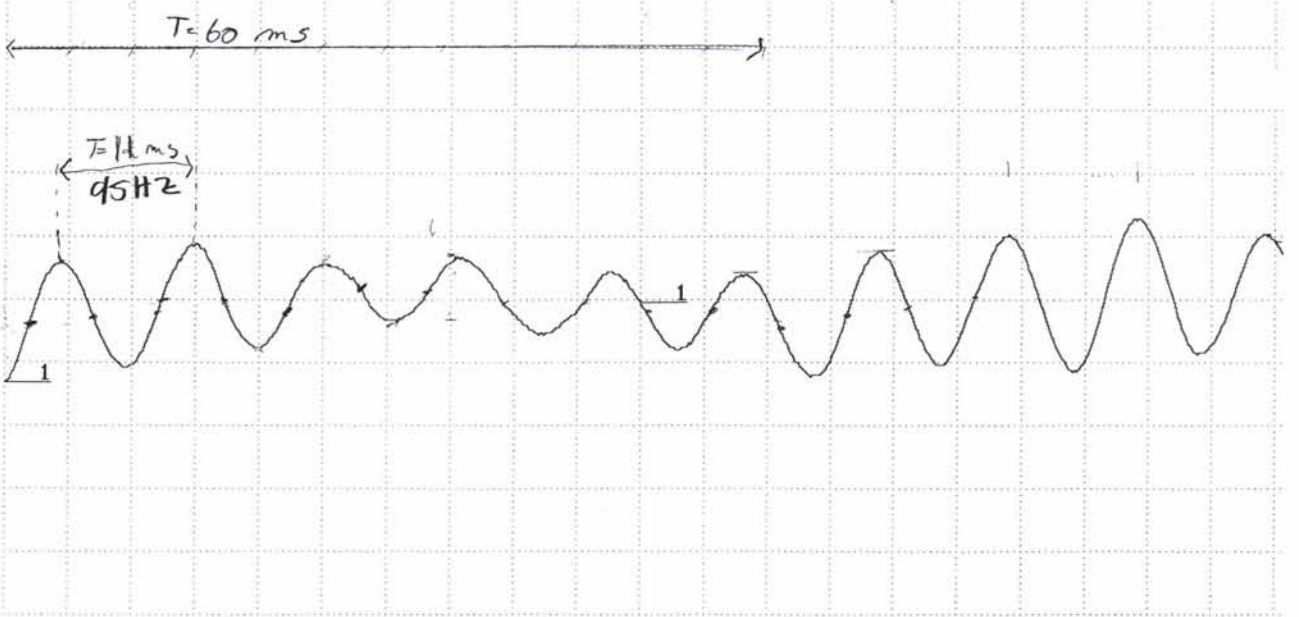
(3)



CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF (logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF (logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6 no unit
CH1 SLIM	50%	10mV	CH5 no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

MEM 5ms/DIV Trig:OFF '96-04-13 23:33:48

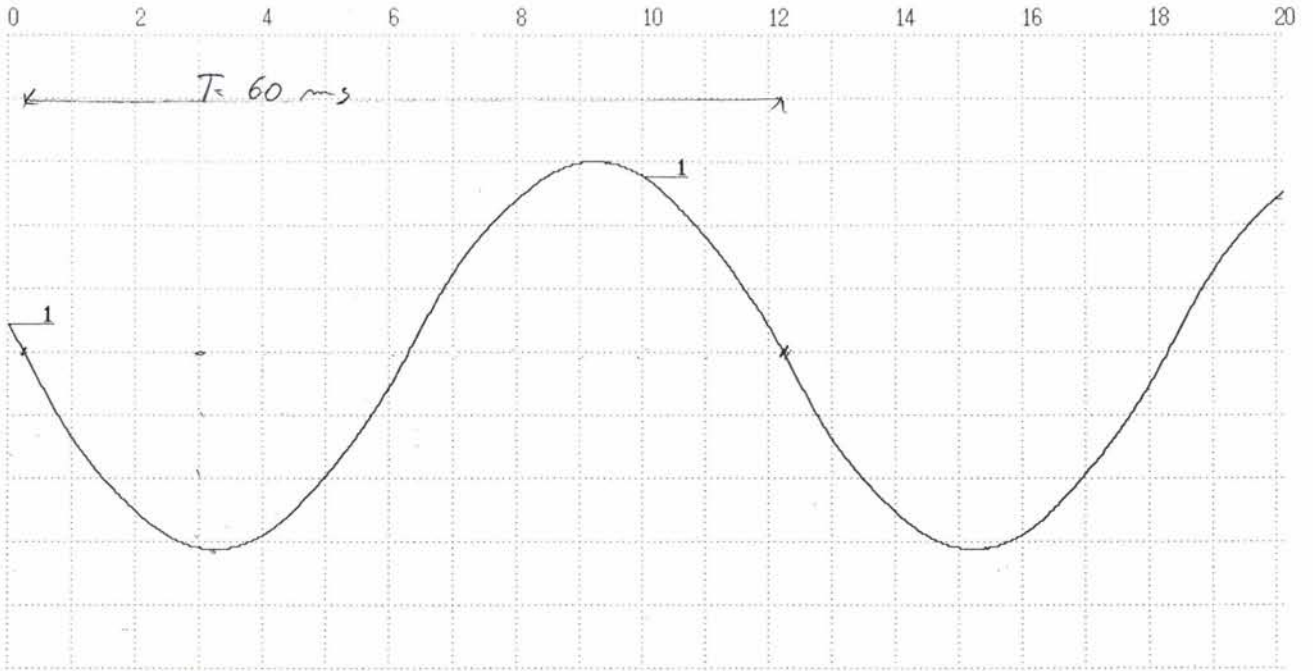


(4)

CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF (logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF (logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6 no unit
CH1 SLIM	50%	10mV	CH5 no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

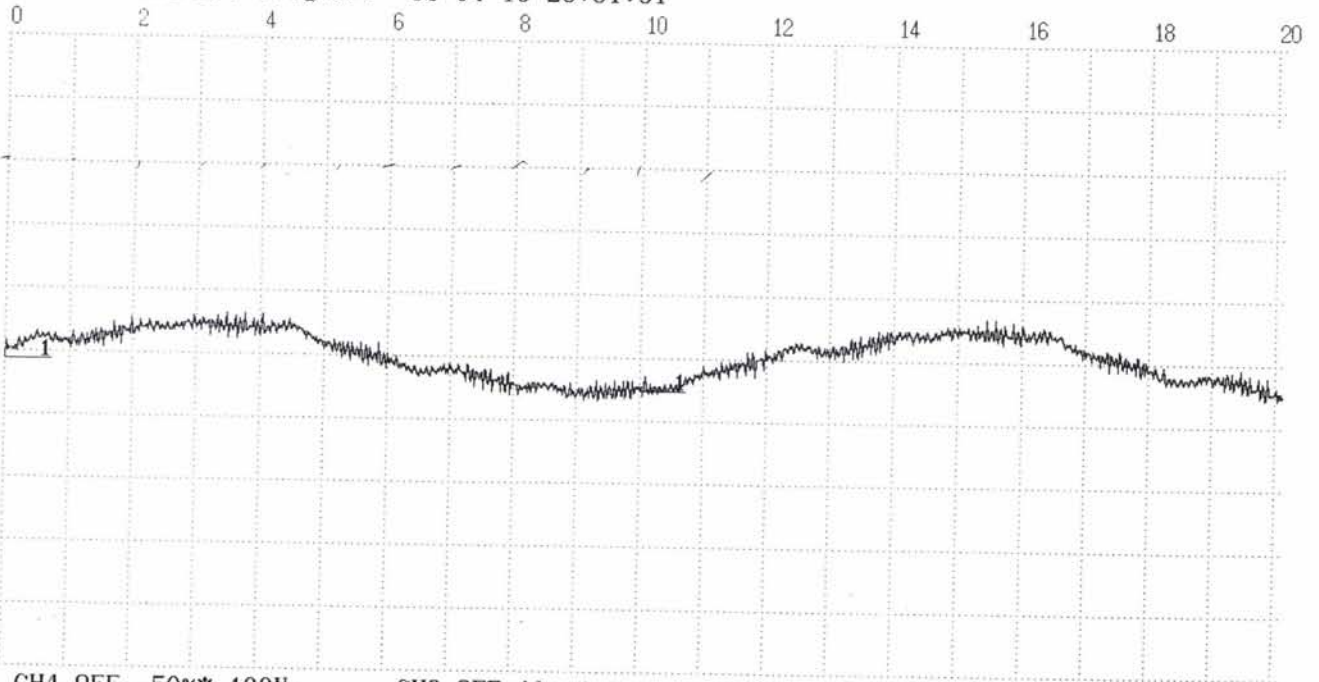
MEM 5ms/DIV Trig:OFF '96-04-13 23:41:32



CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF (logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF (logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6 no unit
CH1 SLIM	50%	1V	CH5 no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

MEM 5ms/DIV Trig:OFF '96-04-13 23:51:51



CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF (logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF (logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6 no unit
CH1 SLIM	50%	10mV	CH5 no unit

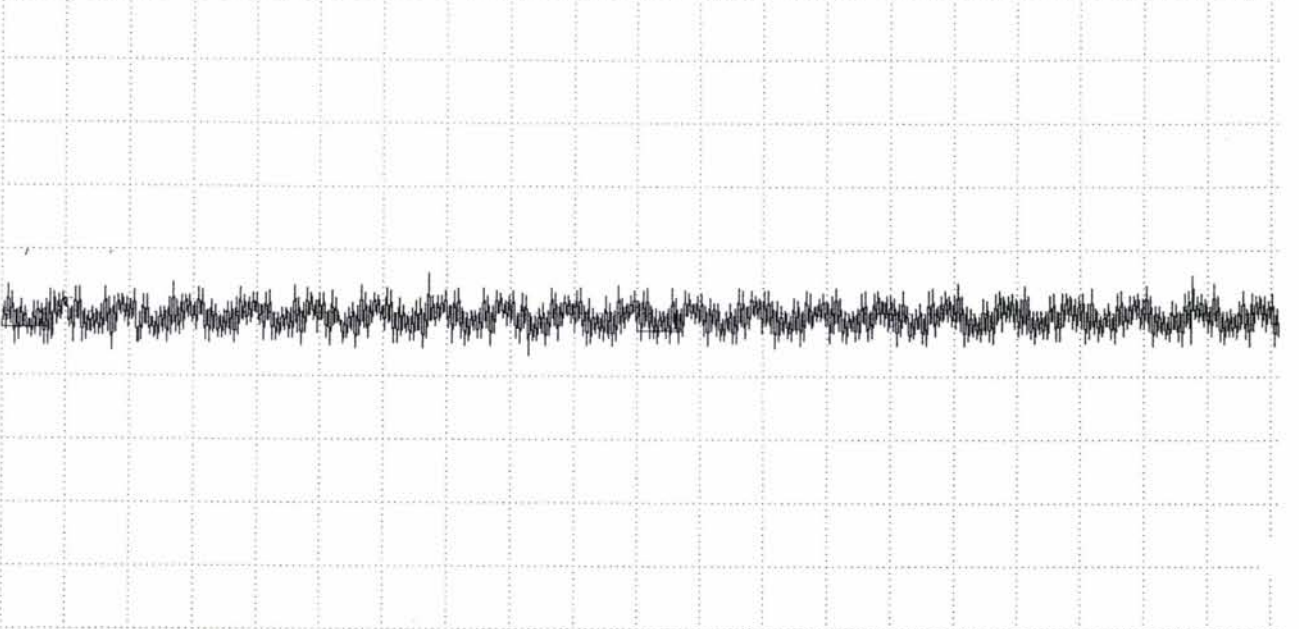
HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

(5)

(6)

MEM 20ms/DIV Trig:OFF '96-04-14 00:16:18

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20

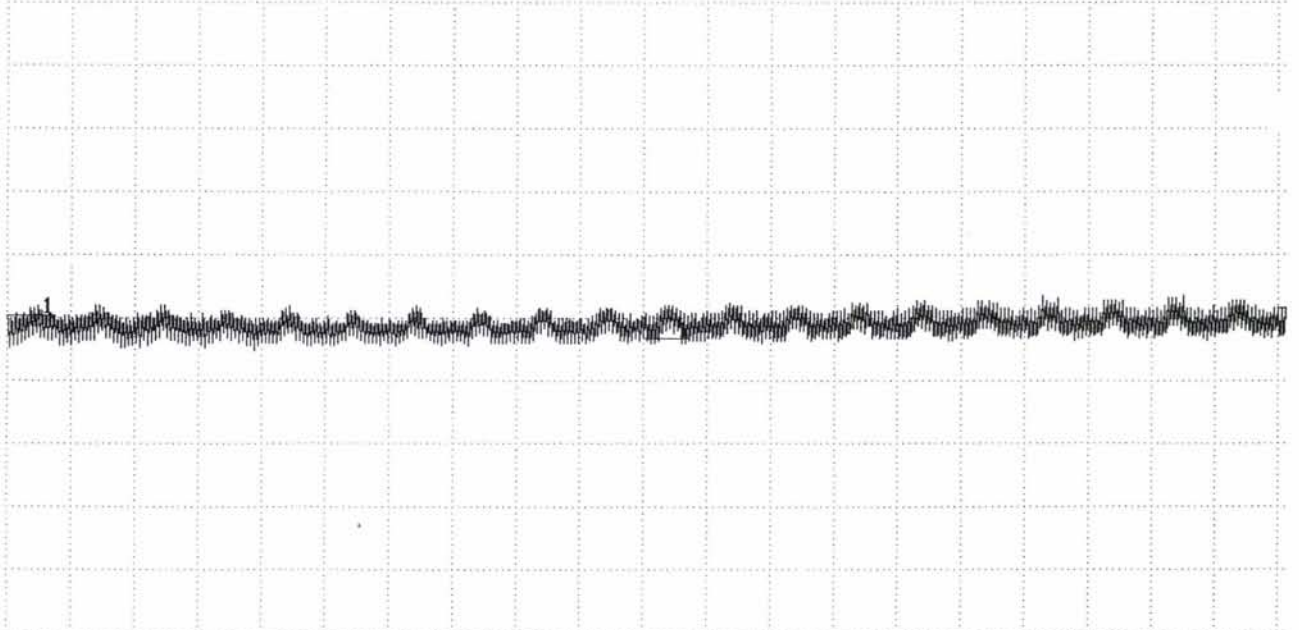


CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF	(logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF	(logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6	no unit
CH1 SLIM	50%	10mV	CH5	no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

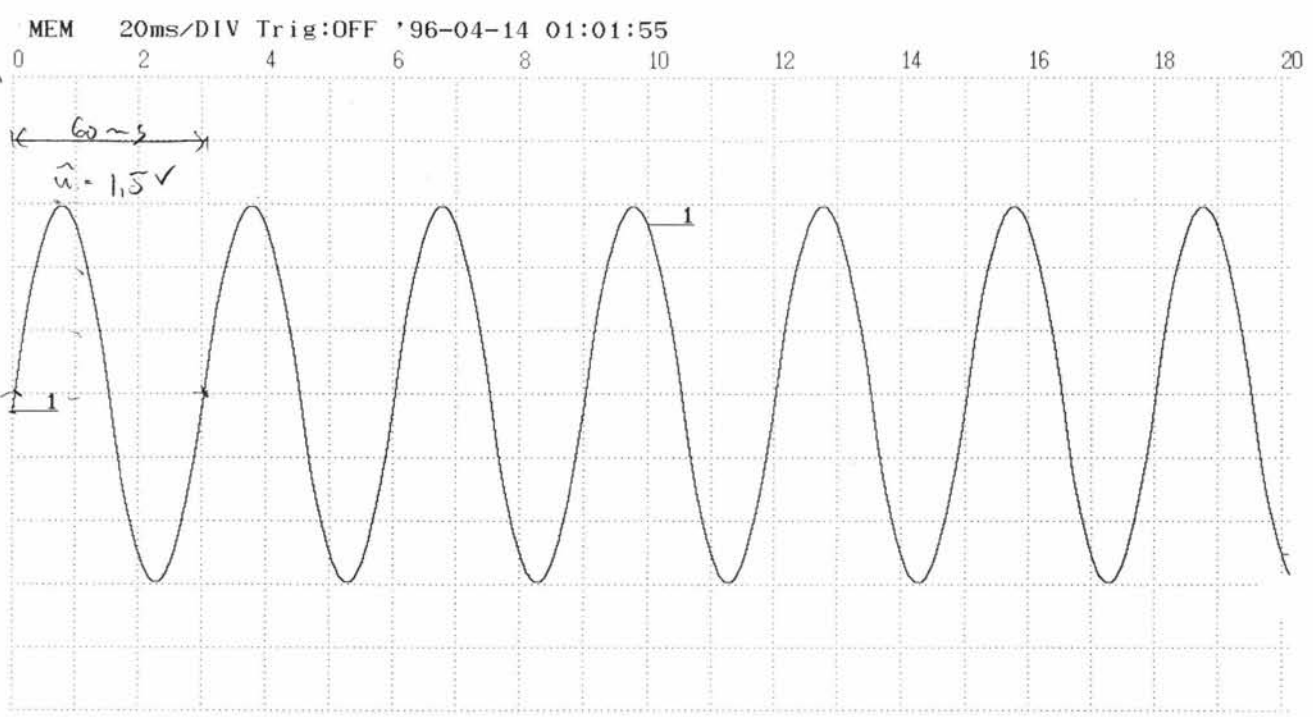
MEM 20ms/DIV Trig:OFF '96-04-14 00:27:23

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20



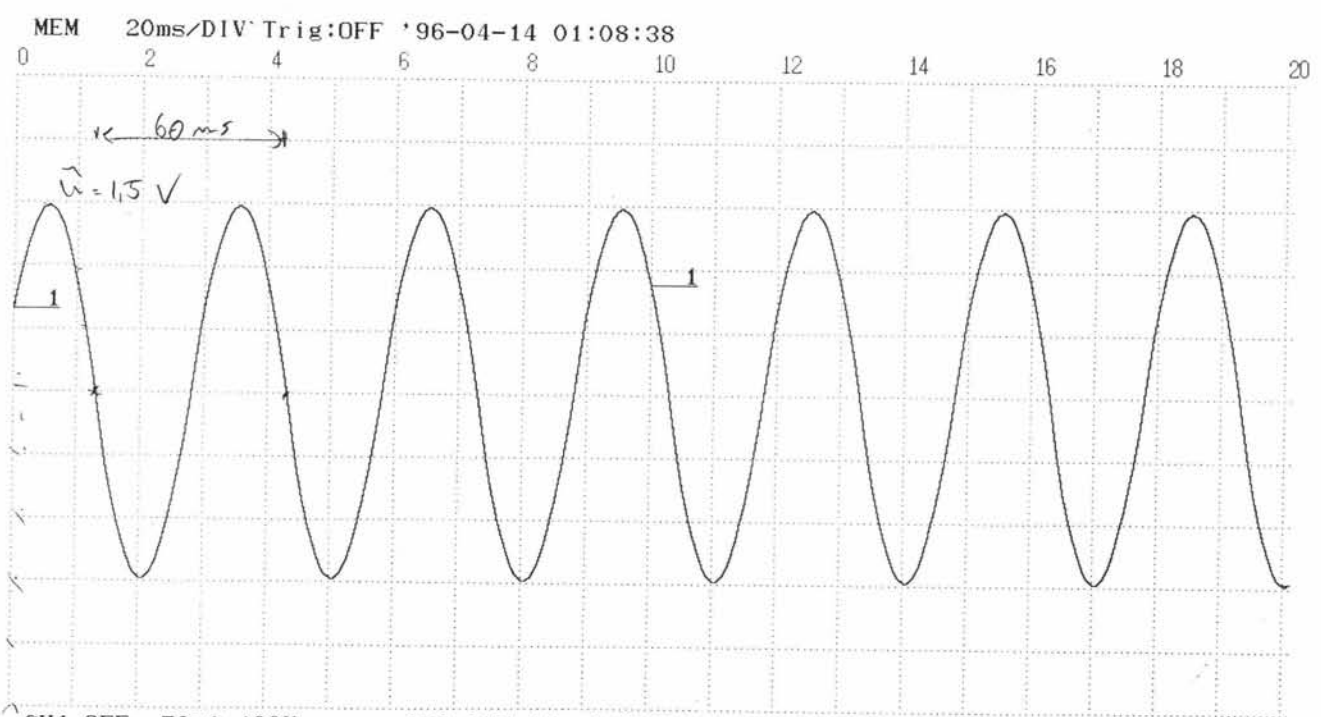
CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF	(logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF	(logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6	no unit
CH1 SLIM	50%	10mV	CH5	no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER



CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF (logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF (logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6 no unit
CH1 SLIM	50%	500mV	CH5 no unit

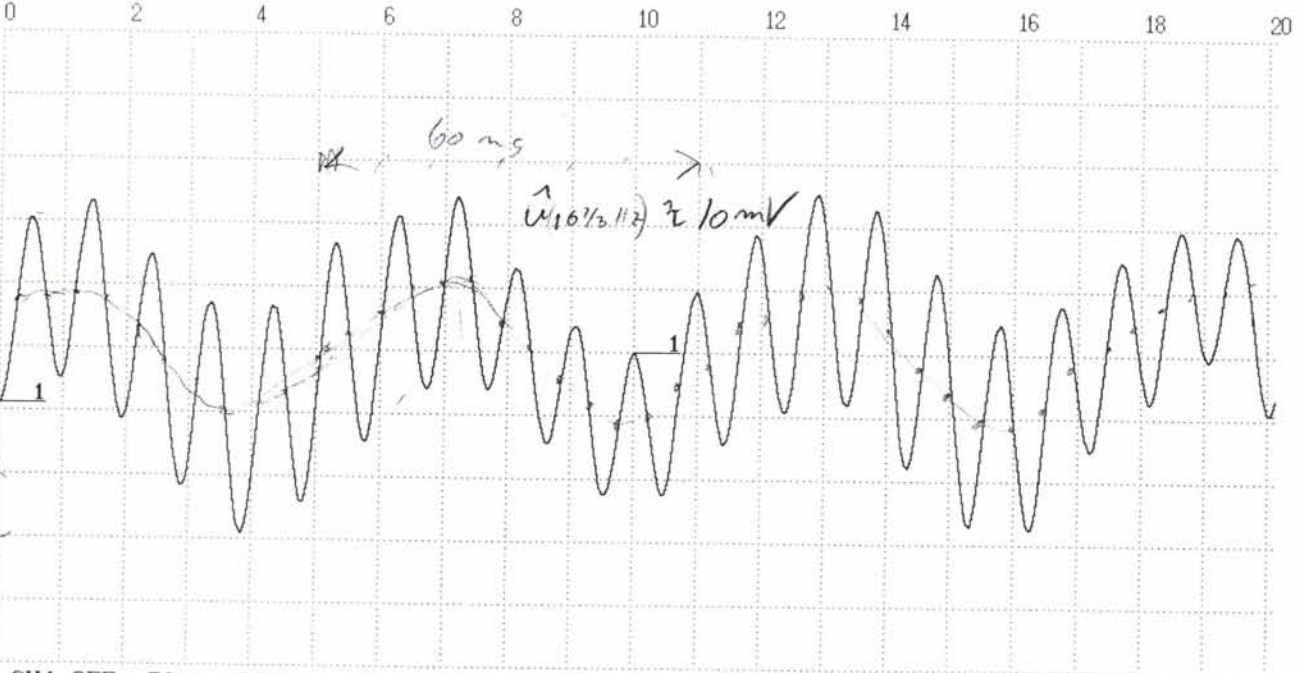
HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER



CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF (logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF (logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6 no unit
CH1 SLIM	50%	500mV	CH5 no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

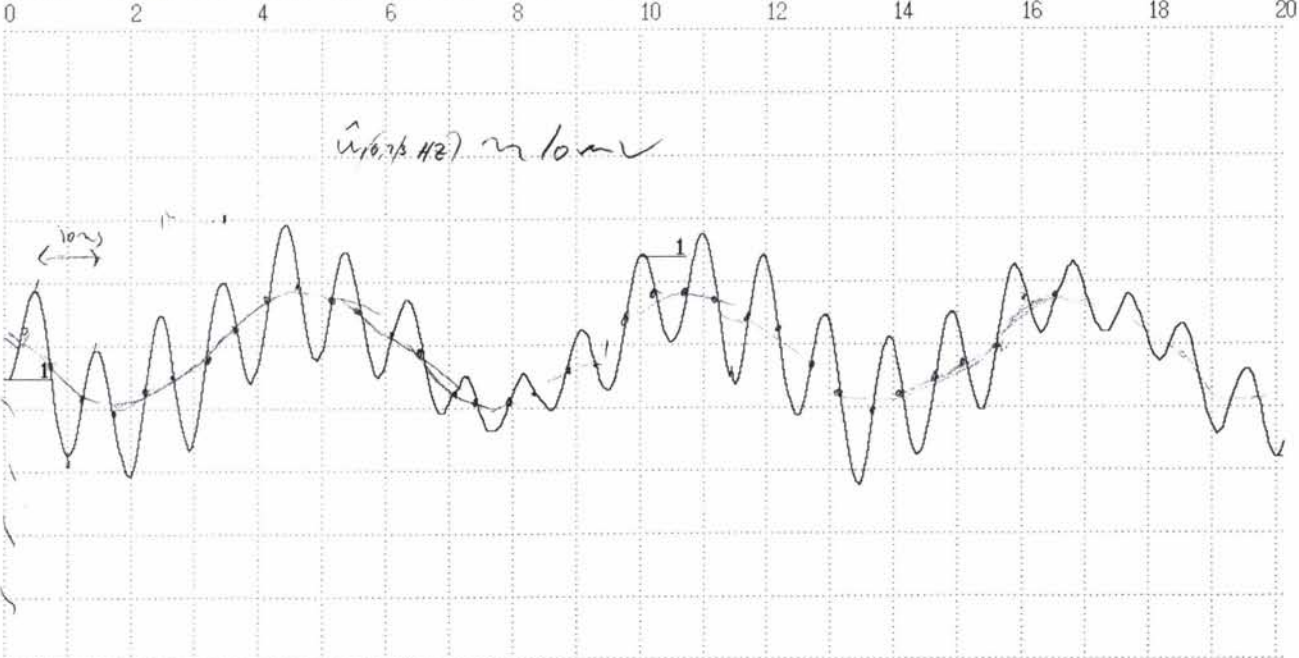
MEM 10ms/DIV Trig:OFF '96-04-14 01:15:24



CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF (logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF (logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6 no unit
CH1 SLIM	50%	10mV	CH5 no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

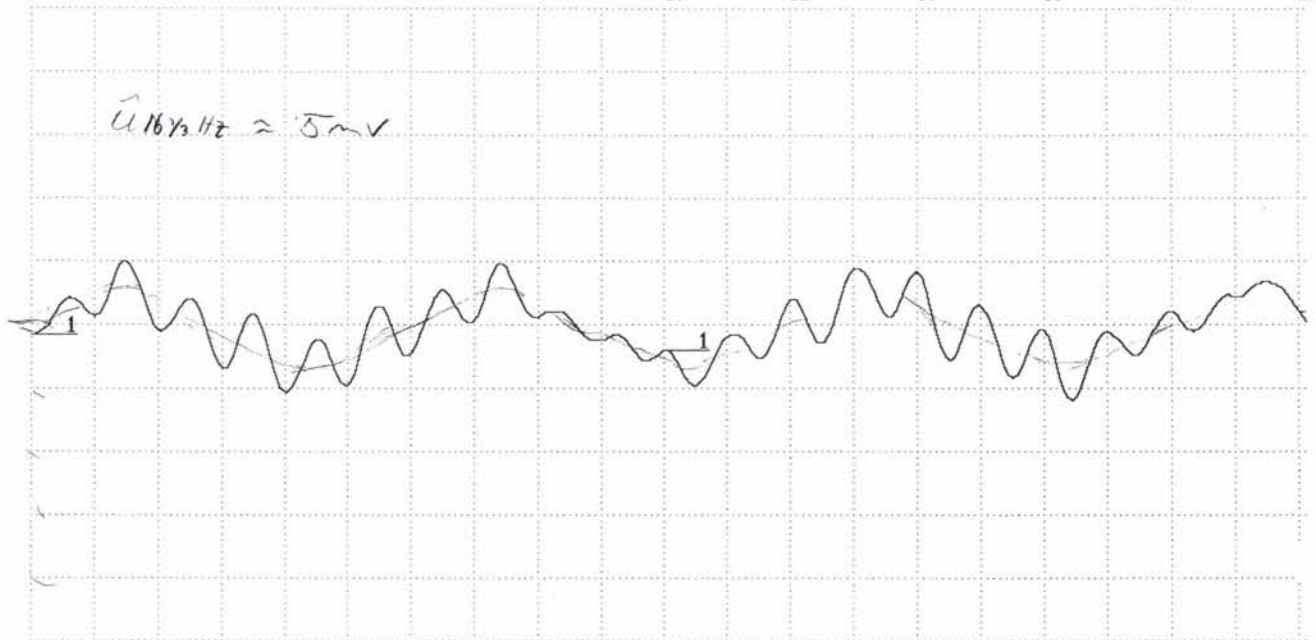
MEM 10ms/DIV Trig:OFF '96-04-14 01:26:23



CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF (logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF (logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6 no unit
CH1 SLIM	50%	10mV	CH5 no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

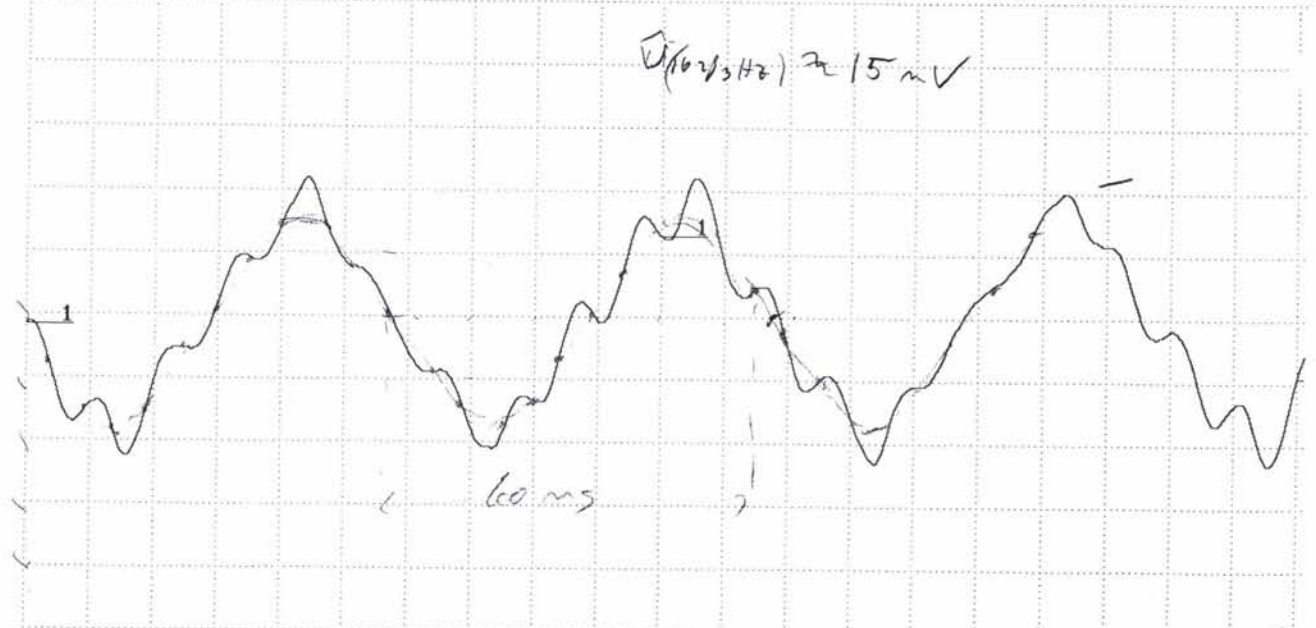
MEM 10ms/DIV Trig:OFF '96-04-14 01:32:50



CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF (logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF (logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6 no unit
CH1 SLIM	50%#	10mV	CH5 no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

MEM 10ms/DIV Trig:OFF '96-04-14 01:37:15



CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF (logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF (logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6 no unit
CH1 SLIM	50%#	10mV	CH5 no unit

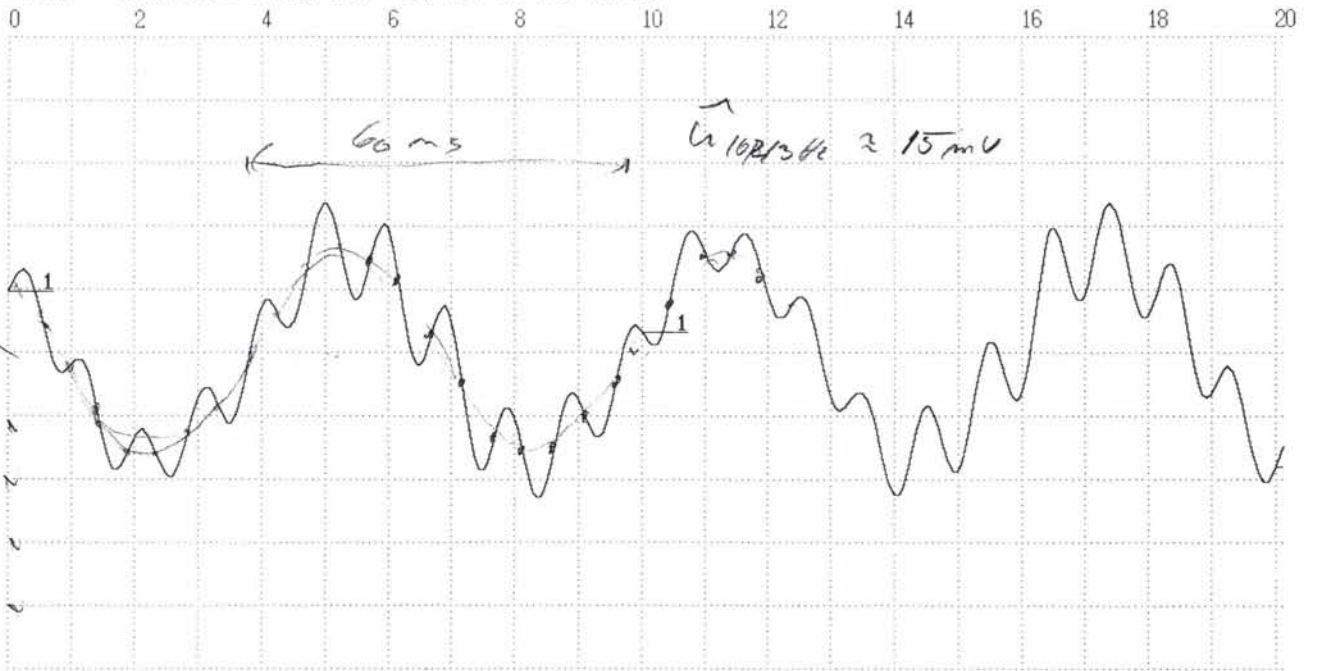
HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

13

12

14

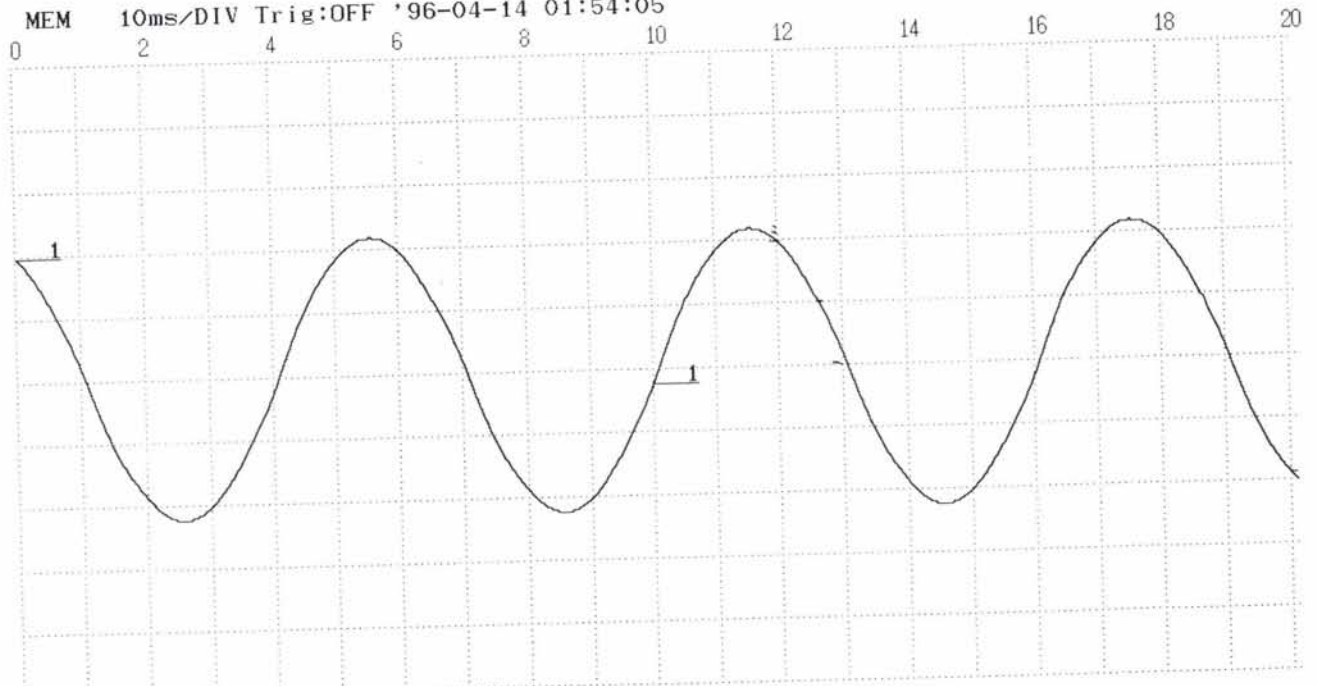
MEM 10ms/DIV Trig:OFF '96-04-14 01:43:53



CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF	(logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF	(logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6	no unit
CH1 SLIM	50%#	20mV	CH5	no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

MEM 10ms/DIV Trig:OFF '96-04-14 01:54:05

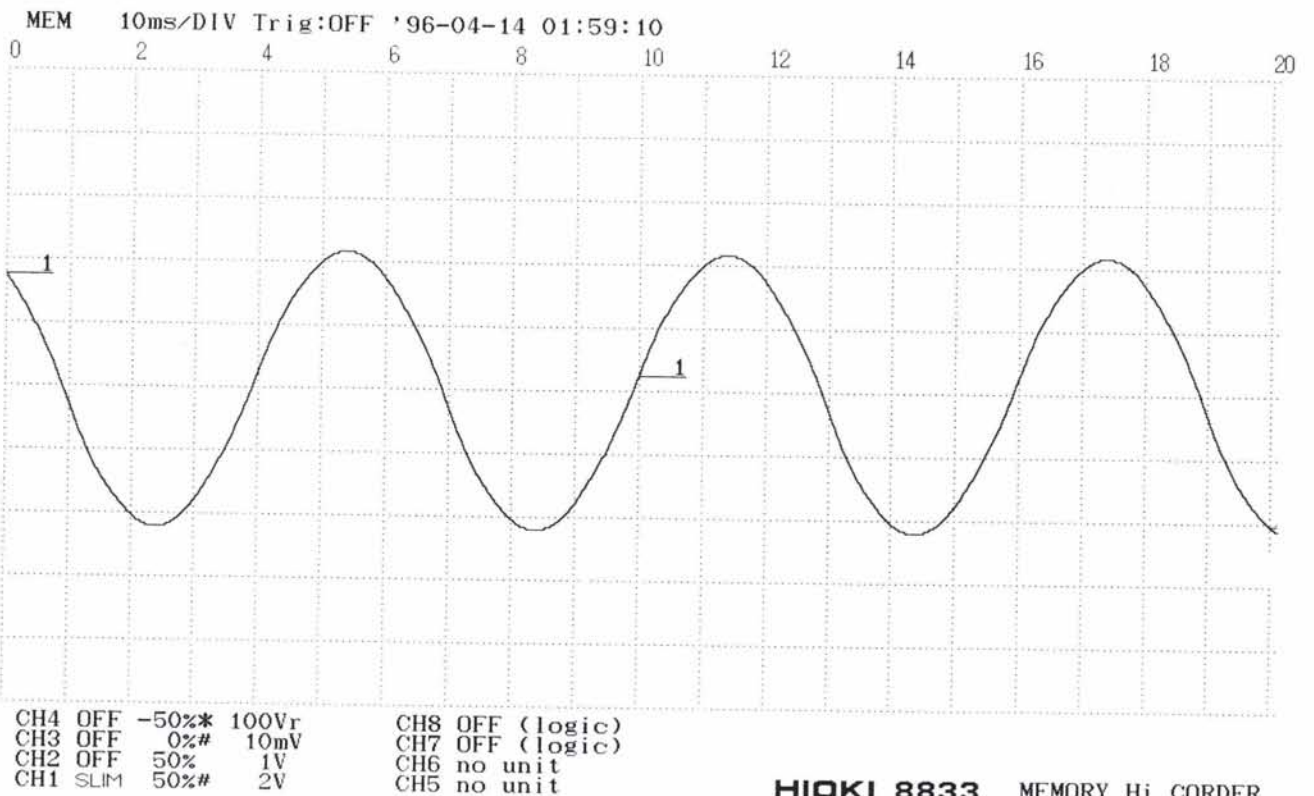


CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF	(logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF	(logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6	no unit
CH1 SLIM	50%#	2V	CH5	no unit

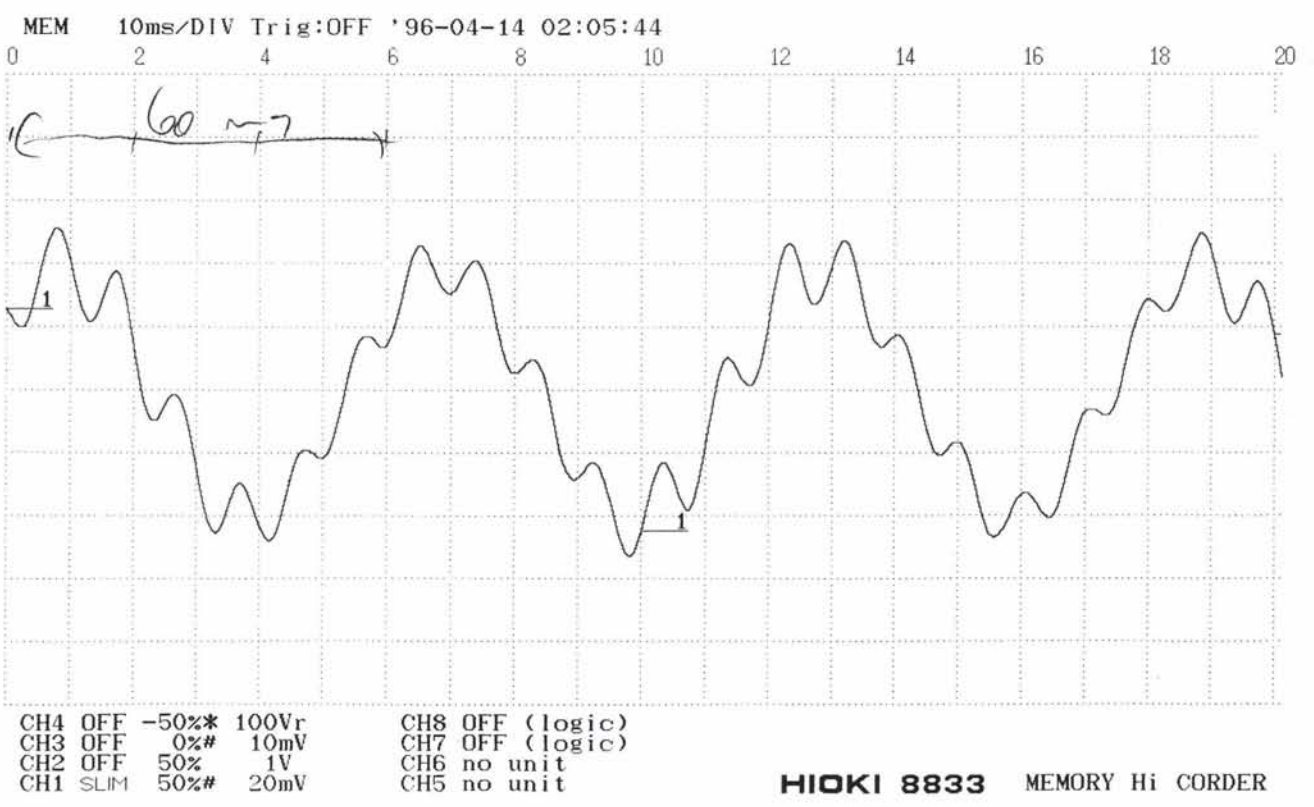
HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

15

16

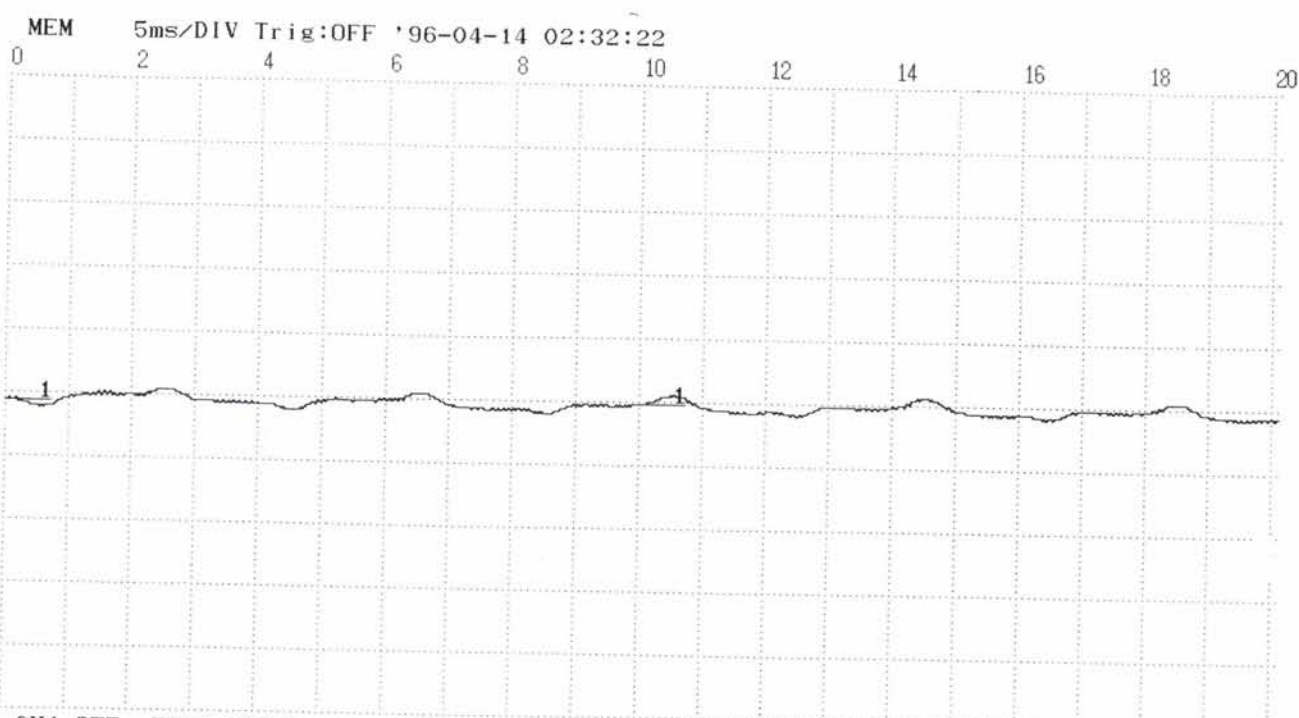


HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER



HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

18

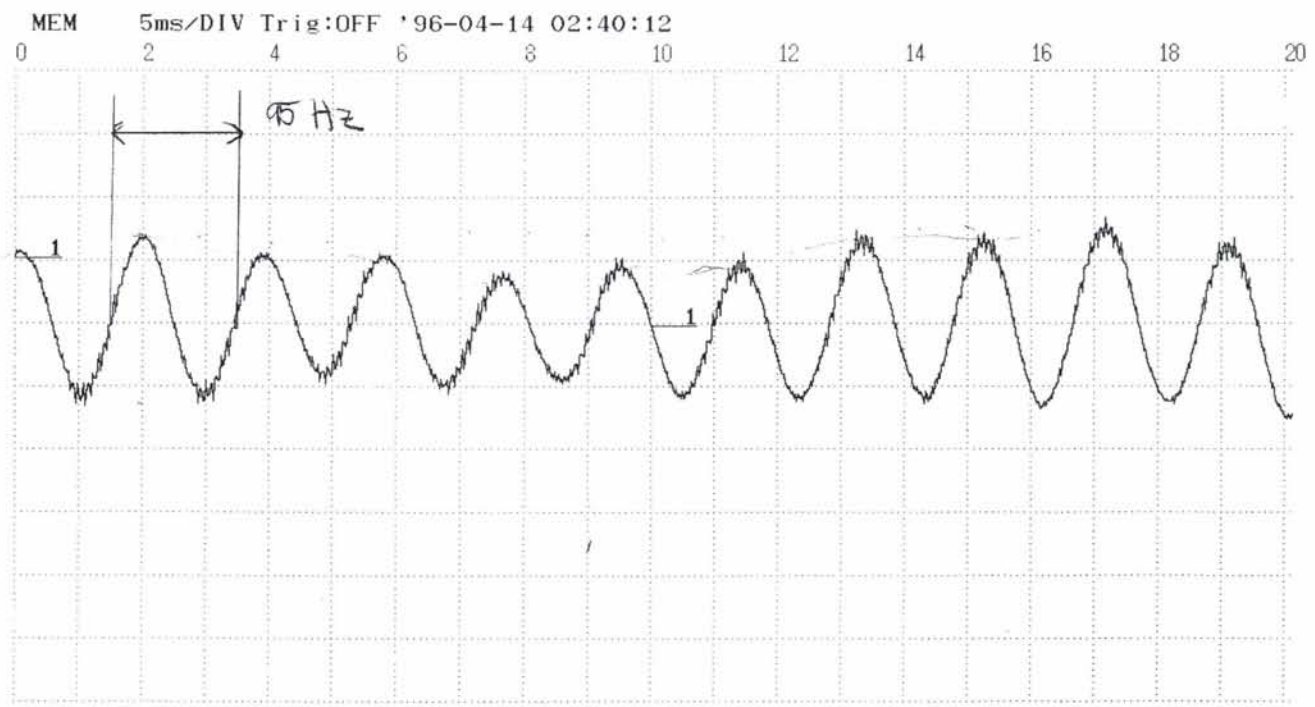


CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF	(logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF	(logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6	no unit
CH1 SLIM	50%	10mV	CH5	no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

19

19

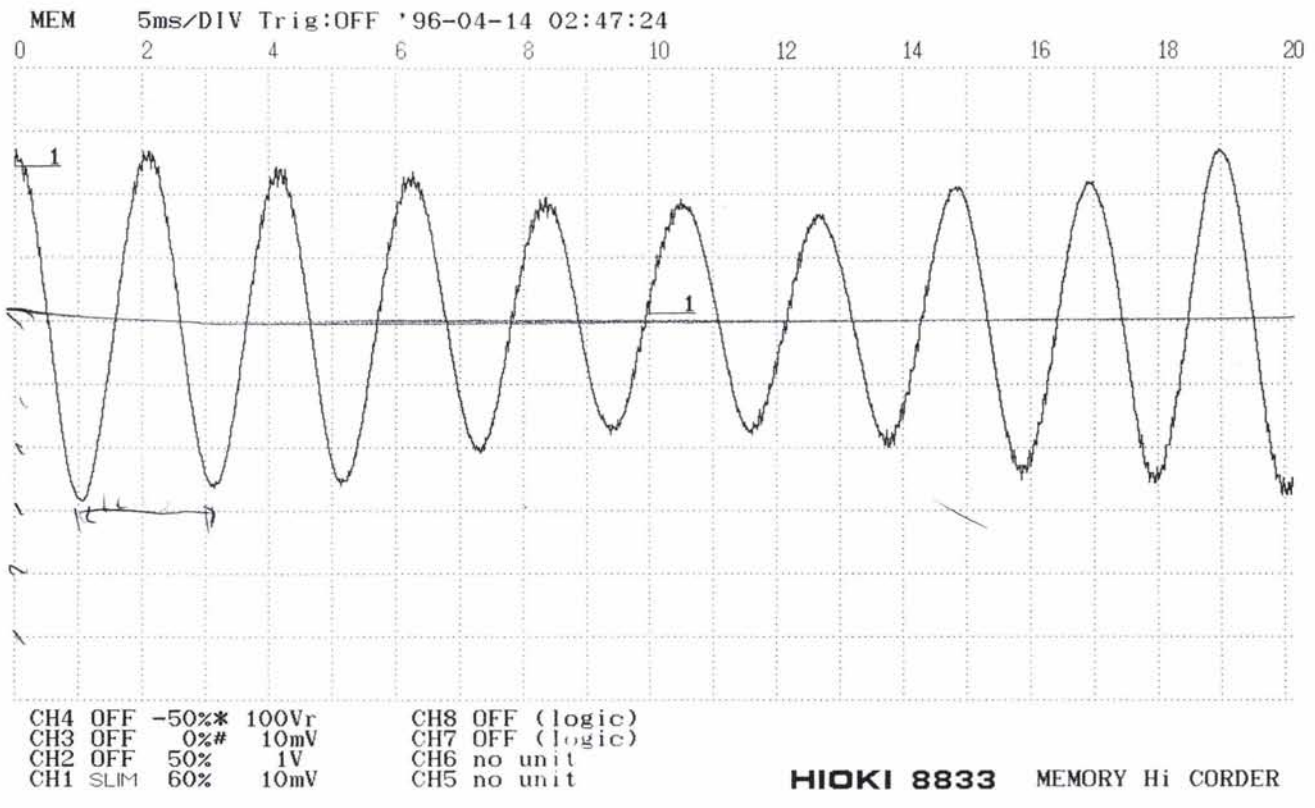


CH4 OFF	-50%*	100Vr	CH8 OFF	(logic)
CH3 OFF	0%#	10mV	CH7 OFF	(logic)
CH2 OFF	50%	1V	CH6	no unit
CH1 SLIM	60%	10mV	CH5	no unit

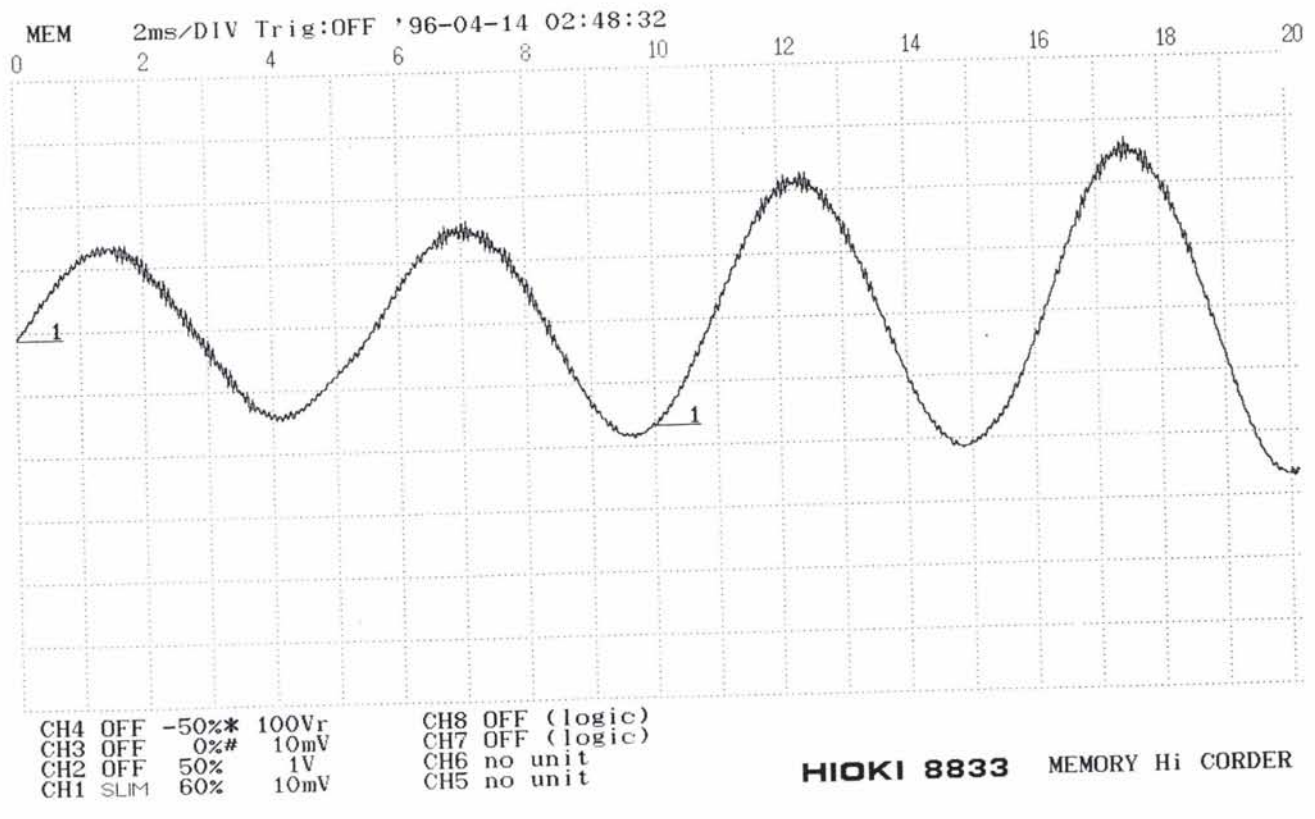
HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

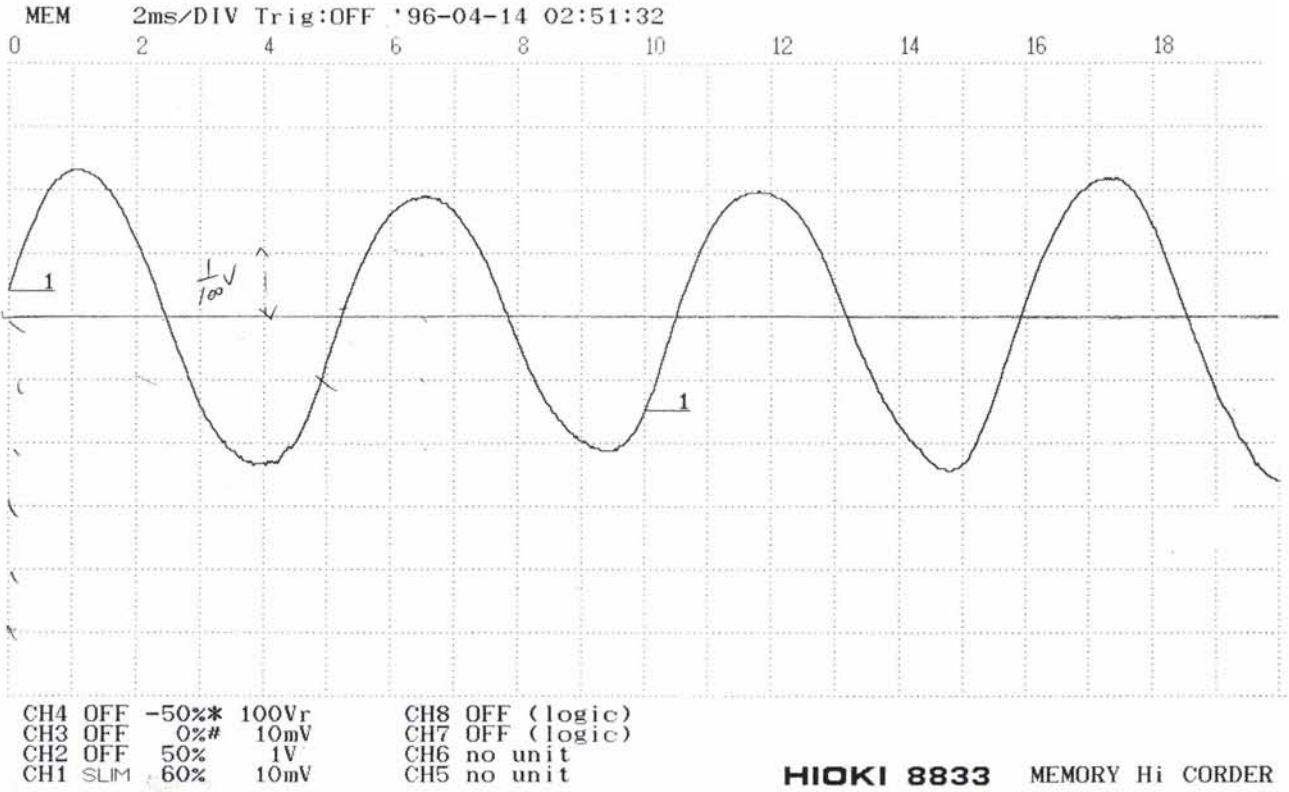
Belast spanfelt

ikke belast spayfelt
(21)



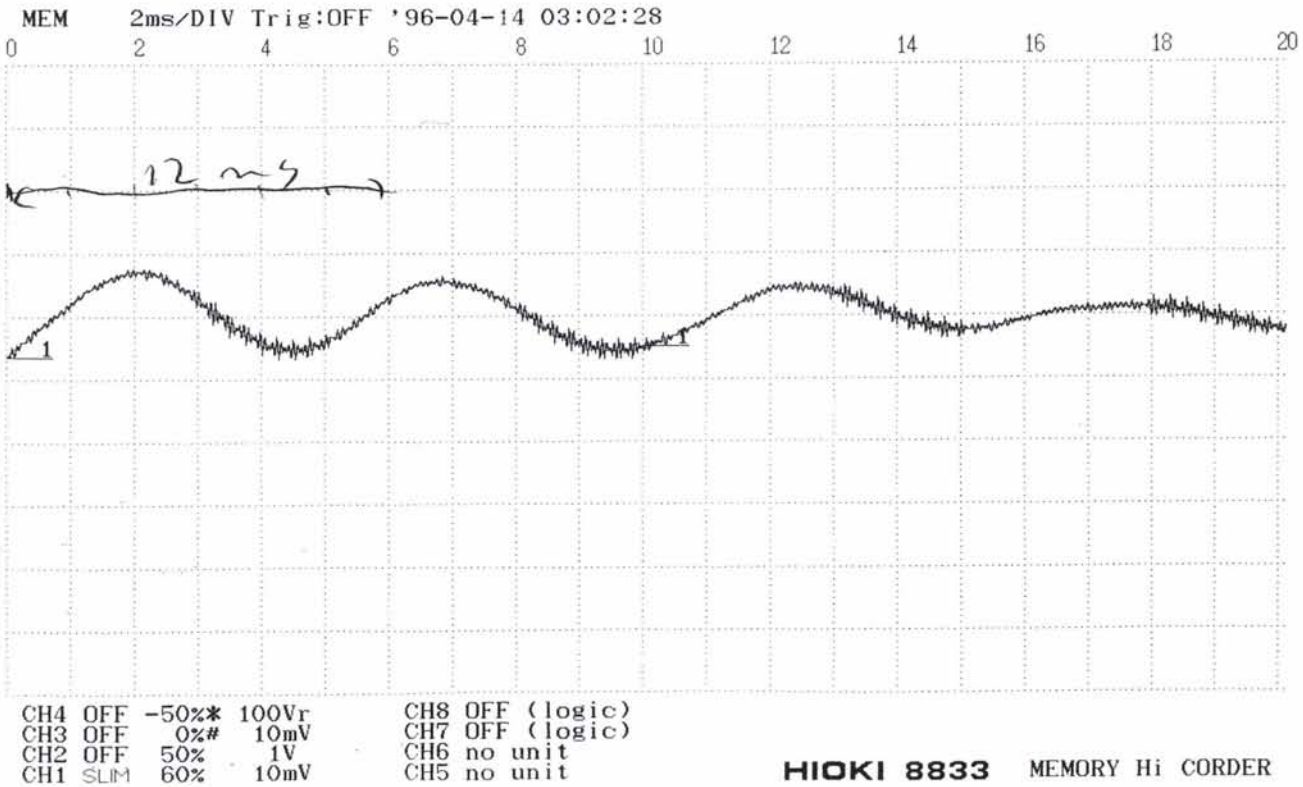
(22)





23

~~24~~



24

MEM 2ms/DIV Trig:OFF '96-04-14 03:07:50



25

CH4	OFF	-50%*	100Vr	CH7	OFF (logic)
CH3	OFF	0%#	10mV	CH7	OFF (logic)
CH2	OFF	50%	1V	CH6	no unit
CH1	SLIM	60%	10mV	CH5	no unit

HIOKI 8833 MEMORY Hi CORDER

Vedlegg 1.3	Datablad for amperemeter brukt måleserie 1, 2 og 3
-------------	--

WARNING
 ES, POWER LINES MAY CARRY VOLT-
 OF SEVERAL TIMES THE NORMAL
 AGE. FOR REASONS OF SAFETY,
 SHOULD NOT BE USED TO MEASURE
 S TRYING MORE THAN 250V.
 RI SUCH POWER LINES, ALWAYS
 ER WITH BUILT-IN OVERCURRENT
 TO GUARD AGAINST SHORT CIR-
 (AMPLE, THE 3008).

er refers to the entire electrical circuit
 factories, buildings, and industrial
 it does not include electrical circuits in
 (lines protected by fuses or circuit

CAUTION
 age for this unit is AC 600 V. For
 measure lines over that voltage.
 nts over 1000 A for long periods of
 section heats up proportionally to
 asurement as quickly as possible

s that may reach high a temperature.
 strong external magnetic fields as far

nsor, be careful to avoid subjecting it
 oration. Be especially careful to avoid

in s that are very hot, humid, or
 Never store in locations where it might
 light or sudden changes in tempera-

1. Outline

This unit is a clamp on adapter with a CT ratio of 10:1, designed for use with high-accuracy clamp sensors 9270, 9271 and 9272.
 Combined with a clamp sensor, it can be used for a wide range of current and power measurements.
 Though it is possible to combine it with an ordinary clamp ammeter, for power measurement we recommend the 9270 series, offering outstanding phase characteristics.

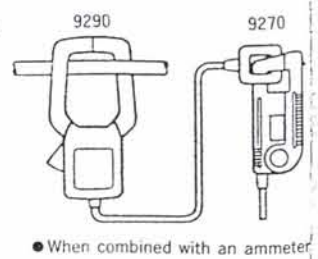
2. Specifications

Measurement range: AC 0 to 1500 A
CT ratio: 10 : 1
Measurement time: Continuous for 1000 A and below, within 2 minutes at 1500 A.
Precision : Amplitude; $\pm 1.5\%$ rdg.
 (23°C $\pm 3^\circ$ C) Phase difference; within $\pm 1.0^\circ$
 (10A-1500A) (see Graph 3)
 (45Hz-66Hz)
Frequency characteristic: Amplitude; $\pm 1.0\%$ rdg. 40Hz ~ 1kHz
 $\pm 2.5\%$ rdg. 20Hz ~ 4kHz
 Phase difference; within $\pm 1.0^\circ$ 40Hz ~ 1kHz
 within $\pm 3.0^\circ$ 20Hz ~ 4kHz
 (see Graph 2)
Effect of conductor position: With in 1.5% (using the method specified by JEMIS-020)
Effect of external magnetic fields: 1.5 A equivalent (under a 400-A/m alternating field)
Dielectric resistance: AC 2200 Vrms (between the core and the case.)
Maximum circuit voltage: AC 600 V
Core opening: 55mm dia., accepts up to 80mm wide busbar

Operation temperature/humidity ranges:
 0 to 40°C, 80%RH or less (no condensation)
Dimensions: Main unit; 194 (H) × 99 (W) × 33 (D) mm
Weight: Approx. 500g
Cord length: Approx. 3m
Accessories: 9148 Carrying case ...1
 Instruction manual ...1
 Marking bands ...6 (3 sets)

3. Measurement Procedure

- ① Pass one conductor through the core.
- ② Clamp the clamp sensor to the secondary coil.
- ③ Multiply the reading by 10 to obtain the desired current value.

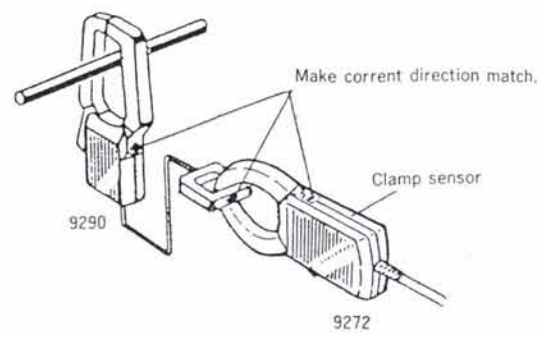


CAUTION
 For safety reasons, do not perform current measurement on high-voltage lines (over 600 V). Also, avoid holding a naked conductor in your mouth, even when measuring a low-voltage line.

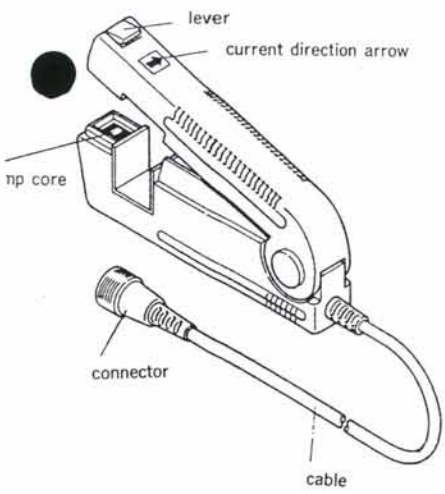
4. Applicable Instruments

- 4-1. Clamp Ammeters
 9270, 9271, 9272
 3261, 3262, 3263, 3264, 3265
 3127, 3108, 3109
 9005, 9006, 9008 and any other clamp ammeter
- 4-2. Clamp Power Meters
 3165, 3191 (when using a clamp unit)
 3161, 3162, 3164
- Please ask for additional information on unit performance when combined with Hioki clamp-on power meters.

When combined with a power meter



Accessories of Parts



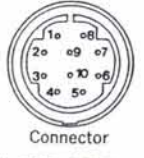
Specifications
 Rated current : 20 Aac f.s.
 Output voltage : 2 Vac/20 A (Output impedance Approx. 50Ω)
 Input impedance : Less than 0.2mΩ
 Effect of external magnetic fields : 20 mA equiv. Typ (in an AC field of 400A/m)

Operating input range : 50A
Maximum rated input : 100A
Power consumption : Approx. 960 mW (at rated input level)

(2) 9271 Specifications
Rated current : 200 Aac f.s.
Output Voltage : 2 Vac/200 A (Output impedance Approx. 10Ω)
Input impedance : Less than 0.02mΩ
Effect of external magnetic fields : 200 mA equiv. Typ (in an AC field of 400A/m)
Operating input range : 300A
Maximum rated input : 500A
Power consumption : Approx. 2.8W (at rated input level)

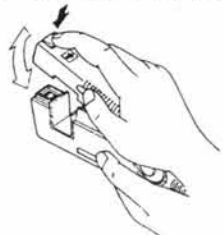
(3) 9270, 9271 Specifications
Precision (23°C $\pm 3^\circ$ C, 45~66Hz) : Better than $\pm 0.5\%$ rdg. $\pm 0.05\%$ f.s. $\pm 0.2^\circ$
Frequency response (deviation from precision) : Less than $\pm 1.0\%$ between 10Hz~30KHz
 Less than $\pm 2.5\%$ between 5Hz~50KHz
Phase Characteristic : Less than $\pm 0.5^\circ$ between 10Hz~20KHz
 Less than $\pm 1.0^\circ$ between 5Hz~50KHz
Thermal coefficient : Within $\pm 0.05\%$ f.s./°C (0°C~40°C)
Operating environ-ment : 0°C~40°C, less than 80% RH (no condensation)
Storage environment : -10°C~50°C, less than 80% RH (no condensation)
Effect of conductor position : Less than $\pm 0.3\%$
Dielectric strength : 2,200 Vac for 1 minute between (electrical circuit and case, and case and core)
Maximum circuit voltage : 600 Vac
Measurable conductor diameter : Up to $\phi 20$ mm
Cord length : Approx. 3m
External dimensions : Approx. 60H × 145W × 33D (mm)
Weight : Approx. 230g
Accessories : 9355 carrying case, 1 Instruction Manual, 1 Marking bands, 6 (3 sets)

- (4) Connector pin assignments**
- | | | |
|---|--------------|---|
| ① | Power supply | GND |
| ② | // | (+) |
| ③ | // | (-) |
| ④ | // | GND |
| ⑤ | Output | (+) |
| ⑥ | // | (-) |
| ⑦ | ID signal | { connected to power supply GND (9270)
N. C (9271) |
| ⑧ | // | (connected to power supply GND) |
| ⑨ | // | (N. C) |
| ⑩ | Shield | (cable) |
- (5) Connector**
 RM515EPA-10PC (Hirose)
- (6) Mating receptacle**
 RM515ERB-10SD (Hirose)
- (7) Measurement ranges**
 As the 9270, 9271 is rated for 20A and the 9272 is rated for 200A, best results can be obtained by selecting the sensor as follows.
 For currents from 20 mA to 20A: Use the 9270
 For currents from 20A to 200A: Use the 9272



4. Measurement Procedure

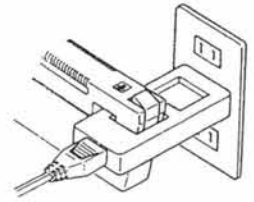
- Lightly press the lever and spread the tips of the clamp with both hands, then position the clamp so that the conductor is approximately centered in the jaws with the current direction arrow facing in the direction of the load. Next, grip the clamp lightly so that the lever snaps securely shut.



Caution
 Do not clamp the sensor onto more than one conductor at a time.
 Note that a DC component of more than a few amperes will result in an erroneous reading.

- Also note that operation will not be correct if the power frequency is very low (less than about 1.5Hz).
- The circuit is such that a DC voltage is output briefly after the power is turned on. Stabilization of the output takes about 20 seconds.
- With the 9270, do not apply more than 100A at frequencies greater than 10kHz. This is to prevent the sensor from becoming too hot.
- With the 9272, do not apply more than 100A at frequencies greater than 10kHz. This is to prevent the sensor from becoming too hot. Measurements should be kept as short as possible.

Measurement of 2-conductor electrical appliance cords
 Measurement of current used by electrical appliances with 2-conductor cords that are designed to plug into conventional AC outlets can be easily accomplished using the optional CT-101A line splitter.
 As shown in the figure, plug the CT-101A into the AC outlet, then plug the appliance being checked into the CT-101A. Measurement can then be accomplished by clamping through the window in the CT-101A.
 If the current flow is very low, clamp the sensor through the X 10 window in the line splitter. This will multiply the output of the clamp sensor by a factor of ten, then the actual value can be obtained by dividing the measured value by 10.



Caution
 The maximum rated current of the CT-101A is 15 A. Never use the power splitter with appliances that draw more than 15 A.

WARNING
 For safety's sake, never use the clamp unit to measure current on high voltage lines (600 V or more), and never use it to measure any line that is uninsulated. (Core and shield case is not insulated.)

52 15836

5 15839

HIOKI
9290

CLAMP ON ADAPTER

INSTRUCTION MANUAL

WARNING
 This instrument is designed to prevent accidental shock to the operator when properly used. However, no engineering design can render safe an instrument which used carelessly. Therefore, this manual must be read carefully and completely before making any measurement. Failure to follow directions can result in a serious or fatal accident.

HIOKI
9270 · 9271
CLAMP ON
SENSOR

INSTRUCTION MANUAL

WARNING
 This instrument is designed to prevent accidental shock to the operator when properly used. However, no engineering design can render safe an instrument which used carelessly. Therefore, this manual must be read carefully and completely before making any measurement. Failure to follow directions can result in a serious or fatal accident.

形名	9290	製造番号	月より1ヶ月間
保証期間	購入日	年	月
お客様	ご住所	〒	
TEL	ご氏名		
	TEL		

日置電機株式会社
〒386-11 長野県上田市中野町1-1
TEL:0268-28-0562 FAX:0268-28-0568

1. 取扱説明書、本体注意ラベル等での注意事項は必ずお読みください。保証期間内には、無償で修理いたします。保証期間外の場合には、次の場合には有償修理となります。

2. 保証期間外の場合には、修理料がかかります。

(1) 異常な使用による故障
(2) 修理に必要と認められる部品交換費
(3) 修理に必要と認められる材料費
(4) 修理に必要と認められる労務費
(5) 修理に必要と認められる出張費
(6) 修理に必要と認められる送料
(7) 修理に必要と認められる消費税
(8) その他当社が責任とみなされる場合

3. 本保証書は日本国内のみ有効です。This warranty is valid only in Japan.

HIOKI E.E. CORPORATION
81 Koizumi, Ueda, Nagano 386-11, Japan
TEL:0268-28-0562 FAX:0268-28-0568
TLX:3327508 HIOKI J CABLE: HEWLOV, Ueda

保証規定

保証期間中に正常な使用状態において、万一故障が発生した場合に無償で修理いたします。

取扱い説明書に基づかない不適当な取扱い、または使用による故障、当社サービスマン以外による不当な修理や改造による故障及び損傷、部品の消耗（電池等）、お買上げ後の輸送、落下等による故障及び損傷、外観上の変化（筐体のキズ等）の場合、火災、水害、地震、異常電圧及びその他天災地変などによる故障及び損傷、保証書の提出がない場合、その他当社の責任とみなされない故障、無償の認定は本社、支店、各営業所において判定させていただきますので必ず直接当社宛お送り下さるようお願いいたします。

サービス記録

年	月	日	サービス内容

HIOKI E.E. CORPORATION
P.O. Box 1, Sakaki, Nagano, 389-06, JAPAN
TEL: 0268-82-3030 Fax: 0268-82-3215

△ WARNING

IN SOME CASES, POWER LINES MAY CARRY VOLTAGE SPIKES OF SEVERAL TIMES THE NORMAL SUPPLY VOLTAGE. FOR REASONS OF SAFETY, THIS TESTER SHOULD NOT BE USED TO MEASURE POWER LINES CARRYING MORE THAN 250V. WHEN MEASURING SUCH POWER LINES, ALWAYS USE A TESTER WITH BUILT-IN OVERCURRENT PROTECTION TO GUARD AGAINST SHORT CIRCUITS (FOR EXAMPLE, THE 3008).

Note: The term "power line" refers to the entire electrical circuit providing power to factories, buildings, and industrial machines. However, it does not include electrical circuits in ordinary dwellings (lines protected by fuses or circuit breakers).

△ CAUTION

(1) Maximum circuit voltage for this unit is AC 600 V. For safety reasons, never measure lines over that voltage.
(2) Do not measure currents over 1000 A for long periods of time. Since the core section heats up proportionally to current, complete measurement as quickly as possible (see Graph 1).
(3) Take care of electric lines that may reach high a temperature. Avoid measuring under strong external magnetic fields as far as possible.
(4) When transporting the sensor, be careful to avoid subjecting it to excessive jolting or vibration. Be especially careful to avoid dropping it.
(5) Avoid storing the sensor in places that are very hot, humid, or subject to condensation. Never store in locations where it might be exposed to direct sunlight or sudden changes in temperature.

1. Outline

This unit is a clamp on adapter with a CT ratio of 10:1, designed for use with high-accuracy clamp sensors 9270, 9271 and 9272. Combined with a clamp sensor, it can be used for a wide range of current and power measurements. Though it is possible to combine it with an ordinary clamp ammeter, for power measurement we recommend the 9270 series, offering outstanding phase characteristics.

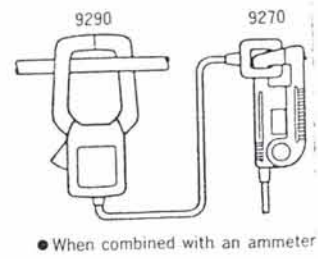
2. Specifications

Measurement range: AC 0 to 1500 A
CT ratio: 10 : 1
Measurement time: Continuous for 1000 A and below, within 2 minutes at 1500 A.
Precision: Amplitude; ±1.5%rdg. (23°C±3°C) Phase difference; within ±1.0° (10A~1500A) (45Hz~66Hz) (see Graph 3)
Frequency characteristic: Amplitude; ±1.0%rdg. 40Hz~1kHz ±2.5%rdg. 20Hz~4kHz Phase difference; within ±1.0° 40Hz~1kHz within ±3.0° 20Hz~4kHz (see Graph 2)
Effect of conductor position: With in 1.5% (using the method specified by JEMIS-020)
Effect of external magnetic fields: 1.5 A equivalent (under a 400-A/m alternating field)
Dielectric resistance: AC 2200 Vrms (between the core and the case.)
Maximum circuit voltage: AC 600 V
Core opening: 55mm dia., accepts up to 80mm wide busbar

Operation temperature/humidity ranges:
0 to 40°C, 80%RH or less (no condensation)
Dimensions: Main unit; 194 (H) × 99 (W) × 33 (D) mm
Weight: Approx. 500g
Cord length: Approx. 3m
Accessories: 9148 Carrying case ...1
Instruction manual ...1
Marking bands ...6 (3 sets)

3. Measurement Procedure

- Pass one conductor through the core.
- Clamp the clamp sensor to the secondary coil.
- Multiply the reading by 10 to obtain the desired current value.

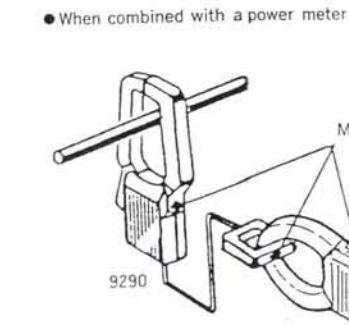


△ CAUTION

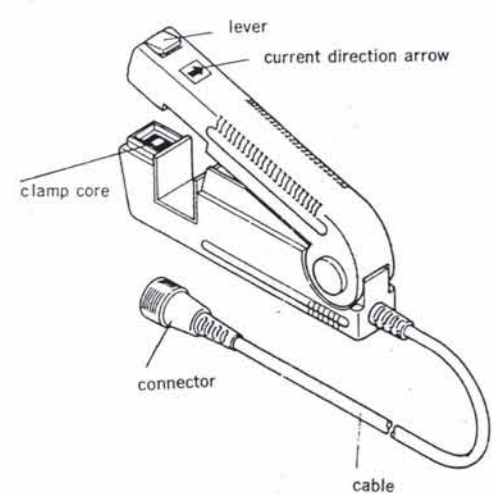
For safety reasons, do not perform current measurement on high-voltage lines (over 600 V). Also, avoid holding a naked conductor in your mouth, even when measuring a low-voltage line.

4. Applicable Instruments

- 4-1. Clamp Ammeters
9270, 9271, 9272
3261, 3262, 3263, 3264, 3265
3127, 3108, 3109
9005, 9006, 9008 and any other c
- 4-2. Clamp Power Meters
3165, 3191 (when using a clamp)
3161, 3162, 3164
- Please ask for additional information when combined with Hioki clamp



2. Names of Parts



3. Specifications

(1) 9270 Specifications
Rated current: 20 Aac f.s.
Output Voltage: 2 Vac/20 A (Output impedance Approx. 50Ω)
Input impedance: Less than 0.2mΩ
Effect of external magnetic fields: 20 mA equiv. Typ (in an AC field of 400A/m)

Operating input range: 50A
Maximum rated input: 100A
Power consumption: Approx. 960 mW (at rated input level)

(2) 9271 Specifications
Rated current: 200 Aac f.s.
Output Voltage: 2 Vac/200 A (Output impedance Approx. 10Ω)
Input impedance: Less than 0.02mΩ
Effect of external magnetic fields: 200 mA equiv. Typ (in an AC field of 400A/m)
Operating input range: 300A
Maximum rated input: 500A
Power consumption: Approx. 2.8W (at rated input level)

(3) 9270, 9271 Specifications
Precision (23°C±3°C): Better than ±0.5% rdg. ±0.05% f.s. 45~66Hz ±0.2°
Frequency response: Less than ±1.0% between 10Hz~30KHz (deviation from precision) Less than ±2.5% between 5Hz~50KHz
Phase Characteristic: Less than ±0.5° between 10Hz~20KHz Less than ±1.0° between 5Hz~50KHz
Thermal coefficient: Within ±0.05% f.s./°C (0°C~40°C)
Operating environment: 0°C~40°C, less than 80% RH (no condensation)
Storage environment: -10°C~50°C, less than 80% RH (no condensation)
Effect of conductor position: Less than ±0.3%
Dielectric strength: 2,200 Vac for 1 minute between (electrical circuit and case, and case and core)
Maximum circuit voltage: 600 Vac
Measurable conductor diameter: Up to φ20mm
Cord length: Approx. 3m
External dimensions: Approx. 60H × 145W × 33D (mm)
Weight: Approx. 230g
Accessories: 9355 carrying case, 1 Instruction Manual, 1 Mark bands, 6 (3 sets)

- (4) Connector pin assignments
- | | | |
|---|--------------|--|
| ① | Power supply | GND |
| ② | // | (+) |
| ③ | // | (-) |
| ④ | // | GND |
| ⑤ | Output | (+) |
| ⑥ | // | (-) |
| ⑦ | ID signal | { connected to power supply GND (9270) N.C. (9271) |
| ⑧ | // | (connected to power supply GND) |
| ⑨ | // | (N.C.) |
| ⑩ | Shield | (cable) |
- (5) Connector
RM515EPA-10PC (Hirose)
- (6) Mating receptacle
RM515ERB-10SD (Hirose)
- (7) Measurement ranges
As the 9270, 9271 is rated for 20A and the is rated for 200A results can be obtained by selecting the sensor as follows.
For currents from 20 mA to 20A: Use the 9270
For currents from 20A to 200A: Use the 9271

4. Measurement Procedure

Lightly press the lever and spread the tips of the clamp with both hands then position the clamp so that the conductor is approximately centered between the jaws with the current direction arrow facing in the direction of the Next, grip the clamp lightly so that the lever snaps securely shut.



Caution

- Do not clamp the sensor onto more than one conductor at a time.
- Note that a DC component of more than a few amperes will result erroneous reading.

9270, 9271, 9272用に開発されたアダプタです。

によって、多方面での電流、

組み合わせで使用することも可能
なすぐれた9270シリーズを使用す

、1500Aで5分以内

、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

、
、
、

コード長:約3m

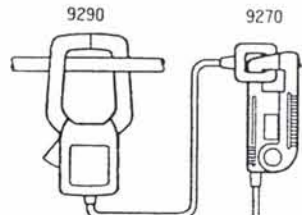
付属品:9148 携帯用ケース 1個

取扱説明書 1部

マークバンド 6個(3組)

3. 測定方法

- ① 導体一本だけコアの中央部にクランプします。
- ② 2次コイルの窓部を、クランプセンサにてクランプします。
- ③ 指示値×10倍の値が、被測定電路の電流値です。



●電流計との組み合わせ

△ 注意
● 高圧回路(600V以上)での電流測定や、低圧ラインでも裸導線をくわえての電流測定は、安全性の見地から避けてください。

4. 適用機種

4-1. クランプ電流計との組み合わせ

9270, 9271, 9272

3261, 3262, 3263, 3264, 3265

3127, 3108, 3109

9005, 9006, 9008 その他一般のクランプ電流計。

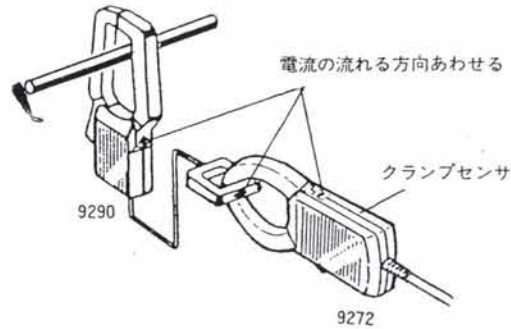
4-2. クランプ電力計との組み合わせ

3165, 3191 (クランプユニット使用時)

3161, 3162, 3164

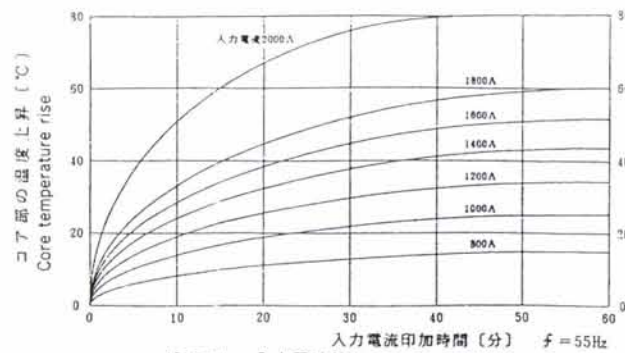
・当社クランプ式電力計との組み合わせ特性については別途お問い合わせください。

●電力計との組み合わせ



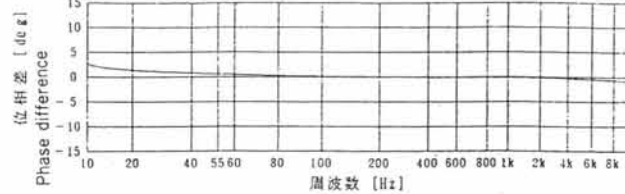
電流の流れる方向あわせる

クランプセンサ



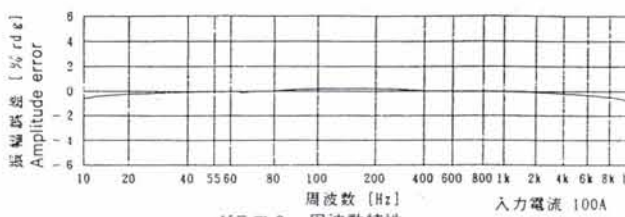
グラフ1. 入力電流値とコア部の発熱特性

Graph 1. Input Current vs. Core Temperature



グラフ2. 周波数特性

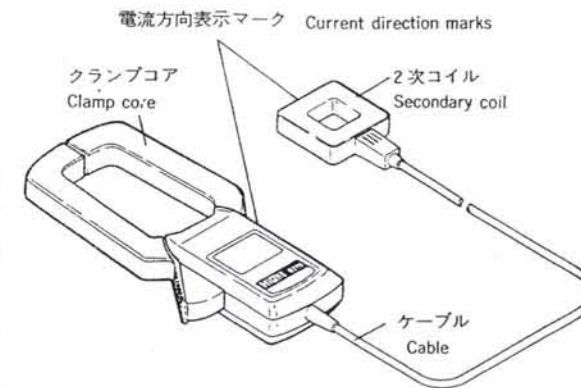
Graph 2. Frequency Characteristic



グラフ3. 電流リニア特性
Graph 3. Linear Current Characteristic

各部の名称

Part Names



サービスに関するお問い合わせ: 最寄りの営業所まで

日置電機株式会社
本社・工場 長野県上田市小泉81
TEL 0268-28-0555 FAX 0268-28-0539

9290A980 90-04-006U 78330088 Printed in Japan

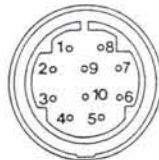
100A
約960mW(定格入力時)

AC200A Es.
AC2V/200A(出力抵抗 約10Ω)
0.02mΩ以下
200mA相当Typ(400A/mの交流磁界にて)
300A
500A
約2.8W(定格入力時)

0.5%rdg. ±0.05%f.s.
±0.2°以内
10Hz~30kHzにて ±1.0°以内
5Hz~50kHzにて ±2.5°以内
10Hz~20kHzにて ±0.5°以内
5Hz~50kHzにて ±1.0°以内
±0.05%fs/°C以内(0°C~40°C)
0°C~40°C, 80%RH以下(結露しないこと)
-10°C~50°C, 80%RH以下(結露しないこと)
±0.3%以内
AC2200V 1分間(電気回路とケース間、ケースとコア間)
AC600V
φ20mm以下
約3m
約60H×145W×33D(mm)
約230g
9355携帯用ケース 1個
取扱説明書 1部
マークバンド 6個(3組)

(4) コネクタピン配列

- ① 電源 GND
- ② " (+)
- ③ " (-)
- ④ " GND
- ⑤ 出力 (+)
- ⑥ " (-)
- ⑦ 識別信号 { 電源 GNDに接続(9270)
 { N, C (9271)
- ⑧ " (電源 GNDに接続)
- ⑨ " (N, C)
- ⑩ シールド(ケーブル)



コネクタ

(5) 使用コネクタ

RM515EPA-10PC(ピロセ)

(6) 適合レセプタクル

RM515ERB-10SD(ピロセ)

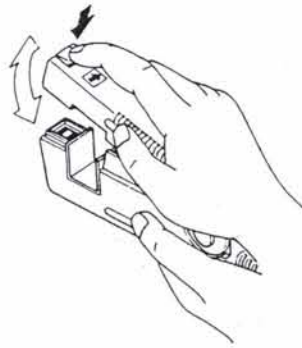
(7) 測定範囲について

9270は20A、9271は200Aの定格になっていますので、特性を十分出すためにも測定する電流値によってセンサを使い分けてください。

クランプセンサ ← 9270 → 9271 →
測定電流 20mA ← 20A → 200A

4. 測定方法

○レバーを軽く押し両手でクランプ先端を開き、クランプ部に表示してある電流方向表示マークの矢印が負荷側を向くようにしてほぼ中央にくわえます。そして、クランプを軽く握ってカチッという音がし、レバーが確実にロックされたことを確認してください。

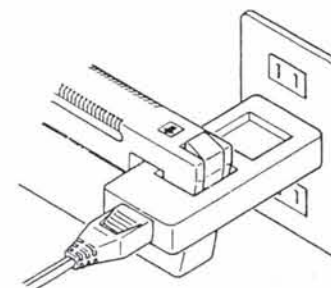


<注意>

- ・導体は必ず一本だけクランプしてください。
- ・数A以上の直流が重畳した測定では、誤差の原因となりますので避けてください。
- ・超低周波数(約1.5Hz以下)の入力に対しては、正常動作いたしませんので注意してください。
- ・電源投入直後は、内部回路の都合により直流電圧が出力され、安定するまでに20秒ほど時間がかかりますが、故障ではありません。
- ・9270ではセンサ部の発熱が大きくなるため100A以上の高周波(10kHz以上)電流を印加しないでください。
- ・9271において定格以上の電流測定では、クランプセンサ本体がかなり発熱しますので、できるだけ短時間で測定してください。

○二芯コード付きの電気器具の測定

コンセント類で使用する二芯コード付き電気器具の使用電流の測定は、別売のCT-101Aラインスプリッタの使用により、容易にできます。図のように電源コンセントにCT-101Aを差し込み、測定したい機器のコードをCT-101Aに差し込み、窓部をクランプすることにより簡単に電流の測定ができます。電流値が小さい場合は、ラインスプリッタの×10の窓にクランプしますと、クランプセンサに10倍の出力が出ますので、その1/10が測定値となります。



<注意>

- ・CT-101Aは最大電流が15Aです。それ以上の過大電流を流さないでください。

△ 注意

● 高圧回路(600V以上)での電流測定や、低圧ラインでも裸導線をくわえての電流測定は、安全性の見地から避けてください。(コア、シールドケースは絶縁されていません。)

保証書

型名	9270・9271	製造番号	
保証期間	購入日	年	月より1年間

この製品は、当社が厳密なる検査を経てお届けしたものです。万一御使用中に故障が発生した場合、裏面の保証規定により保証中の修理は、無償修理いたします。本書を添えてご依頼ください。

お客様

ご住所

〒 - TEL

ご芳名

*本保証書は日本国内のみ有効です。また保証書は、再発行いたしませんので大切に保管して下さい。

日置電機株式会社

〒389-06 長野県埴科郡坂城町6249
TEL 0268(82)3030

サービスに関するお問い合わせ: 最寄りの営業所まで

日置電機株式会社
本社・工場 長野県埴科郡坂城町6249
TEL 0268-82-3030 FAX 0268-82-3215

●は日置「9290クランプオンアダプタ」をご選定いただき誠に有り難うございました。この製品を十分にご活用いただき、長くご使用いただくためにも、まず説明書をよくお読みの上、ご利用ください。

使用にあたっての注意

●を安全にご使用いただくために、又、機能を十二分にご活用いただくために、下記の注意事項をお守りくださるようお願いいたします。

●：本器がお手元に届きましたら、輸送中において破損がないかを点検してください。クランプコア等に注意してください。もし破損あるいは仕様どおり動作しない場合は、最寄りの営業所にご連絡ください。

△ 注意

●最高回路電圧がAC 600Vですから、600V以上の電路の測定は安全面から絶対避けてください。
●1000 Aを超える電流の長時間測定はしないでください。コア部発熱は電流に比例しますので短時間にて測定を完了するようにしてください。〔グラフ1参照〕

●：導線が高温の場合がありますので注意してください。
●：外部磁界中での測定はなるべく避けてください。
●：運搬および取扱の際は、振動、衝撃はなるべく避けてください。
●：保存は、高温・多湿および結露させないような場所を避けてください。特に、直射日光下および熱的衝撃の加わるような場所を保管しないでください。

1. 概要

本器は、高精度クランプセンサ9270、9271、9272用に開発されたCT比が、10：1のクランプオンアダプタです。クランプセンサと組み合わせることによって、多方面での電流、電力測定にご使用いただけます。なお、一般のクランプ電流計と組み合わせて使用することも可能ですが、電力測定には位相特性のすぐれた9270シリーズを使用することをお勧めいたします。

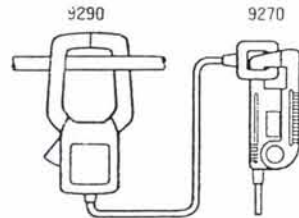
2. 仕様

測定範囲：AC0～1500A
C T 比：10：1
測定時間：1000A以下は連続、1500Aで5分以内
精度(23°C±3°C)：振幅 ±1.5%rdg.
(10A～1500A) 位相 ±1.0°以内
(45Hz～66Hz) [グラフ3参照]
周波数特性：振幅：±1.0%rdg. 40Hz～1kHz
±2.5%rdg. 20Hz～4kHz
位相：±1.0° 以内 40Hz～1kHz
±3.0° 以内 20Hz～4kHz
[グラフ2参照]
導体位置の影響：±1.5%以内 (JEMIS-020による方法にて)
外部磁界の影響：0.8A相当Typ (400A/mの交流磁界中にて)
耐電圧：AC2200Vrms (コアとケース間)
最高回路電圧：AC600V
コア貫通窓：φ55mm、幅80mmブスバーまでクランプ可使用
使用温湿度範囲：0°C～40°C、80%RH以下 (結露しないこと)
外形寸法：本体-194H×99W×33D (mm)
重量：約500g

コード長：約3m
付属品：9148 携帯用ケース 1個
取扱説明書 1部
マークバンド 6個 (3組)

3. 測定方法

- ①導体一本だけコアの中央部にクランプします。
- ②2次コイルの窓部を、クランプセンサにてクランプします。
- ③指示値×10倍の値が、被測定電路の電流値です。



●電流計との組み合わせ

△ 注意
●高圧回路 (600V以上) での電流測定や、低圧ラインでも裸導線をくわえての電流測定は、安全性の見地から避けてください。

4. 適用機種

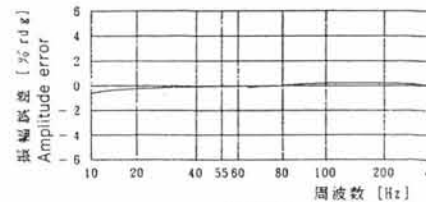
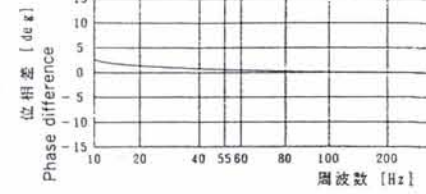
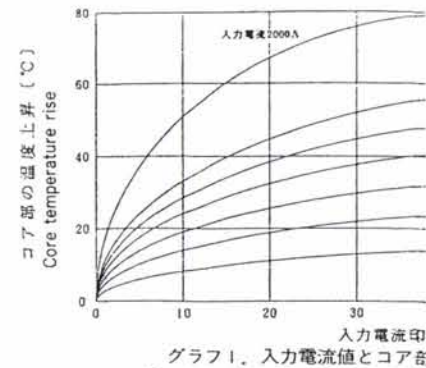
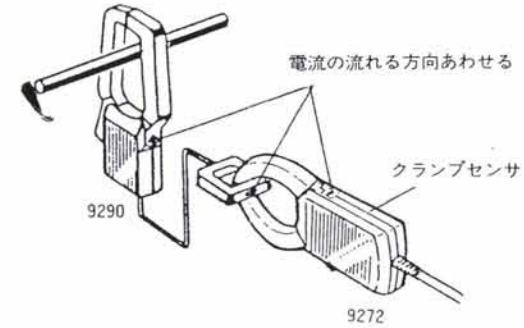
4-1. クランプ電流計との組み合わせ

9270、9271、9272
3261、3262、3263、3264、3265
3127、3108、3109
9005、9006、9008 その他一般のクランプ電流計。

4-2. クランプ電力計との組み合わせ

3165、3191 (クランプユニット使用時)
3161、3162、3164
・当社クランプ式電力計との組み合わせ特性については別途お問い合わせください。

●電力計との組み合わせ



グラフ2. 周波数特性
Graph 2. Frequency Characteristics

はじめに

●は日置「9270」、「9271クランプセンサ」をご選定いただき誠に有り難うございました。この製品を十分にご活用いただき、末永くご使用いただくためにまず説明書をよくお読みの上、ご利用ください。

使用にあたっての注意

●を安全にご使用いただくために、又、機能を十二分にご活用いただくために、下記の注意事項をお守りくださるようお願い致します。

●：本器がお手元に届きましたら、輸送中において破損がないかを点検してください。クランプコア、コネクタ等に注意してください。もし破損あるいは仕様どおり動作しない場合は、最寄りの営業所にご連絡ください。

- 1) 測定範囲を超える過大入力をむやみに加えないでください。
- 2) コネクタの抜き差しは静かに行い、差し込んだ状態でケーブルを引っ張らないでください。又、9486クランプユニットの電源が入った状態でコネクタの抜き差しは避けてください。
- 3) 樹脂製本体ケースは高温下で変形することがありますので、直射日光の当たる所に保管しないでください。
- 4) コア部分割面にゴミ等が付着した場合は、柔らかい布等で拭き取ってください。又、コア部に機械的な衝撃を加えないように十分注意してください。
- 5) 運搬および取扱の際は、振動、衝撃はなるべく避けてください。特に、落下等による衝撃に注意してください。
- 6) 保存は、高温・多湿および結露させるような場所を避けてください。特に、直射日光下および熱的衝撃の加わるような場所に保管しないでください。

概要

●本器は、3191デジタル電力計のユニットである9486クランプユニット用の20A (9270)、200A (9271) 定格のクランプセンサとして開発され、電力ラインを切り離すことなく、活線の状態で交流の電流を測定できます。
●周波数特性(振幅、位相)を有しており、操作、接続が簡単であるの両面で電流、電力測定にご使用いただけます。

2. 各部の名称



3. 仕様

(1) 9270の仕様
定格電流：AC20A f.s.
出力電圧：AC2V/20A (出力抵抗 約50Ω)
入力抵抗：0.2mΩ以下
外部磁界の影響：20mA相当Typ (400A/mの交流磁界にて)
動作入力範囲：50A

最大許容入力：100A
消費電力：約960mW (定格入力時)

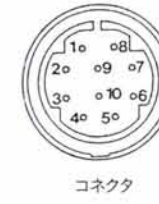
(2) 9271の仕様
定格電流：AC200A f.s.
出力電圧：AC2V/200A (出力抵抗 約10Ω)
入力抵抗：0.02mΩ以下
外部磁界の影響：200mA相当Typ (400A/mの交流磁界にて)
動作入力範囲：300A
最大許容入力：500A
消費電力：約2.8W (定格入力時)

(3) 共通の仕様
精度(23°C±3°C)：±0.5%rdg. ±0.05%f.s.
(45Hz～66Hz) ±0.2°以内
周波数特性：10Hz～30kHzにて ±1.0%以内
(精度からの偏差) 5Hz～50kHzにて ±2.5%以内
位相特性：10Hz～20kHzにて ±0.5°以内
5Hz～50kHzにて ±1.0°以内
温度係数：±0.05%f.s./°C以内 (0°C～40°C)
使用温湿度：0°C～40°C、80%RH以下 (結露しないこと)
保存温湿度：-10°C～50°C、80%RH以下 (結露しないこと)
導体位置の影響：±0.3%以内
耐電圧：AC2200V 1分間 (電気回路とケース間、ケースとコア間)

最高使用回路電圧：AC600V
測定可能導体径：φ20mm以下
コード長：約3m
外形寸法：約60H×145W×33D (mm)
重量：約230g
付属品：9355携帯用ケース 1個
取扱説明書 1部
マークバンド 6個 (3組)

(4) コネクタ配列

- ① 電源 GND
- ② " (+)
- ③ " (-)
- ④ " GND
- ⑤ 出力 (+)
- ⑥ " (-)
- ⑦ 識別信号 (電源 GNDに接続 (9270) N, C (9271))
- ⑧ " (電源 GNDに接続)
- ⑨ " (N, C)
- ⑩ シールド (ケーブル)



(5) 使用コネクタ

RM515EPA-10PC (ヒロセ)

(6) 適合レセプタクル

RM515ERB-10SD (ヒロセ)

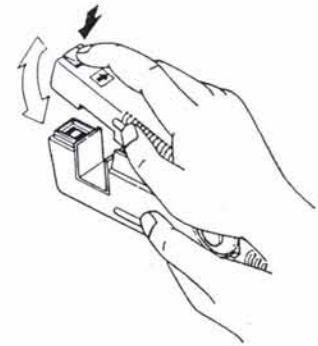
(7) 測定範囲について

9270は20A、9271は200Aの定格になっていますので、特性を十分出すためにも測定する電流値によってセンサを使い分けてください。

クランプセンサ 9270 9271
測定電流 20mA 20A 200A

4. 測定方法

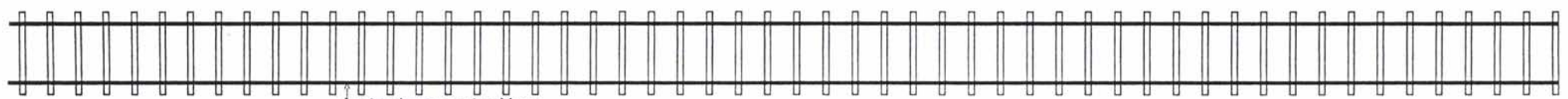
○レバーを軽く押し両手でクランプ先端を開き、クランプ部に表示した電流方向表示マークの矢印が負荷側を向くようにしてほぼ中央部にくわえ、クランプを軽く握ってカチッという音がし、レバーが確実にロックすることを確認してください。



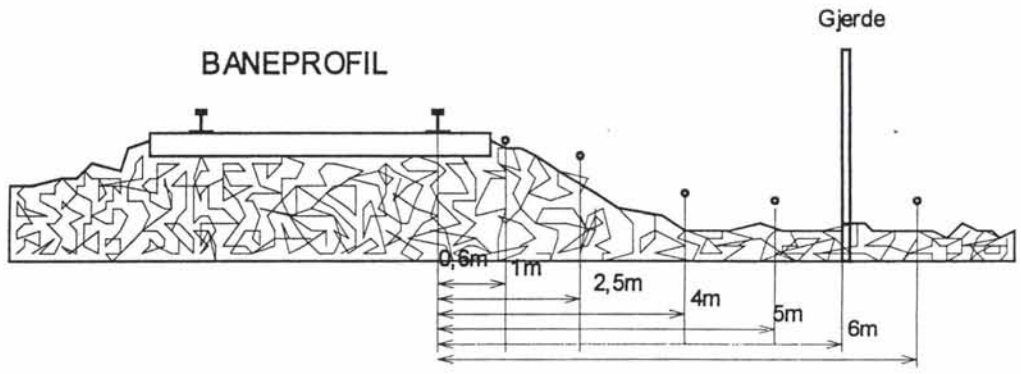
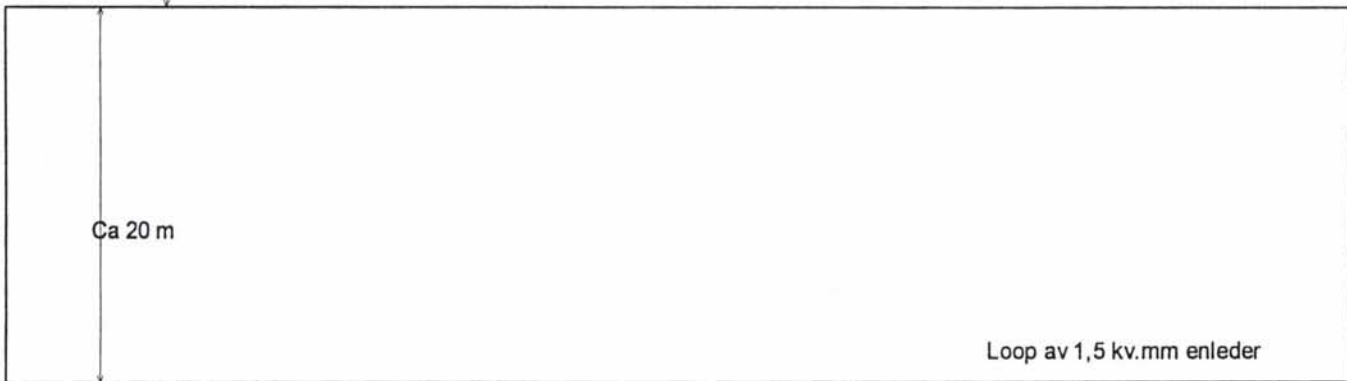
〈注意〉

- 導体は必ず一本だけクランプしてください。
- 数A以上の直流が重畳した測定では、誤差の原因となりますのでご注意ください。
- 超低周波数(約1.5Hz以下)の入力に対しては、正常動作いたしません。ご注意ください。
- 電源投入直後は、内部回路の都合により直流電圧が出力され、そのままに20秒ほど時間がかかりますが、故障ではありません。
- 9270ではセンサ部の発熱が大きくなるため100A以上の高周波(上)電流を印加しないでください。
- 9271において定格以上の電流測定では、クランプセンサ本体がかわりますので、できるだけ短時間で測定してください。

Vedlegg 1.4	Resultater fra måleserie 4 (indusert spenning)
-------------	--

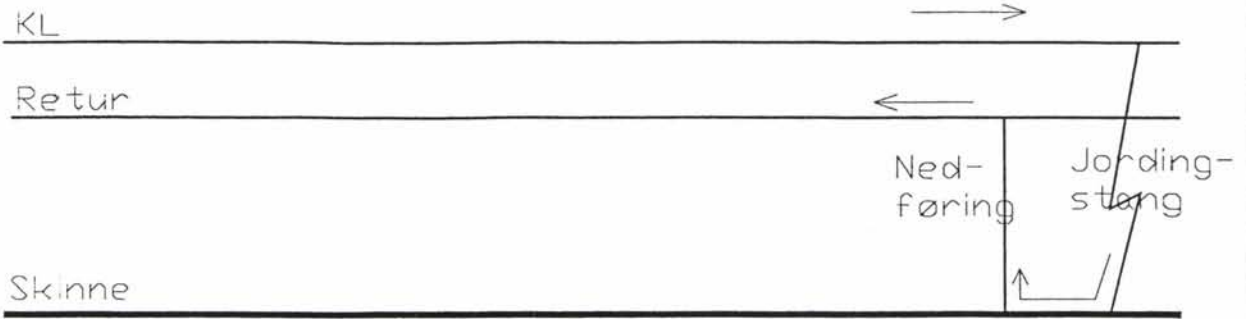


Avstand nærmeste skinne

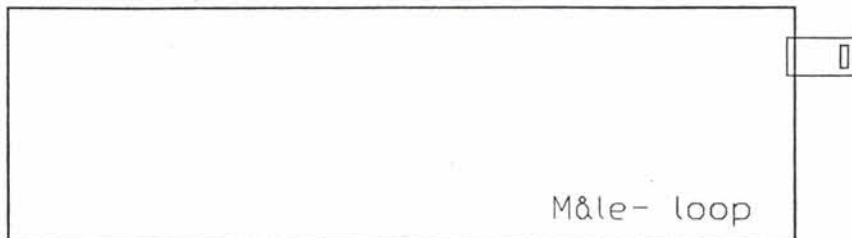
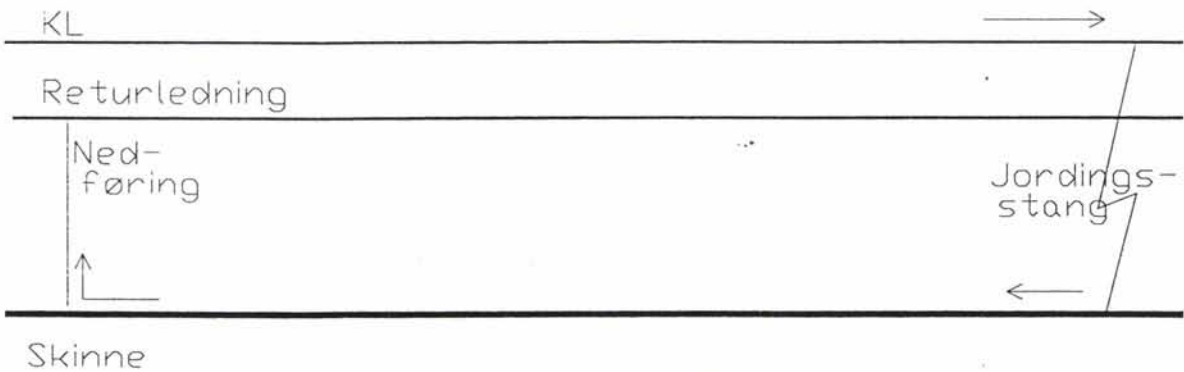


Måling i KL- anlegg	
Måleoppsett for Induksjon i kabel	
Målinger 13.4 Og 14.4.96 på Tuverud	

VEDLEGG: INDUSERT SPENNING. MÅLEOPPSETT 1 av 2



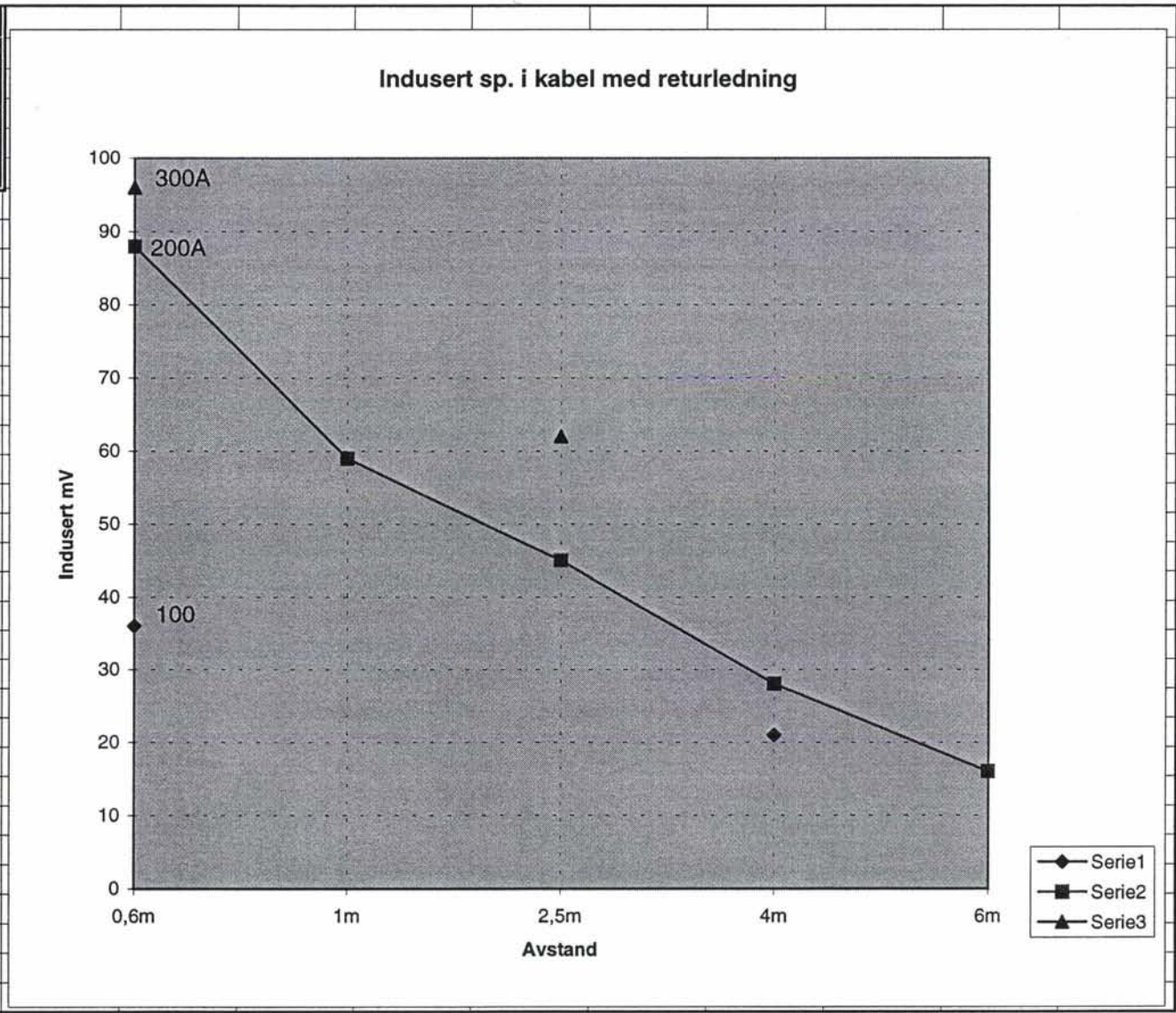
Her går nesten all banestrømmen i returledningen



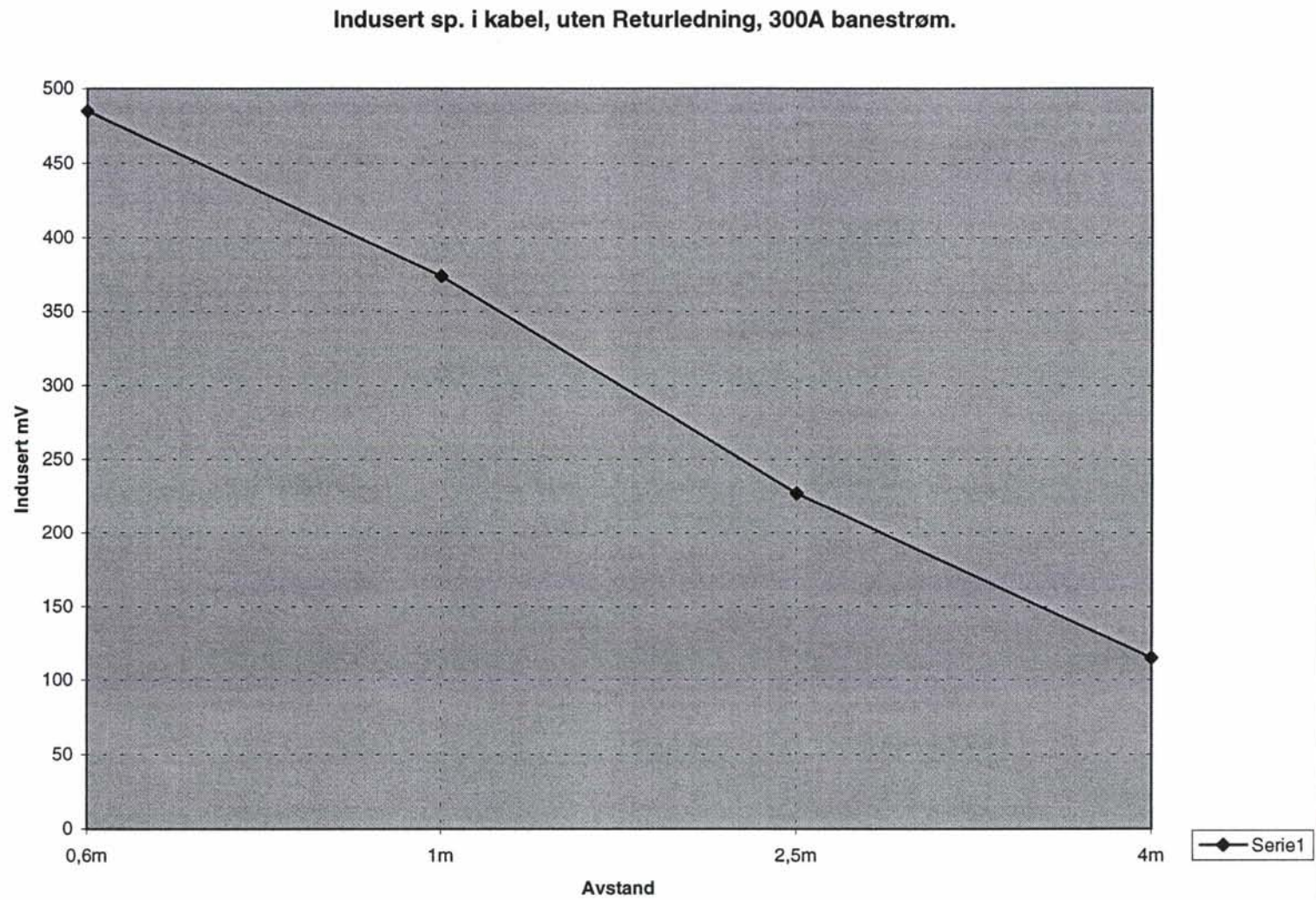
Her går nesten ingen banestrøm i returledningen

SPESIFIKASJONER	KONTRAKT NR.	DATO	FIRMA
	TEGNET AV: POG		Måling i KL- anlegg
	KONTROLLERT AV:		TITTEL
	UTFORMET AV:		Oppsett induksjonsmåling
	UTFORMING	STØRRELSE A4	FSCM NO. / TEGN. NR. / FILNAVN
	KUNDE BrS	SKALA 1mm = 1mm	DATO 23.4.96
			ARK 1 av 1

Avstand	100A	200A	300A
0,6m	36	88	96
1m		59	
2,5m		45	62
4m	21	28	
6m		16	



Avstand	300A
0,6m	485
1m	374
2,5m	227
4m	115



Konklusjoner

Der hvor det er bygget returledning vil nesten all banestrømmen gå i returledningen på de lange strekkene fjernt fra nærmeste tog. Da induseres lite spenning i nærliggende kabler. Men når det kjører tog på baneavsnitt mellom to nedføringer, vil banestrømmen måtte gå i skinnene bort til nærmeste nedføring. På det baneavsnittet induseres like mye spenning som om returledningen ikke hadde vært der.

Spesielt ille er det dersom en kabel har sin ene ende midt mellom to nedføringer, og den andre enden ved nedføringen. Avstanden mellom nedføringer er vanligvis 3 km, altså er typisk lengde på et slikt tilfelle 1,5km. Vår måling viser at det i slike tilfelle blir indusert 370mV 1m fra nærmeste skinne ved 300A banestrøm i 45m kabel.

Altså kan det i ugunstige tilfelle bli indusert ca 20V lagsspenning i 1,5km uskjermet kabel ved 500A banestrøm, selv om det er returledning.

På strekninger med returledning, og hvor tog er bortenfor nærmeste nedføring, vil nesten all banestrøm gå i returledningen. Der vil det bli indusert langsspenning på ca 1,3V/km ved 500A banestrøm.

Dette er ikke ment å være noen presisjonsmåling av indusert spenning i langsgående kabler. Hensikten er bare å vise i hvilken størrelsesorden den induserte spenningen kan bli.

Vedlegg 1.5

Referat fra 28.08.96: "Oppsummering av måleresultater og planlegging av det videre arbeid."

MØTEREFERAT**DESIGNFORBEDRINGER I RETURKRETSEN**

Saksnr: 96/1575 ID 763
Objektnr: 423053
Ansvarsted: 32030
Møte nr: 1/96
Tid og sted: 28.08.96, Møterom 284, Prinsens gt, Oslo
Deltakere: Trond M. Føllesdal (BE), Brit Eggen (BE), Thor Egil Thoresen(Btk), Sverre Eriksen (Bts) Jørgen Andersen(BI), Ole Løken (BrØ), Hege Sveaas Fadum (BrS)
Referent: HSF
Referat til: Deltakerne, MALG, saken

Saks-nr.	Tema	Ansvarlig(e)/frist(er)
1/96	<p>Temaet for møtet: Oppsummering av målinger på Lierstranda og planlegging av det videre arbeidet</p> <p>I april-96 gjennomførte Ingeniørtjenesten i samarbeid med BrS målinger i returkretsen på Lierstranda. Hensikten med målingene var å kartlegge konsekvensen av å kortslutte nullfeltet ved sugetransformatoren på Lier (tidl. Tuverud) holdeplass. Det var ønskelig å kartlegge både signalstrømmen, samt banestrømmen med og uten skinnebrudd på strekningen.</p> <p>Etter målearbeidet ble det skrevet en rapport som er gitt ut i begrenset opplag. Det er behov for endel supplerende kommentarer og dokumentasjon for å gi dekkende oversikt over måleoppsett, resultater og analyser. Det viser seg også at måleoppsettet ikke var fullstendig nok til å kunne trekke sikker konklusjon i forbindelse med konsekvenser ved kortslutning av nullfeltet.</p>	info
2/96	<p>Videreføring av måleprosjektet</p> <p>På grunn av at rapporten fra Lierstranda ikke står som et selvstendig dokument og at det i gjennomføringen av målingene ble utelatt endel viktige momenter, er det besluttet at arbeidet skal videreføres på en banestrekning i BrØ, der vi kan bruke erfaringene fra Lierstranda samtidig som vi videreutvikler måleoppsettet.</p> <p>Kriterier for strekningen som skal benyttes</p> <ul style="list-style-type: none">• Dobbeltspor og returledning• Ordinær avstand mellom sugetransformatorene• Muligheter for å simulere/opprette skinnebrudd	

3/96	<p>Viktige momenter i det videre arbeidet</p> <p>Det legges vekt på at de praktiske og teoretiske forberedelsene må være så grundige at en unngår å utelate viktige momenter i gjennomføringen.</p> <p>Som endel av forberedelsene bør det utføres beregninger som kan gi bedre forutsetninger til å analysere måleresultatene.</p> <p>Strekningen som skal brukes til målingene må kartlegges. Dette gjøres best ved å benytte siste oppdaterte sporisolasjonsplan for strekningen, og foreta en befarings tur der en tegner inn alle jordinger, og eventuelt foretar rettelsener på planen hvis denne ikke er skikkelig ajourført. Dette må gjøres straks det blir bestemt hvilken strekning som skal brukes, og i god tid før en risikerer at snøen skjuler jordingene.</p> <p>Siden det med stor sannsynlighet ikke medfører problemer for banestrømmen at nullfeltet ved sugetransformatoren kortsluttes, skal det videre målearbeidet fokusere på konsekvensene for signalstrømmen.</p> <p>Det må da utføres strømmålinger i sporfeltkretsen med skinnebrudd, og dette må gjøres både med og uten nullfeltet ved sugetransformatoren kortsluttet.</p> <p>For å forsøke å eliminere støy, bør en måle signalstrømmen på motsatt side (i forhold til sporet) av skilletransformatorene i tilførsels- og returkretsen</p> <p>Det kan være hensiktsmessig utføre målingene først i et "idealtilfelle", der strømmer fra nabosporfelter ikke påvirker resultatene, dvs at alle nabosporfelter kobles fra, også i det andre sporet. Men målingene må også utføres for den mer realistiske situasjonen som inntreffer når alle sporfeltene er innkoblet.</p>	
4/96	<p>Plan for det videre arbeid</p> <p>Nedenfor er det listet opp i stikkordsform aktiviteter i måleprosjektet. Det er utarbeidet et forslag til fremdriftsplan i vedlegg. Alle må gi tilbakemeldinger på denne så fort som mulig.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Avgjøre hvilken strekning det skal måles på • Kartlegge alle data for denne strekningen • Lage forslag til måleoppsett og distribuere • Høringsrunde for forslaget • Felles møte etter høringsrunden. Mål for møtet: Avgjøre måleoppsettet • Skaffe alt nødvendig måleinstrumenter, ledninger/kabler, strømforsyning til instrumentene, materiell for transport langs linjen, etc • Utføre beregninger i samsvar med planlagt måleoppsett • Informere alle berørte parter på strekningen (signal, kl, omformer, linjen) • Møter med representanter fra alle berørte parter. • Bestemme dato for målingene og bestille disponeringstid • Informasjonsmøte for presentasjon av beregningsresultater • Utarbeide sjekklister for aktiviteter og ansvar i måleprosessen og kvalitetsikre denne • Gjennomføre målingene • Systematisering og distribusjon av resultater • Fellesmøte: Analyse og konklusjoner • Skrive rapport • Høringsrunde og evaluering av rapporten • Utgivelse av endelig rapport 	alle / 6. sept

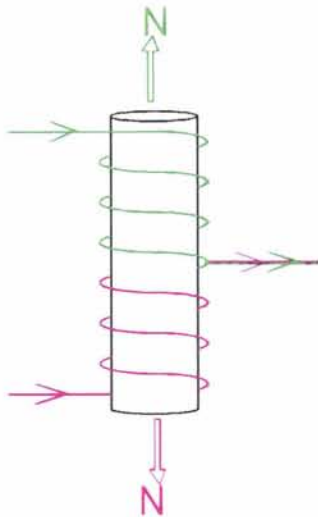
VEDLEGG 2

Målinger på Østfoldbanen 13.04.97

Vedlegg 2.1	Vurderinger rundt mulig svikt i skinnebruddsdeteksjon
Vedlegg 2.2	Aktivitetsliste og måleoppsett
Vedlegg 2.3	Måleresultater og vurderinger
Vedlegg 2.4	Filer for måleresultater
Vedlegg 2.4	Filer for måleresultater
Vedlegg 2.5	Produktblad for Fluke 123 (scopmeter) og LEM flex (fleksibel strømtang)
Vedlegg 2.6	Jordingsplan Vestby - Hølen

Vedlegg 2.1	Vurderinger rundt mulig svikt i skinnebruddsdeteksjon
-------------	---

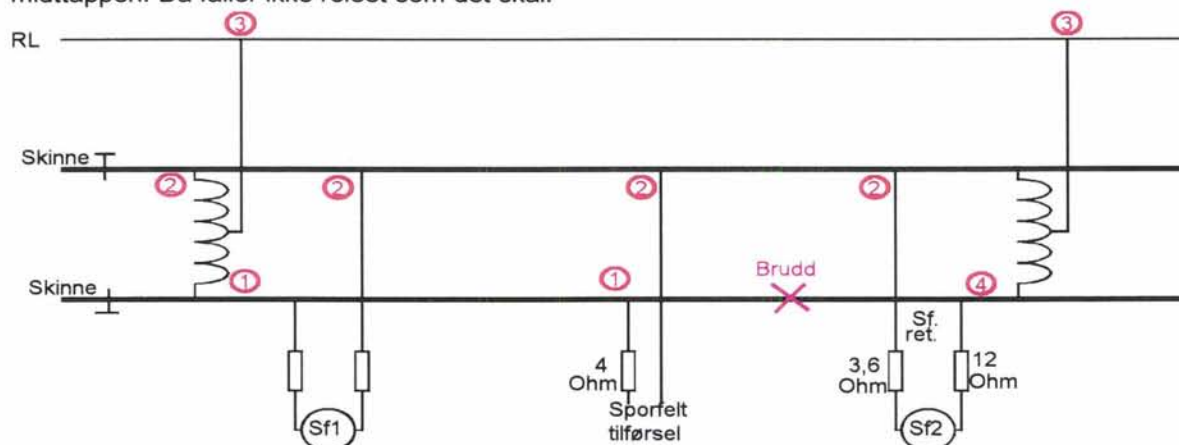
5.2 Mulig svikt i skinnebruddsdeteksjon



Hovedkontoret / Arvid Solheim observerte allerede 27.10.72 at sporfeltene mister skinnebruddsdeteksjonen i visse tilfelle, spesielt ved midtmatet sporfelt og returledning. Dette fenomenet forklares her ved hjelp av forenklete skjema for et slikt tilfelle (Se Solheims protokoll i vedlegg). Den forenklete skissen til venstre viser hvordan strømmene i en impedansspole magnetiseres av banestrømmen. Strømmene er her tegnet som likestrømmer. De strømmene det er tale om er vekselstrømmer. Den «grønne strømmen» øverst fra den ene skinna og magnetiserer kjernen en vei, mens den «violette strømmen» fra den andre skinna magnetiserer kjernen motsatt vei. Kjernen blir altså ikke magnetisert av banestrømmen. Den merker ikke at banestrømmen er der, og slipper banestrømmen gjennom uten hindring.

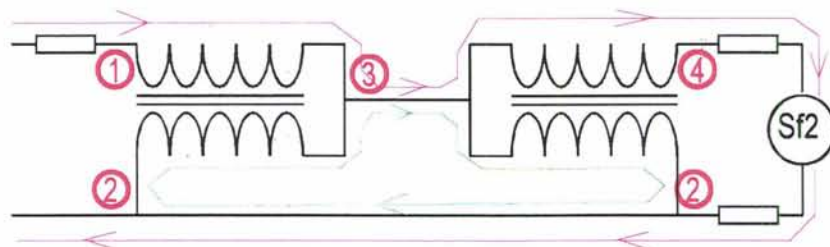
Sporfeltstrømmen derimot, som forsøker å gå fra ei skinne til den andre, vil magnetisere kjernen i bare en retning. Derfor møter den impedansspolens fulle selvinduksjon, og blir kraftig hindret.

Sporfeltstrøm som av en eller annen uønsket grunn kommer inn på impedansspolen langs begge skinnene i parallell (common mode), slipper også uhindret gjennom impedansspolen, og kommer ut i midttappen. Da faller ikke releet som det skal.

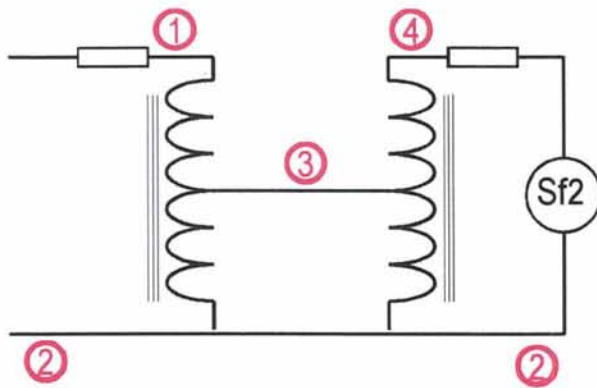


Skissen ovenfor viser et midtmatet sporfelt (Resonnementet kan også gjelde for endematet sporfelt). Det har tilførsel i midten, og en retur med sporfeltrele i hver ende. Trafoer i tilførsel og retur er sløyfet for enkelhets skyld. Motstanden i skinner og returledning er ikke tatt med i betraktningen. Heller ikke avledning til jord.

De røde tallene i sirkler er nodenummer. Man finner igjen de samme nodenummerne i tegningen under, hvor akkurat samme kretsen er tegnet, bare på en annen måte.



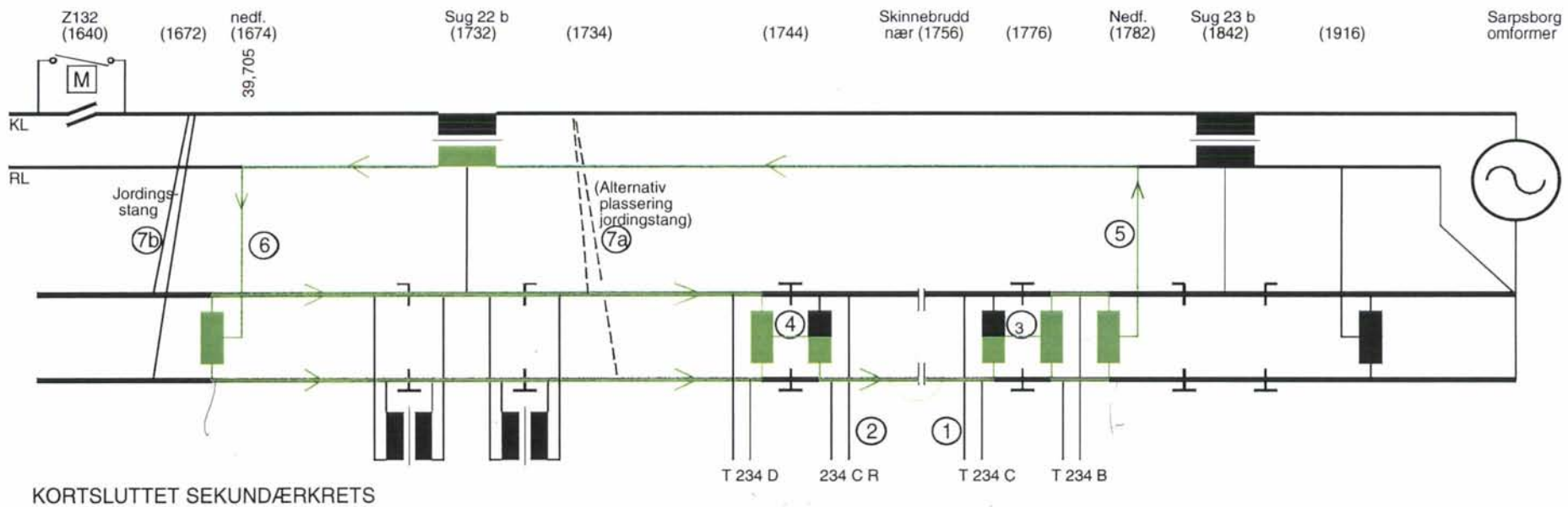
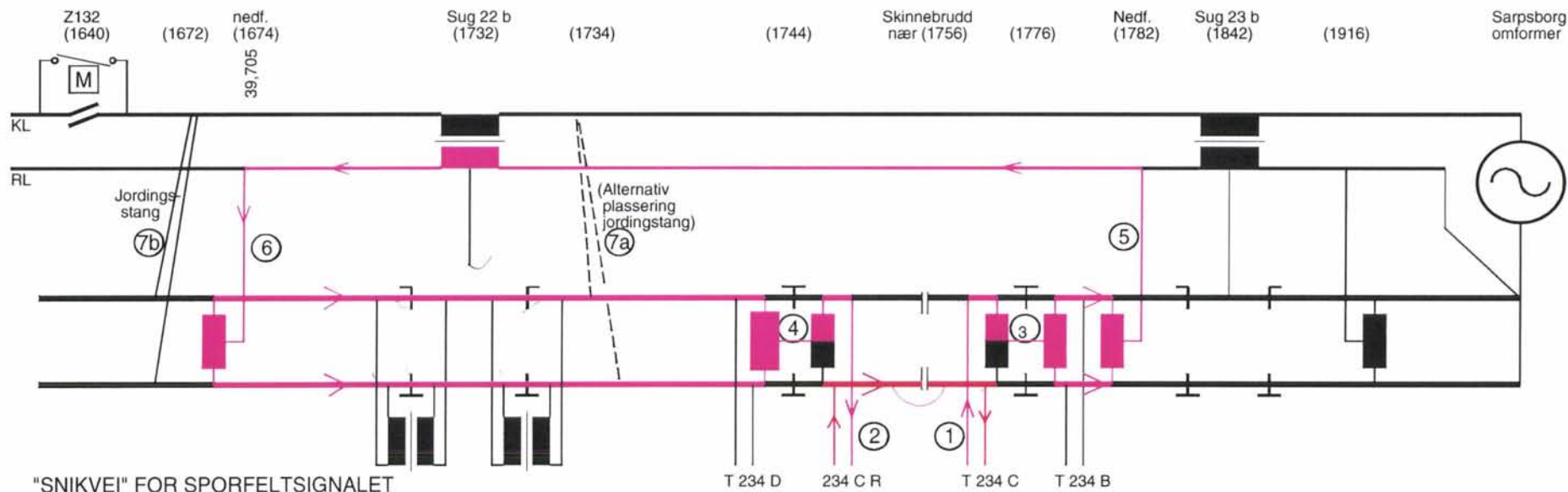
Her ser man hvordan sporfeltstrømmen går fra tilførsel gjennom to halve impedansspoler til sporfeltrleet. Det er den kortsluttede grønne sekundær-kretsen som gjør det mulig å passere gjennom impedansspolene.



En annen måte å betrakte samme fenomenet på er skissert ved siden av. Her ser man impedansspolene tegnet som autotrafoer. Sporfeltsignalet blir først transformert ned i den første «autotrafoen», og så transformert opp igjen i den andre. Dersom avledningen er null måler man dobbelt så mye sporfeltstrøm i node 3 som i 1, men i node 4 er sporfeltstrømmen det samme som i node 1 igjen. I virkeligheten er strømmen i node 4 mye lavere, på grunn av avledningen til jord.

Det finnes flere varianter av slike snikveier, som gjør at sporfeltene ikke virker helt som forutsatt under spesielle forhold. En ekstremt farlig situasjon kan oppstå ved brudd to steder samtidig innenfor samme sporfelt, og det finnes en snikvei for sporfeltsignalet forbi bruddstedene. Da finnes det eksempler på at sporfeltet kan vise fritt felt, selv om det står tog på det utisolerte stykket av skinna. Andre tog får da ikke noen indikasjon på at det finnes tog på sporfeltet, og sjansen for katastrofe er stor. På linjeblokka har man gjentagelsessperre som forhindrer dette, men på stasjonene kan det tenkes situasjoner hvor dette kan bli farlig.

Se også den røde og grønne strømsløyfen på figurene på neste side. Merk at node-nummer på figurene foran ikke er det samme som målepunktene på figurene på neste side!



Vedlegg 2.2	Aktivitetsliste og måleoppsett
-------------	--------------------------------

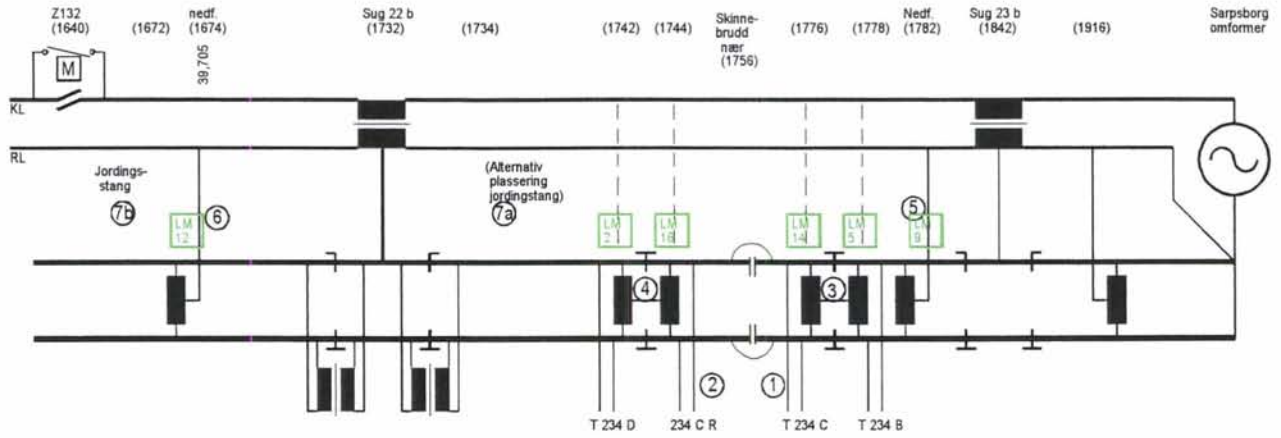
MÅLINGER VESBY - HØLEN 13.04.97				
Sjekkliste for aktiviteter				
<i>måleserie</i>	<i>akt.nr</i>	<i>aktivitet</i>	<i>ansvar</i>	<i>ok</i>
seie nr 1a	1	utkobling av bryter Z 132 Z 131 og Z 180	togleder	
	2	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
fritt felt	3	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	4	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	5	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	6	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	7	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	8	dersom det ikke måles strøm i punkt 3, gå til aktivitet nr 11	Jørgen A. / Hege S .F.	
	9	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
	10	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	11	dersom det ikke måles strøm i punkt 4, gå til aktivitet nr 14	Jørgen A. / Hege S .F.	
	12	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
	13	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
seie nr 1b	14	kjør LM-en til mast 1776	Tore M.	
	15	målinger punkt 1 (Tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	16	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	
	17	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	18	innkobling av bryter Z 180	togleder	
seie nr 2a	19	legge strekningen Sarpsborg) - Vestby strømløs	Øivind Flugheim	
	20	oppdeling av samleskinner i omformeren i Sarpsborg	Øivind Flugheim	
fritt felt	21	kjør LM-en til mast 1734	Tore M.	
	22	sett opp jordingstenger fra kl til begge skinnestrenger	Tore M.	
	23	stabil mating av 300 A fra Sarpsborg, avlesning av I, U, P og Q i omformeren	Øivind Flugheim	
	24	målinger punkt 7a (jordingstengene)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	25	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	26	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	27	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	28	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	29	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	30	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	31	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
	32	målinger punkt 5 (nedføring)	Tore M.	
seie nr 2b	33	kjør LM-en til mast 1776	Tore M.	
	34	målinger punkt 1 (Tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	35	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	
	36	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	37	utkobling av matestrøm fra Sarpsborg	Øivind Flugheim	
seie nr 2c	38	kjør LM-en til mast 1756	Tore M.	
	39	fjern lasken over et av skinnebruddene	Tore M.	
fritt felt	40	stabil mating av 300 A fra Sarpsborg, avlesning av I, U, P og Q i omformeren	Øivind Flugheim	
	41	kjør LM-en til mast 1782, Jørgen blir igjen ute v/1756 for å måle skinnestrømmer v/skinnebruddet	Tore M. / Jørgen A.	
forsiktig!!!	42	målinger punkt 5 (nedføring)	Hege S .F.	
	43	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
forsiktig!!!	44	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Hege S .F.	
forsiktig!!!	45	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Hege S .F.	
	46	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
forsiktig!!!	47	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Hege S .F.	
forsiktig!!!	48	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Hege S .F.	

<i>måleserie</i>	<i>akt.nr</i>	<i>aktivitet</i>	<i>ansvar</i>	<i>ok</i>
	49	kjør LM-en til mast 1734	Tore M.	
	50	målinger punkt 7a (jordingstengene)	Hege S .F.	
	51	utkobling av matestrøm fra Sarpsborg	Øivind Flugheim	
	52	ta ned jordingstengene (tas med inn i LM-en)	Tore M.	
	53	kjør LM-en til mast 1756, Jørgen blir med videre	Tore M.	
	54	koble tilbake lasken over et av skinnbruddene	Tore M.	
seie nr 3a	55	kjør LM-en til mast 1672	Tore M.	
	56	sett opp jordingstenger fra kl til begge skinnestrenger	Tore M.	
fritt felt	57	stabil mating av 300 A fra Sarpsborg, avlesning av I, U, P og Q i omformerer	Øivind Flugheim	
	58	målinger punkt 7b (jordingstengene)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	59	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
	60	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	61	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	62	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	63	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	64	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	65	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	66	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	67	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
	68	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
seie nr 3b	69	kjør LM-en til mast 1776	Tore M.	
	70	målinger punkt 1 (Tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	71	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	
	72	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	73	utkobling av matestrøm fra Sarpsborg	Øivind Flugheim	
seie nr 4a	74	kjør LM-en til mast 1732 (sugetransformator)	Tore M.	
	75	koble lasker over alle fire skjøtene ved nullfeltet	Tore M.	
fritt felt	76	fjern forbindelsen fra sugetransformator til nullskinne	Tore M.	
	77	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
	78	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	79	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	80	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	81	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	82	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	83	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	84	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	85	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
	86	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
seie nr 4b	87	kjør LM-en til mast 1776	Tore M.	
	88	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	89	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	
	90	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
seie nr 5a	91	stabil mating av 300 A fra Sarpsborg, avlesning av I, U, P og Q i omformerer	Øivind Flugheim	
	92	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
fritt felt	93	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	94	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	95	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	96	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	97	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	98	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	99	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	100	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
	101	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	102	kjør LM-en til mast 1672	Tore M.	

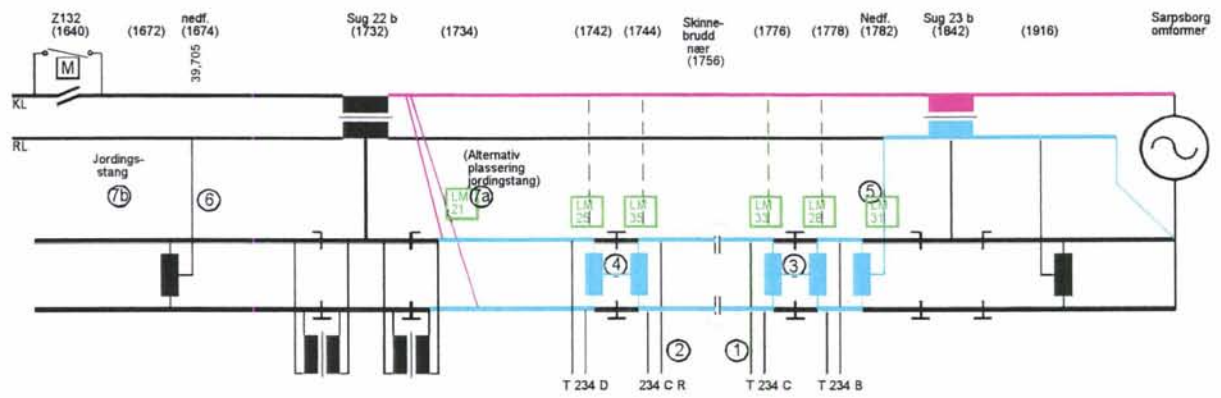
måleserie	akt.nr	aktivitet	ansvar	ok
	103	målinger punkt 7b (jordingstengene)	Jørgen A. / Hege S .F.	
seie nr 5b	104	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	
	105	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	106	kjør LM-en til mast 1776	Tore M.	
	107	målinger punkt 1 (Tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	108	utkobling av matestrøm fra Sarpsborg	Øivind Flugheim	
seie nr 6a	109	kjør LM-en til mast 1756	Tore M.	
	110	fjern lasken over et av skinnebruddene	Tore M.	
fritt felt	111	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
	112	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	113	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	114	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	115	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	116	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	117	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	118	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	119	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
	120	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	121	kjør LM-en til mast 1672	Tore M.	
	122	målinger punkt 7b (jordingstengene)	Jørgen A. / Hege S .F.	
seie nr 6b	123	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	
	124	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	125	Legg igjen kontaktmagneter over skinnene ved mast 1744 (simulere belegg på sporfeltet) kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	126	målinger punkt 1 (Tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
serie nr 7b	127	stabil mating av 300 A fra Sarpsborg, avlesning av I, U, P og Q i omformeren	Øivind Flugheim	
	128	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	129	kjør LM-en til mast 1744, fjern kontaktmagnetene	Tore M.	
	130	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
serie nr 7a	131	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
	132	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
fritt felt	133	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	134	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	135	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	136	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	137	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	138	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	139	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
	140	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	141	kjør LM-en til mast 1672	Tore M.	
	142	målinger punkt 7b (jordingstengene)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	143	utkobling av matestrøm fra Sarpsborg	Øivind Flugheim	
serie nr 8a	144	kjør LM-en til mast 1756	Tore M.	
	145	fjern laskene over begge skinnebruddene	Tore M.	
fritt felt	146	kjør LM-en til mast 1782	Jørgen A. / Hege S .F.	
	147	målinger punkt 5 (nedføring)	Tore M.	
	148	kjør LM-en til mast 1778	Jørgen A. / Hege S .F.	
	149	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	150	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Tore M.	
	151	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	152	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	153	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	154	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
	155	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
seie nr 8b	156	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	

<i>måleserie</i>	<i>akt.nr</i>	<i>aktivitet</i>	<i>ansvar</i>	<i>ok</i>
	157	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	158	Legg igjen kontaktmagneter over skinnene ved mast 1744 (simulere belegg på sporfeltet) kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	159	målinger punkt 1 (Tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
serie nr 9b	160	stabil mating av 300 A fra Sarpsborg, avlesning av I, U, P og Q i omformeren	Øivind Flugheim	
	161	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	162	kjør LM-en til mast 1744, fjern kontaktmagnetene	Tore M.	
	163	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
serie nr 9a	164	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
	165	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
fritt felt	166	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	167	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	168	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	169	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	170	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	171	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	172	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
	173	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	174	kjør LM-en til mast 1672	Tore M.	
	175	målinger punkt 7b (jordingstengene)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	176	utkobling av matestrøm fra Sarpsborg	Øivind Flugheim	
opprydding	177	Utkobling av Z 180, innkobling Z 131	Togleder	
	178	kjør LM-en til mast 1756	Tore M.	
	179	koble tilbake laskene over begge skinnebruddene	Tore M.	
	180	kjør LM-en til mast 1732 (sugetransformator)	Tore M.	
	181	fjerne lasker over alle fire skjøtene ved nullfeltet	Tore M.	
	182	koble tilbake forbindelsen fra sugetransformator til nullskinne	Tore M.	
	183	kjør LM-en til mast 1672	Tore M.	
	184	ta ned jordingstengene	Tore M.	
	185	koble sammen samleskinnene i omformeren i Sarpsborg	Øivind Flugheim	
	186	koble inn Z 132	Togleder	
FERDIG !!		TAKK FOR GODT SAMARBEID !!		
		TELEFONLISTE:		
		Sarpsborg omformer	69 16 40 24	
		Togleder	23 15 37 97	
		Elkraftsentralen	23 15 42 80	
		LM-vognen	94 16 73 48	
		Tore M. mobil	94 34 00 59	

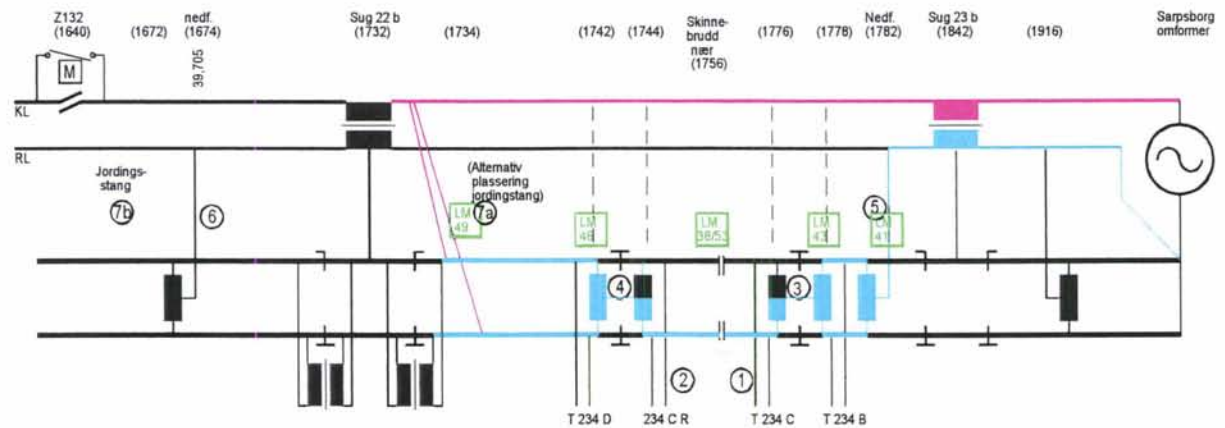
DESIGNFORBDRING I RETURKRETSEN, Måle- oppsett 11-12.4.97



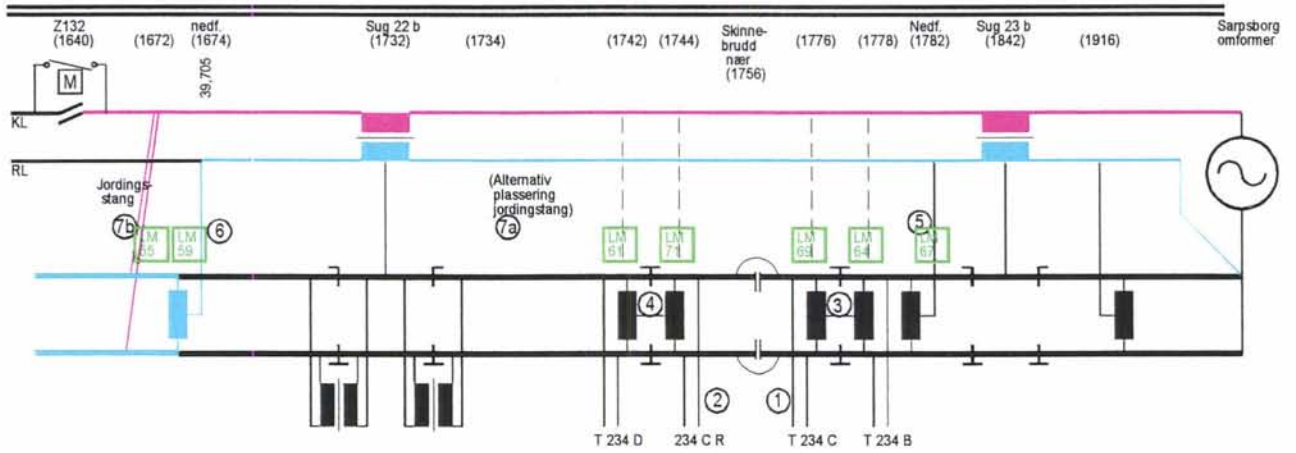
Måleserie 1



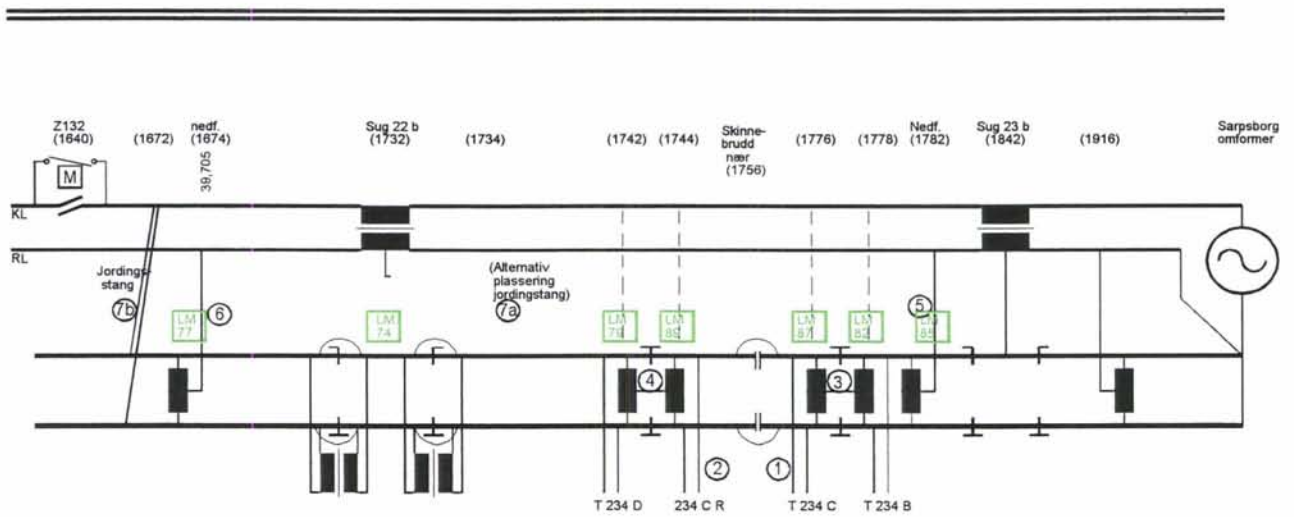
Måleserie 2 A og B



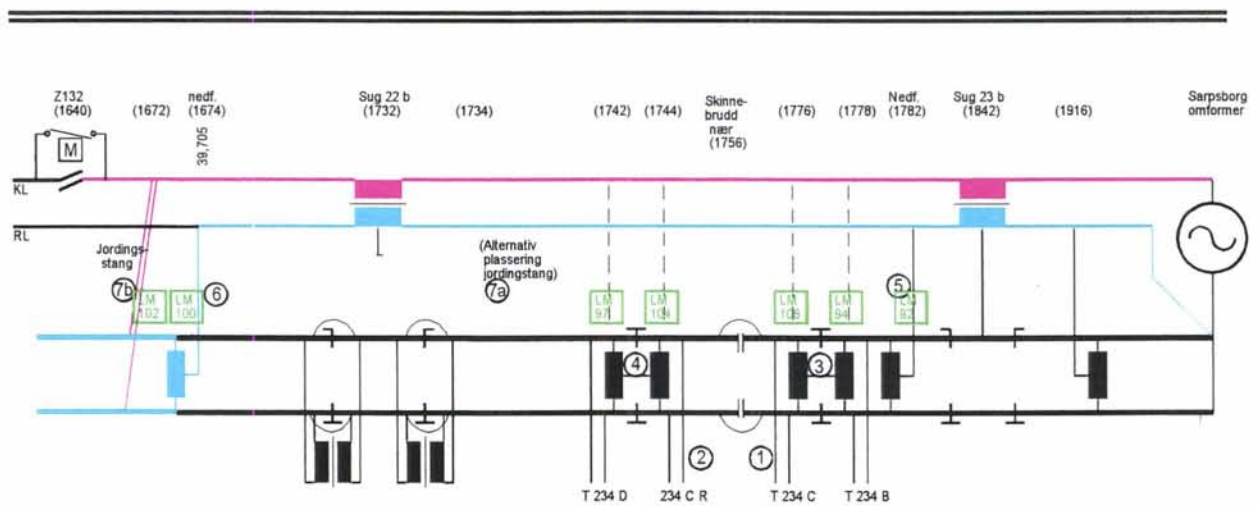
Måleserie 2C



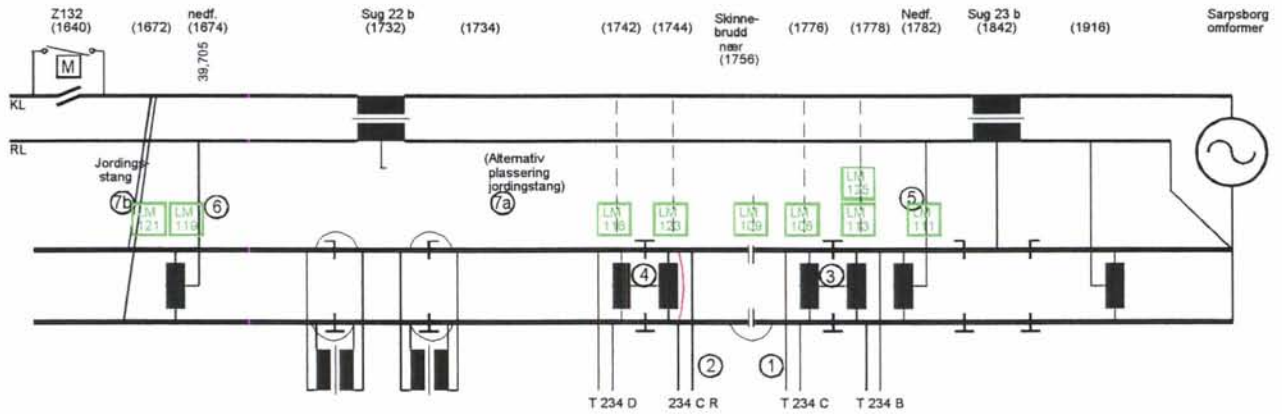
Måleserie 3



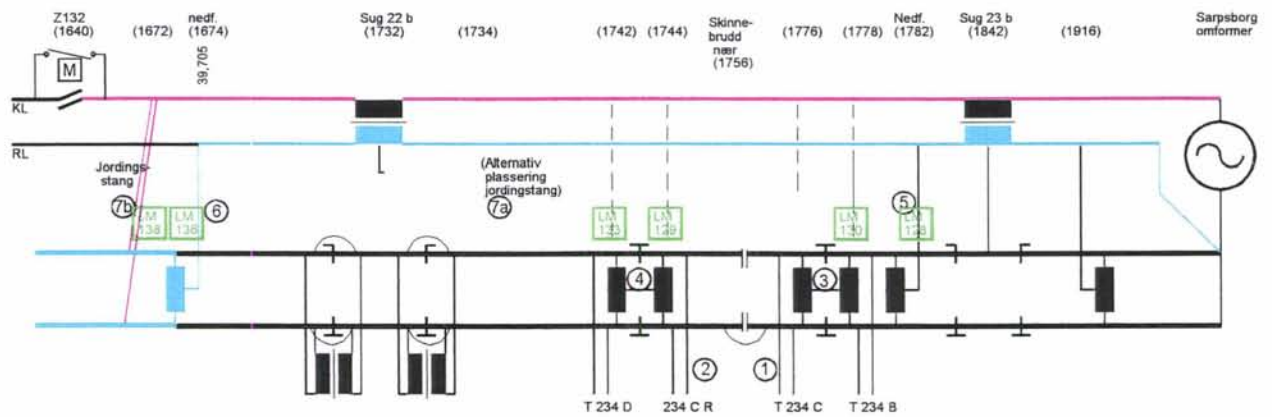
Måleserie 4



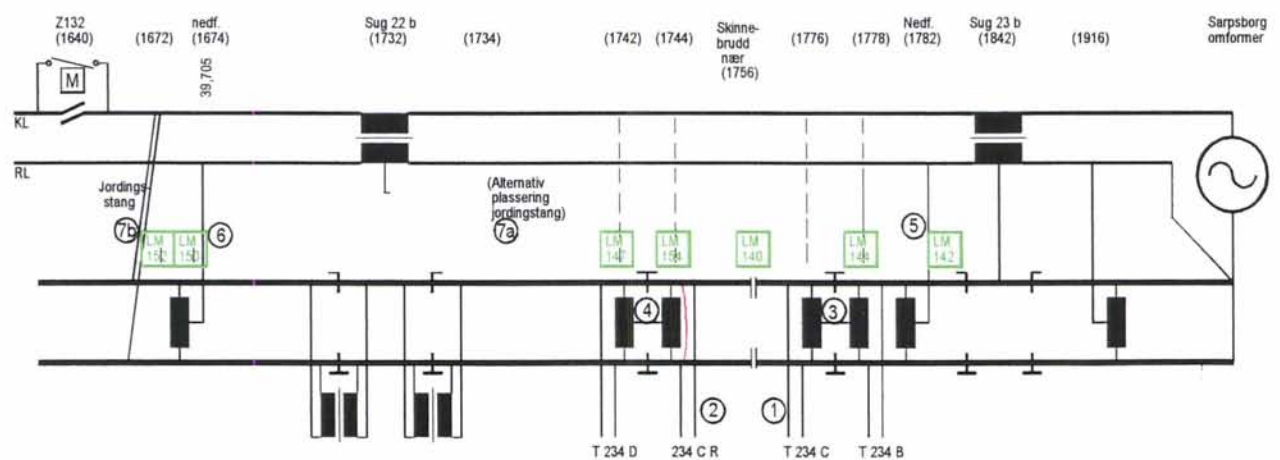
Måleserie 5



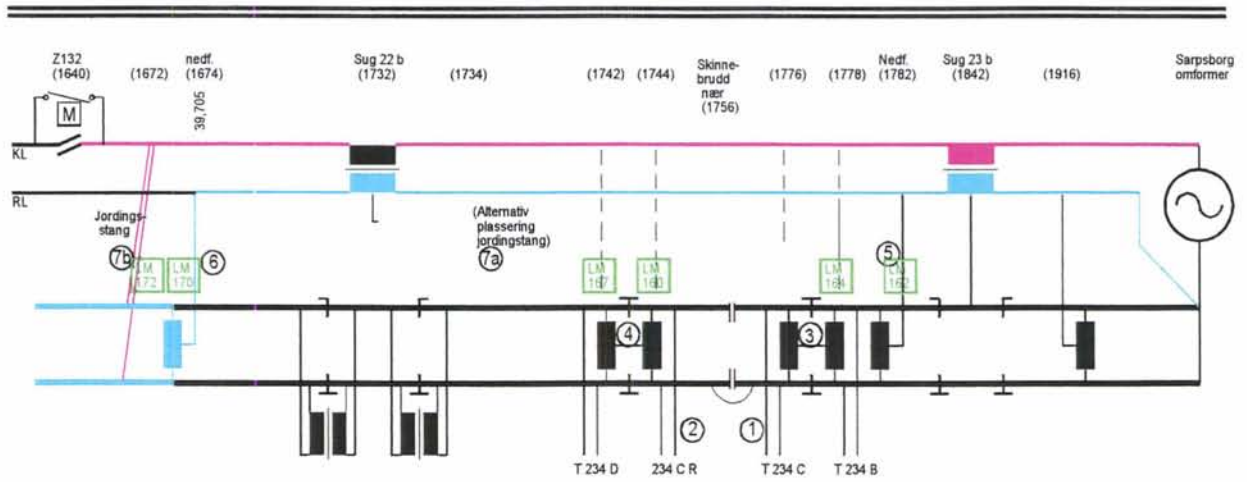
Måleserie 6



Måleserie 7



Måleserie 8



Måleserie 9

Vedlegg 2.3	Måleresultater og vurderinger
-------------	-------------------------------

5.4 Måleresultater

5.4.1 Resultater, måleserie 1

måleserie	akt.nr	aktivitet	ansvar	ok
seie nr 1a	1	utkobling av bryter Z 132 Z 131 og Z 180	togleder	
	2	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
fritt felt	3	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	4	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	5	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	6	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	7	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	8	dersom det ikke måles strøm i punkt 3, gå til aktivitet nr 11	Jørgen A. / Hege S .F.	
	9	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
	10	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	11	dersom det ikke måles strøm i punkt 4, gå til aktivitet nr 14	Jørgen A. / Hege S .F.	
	12	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
seie nr 1b	13	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	14	kjør LM-en til mast 1776	Tore M.	
belagt felt	15	målinger punkt 1 (Tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	16	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	
	17	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	

Formålet med måleserie 1

Måleserie 1 skal representere referansen; den normale hvilesituasjon for anlegget. Kontaktledningen er spenningsfri. Bare sporfeltene er i drift. De andre måleseriene i dette prosjektet har til hensikt å sette anlegget på prøve. Dersom det finnes noen muligheter for feilfunksjon, skal de provoseres frem i de andre måleseriene.

I måleserie 1 forventer vi at det ikke måles noen banestrøm (16,7Hz). Vi forventer at det går sporfeltstrøm i skinnene gjennom sporfeltretur, og til avledning i grunnen. Vi forventer at impedansspolene slipper igjennom lite sporfeltstrøm, og at det måles lite eller ingen sporfeltstrøm i nedføringene til 0-lederen.

Ved fritt spor (måleserie 1a) forventer vi sporfeltstrøm i returen 234cR (målepunkt 2). Ved belagt spor (måleserie 1b) forventer vi 0 strøm i retur 234cR.

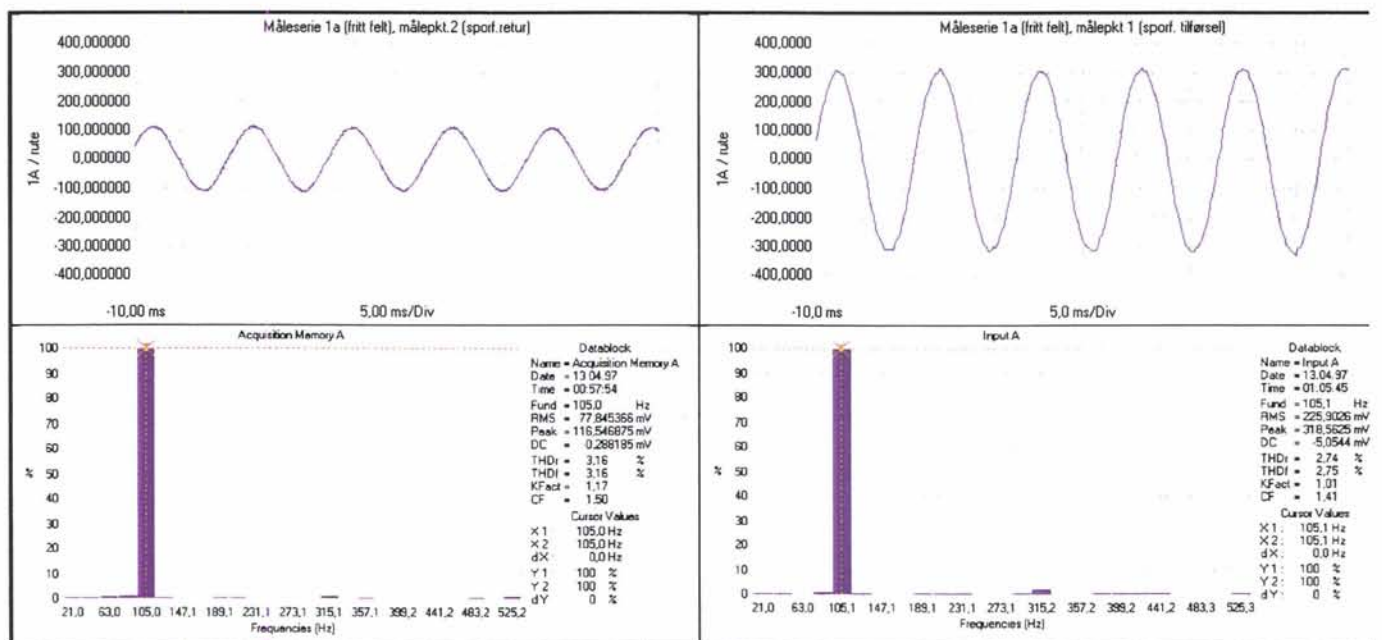
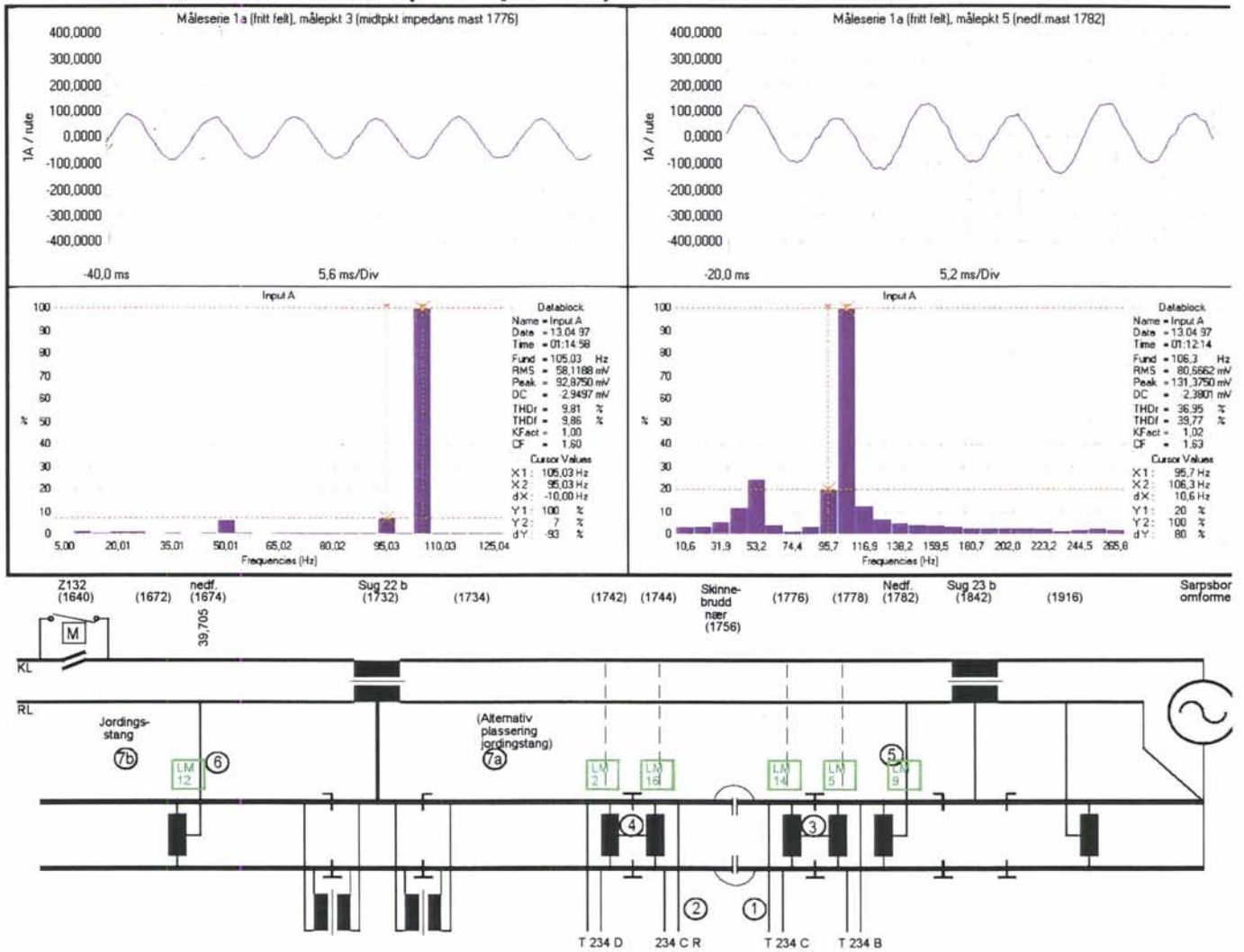
Målte resultater i måleserie 1a (fritt sporfelt)

Aktivitet nr	Målepkt nr	Målepunkt	Verdi mV RMS	Faktor A / V	Verdi A RMS	Kommentar
3	4	Midtpkt. impedanser	0		0	Ingen sporfeltstrøm lekker tilbake her
4	2	Sporfelt retur 234cR	77,845	10	0,778	Sporfeltreleet vil trekke til
6	1	Sporf.tilførselT324C	225,9	10	2,259	2A går ut, 0,8A kommer tilbake til ret.!
7	3	Midtpkt impedanser	58,119	10	0,581	Mye sporfeltstrøm lekker ut her !
10	5	Nedføring	80,666	10	0,807	Mye sporfeltstrøm lekker opp i reurledn. !
13	6	Nedføring	0		0	Ingen sporfeltstrøm kommer tilbake her

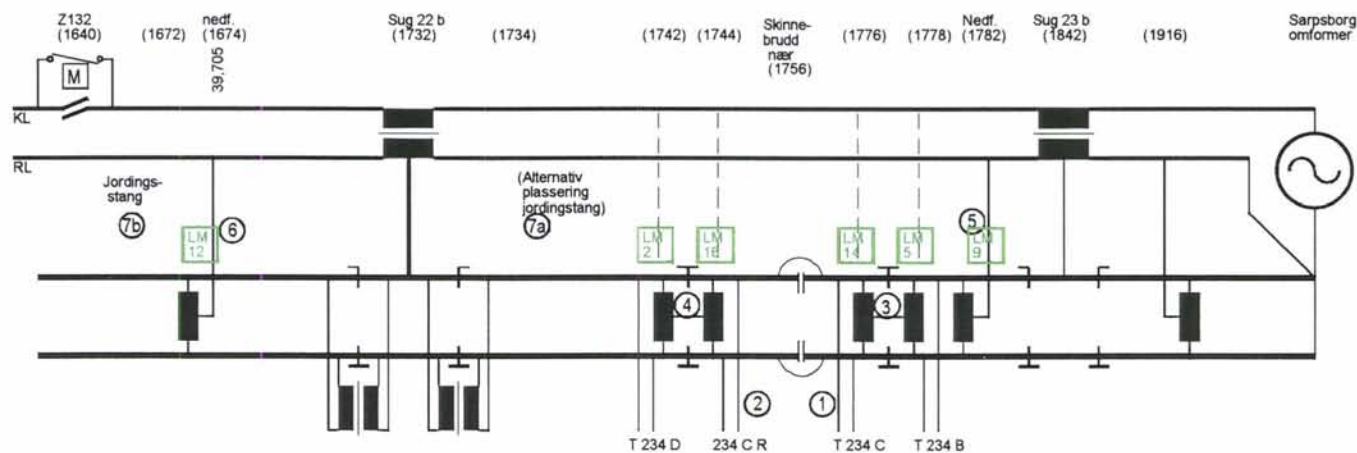
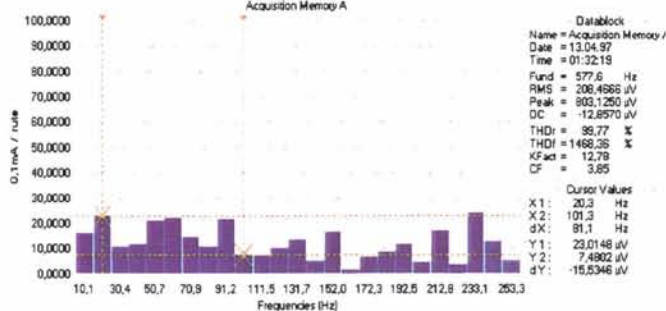
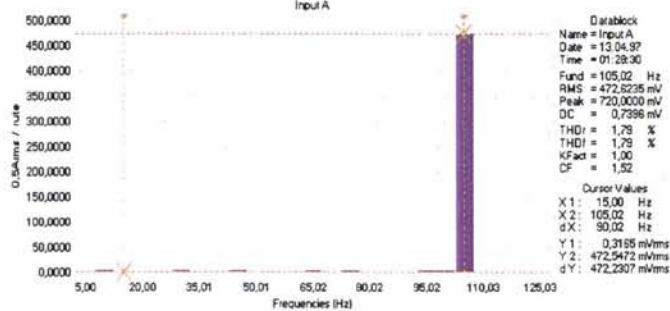
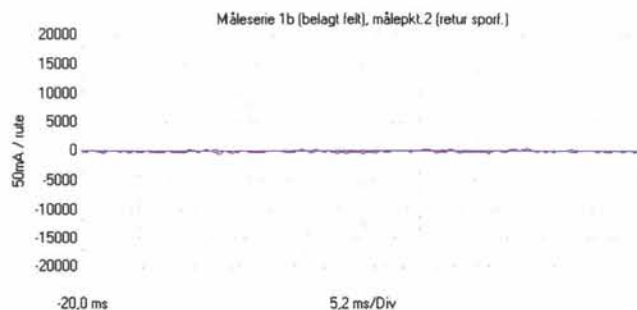
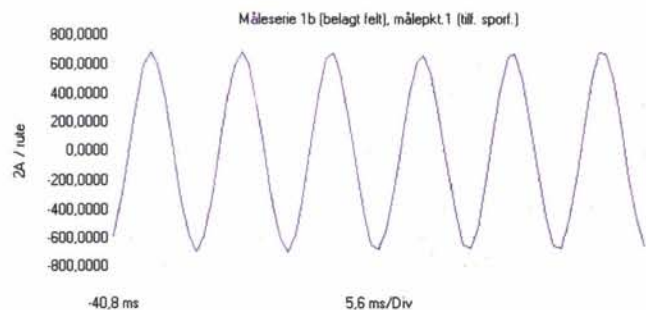
Målte resultater i måleserie 1b (belagt sporfelt)

15	1	Sporf.tilførselT324C	472,62	10	4,7262	Sporfeltet er kortsluttet, mer strøm
17	2	Sporfelt retur 234cR	0		0	Ingen målbar sporf.strøm, releet faller

Resultater, måleserie 1a (fritt sporfelt)



Resultater, måleserie 1b (belagt sporfelt)



5.4.2 Resultater, måleserie 2a og 2b

måleserie	akt.nr	aktivitet	ansvar	ok
	18	innkobling av bryter Z 180	togleder	
seie nr 2a	19	legge strekningen Sarpsborg (Smørbekk?)- Vestby strømløs	Øivind Flugheim	
	20	oppdeling av samleskinner i omformerer i Sarpsborg	Øivind Flugheim	
fritt felt	21	kjør LM-en til mast 1734	Tore M.	
	22	sett opp jordingsstenger fra kl til begge skinnestrenger	Tore M.	
	23	stabil mating av 300 A fra Sarpsborg, avlesning av I, U, P og Q i omformerer	Øivind Flugheim	
	24	målinger punkt 7a (jordingsstengene)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	25	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	26	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	27	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	28	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	29	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	30	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	31	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
	32	målinger punkt 5 (nedføring)	Tore M.	
seie nr 2b	33	kjør LM-en til mast 1776	Tore M.	
	34	målinger punkt 1 (Tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	35	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	
	36	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	37	utkobling av matestrøm fra Sarpsborg	Øivind Flugheim	

Formålet med måleserie 2 a og b

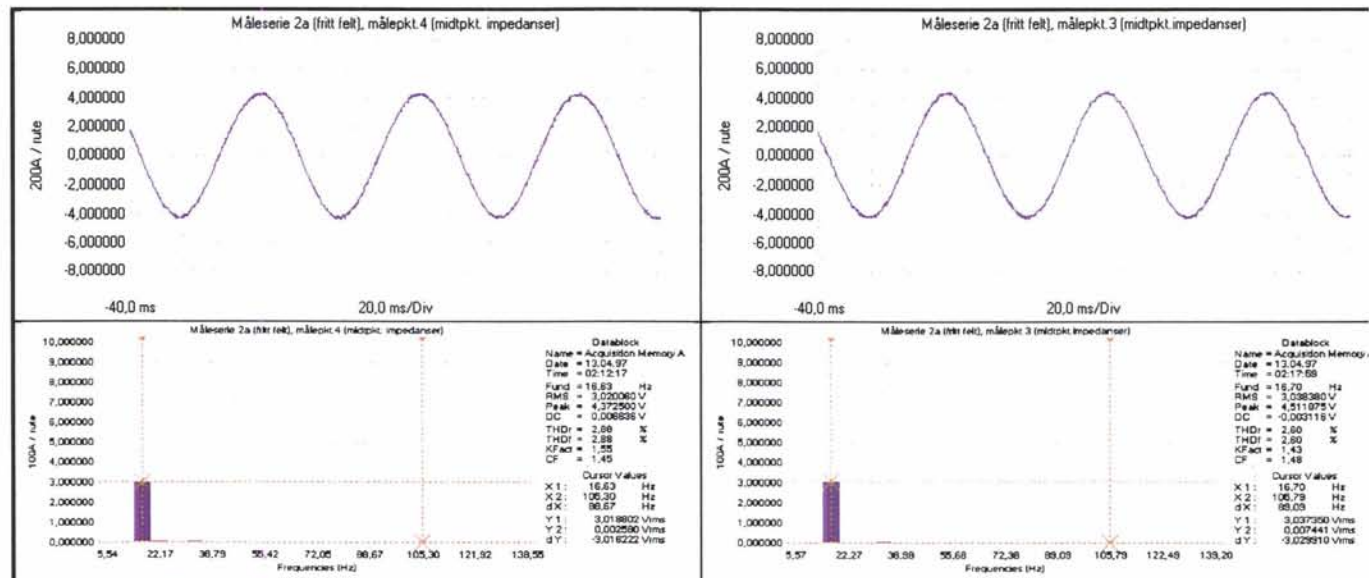
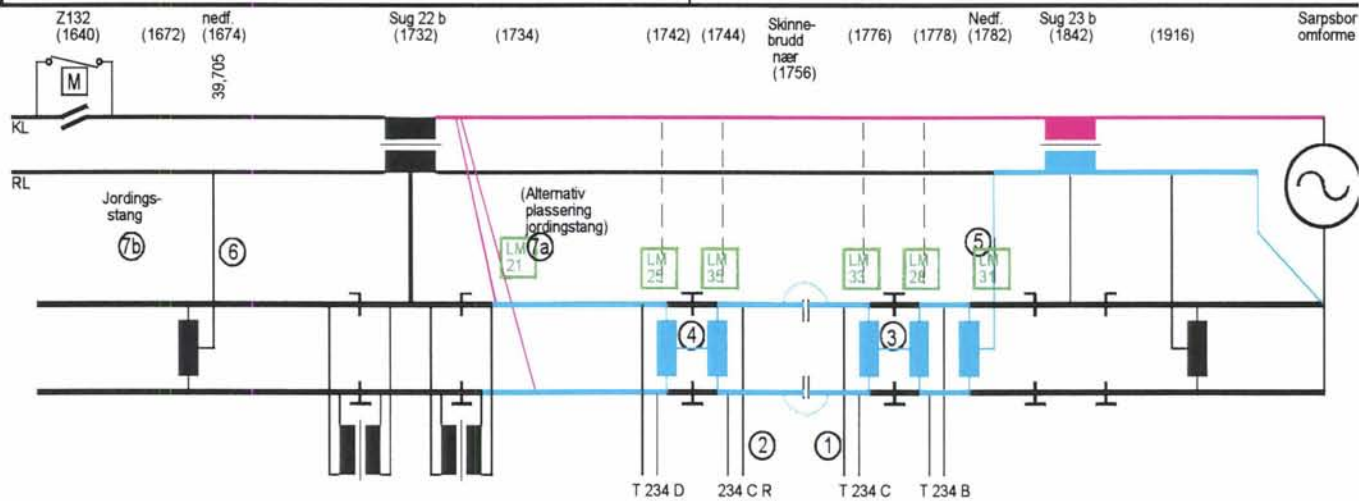
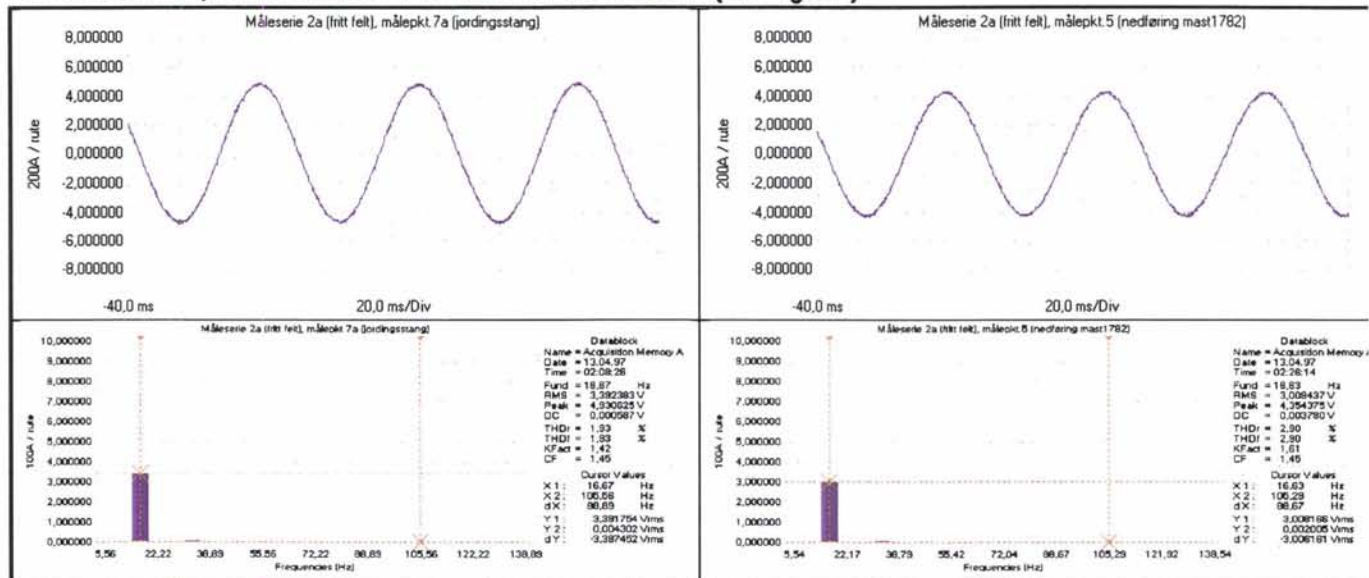
Måleserie 2ab skal vise hvordan anlegget oppfører seg i en normal driftsituasjon når det er tog på sporfelt 234 D som trekker banestrøm (måleserie 2a) og på sporfelt 234 c (måleserie 2b) . Banestrømmen (300A) går ikke gjennom sug 22 b, derfor gjør heller ikke returstrømmen det. Returstrømmen går da i skinnene sørover til nedføring ved mast 1782. Strømmen går gjennom laskene over skinnbruddet.

I måleserie 2a forventes ingen store forandringer fra måleserie 1. I måleserie 2b ser vi hva som forandrer seg ved belagt sporfelt 234c.

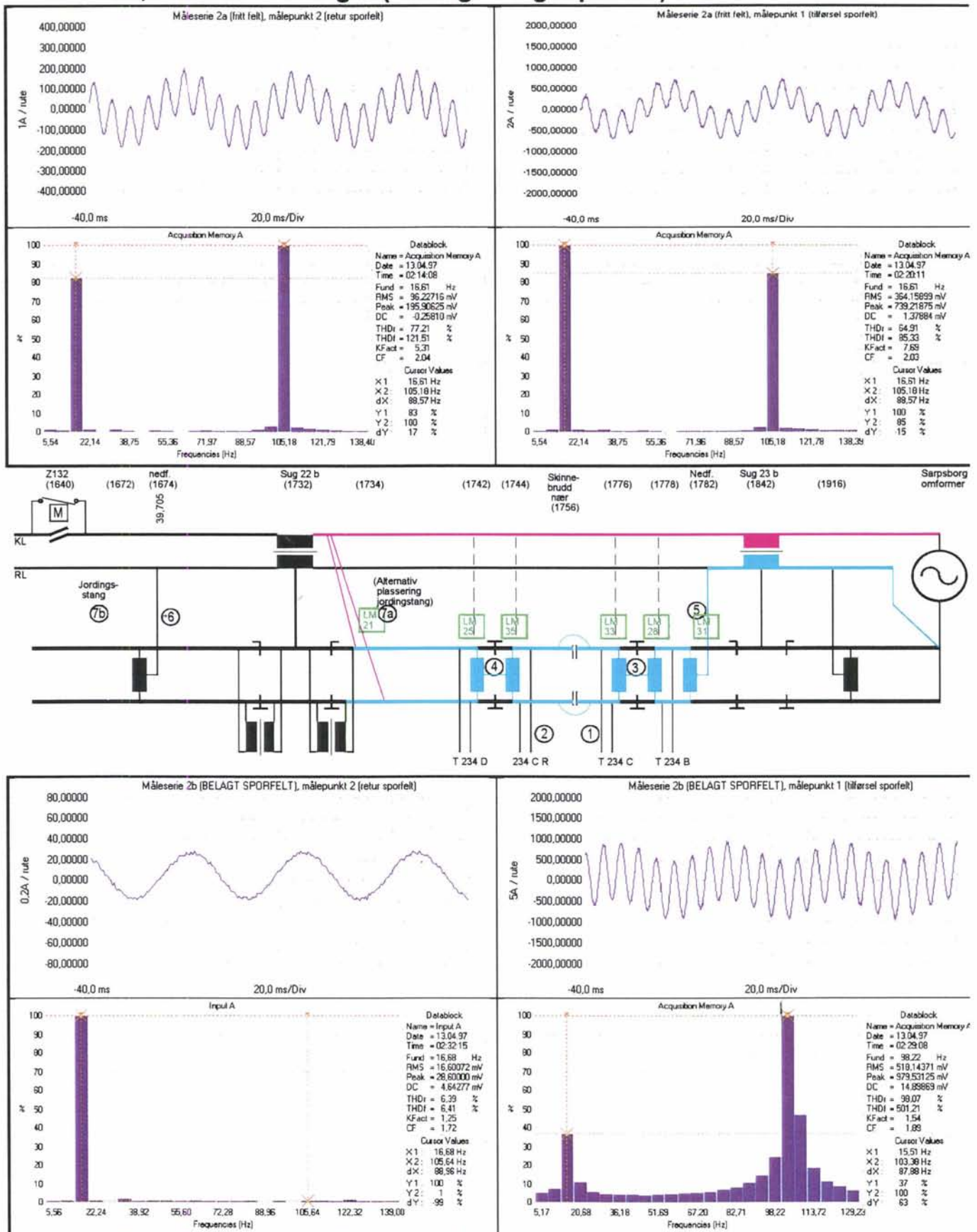
Målte BANESTRØMMER i måleserie 2a (fritt sporfelt)

Aktivitet nr	Målepkt nr	Målepunkt	Verdi mV RMS	Faktor A / V	Verdi A RMS	Kommentar
24	7a	Jordingsstang	3391,8	100	339,18	Vrient å holde matestrømmen konstant
26	4	Midtpkt. impedanser	3018,8	100	301,88	
27	2	Retur sporfelt	96,227	8,3	0,7747	83% av 96,227mV
29	1	Tilførsel sporfelt	364,16	10	3,6416	
30	3	Midtpkt. impedanser	3037,4	100	303,74	
32	5	Nedføring mast1782	3008,2	100	300,82	

Resultater, måleserie 2a BANESTRØM (16²/3Hz)



Resultater, måleserie 2a og b (fritt og belagt sporfelt) SPORFELTSTRØM



Målte SPORFELTSTRØMMER i måleserie 2a (fritt sporfelt)

Aktivitet nr	Målepkt nr	Målepunkt	Verdi mV RMS	Faktor A / V	Verdi A RMS	Kommentar
24	7a	Jordingsstang	4,302	100	0,4302	
26	4	Midtpkt. impedanser	2,580	100	0,258	
27	2	Retur sporfelt	96,227	10	0,9623	Sporfeltreleet trekker til
29	1	Tilførsel sporfelt	364,16	8,5	3,095	85% av 364,16
30	3	Midtpkt. impedanser	7,441	100	0,7441	
32	5	Nedføring mast1782	2,005	100	0,2005	

Målte SPORFELTSTRØMMER i måleserie 2b (belagt sporfelt)

34	1	Tilførsel sporfelt	518,14	10	5,1814	
36	2	Retur sporfelt	16,601	0,1	0,0016	1% av høyeste frekvenskomponent (16Hz)

5.4.3 Resultater, måleserie 2c

måleserie	akt.nr	aktivitet	ansvar	ok
seie nr 2c	38	kjør LM-en til mast 1756	Tore M.	
	39	fjern lasken over et av skinnebruddene	Tore M.	
fritt felt	40	stabil mating av 300 A fra Sarpsborg, avlesning av I, U, P og Q i omformerer	Øivind Flugheim	
	41	kjør LM-en til mast 1782, Jørgen blir igjen ute v/1756 for å måle skinnestrømmer v/skinnebruddet	Tore M. / Jørgen A.	
forsiktig!!!	42	målinger punkt 5 (nedføring)	Tore M.	
	43	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
forsiktig!!!	44	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Hege S .F.	
forsiktig!!!	45	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Hege S .F.	
	46	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
forsiktig!!!	47	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Hege S .F.	
forsiktig!!!	48	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Hege S .F.	
	49	kjør LM-en til mast 1734	Tore M.	
	50	målinger punkt 7a (jordingstengene)	Hege S .F.	
	51	utkobling av matestrøm fra Sarpsborg	Øivind Flugheim	
	52	ta ned jordingstengene (tas med inn i LM-en)	Tore M.	
	53	kjør LM-en til mast 1756, Jørgen blir med videre	Tore M.	
	54	koble tilbake lasken over et av skinnebruddene	Tore M.	

Formålet med måleserie 2c

Før måleserie 2c blir lasken over skinnebrudd på den ene skinnestrengen åpnet. Vi har da et ordentlig skinne-brudd. Returstrømmen går her i skinnene, og blir tvunget til å gå i bare den ene skinnestrengen. Returstrømmen blir også tvunget til å gå gjennom halve impedanser. Jernkjernene i transformatorene i sporfelt tilførsel og retur går da i metning. Impedansene ser ut til å klare 300A gjennom halve viklingen uten alvorlige metningsfenomener.

Her får vi dessuten svaret på hvor sikker **skinnebruddsdeteksjon** med sporfeltene er.

Målingene viser at det går 66mA i returen ved fritt sporfelt og skinnebrudd. Da vil releet falle, og indikere skinnebrudd. Det kan bli mer ved andre lokale forhold.

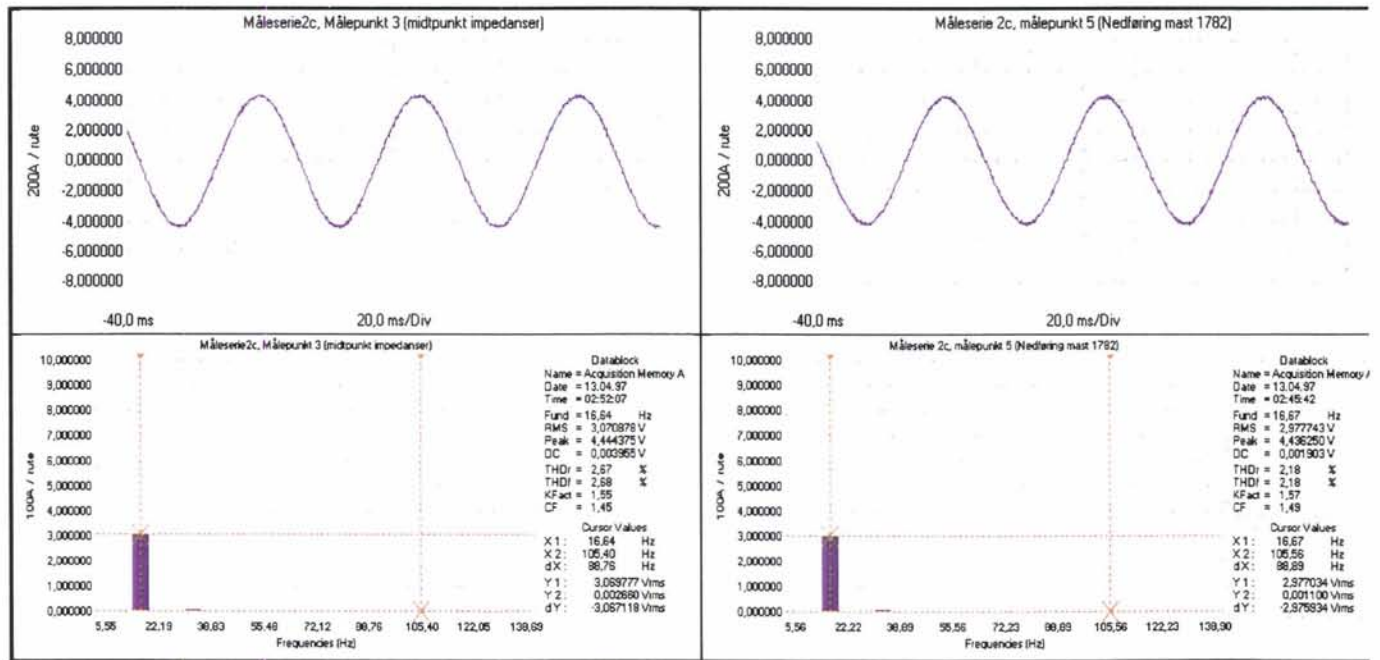
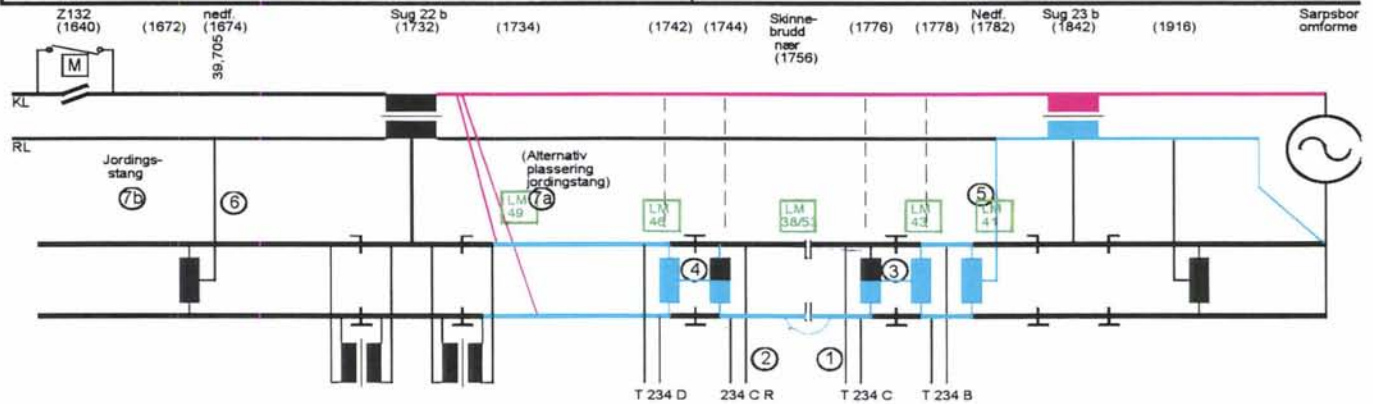
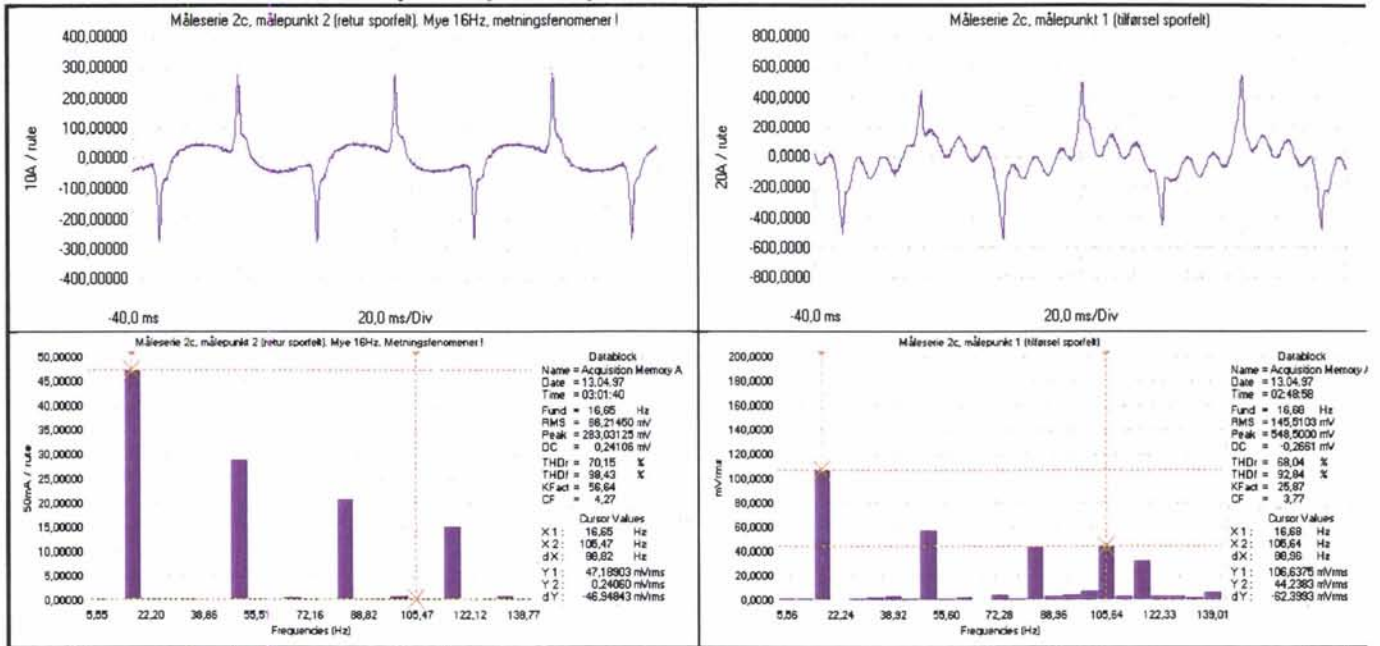
Målte BANESTRØMMER i måleserie 2c (fritt sporfelt)

Aktivitet nr	Målepkt nr	Målepunkt	Verdi mV RMS	Faktor A / V	Verdi A RMS	Kommentar
42	5	Nedføring mast1782	2977,7	100	29,77	
44	1	Tilførsel sporfelt	145,51	100	14,551	
45	3	Midtpunkt impedans	3070,9	100	307,09	
47	4	Midtpunkt impedans	?	10	?	Flatt batteri i måletang? (1,5mhz !)
48	2	Retur sporfelt	66,214	100	6,6214	

Målte resultater i måleserie 2c ved skinnebruddet (fritt sporfelt)

41		Brudt skinnestreng	9,1	100	0,9	Målt med flex-strømtang og multimeter
41		Lask «hel» skinnestr	2900	100	290	Målt med flex-strømtang og multimeter

Resultater, måleserie 2c (fritt sporfelt)



Målte SPORFELTSTRØMMER i måleserie 2c (fritt sporfelt)

Aktivitet nr	Målepkt nr	Målepunkt	Verdi mV RMS	Faktor A / V	Verdi A RMS	Kommentar
42	5	Nedføring mast1782	1,1	100	0,11	
44	1	Tilførsel sporfelt	44,238	100	4,4238	
45	3	Midtpunkt impedans	2,88	100	0,288	
47	4	Midtpunkt impedans	?	10	?	Flatt batteri i måletang ?
48	2	Retur sporfelt	0,2408	100	0,024	

5.4.4 Resultater, måleserie 3

måleserie	akt.nr	aktivitet	ansvar	ok	
seie nr 3a	55	kjør LM-en til mast 1672	Tore M.		
	56	sett opp jordingsstenger fra kl til begge skinnestrenger	Tore M.		
fritt felt	57	stabil mating av 300 A fra Sarpsborg, avlesning av I, U, P og Q i omformerer	Øivind Flugheim		
	58	målinger punkt 7b (jordingsstengene)	Jørgen A. / Hege S .F.		
	59	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.		
	60	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.		
	61	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.		
	62	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.		
	63	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.		
	64	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.		
	65	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.		
	66	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.		
	67	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.		
	68	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.		
	seie nr 3b	69	kjør LM-en til mast 1776	Tore M.	
		70	målinger punkt 1 (Tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	71	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.		
	72	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.		
	73	utkobling av matestrøm fra Sarpsborg	Øivind Flugheim		

Formålet med måleserie 3

Måleserie 3 skal vise hvordan anlegget oppfører seg i en normal driftsituasjon når det er tog nord for sug 22b. Banestrømmen (300A) går da gjennom sug 22 b, derfor gjør også returstrømmen det. Returstrømmen går da hovedsaklig i returledningen. Svært lite av returstrømmen går da gjennom skinnebruddet og impedansene ved målepunkt 3 og 4.

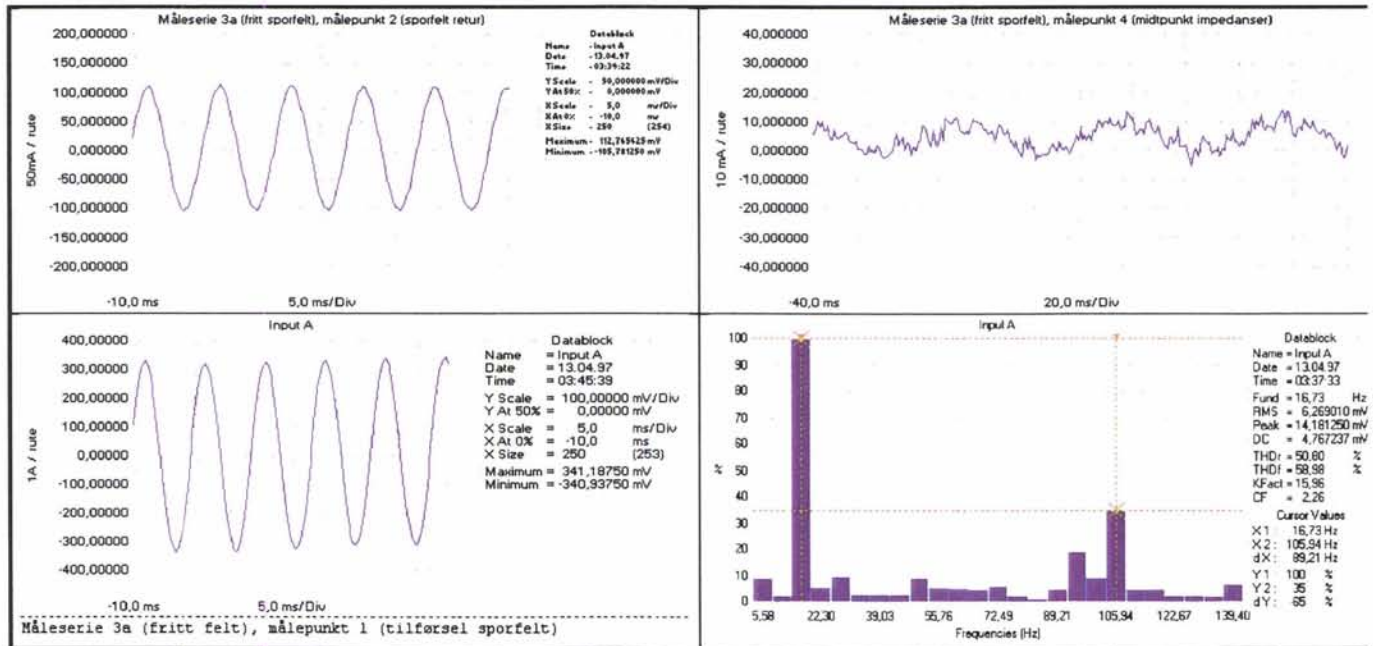
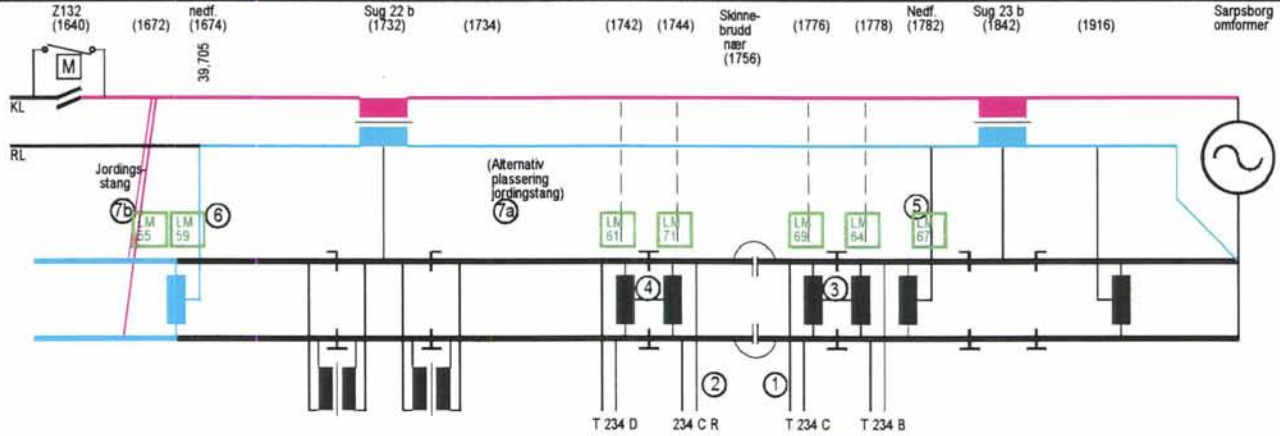
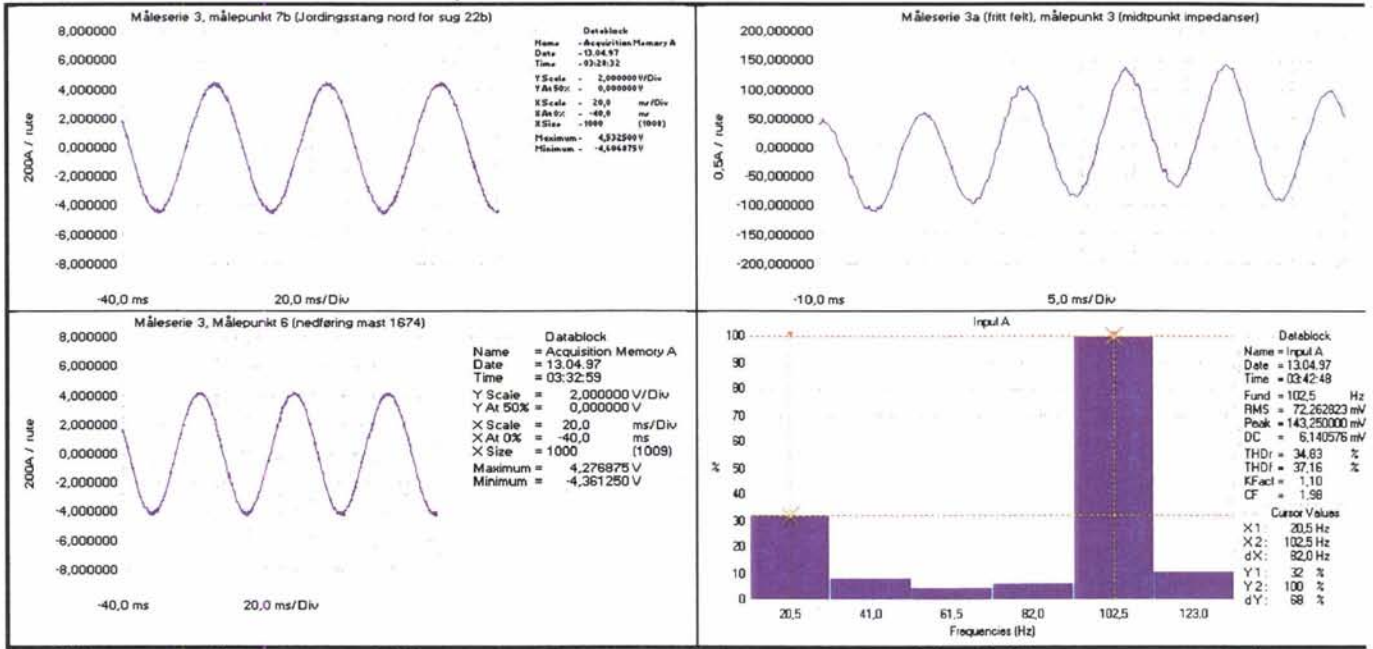
Målte BANESTRØMMER i måleserie 3a (fritt sporfelt)

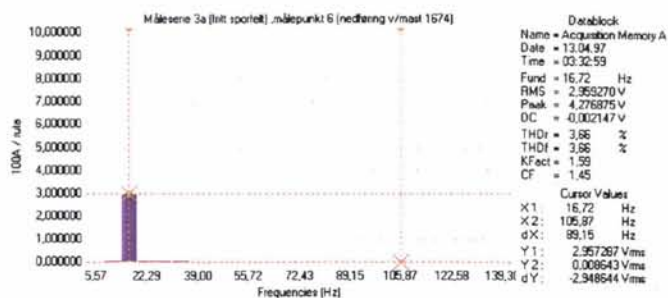
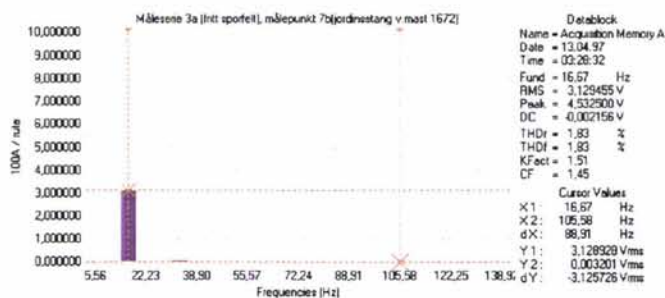
Aktivitet nr	Målepkt nr	Målepunkt	Verdi mV RMS	Faktor A / V	Verdi A RMS	Kommentar
58	7b	Jordingsstenger	3070,9	100	307,09	Null sporfelt-strøm (105Hz-komponent)
60	6	Nedføring mast1674	2959,3	100	295,93	Null sporfelt-strøm (105Hz-komponent)
62	4	Midtpunkt impedans	6,2690	10	0,0627	22mA sporfeltstrøm (35% 105Hz-komp)
63	2	Sporfelt retur	75,263	10	0,7526	7,5mA banestrøm (1% 16Hz)
65	1	Sporfelt tilførsel	233,65	10	2,3365	70mA banestrøm (3% 16Hz)
66	3	Midtpunkt impedans	72,263	10	0,7226	231mA banestrøm (32% 16Hz)

Målte resultater i måleserie 3b (belagt sporfelt)

70	1	Tilførsel sporfelt	511	10	5,11	Null banestrøm (16 Hz)
72	2	Retur sporfelt	?		?	261 kHz (flatt batteri i strømtang?)

Resultater, måleserie 3a (fritt sporfelt)





Målte SPORFELTSTRØMMER i måleserie 3a (fritt sporfelt)

Aktivitet nr	Målepkt nr	Målepunkt	Verdi mV RMS	Faktor A / V	Verdi A RMS	Kommentar
58	7b	Jordingsstenger	0	100	0	
60	6	Nedføring mast1674	0	100	0	
62	4	Midtpunkt impedans	2,2	10	0,022	
63	2	Sporfelt retur	0,75	10	0,0075	
65	1	Sporfelt tilførsel	7	10	0,07	
66	3	Midtpunkt impedans	23,1	10	0,231	

5.4.5 Resultater, måleserie 4

måleserie	akt.nr	aktivitet	ansvar	ok
serie nr 4a	74	kjør LM-en til mast 1732 (sugetransformator)	Tore M.	
	75	koble lasker over alle fire skjøtene ved nullfeltet	Tore M.	
fritt felt	76	fjern forbindelsen fra sugetransformator til nullskinne	Tore M.	
	77	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
	78	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	79	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	80	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	81	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	82	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	83	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	84	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	85	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
serie nr 4b	86	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	87	kjør LM-en til mast 1776	Tore M.	
belagt felt	88	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	89	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	
	90	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	

Formålet med måleserie 4

Et av hovedformålene med dette prosjektet er å finne ut om 0-feltene ved sugetransformatorer kan kortsluttes uten konsekvenser for sporfeltene og skinnebruddsdeteksjonen i sporfeltene. Her strappes 0-feltet over. Banestrømmen koples ut for å kunne måle sporfeltstrøm uten forstyrrelser fra den.

Her er ikke skinnebruddet åpnet ennå. (Det skjer i måleserie 6)

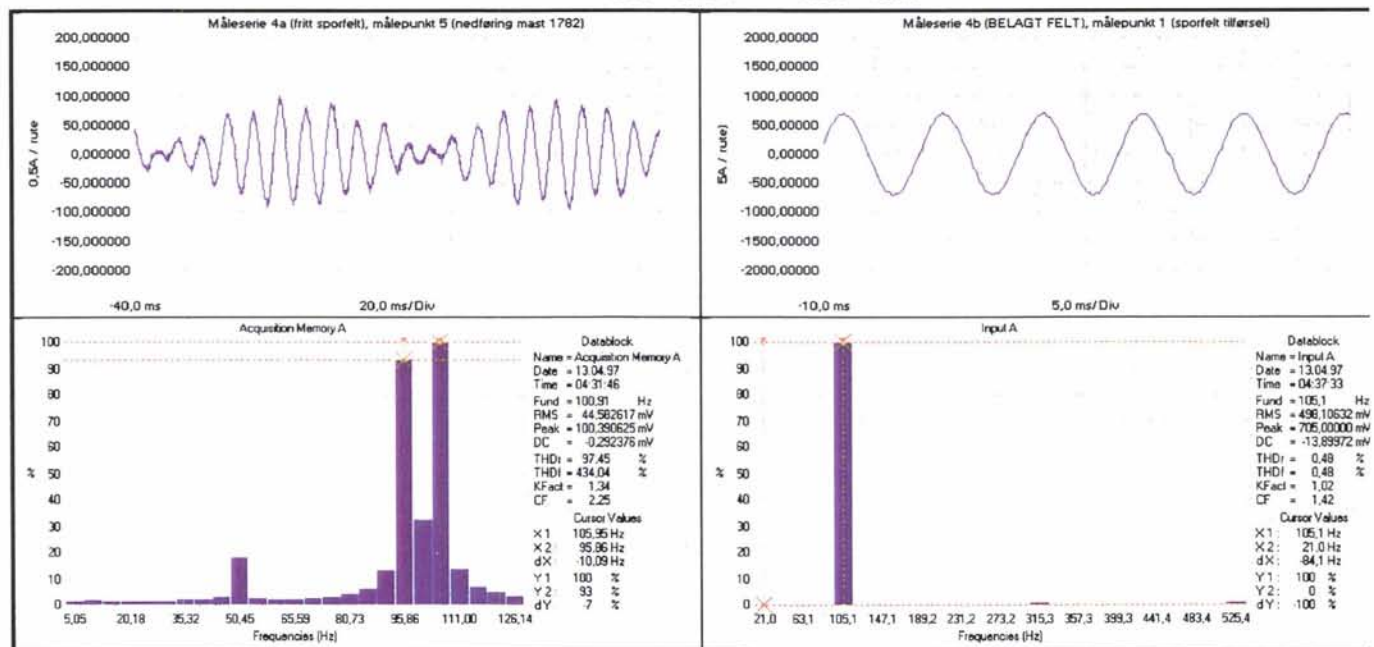
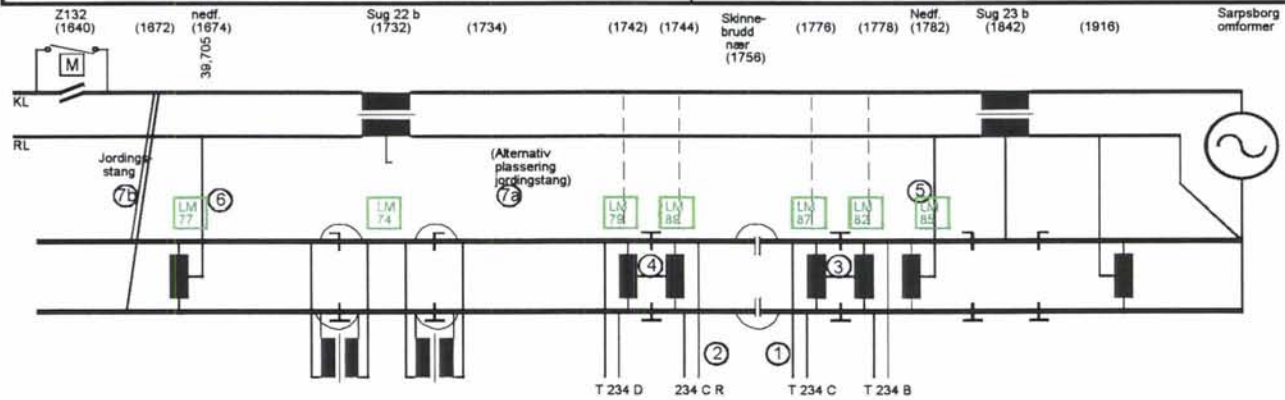
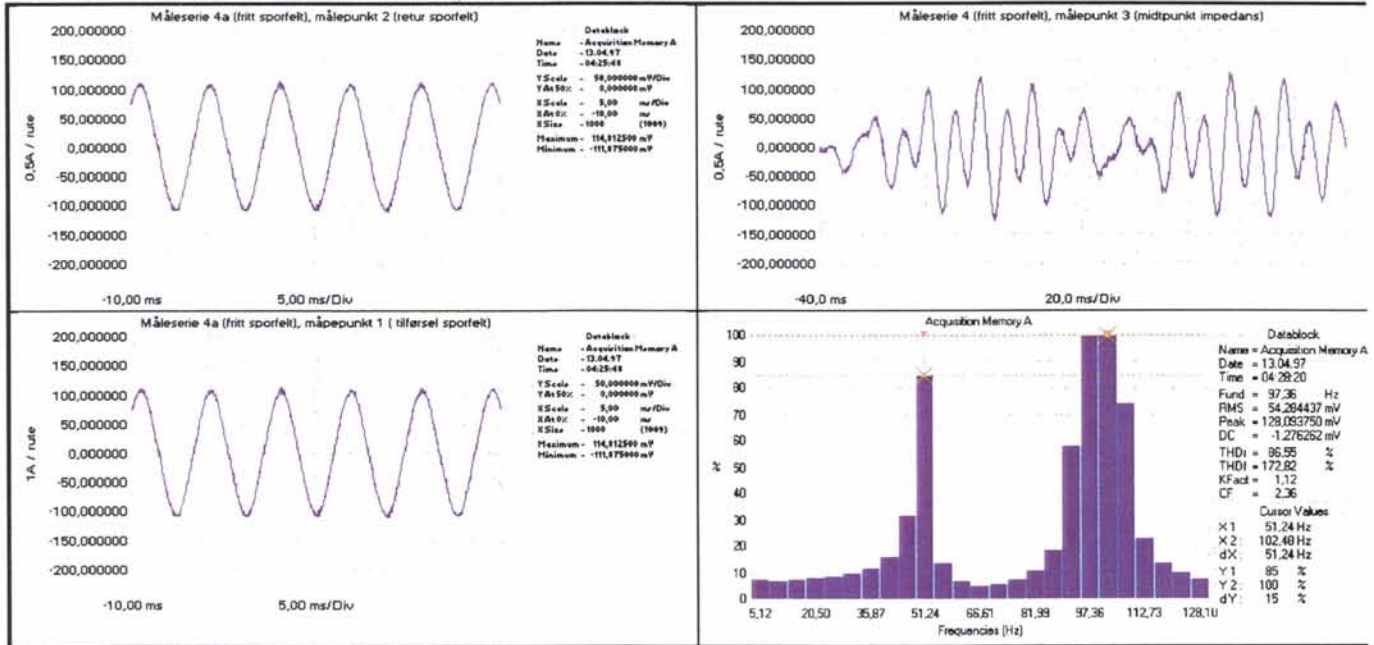
Målte resultater i måleserie 4a (fritt sporfelt)

Aktivitet nr	Målepkt nr	Målepunkt	Verdi mV RMS	Faktor A / V	Verdi A RMS	Kommentar
78	6	Nedføring mast1674	0		0	
80	4	Midtpunkt impedans	0		0	
81	2	Retur sporfelt	75,612	10	0,7561	
83	1	Tilførsel sporfelt	235,61	10	2,3561	
84	3	Midtpunkt impedans	54,284	10	0,5428	
86	5	Nedføring mast1782	44,583	10	0,4458	

Målte resultater i måleserie 4b (belagt sporfelt)

88	1	Tilførsel sporfelt	498,11	10	4,9811	
90	2	Retur sporfelt	6,3	10	0,063	Overveiende støy

Resultater, måleserie 4a (fritt sporfelt)



5.4.6 Resultater, måleserie 6

måleserie	akt.nr	aktivitet	ansvar	ok
seie nr 6a	109	kjør LM-en til mast 1756	Tore M.	
	110	fjern lasken over et av skinnebruddene	Tore M.	
fritt felt	111	kjør LM-en til mast 1782	Tore M.	
	112	målinger punkt 5 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	113	kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	114	målinger punkt 1 (tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	115	målinger punkt 3 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	116	kjør LM-en til mast 1742	Tore M.	
	117	målinger punkt 4 (midtpunkt impedanser)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	118	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	119	kjør LM-en til mast 1674	Tore M.	
	120	målinger punkt 6 (nedføring)	Jørgen A. / Hege S .F.	
	121	kjør LM-en til mast 1672	Tore M.	
	122	målinger punkt 7b (jordingstengene)	Jørgen A. / Hege S .F.	
seie nr 6b	123	kjør LM-en til mast 1744	Tore M.	
	124	målinger punkt 2 (retur sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	
belagt felt	125	Legg igjen kontaktmagneter over skinnene ved mast 1744 (simulere belegg på sporfeltet) kjør LM-en til mast 1778	Tore M.	
	126	målinger punkt 1 (Tilførsel sporfelt)	Jørgen A. / Hege S .F.	

Formålet med måleserie 6

I måleserie 6 er 0- feltet fjernet, og det er åpnet skinnebrudd. Ingen banestrøm går. Her vil det vise seg om sporfeltene fremdeles detekterer skinnebrudd når 0- feltet er fjernet. Vi ser en mulighet for at sporfeltsignalet kan komme en snikvei via returledningen, og holde sporfeltsreleet optrukket ved skinnebrudd.

Målingene viser at det går 0,37A i returkretsen ved fritt sporfelt. Det er nok til å holde releet trukket. Dermed har vi mistet skinnebruddsdeteksjonen ved å fjerne 0-feltet.

Det vil avhenge av lokale forhold om skinnebruddsdeteksjonen mistes eller ei.

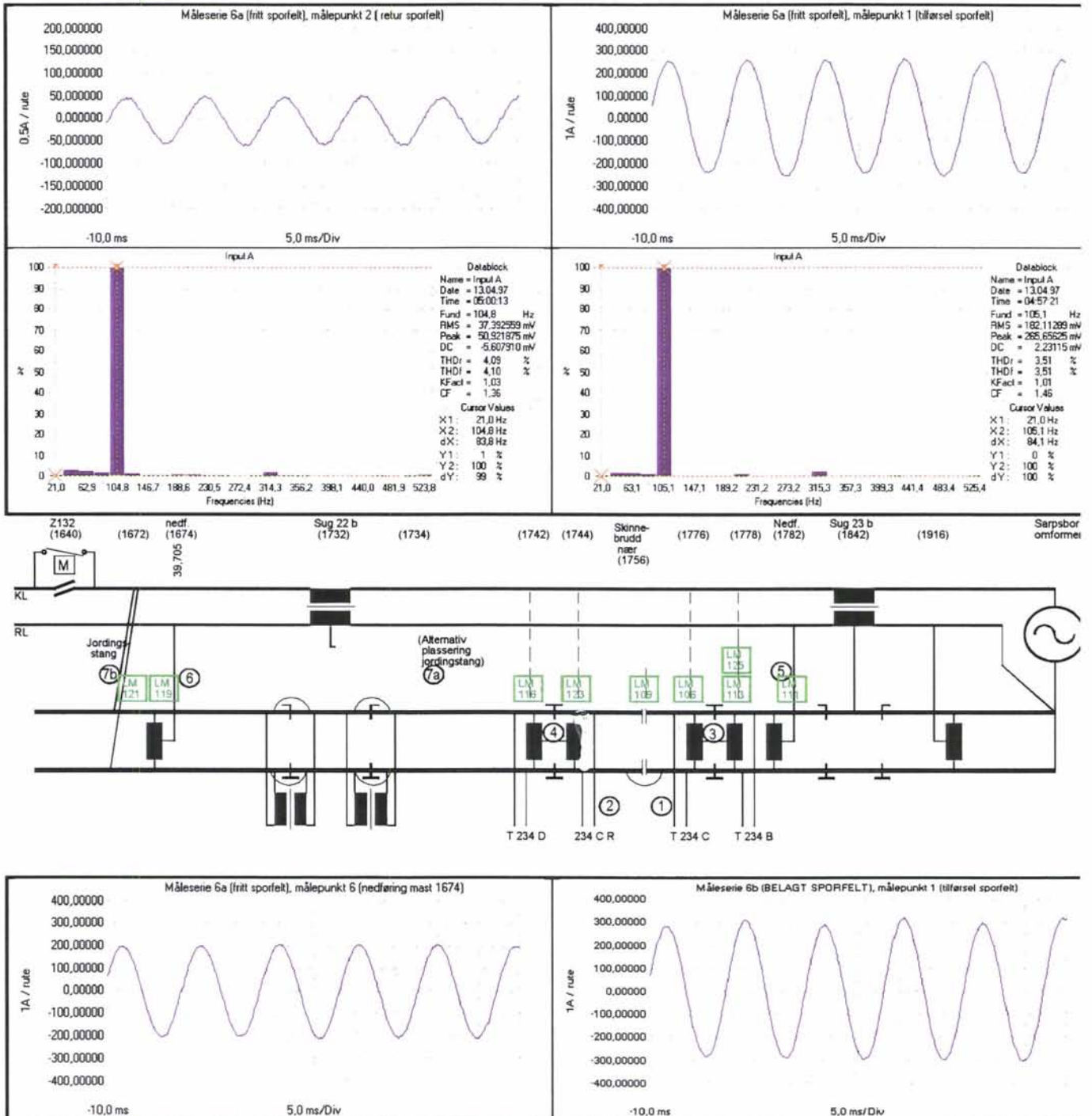
Målte resultater i måleserie 6a (fritt sporfelt)

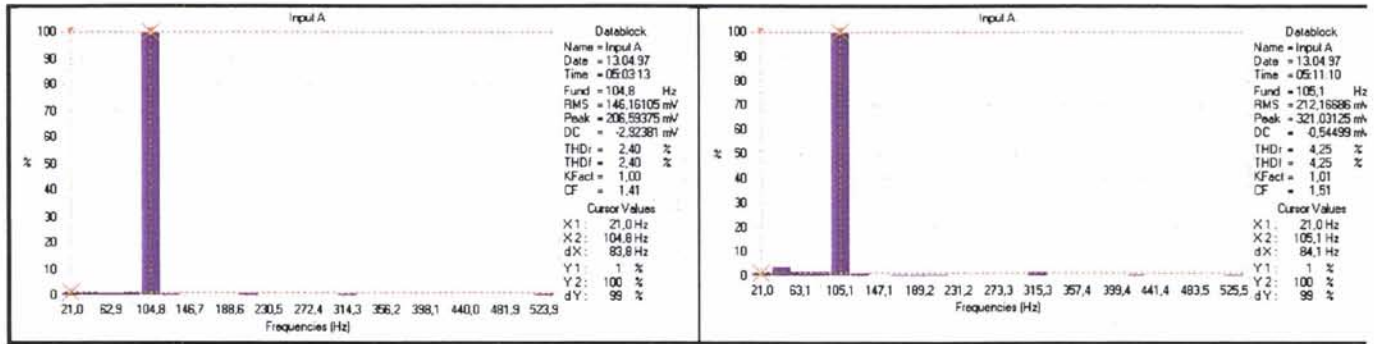
Aktivitet nr	Målepkt nr	Målepunkt	Verdi mV RMS	Faktor A / V	Verdi A RMS	Kommentar
112	5	Nedføring mast1782	?	10	?	750mA støy, 246kHz !
114	1	Sporfelt tilførsel	182,11	10	1,8211	
115	3	Midtpkt. impedanser	0	10	0	Mistenkelig ! Instrumentsvikt ?
117	4	Midtpkt. impedanser		10		Tapt målefil
118	2	Retur sporfelt	37,393	10	0,3739	Releet TREKKER !
120	6	Nedføring mast1674	146,16	10	1,4616	Her kommer sporfeltstrømmen snikveien

Målte resultater i måleserie 6b (belagt sporfelt)

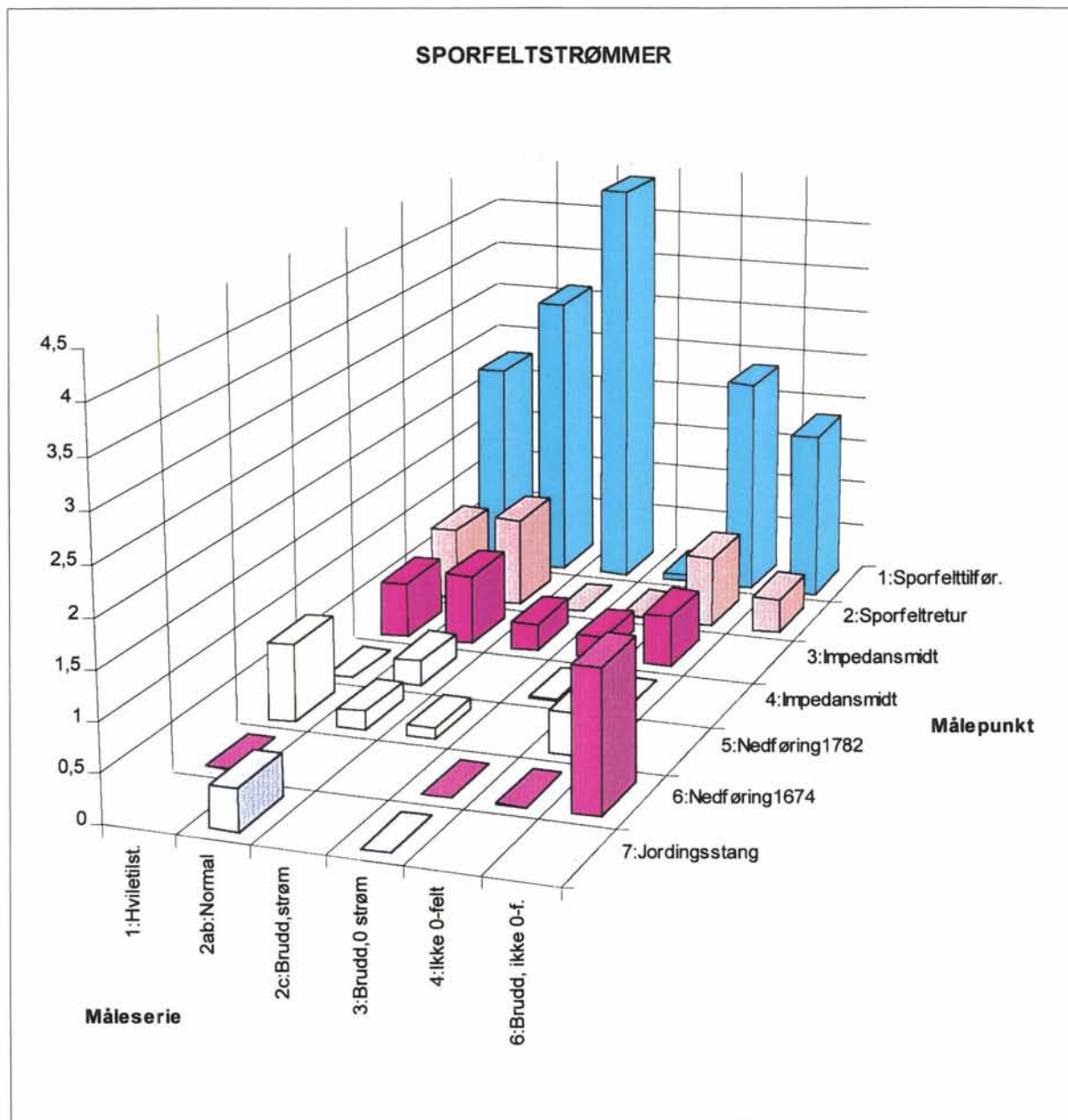
124	2	Retur sporfelt	?	10	?	13mA HF støyspiker
126	1	Tilførsel sporfelt	212,17	10	2,1217	

Resultater, måleserie 6





6. Konklusjoner



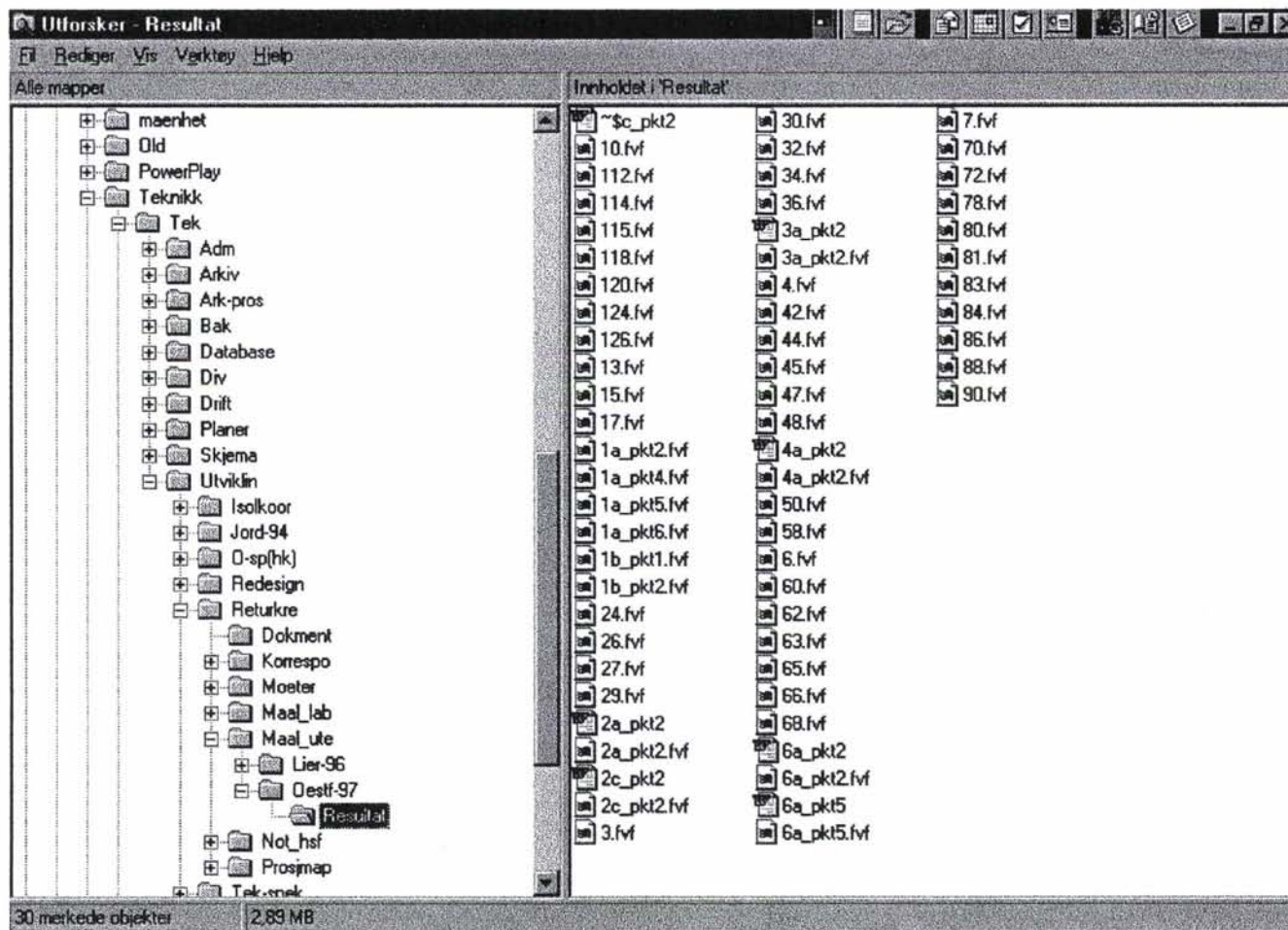
Diskusjon av måleresultatene

Ovenstående figur gir et godt overblikk over hvor dan sporfeltstrømmene varierer avhengig av sted og hva som foregår. Bakerst i blått ser man de strømmene som går ut i skinnene ved sporfelt tilførselen. Når det er skinnebrudd (måleserie 3), går det lite sporfeltstrøm ut i skinnene. I måleserie 2c foreligger sannsynligvis en målefeil. Det er ikke logisk at det går ut mer sporfeltstrøm bare fordi banestrømmen øker. Men ved fjernet 0-felt og skinnebrudd (måleserie 6) får sporfeltstrømmen en utilsiktet strømvei. Man ser den igjen med dobbelt styrke i nedføringen ved mast 1674 (målepunkt 6).

De røde søylene bakerst er sporfelt returstrømmene (de som skal holde sporfeltreleet tiltrukket ved fritt felt). Man ser tydelig at normalt blir returstrømmen tilnærmet null ved skinnebrudd (måleserie 3 og 4). Hvis man fjerner 0-feltet, og det er skinnebrudd (måleserie 6), så har man en tydelig strøm i returretsen. Det viser at man mister skinnebruddsdeteksjonen hvis man fjerner 0-feltene.

Vedlegg 2.4	Filer for måleresultater
-------------	--------------------------

Filer for måleresultater fra målinger 13.04.97 på Østfoldbanen



Filene for alle målekurver er tilgjengelig på R:\teknikk\ hos JBV Region Sør. Filene er lagret i formatet til programvaren "FlukeView" (for Windows) som følger med måleinstrumentet Fluke 123. Navnet på filen stemmer overens med sjekklisen for aktiviteter, for eksempel: I aktivitet nr 6 ble det utført målinger på punkt 1. Resultatet er lagret som 6.fvf. Resultatet fra aktivitet 7 er lagret som 7.fvf, ... osv.

Vedlegg 2.5

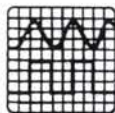
Produktblad for Fluke 123 (scopmeter)
og LEM flex (fleksibel strømtang)

Industrial ScopeMeter®

123

FLUKE®

o Bruksanvisning



INSTRUTEK $\frac{A}{S}$

ELEKTRONIKK- OG PROSESSINSTRUMENTER

3261 Larvik. Tlf.: 33 12 56 22. Fax: 33 12 57 50



Fluke 123 ScopeMeter

Fluke 123 ScopeMeter

Kapitel 4

Spesifikasjoner

Innledning

Ytelseegenskaper

FLUKE garanterer at egenskapene uttrykt i numeriske verdier er innenfor de oppgitte toleranser. Angitte utenfor-toleranse numeriske verdier indikerer slike som nominelt kan forventes fra gjennomsnittet av en serie identiske ScopeMeter prøveverktøy.

Miljødata

Miljødataene i denne håndboken er basert på resultater fra produsentens kontrollprosedyrer.

Sikkerhetsegenskaper

Prøveverktøyet er utformet og testet ifølge standardene ANSI/ISA S82.01-1994, EN 61010.1 (1993) (IEC1010-1), CAN/CSA-C22.2 No. 1010.1-92 (inkludert godkjenning), UL3111-1 (inkludert godkjenning). Sikkerhetskrav for elektrisk utstyr for måling, kontroll og laboratoriebruk.

Denne håndboken inneholder opplysninger og advarsler som må følges av brukeren for å sikre forsvarlig betjening og for å holde instrumentet i sikker stand. Bruk av instrumentet på en annen måte enn det som er angitt av produsenten kan føre til svekkelse av instrumentvernet.

55

Fluke 123

Bruksanvisning

Dobbeltinngangsskop

Vertikal

Frekvensrespons

Likespennings (DC)-koblet:

uten prober og prøveledninger:.....DC til 20 MHz (-3 dB)

med STL 120 1:1 skjermede prøveledninger:.....

DC til 12,5 MHz (-3 dB)

DC til 20 MHz (-6 dB)

med PM8918 10:1 probe (tilleggsutstyr):.....

DC til 20 MHz (-3 dB)

Vekselspennings (AC)-koblet (dempet LF):

uten prober og prøveledninger <10 Hz (-3dB)

med STL120 <10 Hz (-3dB)

med PM8918 <1Hz (-3 dB)

Stigetid

uten prober og prøveledninger.....<17.5 ns

Inngangsimpedans

uten prober og prøveledninger.....1 M Ω /12 pF

med BB1201 M Ω /20 pF

med STL120.....1 M Ω /225 pF

med PM8918.....10 M Ω /15 pF

Følsomhet..... 5 mV til 500 V/innd.

Visningsinnstillinger A, -A, B, -B

⚠ Maks. Inngangsspenning A og B

direkte eller med prøveledninger..... 600 Vrms

med BB120..... 300 Vrms

(Se "Sikkerhet" for flere opplysninger)

⚠ Maks. Flytende spenning

fra en terminal til jord..... 600 Vrms

opptil 400 Hz

Oppløsning8 bit

Vertikal nøyaktighet..... $\pm(1\% + 0,05$ område/innd.)

Maks. Vertikal bevegelse..... ± 4 inndelinger

Dobbeltinnngangs autoområdemeter

Nøyaktighetene for alle målinger er innenfor \pm (% av avlesning + antall tellinger) fra 18 °C til 28 °C. Legg til 0,1x (spesifikk nøyaktighet) for hver °C under 18 °C eller over 28 °C. For spenningsmålinger med 10:1-probe, legges det til +1% usikkerhet.

Minst en bølgeformsperiode må være synlig på skjermen.

Inngang A og Inngang B

Likespenning (VDC)

Områder: 500 mV, 5V, 50V, 500V, 1250V

Nøyaktighet \pm (0.5% +5 tellinger)

Normalstillingsforkastelse (SMR) >60 dB
v/ 50 eller 60 Hz \pm 1%

Fellesstillingforkastelse (CMRR) >100 dB v/ DC
>60 dB v/ 50, 60, or 400 Hz

Avlesning i full skala 5000 tellinger

Virkelig RMS-spenning (VAC og VAC+DC)

Områder 500 mV, 5V, 50V, 500V, 1250V

Nøyaktighet for 5 til 100% av område

DC-koblet:

DC til 60 Hz (VAC+DC) \pm (1% +10 tellinger)

1 Hz til 60 Hz (VAC) \pm (1% +10 tellinger)

AC eller DC-koblet:

60 Hz til 20 kHz \pm (2.5% +15 tellinger)

20 kHz til 1 MHz \pm (5% +20-tellinger)

1 MHz til 5 MHz \pm (10% +25 tellinger)
5 MHz til 12,5 MHz \pm (30% +25 tellinger)
5 MHz til 20 MHz (uten prober og
prøveledninger) \pm (30% +25 tellinger)

AC-koblet med 1:1 (skjermede) prøveledninger

60 Hz (6 Hz med 10:1 probe) -1,5%

50 Hz (5 Hz med 10:1 probe) -2%

33 Hz (3,3 Hz med 10:1 probe) -5%

10 Hz (1 Hz med 10:1 probe) -30%

DC-undertrykkelse (bare VAC) >50 dB

Fellesstillingforkastelse (CMRR) >100 dB @ DC
>60 dB v/ 50, 60, eller 400 Hz

Avlesning i full skala 5000 tellinger

Avlesningen er avhengig av signalets amplitudedefaktor.

Spissfaktorer (PEAK)

Innstillinger: Maks. spiss, Min. spiss eller spiss-til- spiss.

Områder 500 mV, 5V, 50V, 500V, 1250V

Nøyaktighet:

Maks. spiss eller min. spiss 5% av full skala

Spiss-til-spiss 10% av full skala

Avlesning i full skala 500 tellinger

Frekvens (Hz)

Områder 1 Hz, 10 Hz, 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz,
100 kHz, 1 MHz, 10 MHz, 40 MHz

Frekvensområde for kontinuerlig Auto Set:

15 Hz (1 Hz) til 30 MHz

59

Fluke 123

Bruksanvisning

Nøyaktighet:

1 Hz til 1 MHz \pm (0,5% +2 tellinger)

1 MHz til 10 MHz \pm (1.0% +2 tellinger)

10 MHz til 40 MHz \pm (2.5% +2 tellinger)

Avlesning i full skala 10 000 tellinger

Driftssyklus (DUTY)

Område 2% til 98%

Frekvensområde for kontinuerlig Auto Set:
15 Hz (1 Hz) til 30 MHz

Nøyaktighet:

1 Hz til 1 MHz \pm (0,5% +2 tellinger)

1 MHz til 10 MHz \pm (1.0% +2 tellinger)

10 MHz til 40 MHz \pm (2.5% +2 tellinger)

Resolution 0,1%

Pulsbredde (PULSE)

Frekvensområde for kontinuerlig Auto Set:
15 Hz (1 Hz) til 30 MHz

Nøyaktighet:

1 Hz til 1 MHz \pm (0,5% +2 tellinger)

1 MHz til 10 MHz \pm (1.0% +2 tellinger)

10 MHz til 40 MHz \pm (2.5% +2 tellinger)

Avlesning i full skala 1000 tellinger

Ampere (AMP) med en ekstra strømprobe

Områder som VDC, VAC, VAC+DC, eller PEAK

Skalafaktor 1 mV/A, 10 mV/A, 100 mV/A, og 1 V/A.

Nøyaktighet som VDC, VAC, VAC+DC, eller PEAK
(legg til usikkerhet i strømprobe)

Temperatur (TEMP) med en ekstra temperaturprobe

Område 200 °C/div (200 °F/div)

Følsomhet 1 mV/°C og 1 mV/°F.

Nøyaktighet som VDC (legg til usikk. i temp. probe)

Desibel (dB)

0 dBV 1V

0 dBm (600 Ω /50 Ω) 1 mW over 600 Ω eller 50 Ω

dB på VDC, VAC, eller VAC+DC

Avlesning i full skala 1000 tellinger

Toppfaktor (CREST)

Område 1 til 10

Nøyaktighet \pm (5% +1 telling)

Avlesning i full skala 100 tellinger

Fase (PHASE)

Stilling A til B, B til A

Område 0 til 359 grader

Nøyaktighet \pm (1 grad +1 telling)

Oppløsning 1 grad

Inngang A

Ohm (Ω)

Områder 50 Ω , 500 Ω , 5 k Ω , 50 k Ω ,
500 k Ω , 5 M Ω , 30 M Ω

Nøyaktig \pm (0.6% +5 tellinger)

Avlesning i full skala:

500 Ω til 5 M Ω 5000 tellinger

30 M Ω 3000 tellinger

Fluke 123, samt standardtilbehøret, oppfyller EEC-direktivet 89/336 for EMC immunitet, som definert i IEC1000-4-3, med tillegg av følgende tabeller:

Stråleforvrengning med STL120

Tabell 1.

Stråleforstyrrelse	E=3 V/m	E=10 V/m
Frekvensområde 10 kHz til 27 MHz	50 mV/inn. til 500 V/inn.	200 mV/inn. til 500 V/inn.
Frekvensområde 27 MHz til 1 GHz	50 mV/inn. til 500 V/inn.	50 mV/inn. til 500 V/inn.

Tabell 2.

Forvrengning mindre enn 10% av skala	E=3 V/m	E=10 V/m
Frekvensområde 10 kHz til 27 MHz	10 mV/inn. til 20 mV/inn.	50 mV/inn. til 100 mV/inn.
Frekvensområde 27 MHz til 1 GHz	5 mV/inn. til 20 mV/inn.	-

(-): ingen synlig avvikelse

Prøveverktøyområder som ikke er tatt med i tabell 1 og 2 kan ha avvikelser på mer enn 10% av full skala.

Fluke 123
Bruksanvisning

Multimeteravvikelse

- VAC, og VAC+DC med STL120 og kort jordingsledning.
- OHM, CONT, DIODE, og CAP med STL120, og sort prøveledning til COM.

Tabell 3.

Forvrengning mindre enn 1% av full skala	E=3 V/m	E=10 V/m
Frekvensområde 10 kHz to 25 MHz VDC, VAC, VAC+DC OHM, CONT, DIODE CAP	500 mV til 1250 V 500Ω til 30 MΩ 50 nF til 500 μF	500 mV til 1250 V 500Ω til 30 MΩ 50 nF til 500 μF
Frekvensområde 25 MHz til 1 GHz VDC, VAC, VAC+DC OHM, CONT, DIODE CAP	500 mV til 1250 V 500Ω til 30 MΩ 50 nF til 500 μF	500 mV til 1250 V 500Ω til 30 MΩ 50 nF til 500 μF

Prøveverktøyområder som ikke er tatt med i tabell 3 kan ha avvikelser på mer enn 10% av full skala.

LEM~flex AC Current Probe

Model RR 300-SD/24, 36, 48
Model RR 3000-SD/24, 36, 48
Model RR 6000-SD/24, 36, 48

Single Phase, Current Probe
Manual Item No. 040978
Rev. B

Installation, Operation
and Service Instructions

WARRANTY

LEM warrants that the apparatus delivered will be of kind and quality described in the order or contract. In connection with the apparatus sold, LEM agrees to correct any defect(s) in workmanship or material which may develop under proper and normal use during the period of one year from the date of shipment. Correction shall be in the form of repair or replacement of the defective part(s), freight paid by the customer both ways. Such correction shall constitute a fulfillment of all LEM liabilities in respect to said apparatus. In no event shall LEM be liable for consequential damage.

THE NOISE SPECIFICATION IN THE
MANUAL IS NOT CORRECT. THE
NOISE SPECIFICATION SHOULD BE:
"<10mVac MAXIMUM".

REVISION HISTORY

<u>Page</u>	<u>Rev.</u>	<u>Revision Summary</u>	<u>Date</u>
all	New	First Issue	12/95
all	A	Second Issue	04/96
11,12	B	Revise Specifications	10/96

TABLE OF CONTENTS

<u>Par.</u>	<u>Title</u>	<u>Page</u>
1-1	!! SAFETY SUMMARY !! (<u>Do not use until you read this</u>) .	4
1-2	Safety symbols	4
1-3	Overview & Description	5
1-4	LEM~flex AC Current Transducer	6
1-5	External Power Supply	7
1-6	Installation	7
1-7	Maintenance	8
1-8	Battery Replacement	10
2-1	Specifications	11

LIST OF FIGURES

1-1	RR 3000-SD Current Probe Electronics Package	5
1-2	Output Signal Cable and Adapter	6
1-3	LEM~flex Transducer	6
1-4	Input Power Connector	7
1-5	RR 3000-SD Current Probe	9
1-6	Battery Replacement	10

APPENDICES

Appendix A	Frequency Response Graph	13
------------	------------------------------------	----

1-3. OVERVIEW and DESCRIPTION

The LEM~flex AC Current Probes are assemblies similar in purpose to a CT or current transformer. They may be used to measure AC currents from as low as several amps to a maximum of 6.0kA rms. The current probe output is an analog voltage proportional to the current in the conductor. The output signal is isolated from the hazardous conductor potential and is an exact replica of the AC current waveform in the conductor. The output signal is available via a BNC connector and is quite easily connected to many different measurement devices. Output adapters are included with the LEM~flex AC Current Probes for your convenience. These adapters allow quick connection to an oscilloscope via a BNC connector or the voltage terminals of a multimeter via banana plugs.

The current probe comes standard with two ranges selectable by the switch mounted on the electronics package. The ranges for the RR 300-SD Current Probe are 30 and 300 amps while the ranges for the RR 3000-SD are 300 and 3000 amps and RR 6000-SD are 600 and 6000 amps. When a current probe is turned on, the LED mounted behind the translucent ruby panel on the package end slowly blinks to indicate the unit is on and the battery voltage is sufficient to function properly on all ranges. This LED indication is characterized by blinking approximately once every three seconds. If no light is observed, the batteries of the current probe should be replaced.

The current probes come equipped with an external mini jack located on the package. This is for those wanting to supply power to the current probe for a longer period than the internal battery life will allow. External dc adapters are available for this purpose but are sold as an option. The power required is $+3.0V_{DC}/100mA$.

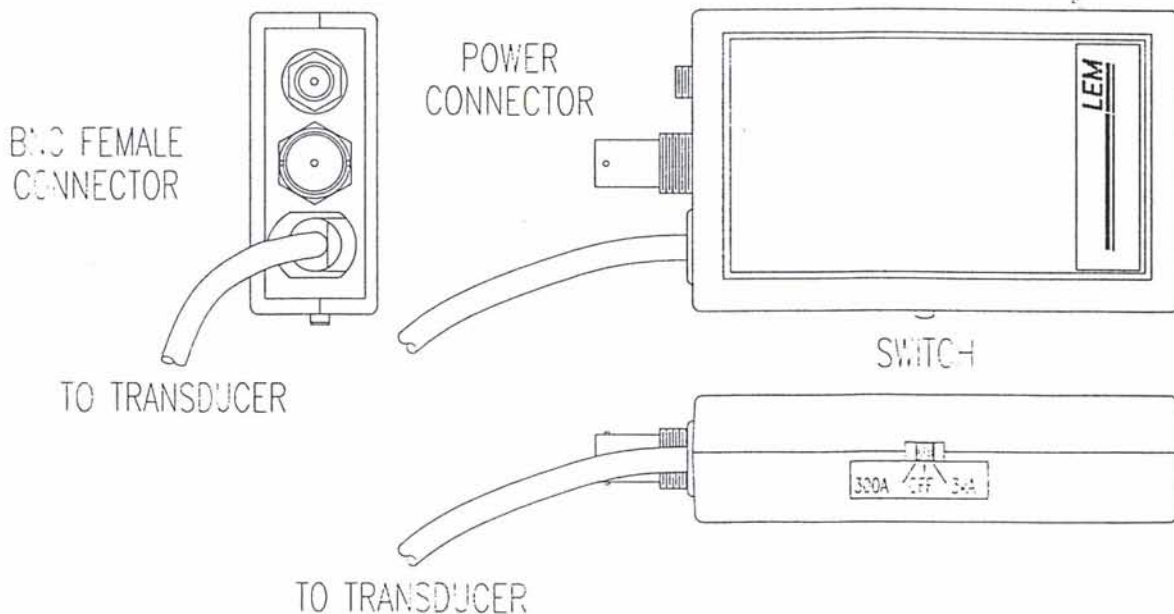


Figure 1-1
RR 3000-SD Current Probe Electronics Package

1-5. EXTERNAL POWER SUPPLY

An optional external power supply is available from LEM. The power supply is rated at $+3.0V_{DC}/340mA$. The user may choose to purchase a suitable external power supply from a local source. Figure 1-4 shows the important dimensions of the power connector and the required polarity of the supply voltage. The optional power supply should have the CE mark if the customer desires this certification.

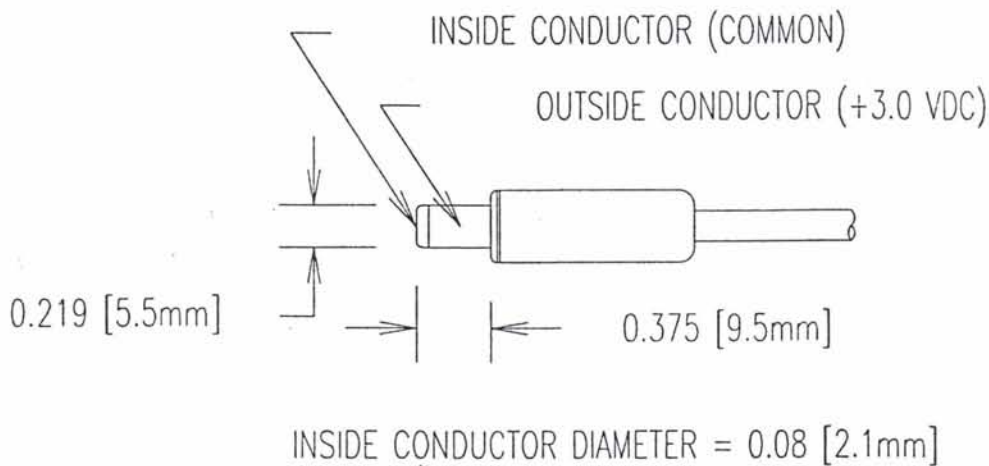


Figure 1-4
Input Power Connector

1-6. INSTALLATION

The current probe was designed to allow the operator to connect this measurement device around a conductor without disconnecting the conductor as many CTs presently allow. Even though the LEM~flex Transducer output is AC, there are instances where the user will want to orient the transducer so that proper polarity will exist at the output terminals. This is done by installing the transducer around the conductor with the molded-in arrow on the latch (see Figure 3) pointing in the direction of conventional current flow. Conventional current flow is defined as current flowing from the positive to the negative potential.

The LEM~flex Transducer must be installed with the interconnection cable on the outside of the loop when the latch is engaged. The polarity arrow, the double insulation, and the warning symbols will all be on the outside of the loop. It should also be noted that the current probe will produce twice the output voltage if you wrap the transducer around the conductor twice.

There is minimal shock hazard using a LEM~flex AC Current Probe. Each transducer has been Hi-Pot tested to several thousand volts with no voltage breakdown. This particular characteristic allows high-current measurement (with a wide frequency bandwidth) of conductors at less than $600V_{AC}$ potential to earth.

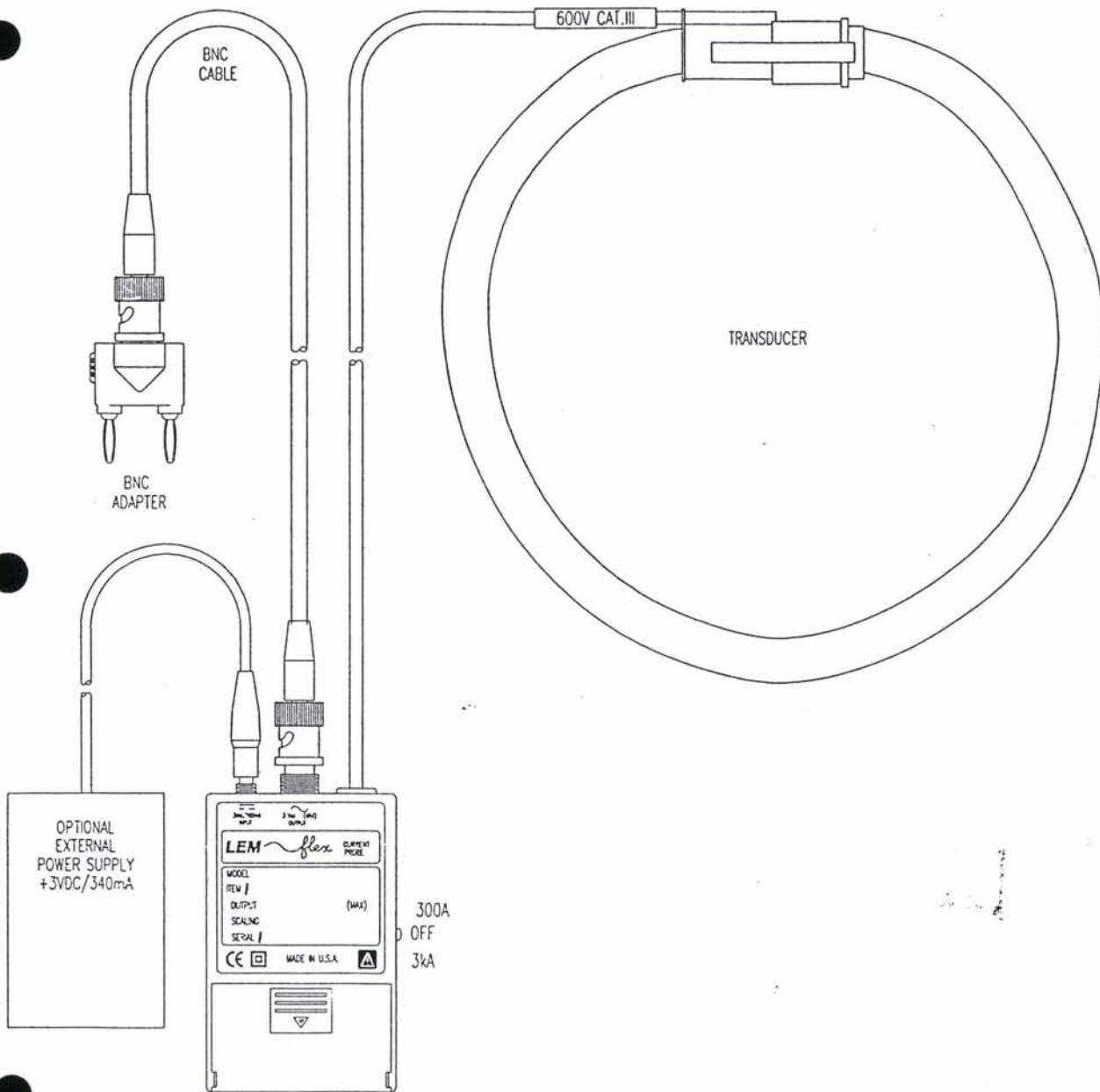


Figure 1-5
RR 3000-SD Current Probe

2-1. SPECIFICATIONS

The specifications for the LEM~flex AC Current Probes are given in table 2-1.

Table 2-1
LEM~flex AC Current Probe Specifications

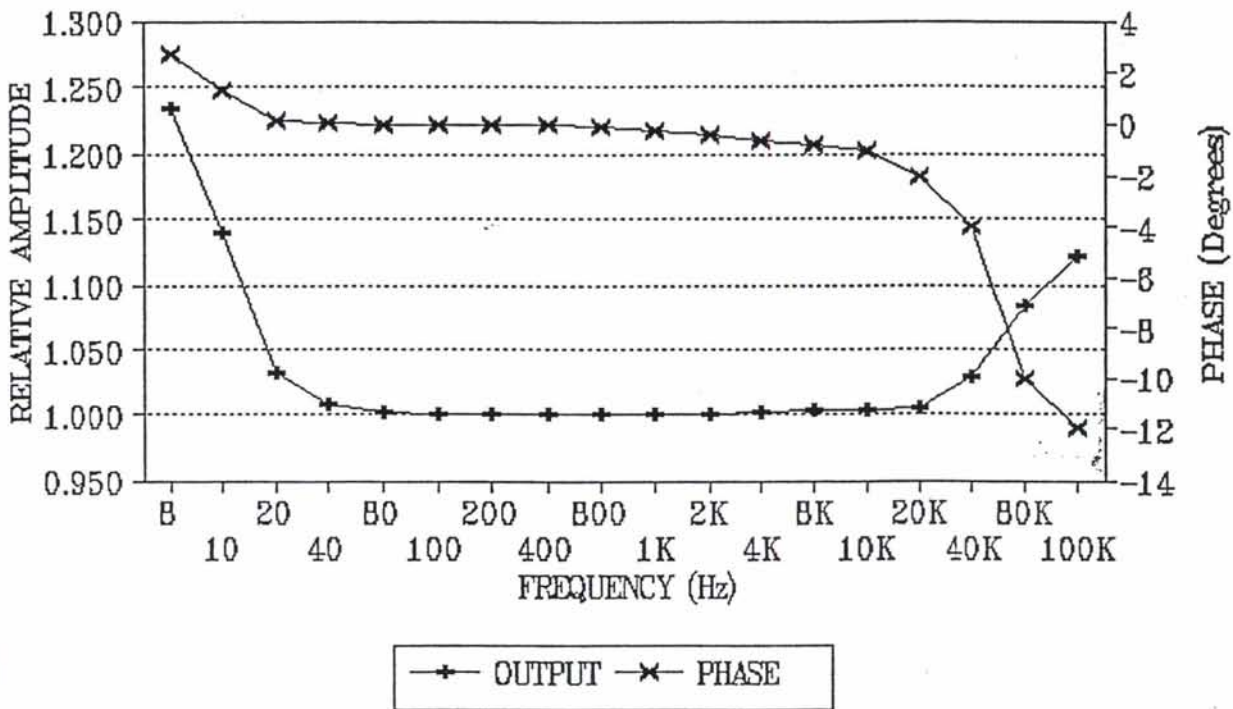
SIGNAL CONDITIONER:

Input:	LEM ~ flex Transducer
Output:	3.0VAC or ± 4.2 VPK Load > 500 ohm
Output Connector:	BNC female
Switchable Scaling:	RR 300-SD 30A/300A @ 100mV/10mV per amp RR 3000-SD 300A/3kA @ 10mV/1mV per amp RR 6000-SD 600A/6kA @ 5mV/0.5mV per amp
Accuracy:	$\pm 1.0\%$ of full scale
Linearity:	$\pm 0.2\%$ of reading 10%...100% of full scale
Repeatability:	$\pm 0.1\%$ of reading 10%...100% of full scale
Frequency Response:	8Hz to 100kHz (-3dB points)
Phase error:	$< \pm 0.5^\circ$ maximum 50-60 Hz
Noise:	< 1.0 mV ac maximum
DC offset:	< 1.0 mV dc maximum
Temperature range:	Operational -20°C to 85°C (-4°F to 185°F) Gain Change $\pm 0.08\%/^\circ\text{C}$ maximum DC offset ± 0.3 mV/°C maximum
Power:	+3.0VDC/100mA from (2) 1.5V "AA" alkaline cells or by mini power connector (2.1mm) on end of enclosure Battery life (full scale input current @ 60 Hz) 25...30 Hrs.
Controls:	Switch (Range and Power) LED Flashes once per 3 seconds if the Current Probe is on and the battery voltage is good. RR 300-SD/## 30A/OFF/300A RR 3000-SD/## 300A/OFF/3kA RR 6000-SD/## 600A/OFF/6kA
Material:	ABS Plastic
Dimensions:	1.0H x 2.4W x 3.8D inches (25.4H x 71.0W x 96.5D) mm
Weight:	0.1 lbs. (0.045 kg)

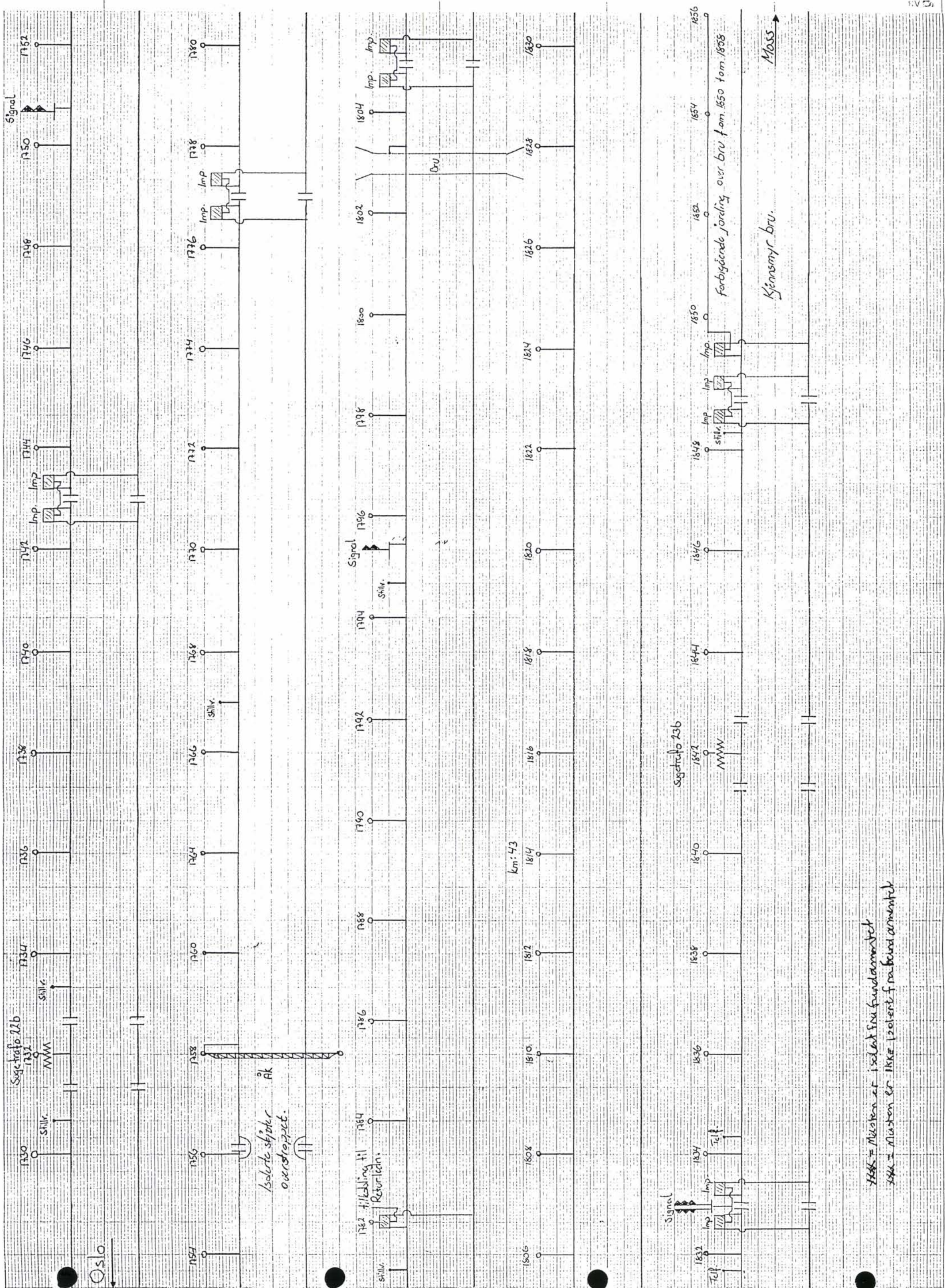
LEM-flex AC Current Probe Model RR 3000-SD

Appendix A Frequency Response Graph

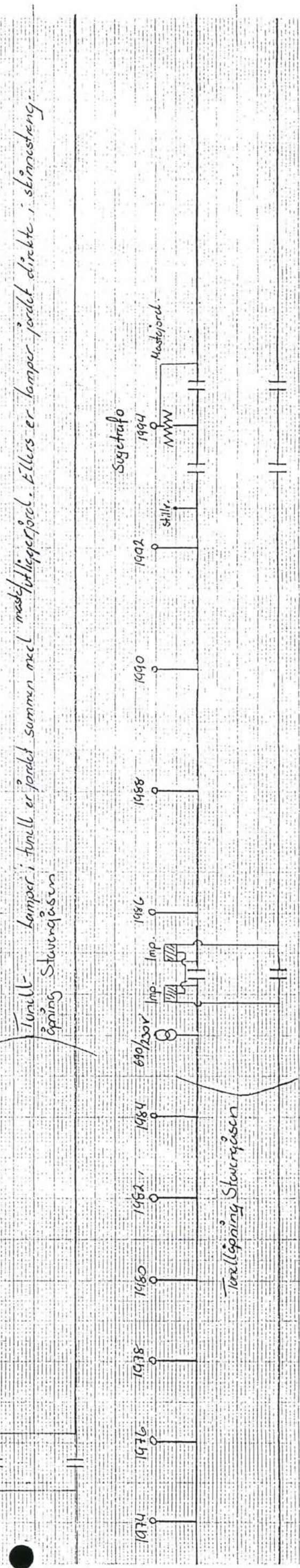
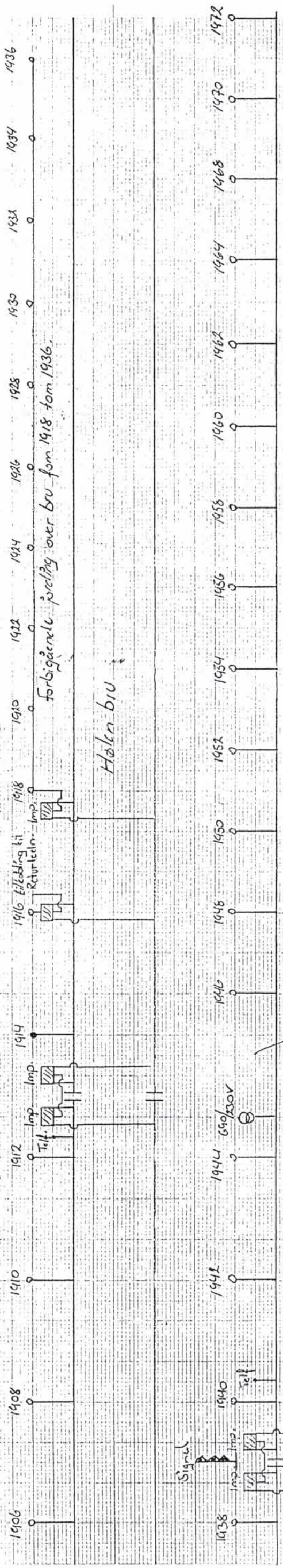
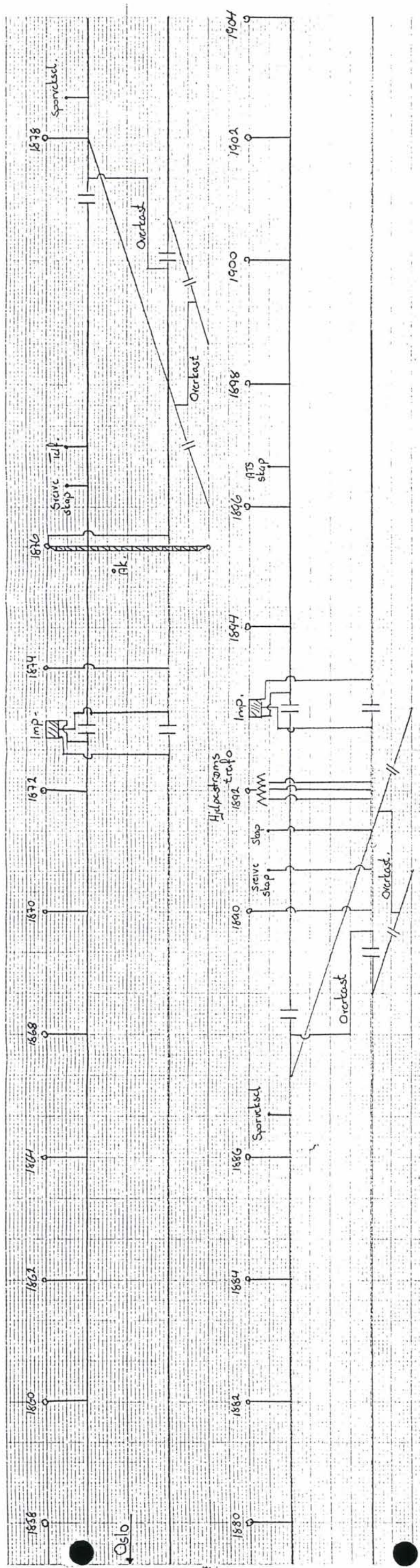
RR 3000-SD
"CE" Marked



Vedlegg 2.6	Jordingsplan Vestby - Hølen
-------------	-----------------------------



1732 = Måstene er isolert fra fundamentet
 1734 = Måstene er ikke isolert fra fundamentet



Forbigående jording over bru fom 1918 tom 1936.

Hølen bru

Tunell- lamper i tunell er jodet sammen med masteliggerjodet. Ellers er lamper jodet direkte i skinnestreg.

Tunellåpning Stuvringåsen

VEDLEGG 3

Målinger på sugetransformatorer vår-sommer -96

Vedlegg 3.1	Tomgangskarakteristikk
Vedlegg 3.2	Kortslutningskarakteristikk
Vedlegg 3.3	Indre impedanser som funksjon av frekvens, målt med transformatoren i tomgang
Vedlegg 3.4	Indre impedanser som funksjon av frekvens, målt med transformatoren i kortslutning
Vedlegg 3.5	Påtrykt belastningstrømmer med åpen sekundærside
Vedlegg 3.6	Påtrykt belastningstrømmer med kortsluttet sekundærside
Vedlegg 3.7	Påtrykt belastningstrømmer med impedans parallelt med sekundærviklingen
Vedlegg 3.8	Omkobling fra 250 A til 500 A transformator

Vedlegg 3.1	Tomgangskarakteristikk
-------------	------------------------

Laboratoriemålinger på sugetransformatorer

1 Kontroll av omsetningene

Omsetningsmåling på 600A trafo

A-B / a-b : 1,003

A-B / a-0 : 2,004

A-B / b-0 : 2,004

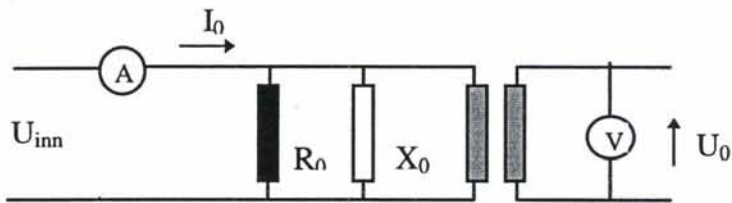
Omsetningsmåling på 500A trafo

A-B / a-b : 1,008

A-B / a-0 : 2,016

A-B / b-0 : 2,016

2 Tomgangsprøver



Figur 2.1. Koblingskjema for tomgangsmålinger

I_{inn} : Påtrykt strøm

U : Effektivverdi av påtrykt spenning

U_{mean} : Middelerdien av påtrykt spenning

Effektfaktor : Målt effektfaktor til påtrykt strøm og spenning

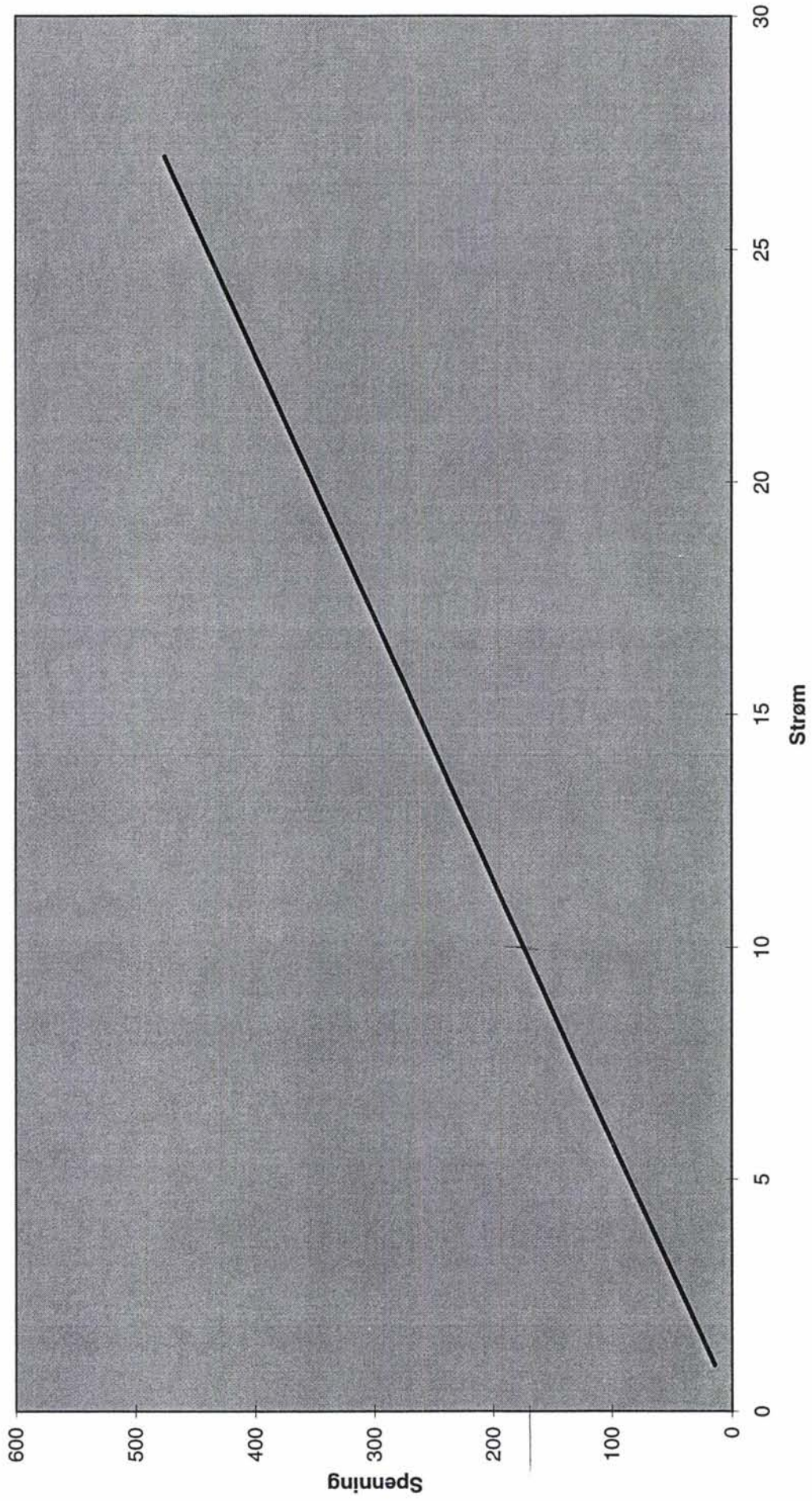
P : Påtrykt effekt



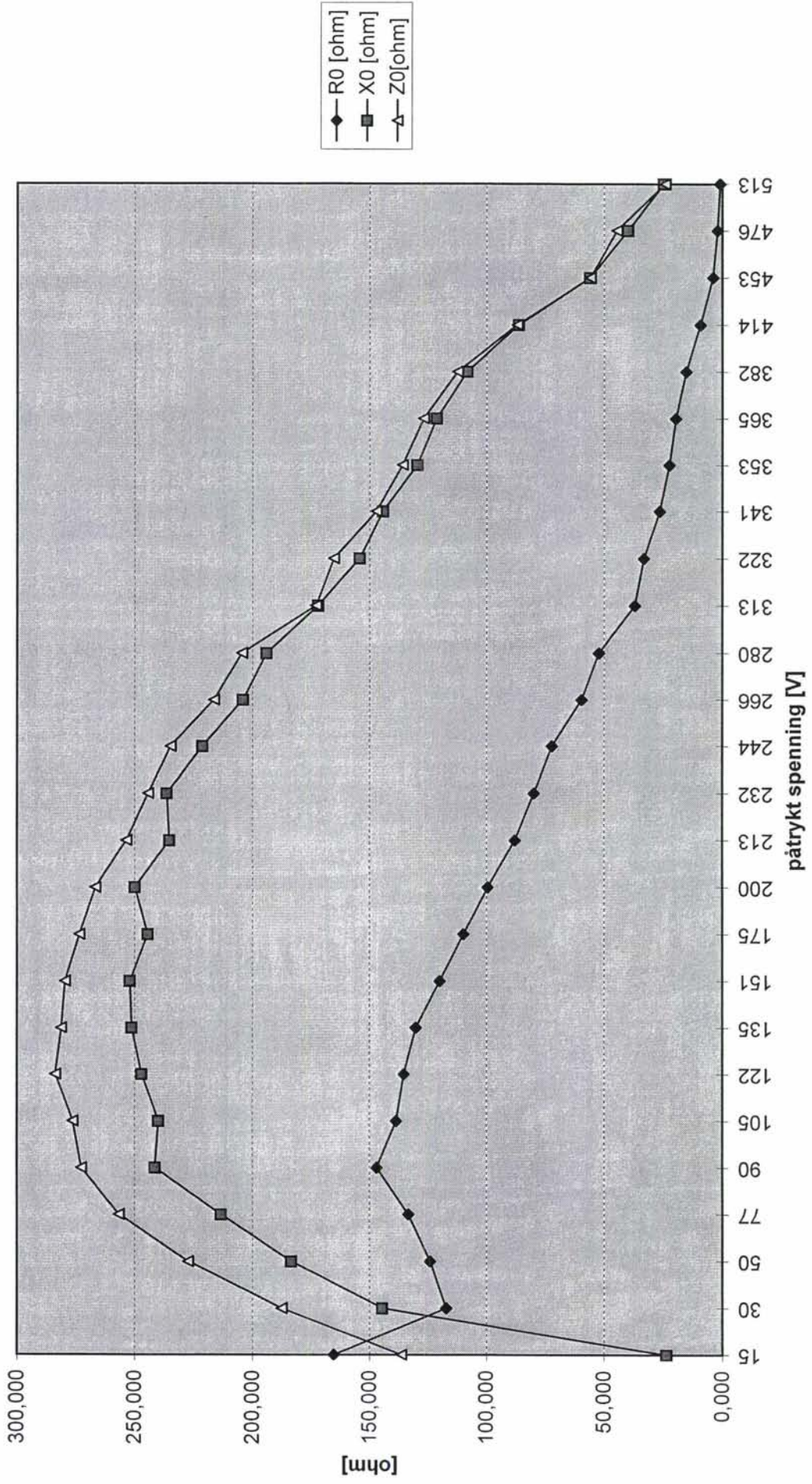
TOMGANGSPRØVE 250 A TRAFØ MÅLINGER VED 16 2/3 Hz

I [A]	U [V]	Effektfaktor	P [W]
0,11	15	0,99	2
0,16	30	0,63	3
0,22	50	0,56	6
0,30	77	0,53	12
0,33	90	0,52	16
0,38	105	0,50	20
0,43	122	0,48	25
0,48	135	0,46	30
0,54	151	0,43	35
0,64	175	0,41	45
0,75	200	0,37	56
0,84	213	0,35	62
0,95	232	0,32	72
1,04	244	0,31	78
1,23	266	0,28	90
1,37	280	0,26	98
1,56	295	0,4	109
1,81	313	0,21	121
1,95	322	0,20	126
2,32	341	0,18	142
2,60	353	0,17	151
2,88	365	0,16	163
3,40	382	0,14	177
4,77	414	0,107	211
8,14	453	0,07	260
11,74	476	0,05	299
21,26	513	0,04	446

Tomgangsprøve 250A trafo 16 2/3 Hz



Tomgangsimpedanser 250 A transformator

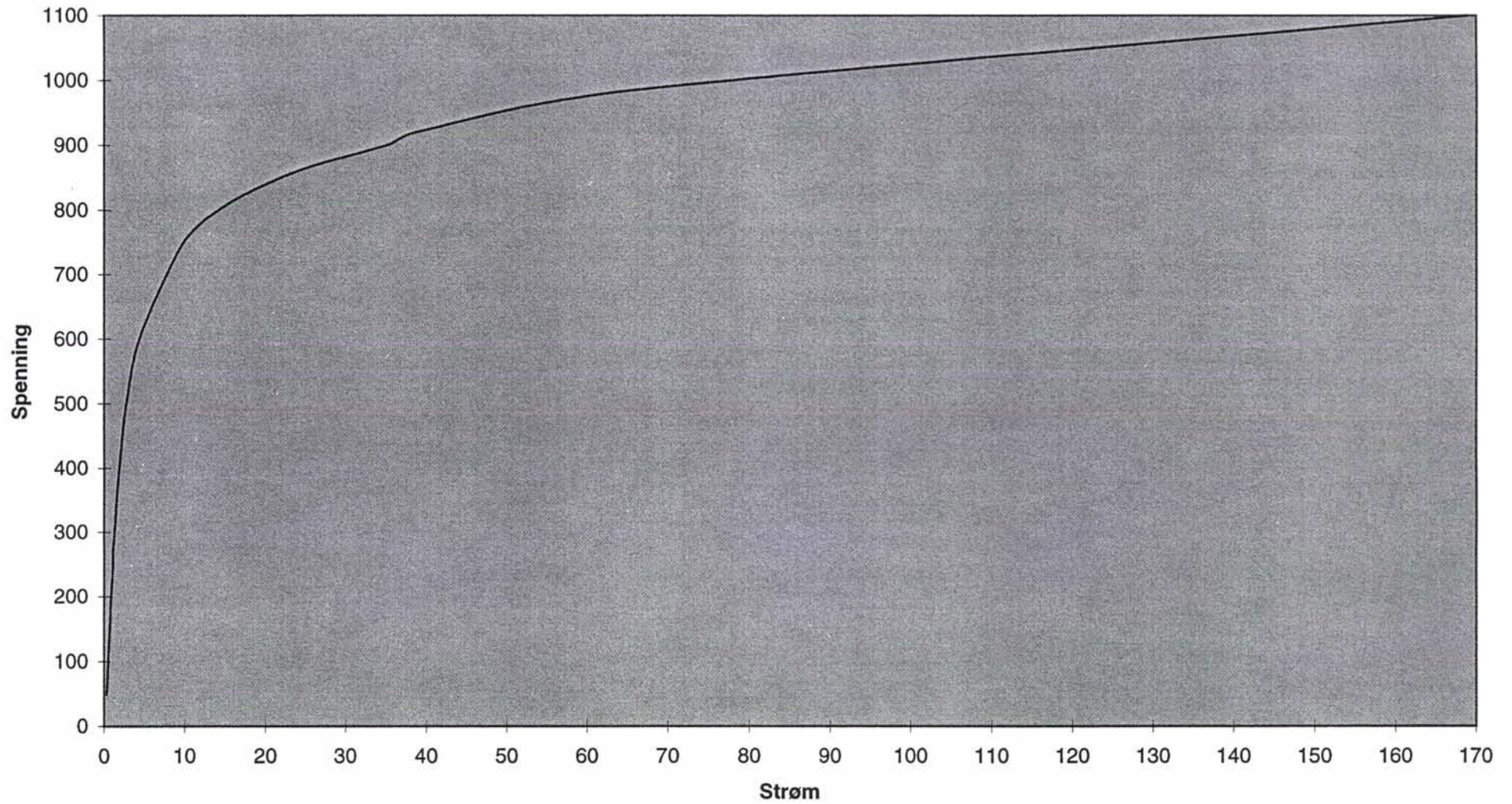




TOMGANGSPRØVE, 500 A TRAFØ, MÅLINGER VED 60 Hz

I [A]	U [V]	U _{mean} [V]	Effektfaktor	P [W]
0.31	49.1	49.2	0.583	8.9
0.393	69.1	69.2	0.6018	16.3
0.476	90.9	91	0.6222	26.9
0.578	118.8	118.9	0.6375	43.8
0.705	154	154	0.642	69.7
0.796	178.9	179	0.6387	91
0.884	202.1	202.1	0.632	112.8
0.966	222.9	222.9	0.6224	0.1341
1.049	243	243	0.6113	155.8
1.1067	270.6	270.5	0.5949	187.9
1.262	291.6	291.5	0.5817	214
1.443	328	327.9	0.5548	262.5
1.608	358	357.9	0.5308	305.5
1.84	397.3	397.1	0.5	365.6
2.784	503.3	503.1	0.3951	553.5
4.445	604.2	603.8	0.2885	775
9.34	739.6	738.8	0.1699	1177
11.71	778.4	776.4	0.1477	1346
13.8	799.3	796.8	0.1304	1438
16.88	824.3	821.1	0.1116	1554
21.58	852.8	848.7	0.0925	1701
26.41	875.5	870.3	0.0791	1829
35.32	908	901.2	0.0634	2032
38.86	928.2	920.7	0.0598	2156
64.88	997	984.2	0.0408	2639
168.87	1162	1100	0.0237	4620

Tomgangsprøve 500A trafo 60 Hz

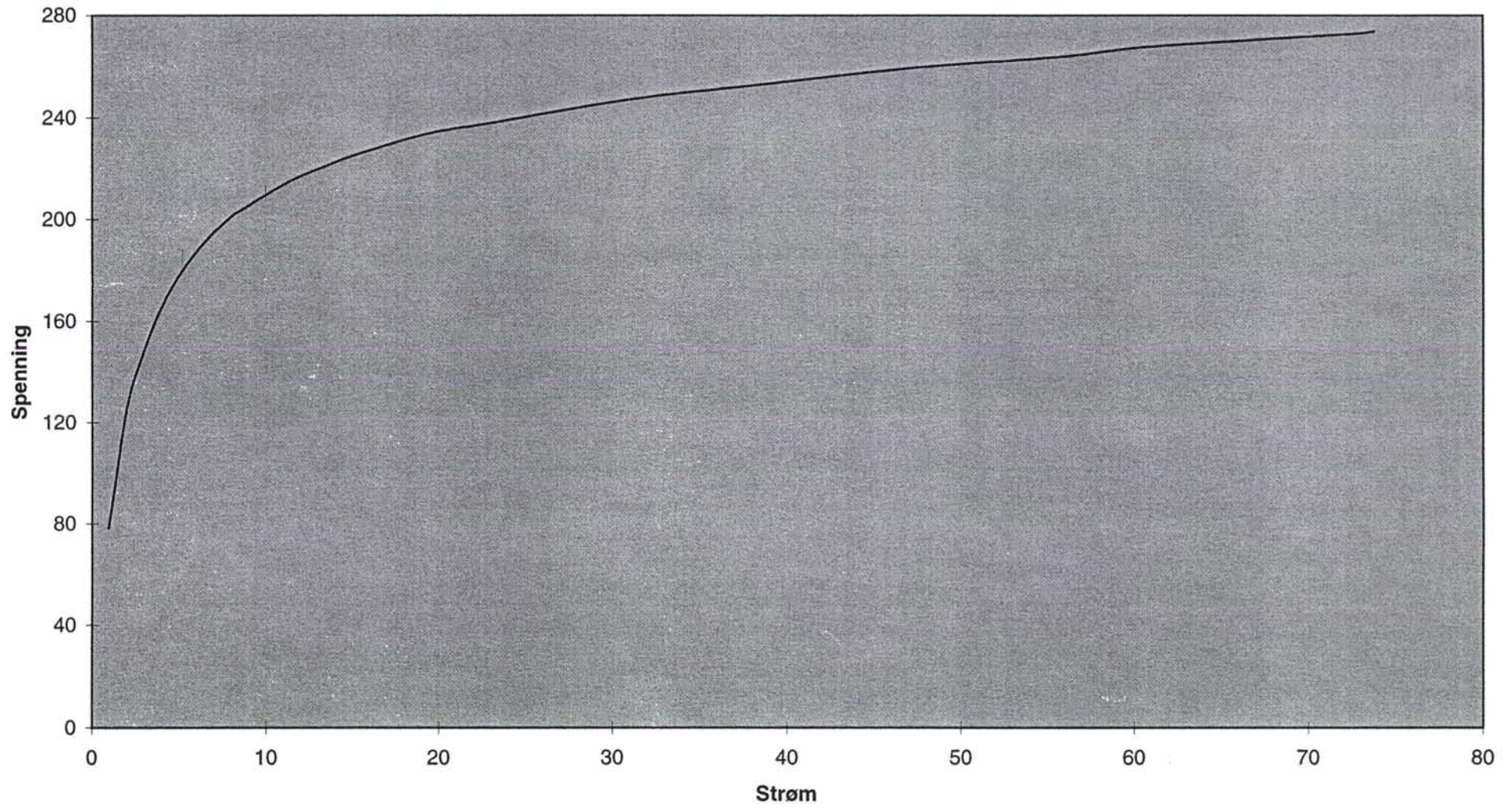




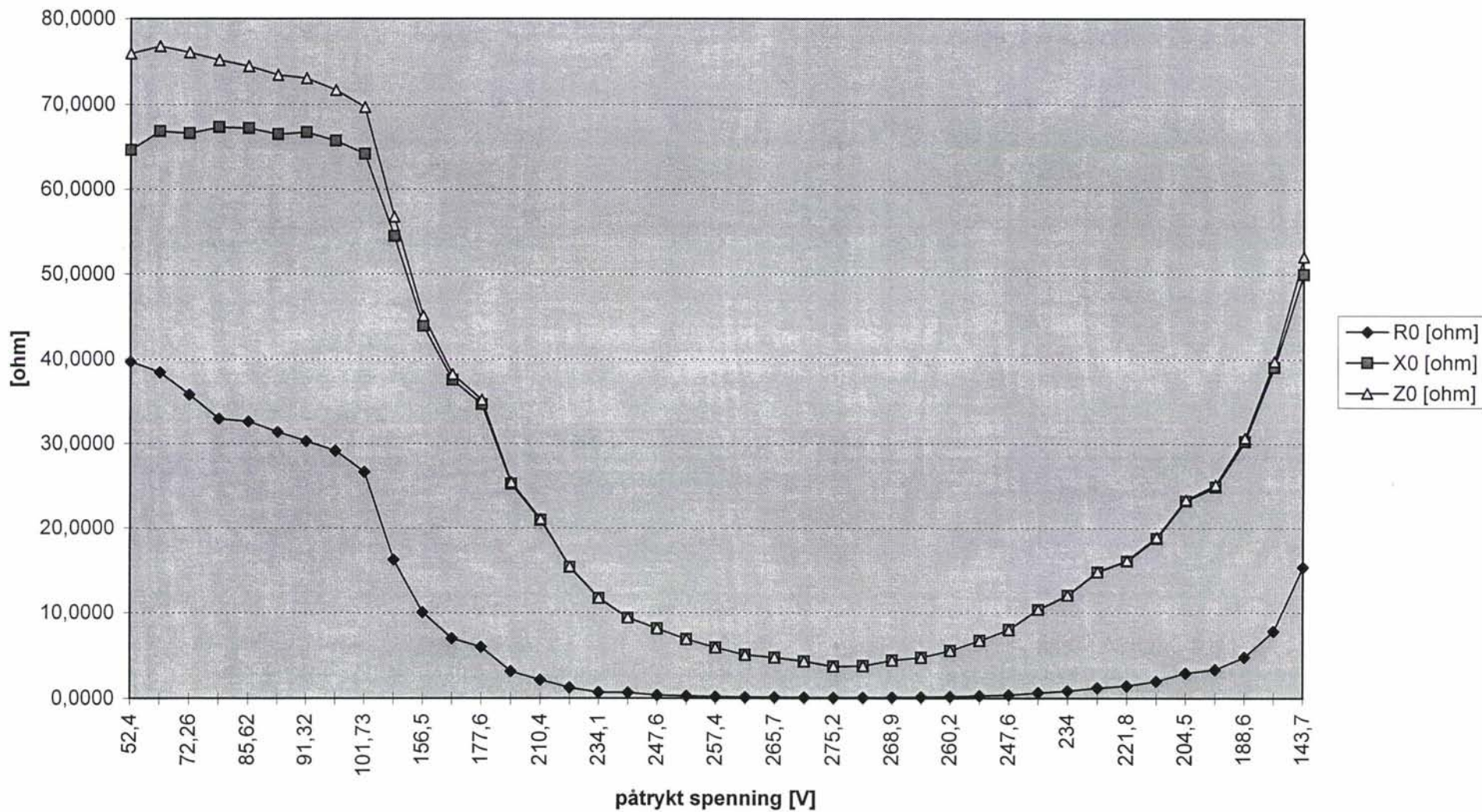
TOMGANGSPRØVE, 500 A TRAFØ, MÅLINGER VED 16 2/3 Hz

I [A]	U [V]	U _{mean} [V]	EFFEKTFAKTOR	P [W]
0.28	15.24	15.25		2.4
0.33	19.32	19.34		3.3
0.46	31.52	31.59		8.2
0.55	39.84	39.9		11.6
0.69	52.4	52.43	0.5234	18.9
0.8	61.42	61.46	0.4985	24.6
0.95	72.26	72.34	0.4733	32.3
0.97	78.1	78.14		38
1.05	78.92	79.02	0.4394	36.3
1.15	85.62	85.73	0.4368	43.15
1.2	88.13	88.22	0.4269	45.2
1.25	91.32	91.39	0.4131	47.3
1.33	95.33	95.44	0.4056	51.6
1.46	101.73	101.85	0.3836	56.8
1.99	124.5	124.6		84
2.34	132.9	133	0.2855	88.9
2.76	143.7	143.8	0.2937	117
3.47	156.5	156.6	0.2234	121.2
4.25	168.9	169.1	0.196	141
4.46	170.4	170.5	0.1834	139.3
5.05	177.6	177.7	0.1705	152.9
6.15	188.6	188.7	0.1563	181
7.82	199.1	199.1	0.1241	193
8	201.2	201.3	0.1337	215
8.76	204.5	204.6	0.1265	227
9.99	210.4	210.5	0.1029	216.3
11.39	215.2	215.2	0.1042	255
13.72	221.8	221.7	0.0892	271
14.53	224	223.9	0.0801	260.6
15.21	225.6	225.5	0.0822	282
19.39	234	233.8	0.0716	325
19.93	234.1	233.9	0.0614	286.3
22.99	238.3	238	0.0625	343
25.69	241.5	541.1	0.0725	450
30.41	247.6	247.2	0.0472	356
30.96	247.6	247.1	0.0482	370
36.42	251.8	251.1	0.0419	384
37.66	253.1	252.4	0.0422	403
43.39	257.4	256.6	0.0366	409
46.95	260.2	259.3	0.0372	455
51.86	263.1	262.1	0.0314	429
55.77	265.7	264.6	0.0303	449
55.92	265	263.9	0.0304	451
60.91	268.9	267.7	0.0279	457
62.05	268.2	266.9	0.0276	459
72.83	274.4	272.9	0.0255	511
73.76	275.2	273.7	0.0244	495

Tomgangsprøve 500A trafo 16 2/3 Hz



Tomgangsimpedanser 500 A -transformator

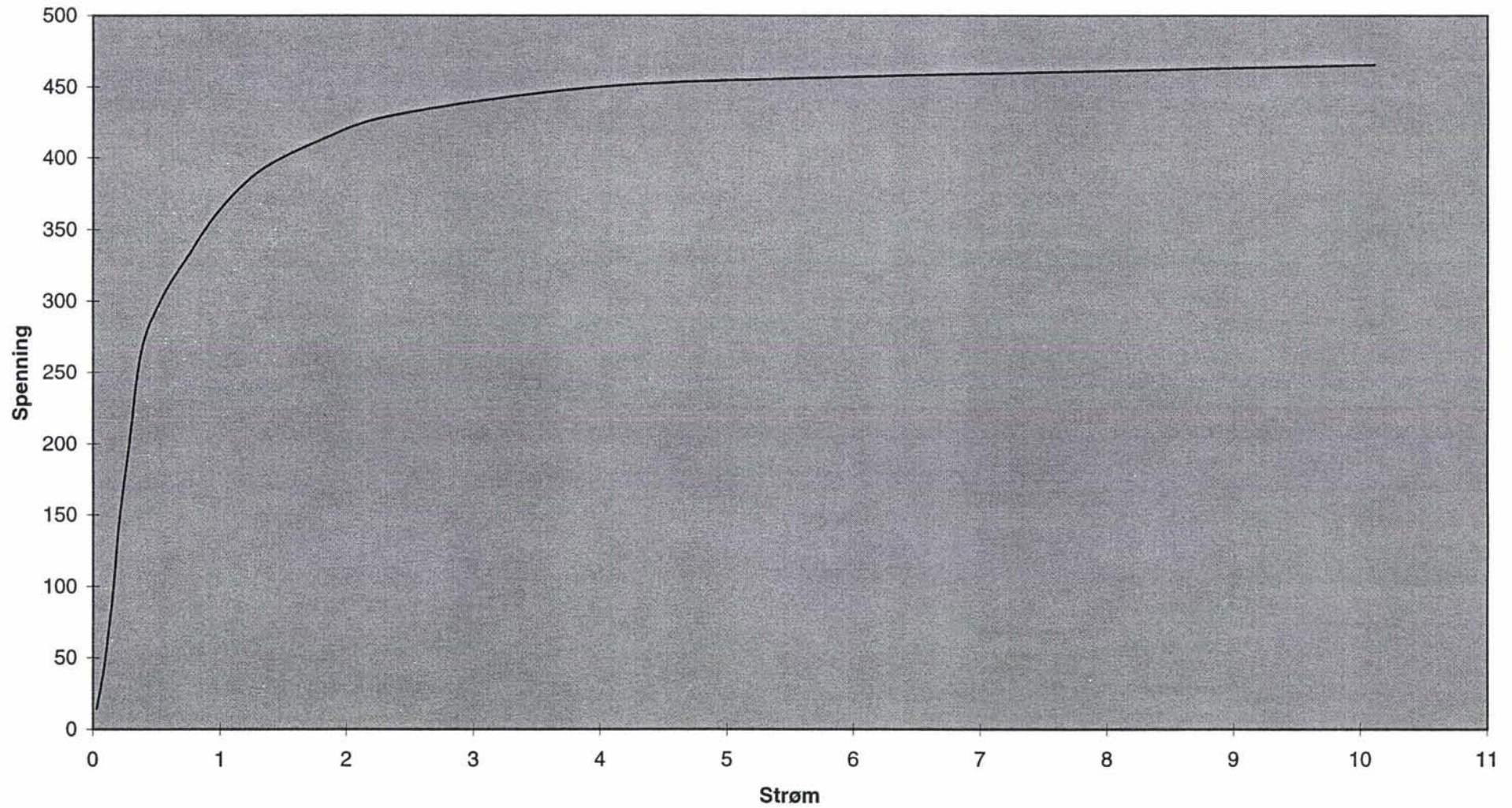




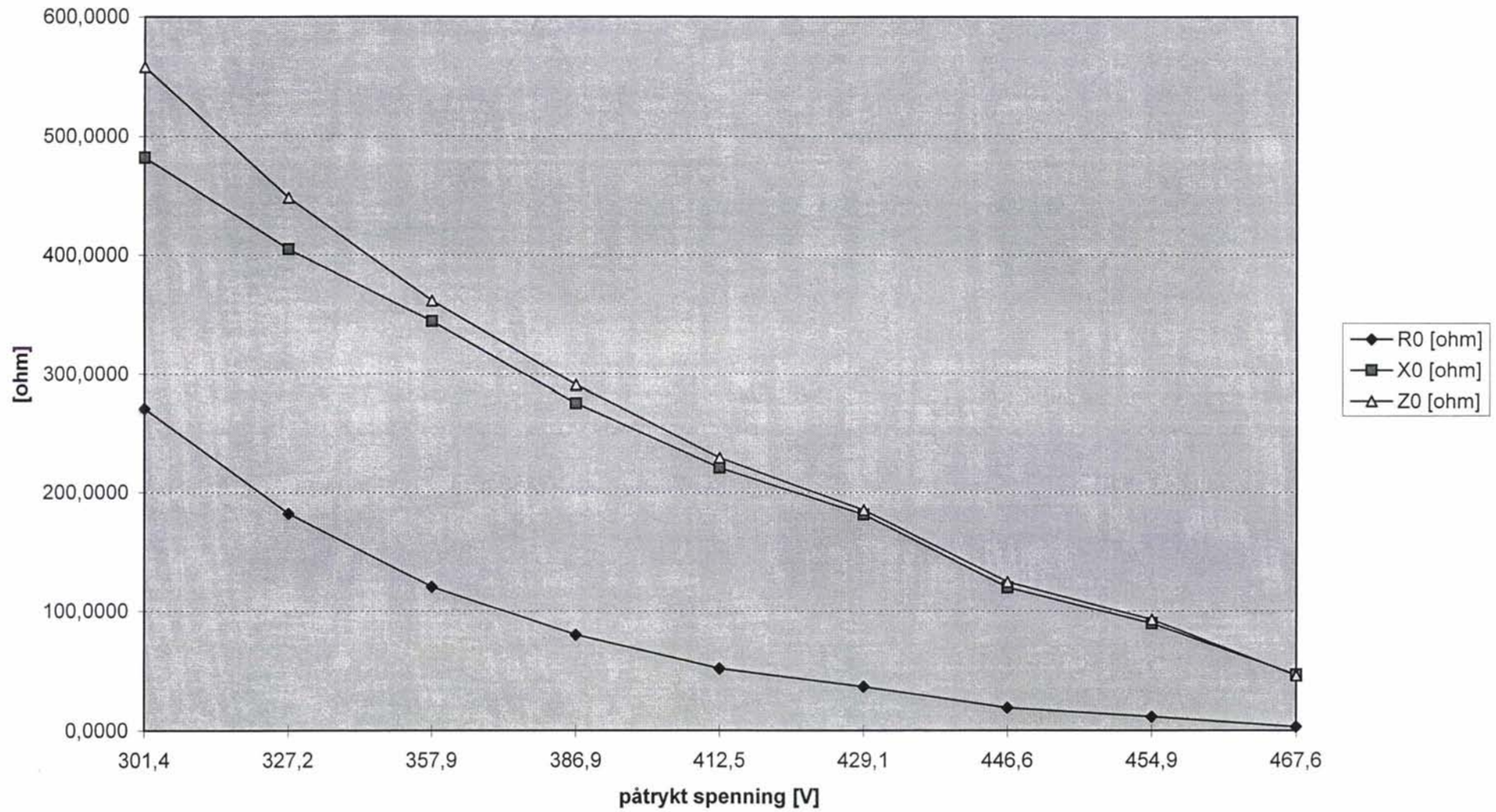
TOMGANGSPRØVE, 600 A TRAFØ, MÅLINGER VED 16 2/3 Hz

I [A]	U [V]	U _{mean} [V]	Effektfaktor	P [W]
0.03	14.38	14.38		1
0.09	45.26	45.31		3.5
0.16	98.83	98.94		11.6
0.21	149.23	149.36		23
0.28	196.4	196.6		37.7
0.38	264.8	265.1		67.4
0.54	301.4	301.7	0.49	79
0.73	327.2	328.9	0.41	97
0.99	357.9	363.1	0.33	118
1.33	386.9	392.1	0.28	142
1.8	412.5	412.7	0.23	169
2.32	429.1	429.2	0.2	199
3.59	446.6	446.4	0.16	250
4.9	454.9	454.4	0.13	282
10.11	467.6	465.7	0.07	336

Tomgangsprøve 600A trafo 16 2/3 Hz



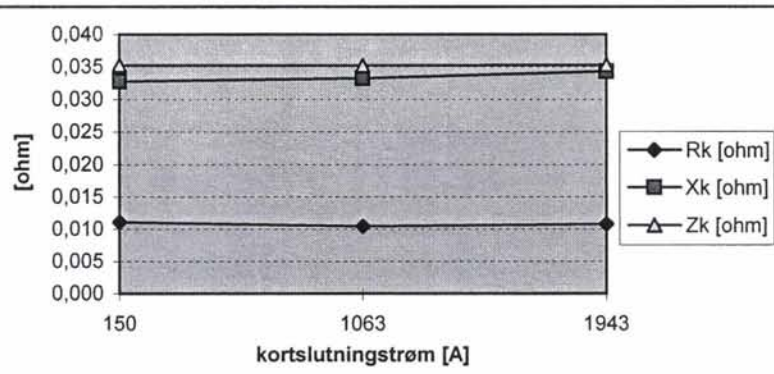
Tomgangsimpedanser 600 A transformator



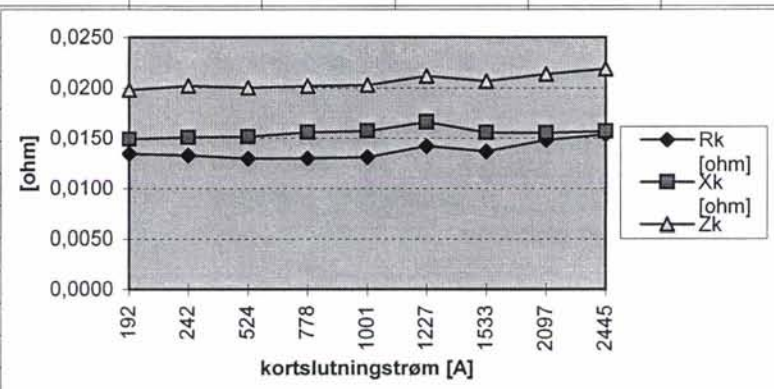
Tomgangsmålinger, 250A transformator							Tomgangsmålinger, 500 A transformator						
cos(phi)	Po [W]	Io [A]	Beregnet				cos(phi)	Po [W]	Io [A]	Beregnet			
			Uo [V]	Ro [ohm]	Xo [ohm]	Zo [ohm]				Uo [V]	Ro [ohm]	Xo [ohm]	Zo [ohm]
0,99	2,0	0,11	15	165,289	23,552	136,364	0,5234	18,9	0,69	52,4	39,6975	64,6270	75,942
0,63	3,0	0,16	30	117,188	144,456	187,500	0,4985	24,6	0,8	61,42	38,4375	66,8427	76,775
0,56	6,0	0,22	50	123,967	183,403	227,273	0,4733	32,3	0,95	72,26	35,7895	66,6110	76,063
0,53	12,0	0,3	77	133,333	213,333	256,667	0,4394	36,3	1,05	78,92	32,9252	67,3109	75,162
0,52	16,0	0,33	90	146,924	241,341	272,727	0,4368	43,15	1,15	85,62	32,6276	67,1942	74,452
0,50	20,0	0,38	105	138,504	239,896	276,316	0,4269	45,2	1,2	88,13	31,3889	66,4908	73,442
0,48	25,0	0,43	122	135,208	247,112	283,721	0,4131	47,3	1,25	91,32	30,2720	66,7351	73,056
0,46	30,0	0,48	135	130,208	251,336	281,250	0,4056	51,6	1,33	95,33	29,1707	65,7383	71,677
0,43	35,0	0,54	151	120,027	252,010	279,630	0,3836	56,8	1,46	101,73	26,6467	64,1506	69,678
0,41	45,0	0,64	175	109,863	244,402	273,438	0,2855	88,9	2,34	132,9	16,2357	54,5006	56,795
0,37	56,0	0,75	200	99,556	249,974	266,667	0,2234	121,2	3,47	156,5	10,0657	43,9181	45,101
0,35	62,0	0,84	213	87,868	235,174	253,571	0,1834	139,3	4,46	170,4	7,0030	37,5364	38,206
0,32	72,0	0,95	232	79,778	236,198	244,211	0,1705	152,9	5,05	177,6	5,9955	34,6493	35,168
0,31	78,0	1,04	244	72,115	221,170	234,615	0,1241	193	7,82	199,1	3,1560	25,2349	25,460
0,28	90,0	1,23	266	59,488	203,960	216,260	0,1029	216,3	9,99	210,4	2,1673	20,9507	21,061
0,26	98,0	1,37	280	52,214	193,916	204,380	0,0801	260,6	14,53	224	1,2344	15,3608	15,416
0,21	121,0	1,81	313	36,934	171,955	172,928	0,0614	286,3	19,93	234,1	0,7208	11,7170	11,746
0,21	126,0	1,95	322	33,136	154,272	165,128	0,0725	450	25,69	241,5	0,6818	9,3800	9,401
0,18	142,0	2,32	341	26,382	144,174	146,983	0,0472	356	30,41	247,6	0,3850	8,1469	8,142
0,17	151,0	2,6	353	22,337	129,483	135,769	0,0419	384	36,42	251,8	0,2895	6,9033	6,914
0,16	163,0	2,88	365	19,652	121,241	126,736	0,0366	409	43,39	257,4	0,2172	5,9316	5,932
0,14	177,0	3,4	382	15,311	108,290	112,353	0,0314	429	51,86	263,1	0,1595	5,0775	5,073
0,11	211,0	4,77	414	9,274	86,171	86,792	0,0303	449	55,77	265,7	0,1444	4,7621	4,764
0,07	260,0	8,14	453	3,924	55,919	55,651	0,0276	459	62,05	268,2	0,1192	4,3177	4,322
0,05	229,0	10,74	476	1,985	39,656	44,320	0,0244	495	73,76	275,2	0,0910	3,7277	3,731
0,04	446,0	21,26	513	0,987	24,649	24,130	0,0255	511	72,83	274,4	0,0963	3,7768	3,768
							0,0279	457	60,91	268,9	0,1232	4,4133	4,415
							0,0304	451	55,92	265	0,1442	4,7421	4,739
							0,0372	455	46,95	260,2	0,2064	5,5449	5,542
							0,0422	403	37,66	253,1	0,2841	6,7274	6,721
Tomgangsmålinger, 600 A transformator							0,0482	370	30,96	247,6	0,3860	7,9992	7,997
							0,0625	343	22,99	238,3	0,6490	10,3630	10,365
							0,0716	325	19,39	234	0,8644	12,0420	12,068
							0,0822	282	15,21	225,6	1,2190	14,7791	14,832
0,49	79,0	0,5	301,4	270,9191	481,9719	558,148	0,0892	271	13,72	221,8	1,4397	16,0754	16,166
0,41	97,0	0,7	327,2	182,0229	404,9279	448,219	0,1042	255	11,39	215,2	1,9656	18,7609	18,894
0,33	118,0	1,0	357,9	120,3959	344,3982	361,515	0,1265	227	8,76	204,5	2,9581	23,1966	23,345
0,28	142,0	1,3	386,9	80,2759	275,2316	290,902	0,1337	215	8	201,2	3,3594	24,9006	25,150
0,23	169,0	1,8	412,5	52,1605	220,7048	229,167	0,1563	181	6,15	188,6	4,7855	30,2412	30,667
0,20	199,0	2,3	429,1	36,9724	181,1268	184,957	0,196	141	4,25	168,9	7,8062	39,0552	39,741
0,16	250,0	3,6	446,6	19,3977	119,6740	124,401	0,2937	117	2,76	143,7	15,3592	49,9891	52,065
0,13	282,0	4,9	454,9	11,7451	89,5803	92,837							
0,07	336,0	10,1	467,6	3,2873	46,8460	46,251							

Vedlegg 3.2	Kortslutningskarakteristikk
-------------	-----------------------------

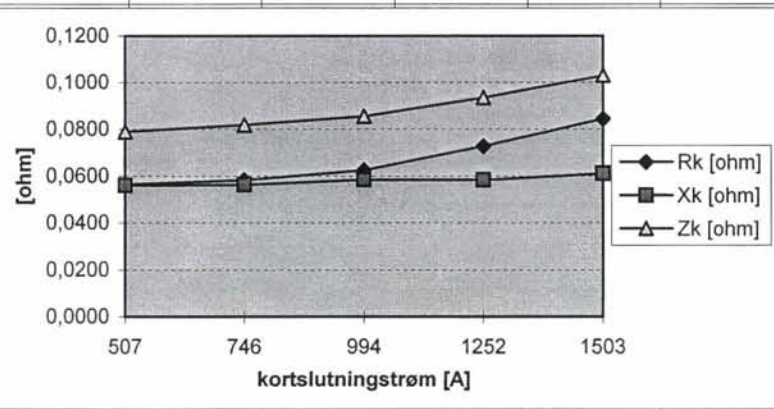
Kortslutningsmålinger, 600 A transformator							
		målt		Beregnet			
cos(phi)	P _k [W]	U _k [V]	I _k [A]	R _k [ohm]	X _k [ohm]	Z _k [ohm]	
0,32	250,0	5,3	150,3	0,011	0,033	0,035	
0,30	11815,0	37,4	1063,0	0,010	0,033	0,035	
0,30	40720,0	68,6	1943,2	0,011	0,034	0,035	



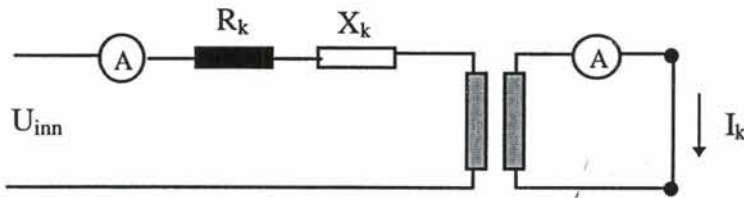
Kortslutningsmålinger, 500 A transformator							
		målt		Beregnet			
cos(phi)	P _k [W]	U _k [V]	I _k [A]	R _k [ohm]	X _k [ohm]	Z _k [ohm]	
0,67	495,0	3,8	191,7	0,0135	0,0149	0,020	
0,66	780,0	4,9	242,3	0,0133	0,0151	0,020	
0,65	3568,0	10,5	524,2	0,0130	0,0152	0,020	
0,64	7869,0	15,7	777,7	0,0130	0,0156	0,020	
0,64	13135,0	20,3	1001,1	0,0131	0,0157	0,020	
0,65	21390,0	26,0	1226,6	0,0142	0,0166	0,021	
0,66	32170,0	31,7	1532,8	0,0137	0,0156	0,021	
0,69	65170,0	44,8	2096,9	0,0148	0,0155	0,021	
0,70	92060,0	53,5	2444,8	0,0154	0,0157	0,022	



Kortslutningsmålinger, 250 A transformator							
		målt		Beregnet			
cos(phi)	P _k [W]	U _k [V]	I _k [A]	R _k [ohm]	X _k [ohm]	Z _k [ohm]	
	1300,0	10,0	126,0	0,0819	#####	0,079	
	3900,0	20,0	253,0	0,0609	#####	0,079	
			I _k [A]	R _k [ohm]	X _k [ohm]	Z _k [ohm]	
0,71	14500,0	40,0	507,0	0,0564	0,0559	0,079	
0,72	32500,0	61,0	746,0	0,0584	0,0563	0,082	
0,73	61700,0	85,0	994,0	0,0624	0,0585	0,086	
0,78	114000,0	117,0	1252,0	0,0727	0,0583	0,093	
0,81	190500,0	155,0	1503,0	0,0843	0,0611	0,103	



3 Kortslutningsmålinger



Figur 3.1. Koblingskjema for måling av kortslutningsstrømmer.

I_k : Påtrykt strøm

U_k : Effektivverdien av påtrykt spenning

$\cos \varphi$: Målt effektfaktor til påtrykt strøm og spenning

P : Påtrykt effekt

Resultater av målingene:

U_k (V)	I_k (A)	$\cos \varphi$	P (W)
10	126		1.300
20	253		3.900
40	507	0,71	14.500
61	746	0,72	32.500
85	994	0,73	61.700
117	1252	0,78	114.000
155	1503	0,81	190.500

Tabell 3.1 Resultater av kortslutningsmålinger på 250A transformator 16 2/3 Hz.

U_k (V)	I_k (A)	$\cos \varphi$	P (W)
3,8	191,7	0,67	495
4,9	242,3	0,66	780
10,5	524,2	0,65	3.568
15,7	777,7	0,64	7.869
20,3	1001,1	0,64	13.135
26,0	1266,6	0,65	21.390
31,7	1532,8	0,66	32.170
44,8	2096,9	0,69	65.170
53,5	2444,8	0,70	92.060

Tabell 3.2 Resultater av kortslutningsmålinger på 500A transformator 16 2/3 Hz.

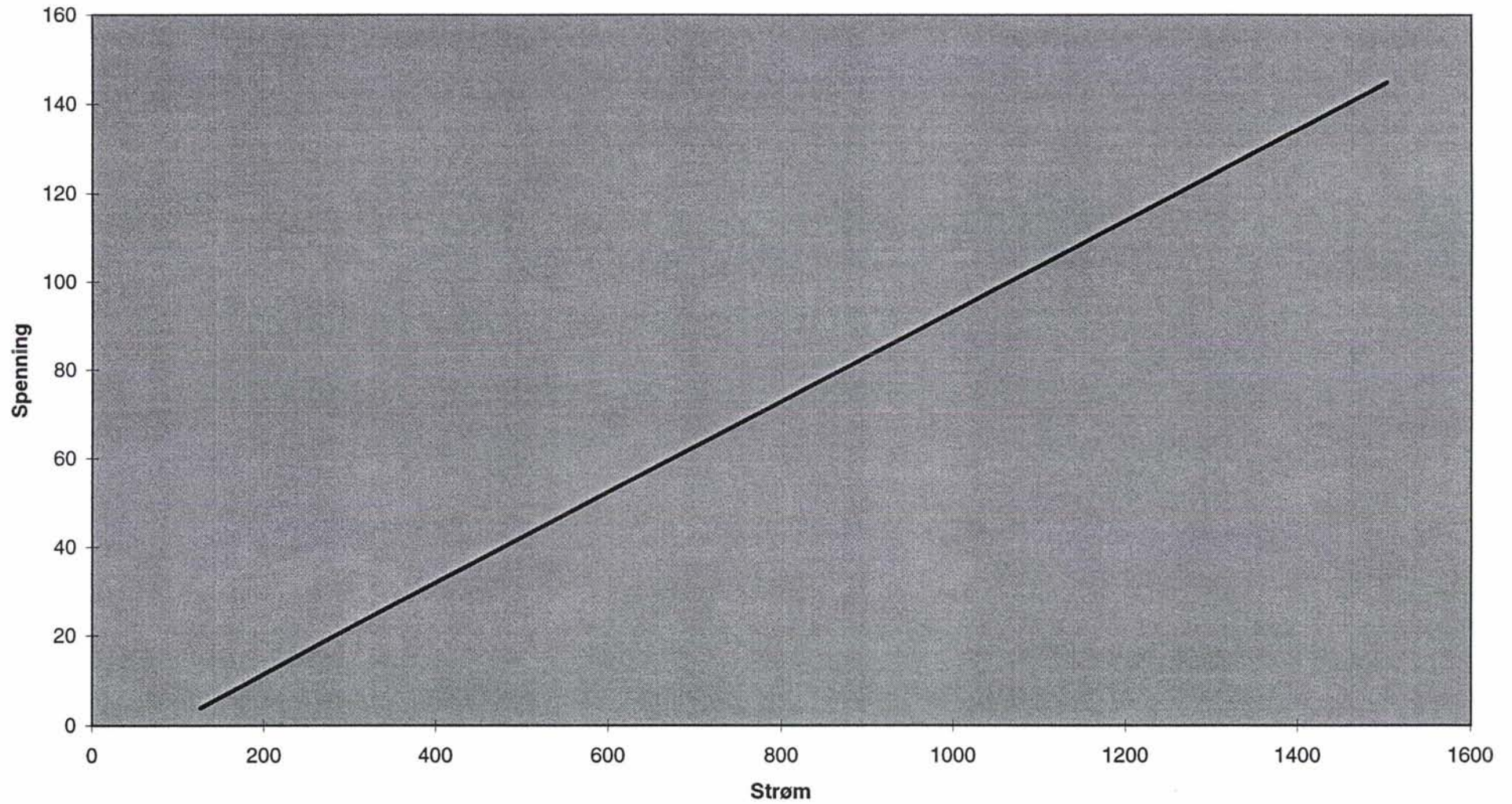
U_k (V)	I_k (A)	$\cos \varphi$	P (W)
12,0	208,6	0,35	880
57,5	1010,6	0,35	20080
97,1	1715,6	0,35	58300

Tabell 3.3 Resultater av kortslutningsmålinger på 500A transformator 60 Hz.

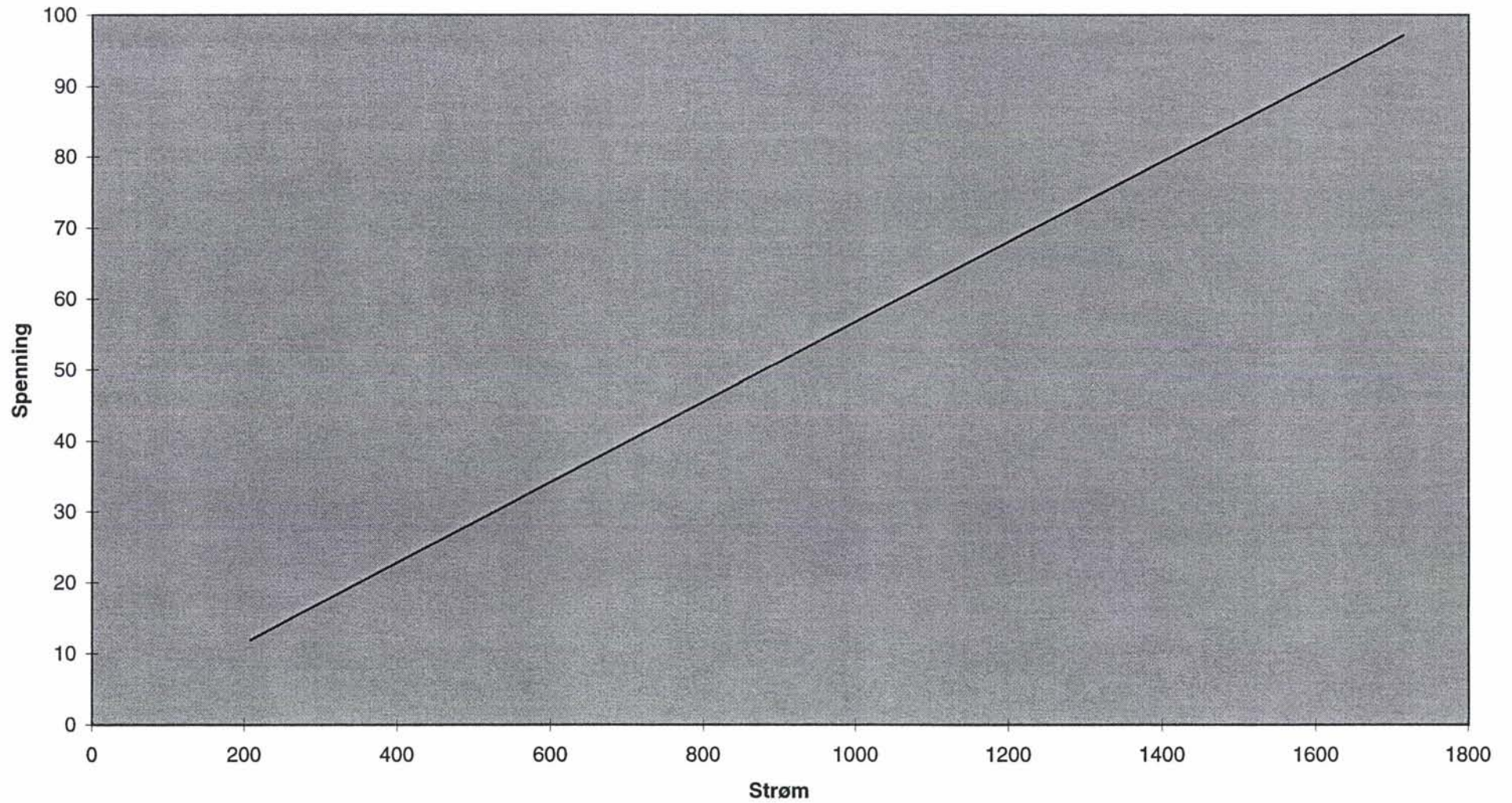
U_k (V)	I_k (A)	$\cos \varphi$	P (W)
5,3	150,3	0,32	250
37,4	1063,0	0,30	11.815
68,6	1943,2	0,30	40.270

Tabell 3.4 Resultater av kortslutningsmålinger på 600A transformator 16 2/3 Hz.

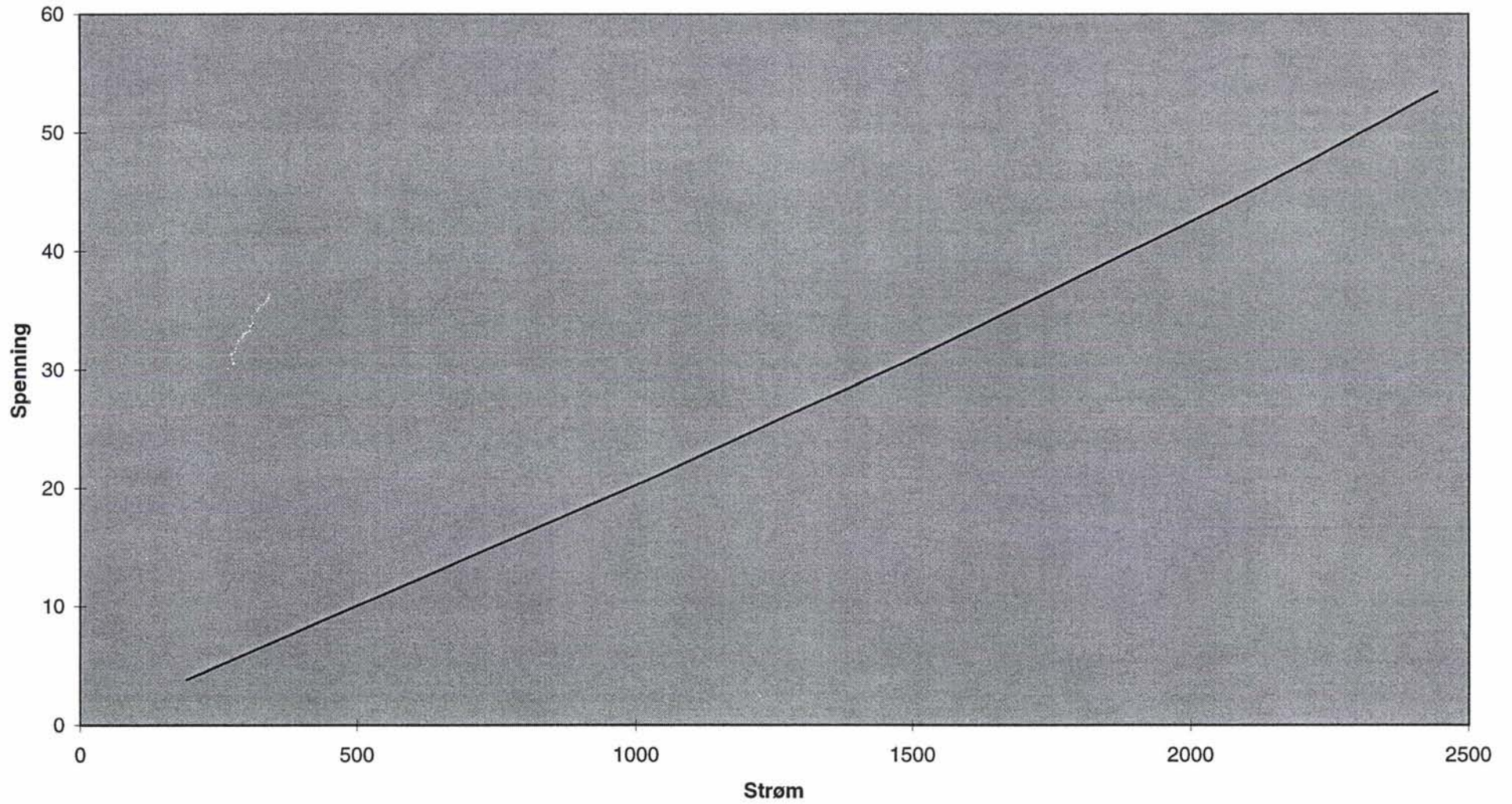
Kortslutningsprøve 250A trafo 16 2/3 Hz



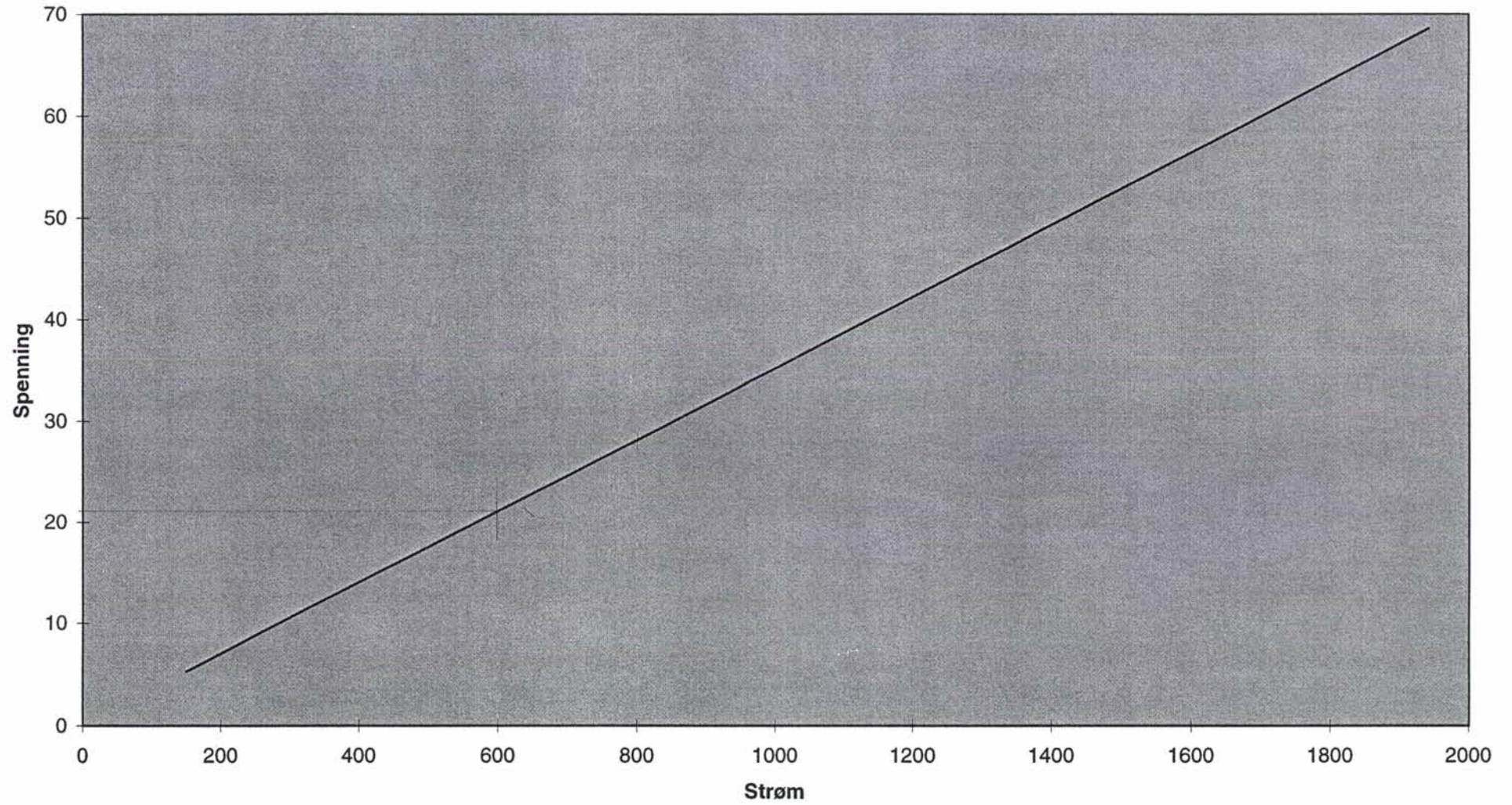
Kortslutningsprøve på 500A trafo 60 Hz



Kortslutningsprøve på 500A trafo 16 2/3 Hz



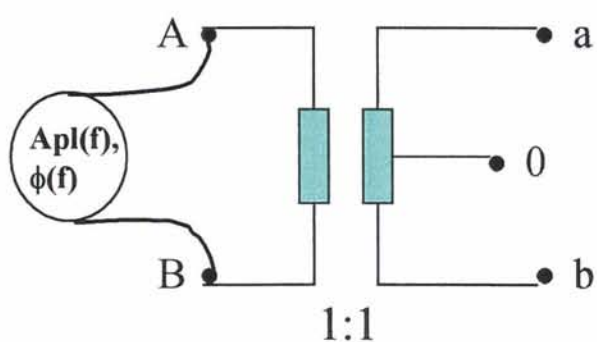
Kortslutningsprøve 600A trafo 16 2/3 Hz



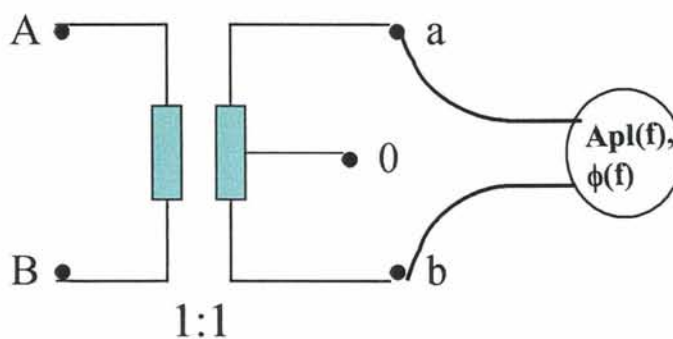
Vedlegg 3.3	Indre impedanser som funksjon av frekvens, målt med transformatoren i tomgang
-------------	---

Målinger av indre impedanser med sugetransformatoren i tomgang:

Instrumentet gav ut to kurver for hver måling: Amplitude og fase som funksjon av frekvens. Det er målt tomgangsimpedanser sett fra lavspent-siden (a-b), og sett fra høyspentsiden (A-B), for alle tre transformatorene. Se de neste 6 sidene.



Lavspentvikling åpen



Høyspentvikling åpen

Scan-Tech Impedance Plot

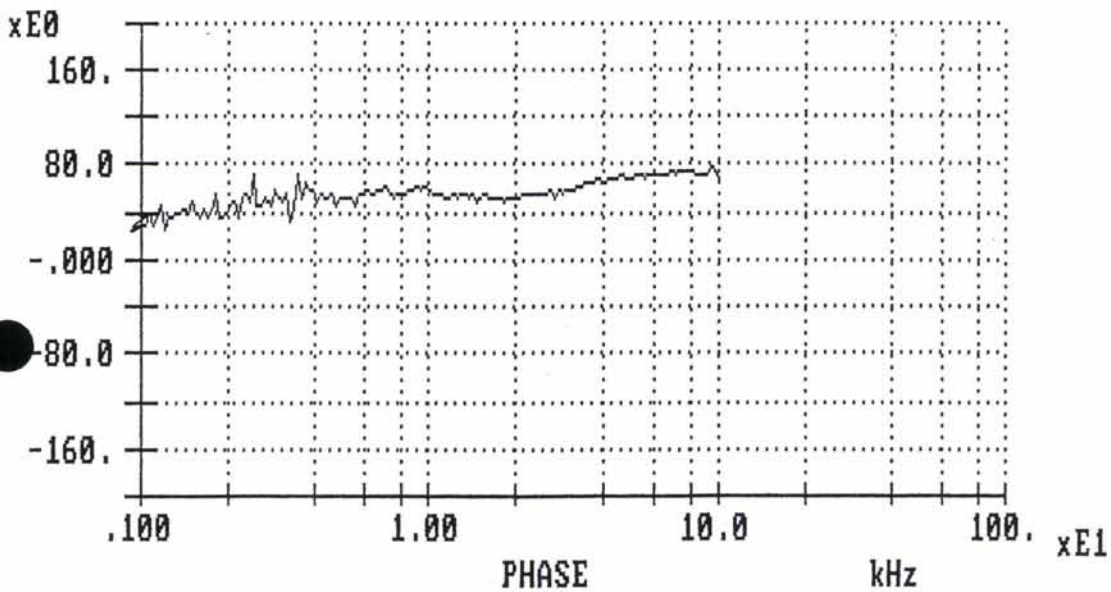
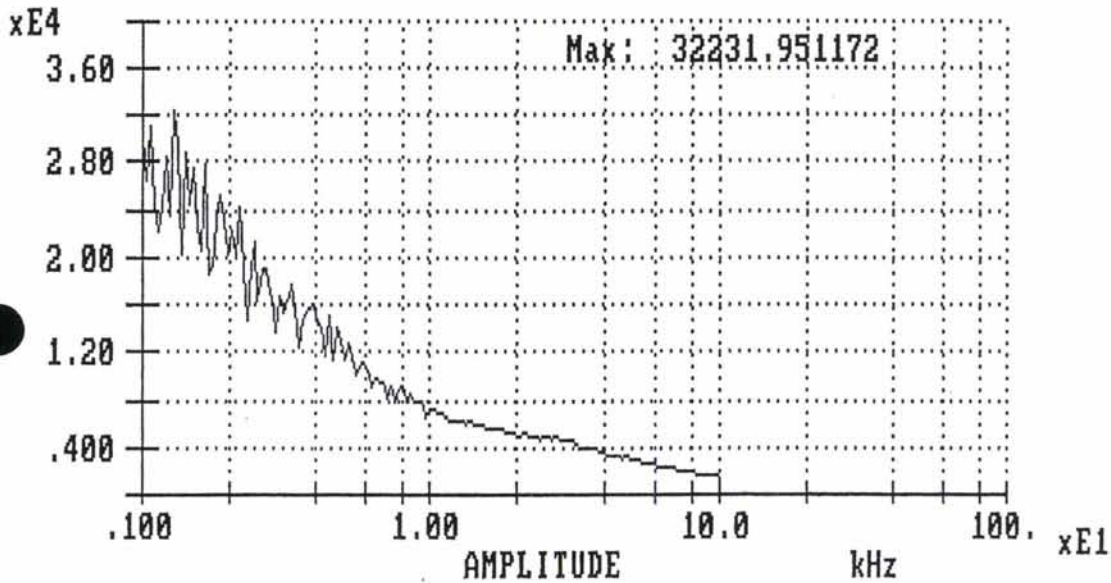
Impedance $z(f)$

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.: NSB_250A File name: c:\asyst\hfz\NSB25h1a.hfz

Date rec.: 10/08/96 Time rec.: 13:59:19

Comments : Impedanskarakteristikk hoyspent

: Lavspent aapen

: 250A transformator

Scan-Tech Impedance Plot

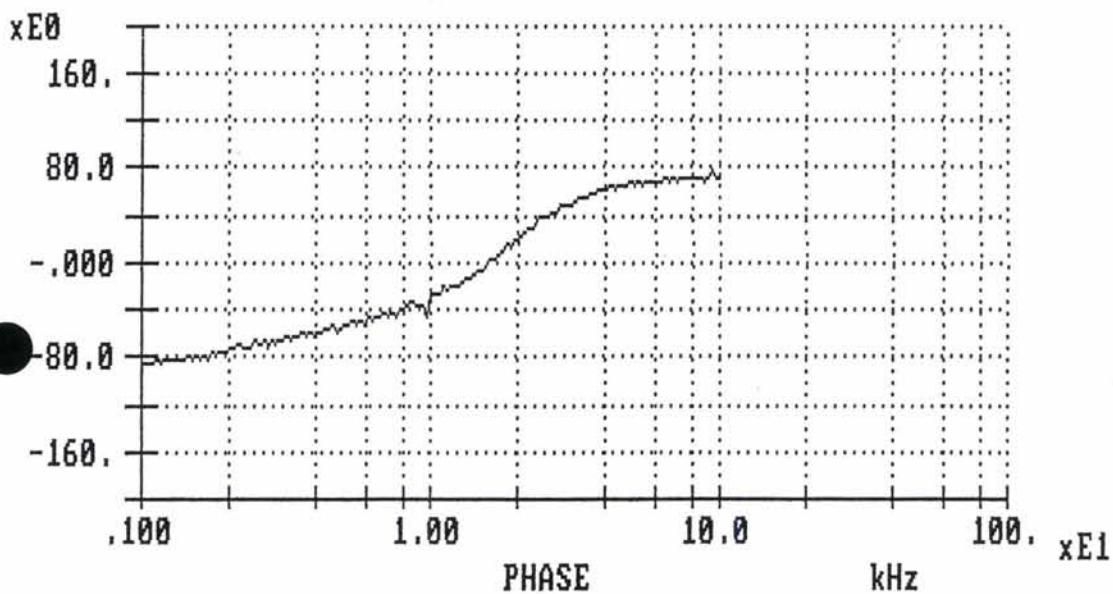
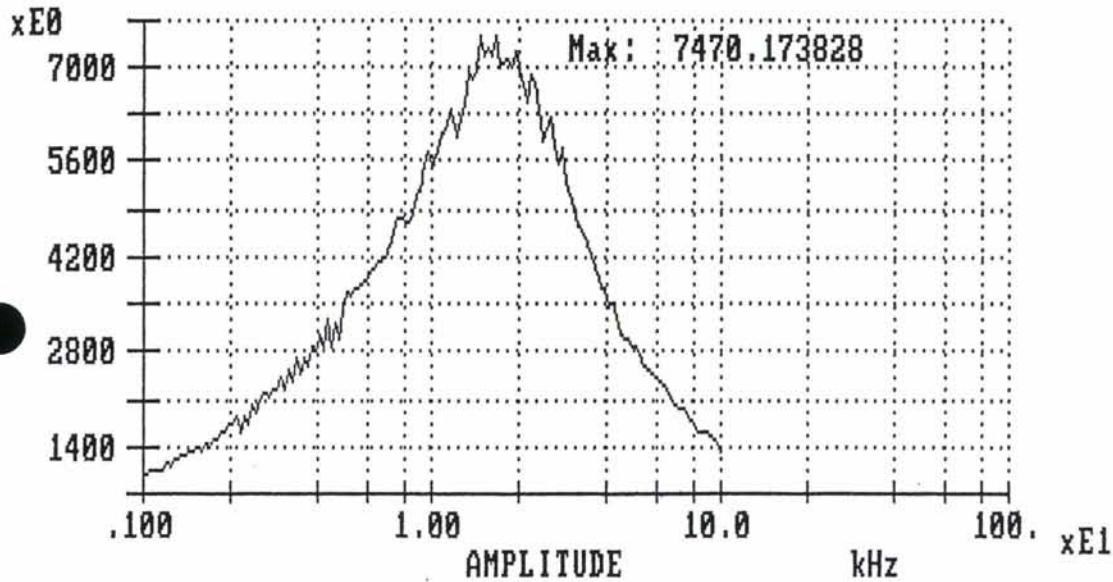
Impedance z(f)

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.: NSB_250A File name: c:\asyst\hfz\NSB251ha.hfz

Date rec.: 10/08/96 Time rec.: 14:03:56

Comments : Impedanskarakteristikk lavspent

: Hoyspent aapen

: 250A transformator

Scan-Tech Impedance Plot

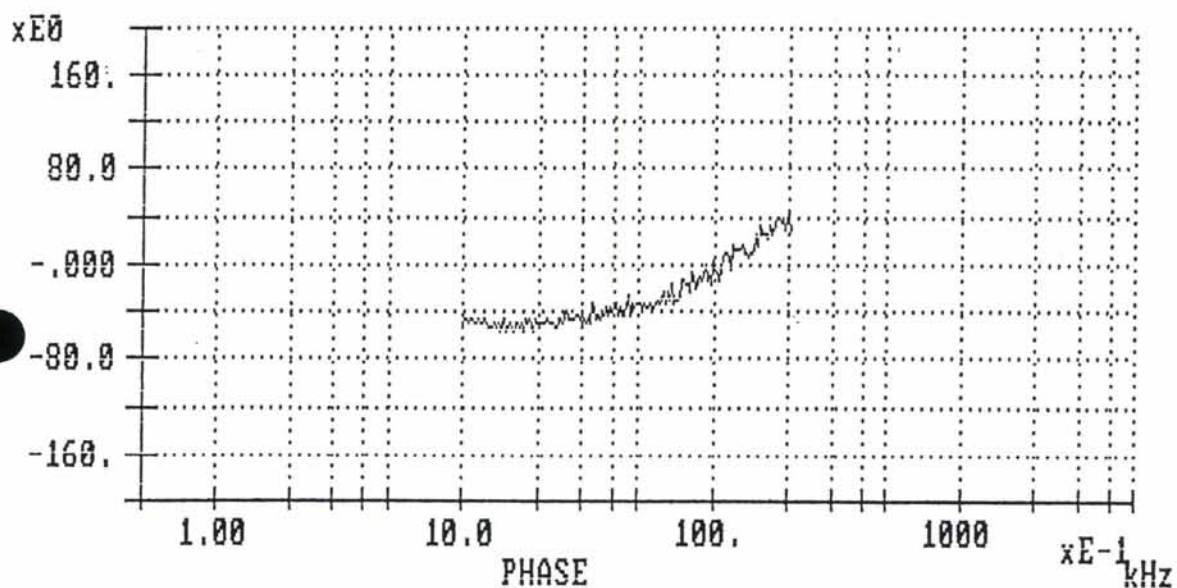
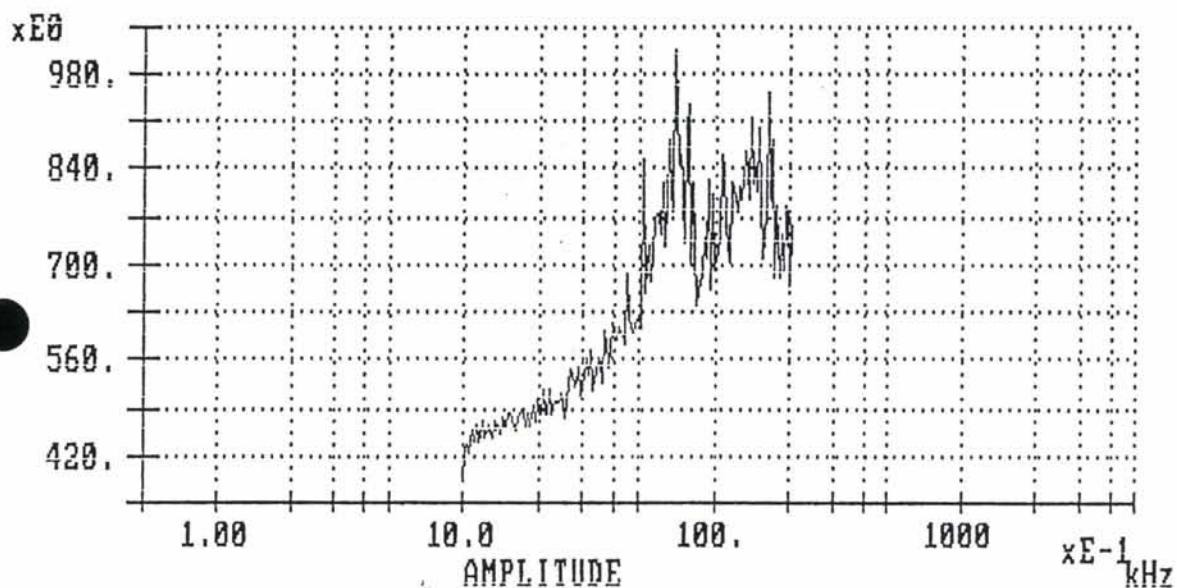
Impedance $z(f)$

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.: File name: c:\asyst\ast\NSB_t.ast

Date rec.: 07/01/96 Time rec.: 13:25:32

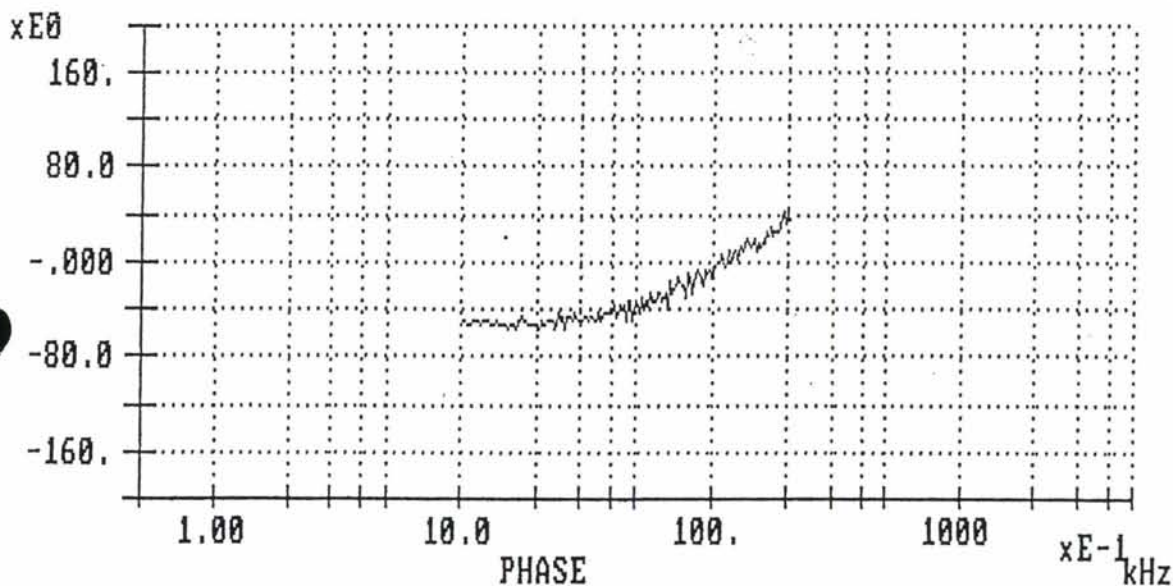
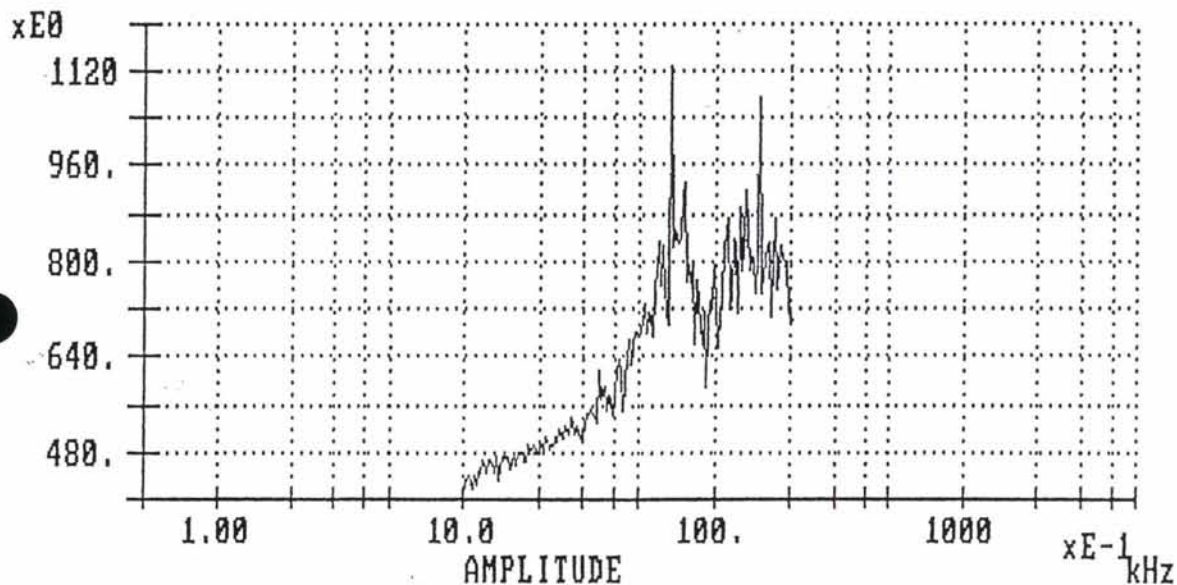
Comments : Tongang, Høyspent-vikling

NSB-500G

Scan-Tech Impedance Plot

Impedance $z(f)$

Print
Printer menu
139 HP DeskJet
Color



Order no.: File name: c:\asyst\ast\NSB_t_1.ast

Date rec.: 07/01/96 Time rec.: 13:32:02

Comments : Tongang
: Impedanskarakteristikk lavspent
:

NSB_500A

Scan-Tech Impedance Plot

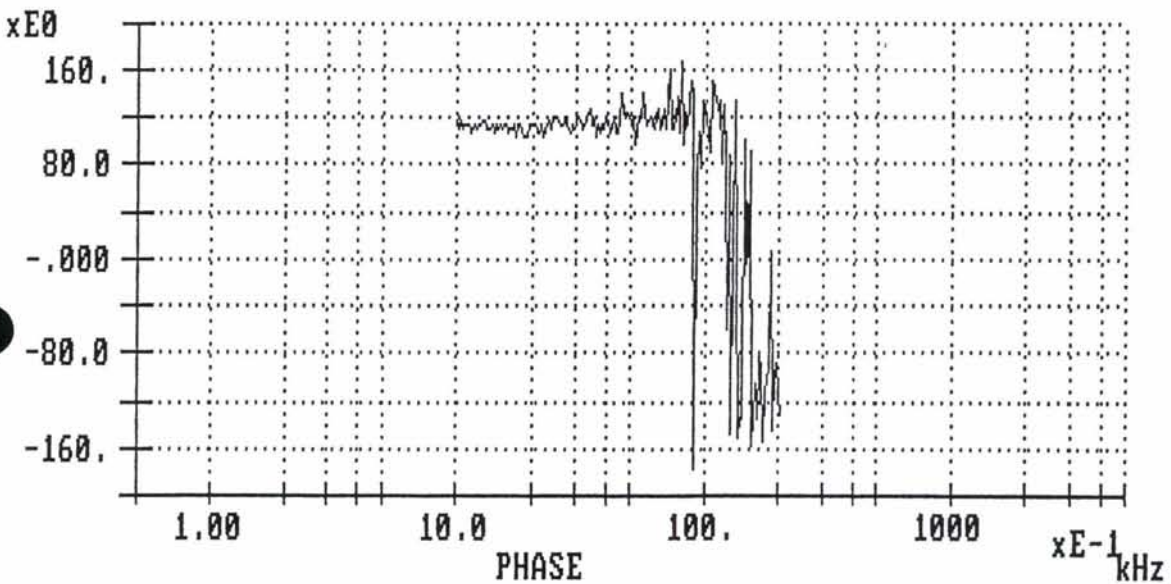
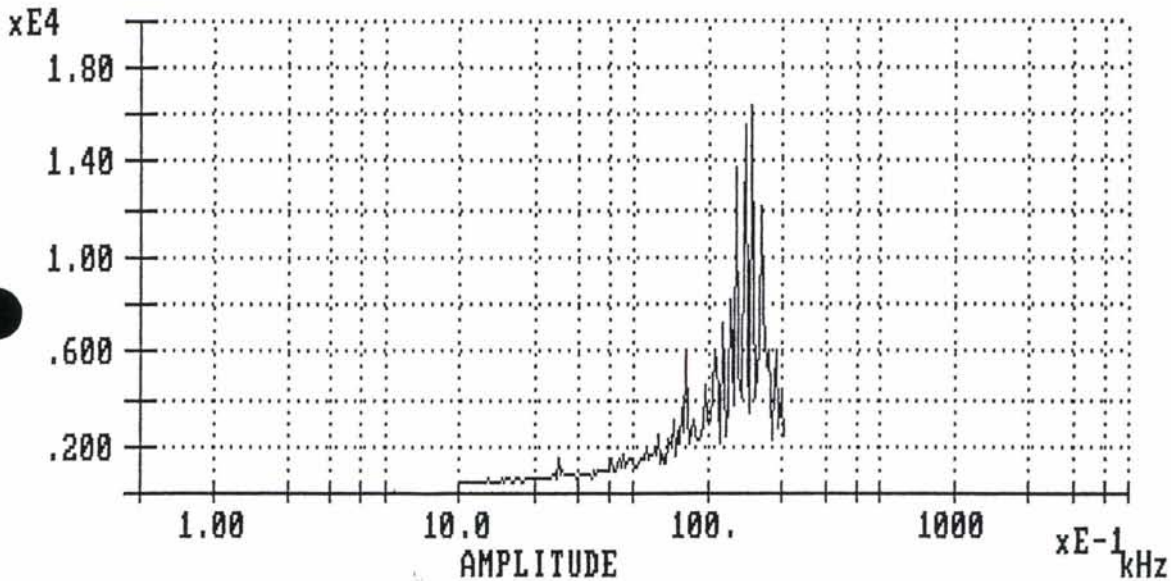
Impedance $z(f)$

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.: NSB_600A File name: c:\asyst\ast\NSB_6_LT.ast

Date rec.: 07/03/96 Time rec.: 14:40:51

Comments : Impedans/fase lavspent

: Hoyspent aapen

:

Scan-Tech Impedance Plot

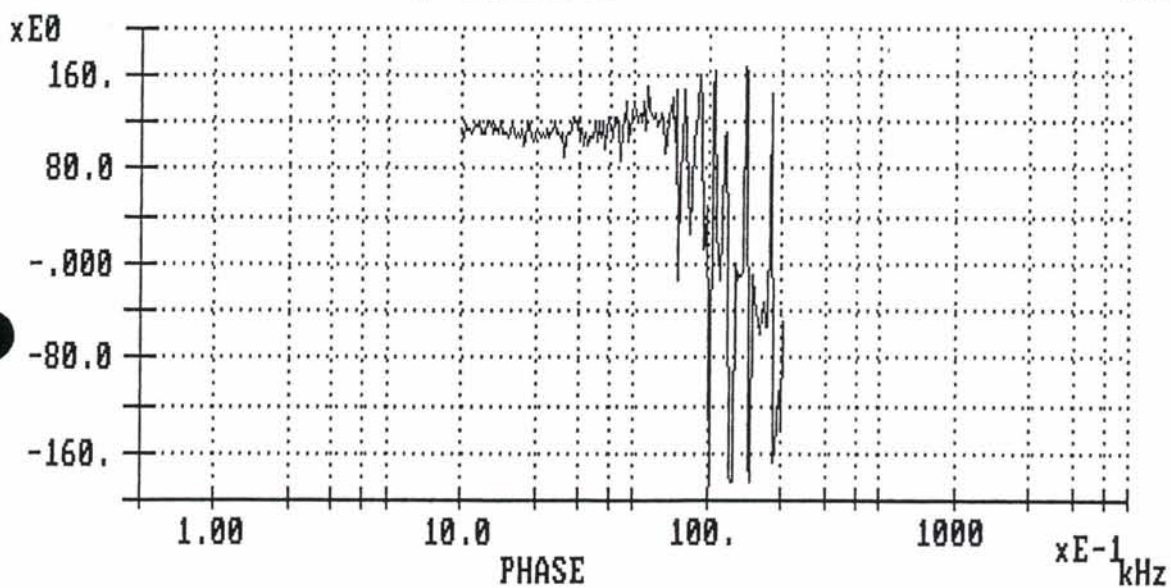
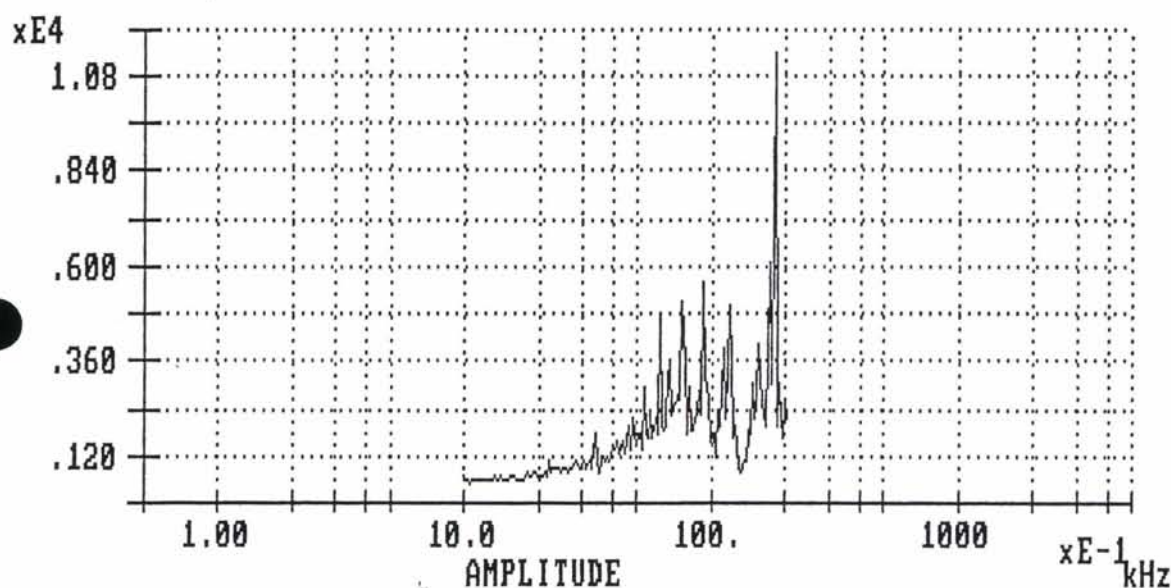
Impedance $z(f)$

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.: NSB_600A File name: c:\asyst\ast\NSB_6_HT.ast

Date rec.: 07/03/96 Time rec.: 14:37:30

Comments : Impedans/fase hoyspent

: Lavspent aapen

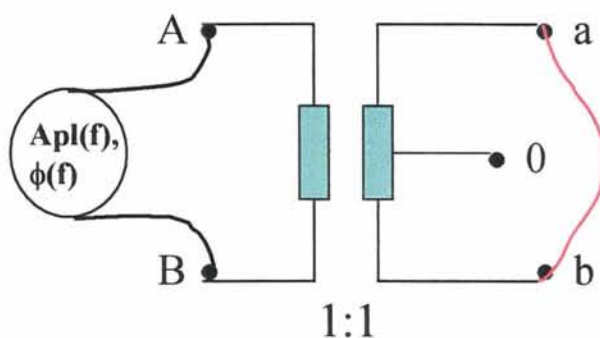
:

Vedlegg 3.4

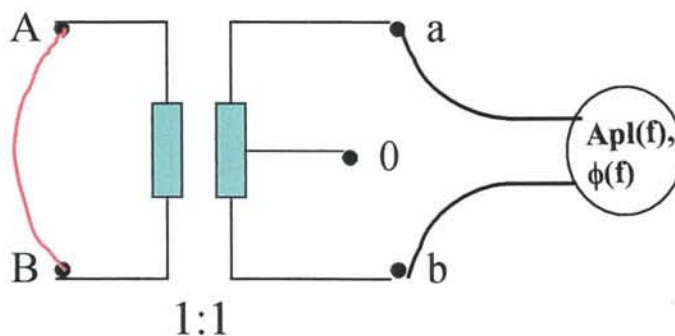
Indre impedanser som funksjon av frekvens, målt med transformatoren i kortslutning

Måling av indre impedanser med sugetransformatoren i kortslutning:

Instrumentet gav ut to kurver for hver måling: Amplitude og fase som funksjon av frekvens. Det er målt kortslutningsimpedanser sett fra lavspentsiden (a-b), og sett fra høyspentsiden (A-B), for alle tre transformatorene. Se de neste 7 sidene.



Lavspentsvikling kortsluttet



Høyspentsvikling kortsluttet

Scan-Tech Impedance Plot

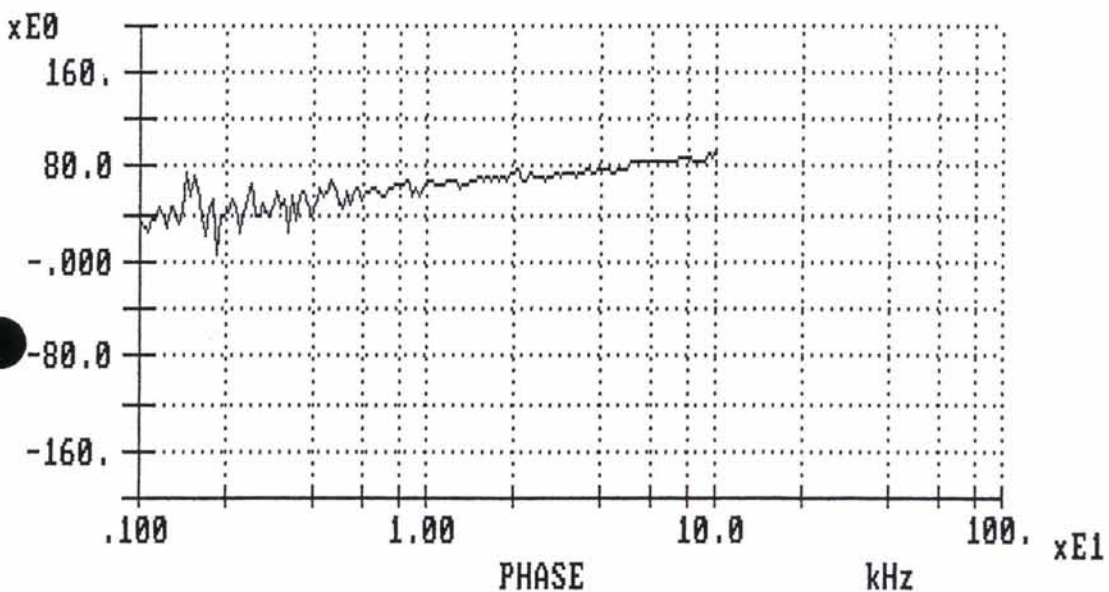
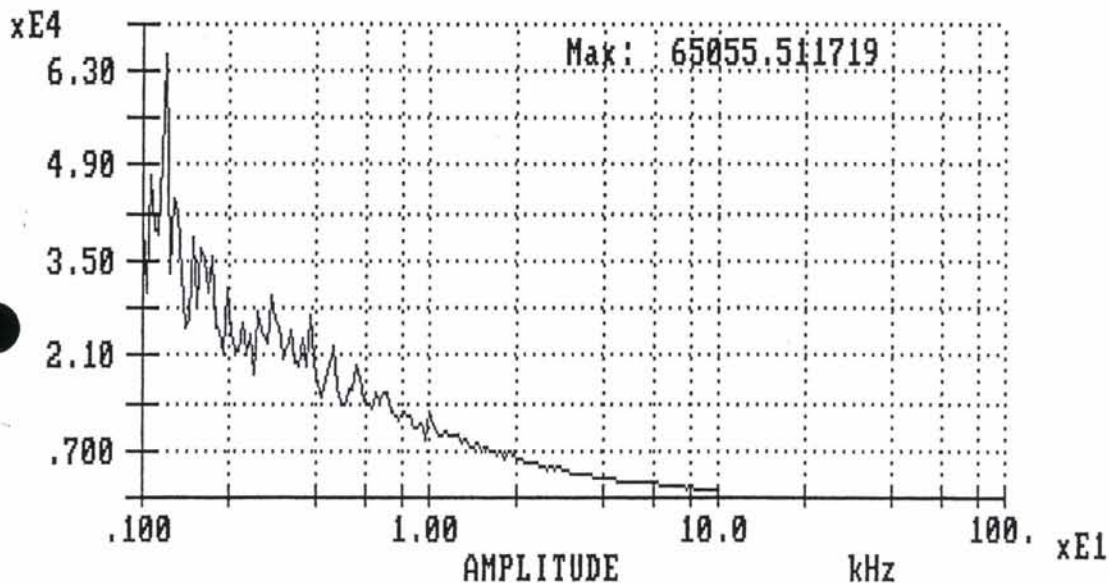
Impedance z(f)

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.: NSB_250A File name: c:\asyst\hfz\NSB25h1a.hfz

Date rec.: 10/08/96 Time rec.: 13:37:07

Comments : Impedanskarakteristikk hoyspent

: Lavspent kortsluttet

:

Scan-Tech Impedance Plot

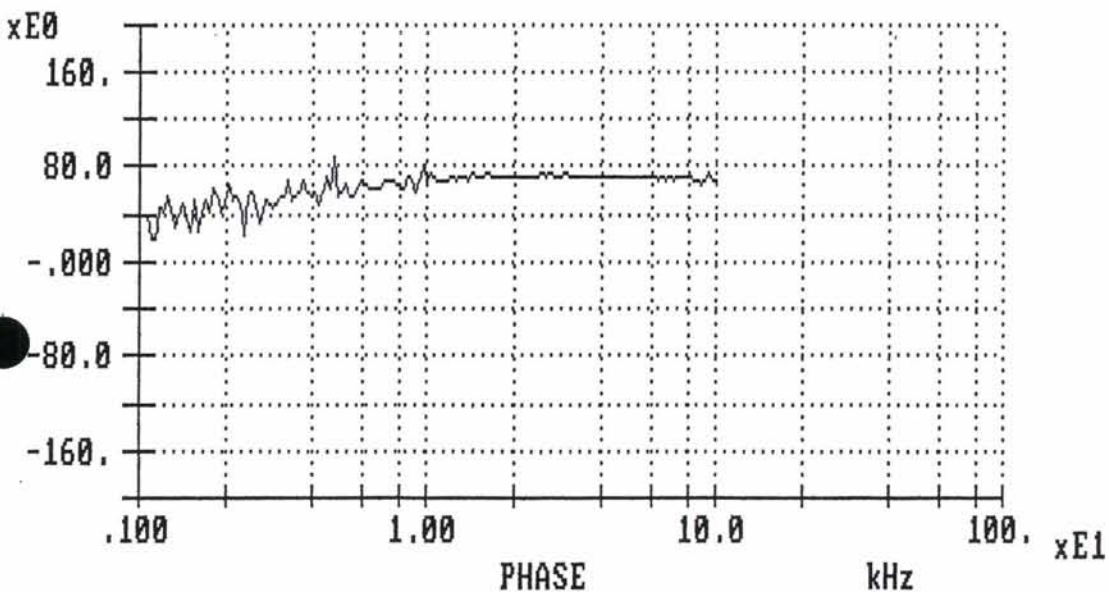
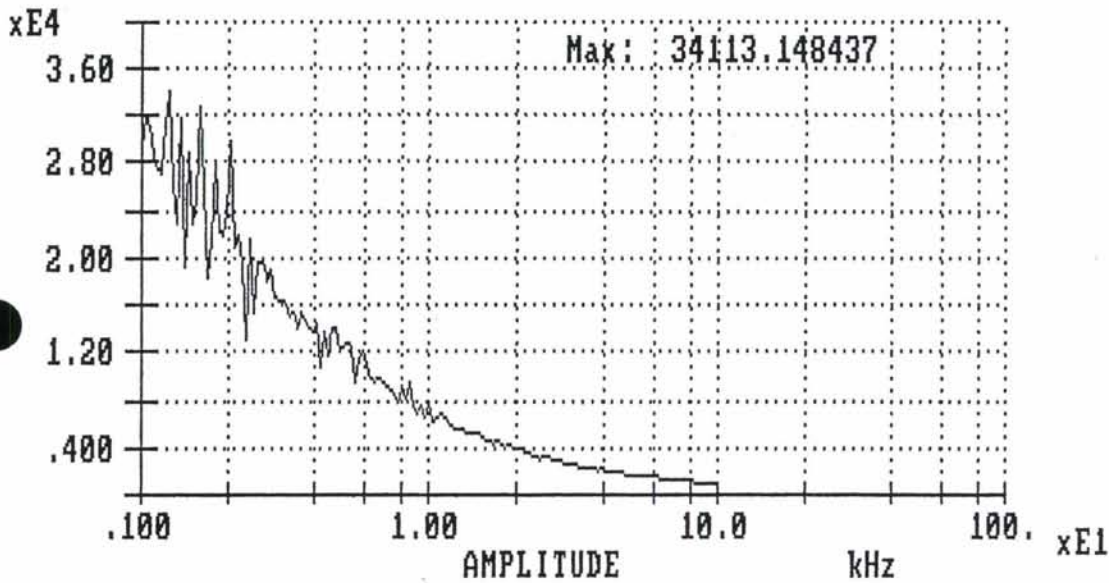
Impedance $z(f)$

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.: NSB_250A File name: c:\asyst\hfz\NSB25h1k.hfz

Date rec.: 10/08/96 Time rec.: 13:48:29

Comments : Impedanskarakteristikk hoyspent

: Lavspent kortsluttet

: 250A transformator

Scan-Tech Impedance Plot

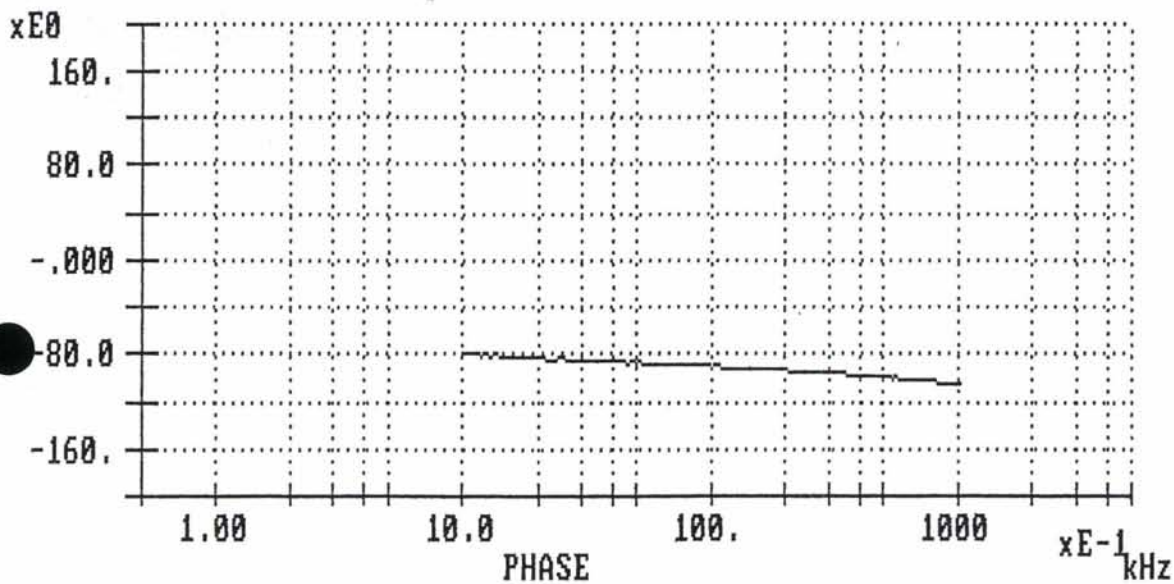
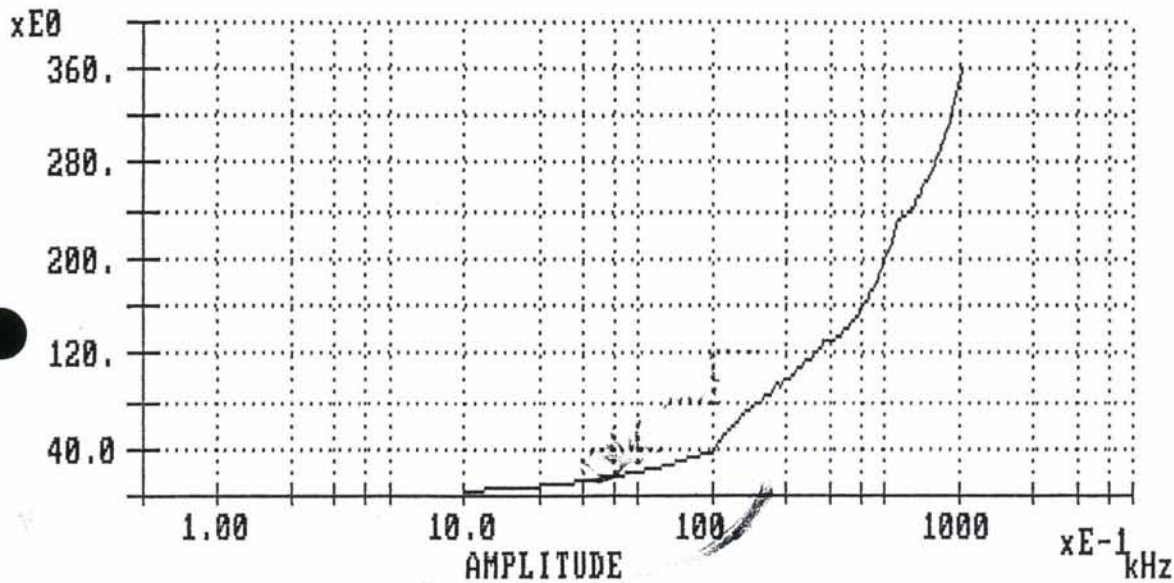
Impedance $z(f)$

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.: NSB_250A File name: c:\asyst\ast\NSB251hk.ast

Date rec.: 10/09/96 Time rec.: 11:40:34

Comments : Impedanskarakteristikk lavspent

: Hoyspent kortsluttet

: 250A transformator

Scan-Tech Impedance Plot

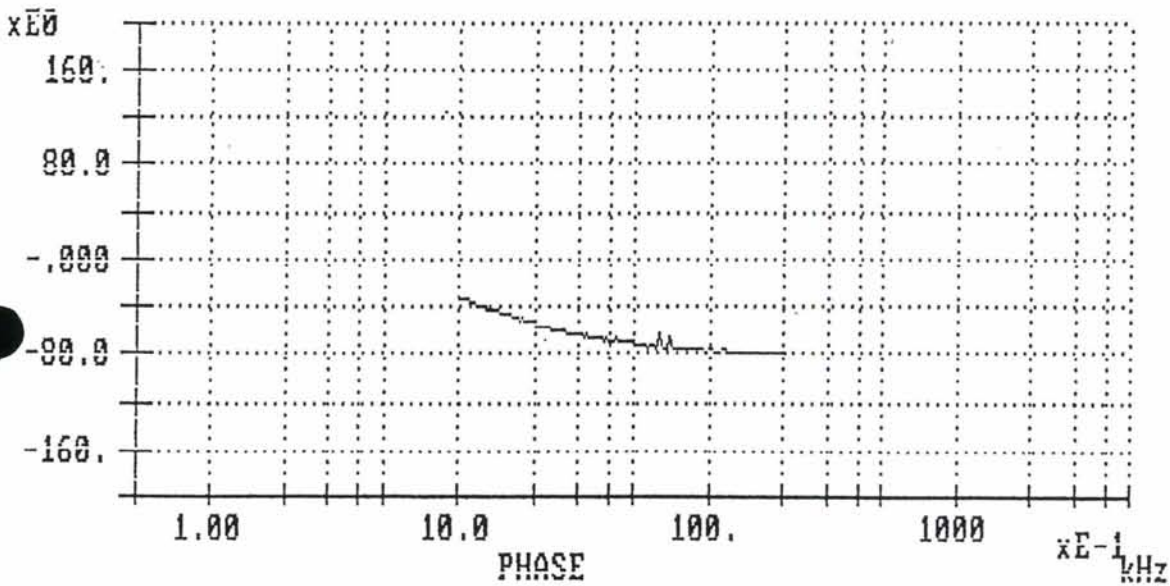
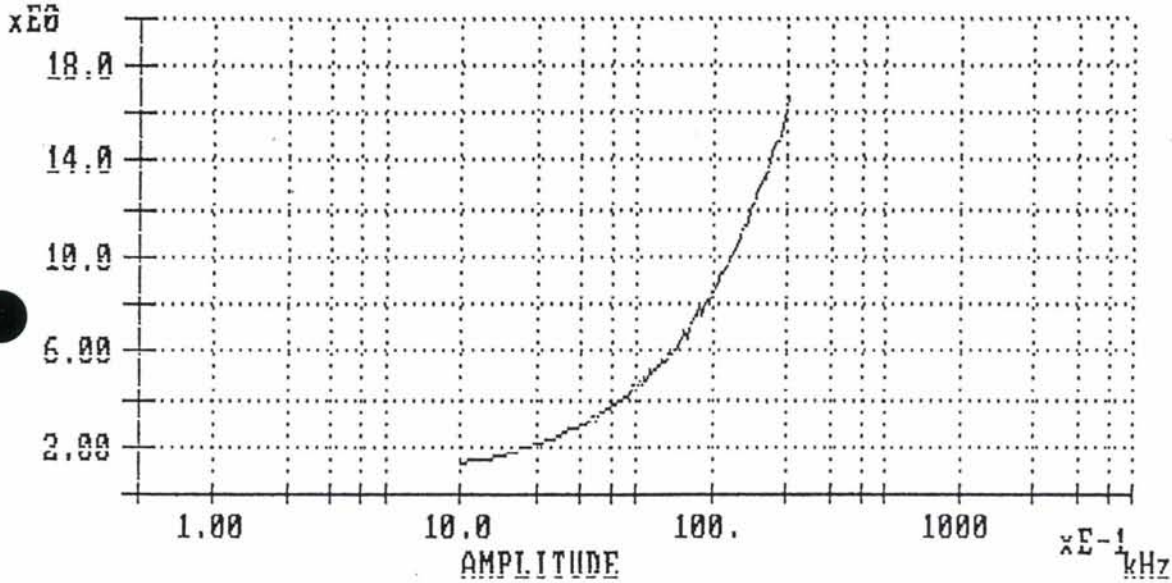
Impedance $z(f)$

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.:

File name: C:\ASYST\AST\NSB_K.AST

Date rec.: 07/01/96

Time rec.: 13:01:08

Comments: kortslutning, heyspentvikling

NSB-500 A

Scan-Tech Impedance Plot

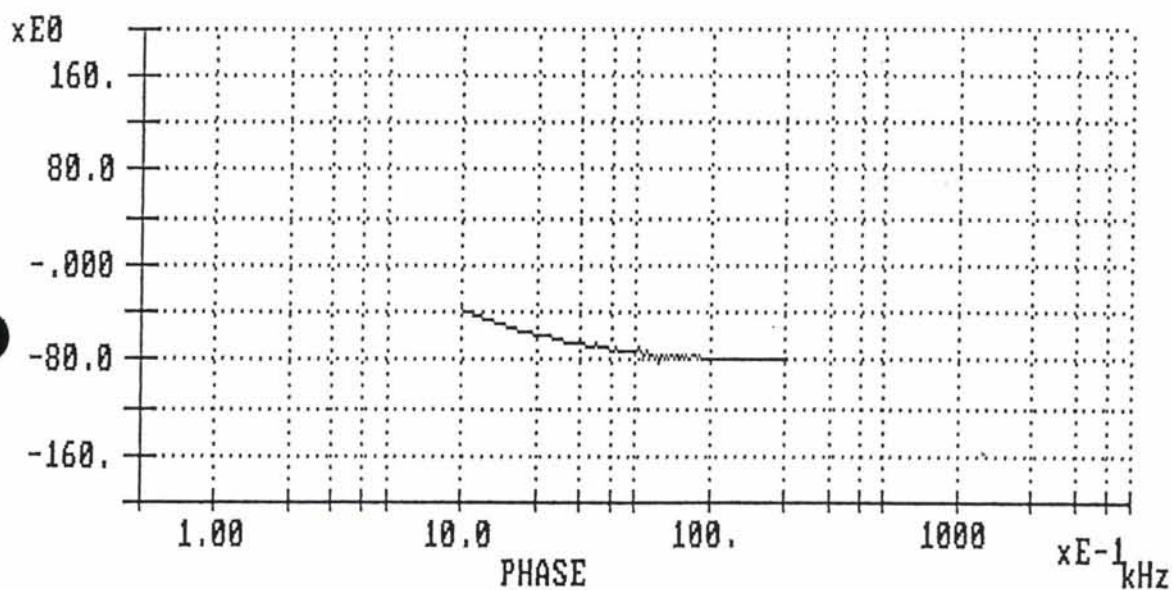
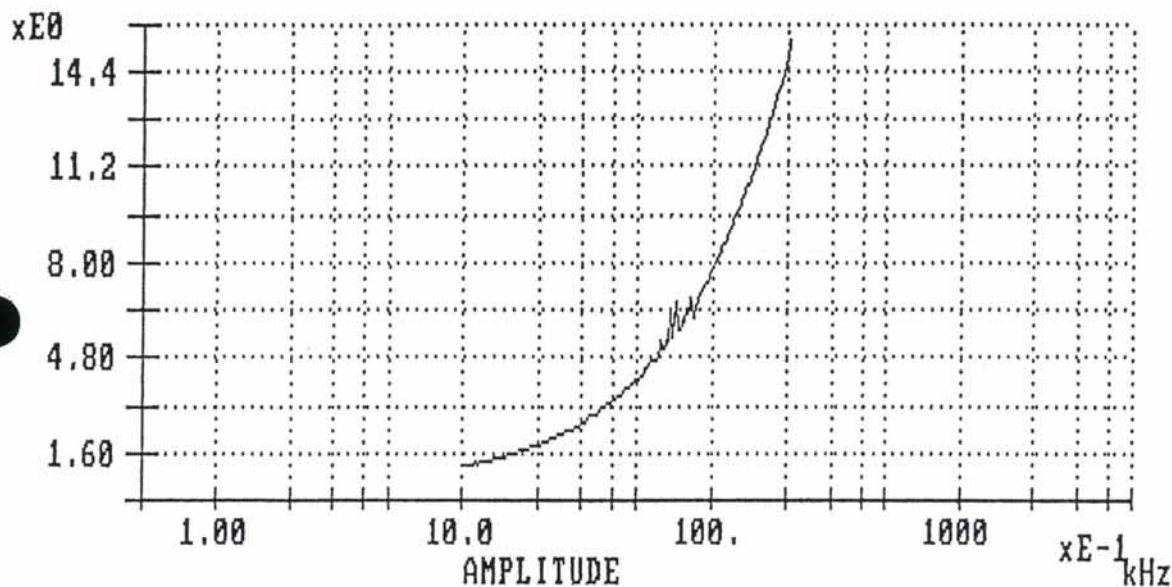
Impedance $z(f)$

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.:

File name: c:\asyst\ast\NSB_k_1.ast

Date rec.: 07/01/96

Time rec.: 13:36:06

Comments : Kortslutning

: Impedanskarakteristikk lavspenning

:

NSB - 500A

Scan-Tech Impedance Plot

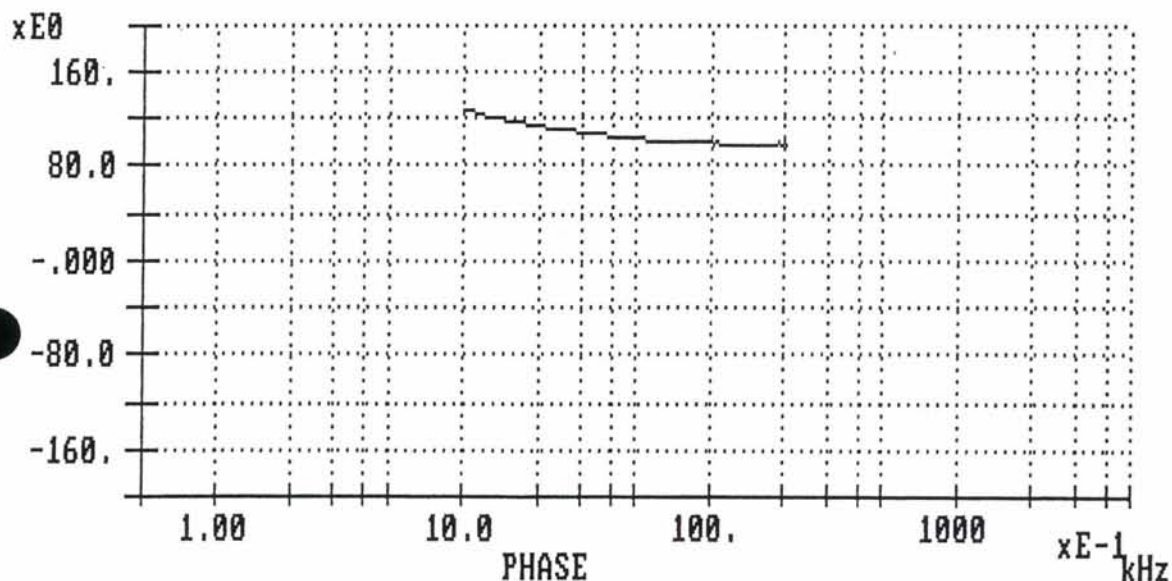
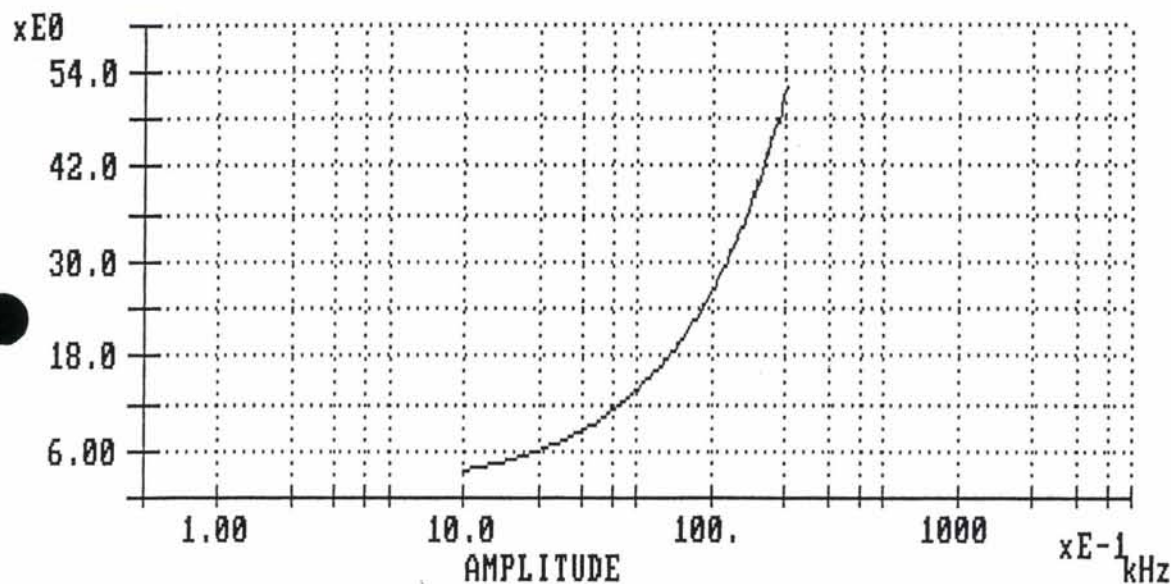
Impedance $z(f)$

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.: NSB_600A File name: c:\asyst\ast\NSB_6_HK.ast

Date rec.: 07/03/96 Time rec.: 14:32:06

Comments : Impedans/fase hoyspent

: Lavspent kortsluttet

:

Scan-Tech Impedance Plot

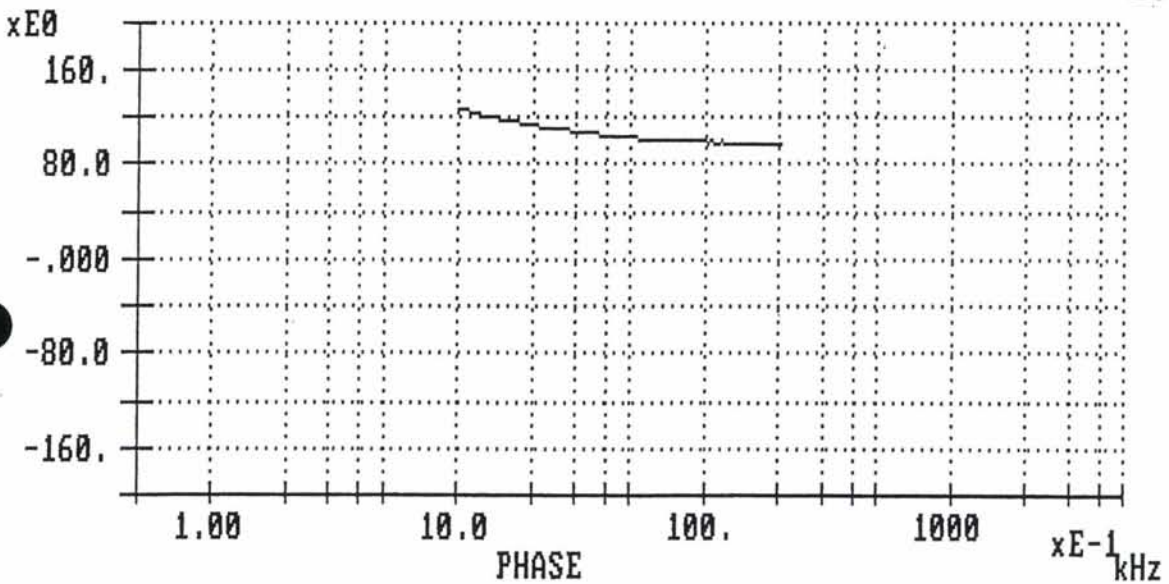
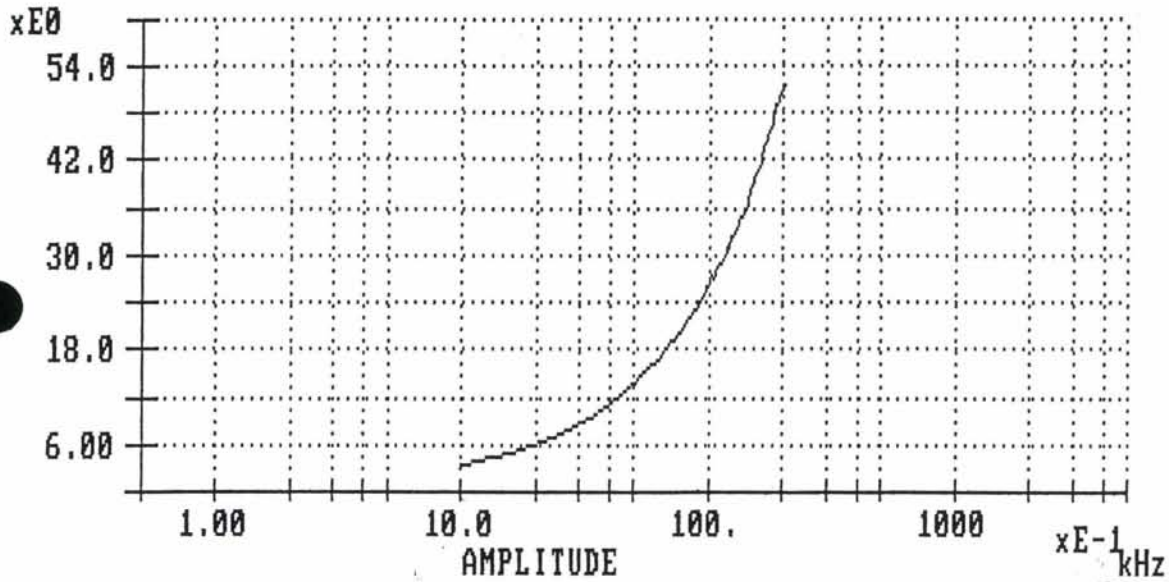
Impedance $z(f)$

Print

Printer menu

139 HP DeskJet

Color



Order no.: NSB_600A File name: c:\asyst\ast\NSB_6_LK.ast

Date rec.: 07/03/96 Time rec.: 14:51:05

Comments : Impedans/fase lavspent

: Hoyspent kortsluttet

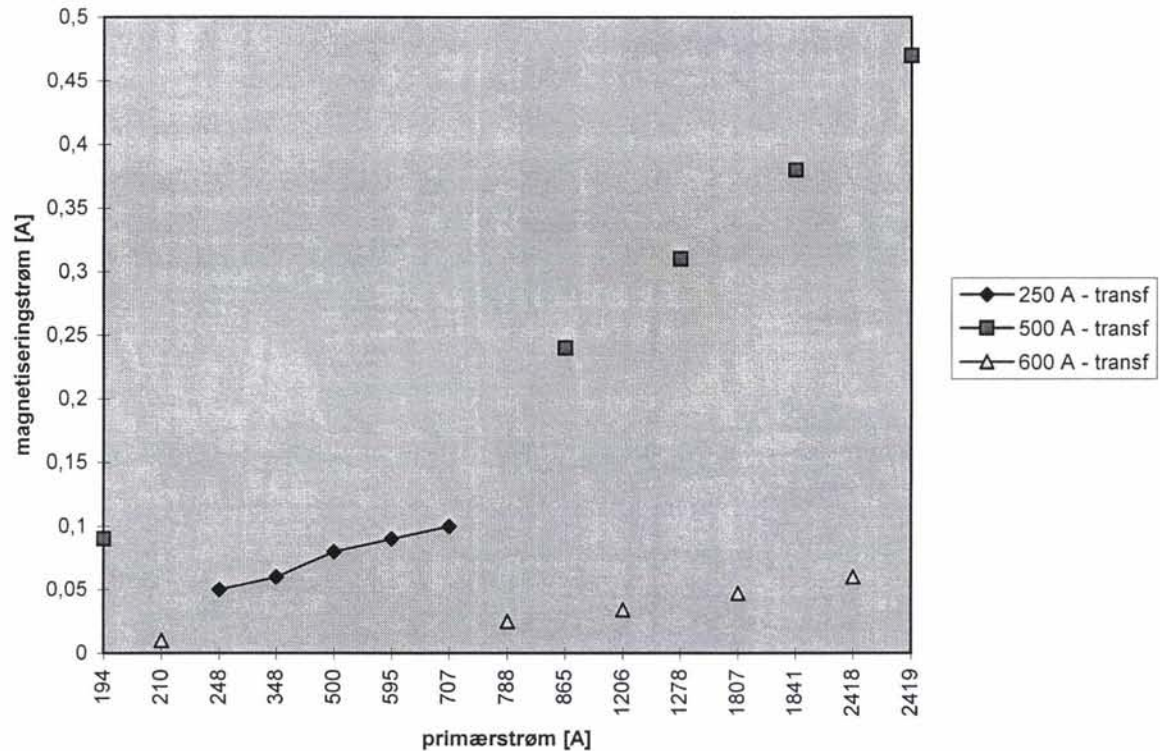
:

Vedlegg 3. 5	Påtrykt belastningstrømmer med åpen sekundærside
--------------	--

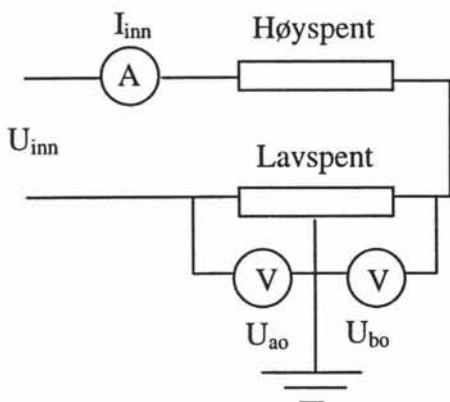
Strømmålinger med kortslutning over lavspenning

ref tab. 5.1-5.3 fra ABB

primærstrøm	magnetiseringstrøm		
	250 A - transf	500 A - transf	600 A - transf
194		0,09	
210			0,01
248	0,05		
348	0,06		
500	0,08		
595	0,09		
707	0,1		
788			0,025
865		0,24	
1206			0,034
1278		0,31	
1807			0,047
1841		0,38	
2418			0,06
2419		0,47	



4 Spenningsfordeling på lavspenning i normal drift 16 2/3 Hz



Figur 1.1. Koblingskjema for måling av spenningsfordelingen på lavspenningviklingen.

I_{inn} : Påtrykt strøm

U_{inn} : Påtrykt spenning

$\cos \varphi$: Målt effektfaktor til påtrykt strøm og spenning

U_{ao} : Målt spenning over klemme a og midtuttaket n på lavspenningviklingen.

U_{bo} : Målt spenning over klemme b og midtuttaket n på lavspenningviklingen.

ΔT_{ao-bo} : Faseforskjellen mellom U_{ao} og U_{bo} målt i tid. Periodeiden for 16 2/3 Hz er 60mS.

Resultater av målingene:

I_{inn} [A]	U_{inn} [V]	$\cos \varphi$	U_{ao} [V]	U_{bo} [V]	ΔT_{ao-bo} [mS]
122	9		0,04	0,06	
250	19	0,73	0,04	0,06	
350	27	0,70	0,04	0,07	
497	39	0,68	0,04	0,07	
712	57	0,68	0,04	0,07	

Tabell 4.1 Målte verdier på 250A transformator.

I_{inn} [A]	U_{inn} [V]	$\cos \varphi$	U_{ao} [V]	U_{bo} [V]	ΔT_{ao-bo} [mS]
198	4,01	0,67	1,54	1,15	29,0
861	17,56	0,65	6,78	4,94	29,0
1200	24,83	0,66	9,54	6,94	29,0
1830	38,81	0,68	14,64	10,75	28,6
2407	54,70	0,73	19,95	15,02	28,7

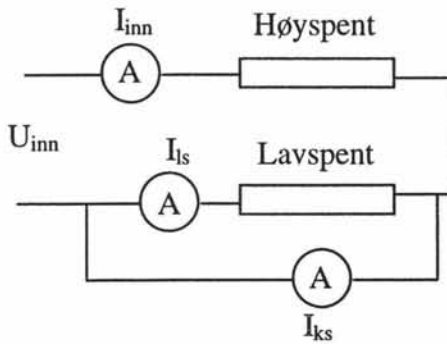
Tabell 4.2 Målte verdier på 500A transformator.

I_{inn} [A]	U_{inn} [V]	$\cos \varphi$	U_{ao} [V]	U_{bo} [V]	ΔT_{ao-bo} [mS]
203	7,11	0,30	1,03	0,77	29,0
814	28,56	0,29	4,36	3,34	29,3
1222	41,93	0,30	6,74	5,16	29,3
1844	65,22	0,31	10,50	8,08	29,3
2385	85,20	0,33	13,98	10,87	28,5

Tabell 4.3 Målte verdier på 600A transformator.

Vedlegg 3.6	Påtrykt belastningstrømmer med kortsluttet sekundærside
-------------	---

5 Strømmålinger med lavspentsiden kortsluttet 16 2/3 Hz



Figur 5.1. Koblingsskjema for måling av strømmene ved kortsluttet lavspentvikling.

Resultater av målingene:

I_{inn} [A]	I_{ls} [A]	I_{ks} [A]
248	248	0,05
348	348	0,06
500	500	0,08
595	595	0,09
707	707	0,10

Tabell 5.1 Strømmer målt på 250 A transformator.

I_{inn} [A]	I_{ls} [A]	I_{ks} [A]
194	194	0,09
865	865	0,24
1278	1278	0,31
1841	1841	0,38
2419	2419	0,47

Tabell 5.2 Strømmer målt på 500 A transformator.



I_{inn} [A]	I_{is} [A]	I_{ks} [A]
210	210	0,010
788	788	0,025
1206	1206	0,034
1807	1807	0,047
2418	2418	0,060

Tabell 5.3 Strømmer målt på 600 A transformator.

Vedlegg 3.7

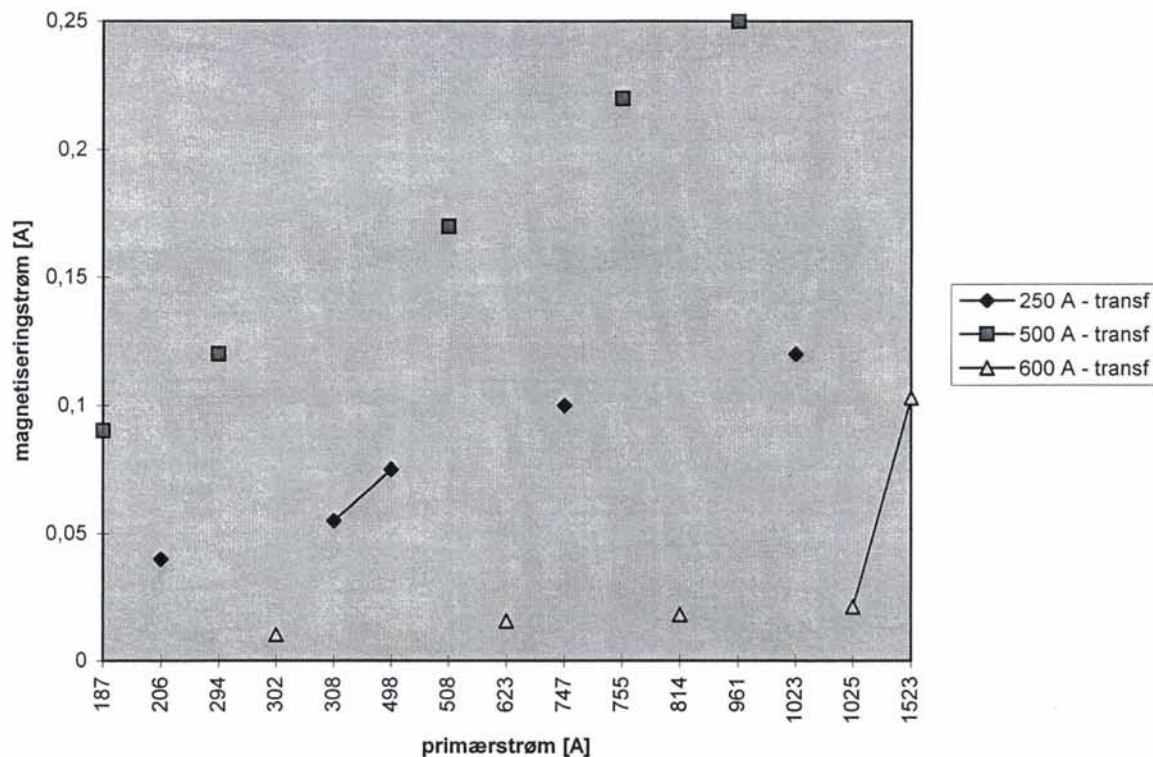
Påtrykt belastningstrømmer med impedans parallelt med sekundærviklingen

Strømmålinger med impedans over lavspenning

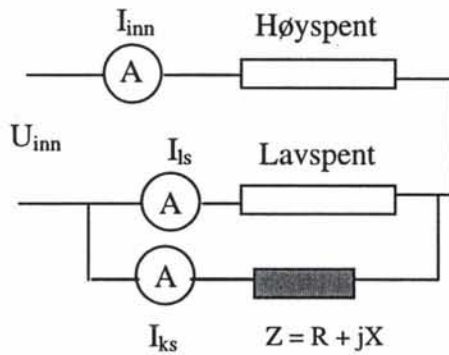
ref tab. 6.2-6.4 fra ABB

Impedans = 0,2 +j0,4 ohm

primærstrøm	magnetiseringstrøm		
	250 A - transf	500 A - transf	600 A - transf
187		0,09	
206	0,04		
294		0,12	
302			0,0101
308	0,055		
498	0,075		
508		0,17	
623			0,0155
747	0,1		
755		0,22	
814			0,018
961		0,25	
1023	0,12		
1025			0,021
1523			0,103



6 Strømmålinger med lavspentsiden kortsluttet med en impedans 16 2/3 Hz



Figur 6.1 Koblingsskjema for måling av strøm ved lavspent kortsluttet med en impedans.

Resultater av målingene:

Lavspentsiden kortsluttet med en impedans med $Z = 0,2 + j0,4 \Omega$

P (W)	I_1 (A)	U_1 (V)	I_2 (A)	I_3 (A)	U_{ao} (V)	U_{bo} (V)
1.200	316	10,5	315	10,4 m	0,18	0,16
4.400	634	21,8	632	16 m	0,37	0,35
7.300	815	28,3	812	18,5 m	0,50	0,46
12.300	1051	37,0	1046	22,3 m	0,67	0,62

Tabell 6.1 Strømmer målt på 600 A transformator.

Lavspentsiden kortsluttet med en impedans med $Z = 0,4 + j0,4 \Omega$

P (W)	I ₁ (A)	U ₁ (V)	I ₂ (A)	I ₃ (A)	U _{ao} (V)	U _{bo} (V)
2.300	206	15	205	0,04	0,51	0,47
4.800	308	23	307	0,055	0,80	0,74
12.300	498	38	497	0,075	1,44	1,36
27.500	747	57	745	0,10	2,32	2,22
52.300	1023	79	1018	0,12	3,31	3,20

Tabell 6.2 Strømmer målt på 250 A transformator.

P (W)	I ₁ (A)	U ₁ (V)	I ₂ (A)	I ₃ (A)	U _{ao} (V)	U _{bo} (V)
800	187	3,1	186	0,09	0,15	0,16
1500	294	5,5	293	0,12	0,27	0,29
4000	508	10,2	507	0,17	0,52	0,54
8400	755	15,3	752	0,22	0,80	0,84
13400	961	19,7	957	0,25	1,05	1,09

Tabell 6.3 Strømmer målt på 500 A transformator.

P (W)	I ₁ (A)	U ₁ (V)	I ₂ (A)	I ₃ (A)	U _{ao} (V)	U _{bo} (V)
1200	302	10	300	10,1 m	0,16	0,15
4400	623	21,4	620	15,5 m	0,37	0,34
7500	814	28,4	811	18,0 m	0,52	0,46
11300	1025	36,1	1020	21,4 m	0,67	0,59
27400	1523	54,4	1506	29,2 m	1,03	0,92

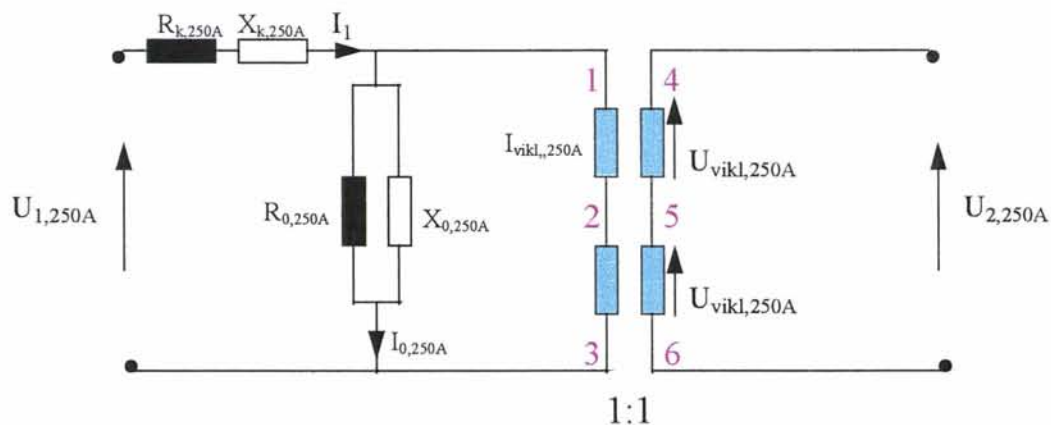
Tabell 6.4 Strømmer målt på 600 A transformator.

Vedlegg 3.8	Omkobling fra 250 A til 500 A transformator
-------------	---

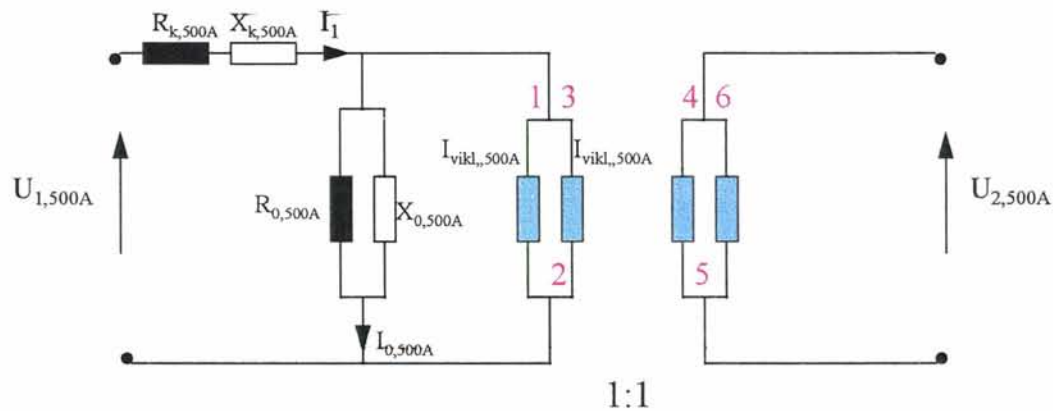
1. OMKOBLING FRA 250 A TIL 500 A SUGETRANSFORMATOR

1.1 KOBLINGSKJEMAER

250 A -sugetransformator:



500 A -sugetransformator:



1.2 SAMMENLIKNING AV PARAMETRE

Tar utgangspunkt i at primærstrømmen for et gitt tilfelle er den samme for de to transformatorene, og sammenlikner øverige parametre:

	250A -transformator	500A -transformator
primærstrøm	I_1	I_1
sekundærspenning	$U_{2, 250A}$	$U_{2, 500A} = \frac{1}{2} \cdot U_{2, 250A}$
vindinger	N	$\frac{1}{2} \cdot N$
spenning over primærvikling	$U_{vikl, 250A}$	$U_{vikl, 500A} = \frac{1}{2} \cdot U_{vikl, 250A}$
strøm igjennom primærvikling	$I_{vikl, 250A} = I_1 - I_{0, 250A}$	$I_{vikl, 500A} = \frac{1}{2} \cdot (I_1 - I_{0, 500A})$
magnetiseringstrøm	$I_{0, 250A}$	$I_{0, 500A}$
fluks i jernkjernen	Φ_{250A}	$\Phi_{500A} = \Phi_{250A}$
spenning over sekundærvikling	$U_{2, 250A} = N \cdot d\Phi_{250A} / dt$	$U_{2, 500A} = \frac{1}{2} \cdot N \cdot d\Phi_{250A} / dt$ $= \frac{1}{2} \cdot U_{2, 250A}$

1.3 KONKLUSJONER

Termisk sett tåler 500A -transformatoren dobbelt så mye strøm som 250A -transformatoren

Skjøtespenningen som oppstår ved en gitt strøm er halvparten så stor for 500A -transformatoren som for 250A -transformatoren

Hvis 250A -transformatoren går i metning ved en viss strøm vil 500A -transformatoren gå i metning ved halve strømmen.