

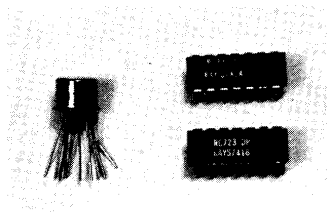
# ZELF VOEDINGEN ONTWERPEN EN BOUWEN

## VOEDINGEN ROND HET IC 723

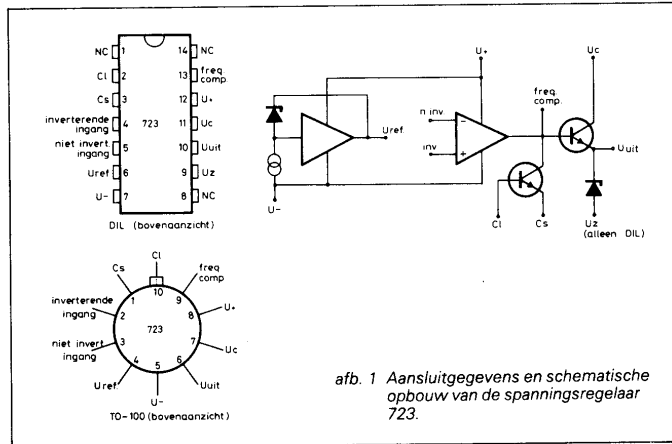
H. J. C. OTTEN

De oplossing voor die gevallen waarin drie- en vierpens spanningsregelaars niet voldoen.

Misschien heeft de IC spanningsregelaar 723 niet de beste specificaties, maar het IC is wel een van de meest veelzijdig. Voor alle gevallen waarin de drie- of vierpensstabilisatoren niet voldoen, zoals bij afwijkende spanningen of maximale stroomsterkte is er rond het IC 723 een goede voeding te bouwen.



afb. A De twee behuizingen van het IC 723.



afb. 1 Aansluitgegevens en schematische opbouw van de spanningsregelaar 723.

### De werking van het IC

De veelzijdigheid van het IC is te danken aan het bereikbaar zijn van alle deelschakelingen van de stabilisator, door het aansluiten van enige weerstanden en condensatoren zijn alle gewenste eigenschappen te kiezen. In afb. 1 is de inwendige opbouw van het IC schematisch te zien en tevens de aansluitgegevens van zowel de DIL- als de TO-100-behuizing (zie afb. A), waarin het IC is te verkrijgen. Het IC is opgebouwd uit de volgende, voor een spanningsstabilisator benodigde deelschakelingen. Allereerst is natuurlijk een referentiespanning beschikbaar met een waarde van ongeveer 7,15 V, de waarde kan per exemplaar verschillen. De referentiespanning is wel goed stabiel en temperatuurafhankelijk, de reden waarom het IC vaak als referentiespanningsbron wordt gebruikt als een temperatuurafhankelijke werking nodig is, zoals bij temperatuuropnemers.

Verder is er een foutsignaalversterker beschikbaar, het foutsignaal wordt ver-

cregen door de uitgangsspanning met de referentiespanning te vergelijken. De uitgang van de verschilversterker is inwendig doorverbonden met een als emittervolger geschakelde uitgangstransistor. Deze transistor is voldoende voor het leveren van stromen tot 150 mA aan de belasting, voor hogere uitgangsstromen moeten uitwendig vermogenstransistoren worden aangesloten. De uitgang van de verschilversterker is ook naar buiten gevoerd, op dit punt kan de frequentiecompensatiecondensator worden aangesloten en kan verder worden benut om op de sturing van de uitgang in te grijpen. Een dergelijk ingrijpen is in het IC ook al mogelijk gemaakt door het aanwezig zijn van een transistor voor stroombeperking op de bekende wijze. Als laatste onderdeel is een alleen bij de DIL-uitvoering aanwezige zener van 6,8 V op de uitgang aangesloten.

In tabel 1 zijn de belangrijkste gegevens van het IC opgenomen. Een paar gegevens zijn belangrijk genoeg om apart te worden genoemd. Zo moet de

## voedingen

tabel 1 Specificaties van het IC 723.

ingangsspanning minimaal 9,5 V bedragen, anders stabiliseert het IC niet, ondanks een minimale uitgangsspanning van 2 V. Het verschil tussen ingangs- en uitgangsspanning moet minimaal 3 V bedragen om de goede werking van de uitgangstransistor te waarborgen. Uit de gegevens voor uitgangsruis en bromonderdrukking blijkt het belang van de condensator bij de referentiespanning, deze ontkoppelcondensator is eigenlijk onmisbaar.

### Basisschakelingen rond het IC 723

#### 1. Uitgangsspanningen van 2 tot 7 V bij $I_{max} = 150$ mA.

Voor stroomsterkten tot 150 mA kent het IC twee basisschema's. Voor uitgangsspanningen van 2 tot 7 V is de schakeling te zien in afb. 2. De uitgangsspanning is te berekenen met de formule:

$$(1) U_{uit} = U_{ref} \frac{R4}{R3 + R4}$$

Deze formule is af te leiden door de spanningen op de ingangen van de verschilversterker aan elkaar gelijk te stellen. Voor een gekozen uitgangsspanning  $U_{uit}$  en een stroom van 1 mA door  $R3$  en  $R4$  met  $U_{ref} = 7,15$  V volgt:

$$(2) \begin{aligned} R3 &= (7,15) - U_{uit} \text{ in k}\Omega \\ R4 &= U_{uit} \text{ in k}\Omega \end{aligned}$$

Niet altijd zullen de zo berekende waarden voor  $R3$  en  $R4$  in de standaard E-

afb. 2 Basisschakeling 1 rond de 723 voor uitgangsspanningen van 2 tot +7 V.

$$U_{uit} = \frac{R4}{R3 + R4} \times U_{ref} (U_{ref} = 7,15 \text{ V})$$

$$R1 = \frac{R3 \cdot R4}{R3 + R4} \text{ (min. temp. drift)}$$

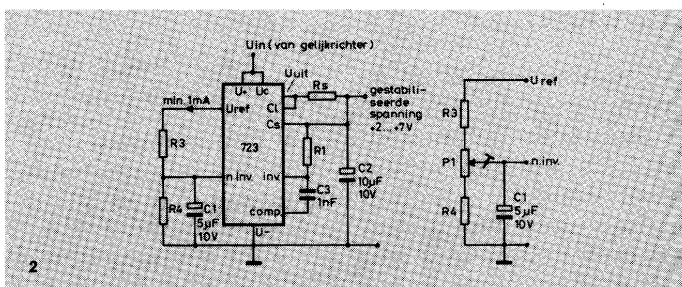
$$I_{max} = \frac{0,7}{R_S} \text{ (} R_S \text{ minimaal } 4,5 \Omega \text{)}$$

$$\text{Waarde } P1 \approx \frac{R3 + R4}{10} \text{ (bijv. } 470 \Omega \text{)}$$

uitgangsspanning gedeeltelijk te regelen.

12 reeks vallen. Om toch de uitgangsspanning precies op de gewenste waarde in te stellen, wordt, zoals in afb. 2 is te zien, de spanningsdelers  $R3$  en  $R4$  uitgebreid met een instelpotmeter  $P1$ . De berekende waarden van  $R3$  en  $R4$  worden naar beneden afgerond op de dichtstbijzijnde standaardwaarde, de potmeter  $P1$  krijgt een waarde van  $500\Omega$  tot  $1000\Omega$ , wat een correctiemogelijkheid van 5 à 10% geeft.

De waarde van  $R1$  volgt uit:



Tabel 1

Parameter	Min.	Typ.	Max.	Eenheid	Bijzonderheden
Ingangsspanningsgebied	9,5		40	V	
Uitgangsspanningsgebied	2,0		37	V	
Verskil ingangs- uitgangsspanning	3,0		38	V	
Uitgangsruis		20		$\mu U_{RMS}$	$C_{ref} = 0$
		2,5		$\mu U_{RMS}$	$C_{ref} = 5 \mu F$
Ingangsspanningvariatie- onderdrukking		0,01	0,1	%	$U_{in} = 12 \dots 15 \text{ V}$
Belastingvariatie- onderdrukking		0,02	0,2	%	$I_{uit} = 1 \dots 50 \text{ mA}$
Bromonderdrukking		74		dB	$C_{ref} = 0$
		86		dB	$C_{ref} = 5 \mu F$
Referentiespanning	6,80	7,15	7,50	V	
Max.stroomopname uit $U_{ref}$			15	mA	
Temp. coëff. van $U_{uit}$		0,003	0,015	%/°C	$I_{uit} = 1 \dots 50 \text{ mA}$

$$(3) R1 = \frac{R3 \times R4}{R3 + R4}$$

$R1$  mag worden vervangen door een draadbrug, de temperatuurafhankelijkheid neemt dan wel toe.

De maximum af te nemen stroomsterkte is op de bekende wijze door de weerstand  $R_S$  beperkt tot  $I_{max}$ :

$$(4) I_{max} = \frac{0,6}{R_S} \rightarrow R_S = \frac{0,6}{I_{max}}$$

Als rekenvoorbeeld nemen we een uitgangsspanning van 5 V bij 100 mA. Dan wordt  $R4 = 5 \text{ k}\Omega$ , afgerond  $4,7 \text{ k}\Omega$ ,  $R3 = 7,15 - 5 = 2,15 \text{ k}\Omega$ , afgerond  $1,8 \text{ k}\Omega$ . De uitgangsspanning wordt met de praktische waarden volgens formule 1:  $U_{uit} = 5,17 \text{ V}$ . Toevoegen van de potmeter  $P1$  met een waar-

## voedingen

afb. 3 Basisschakeling 2 rond de 723 voor uitgangsspanningen van 7 tot +37 V.

$$U_{uit} = \frac{R1 + R2}{R2} \times U_{ref} (U_{ref} = 7,15 \text{ V}).$$

$$R3 = \frac{R1 \cdot R2}{R1 + R2}$$

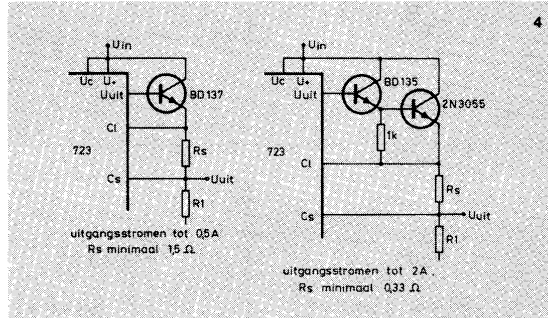
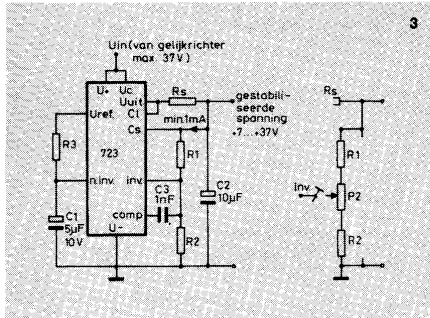
$$I_{max} = \frac{0,7}{R_s} \quad (R_s \text{ minimaal } 4,5 \Omega).$$

$$P2 \approx \frac{R1 + R2}{10}, (\text{bijv. } 470 \Omega)$$

uitgangsspanning gedeeltelijk te regelen.

afb. 4 Toevoegingen voor hogere uitgangsstroomsterkten.

afb. 5 Printontwerp, van de universele print voor de basisschakelingen rond het IC 723, schaal 1 : 1.



de van 500  $\Omega$  heeft als gevolg dat de uitgangsspanning in te stellen is van 4,8 V tot 5,3 V, zodat de eventuele afwijkende waarde van de referentiespanning ook is weg te regelen. De uitgangsstroom wordt beperkt op een waarde van 100 mA als we volgens formule 4 voor  $R_s$  een waarde van 6  $\Omega$ , afgerond 6,8  $\Omega$  kiezen. De minimale waarde van  $R_s$  moet 4,5  $\Omega$  bedragen om de maximale stroomsterkte van 150 mA niet te overschrijden.

### 2. Uitgangsspanningen 7... 37 V bij $I_{max} = 150 \text{ mA}$ .

Deze basisschakeling is te zien in afb. 3.

3. Was bij de voorgaande schakeling

de spanning op de ingangen van de verschilversterker gelijk aan de uitgangsspanning tot maximaal de referentiespanning, nu is deze spanning voor alle uitgangsspanningen gelijk aan de referentiespanning. De weerstanden  $R1$  en  $R2$  bepalen nu de uitgangsspanning volgens de formule:

$$(5) \quad U_{uit} = U_{ref} \frac{R1 + R2}{R2}$$

Als we een stroomsterkte van 1,05 mA door  $R1$  en  $R2$  kiezen volgen de waarden van  $R1$  en  $R2$  uit:

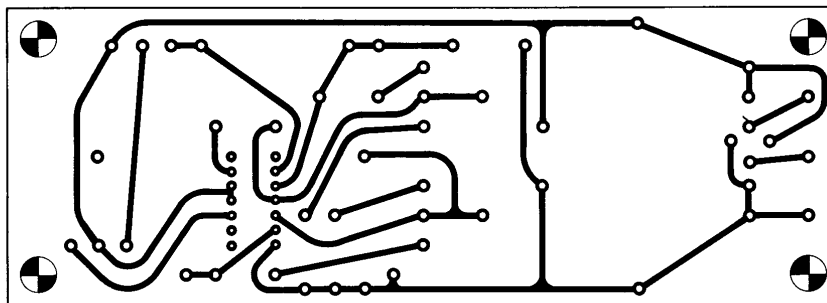
$$(6) \quad R2 = 6,8 \text{ k}\Omega$$

$$R1 = \frac{U_{uit} - 7,15}{1,05} \text{ in k}\Omega.$$

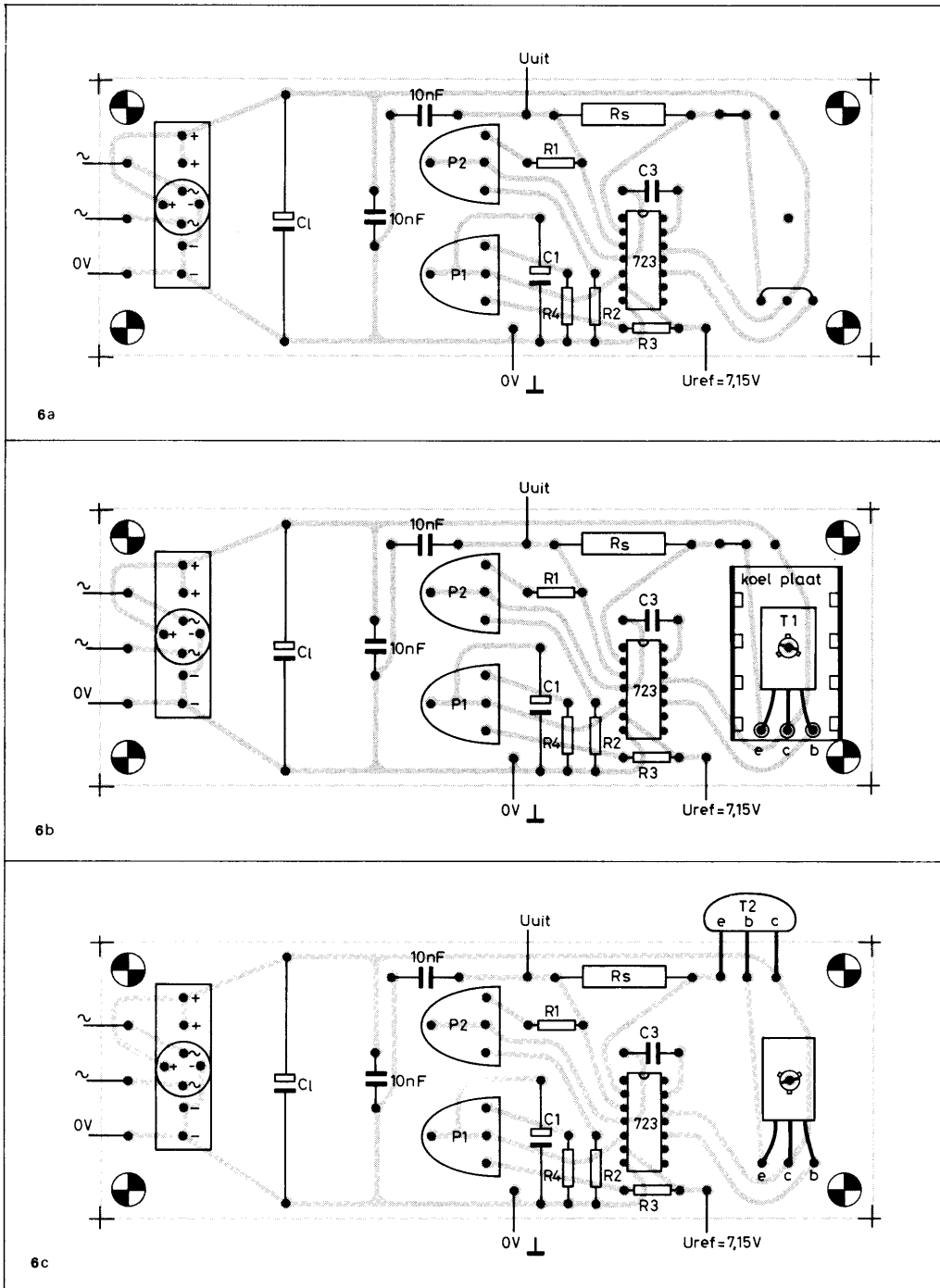
Toevoegen van een instelpotmeter  $P2$  (afb. 3) met een waarde van 500  $\Omega$  tot 1000  $\Omega$  levert weer een gedeeltelijk instelbare uitgangsspanning op, waarbij de berekende waarde van  $R1$  naar beneden moet worden afgerond. De weerstand  $R_s$  levert op dezelfde wijze als bij de eerste basisschakeling de mogelijkheid tot stroombeperking, ook hier is de minimale waarde van  $R_s$  4,5  $\Omega$ .

### 3. Hogere uitgangsstroomsterkte

Het is bij beide voorgaande basisschakelingen mogelijk de maximaal te leveren belastingstroom te verhogen. Hoe dit mogelijk is, is te zien in afb. 4. Door



voedingen



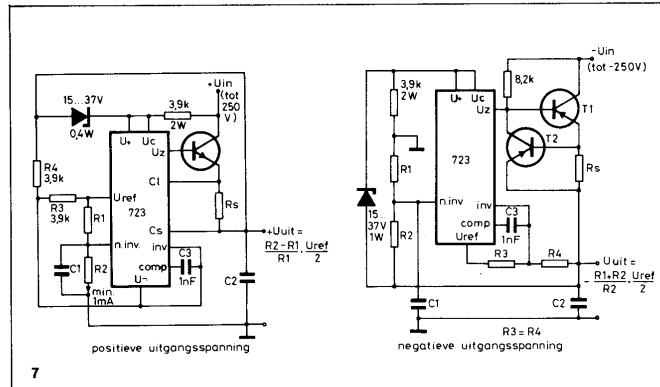
- afb. 6A Componentenopstelling voor uitgangsstroom tot 150 mA.  
 afb. 6B Componentenopstelling voor uitgangsstroom tot 500 mA.  
 afb. 6C Componentenopstelling voor uitgangsstroom groter dan 500 mA.  
 afb. 7 Het IC 723 als zwevende spanningsregelaar, zowel voor hoge positieve uitgangsspanningen als voor (hoge) negatieve uitgangsspanningen.  
 afb. B De universele print.



het toevoegen van een kleinvermogenstransistor zoals de BD137 zijn uitgangsstroom (bij koeling van de BD137) mogelijk tot 0,5 A. Een combinatie van een BD135 en een 2N3055 maakt het mogelijk stroomsterkten tot 2 A af te nemen en bij een goede koeling nog wel hoger ook. Deze toevoegingen zijn bij beide voorgaande basisschakelingen toe te passen, waarbij aan de rest van de schakeling niets hoeft te worden veranderd, behalve dat de weerstand  $R_s$  natuurlijk lager mag worden gekozen.

### Universele print voor de basisschakelingen

Alle basisschakelingen 1, 2 en 3 zijn op te bouwen met het in afb. 5 weergegeven printje. Uit de componentenopstellingen uit afb. 6 blijkt dat alle in afb. 2, 3 en 4 getekende componenten op de print zijn te plaatsen. Juist met dit doel hebben de componenten dezelfde nummering gekregen, al zijn ze niet in iedere basisschakeling nodig. Afhankelijk of basisschakeling 1 of 2 wordt toegepast zal  $R_2$  of  $R_4$  moeten worden weggelaten. Ook de instelpotmeters  $P_1$  en  $P_2$  zullen niet altijd nodig zijn, waarbij de aansluitpunten met een draadbrug moeten worden verbonden. De uitgangstransistoren  $T_1$  en  $T_2$  kunnen worden weggelaten, vandaar dat drie componentopstellingen zijn gegeven. Voor de transistor  $T_1$  is op de print ruimte voor een U-vormig koelplaatje, de transistor  $T_2$  moet op een grotere koelplaat naast de print worden gemonteerd (zie afb. B). Bij toepassing van  $T_2$  is het niet nodig  $T_1$  te koelen, gewoon op de print schroeven is voldoende. Om de referentiespanning ook nog ergens anders voor te kunnen gebruiken is op de print een extra aansluitpunt voor de referentiespanning aangebracht, daarbij moet wel op de maximale stroom van 15 mA gelet



worden die de referentiespanning mag leveren.

Met de basisschakelingen en de universele print hiervoor is het gat dat de drie- en vierpens spanningsregelaars achterlieten wel gedicht, voor alle in het algemeen voorkomende voedingsproblemen is nu wel een oplossing gevonden. Uit het volgende zal blijken dat het IC 723 zich ook nog voor andere toepassingen leent.

### Afwijkende uitgangsspanningen

#### 1. Het IC 723 als zwevende regelaar voor hoge positieve ingangsspanningen

Zoals uit de gegevens blijkt is het gebruik van het IC 723 beperkt tot positieve spanningen van maximaal 37 V. Het IC is echter in staat spanningen tot vele honderden volts te regelen door het IC als zwevende regelaar te gebruiken. Door de negatieve voedingsaansluiting van het IC,  $V-$ , aan de uitgangsspanning te hangen, 'zweeft' het IC als het ware boven de uitgangsspanning. De spanning die over het IC komt te staan moet wel met een zener

tot een acceptabele waarde worden beperkt, zoals in afb. 7 is te zien. De uitgangsspanning volgt uit de formule:

$$(7) U_{uit} = \frac{(R_2 - R_1) U_{ref}}{2R_1}$$

Ook deze formule is afgeleid door de spanningen op de ingangen van de versilversterker gelijk te stellen. Kiezen we een stroom van 1,08 mA door  $R_1$  en  $R_2$ , dan volgt hieruit voor de waarden van  $R_1$  en  $R_2$ :

$$(8) R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = \frac{U_{uit} + \frac{1}{2} U_{ref}}{1,08} \text{ in k}\Omega ;$$

$$\frac{1}{2} U_{ref} = 3,57$$

De maximale stroom wordt weer begrensd door de weerstand  $R_s$ , de stroom door de zenerdiode wordt door  $R_5$  begrensd. De maximale te stabiliseren uitgangsspanning wordt door de veiligheid van de constructie bepaald, maar ook door de grootte van de rimpelspanning van de ingangsspanning! De uitgangstransistor die bij deze toepassing nodig is wordt niet uit de  $U_{uit}$

## voedingen

afb. 8 Het uitschakelen van de voeding op afstand.

afb. 9 Toepassing als temperatuurbeveiliging van de voeding.

gestuurd maar via de zenerdiode  $U_z$  uitgang. Bij de To-100 behuizing moet deze zener van 6,2 à 6,8 V extern worden aangebracht.

### 2. Het IC 723 als zwevende regelaar voor negatieve uitgangsspanningen

Het IC is ook in staat negatieve spanningen te stabiliseren, van ongeveer -3,5 V tot zeer hoge negatieve uitgangsspanningen. De schakeling hiervoor is in afb. 7 te zien. De uitgangsspanning wordt gegeven door:

$$(9) U_{uit} = - \frac{(R1 + R2) U_{ref}}{2R2}$$

De waarden van R1 en R2 volgen uit:  
(10)  $R1 = 3,3 \text{ k}\Omega$

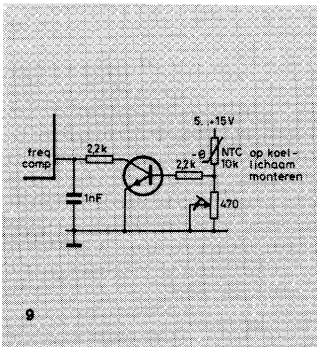
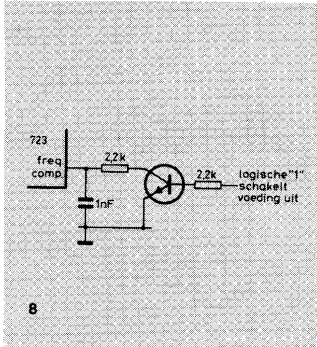
$$R2 = \frac{U_{uit} + 3,57}{1,08} \text{ in k}\Omega$$

De stroombeperking in het IC is niet bruikbaar voor negatieve uitgangsspanningen, daarom is in afb. 7 een externe transistor aangebracht waarmee stroombeperking mogelijk is (T2 en Rs).

Bij hoge negatieve uitgangsspanningen moet er op worden gelet dat de condensatoren C1 en C2 de uitgangsspanning wel kunnen verdragen, dit geldt ook voor de positieve hoge spanningen. Let u ook op de polariteit.

### 3. Uitschakelen van de voeding op afstand

Zoals reeds bij de bespreking van de werking van het IC is aangegeven kan de frequentiecompensatie-ingang worden gebruikt om in te grijpen op de sturing van de uitgangstransistor. In afb. 8 is te zien hoe het mogelijk is de voedingsspanning die het IC verzorgt, met een logisch signaal aan en uit te schakelen. De transistor wordt door een logische '1' volledig opengestuurd



weerstand van de NTC-weerstand in geleiding komen en de sturing van de uitgangstransistor wegnemen. De instelpotmeter dient om de temperatuur, waarbij de beveiliging in werking treedt, in te kunnen stellen.

De mogelijkheden van het IC zijn hiermee nog lang niet uitgeput. Het bereikbaar zijn van alle deelschakelingen maakt het aantal toepassingen en variaties zeer groot. Zo moet nog worden genoemd de mogelijkheid om een schakelende voeding rond het IC te bouwen en alternatieve beveiligingsmethoden.

en legt de basis van de uitgangstransistor aan aarde, de uitgangsspanning valt dan geheel weg. Een logische '0' op de ingang van de transistor zorgt ervoor dat de uitgang ongemoeid blijft. In afb. 9 is een toepassing te zien van het op afstand uitschakelen van de voeding. Het IC 723 bezit geen beveiliging tegen te hoge temperaturen. Door de in afb. 9 aangegeven NTC-weerstand op het IC of, als er uitwendige vermogenstransistoren aangesloten zijn, op het koellichaam aan te brengen, zal bij te hoge temperatuur de transistor door de lager wordende