

## Microweerstandlassen met de geprogrammeerde transistor-gestuurde gelijkstroombron

L.Schuringa

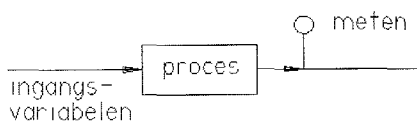
Het doel van elk productieproces is het maken van produkten van de juiste kwaliteit in de juiste hoeveelheden met een laag uitvalpercentage en tegen de laagste prijs. Hoewel vele hulpmiddelen ter beschikking staan, zoals meet- en regelapparatuur, computers, lukt het niet altijd om het gewenste doel op een beheerste manier te bereiken of vast te houden. Sedert een aantal jaren is het mogelijk om de lasgrootheden tijdens het lasproces te volgen om daarmee de kwaliteit van de gemaakte las beter te kunnen voorspellen. Aldus kan getracht worden te komen tot een beheerst productieproces.

Hieronder wordt verstaan een procesvoering waar men adequaat kan reageren op relevante meetsignalen uit het lasproces.

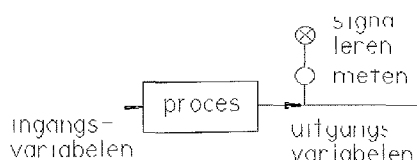
Bij de microweerstandlasprocessen worden de termen *bewaken*, *regelen* en *sturen* nogal eens gebruikt

Men spreekt van een *bewaakt proces* als het lasproces alleen wordt afgesteld en het uitgangssignaal gemeten, zonder dat verdere handelingen worden uitgevoerd; zie figuur 1.

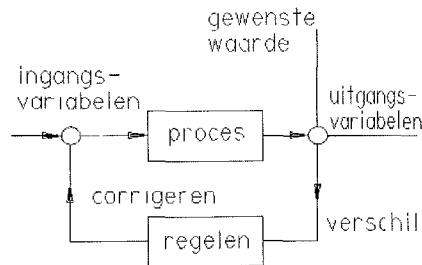
Men spreekt van een *bewaakt proces met signaal* als het uitgangssignaal getoetst wordt aan één van te voren vastgestelde limiet, waarbij overschrijding van de limiet gesignaleerd wordt; zie figuur 2.



Figuur 1. Schema van een bewaakt proces.



Figuur 2. Schema van een bewaakt lasproces met signaal.



Figuur 3. Schema van een geregeld proces.

Men spreekt van een *geregeld proces* als in productieprocessen bepaalde variabelen continu of discontinu worden gemeten en getoetst aan een referentiewaarde en vervolgens automatisch bijgesteld, zodat de gemeten variabelen binnen de gestelde grenzen blijven; zie figuur 3.

De term *sturen* betekent dat de afgestelde parameter onder verschillende omstandigheden een voorafgestelde waarde (curve) volgt.

De wens om de lasenergie beter te kunnen sturen en te bewaken heeft geleid tot de ontwikkeling van de transistor-gestuurde gelijkstroombron. Deze stroombron is speciaal ontwikkeld voor laspulsen met een nauwkeurige instelbaarheid in niveau en in tijd.

### De analoog gestuurde energiebron

Sinds de introductie van de analoog gestuurde energiebronnen, zie figuur 4, bestaan er nu mogelijkheden om het lasproces beter te beheersen zowel in niveau als in tijd.

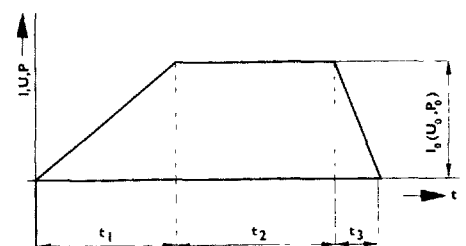
Hiermede kunnen naar keuze lasparameters, volgens een bepaald patroon al of niet intern gemeten, worden gestuurd zoals

- de lasstroom ( $I$ ),
- de spanningsval ( $U$ ) bijvoorbeeld gemeten over de elektroden,
- het ontwikkelde vermogen ( $P$ ) tussen de meetpunten.

De amplitude en tijd van de gekozen lasparameter zijn met aanlooptijd (up-slope time), pulsduur (peak time) en aflooptijd (downslope time) nauwkeurig



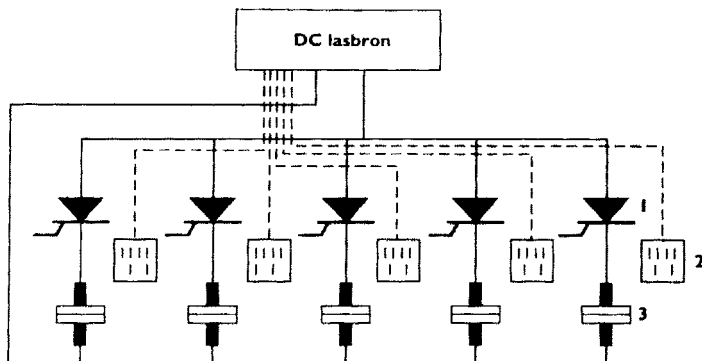
Figuur 4. Standaard DC-lasbron met:  
- aanlooptijd, pulsduur, en aflooptijd in stappen van 1 ms;  
- enkel- of dubbele puls mogelijkheid;  
- stroom, spanning of vermogen gestuurd;  
- maximum stroom 1000, 1800/2400, 3500, 5000 A of groter.



Figuur 5. Pulsvorm.  
 $t_1$ : aanlooptijd;  $t_2$ : pulsduur;  $t_3$ : aflooptijd;  $I_0$ : stroomamplitude;  $U_0$ : spanningsamplitude;  $P_0$ : vermogensamplitude.

in stappen instelbaar, zie figuur 5. In de gemechaniseerde fabricage heeft de ervaring geleerd dat met de juist gekozen *gestuurde* lasparameter, vooral bij een hoog produktietempo, minder spatten en mede daardoor minder elektrodeslytage optreedt. Verder is de slytage voorspelbaar en de laskwaliteit beter reproduceerbaar.

Om de meerkosten te drukken bestaat de mogelijkheid om een aantal lasposities door middel van één centraal geplaatste gelijkstroombron van lasenergie te voorzien, zie figuur 6.



Figuur 6. Een centraal geplaatste transistorgestuurde gelijkstroombron met individuele afstelbaarheid van de lasparameters voor elke laspositie.  
1: distributie-unit met thyristor schakeling; 2: lasparameter afstelling; 3: laskop.

Elke laspositie (laskop) heeft zijn eigen instelling waarbij het bijbehorende lascircuit, met behulp van een thyristorschakeling (distributie-unit), in en uit wordt geschakeld.

Veel hangt af van kennis en inzicht van de lastechnicus en vakbekwaamheid van de mensen, die deze geavanceerde techniek moeten toepassen en/of aanbevelen.

Worden bijvoorbeeld geoxydeerde materialen met *stroomsturing* gelast, dan kunnen tengevolge van de hoge beginweerstand (contactweerstand) initiële vermogenspieken ontstaan, waardoor spatten kan optreden. Bij *spanningssturing* wordt het spateffect praktisch geheel onderdrukt maar kan in bijzondere situaties ertoe leiden dat de stroom onvoldoende op gang komt. In deze gevallen biedt *constant vermogen* een betere beheersing. Dit heeft geleid tot de laatste ontwikkeling op het gebied van pulssturing, namelijk door de voordelen van de verschillende gestuurde lasparameters in één lascyclus te verwerken. Leverbaar is nu ook een programmeerbare gelijkstroombron (zie figuur 8) waarmee twee verschillende gestuurde en tevens bewaakte pulsen, snel na elkaar, afgegeven worden. Deze programmeerbare gelijkstroombron biedt de mogelijkheid om de grenswaarden voor elke puls van te voren vast te leggen. Bij een gestuurde stroomcurve kunnen bijvoorbeeld een boven- en onderwaarde van de spanning worden bewaakt en bij spannings- en vermogenssturing de stroomgrenzen. Indien de spanning over de elektroden (bij stroomsturing) de tolerantiegrenzen overschrijdt wordt een foutsignaal gegeven en getoond op het display.

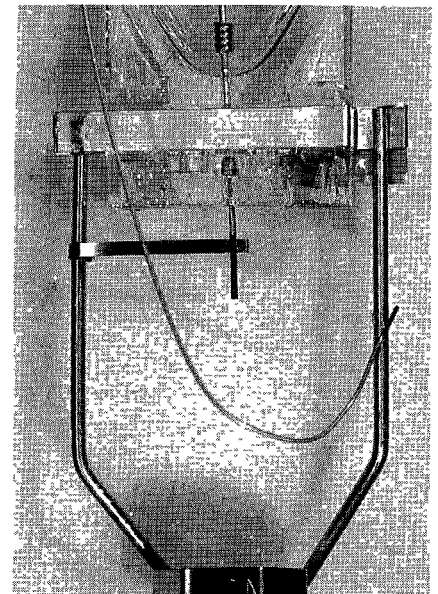
Het controleren van de spanning, bij overschrijding van een gestuurde stroompuls, verschaft bijvoorbeeld inzicht in de lasweerstand.

Zowel voor een enkele als dubbele puls zijn individuele instellingen mogelijk, bijvoorbeeld de eerste puls met een constante spanningssturing en bij een tweede puls een constante stroomsturing. Op deze manier kunnen de grenzen gebruikt worden om de lasweerstand te controleren gedurende de eerste puls voordat met de tweede puls gelast wordt.

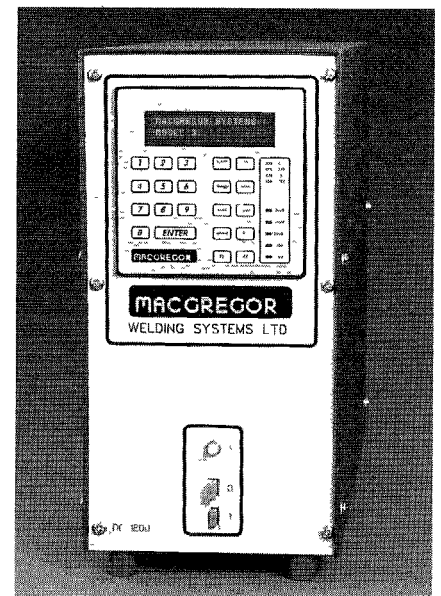
Opgeslagen programma's kunnen opgeroepen worden via het toetsenbord of door middel van afstandsbediening. De binaire seriële verbinding (RS232 aansluiting) wordt gebruikt om te communiceren met andere computer- en werkstations. Het kan ook gebruikt worden voor downloading van de lasparameters van de computer naar de vermogensbron of voor de downloading van de gemeten parameters naar de computer.

Figuur 7 toont een voorbeeld, waarbij vier verschillende materiaalcombinaties gelast worden op vijf lasposities met behulp van één centraal geplaatste gelijkstroombron. Op de foto bij deze figuur ziet men een veel voorkomende verbinding in de lampenfabricage.

Verder heeft de geprogrammeerde transistorgestuurde gelijkstroombron een inrichting, waarvan de uitvoer variabele de integraal is van de invoer variabele ten opzichte van de tijd (ingebouwde integrator). Naar keuze kan het gemeten signaal van spanning, stroom of vermogen gedurende het lasproces geïntegreerd worden. Deze waarde



Figuur 7. Een kwarts-ontladingsbuis gemonteerd op een stel.



Figuur 8. Geprogrammeerde transistorgestuurde gelijkstroombron

wordt aan het einde van elke puls opgeslagen en naar de PC gestuurd.

Figuur 8 Geprogrammeerde transistorgestuurde gelijkstroombron met onder andere:

- geheugenruimte voor zeven lascondities,
- alfanumerieke beeldscherm eenheid,
- snelle en gemakkelijke verandering van de lascondities,
- seriële verbinding om de lascondities door te sturen naar de PC,

## Microweerstandlassen met de geprogrammeerde transistorgestuurde gelijkstroombron

- individuele instelbare laskarakteristieken voor puls 1 en 2,
- instelbare grenswaarden voor puls 1 en 2,
- gegevensvastlegging van:
  - lasvolgorde,
  - waarde van de niet gecontroleerde parameter voor puls 1 en 2,
- integraal van vermogen of stroom of spanning voor puls 1 en 2 in de tijd,
- fouttabel geeft de overschrijding

weer van boven- en ondergrens van puls 1 en 2 of wanneer er een systeemfout is.

### Slotopmerking

Uiteraard moet bij deze soort stroombronnen op hogere aanschafprijzen gerekend worden. De ervaring heeft geleerd dat in gemechaniseerde fabrieksen en vooral bij hoge productiesnelhe-

den de las beter voorspelbaar is. De reproduceerbaarheid van de laskwaliteit en levensduur van de elektrode neemt daardoor toe waardoor de meerkosten snel terug verdiend worden

Het sturen van de lasenergie en het bewaken van de gemeten lasparameter zijn in één apparaat samengebracht

### Auteursnoot

De heer L. Schuringa is werkzaam voor Weld Equip BV te Helmond

## Her en Der

### De "Prinses-op-de-erwt" onder de weegschalen

Ingenieur H.A.C. Tilmans van de Universiteit Twente promoveerde dit jaar op het ontwerp van een micro-mechanische sensor die toepasbaar is voor metingen van gewichten, gas- of vloeistofdruk, en van versnelling of vertraging. De werking is vergelijkbaar met een gitaarsnaar die hoger klinkt als ze strakker wordt gespannen. Tilmans meet de verschuiving in de resonantiefrequentie van een "rekstrookje" en bereikt daarmee een frappante nauwkeurigheid: denk, om de gedachten te bepalen aan het gewichtsverschil tussen een vloeitje met of zonder potloodstreepje.

De nieuwe sensor is met etstechnieken gefabriceerd in een schijf silicium, zodanig dat een trommelvliesachtig membraan ontstaat waarvan het meertorgaan (het rekstrookje) deel uitmaakt. Het rekstrookje is vacuum ingebed en vervormt bij drukveranderingen met het membraan mee. Zodoende verandert zijn resonantiefrequentie, vergeleken met die van de "neutrale stand". Een aandrijfelementje brengt de rekstrook in trilling, de frequentie wordt afgelezen en herleid tot een maat voor de uitgeoefende druk op het membraan. De lengte van de rekstrook komt ongeveer overeen met de dikte van een paar mensenharen. ééntiende tot een halve millimeter. Zo'n minime constructie kan alleen in trilling komen in vacuüm (minder dan 0,1 mbar), omdat elke verstoring, ook door lucht, de frequentie zou beïnvloeden.

De rekstrook resonanceert tussen circa honderd en vijfhonderd kHz, dus ver boven hoorbare frequenties.

Silicium als constructiemateriaal heeft veel voordelen. Het is licht, goedkoop in grote hoeveelheden te produceren en driemaal zo sterk als roestvaststaal. Belangrijker is nog dat: silicium geen hysteresis heeft: het lubbert tijdens gebruik met uit, als de belasting maar binnen bepaalde grenzen blijft. Na vervorming keert het materiaal exact terug in zijn oorspronkelijke toestand waardoor de frequentiemetingen betrouwbaar blijven. Conventionele (piezoresistieve) sensoren werken met een elektrische weerstand als uitgangssignaal. De speurtocht in de micromechanica naar toepassing van frequenties als uitgangssignaal is nieuw en werpt bovendien snel vruchten af. Zo neemt de gevoeligheid van de al langer bestaande resonerende sensoren enorm toe. Tilmans sensor meet -afhankelijk van de toepassing- tussen één en 0,1 Pascal nauwkeurig. Het werkingsgebied van dit "kruidje-roer-me-niet" ligt in het gebied van -500 tot +500 Pascal (-5 tot +5 mbar).

Een door Tilmans aangebrachte verfijning is de zogenaamde "differentiële resonator", deze meet twee frequenties. Bij druk op de rekstrook is er altijd één zijde die moet oprekken, en de tegenoverliggende kant die wordt samenge-drukt. Tilmans meet aan beide kanten de frequentie en berekent het verschil. Daarmee elimineert hij de "basistoon": de frequentie in rust. De sensor wordt er veel nauwkeuriger door en ongevoel-

ger voor wisselende condities zoals temperatuurverschillen. Tilmans heeft een prototype van deze sensor geconstrueerd dat geschikt is voor precisieweegschalen in laboratoria en ziekenhuizen. Resonantiefrequenties kunnen in principe ook gebruikt worden voor veel zwaardere gewichten en kunnen daarom worden toegepast in weegbruggen of werven.

Omdat Tilmans vinding nauwkeurig kleine drukken kan registreren komen toepassingen als meting in bloedvaten of meting van osmotische druk binnen handbereik. Interesse is er ook van de kant van producenten van air conditioning, vooral voor HVAC systemen (*humidity ventilation air conditioning*). Deze systemen beheersen de luchtstromen in vertrekken en gebouwen door minime drukverschillen van slechts een paar Pascal. De Amerikaanse firma Johnsons Controls Inc te Milwaukee heeft patent aangevraagd op onderdelen van de differentiële resonator. Omdat de sensor ook versnellingen of vertragingen meet valt te denken aan toepassing in auto's of vliegtuigen; bijvoorbeeld bij de "airbag".

Het proefschrift "**Micro-mechanische sensoren gebruikmakend van ingekapselde geïntegreerde resonerende rekstrookjes**" is op aanvraag verkrijgbaar.

Voor nadere informatie: drs F. Höppler, Universiteit Twente, dienst Voorlichting en Externe Betrekkingen, telefoon: 053 - 892 213