

NGU Rapport 96.063

CURIE BALANSE

Rapport nr.: 96.063		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: CURIE BALANSE				
Forfatter: Oddbjørn Totland		Oppdragsgiver: NGU		
Fylke:		Kommune:		
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 30	Pris: kr 60,-	
		Kartbilag:		
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 19.04.96	Prosjektnr.: 2670.00	Ansvarlig: Ola Hanø	
Sammendrag: <p>Denne rapporten beskriver konstruksjon og bruk av ny-utviklet Curie-Balanse som skal brukes ved Termo-Magnetiske Analyse (TMA). TMA er en diagnostisk metode til å identifisere magnetiske mineraler (Curie Temperatur) samt magneto-mineralogiske fase-overganger.</p> <p>TMA registrerer metningsmagnetisering (Js) som funksjon av temperatur (T), og TMA ved NGU skal utføres ved hjelp av Curie-balansen som er beskrevet i denne rapporten.</p>				
Emneord: Geofysikk		Instrument		

INNHOOLD:

INNHALDSREGISTER.....	1
INNLEDNING.....	3
TEKNISKE SPESIFIKASJONER.....	4
BRUKERVEILEDNING FOR CURIE BALANSEN.....	5
KURVER OVER ANTALL KILOGAUSS SOM FUNKSJON AV STRØMMEN OG AVSTANDEN MELLOM POLENE.....	8
INSTRUMENTBESKRIVELSE.....	9
MAGNETEN.....	10
OVNEN.....	10
MÅLE OG KONTROLLENHETEN.....	11
TERMOKOBLING OG STRØM-TRANSFORMATOR FORSTERKER.....	12
KONTROLLBOKSEN.....	12
TERMINERING MOT PC.....	13
BLOKKSJEMA OVER CURIE-BALANSEN, Fig.1.....	14
BETJENINGSPANEL FOR OPPSTART, Fig. 2.....	15
KOBLINGER TIL MAGNET OG ALARM, Fig.3.....	16
KOBLINGER TIL OVN m / KONTROLL, Fig. 4.....	17
MÅLE OG KONTROLLENHET, Fig. 5.....	18
TERMOKOBLING OG STRØMTRANSFORMATOR FORSTERKER, Fig. 6.....	19
BETJENINGSPANEL FOR KONTROLLBOKSEN, Fig.7.....	20

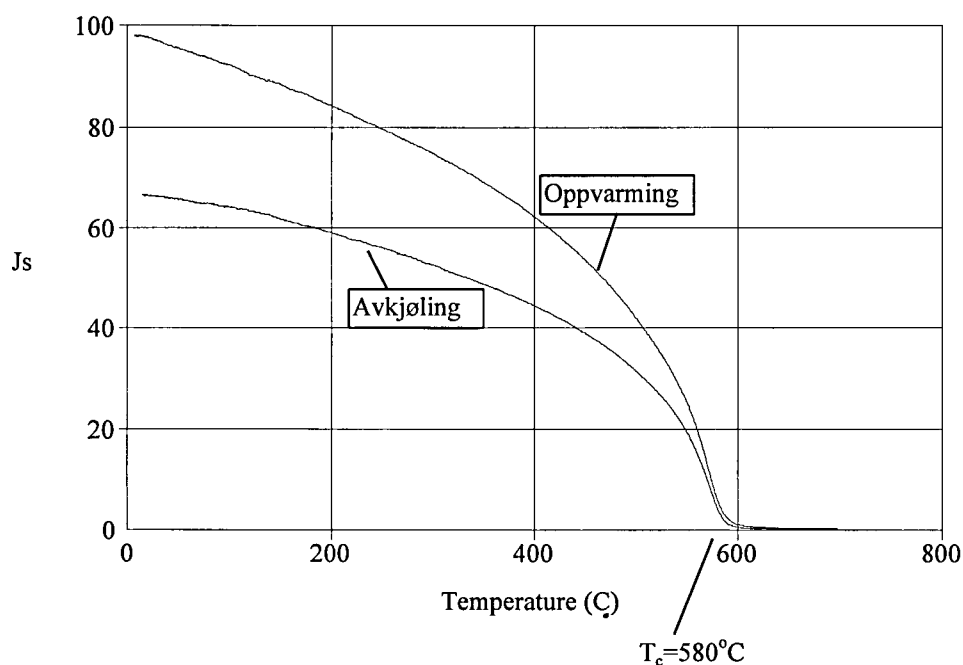
KOBLINGER I KONTROLLBOKSEN, SKJEMATISK, Fig. 8.....	21
TERMINERING TIL KORTET I KONTROLLBOKSEN, Fig. 9.....	22
KOBLINGSBOKS FOR TERMINERING TIL PC, Fig. 10.....	23
PROGRAM FOR KONTROLL OG LOGGING AV CURIE-BALANSEN.....	24
KONKLUSJON _m / EKSEMPLER PÅ PLOT AV J_s -T KURVER.....	30

Innledning

Termomagnetisk analyse (TMA) registrerer metningsmagnetisering (J_s) som funksjon av temperatur (T), og TMA ved NGU utføres ved hjelp av en Curiebalanse som er beskrevet i denne rapporten.

Ferri- og ferromagnetiske stoffer har en spontan magnetisering som mettes i ett gitt magnetisk felt (H). Denne spontane magnetisering forsvinner ved en karakteristisk temperatur, Curietemperaturen (T_c), og stoffet blir da paramagnetisk. Metningsmagnetisering og Curietemperaturen avhenger av stoffets kjemiske og strukturelle sammensetning og TMA kan derfor benyttes som en diagnostisk metode for magnetisk mineral identifikasjon. Magnetomineralogiske forandringer under eksperimentet (for eksempel oksydasjon) kan imidlertid forårsake tvetydighet med hensyn til tolkning.

C:\VBPRG3\CURIE\M107B.CUR



For vanlige bergartsmagnetiske undersøkelser er J_s ingen viktig parameter idet volumet av de ferro/ferrimagnetiske mineralene er ukjent, og vi er derfor primært interessert i Curietemperaturen. En Curietemperatur defineres ved den temperaturen der kurven har **størst krumming**. Overstående kurveforløp (se figur) representerer ren magnetitt med $T_c=580^\circ\text{C}$. Vi merker oss imidlertid at J_s er redusert etter oppvarming og avkjøling til 700°C . Dette skyldes sannsynligvis oksydasjon til hematitt p.g.a. at prøven er oppvarmet i luft.

T_c for noen vanlige magnetiske mineraler:

Magnetitt	(Fe_3O_4)	580°C
Hematitt	($\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$)	670°C
Goethitt	($\alpha\text{-FeOOH}$)	$60\text{-}130^\circ\text{C}$
Pyrrhotitt	($\text{Fe}_{1-\delta}\text{S}$)	320°C ($\delta=0.125$ - ren)

Referanse:Løvlie, R., 1980. Magnetomineralogi. Forelesningshefte, Universitet i Bergen, 125 sider.

TEKNISKE SPESIFIKASJONER

EFFEKT:

MAGNET: Maksimum 15 Amp. 1000Watt

OVN : - « - 3 Amp. 500Watt

ELEKTRONIKK: 40Watt

SPENNING INN:

220 VAC 50Hz

FELT:

Ved 10Amp. gir MAGNETEN 8.5 KGAUSS mellom polene.

TEMPERATUR:

Maks 750 grader C i OVN ved 3 Amp.

FØLSOMHET:

>10% AV MAKS.UTSLAG pr. mg Ni x antall KGAUSS

TEMP.OFFSET: (mellom 300 og 700 grader)

< +10 +/- 2 grader. kalibrert med Ni og MAGNETITT

CURIETEMP: 360 og 580 GRADER.

DRIFT:

< 1% (Eksempelvis diamagnetismen for kvartsholderen utgjør 2%)

PC-KORT:

A/D: 12 BIT BIPOLAR (+/- 5V)

FØLSOMHET TEMP.: 0.5 grader/BIT

- « - STRØM : 5 mAmp/BIT

- « - Js GAIN=10 0.005% /BIT

- « - GAIN= 1 0.05% /BIT

D/A : 12 BIT (0- 10 V)

OPPLØSNINGEN for Vout: 2.5mV / BIT

SAMPLINGSHASTIGHET:

10 PR SEKUND.

BRUKERVEILEDNING FOR CURIE-BALANSEN.

1. **SLÅ PÅ VANN!!!**
Åpne til det kommer en jevn strømm ut av begge tilbakeførings-slangene. Det skal renne en del mer i den ene en den andre.
Sjekk om det er eventuelle lekkasjer. (Hvis så, kontakt tekn. ansvarlig)
2. **SLÅ PÅ KONTROLL-BOKSEN** (Bryter bak på boksen)
3. **SLÅ PÅ KRAFTFORSYNINGEN TIL OVNEN.**
LED lyser på triac-boksen.
4. **SLÅ PÅ KRAFTFORSYNINGEN TIL MAGNETEN.** (Hvis alarm-lampen lyser, mangler kjølevann til magneten. Kontakt tekn. ansvarlig.)
HAR DU GLEMT VANNET!
5. **START OPP PC-en. VELG PROGRAMMET: C:\CURIE\CURIE**
6. **LADING AV PRØVEMATERIALE.**
 - A. Velg en prøveholder for svakt magnetisk materiale og en annen for sterkere. Husk å merk dem.
 - B. Knus materialet til finkornet grus, og put det inn i prøveholderen, dytt med quartz-ull.
 - C. Påse at instrumentet er sveivet helt i bakkant.
NB! Bryteren for GAIN på kontrollboksen må stå i OFF.
Åpne luka og før prøveholderen inn i bommen. (legg handa støtt ned på plata når man holder i bommen) Sveiv instrumentet forover med prøveholderen sentrert i ovnen. Kan være lurt å dreie den rundt, de kan være litt skjeve.
Før prøven inn til 11,8 cm. Trekk ut termokoblingen og sjekk at prøveholderen ligger i center. (må ikke berøre veggen i ovnen)
Før termokoblingen inn til merke.
7. **BALANSERING AV INSTRUMENTET.**
 - A. Ta forsiktig i bommen fore å se at den henger fritt.
Hvis bommen henger, kontakt tekn. ansvarlig.
 - B. Skru opp bryteren for GAIN til 40 dB. Switch Comp. OFF.
Finstilling av GAIN er ikke nødvendig.
 - C. Hvis meteret er ute av NULL (i midtstilling), grov-balanser med skruen på sensor-holderen. Det er lurt å legge seg 1/3 delstrek til positiv, på grunn av at vi har en diamagnetisk påvirkning fra quartz-holderen.
 - D. Lukk luka ! Finstill med switch Comp ON og justering med Comp-pot.meteret.

8. **SETT PÅ MAGNETFELT.** Velg en strømstyrke slik at man får fullt utslag (100%) på meteret. For å oppnå et metningsfelt fra 4 til 8 kiloGauss må vi velge strømmer på 4 til 10 Amp. (ref. felt / amp. karakterestikken for magneten.)
For svake matrialer der man ikke oppnår full scala, velger man 10 Amp.
Husk at enkelte matrialer KAN gi til dels høyere verdier etter oppvarming. Er det mistanker om slikt materiale, må man velge et laver start-utslag på meteret.
Alle verdier over 106% , (full scala er 100%) blir IKKE registrert. (klipper)
For svake signaler gjøres forsterkningen i PC- programmet.

9. **START PROSESS.** Vi går nå inn i PC- PROGRAMMET CURIE.

START PROSESS y/n ?

Velg y <ENTER> (velges n går til DOS)
Rele'tet for aktivisering av strømmen til ovnen klikker inn.
Rød LED (W) på kontrollboksen lyser.

OK melding:

KJØLEVANN OK!
POWER TRIAC ON!

FEIL melding:

KJØLEVANN OFF! eller POWER TRIAC OFF

Sjekk kjølevannet og El. tilkoblinger.

PRØV IGJEN y/n ?

Velg y <ENTER> (velges n går til DOS)

LAGRE y/n ?

Velg y <ENTER> (velges n hoppes over filnavn)

FILNAVN ? navn <ENTER> (filnavnet blir: navn.CUR)

SPEED ? velg 40 deg/min <ENTER>

MAX.TEMP ? velg 680 deg <ENTER>

GAIN ? etter styrken på signalet. Signalet bør gi 70 -100 % av max scala på skjermen . Husk diamagnetisk påvirkning ved svake prøver.
Ved GAIN på 30 utgjør denne ca. 60%.

<ENTER>.

PROSESSEN IGANG!!!!

10. AVBRUDDSDS HANDTERING.

F1	F2	F3	F4
VEND	HALT	ANGRE	AVBRYT

VEND : Man snur prosessen fra å øke temperaturen til å minske den.
eller motsatt.

HALT : Man stopper prosessen i en gitt temperatur. På grunn av treghet
stiger temperaturen en del etter stopp.
Trykkes HALT igjen starter prosessen.

ANGRE: Man går tilbake til start LAGRE y/n ?

AVBRYT: Man går ut av prosessen til DOS.

11. AVSLUTT.

Skru av magnet feltet. VIKTIG !!! Skru variac sakte tilbake til null.
Sett GAIN til OFF på kontrollboksen.

SLUTT FOR DAGEN:

Slå av kraftforsyningene for ovn og magnet.

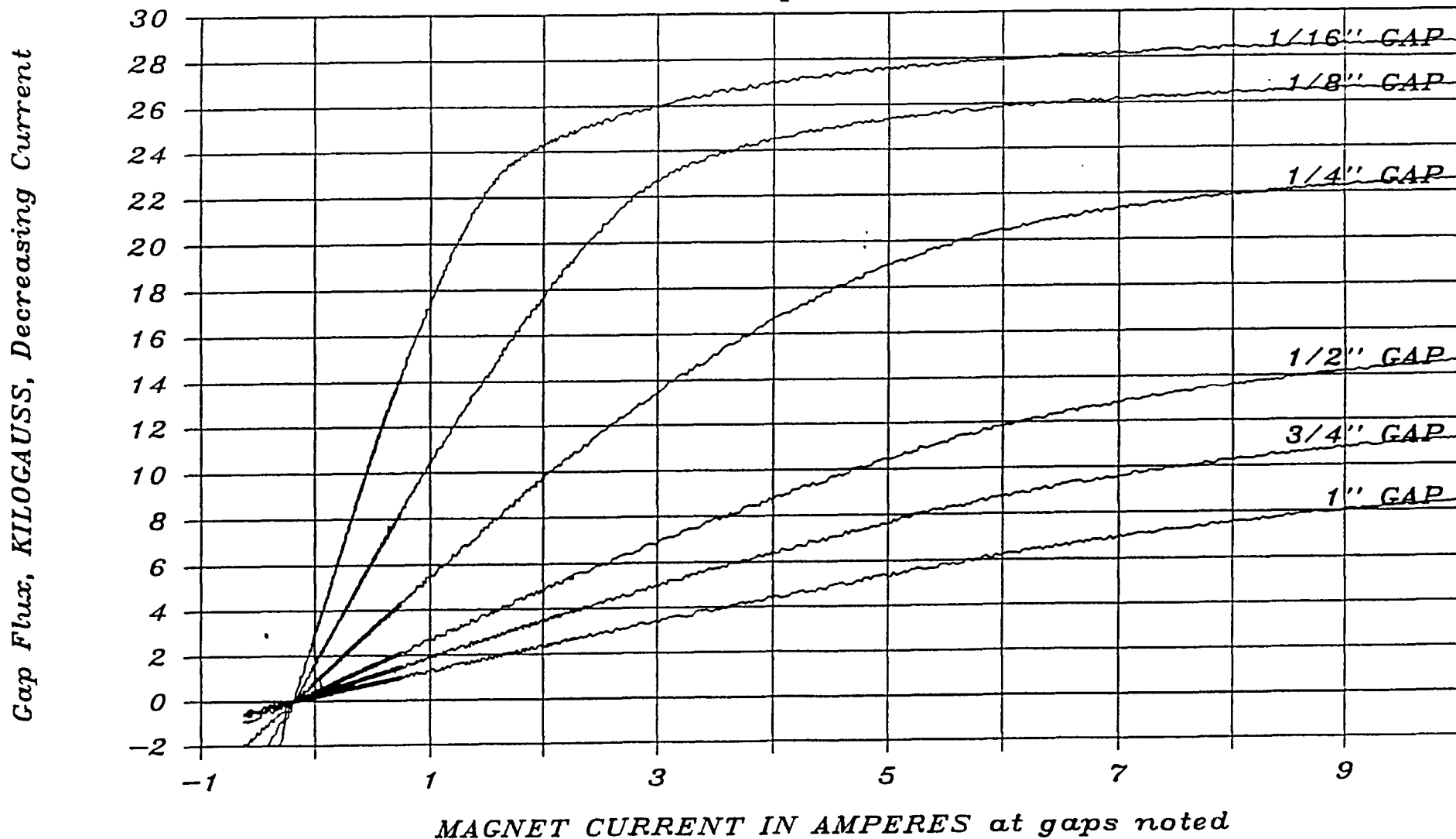
Slå av bryteren bak på kontroll boks.

STENG AV VANNET

HUSK Å TA KOPI AV *.CUR FILENE. Dette er en ASCII fil som er lesbar av andre
programmer og kan plottes ut.

2" MAGNET PERFORMANCE CURVES

1" Co-Fe Pole Caps, Max Coil Spacing



INSTRUMENT BESKRIVELSE.

Hoveddelene i dette instrumentet består av en kraftig elektromagnet, en oppvarmingsenhet og en mekanisk innretning der man henger opp berøringsfritt en prøveholder med et ukjent magnetisk ledende materiale. Dette henger som i en pendel og balanserer i et nullpunkt. I tillegg har man et system der man måler den magnetiske tiltrekningskraften i materialet. Denne kraften er større eller mindre avhengig av hvor stor strøm man tilfører magneten. Logging og digital lagring av data blir gjort ved hjelp av PC.

Magnetten er formet som en hestesko. Polene er delvis formet koniske. Spolene i magneten er vannavkjølt.

Oppvarmingsenheten består av en ovn som er formet som et rør. Omkring er det en vannavkjølt kappe. Ovnene er plassert i senter mellom magnetpolene, vannrett. For å registrere temperaturen under oppvarming, bruker man en termokobling av type K. (nikkel / krom - nikkel)

Den mekaniske delen består av et bord som kan forskyves frem og tilbake med en sveiv. Bevegelsen er omtrent 15cm. Opp på bordet er det bygget et rammeverk der man henger opp en bom vannrett i fire bomullstråder. Parvis henger disse trådene parallelt, festet i hver sin ende på bommen. Hvert par henger i en vinkel (ca 60 grd.) mellom hver tråd. Denne formen for oppheng, resulterer i at bommen alltid vil holde seg vannrett under bevegelse i lengderetningen, og at man oppnår en meget god stabilisering for sidebevegelser. I den ene enden av bommen, mot magneten, stikker vi prøveholderen inn. Den består av kvarts. Under måling blir denne med prøvematerialet i, ført inn i ovnen, mellom magnetpolene, til der vi har maksimum magnetisk gradient-felt.

I den andre enden er det festet en liten magnet og en sylindrisk stav av jern. Disse er for registrering og kontroll av bevegelsene av bommen, og vil bevege seg fritt inne i måle og kontrollenheten.

Midt under bommen er det et kar med olje. På bommen er det festet en plate som stikker ned i oljen, denne virker som en demping på hurtige bevegelser (støy).

I måle og kontrollenheten måler vi bevegelsen til bommen i lengderetningen i tillegg har vi en spole som påvirker den lille magneten i form av en negativ tilbakekobling.

Dette gjøres for at prøven skal stå tilnærmet i samme punkt under ytre kraftpåvirkninger. Forsterkningen i tilbakekoblings-sløyfa velges så høy at man ligger oppunder kritisk demping (like før ocsillasjon).

Målenheten man bruker for den magnetiske trekraften i prøvematerialet, er strømmen i mA i tilbakekoblings-spolen (100% tilsvarer 100mA).

Under oppvarming forandrer de magnetiske egenskapene seg i prøvematerialet, slik at den magnetiske trekraften vanligvis blir mindre. Oppvarmingsprosessen har en syklus på ca. 20 min. opp til 700 grad.og 20 min. ned til romtemperatur igjen.

Man vil da få en pen kurve der man har den magnetiske trekraften (J_s) som funksjon av temperaturen. Er oppvarmingen/ nedkjølingen for rask, kan man få en temperatur-leg, (forsinkelse i riktig temp. i forhold til målt temp.) som vil gi en feilmåling i CURIE -punktet.

I fig.1 er tegnet et blokkdiagram over de forskjellige komponentene i instrumentet og deres koblingsbaner mot hverandre.

Mer detaljerte beskrivelser følger:

MAGNETEN.

Magneten er som tidligere nevnt en elektromagnet. Om flere detaljerte tekniske opplysninger henvises det til manualen for magneten MAGNET MANUAL 2V1.

De elektriske tilkoblingene til magneten er vist skjematisk i Fig.3.

Bryteren S1, ON/OFF og variacen T1 er montert på panelet til venstre vist på Fig 2 .

Strømmen til magneten regulerer man med variacen T1 (0 - 10Amp DC, abs.maks. strøm er 15Amp DC). Mellom variacen og likeretteren D1, har man en skilletransformator T3 på 1000 VA og et viklingsforhold på 3,4 : 1 med maks. 65V og 15Amp på sekundæren.

I serie mellom trafoen T1 og likeretteren, ligger strømtrafoen T4 for fjernmåling av strømmen.

Over termineringen til magneten ligger transient dioden D3 og varistoren RV1.

NB!! Disse ryker hvis strømmen til magneten plutselig brytes.

Derfor reguler strømmen rolig opp og ned med variacen.

Amperemeter M1 ligger i serie med magneten, og registrerer DC strømmen i magneten. I kjølevannsslangen fra magneten ligger vannbryteren S2. Denne styrer alarm-rele'et K1 (samme bryter styrer også rele'et som kobler strømmen til ovnen).

Strømforsyningen til alarmen kommer fra 24V's transformatoren T2, og til rele'et via likeretteren D2. Da det er et 12V's rele, må spenningen halveres med motstanden R1 på 180 ohm 1Watt.

Fordelingen av vannet til magneten og til kjølingen av ovnen, kan reguleres ved hjelp av de to kranene som ligger i forgreningen på inntaket. Bruk en unbrakko nøkkel.

OVNEN

Ovnen er bygd rundt et keramisk rør av typen Pythagoras med en indre diameter på 13mm, og en ytre på 17mm. Lengden er 250mm.

På røret er det viklet en motsandståd på ca 8 ohm pr. m og en lengde på 5.5m.

Dette gir en total motstand på 44 ohm.

Mellom viklingene er det lagt en sement som herder ved høy temperatur og isolerer. Utenpå er det påsmurt et lag med glasur.

Ovnen blir ført inn i kjølekappa som består av et messingrør med en påloddet beholder utenpå. I beholderen strømmer det vann . Vannet strømmer inn i bunnen og går ut på toppen av beholderen.

Røret har en indre diameter på 21mm. Man må da være meget nøyaktig når man monterer ovnen inn i røret så man ikke forårsaker kortslutning.

De elektriske tilkoblingene og styringen av ovnen er vist på Fig.4.

Bryteren S1 ON/OFF og meteret M1 er montert på panelet sin høyre side vist på Fig 2. Ut fra skilletransformatoren T1, får vi spenningen på 170VAC som er spenningen man kan dra full effekt av. Ut av ohms lov får vi med en belastning 44 ohm, 3,86 Amp. Da vil sikringen F2 (3.15Amp) ryke. Det er gjort med hensikt for hvis TRIAC-en Q1 kortslutter eller det oppstår feil på kontrollenheten, går sikringen og ovnen tar ikke skade.

Strømmen til ovnen går via rele'et K1, dette er styrt av vannbryteren S2 OG driv spenningen på 12V styrt via PC-en. Rele'et gir også et signal tilbake til PC-en at det er aktivisert.

Styringen av effekten gjøres gjennom TRIAC-en Q1. AC-strømmen blir faseregulert ved hjelp av triggermodulen U1, den igjen blir styrt av en variabel likespenning (0-5V), som blir generert fra PC-en.

Strømforsyningen på 18 VAC til triggermodulen kommer fra transformatoren T2.

Det er også koblet til en LED for å indikere at enheten er aktiv. Spenningen på 5VDC er lagt ut til PC for å indikere aktiv.

Over TRIAC-en ligger kondensatoren C1 for å avdempe støy. Før likeretteren D1 har man lagt en inductor L1 for å dempe strøm «spikene» som oppstår når man klipper fasen.

Man har valgt å likerette strømmen til ovnen på grunn av at vekselstrømmen forårsaker vibrasjoner på viklingene derav kan de slå sammen og kortslutte.

MÅLE OG KONTROLL ENHETEN

Selve måle-enheten består av en variabel differensial transformator L2, vist skjematisk i Fig 5, en såkalt LVDT. Den måler linjært en bevegelse på +/- 1mm.

For å drive denne, brukes IC-en U1 som er en AD589. Med kondensatoren C1 på 1.3 nF, får man en drivfrekvens på ca. 20 kHz. Med trimpotmeteret R2, kan man justere amplituden. Denne IC-en har også en fase-sensitiv-detektor som registrerer bevegelsen til kjernen. Man får ut en +/- DC spenning på pin 16 når kjernen beveger seg til hver sin side av senter. I senter får vi 0V.

Man får her et spennings-sving på ca. +/- 14V ved en driv spenning på 5 V rms.

Ut fra målinger har denne LVDT m/ primerforsterkning en oppløsning på 14V/mm. Dette signalet sendes til kontrollboksen til en spenning / strømforsterker og kommer tilbake til spolen L1, som påvirker en liten magnet og forårsaker en negativ tilbakekobling.

Plaseringen av magneten, kjernen (en sylindrisk jernstav) og spolen er meget nøye for å gi den mest optimale responsen.

Selve statoren på transformatoren kan justeres et par mm ved hjelp av et lite ratt slik at systemet kan balanseres.

Det er meget små klaringer mellom den bevegelige delen og den fastmonterte, så det kreves meget stor nøyaktighet under montering for å unngå berøring.

TERMOKOBLING OG STRØM TRANSFORMATOR FORSTERKER.

For å forsterke termokoblingens termospennning i mV, brukes IC-en AD597.

Denne er vist som U1 skjematisk i Fig.6 .

AD597 har den egenskapen at den kompenserer for omgivelsestemperaturen slik at man slipper å bruke is i referansepunktet. Den er beregnet for type K, (Ni-CrNI) termokobling. Den har en karakterestikk som gir ut 10 VDC ved 1000 grd.

IC-en U2 LF351 fungerer som ikke inverterende buffer, samtidig kan vi kalibrere signalet med hjelp av trimpot.meteret R5. Man kan også juster offset med hjelp av R4.

Signalet fra strømtransformatoren som er et AC-signal, blir først forsterket med IC-en U4 og så likerettet med dioden D1. Man bruker IC-en U3 som inverterende buffer. Signalet kalibreres med trimpot.meteret R6, og offset justeres med R14 slik at 10 Amp tilsvarer ca.10V . Begge IC-ene er LF351.

Det presiseres at dette ikke er et presisjon Amp.meter, det er kun for bruk til å registrere en drift i strømmen til magneten under prosessen.

Strømmer under ca.2 Amp registreres meget dårlig eller ikke i hele tatt.

Begge disse signalene går via kontrollboksen og til PC-en for logging.

KONTROLLBOKSEN.

I denne boksen finner man kraftforsyningene for å drive elektronikken i perefrihetene og elektronikken i selve boksen som er vist skjematisk i Fig 8 .

Spenningen får man fra transformatoren T1 med 2x15V med senterutak og via sikringene F1 og F2 på 1Amp . Bryteren ON/OFF er montert bak på boksen.

Fra likeretteren D3 får man en tomgangsspenning på ca.+/- 20 VDC filtrert over to 10000mF kondensatorer.

+15 V får man fra spenningsregulatoren IC-en U5 en MC7815, - 15V fra U6 en MC7915 og +12V fra U4 en MC7812.

Signalet fra LVDT forsterkeren (i måle-enheten) via bryteren SW1 (GAIN), må reduseres med 20 dB. før inngangen på instrumentforsterkeren U2 , en AMP02. Dette måtte gjøres for å utnytte hele skalaen på forsterkeren. Man gjør dette over motstandene R8 og R9.

Man inverterer så signalet med IC-en U3, LF351 , der man også har muligheten å legge til et kompensasjonssignal ved balansering. Dette signalet kan velges ON/OFF med bryteren S1 og justeres med pot.meteret R1.

Både S1, R1 samt bryteren SW1 og pot.meteret R6 for GAIN FINE er montert på frontpanelet vist i Fig 7

Man kan også justere offset med trimpot.meteret R20.

Forsterkningen kan som nevnt også finjusteres ved hjelp av pot.meteret R6
Valgt som Volt / Amp. forsterker for tilbakekoblingen er IC-en U1 som er en LM359. Spolen i måle-kontrollenheten er koblet direkte til utgangen pin 3 på U1
Returen fra spolen går gjennom motstanden R7 og til 0V. Spenningen over denne motstanden danner målesignalet for Js. 100% gir en spenning på 4.7 V , etter ohms lov vil dette gi 100mA. Dette signalet blir lagt ut for logging på PC-en, det vises også på meteret M3 på panelet. Signalet kobles tilbake via R4 til neg. INPUT pin1 på U1. Med denne formen for oppkobling vil strømmen i spolen være en linjær funksjon i forhold til signalet inn (ved langsame forløp) uavhengig av den induktive belastningen i spolen..

På frontpanelet er også meteret M1 for monitorering av strømmen på magneten og meteret M2 for monitorering av temperaturen montert samt en LED som indikerer at kjølevannet er OK. Det 12V signalet fra rele'et blir regulert ned med zener dioden D2 til ca.5V før det sendes til PC-en

Bak på boksen er tilkoblingene til periferienhetene. PC-en JC4, til måle-kontrollenheten JC1, til termokobling og strømtransformator forsterker JC2 og til oppvarmingskontrollen JC3.

TERMINERING MOT PC.

Tilkoblingene mellom kontrollboksen og PC-en går via koblingsboksen vist i Fig 10. I PC-en bruker man et PC kort av en eldre årgang type CE-BIT, PC- Allkort.

Dette ble valgt da det var tilgjengelig på lager på NGU. Kortet har alle de funksjonene man trenger for å kontrollere instrumentet og å logge analoge data.

Det har 16 analoge innganger , 2 analoge utganger , 2 rele'er , 10 digitale utganger og 20 digitale innganger.

For å logge positiv og negativ spenning (Js signalet) må de analoge inngangene settes i bipolar mode, det vil si at måleområdet er satt til +/-5V.

På grunn av det må signalet for temperatur (0 - 10V) og for signalet fra strømmen til magneten (0 - 10V), spenningdeles til halvparten. Det er gjort med motstandene parvis R3,R4 og R6,R2. På igangene er kondensatorene C2 og C4 lagt for å avkoble eventuelt støy.

Signalet for Js blir støyavkoblet med R5 og C3.

Analoge utgangen til kontroll av oppvarningen er beskyttet mot ytre el.spenninger med R1, D1 og C1.

En mer detaljert termineringstabell er vedlagt.

For nærmere opplysninger om programmering og terminering av kortet henvises det til :
« BRUKSANVISNING FOR CE-BIT PC-allkort »

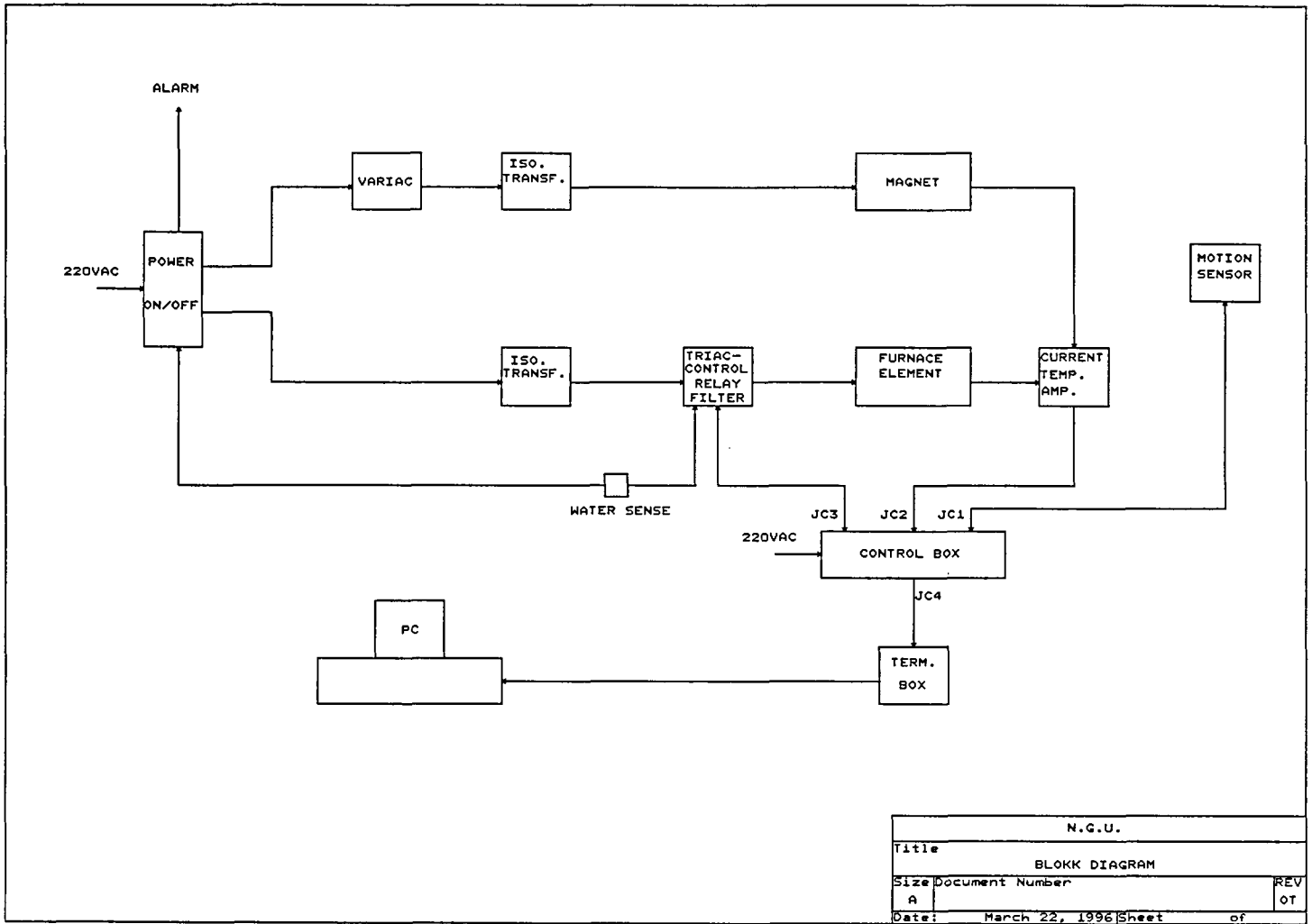
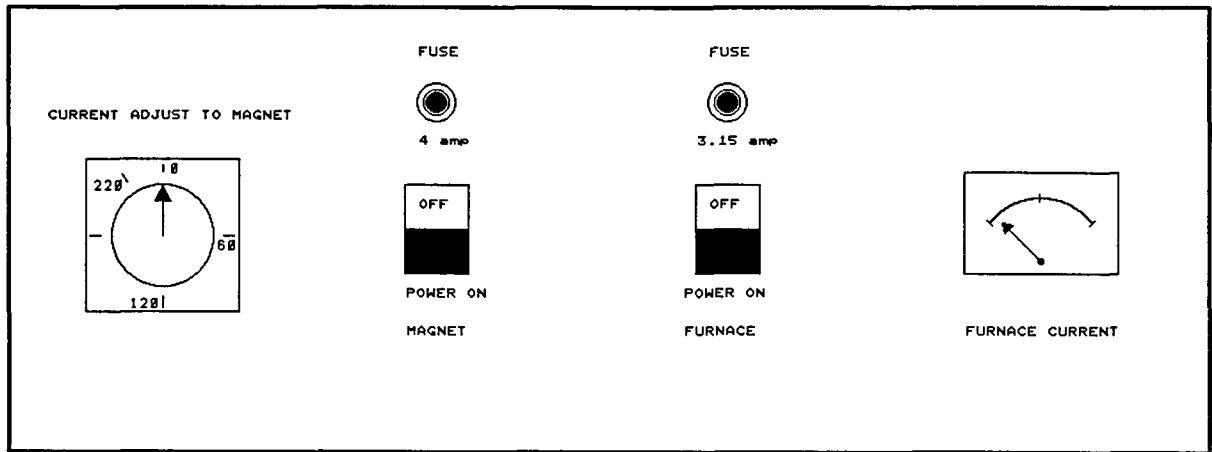


Fig. 1

Blokkskjema over CURIE-BALANSEN



N.G.U.		
Title		
POWER UP PANEL		
Size	Document Number	REV
A		01
Date:	March 21, 1996	Sheet of

Fig. 2

Betjeningspanel for regulering av strøm / felt til magneten
 Power ON / OFF av magnet og ovn.
 Monitorering av strømmen i ovnen.

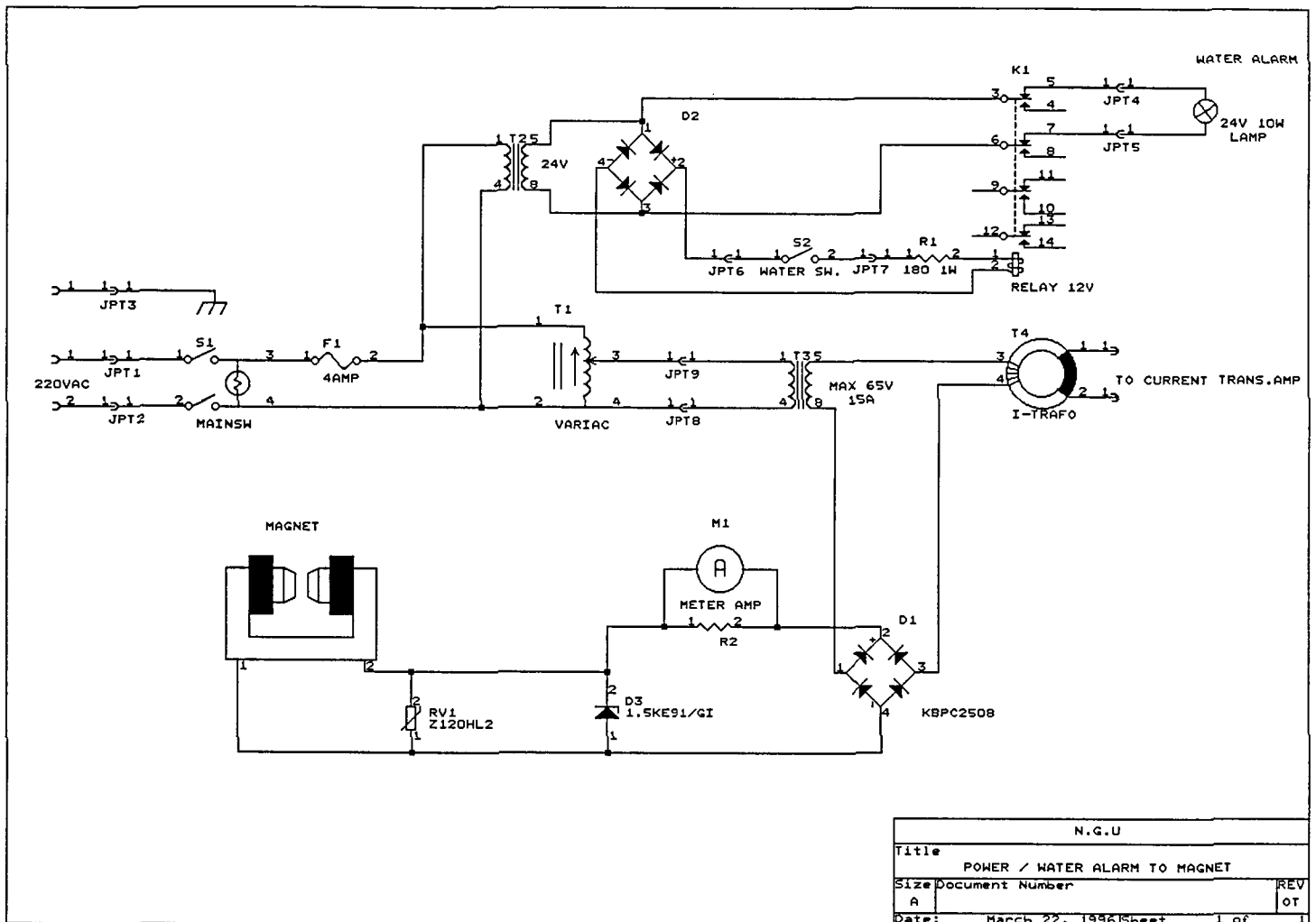


Fig. 3

Vist skjematisk el.tilkoblinene til magnet og alarm.

JPT - « Sukkerbit » terminering. (nummerering fra høyre)

1. 220 VAC
2. 220 VAC
3. JORD
4. 24 VAC til ALARM LYS
5. 24 VAC - « -
6. Til VANN BRYTER
7. FRA - « -
8. FELLES UT til ISOLASJONS -TRANSFORMATORENE.
9. 0 - 220 VAC TIL ISO. - TRANSFORMATOR for MAGNET.
10. 220 VAC TIL ISO. -TRANSFORMATOR FOR OVN.
11. 170 VAC FRA - » -
12. 170 VAC TIL TRIAC Kontrollenhet via AMP. Meter.

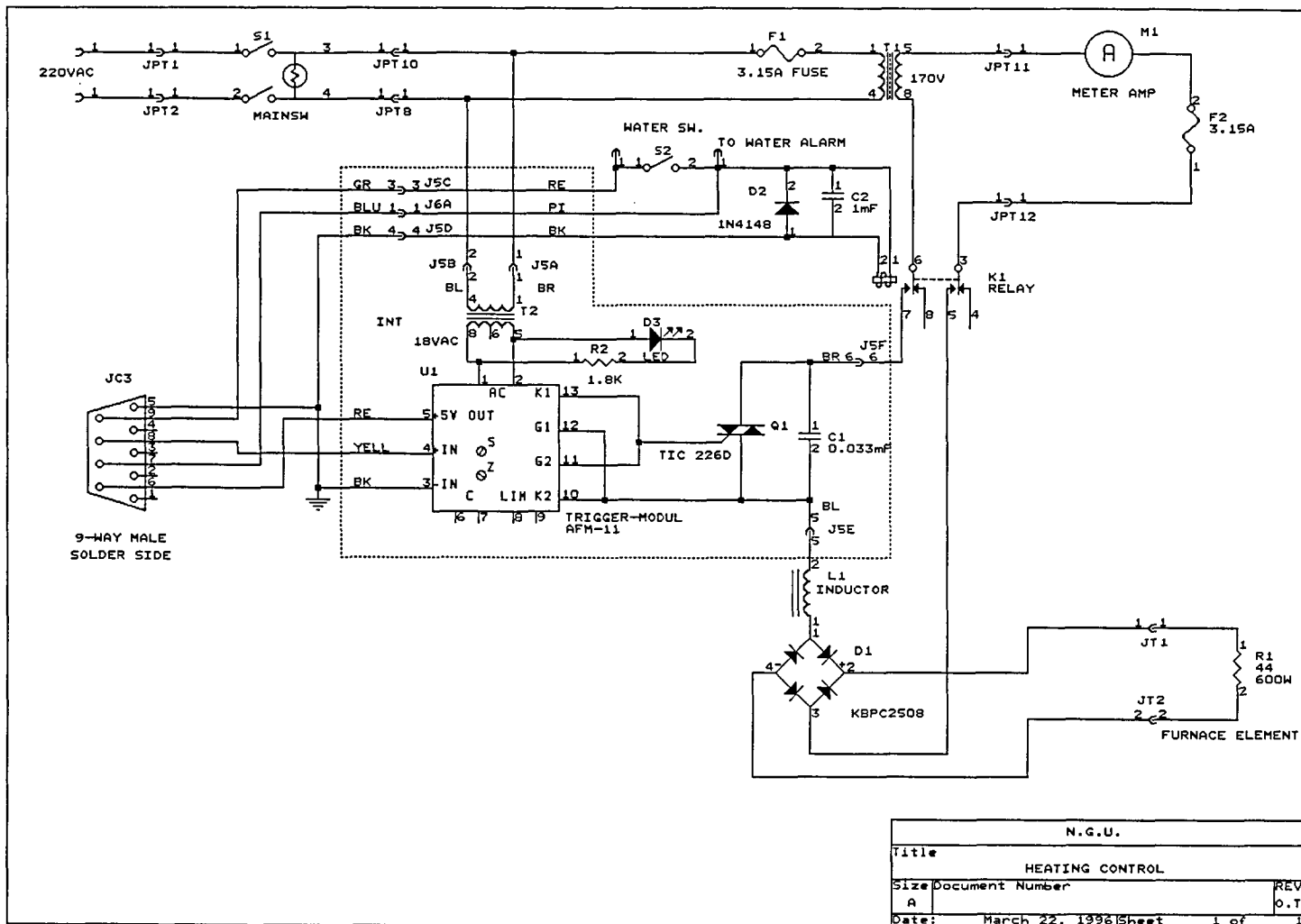


Fig. 4

Vist skjematisk el.tilkoblingene til ovnen m /
TRAC- kontroll.

JC3 - 9 Pinn SUB-D Connector

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
5. 0 V
6. + 5 VDC fra TRIAC kontroller.
7. + 12 VDC retur fra rele'
8. Kontrollsignal INN for fase-regulering av TRIAC.
9. + 12 VDC INN for aktivisering av rele' via vann-bryteren.

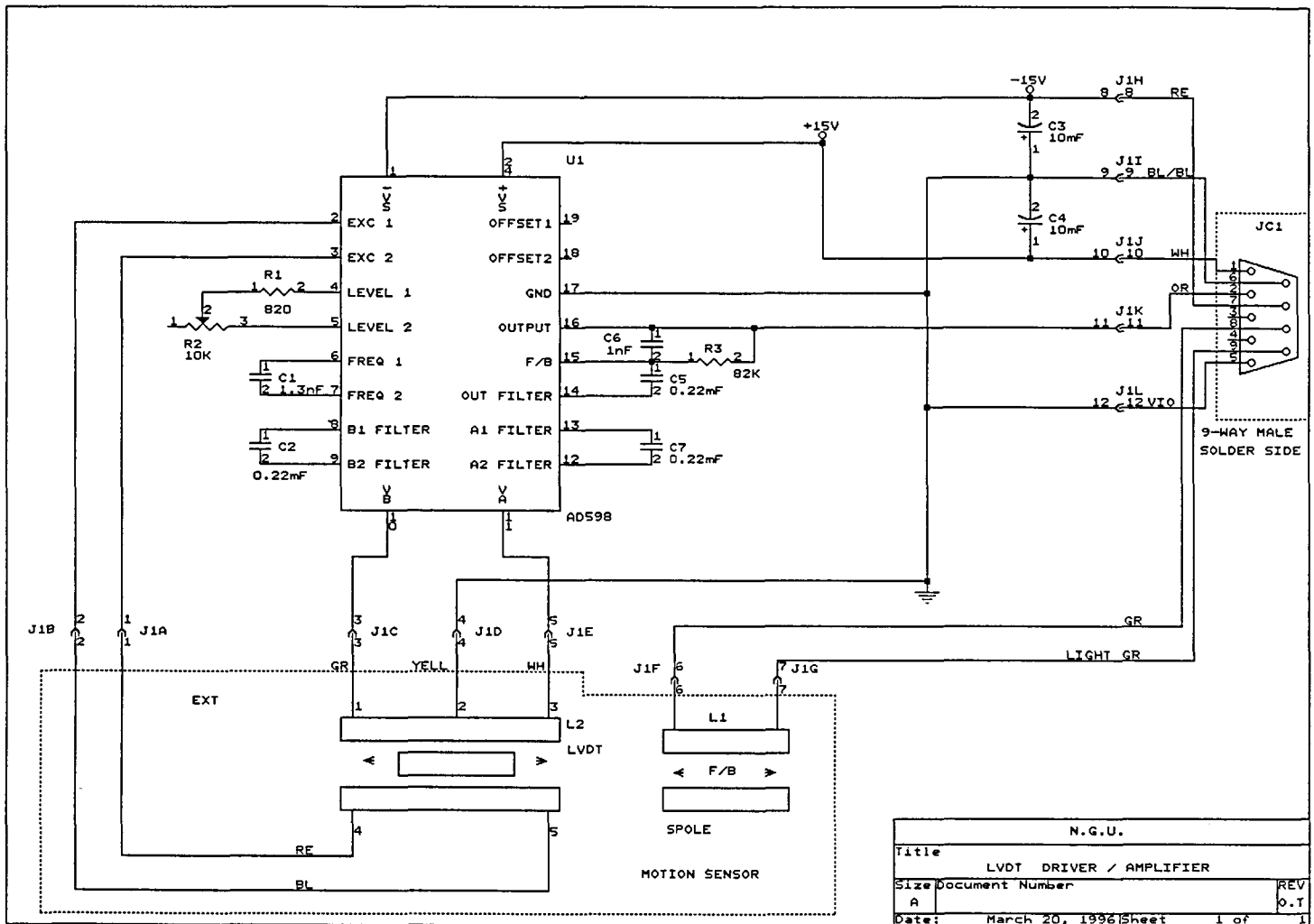


Fig. 5

Vist skjematisk måle og kontrollenheten.

JC1 - 9 Pinn SUB-D Connector.

1. +15 V DC
- 2.
3. -15 VDC
- 4.
5. 0 V
6. 0 V
7. Signal OUT fra LVDT
8. 1 mA til FEED-BACK spole
9. 1 mA return fra FEED BACK spole

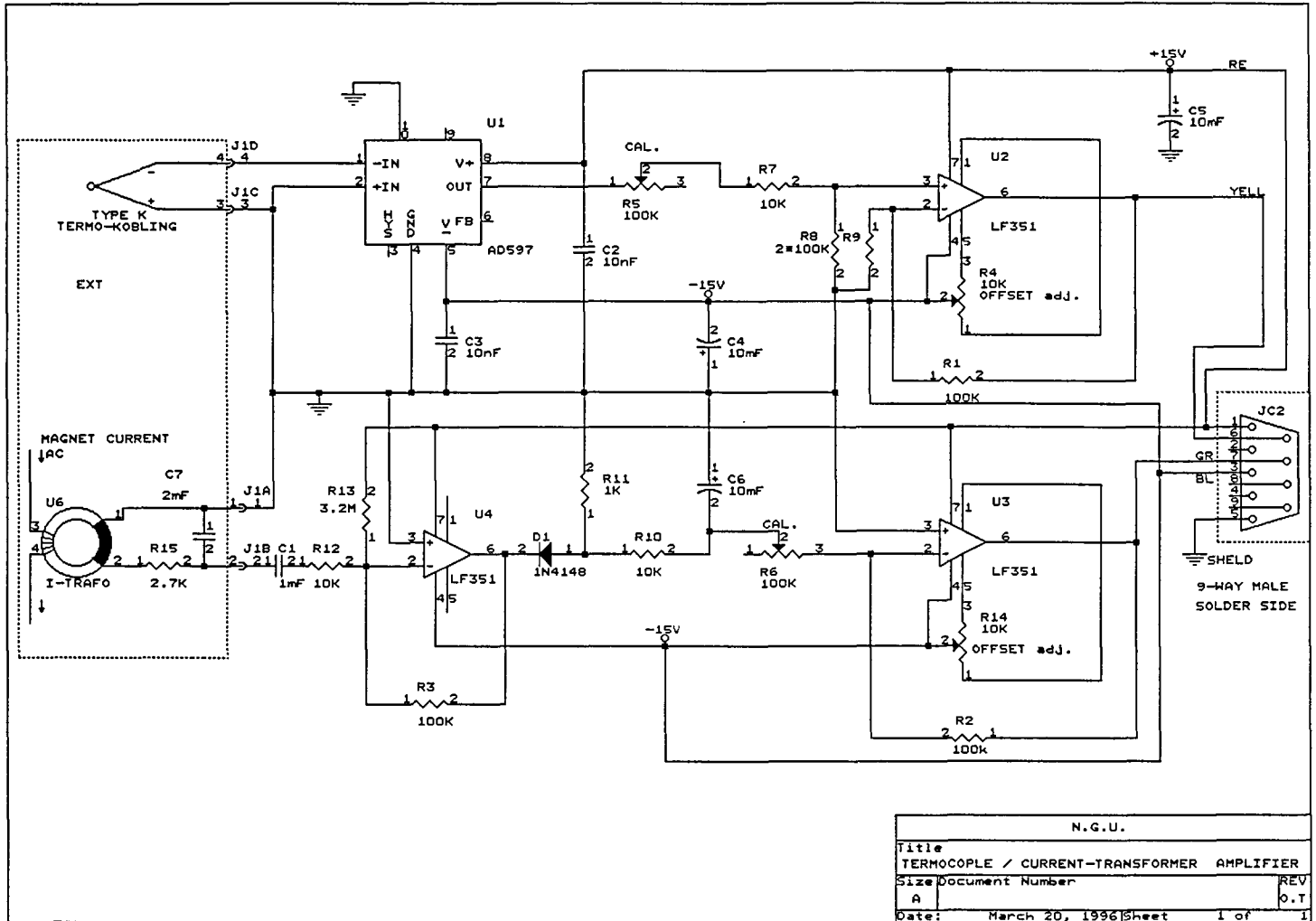
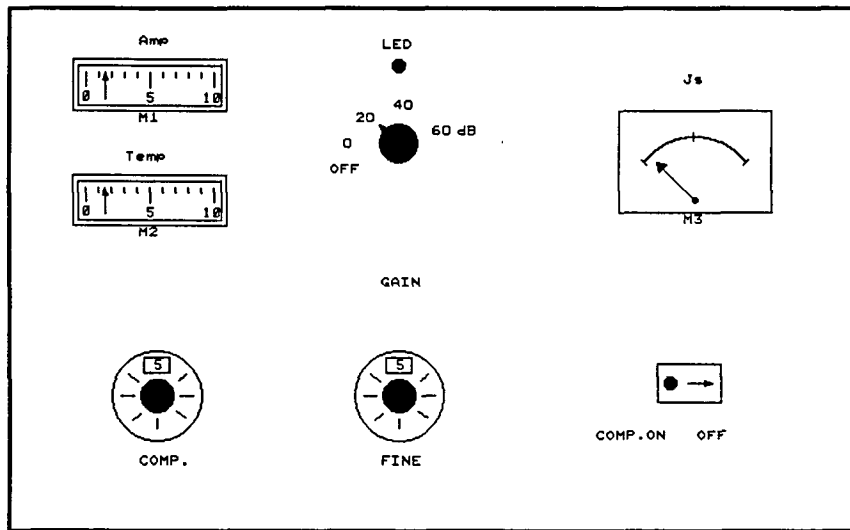


Fig. 6

Vist skjematisk termokobling og strømtransformator forsterker.

JC2 - 9 Pinn SUB-D Connector

1. +15 VDC
- 2.
3. -15 VDC
- 4.
5. 0 V
6. Signal OUT for temperatur i OVNEN.
7. Signal OUT for strøm til MAGNET.
- 8.
- 9.



N.G.U.		
Title		
CONTROLBOX PANEL		
Size	Document Number	REV
A		O.T
Date:	April 12, 1998	Sheet of

Fig. 7

Betjeningspanel for balansering og tilbakekoblingskontroll av CURIE-Balansen.
 Monitorering av Js , Temperatur og strømmen til magneten.
 Indikator for at kjølevannet er OK.

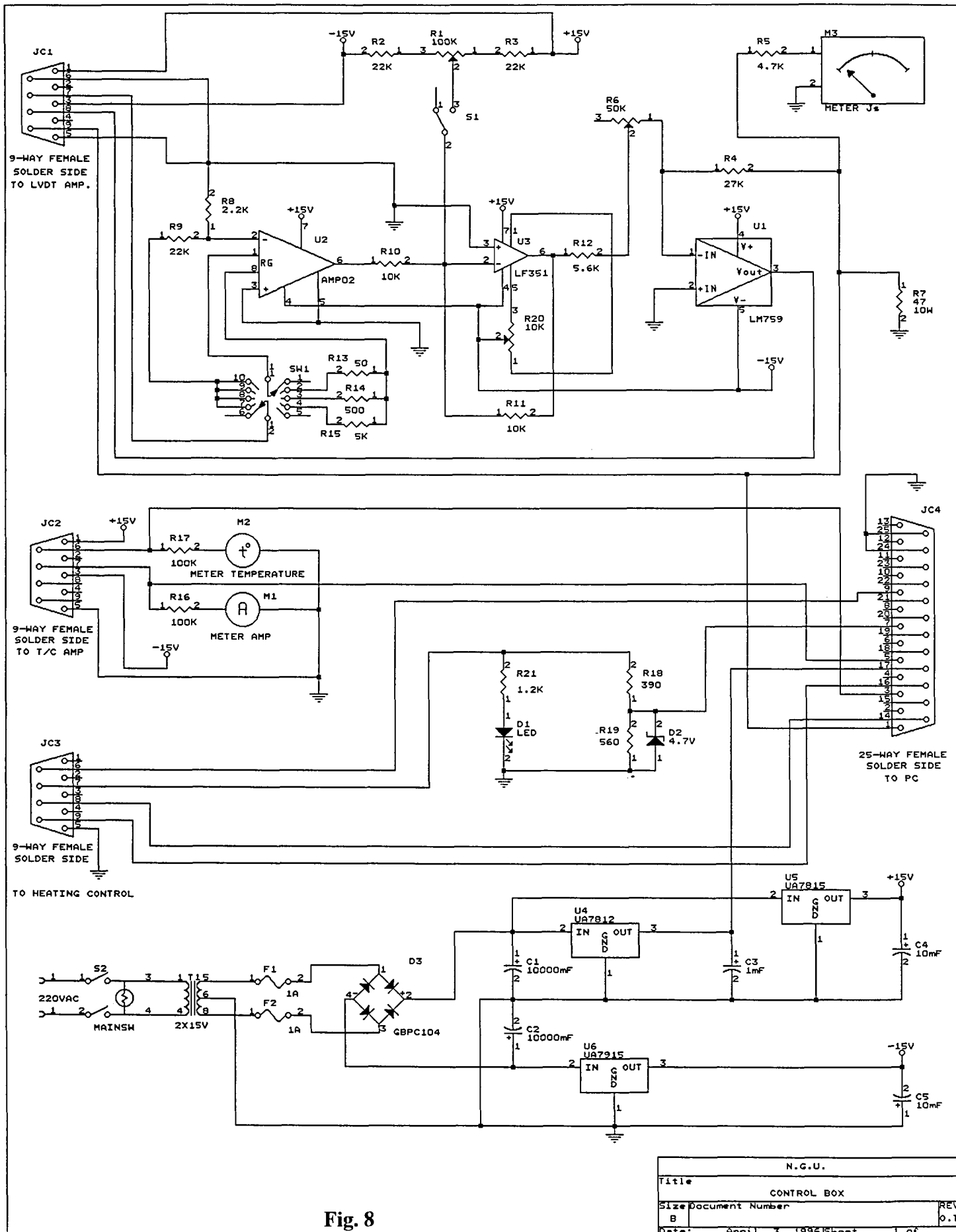


Fig. 8

N.G.U.		
Title CONTROL BOX		
Size	Document Number	REV
B		0.1
Date:	April 3, 1996	Sheet 1 of 1

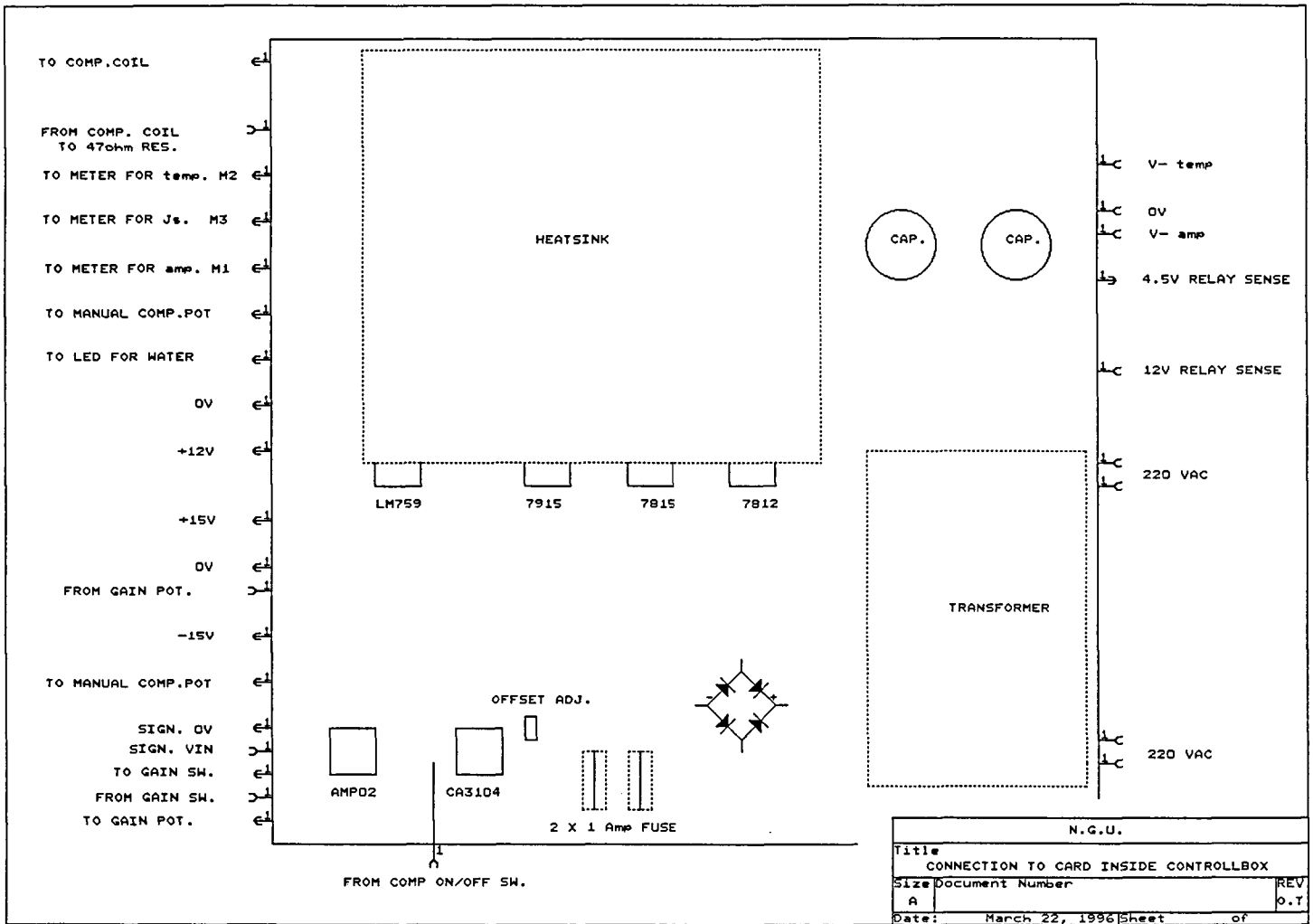


Fig. 9

Terminering og plassering av komponentene på kortet i kontrollboksen.

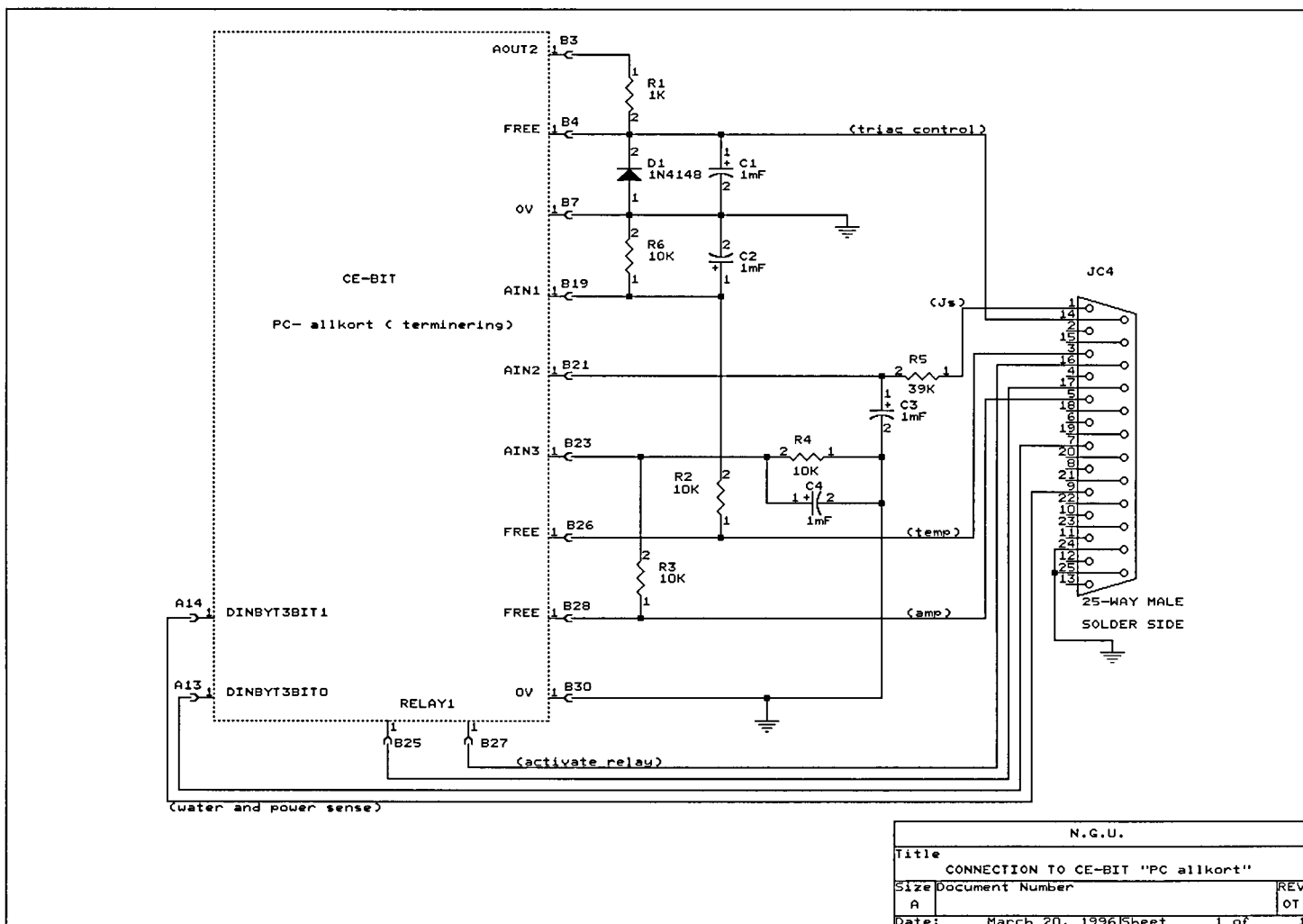


Fig. 10.

JC4 - 25 Pinn SUB-D Connector.

1. Signal OUT fra Kontrollboks JS -signal.
3. Signal OUT fra Kontrollboks OVN'S TEMPERATUR
5. Signal OUT fra Kontrllboks STRØM TIL MAGNET
7. Signal VANN ON / OFF
9. Signal TRIAC BOKS ON / OFF
14. Signal INN til Kontrollboks , kontroll av TRIAC fra PC.
- 16.-17. Kontroll av rele'. Kobling av 12V DC til rele'et med PC.
- 24.- 25. 0V

PROGRAM FOR KONTROLL OG LOGGING AV DATA AV CURIE - BALANSEN.

Dette programmet er laget i POWER-BASIC, og går under DOS som CURIE.EXE, som er en compilert utgave av CURIE.BAS som har følgende source code:

```
'LOGGING OG STYRING AV CURIE-BALANSEN

500  locate 24,5
      input "START PROSESS, y/n" y$
      if y$="n" then 70
100  cls
      xxx=0
      yyy=0
      SCREEN 12
      LINE (0,420)-(640,420),2
      LINE (0,0)-(0,480),2
      LINE (630,414)-(630,426),4
      LINE (540,414)-(540,426),14
      LINE (450,414)-(450,426),14
      LINE (360,414)-(360,426),14
      LINE (270,414)-(270,426),14
      LINE (180,414)-(180,426),14
      LINE (90,414)-(90,426),14
      LINE (0,20)-(10,20),4
      LINE (0,220)-(6,220),14

      LOCATE 1,1
      PRINT "Js="
      locate 28,8
      print "Temp="

      GAD=1920
      Vout=0
      gosub 1000
      RELE=1 'aktiviser ovn
      gosub 3000
      'stepp=5/2800
      delay 0.1
      gosub 4000 'sjekk status
      'VANN=1
      'TRIAC=0
      LOCATE 1,65
      if vann=0 then 1
      print "KJØLEVANN OK!";
      goto 3
1     PRINT "KJØLEVANN OFF!";
      GOTO 5
3     LOCATE 2,65
      IF TRIAC=0 then 2
      PRINT "POWER TRIAC ON!";
      goto 200
2     PRINT "POWER TRIAC OFF!";
5     LOCATE 4,50
```

```

PRINT "SJEKK VANN OG EL.TILKOBLINER.";
rele=0
gosub 3000
LOCATE 6,50
INPUT "PRØV IGJEN, y/n";Y$
LOCATE 1,65
PRINT "      ";
LOCATE 2,65
PRINT "      ";
IF Y$="y" THEN 100
GOTO 60

200  LOCATE 4,50
      F=0
      OLDSTP=0
      INPUT "LAGRE, y/n";Y$
      IF Y$="y" THEN GOSUB 5000
      LOCATE 1,65
      PRINT "      ";
      LOCATE 2,65
      PRINT "      ";
      LOCATE 4,50
      PRINT "          ";
      LOCATE 6,50
      PRINT "          ";

      locate 1,74
      print "deg/min"
      LOCATE 1,63
      INPUT "SPEED";SP
      STEPP=0.7*SP/24000
      locate 2,78
      print "deg"
      locate 2,63
      input "MAX TEMP";TMAX

      locate 3,63
      input "GAIN";GAIN
      IF F=1 THEN GOSUB 5500

      G=0
      IF GAIN<9.9 THEN 210
      G=32
      GAIN=GAIN/10

210  VMAX=4
      locate 1,63
      print "      "
      locate 2,63
      print "      "
      LOCATE 3,63
      PRINT "      "
      co=12
      key (1) on
      KEY (2) ON
      key (3) on
      key (4) on

```

```

Vout=0.5
starttime=timer
10 fas=(3.14/2)*(Vout/4.5)
   Vout=Vout+(stepp/cos(fas))
   gosub 1000 'reguler strømmen til ovnen.
   tempg=temp
   a=0
20 a=a+1
   ingang=1
   gosub 2000 'les temp
   temp(a)=Vin
   ingang=2+G
   del=0.05
   gosub 2000 'les J
   J(a)=Vin
   ingang=3
   del=0.05
   gosub 2000 'les amp
   amp(a)=vin
   del=0.001
   if a<5 then 20
   temp=(temp(1)+temp(2)+temp(3)+temp(4)+temp(5))*200/5
   J=(J(1)+J(2)+J(3)+J(4)+J(5))*20*GAIN/5
   amp=(amp(1)+amp(2)+amp(3)+amp(4)+amp(5))*2/5

   gosub 7000 'plot
   TIME=TIMER-STARTTIME
   if f=1 then gosub 6000 'lagre

LOCATE 1,65
print USING "Vout= ### V";VOUT;
locate 28,13
print using "###.deg";temp;
locate 1,4
print using "###.##";j;
LOCATE 2,65
print USING "Imag= ### A";amp;
locate 3,65
print using "Tid= #### sek.";TIME
locate 4,65
key 1, "TURN" 'trykk F1 for å snu prosessen
ON KEY (1) GOSUB 8000
KEY 2, "STOP" ' TRYKK F2 FOR Å STOPPE PROSESSEN
ON KEY (2) GOSUB 9000
key 3, "NY" 'trykk F3, start på nytt
on key (3) gosub 10000
if xxx=0 then 23
vout=0
gosub 1000
if f=0 then 22
close 1
22 goto 100
23 key 4, "AVBRYT" 'trykk F4 FOR Å GÅ UT
   ON KEY (4) GOSUB 11000
   IF YYY=0 THEN 25
   if f=0 then 24
   close 1
24 goto 70

```

```

25   if stepp<0 then 30
      if Vout >VMAX then 35
      IF TEMP<TMax THEN 10
35   stepp= -stepp

30   IF (TEMPG-TEMP)<0.2 THEN 31
      CO=9
31   if Vout >0.25 then 10
      Vout=0
      'delay 0.01
      gosub 1000
      'delay 0.01
      rele=0
      gosub 3000

      IF TIME>3000 THEN 50
      if temp >25 then 10
50   IF F=0 THEN 60
      close 1
60   goto 500
70   VOUT=0
      GOSUB 1000
      rele=0
      gosub 3000
      end

1000 'ANALOG OUT, KANAL 2. Styring av effekten til ovn.
      ' Kobling: pin B3
      bin=int(abs(Vout*4095/10))
      lsb=bin mod 256
      msb=(bin-lsb)/256
      'print msb
      'print lsb
      out (gad+4),msb
      out (gad+5),lsb
      out (gad+1),0
      return

2000 'ANALOG INPUT, KANAL 1,2 OG 3. Inputrutine for lesing av temperatur,
      'magnetisk utslag, og strøm til magneten.
      'Kobling: K1 pin B19, K2 pin B21, K3 pin B23.

      out gad,ingang
      delay del
      q= inp(gad+7)
2001 test=inp(gad+2)
      bit=test and 1
      if bit=0 then 2001
      lsb=inp(gad)
      msb=inp(gad+1) and 15
      bin=(lsb+256*msb)-2048
      Vin=10*bin/4095
      return

```

3000 'DIGITAL RELE OUTPUT, RELE 1. Aktivisering av strømtilførsel til ovn.
'Kobling: pin B25 og B27

```
out (gad+7),rele  
return
```

4000 'DIGITAL INPUT. Kontrol av vann til ovn og tilkoblet TRIAC boks.
'Kobling: VANN pin A13, TRIAC PIN A14.

```
vann=inp(gad+3) and 1  
triac=inp(gad+3) and 2  
return
```

5000 'SETTER OPP EN FIL

```
F=1  
LOCATE 6,50  
INPUT "FILNAVN";PROF$  
locate 1,32  
print using "Filnavn:\ \";prof$  
open "o",#1, prof$+".cur"  
print #1, using " Filnavn:\ \ ";prof$  
print #1,  
print #1, using " Dato: \ \ Tid: \ \ ";date$;time$  
print #1,  
print #1,"Temp Js Imag Vout TIME"  
print #1,  
RETURN
```

5500 PRINT #1, USING " GAIN= ##";GAIN
RETURN

6000 'LOGG TIL FIL

```
print #1, using "###.# ###.# ##.## #.## #####";temp;j;amp;vout;TIME  
RETURN
```

7000 'PLOT Js (i %) SOM FUNKSJON AV TEMPERATUREN

```
jp=420-j*4  
tp=temp*0.9  
pset (tp,jp),co  
return
```

8000 'trykk F1 for å snu prosessen

```
STEPP=-STEPP  
'PRINT "VEND"  
RETURN
```

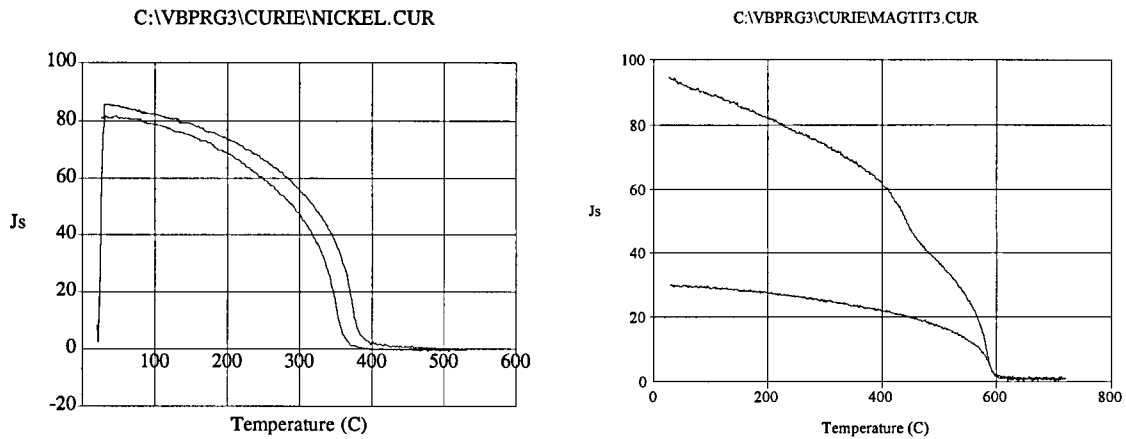
```
9000 'trykk F2 for å stoppe prosessen  
      WASTSTP=STEPP  
      STEPP=OLDSTP  
      OLDSTP=WASTSTP  
      'print "halt"  
      RETURN
```

```
10000 'trykk F3 for å starte på nytt  
      xxx=1  
      return
```

```
11000 'trykk F4 for å gå ut  
      YYY=1  
      RETURN
```

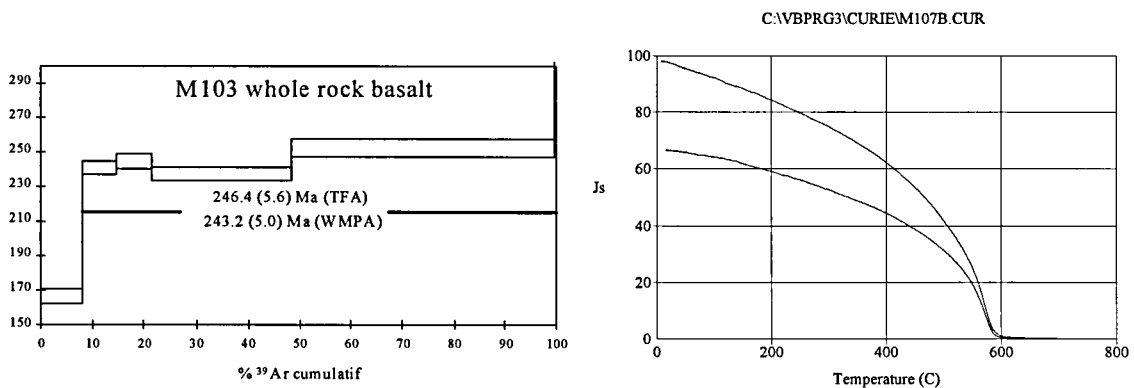
Konklusjon

Denne rapporten beskriver konstruksjon og bruk av en ny-utviklet Curie-Balanse som skal brukes ved Thermo-Magnetisk Analyse (TMA). TMA er en diagnostisk metode til å identifisere magnetiske mineraler (Curie Temperatur) samt magneto-mineralogiske fase-og-anganger. Nedenfor har vi vist to eksempler på TMA av rent nikkell ($T_c=370^\circ\text{C}$) samt kommersiell magnetitt ($T_c=580^\circ\text{C}$) som er solgt til NGU. Vi ser tydelig på figuren til høyre at den såkalte rene magnetitt også inneholder en betydelig magnetisk komponent som er metastabil og bryter sammen mellom 400-500 $^\circ\text{C}$.



Eksempel på TMA av Nikkel (venstre) og kommersiell solgt 'magnetitt' (høyre)

Curie-balansen er under uttesting, men synes å fungere glimrende og vil bli brukt i en rekke pågående FoU prosjekter. Figur nedenfor viser eksempel på ren magnetitt ($T_c=580^\circ\text{C}$; høyre figur) som oksyderer noe under oppvarming. Vi har også 'datert' denne magnetitt komponenten ved hjelp av 'whole-rock' $\text{Ar}^{40}\text{-Ar}^{39}$ (venstre figur).



Eksempel på Ar-Ar datering og TMA som viser magnetitt som oksyderer under oppvarming (venstre). Basaltisk gang fra Oslo-feltet.