

afregelvoeding voor
zelfbouw-
meetapparatuur

precisie- netvoedingsapparaat

Voor deze precieze afregeling van spanningsmeetapparatuur (voltmeters) heeft men vanzelfsprekend een nauwkeurige vergelijkings(referentie)spanning nodig. Hoe beter de kwaliteit van de af te regelen meter, des te hoger zijn de eisen die aan de referentiespanning worden gesteld. Dit precisienetvoedingsapparaat levert spanningen die binnen 0,1% op de gekozen waarden blijven. Om nu deze referentiespanningsbron niet het grootste deel van de tijd ongebruikt in een hoek te laten staan werd de schakeling uitgebreid tot een universele 2A-voeding.

Bij het begin van de ontwikkeling van zo'n voedingsapparaat duikt gelijk de vraag op: Kan de hobby-elektronicus eigenlijk met de bekende schakelingen en componenten een precisie-netvoedingsapparaat bouwen? Het antwoord is teleurstellend: Hij kan het niet, omdat actieve noch passieve componenten met de benodigde grote nauwkeurigheid verkrijgbaar zijn. De zelfbouw stukt al vaak bij de berekende "kromme" weerstandswaarden, laat staan dat die nog met een zeer geringe tolerantie van 0,1% te krijgen zouden zijn.

een uiterst professionele voeding die de kwaliteiten van bijvoorbeeld de in maart 1979 gepubliceerde "dergelijke voeding" nog ver overtreft. Er werd hier (het zij eerlijkheidshalve vermeld) wel afgezien van een power-versie. Bij de uiterste grenzen van het kunnen is door temperatuurinvloeden vanzelfsprekend niet veel nauwkeurigheid van het IC te verwachten. Met behulp van externe transistoren kan echter nog altijd een stroom van 2A worden geleverd. Figuur 2 toont het binnenwerk van het IC. Door een zenerdiode wordt met

Daar is slechts één ding aan te doen: Eens uitkijken naar geïntegreerde componenten die al alles bevatten. Er zijn ook referentiespannings-ICs. Die leveren echter slechts één spanning en zijn daardoor naast die ene toepassing nergens anders voor te gebruiken.

Het Elektuur-lab vond een weinig bekend IC van National Semiconductor, dat meerdere spanningen tegelijk levert, uitstekende eigenschappen heeft en ook nog in een netvoedingsapparaat als "gewone" geïntegreerde spanningsregelaar kan worden ingezet. Het gaat om het IC LH 0075.

In figuur 1 is om te beginnen het blokschema van het precisie-netvoedingsapparaat getekend. Behalve het blok "precisie-stabilisering" onderscheidt het zich niet van het blokschema van andere, soortgelijke apparaten. De voorstabilisering is nodig om de ingangsspanning van het IC te begrenzen. Deze beschermingsmaatregel is, met de prijs van het IC in het achterhoofd, alles behalve overbodig. Te zien is dat de spanning en de stroom continu instelbaar zijn.

In tabel 1 zijn de technische gegevens van het IC samengevat. Het precisie-netvoedingsapparaat is zoals hieruit blijkt

behulp van een FET een konstante stroom gestuurd. Daardoor ontstaat een zeer nauwkeurige referentiespanning met een maximale drift van 0,003%/°C. De referentiespanning wordt voor het verkrijgen van de konstante stromen ISET en ILIM gebruikt. ISET (1 mA) vloeit door de weerstand RSET en bepaalt daarmee via een bufferversterker en de geïntegreerde transistor de uitgangsspanning.

$$U_{OUT} = R_{SET} \cdot 1 \text{ mA}$$

RSET bestaat uit al geïntegreerde weerstanden tussen de pennen 9 en 7 (5 k), 7 en 6 (10 k), 6 en 5 (2 k) en tussen 8 en massa (6 k). Door deze 0,1% weerstanden met behulp van een externe keuzeschakelaar te combineren ontstaan de verschillende uitgangsspanningen. ILIM (100 µA) vloeit door de weerstand RSENSE. De uitgangsstroom wordt daarmee bepaald op

$$I_{OUT} (\text{max}) = \frac{R_{LIM}}{R_{SENSE}} \cdot 100 \mu\text{A}$$

Men kan het IC ook als instelbare konstante stroombron gebruiken. Dan wordt pen 9 via een 25 k weerstand met massa verbonden en de stroom door de

Tabel 1

Technische gegevens:	
Variabele uitgangsspanning	0 V ... 25 V
Vaste uitgangsspanningen	1,5 V, 2 V, 5 V, 6 V, 8 V, 10 V, 12 V, 15 V, 18 V
Nauwkeurigheid	0,1%
Spanningsregeling	typ. 0,008%/V
Rimpelonderdrukking	80 dB
Instelbare stroombegrenzing	0 ... 2 A
Belastingsregeling	typ. 0,075%

Tabel 1. De technische data van het voedingsapparaat tonen aan dat terecht het predikaat "precisie" werd toegekend.

The diagram illustrates the internal components of a power supply unit (PSU) in a blocky, schematic style. It shows the following stages from left to right:

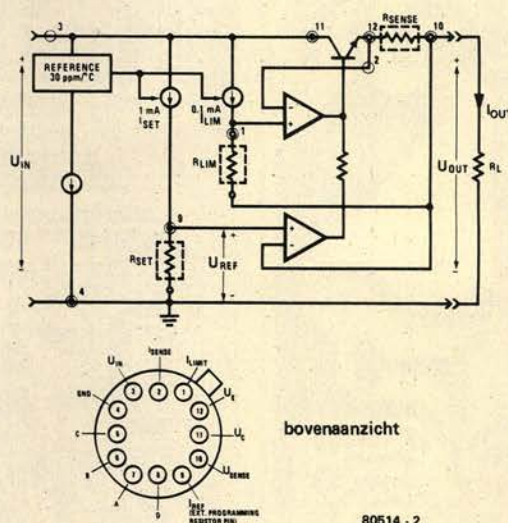
- gelijkrichting** (rectification): A transformer followed by a bridge rectifier.
- afvlakking** (filtering): A large electrolytic capacitor.
- voorstabilisering** (pre-regulation): A Zener diode.
- precisie-stabilisering** (precision regulation): A precision voltage regulator circuit, specifically the LH 0075.
- U/I meter** (voltage/current meter): A meter to monitor the output.

The output of the PSU is indicated as $0 \dots 25 \text{ V}$ and $0 \dots 2 \text{ A}$. The top of the diagram is labeled **vermogensdeel** (power section).

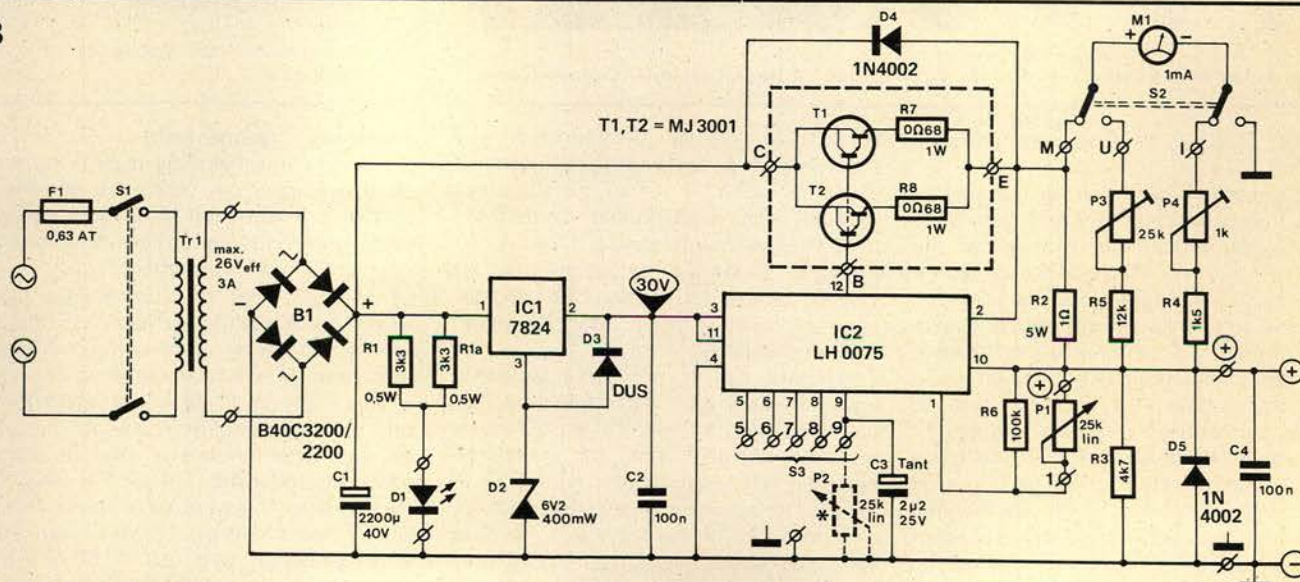
keuze van RLIM en RSENSE vastgelegd. RLIM is als potentiometer uitgevoerd, zodat daarmee de stroombegrenzing ingesteld kan worden.

Figuur 3 toont de schakeling van het voedingsapparaat. De nettransformator *mag* een maximale sekundaire spanning van $26 V_{eff}$ hebben. In dit geval zijn C1 en IC1 tegen de optredende spanningen bestand. Theoretisch is door de massa van het IC aan een hogere spanning te leggen een maximale ingangsspanning van 44,2 V mogelijk. Dan moet voor C1 echter wel een 50 V of 63 V type worden genomen. Op de gelijkrichter B1 volgt de afvlakking met de voedingselko en de aanduiding (met D1) of de voedingsspanning aanwezig is of niet. Men kan de LED ook in plaats van met D2 in serie met een 5,6 V zenerdiode plaatsen. Dat spaart energie.

2

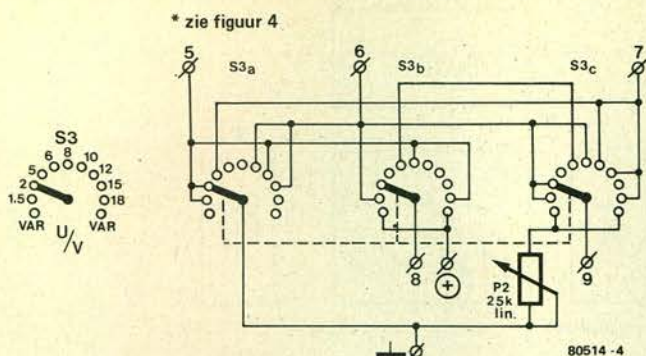


3



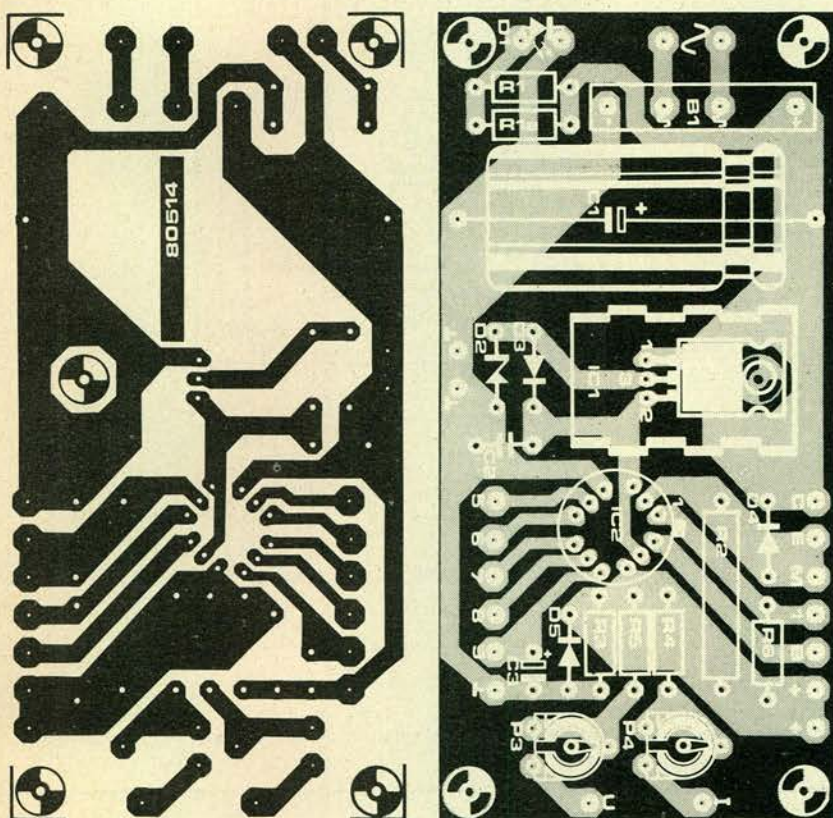
Figuur 3. De complete schakeling. Hier is het gebruik als instelbare spanningsbron (0,2 ... 25 V) met variabele stroombegrenzing (... 2 A) getekend. De programmering van de vaste voedingsspanningen geschiedt met S3 (figuur 4).

4



Figuur 4. De bedrading van de spanningskeuzeschakelaar S3 vindt plaats over 3 dekken en 11 standen. Na aansluiting moet er dan ook een strenge controle plaatsvinden.

5



Figuur 5. Lay-out en opdruk van de print. De voet voor IC2 bestaat uit losse IC-penvattinkjes.

wordt als ontkoppelcondensator gebruikt.

Het eigenlijke hart van de schakeling wordt gevormd door IC2 met omringende componenten. De manier waarop IC2 funktioneert kwam al ter sprake. In de eenvoudigste uitvoering is slechts één externe component, een keuze-schakelaar, nodig. In de Elektuur-schakeling zijn echter alle mogelijkheden benut.

Met P2 geschiedt de instelling van de uitgangsspanning. (De bedrading van P2 kan aan de hand van figuur 4 gebeuren.) De parallelcondensator C3 verhoogt de regelsnelheid. Met P1, R2 en R6 legt men de stroombegrenzing vast. R2 dient als sensor voor de belastingsstroom en R6 parallel aan P1 beperkt het instelbereik tot 2A. Andere bereiken kan men door de keuze van R2 (1...10 Ω) en P1 zelf bepalen.

Door schakeling van de pennen 5, 6, 7, 8 en 9 wordt de vaste spanning ingesteld. Zoals al gezegd ontstaat hierdoor een parallel- of serie-schakeling van de interne precisieweerstanden van IC2.

Figuur 4 toont de bedrading van de spanningskeuze-schakelaar. De aangegeven symbolen komen met de print-opdruk overeen.

Ten slotte zijn er nog een paar merkwaaardigheden aan de schakeling. De parallelschakeling van T1 en T2 is de power-bouwsteen van het voedingsapparaat. De weerstanden R7 en R8 in de emitterleidingen delen de belastingsstroom op in 1A per transistor. De basis van de beide vermogenstransistoren wordt direct vanuit IC2 gestuurd. Weerstand R3 en de dioden D4 en D5 dienen de bedrijfszekerheid van de schakeling. R3 is als minimale belastings-

Onderdelenlijst:

Weerstanden:

- R1, R1a = 3k3/0,5 W
- R2 = 1 Ω /5 W
- R3 = 4k7
- R4 = 1k5
- R5 = 12 k
- R6 = 100 k
- R7, R8 = 0,68 Ω /1 W
- P1, P2 = 25 k potentiometer lin.
- P3 = 25 k instelpotentiometer
- P4 = 1 k instelpotentiometer

Kondensatoren:

- C1 = 2200 μ /40 V
- C2, C4 = 100 n MKM
- C3 = 2 μ 2/25 V tantaal

Halfgeleiders:

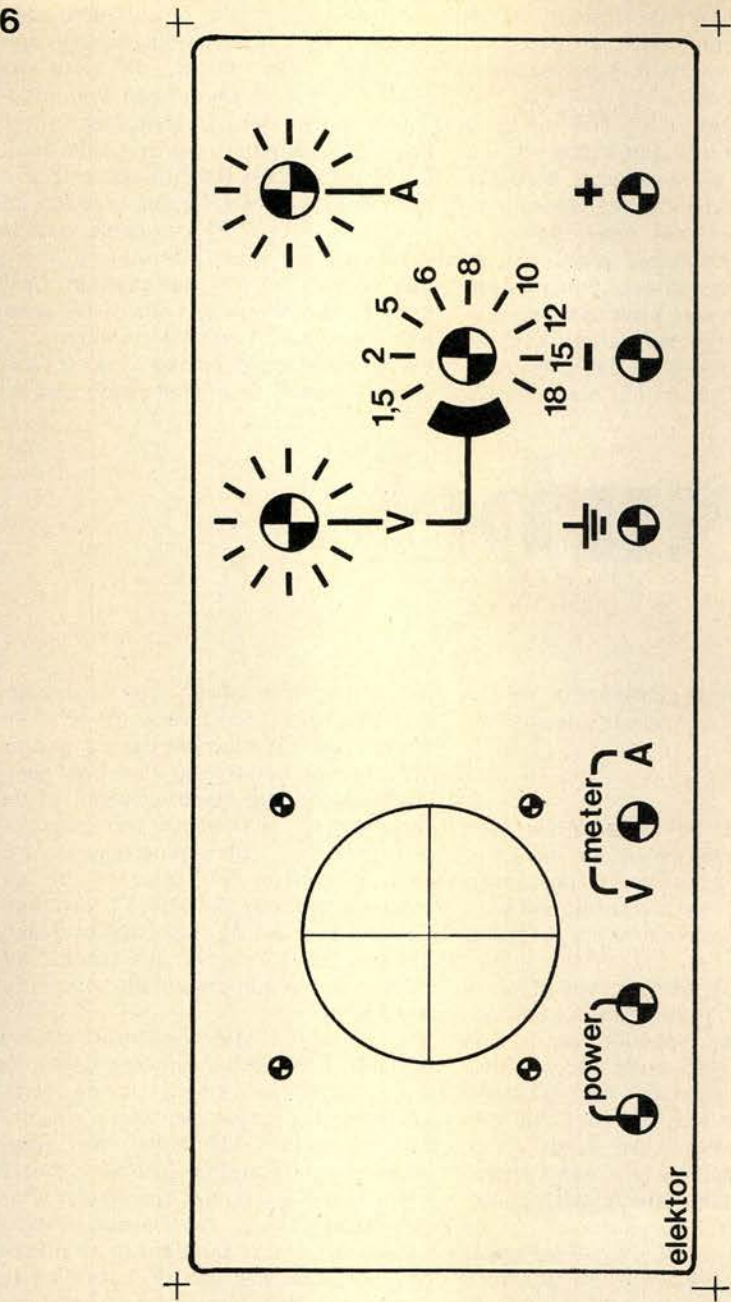
- D1 = LED
- D2 = 6V2/400 mW zenerdiode
- D3 = DUS
- D4, D5 = 1N4002
- T1, T2 = MJ 3001
- IC1 = 7824 o.a.
- IC2 = LH 0075
(National Semiconductor)
- B1 = B40C3200/2200

Diversen:

- Tr1 = nettrafo sekundair
max. 26 V_{eff}/3 A
- F1 = glaszekering 0,63 A traag
- S1 = dubbelpolige netschakelaar
- S2 = dubbelpolige wissel-schakelaar
- S3 = draaischakelaar 3 deks
11 standen
- M1 = 1 mA draaispoelinstrument
(Type 86)
- Instrumentkast G.S.A. type 8008
koellichaam SK 53 (75 mm)
- 3 stuks instrument-uitgangsbussen
zekeringhouder (chassis bevestiging)
- isolatiemateriaal voor
TO3-behuizing
- net aansluitingschassisdeel
- IC-voet
- soldeerpenen met bijpassende
stekers

weerstand aangebracht. Diode D5 beschermt de schakeling tegen aangelegde spanningen van verkeerde polariteit en D4 verhindert dat bij uitgeschakelde voeding een uitwendige spanning schade aan het IC kan berokkenen.

Een dubbelpolige wisselschakelaar (S2) maakt het mogelijk het meetinstrument om te schakelen van voltmeter naar ampèremeter, want de spanning over R2 is een maat voor de belastingsstroom. Het spanningsmeetinstrument bestaat uit een draaispoelmeter met de voorschakelweerstand R4 en P4 resp. P3 en P5. Hoogfrequent-technici onder de hobbyisten kunnen direct aan de uitgangsbussen nog een 100 nF (of grotere) condensator solderen. Natuurlijk hoeft dat alleen wanneer u het apparaat overwegend voor de voeding van HF-apparatuur inzet.

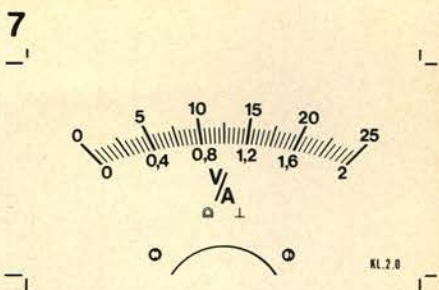


Figuur 6. Voorstel voor de lay-out van de frontplaat voor de in de onderdelenlijst genoemde behuizing. In verband met de beschikbare ruimte is de tekening 75% verkleind afgedrukt.

De opbouw

Een groot gedeelte van de schakeling kan op de print worden gemonteerd welke in figuur 5 wordt getoond. Het voetje voor IC2 bestaat uit losse IC-penvattinkjes, die van de rol per strekkende meter worden verkocht. Men knipt hiertoe van de contactstrip 4 keer 3 kontakten af, soldeert die vast en knipt dan de verschillende kontakten los. De bedrading van het voedingsapparaat is in de bouwtekening van figuur 8 verduidelijkt. Na het aanbrengen van de onderdelen die aan de frontplaat vastzitten (zie layout-voorstel in figuur 6) en de verwisseling van de schaalverdeling van het meetinstrument (figuur 7) kan de achterwand worden gemonteerd. Op deze achterwand brengt men de zekeringhouder, het netaansluitings-

chassisdeel, het soldeeroog voor de aardleiding en het koellichaam voor T1/T2 inclusief emitterweerstand aan. De kollektors schakelt men met behulp van twee soldeeroogen en dikke Litze-draad parallel. Voor de bases volstaat het dunne schakeldraad te gebruiken. De emitterweerstand worden aan een zijde voorzien van stekertjes die over de emitteraansluitpennen passen waarna men ze vastsoldeert. De andere uiteinden van de weerstanden worden zo met elkaar verbonden dat een soldeeroog ontstaat dat een gemakkelijke aansluiting op de print mogelijk maakt. De verbindingen tussen T1 en T2 en de uitgangsbussen moeten gemaakt worden van zo kort mogelijke, dikke Litze-draad. Professionals kunnen ook een echte kabelboom fabriceren. Zij kunnen daarnaast eventueel tienslang potentio-



Figuur 7. De nieuwe schaalverdeling voor het 1 mA draaispoelinstrument.

meters gebruiken voor P1 en P2.

In bedrijfstelling

De in bedrijfname wordt in het volgende slechts schijnbaar overdreven omzichtig behandeld. Bij zo'n dure bouwsteen als IC2 loopt iedere onvoorzichtigheid echter direkt in de papieren. Daarom ook zijn er in de schakeling de nodige voorzorgen getroffen (D4, D5 enz.). Na meervoudige controle van de bedrading dient men als eerste de voedingsspanning zonder IC2 te meten. Met een universeelmeter in het bereik 50 V of daaromtrent stelt men vast of aan de uitgang van IC1 en aan de ingang van IC2 (pennen 13 en 11) de 30 V-spanning ligt, daar anders IC2 gegarandeerd een vroegtijdig einde tegemoet gaat. Is de spanning hoger dan klopt er iets niet met de voorstabilisering. Vervolgens wordt de netspanning uitgeschakeld en IC2 gemonteerd. Wederom meermaals controleren of het IC op de juiste manier in het voetje zit. Stroombegrenzingspotmeter "I" op de linkeraanslag instellen, inschakelen en deze potentio-meter langzaam "open" draaien. Het instrument moet in stand "V" nu uitslaan tot de ingestelde vaste spanning. Met de keuzeschakelaar in de stand "15 V" kan dan met instelpotmeter P2 de uitslag van de meter op de juiste waarde worden afgeregeld. Nu kan men met een bekende belastingsweerstand aan de uitgang ook het ampère-bereik afregelen. Netschakelaar uitzetten, stroombegrenzing op nul (linkeraanslag) keuzeschakelaar op 10 V. Vervolgens een belastingsweerstand van bijvoorbeeld 10 Ω /10 W aansluiten en de "I"-potmeter zover verdraaien dat de wijzer van de draaispoelmeter niet verder meer uitslaat. Dan vloeit er volgens de wet van Ohm een stroom van 1 A. Deze waarde moet het meetinstrument dan ook aangeven, hetgeen kan worden bereikt door verdraaiing van P4. Men kan natuurlijk ook een andere belastingsweerstand monteren in serie met een universeelmeter en de daarop aangegeven waarde met behulp van P4 op de draaispoelmeter instellen. Hoe verder het afregelpunt naar rechts ligt op de schaal des te nauwkeuriger is de instelling. Hiermee is gelijktijdig de belastbaarheids-test van het apparaat doorgevoerd. Deksel erop en klaar is Kees!