

NIKHEF - K -

DIGEL-73

## Gloeidraadvoeding

mutad 860718

K.Oostveen  
J.T.van Es  
A.H.Kruijer  
H.Verkoijen

**DIGEL 73**

**Gloeidraadvoeding**

**mutad 8607.18**

**K.Oostveen  
J.T.van Es  
A.H.Kruijer  
H.Verkooyen**

## **Gloeidraadvoeding mutad 860718**

*K.Oostveen  
J.T.van Es  
A.H.Kruijer  
H.Verkoijen*

DIGEL 73

### *1. Inleiding*

De gloeidraadvoeding is een 1 KW 625 Hz generator, ontwikkeld voor het voeden van de gloeidraad van de MEA klystrons. Tussen de voeding en de gloeidraad bevindt zich een hoogspanningsscheidingstransformator met gelijkrichter. Daar de gloeidraad geleidelijk moet opwarmen, regelt de gloeidraadvoeding in ca. 20 minuten op. De voltooiing van het opregelen wordt gesignaleerd. Vervolgens moet nog 20 minuten gewacht worden voordat er hoogspanning op het klystron mag. Het einde van deze periode wordt eveneens gesignaleerd.

De uitgangsspanning van de voeding is instelbaar van ca. 200 - 400 V.

De voeding is beveiligd tegen het kortsluiten en onderbreken van de uitgang. Dit resulteert in het uitschakelen van de voeding en de signalering 'te laagohmig' respectievelijk 'te hoogohmig'. Als door een interne storing de gewenste spanning en de uitgangsspanning van elkaar afwijken, valt de voeding uit en geeft de foutmelding 'overspanning' of 'onderspanning' aan.

De voeding is extern in "stand-by" of "on" te zetten. Ook kunnen er externe beveiligingen op aangesloten worden, zoals: koeling, vacuüm enz. Wanneer een van de beveiligingen wegvalt, zal de voeding uitvallen en een foutmelding geven.

## **2. Inhoud**

<b>Specificaties</b>	<b>3</b>
<b>Blokschema</b>	<b>4</b>
<b>Sterkstroombgedeelte</b>	<b>6</b>
<b>FET sturing</b>	<b>7</b>
<b>Impulsbreedte modulator</b>	<b>7</b>
<b>Regeling</b>	<b>9</b>
<b>Beveiligingen</b>	<b>10</b>
<b>Uitlezing</b>	<b>10</b>
<b>Afregeling en controle</b>	<b>11</b>
<b>Testkastje 860718</b>	<b>13</b>
<b>Schema's</b>	<b>14</b>
<b>Print opbouw</b>	<b>20</b>
<b>Plug aansluitingen</b>	<b>21</b>

### 3. Specificaties

#### voeding:

spanning	220 V
frequentie	50 Hz
fase	1
max. opgenomen vermogen	1300 W

#### response tijden interlocks:

vacuum (*)	3 S
vacuum voeding (*)	0.5 mS
koeling (*)	0.5 mS
reserve (*)	0.5 mS
on/stand by (*)	5 mS
15 min. overbrugging (*)	5 mS

#### afschakel snelheden:

kortsluiting	2 $\mu$ S bij groter dan 6 A
te laagohmig (*)	1 S kleiner dan 130 Ohm
te hoogohmig (*)	1 S groter dan 175 Ohm
overspanning (*)	1 S
onderspanning (*)	1 S

#### uitgang:

golfvorm	blokgolf
schakelfrequentie	625 Hz
aanstijgsnelheid	5% van de ingestelde waarde per minuut
spanning	instelbaar van 210 V tot 400 V eff
stroom	maximaal 3 A eff
rendement	80 % bij 210 V 92 % bij 400 V
stabiliteit	40 mV per gr. C
grenzen belastingsweerstand	130 tot 175 Ohm
uitgang	galvanisch gescheiden
indicatie op het front:	U ingesteld, U uit, I uit

(\*) = LED indicatie op het front

omgevingstemperatuur 0 - 50 gr. Celcius

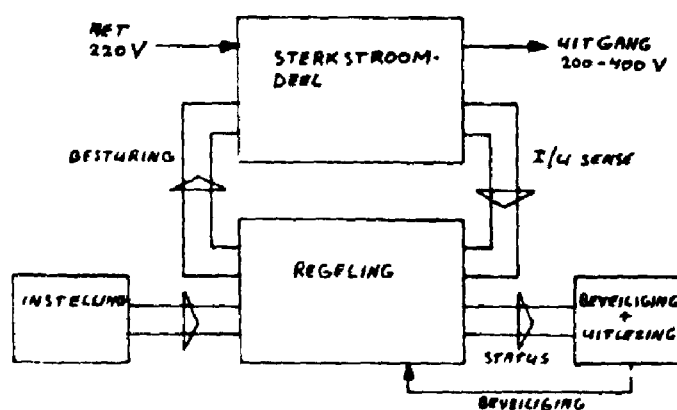
afmetingen:

behuizing	19" unit
hoog	175 mm (4 HE)
diep	400 mm
gewicht	20 Kg

#### 4. blokschema 1

Blokschema 1 is in figuur 1 weergegeven.

De gloeidraadvoeding is in principe op te delen in een sterkstroomgedeelte en een teruggekoppelde regeling. Het sterkstroomgedeelte is het deel waar de netspanning in een gewenste uitgangsspanning omgezet wordt. De uitgangsspanning kan binnen zekere grenzen ingesteld worden en moet een gegarandeerde stabiliteit bezitten. Dit wordt door het regelgedeelte gedaan. Afhankelijk van de ingestelde waarde en de gemeten waarde wordt het sterkstroomgedeelte bestuurd. Indien de gemeten waarde veel verschilt van de ingestelde waarde en dit in een bepaalde tijd niet meer bij te regelen valt, grijpen er beveiligingen in. Indien een beveiliging aangesproken is, wordt het sterkstroomgedeelte afgeschakeld en de oorzaak van de storing gesignaleerd.



FIGUUR 1 : BLOKSCHEMA 1

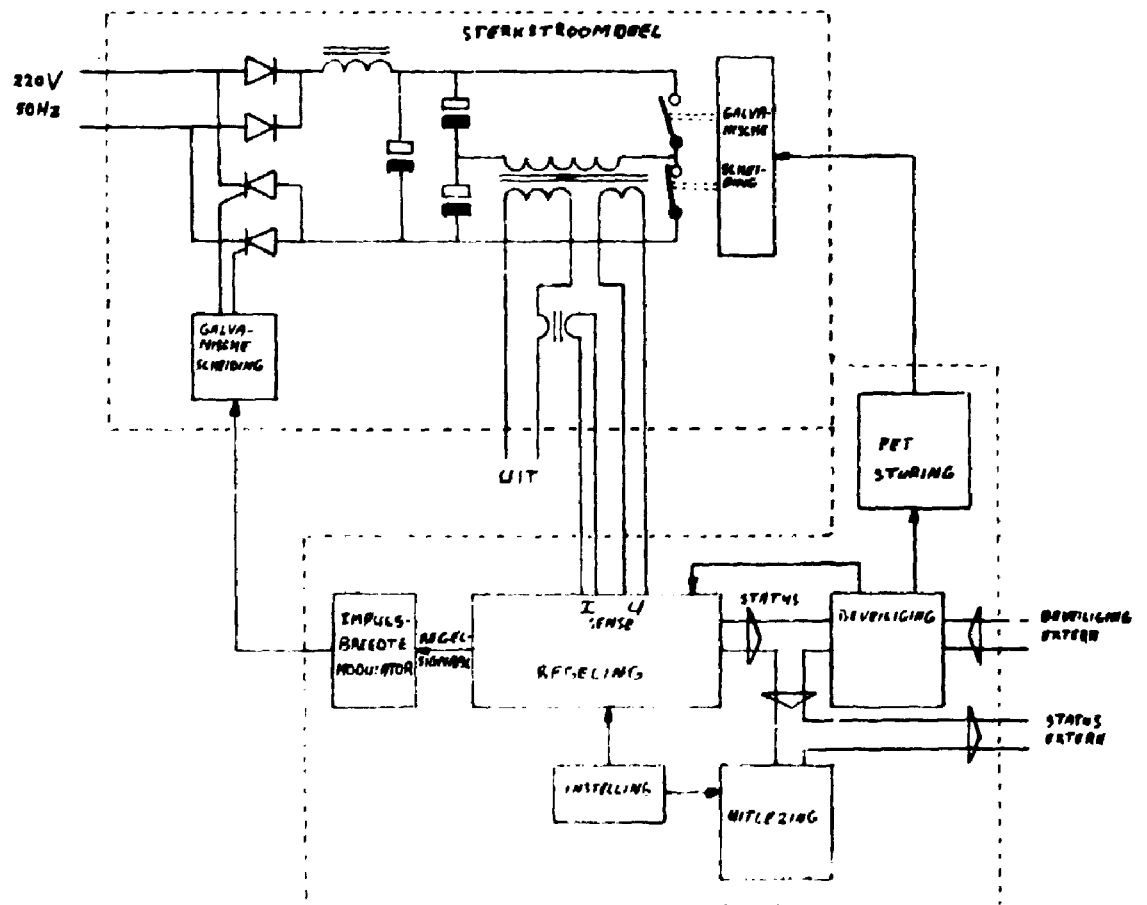
### 5. Blokschema 2

In figuur 2 is blokschema 2 weergegeven.

Het sterkstroomgedeelte is op te splitsen in een thyristor gestuurde gelijkrichtbrug met daarachter een LC-filter en een convertor. De convertor bestaat uit twee condensatoren, twee FET's die dienen als schakelaar en een belasting gevormd door een transformator. De twee FET's gaan om beurten open en dicht, of beiden dicht wanneer de beveiliging ingrijpt.

De uitgangsspanning van de voeding is evenredig met de spanning uit de gelijkrichtbrug. Doordat deze brug thyristor gestuurd is, kan deze spanning veranderd worden. Het regelen van de thyristoren gebeurt door een impulsbreedte modulator die door een regelsignaal aangestuurd wordt. De grootte van het regelsignaal is afhankelijk van de gemeten en de ingestelde waarde. De gemeten waarden zijn uitgangsstroom en -spanning van het sterkstroomdeel. De regeling is voornamelijk een spanningsregeling en zal alleen door de stroom beïnvloed worden indien de stroom buiten ingestelde grenzen komt. Wanneer deze grenzen voor langere tijd overschreden worden zal de beveiliging aanspreken (zie hoofdstuk 10).

De regeling is galvanisch gescheiden van het sterkstroomgedeelte.

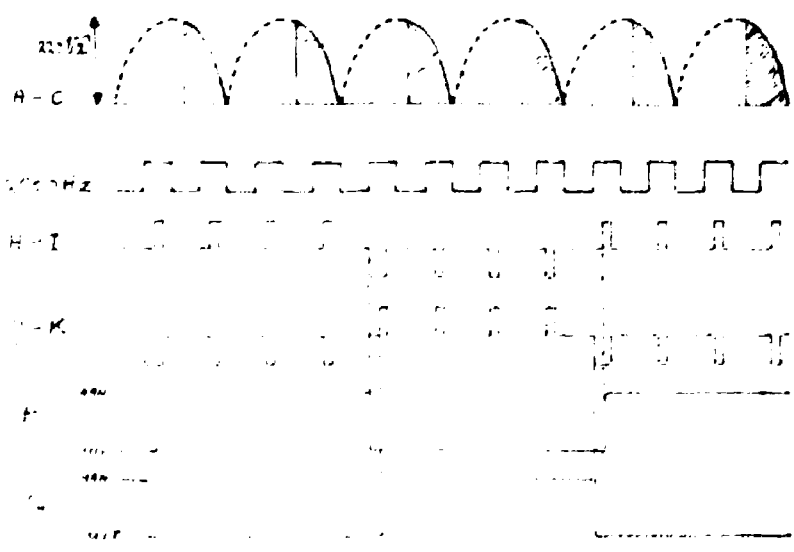
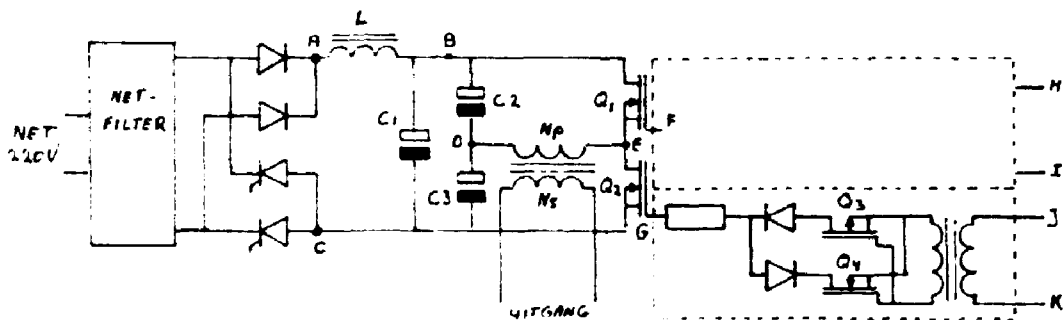


FIGUUR 2: BLOKSCHEMA 2.

### 6. Sterkstroombedeelte

Na het netfilter wordt de netspanning dubbelfasig gelijkgericht. De thyristoren uit de brug snijden de netspanning aan zoals getekend in figuur 3. Door het LC-filter worden deze pieken afgevlakt. Hierdoor kan de spanning over de punten B-C, indien de thyristoren helemaal open staan, tot ongeveer 200 V ophopen. Daar de brug nooit helemaal open staat zal deze spanning niet bereikt worden. De spanning B-C kan van ongeveer 80 V tot 160 V geregeld worden, afhankelijk van de aan-tijd van de thyristoren.

De condensatoren C2 en C3 vormen een capaciteive deler en diensgevolge is de spanning A-D 40 V tot 80 V. De twee power-FET's Q1 en Q2 schakelen om beurten op een frequentie van ongeveer 625 Hz. Hierdoor staat over de primaire wikkeling een blokvormig signaal waarvan de top-top-waarde varieert van 80 V tot 160 V. De transformatieverhouding is  $N_p:N_s = 1:5$ , waardoor de secundaire spanning een top-top-waarde heeft van 400 V tot 800 V. Deze spanning is de uitgangsspanning van de voeding.



FIGUUR 2: STERKSTROOMDEELTE



### 7. FET sturing

De twee power-FET's Q1 en Q2, welke elk uit 3 parallel geschakelde FET's bestaan, schakelen op een frequentie van 625 Hz. De 625 Hz wordt afgeleid uit een 2500 Hz oscillator. Het 625 Hz gate signaal van Q1 en Q2 is opgebouwd uit impulsen van 2 a 3  $\mu$ S. Deze impulsen worden door de FET sturing (figuur 2) gemaakt en sturen via een trigger transformator de FET's Q3 en Q4 aan.

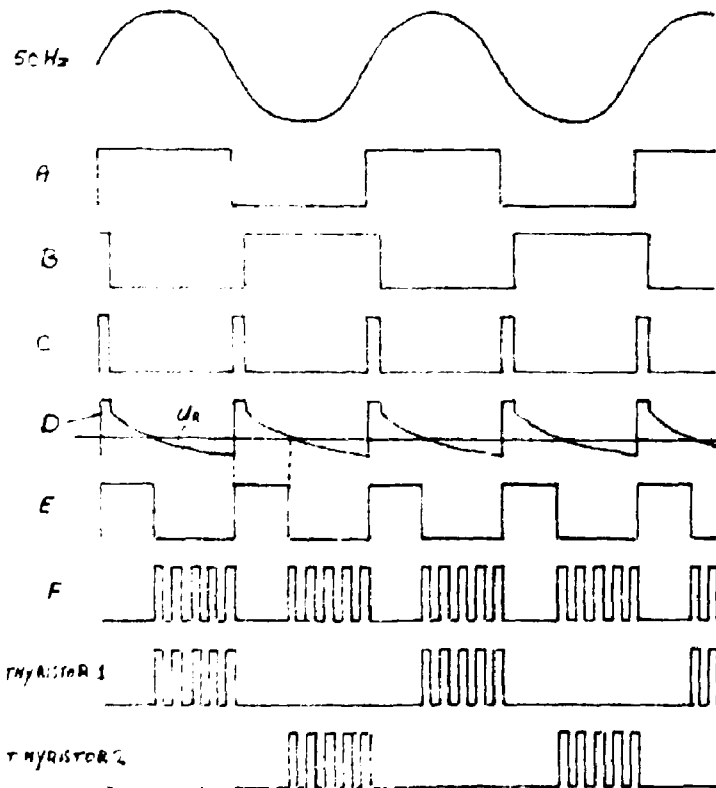
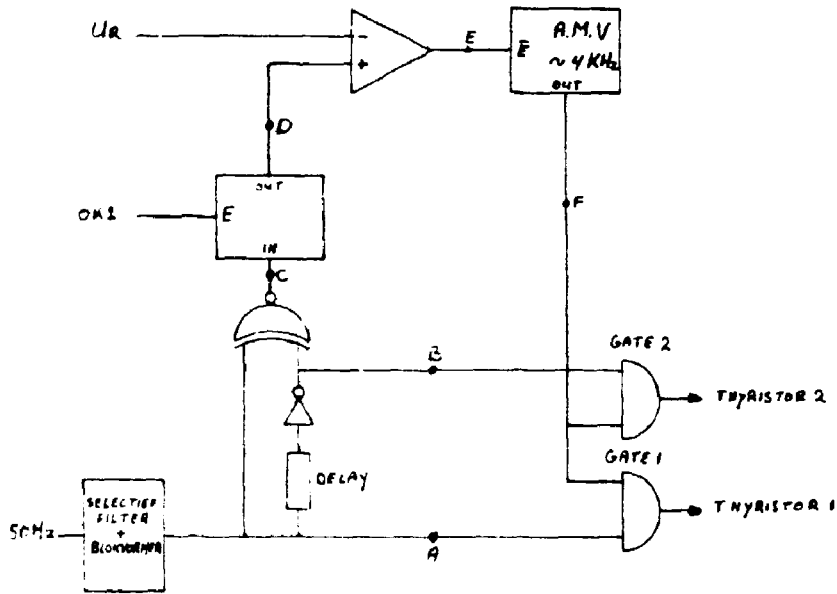
Het signaal op de trigger transformator is getekend in figuur 3 en heeft positieve en negatieve impulsen. FET Q3 gaat met positieve impulsen open en Q4 met negatieve impulsen. Doordat de gate-source impedantie hoogohmig is met daaraan parallel een paar nanofarad, laad een positieve impuls de gate-source capaciteit positief op en deze wordt pas weer negatief geladen als Q4 open gaat. Hierdoor komt op de gate's van de power-FET's een blokvormig signaal van 625 Hz.

De FET sturing is zo gerealiseerd, dat er altijd een moment is waarbij de twee FET's uit zijn. Dit gebeurt door van de eerste uit-impuls een dubbele lengte te maken.

### 8. Impulsbreedte modulator

Het principe schema met de daarbij behorende spanningsvormen is in figuur 4 weergegeven.

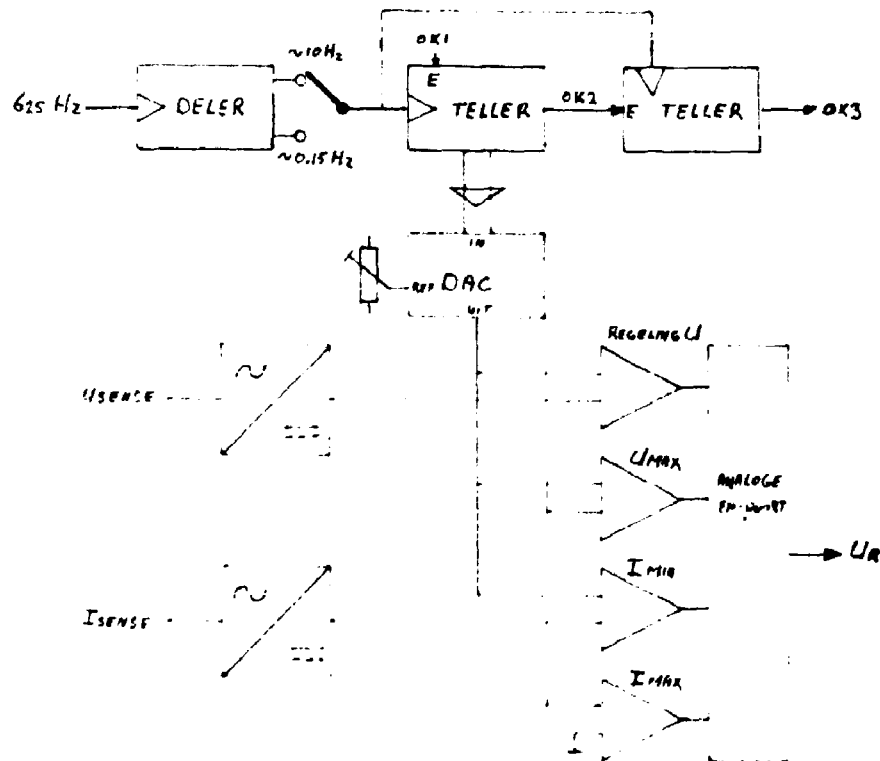
Uit het net is een 50 Hz signaal afgeleid. Dit signaal gaat door een selectief 50 Hz filter, en er wordt vervolgens een blokspanning van afgeleid. Deze blokspanning (A) is de enable voor poort 1. De geïnverteerde blokspanning (B) dient als enable voor poort 2. Er kunnen alleen impulsen uit de astabiele multivibrator (A.M.V.) doorgelaten worden als de enable's hoog zijn. Thyristor 1 kan dus alleen geactiveerd worden in de ene helft van de 50 Hz periode en thyristor 2 alleen in de andere helft. De twee enable's worden met elkaar vergeleken door een exclusive-or en doordat de enable's niet precies 180 graden uit fase liggen zullen er uit de uitgang van de ex-or iedere 10 mS een impuls (C) komen waarvan de impulsduur van de delay afhankelijk is. Uit deze impulsen wordt een spanning (D) gegenereerd waarmee de regelspanning  $U_r$  door een comparator wordt vergeleken. De comparator stuurt de A.M.V., die de triggerimpulsen genereert. Bij een foutmelding valt het OK1 signaal weg en zal de spanning op punt D ook wegvallen, waardoor de A.M.V. stopt en de thyristoren geen triggerimpulsen meer krijgen.



FIGUR 4: IMPULSBREDE MODULATOR

### 9. Regeling

Het principe van de regeling is getekend in figuur 5. Met de potmeter wordt de gewenste uitgangsspanning van de voeding ingesteld. De uitgangsspanning van de DAC loopt op van nul volt tot de ingestelde waarde. De digitale waarde van de DAC is afkomstig uit een 8-bits teller, die bij het aanzetten van de voeding langzaam oploopt van nul tot maximum. Hierdoor zal ook de uitspanning van de DAC langzaam oplopen. Deze spanning wordt vergeleken met de gemeten uitgangsstroom en -spanning. Het resultaat van deze vergelijking is een regelsignaal ( $U_R$ ), dat de impulsbreedte modulator bestuurt. Wanneer OK1 actief wordt loopt de DAC-spanning op en daarmee ook de uitgangsspanning van de voeding. De snelheid wordt bepaald door de klokfrequentie van de teller. Normaal duurt het opregelen circa 20 minuten, maar d.m.v. een service schakelaar kan dit in ongeveer 20 seconden. Na de 20 minuten opregeltijd start het signaal OK2 een tweede teller, die na 20 minuten een signalering geeft dat er hoogspanning op het klystron gezet mag worden (OK3).



FIGUUR 5 : REGELING

### *10. Beveiligingen*

Van de regeling komen vier regelsignalen, te weten  $I_{max}$ ,  $I_{min}$ ,  $U_{max}$  en  $U_{min}$ . De regeling zal zoveel mogelijk proberen de waarde van deze signalen zo klein mogelijk te houden. Maar wanneer een van deze signalen gedurende meer dan een seconde een bepaalde waarde overschrijdt wordt dat regelsignaal als statussignaal ingeklokt. De voeding wordt uitgeschakeld en de status weergegeven.

Tevens is een kortsluitbeveiliging opgenomen. Dit is een snelle versie van de  $I_{max}$  discriminator, en zal bij een kortsluiting de voeding binnen een paar micro seconden uitschakelen.

De statussignalen zijn "te laagohmig", "te hoogohmig", "overspanning" en "onderspanning" en zijn op plug P3 (achterzijde kast) aangesloten.

De voeding is door externe beveiligingssignalen (plug P3) uit te schakelen.

Het signaal "vacuum" is de vacuumb beveiliging. Valt dit signaal gedurende het opregelen voor meer dan 3 seconden weg, dan grijpt deze beveiliging in.

De beveiligingen: "koeling", "vacuum voeding" en "reserve" reageren zonder vertraging. Het koellichaam van de voeding is met een thermo-schakelaar uitgerust. Bij oververhitting wordt alleen de storing weergegeven; de voeding wordt niet uitgeschakeld. De voeding wordt aangezet door de "power-on" knop op het front in te drukken en een extern "on" signaal aan te bieden (plug P3). De voeding komt in de stand-by mode als het "on" signaal wegvalt.

Indien het "on" signaal aanwezig is, kan de voeding toch in stand-by gezet worden, door de reset knop in te drukken (alleen voor service doeleinden).

Als het aan-signaal aanwezig is en de 15 minuten overbrugging geactiveerd is, zal de voeding 15 minuten aan blijven ongeacht de aanwezigheid van het aan-signaal.

### *11. Uitlezing*

De uitlezing gebeurt met LED's en met een LCD-display op het front. Het display kan de ingestelde spanning ( $U$  ingesteld), de gemeten spanning ( $U$  uit) en de gemeten stroom ( $I$  uit) aangeven.

LED indicatie	LED uitlezing reden van indicatie
statussignalen:	
te hoogohmig	belasting te hoogohmig of geen belasting
te laagohmig onderspanning	belasting te laagohmig of kortsluiting uitgangsspanning kleiner dan ingestelde spanning
overspanning	uitgangsspanning groter dan ingestelde spanning
stand by	elektronika in bedrijf, sterkstroomgedeelte uitgeschakeld
overbrugd	overbrugging van het on/stand-by signaal indien actief blijft de voeding aan
overtemp	temperatuur van koelblok te hoog
OK1	voeding regelt op
OK2	einde regeling; ongeveer 20 minuten na OK1
OK3	timer van 20 minuten na OK2
beveiligingssignalen:	
spare	niet aangesloten
vacuum voeding	niet aangesloten of vacuum psa defect
vacuum	niet aangesloten of vacuum te slecht
koeling	niet aangesloten of geen koeling

## *12. Afregelen en controle*

Om te beginnen wordt de voeding op een scheidingstransformator aangesloten (220 V). De uitgang van de voeding wordt op een hoogspanningsscheidingstransformator aangesloten. Voorts wordt de status/beveiliging plug van het testkastje op P3 van de gloeidraadvoeding aangesloten. D.m.v. de SB/ON schakelaar op het testkastje wordt de voeding in "stand-by" gezet.

Voordat de voeding in de "on" stand gezet wordt, is het verstandig als eerste de fase's van de power-FET's te controleren. Hiervoor moet met een probe naar de gate-source van FET's Q1 t/m Q3 gekeken worden en met een andere probe naar de gate-source spanning van de FET's Q4 t/m Q6 (zie schema 1). De spanningsvormen behoren er uit te zien zoals is getekend in figuur 3. Tussen de twee blokvormen moet een gap aanwezig zijn van circa 3 uS. Is dit het geval, dan kunnen de probe's verwijderd worden en de

voeding kan worden opgeregeld (schakelaar testkastje).

Indien de voeding is aangesloten op een scheidingstrafo van maximaal 4 ampere, dan moet de voeding op halve voedingsspanning ingesteld worden door de potmeter op het front helemaal counter clock wise te draaien. Hierdoor blijft de zekering van de scheidingstrafo in tact. Laat nu de voeding langzaam opregelen totdat de uitgangsspanning ongeveer 60 V is. Wordt deze spanning zonder foutmeldingen bereikt, dan kan de voeding verder versneld opgeregeld worden.

Als het voorgaande goed verlopen is, moet de voeding rechtstreeks op het net gezet worden en kan de afregeling beginnen. Zet een oscilloscoop en een stroomprobe op een scheidingstrafo. Met een 100 X probe wordt naar de uitgangsspanning gekeken en met een stroomprobe naar de uitgangsstroom. Zorg dat de aarde van de 100 X probe aan de aarde van de uitgang komt. Laat de voeding opregelen. Na de eerste opregelstap (te zien op het display), mag op de 'versneld opregel knop' gedrukt worden.

Stel de uitgangsspanning, met de potmeter op het front (U instelling), in op 300 V. Dit is 600 V top-top. Lees deze spanning af op de scoop. Zet met potmeter P1 (schema 4) de uitgangsspanning (U uit; display) op 300 V. Zet met potmeter P2 de ingestelde spanning (U ingesteld; display) op 300 V.

Regel nu de stroom  $i^*$  op 1.5 A, door de ingestelde spanning te veranderen. Met potmeter P3 wordt het display op 1.5 A gezet.

E: kunnen voor de zekerheid nog een drietal controles gedaan worden namelijk: de uitgang kortsluiten, verbreken en het controleren van de externe status signalen.

Wanneer de beveiliging niet vertrouwd wordt, kan de voeding in maximaal bedrijf kortstondig met circa 60 ohm belast worden. De hoogspanningsscheidingstrafo dient aangesloten te blijven. Hierdoor wordt de stroom tijdelijk groter dan 6 A. Deze stroom moet door de voeding als kortsluiting gezien worden.

Hierna kan de uitgang kortgesloten worden door een geleider over de uitgangsklemmen te plaatsen wanneer de voeding op maximale spanning staat. Als het goed is zal er een klein vonkje verschijnen en de voeding valt uit met de foutmelding: te laagohmig.

In maximaal bedrijf kan de hoogspanningsscheidingstrafo van de voeding losgekoppeld worden. Hierdoor ontstaat een vlaboog en de voeding valt na 1 seconde uit met de foutmelding: te hoogohmig.

De status signalen kunnen getest worden m.b.v. het testkastje. Door met dit kastje foutmeldingen te simuleren, zal de voeding uitvallen met de desbetreffende foutmelding. De foutmelding 'vacuum' reageert alleen als OK2 uit is.

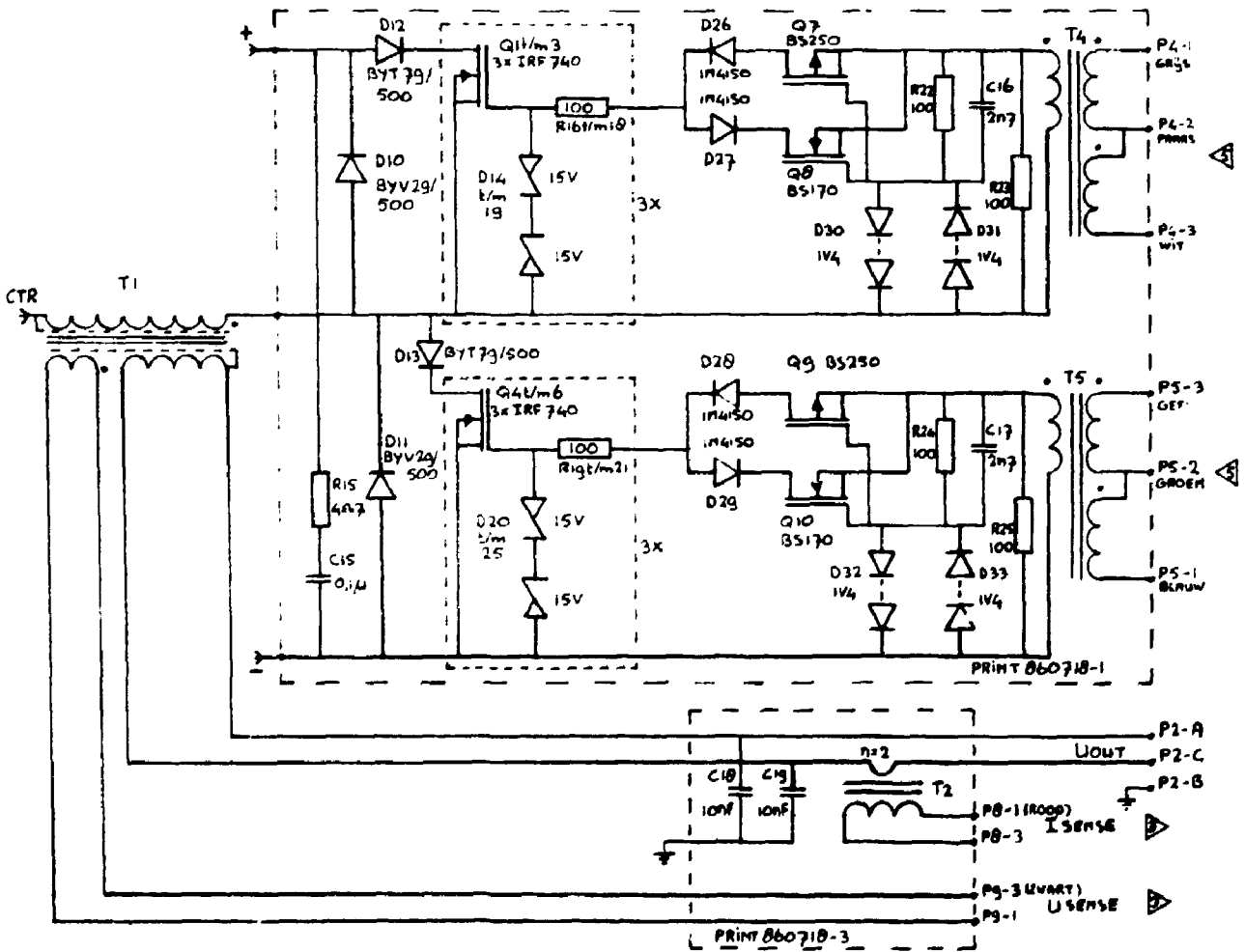
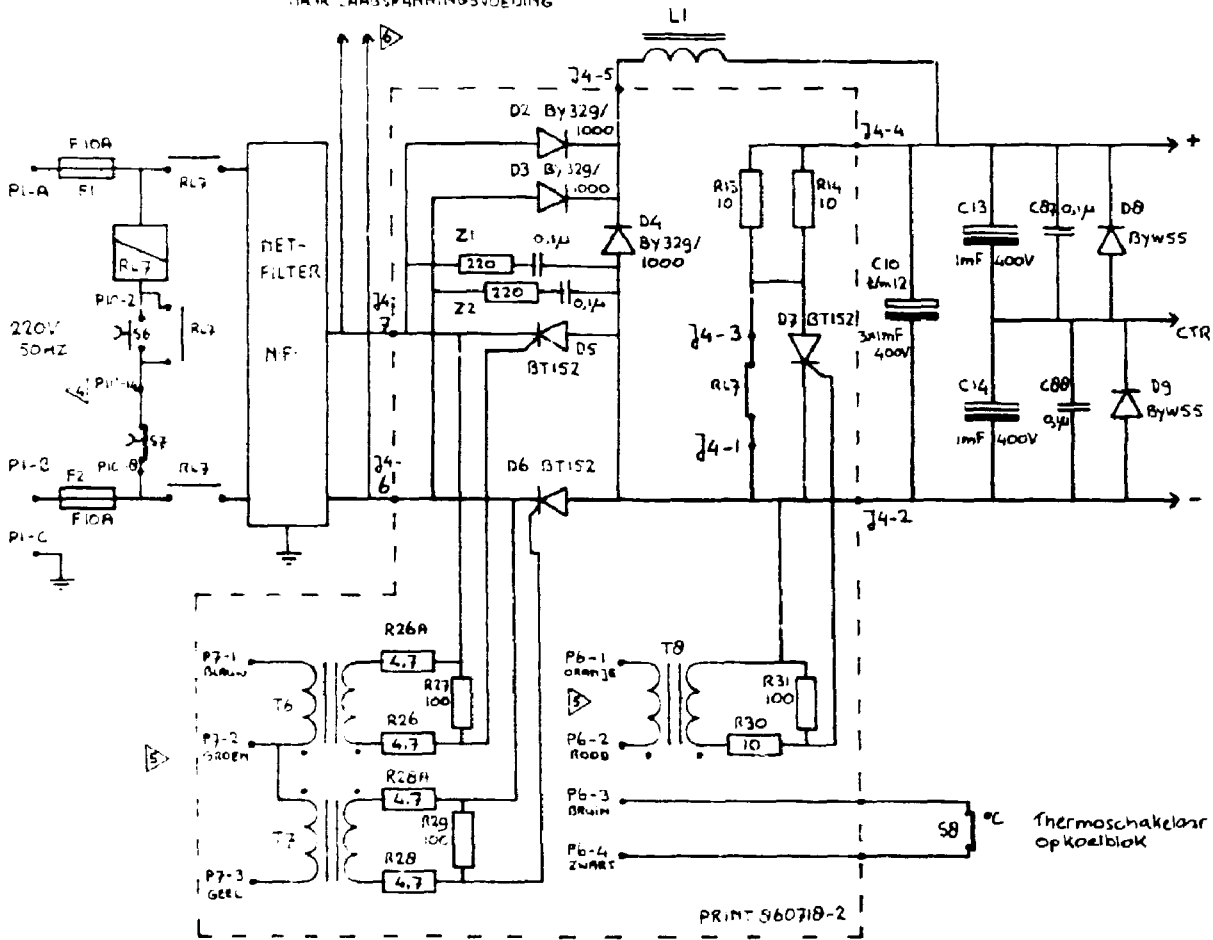
### *13. Testkastje 860718*

M.b.v. het testkastje kan de voeding bestuurd worden en kunnen de status signalen uitgelezen worden.

Met de on/stand-by schakelaar kan de voeding in de desbetreffende mode gezet worden. Met de schakelaars vacuum, reserve, vacuum voeding en koeling kan een storing

gesimuleerd worden. Ten gevolge van een storing schakelt de voeding af.  
Voorts wordt de status van de voeding op het testkastje uitgelezen. Dit is OK1, OK2, OK3 en de overtemperatuur van het koellichaam dat in de voeding aanwezig is.  
Het kastje wordt gevoed met 24 V en de flat cable van het kastje wordt op plug P3 van de voeding aangesloten.

NAAR LAAGSPANNINGSVOEDING





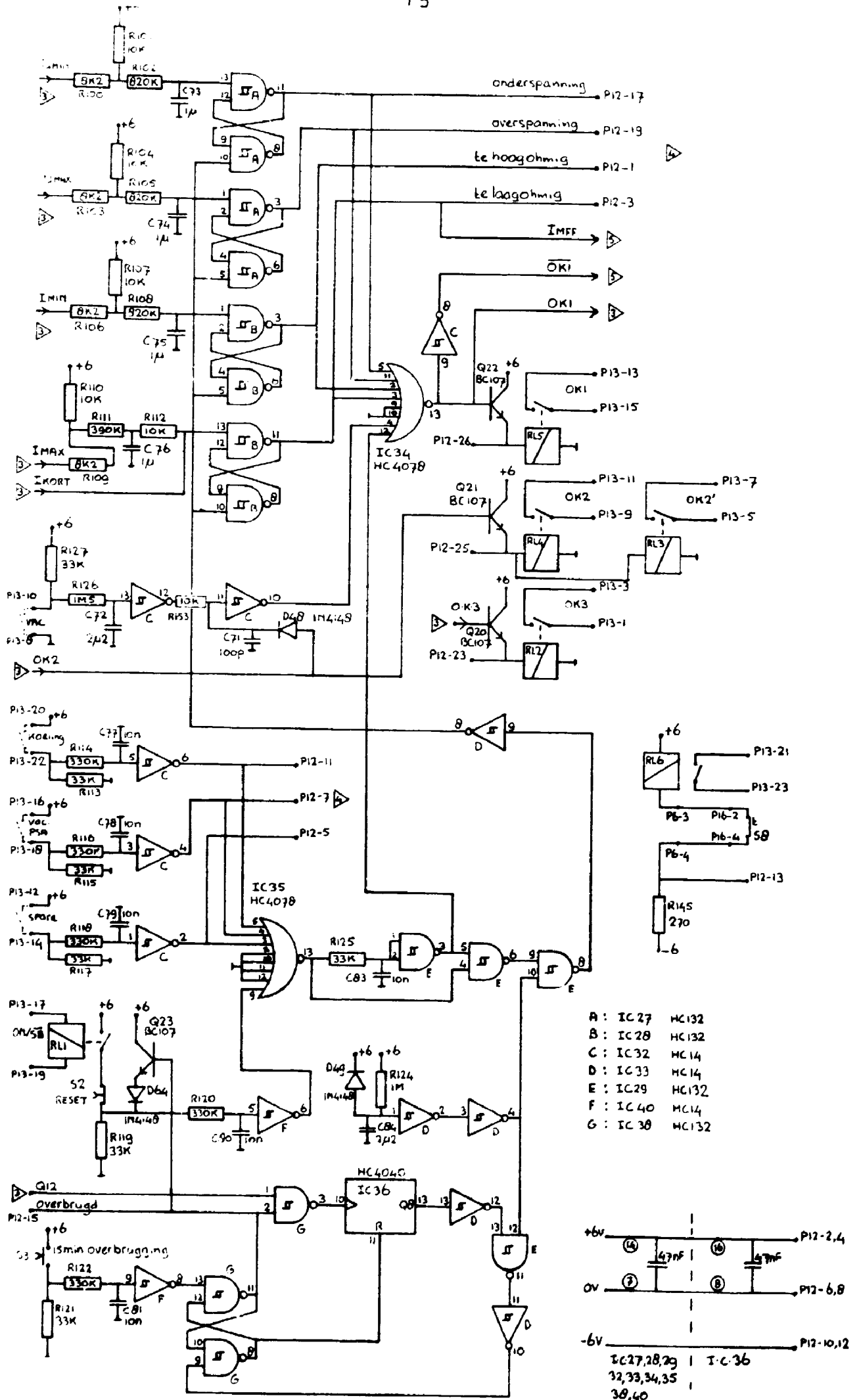
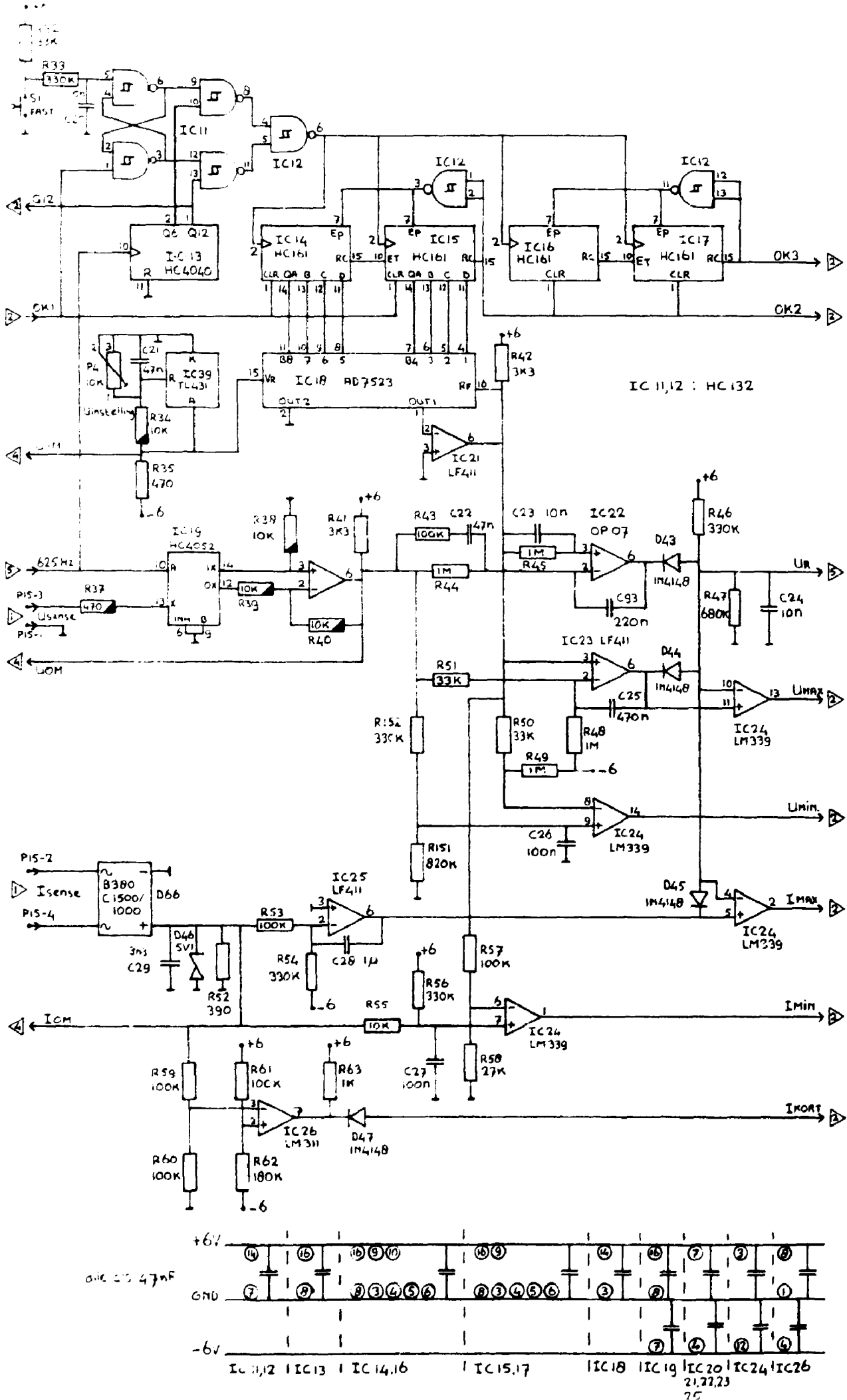


FIG2 BEVELIGINGSCIRCUIT



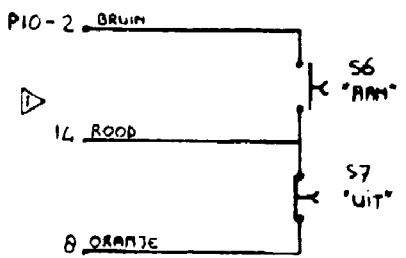
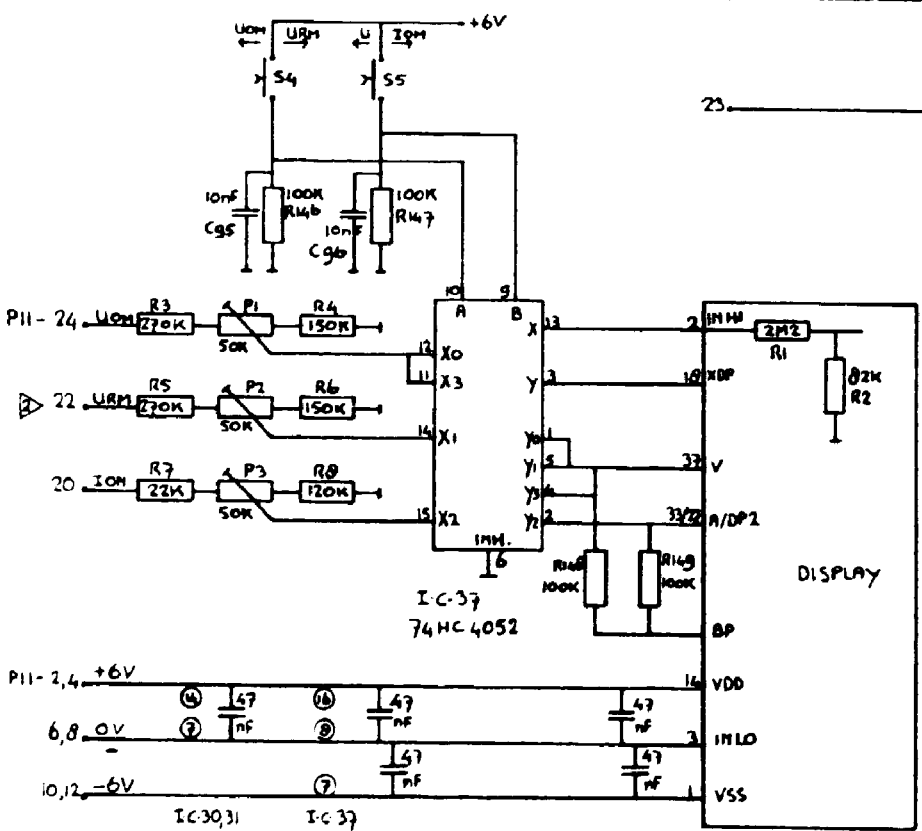
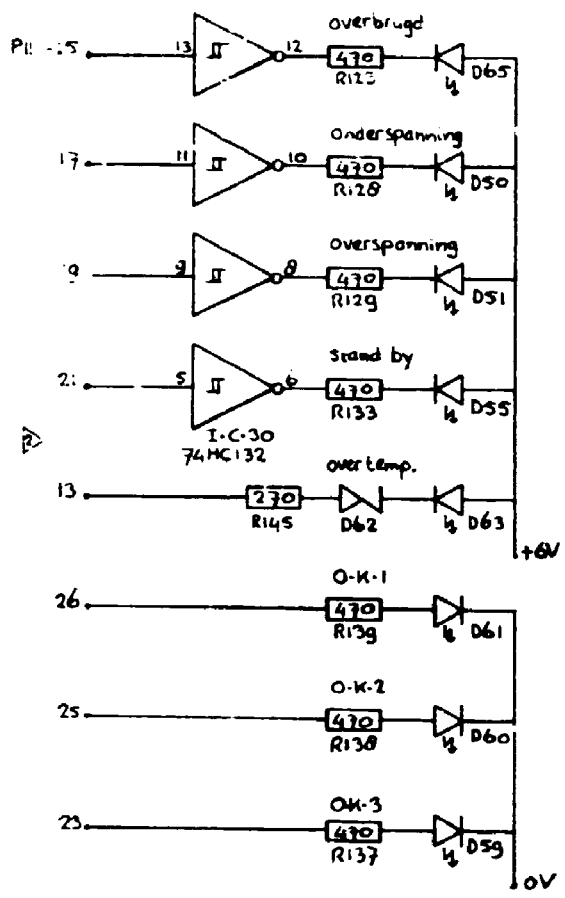
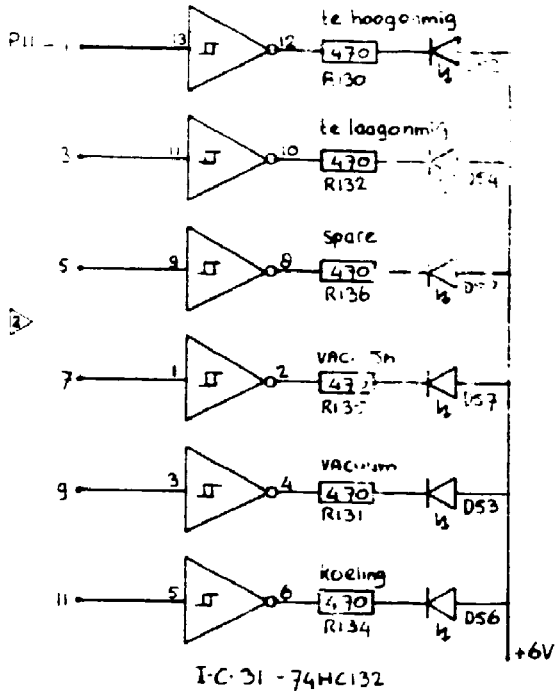


FIG.4 FRONTPRINT

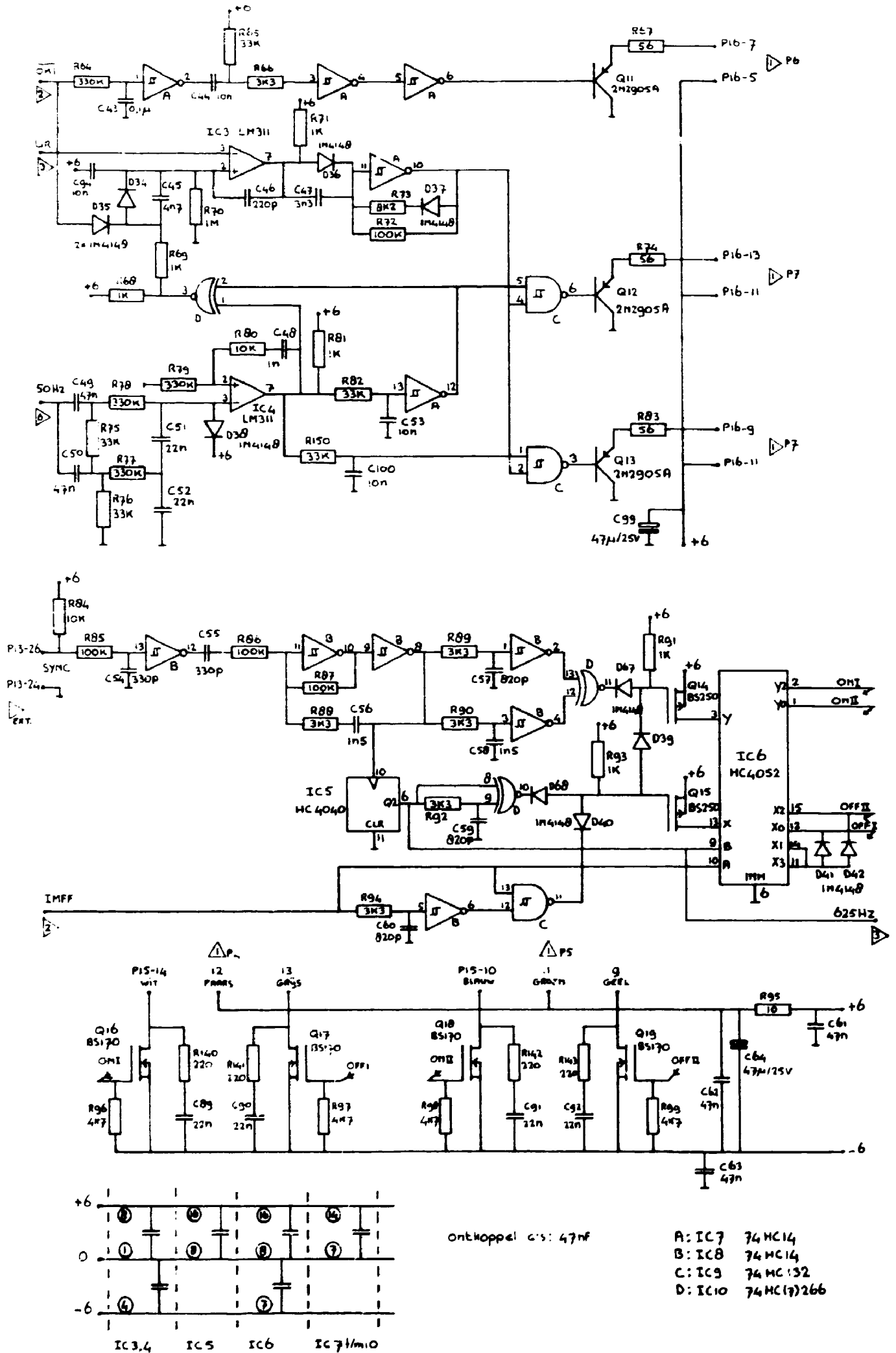


FIG.5 FET- en Thyristor string.

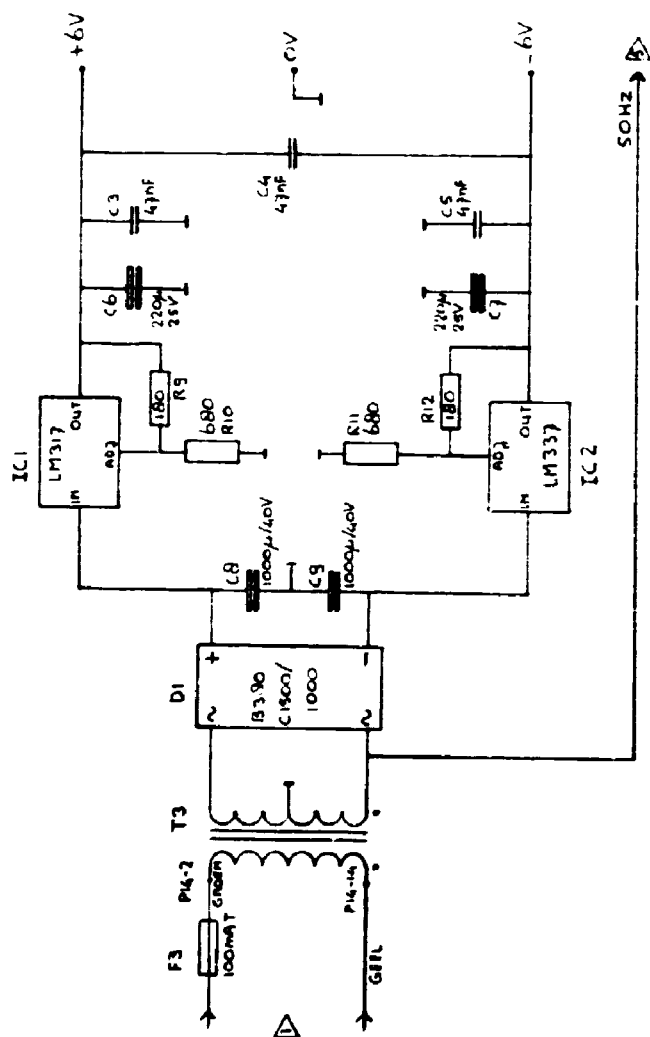
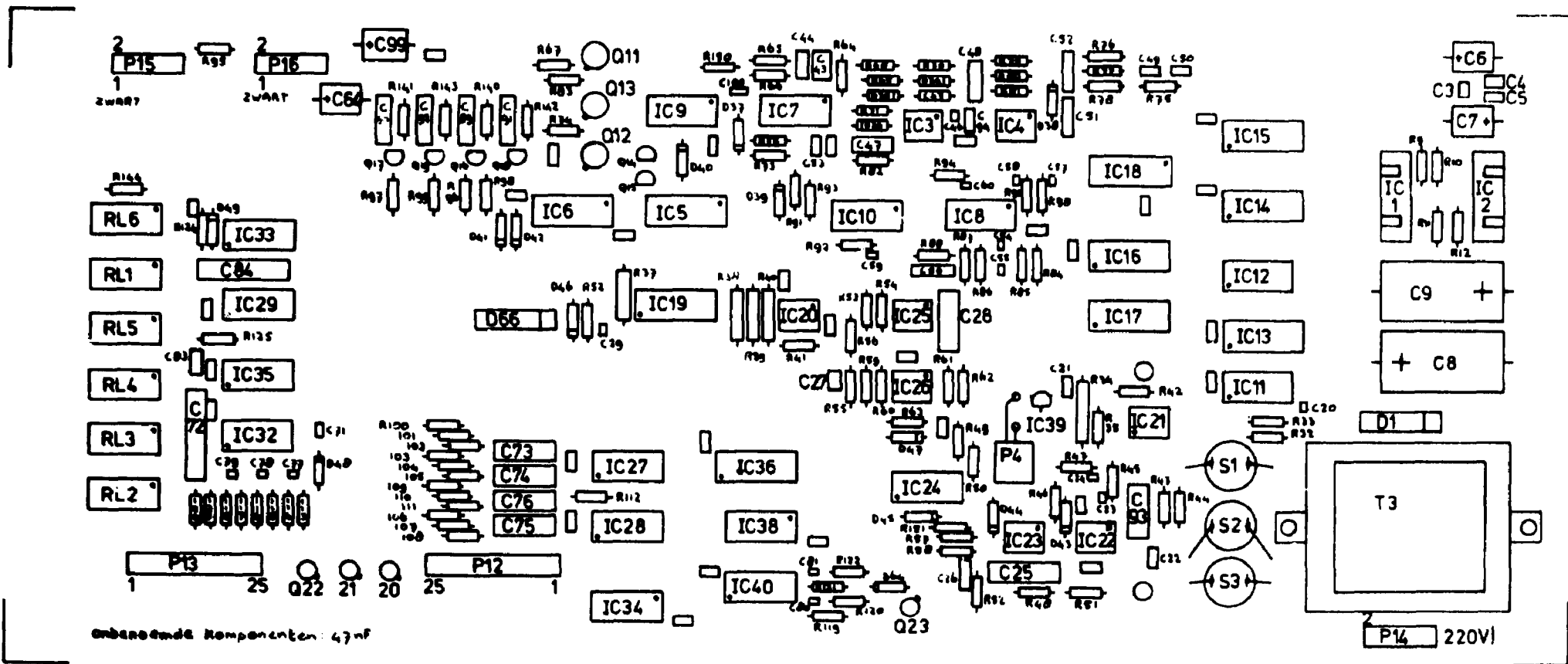
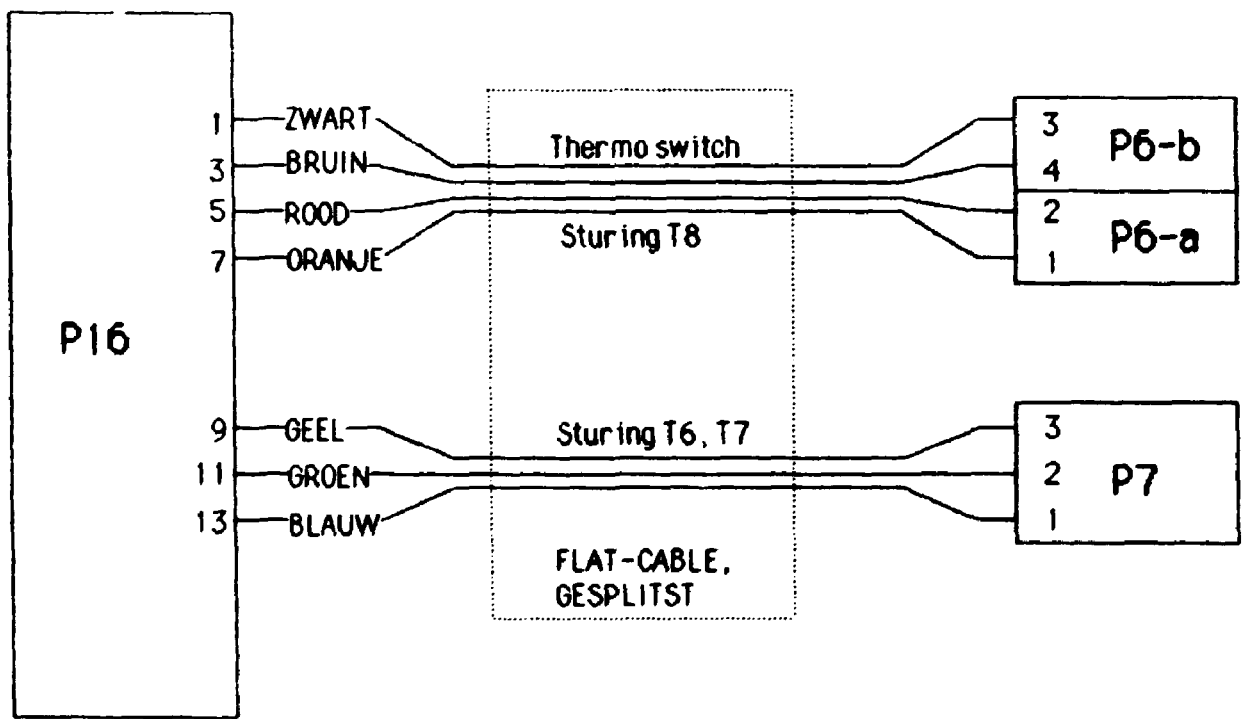
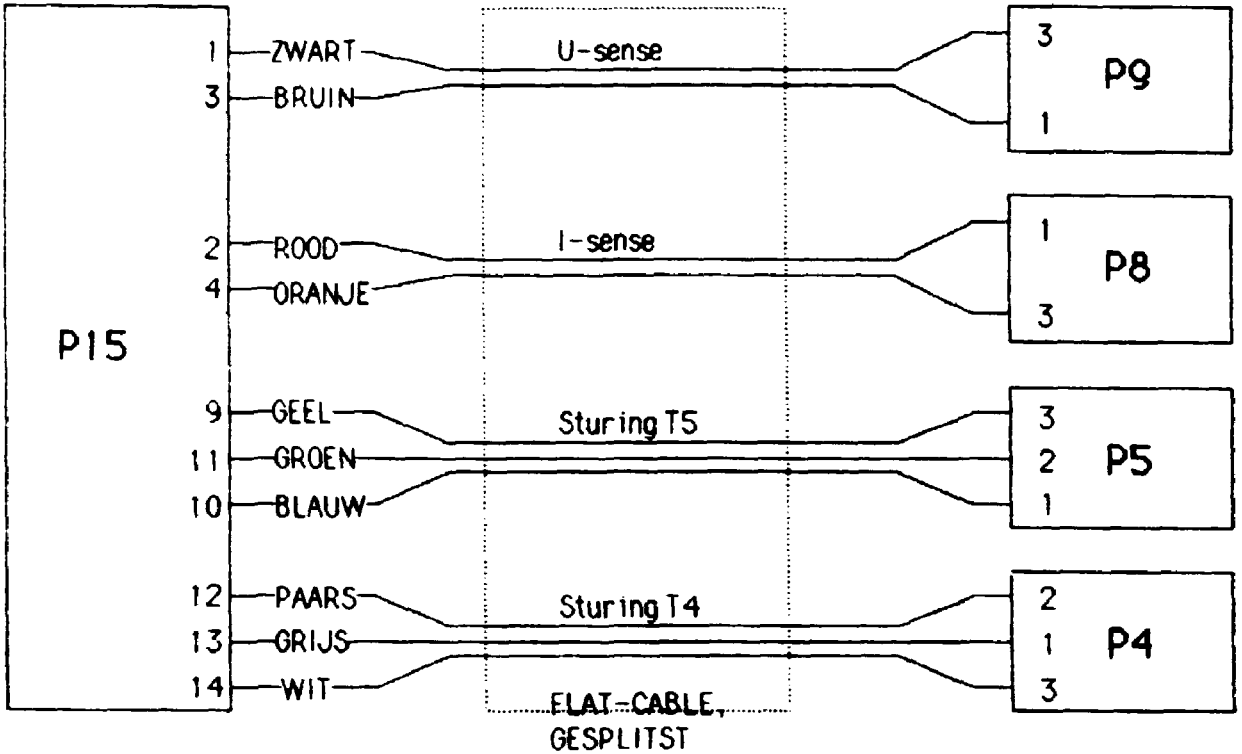


FIG. 6 LAAGSPANNINGSVOEDING.



onbestemde componenten: 47nf

ONDERDELEN OPSTELLING WI-SUPPLY 860718-5



Yf-SUPPLY BEDRADINGSSCHEMA 2

P18 pennr.	KLEUR	FUNCTIE (outputs)
2	rood	OK3
4	geel	OK3
6	blauw	OK2
8	grijs	OK2
10	zwart	OK2'
12	rood	OK2'
14	geel	OK1
16	blauw	OK1
22	rood	overtemperatuur
24	geel	overtemperatuur

(inputs)

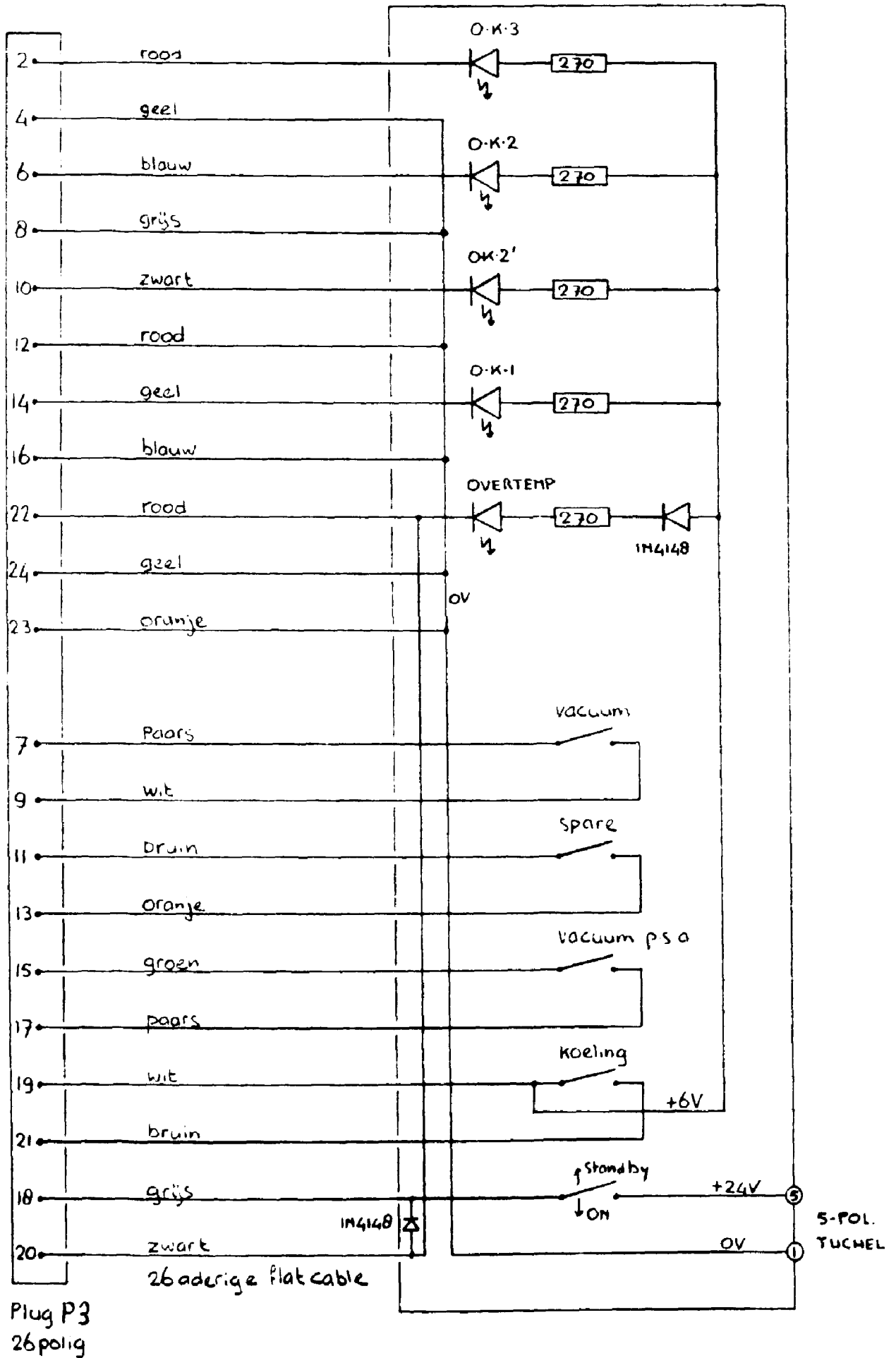
7	paars	vacuum
9	wit	vacuum
11	bruin	reserve
13	oranje	reserve
15	groen	vacuum voeding
17	paars	vacuum voeding
19	wit	koeling
21	bruin	koeling
18	grijs	stand by / on
20	zwart	stand by / on

**Aansluitingen P18.**

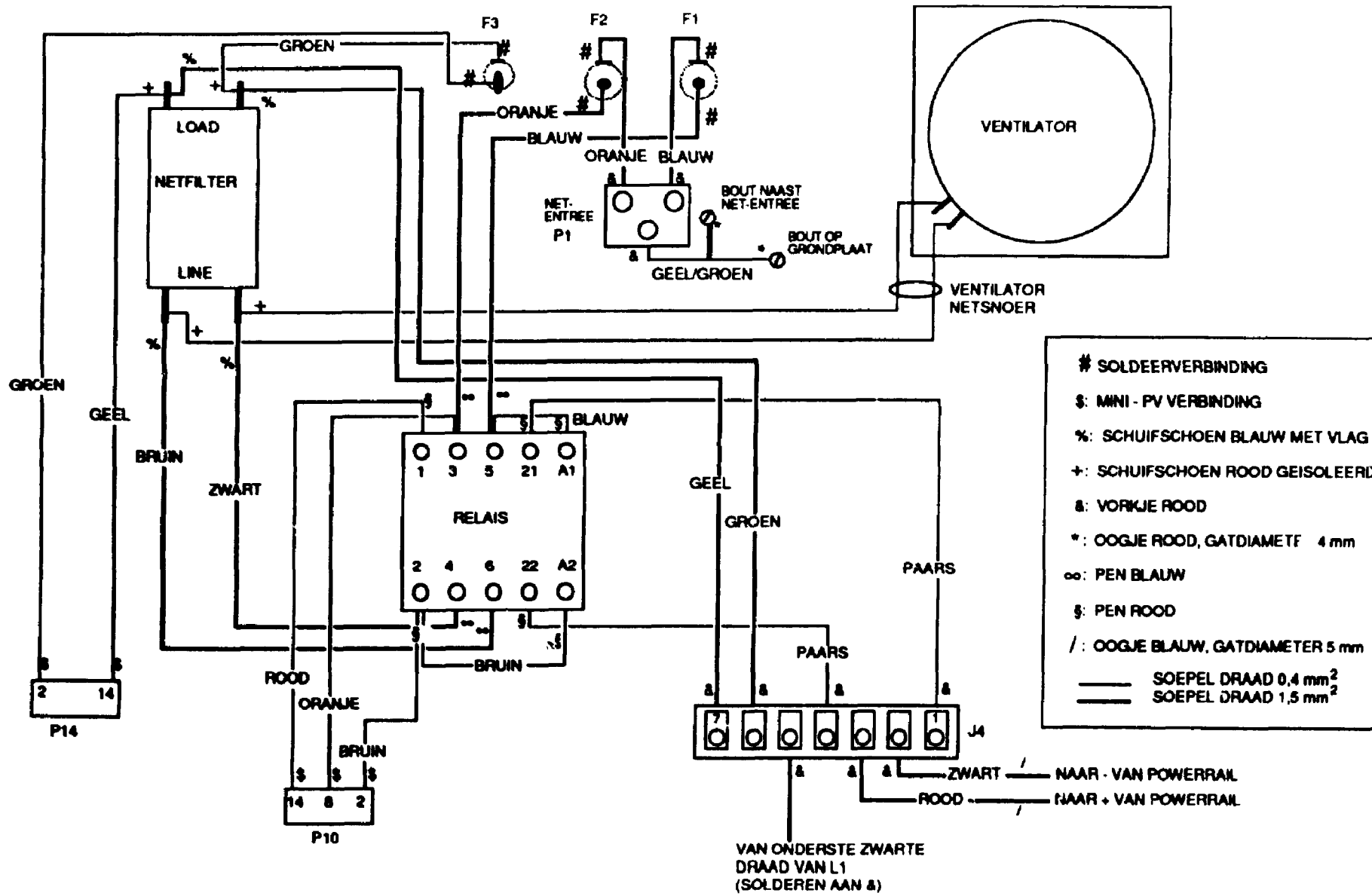
Op deze connector worden de besturings- en beveiligings kabels van en naar de gloeidraadvoeding aangesloten.

P18 is vast in de 19' kast gemonteerd en is door middel van een 26-polige flat-cable met P3 van de gloeidraadvoeding verbonden.





Testkastje voor gloeiaraadvoeding.  
 Mutadnr. 861113



- # SOLDEERVERBINDING
- \$: MINI - PV VERBINDING
- %: SCHUIFSCHOEN BLAUW MET VLAG
- +: SCHUIFSCHOEN ROOD GEISOLEERD
- &: VORKJE ROOD
- \*: OOGJE ROOD, GATDIAMETRF 4 mm
- ∞: PEN BLAUW
- §: PEN ROOD
- /: OOGJE BLAUW, GATDIAMETER 5 mm
- SOEPEL DRAAD 0,4 mm<sup>2</sup>
- SOEPEL DRAAD 1,5 mm<sup>2</sup>

24

VI-SUPPLY BEDRADINGSSHEMA 1