

## Adaptive control

**Citation for published version (APA):**

Heuvelman, C. J., & Veenstra, P. C. (1966). Adaptive control. *Metaalbewerking*, 31(26), 558-559.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1966

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

# Adaptive control

door prof. dr. P. C. Veenstra en ir. C. J. Heuvelman

Laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek van de Technische Hogeschool te Eindhoven

## Samenvatting

In dit bericht wordt een beschrijving gegeven van adaptive control toegepast bij gereedschapsmachines. De snijsnelheid wordt bepaald door de temperatuur van het snijdend gereedschap, zodat automatisch een optimale instelling van het verspaningsproces mogelijk is.

## Inleiding

Numerieke besturing van gereedschapswerktuigen is een geprogrammeerde maatbesturing van het gereedschap ten opzichte van het werkstuk. De voor de bewerking noodzakelijke technologische gegevens, zoals snijsnelheid en aanzet, worden naast informatie betreffende de gereedschapspositie van te voren in een ponsband of andere informatiedrager gebracht. De technologische gegevens berusten goeddeels op ervaring en zijn de „meest gunstige“ die op een gegeven ogenblik ter beschikking staan.

Hier is nu een opmerking te plaatsen: van een numeriek bestuurd bewerkingsproces moet worden verwacht dat dit proces volledig wordt beheerst. Alleen reeds de hoge kosten van investeringen van de installatie wettigen deze eis; iedere storing of onvolkomenheid in het verloop van het proces is exorbitant kostbaar. Daarom kan dan ook de automatie van de bewerking alleen dan volledig vruchtbaar zijn, indien in detail, of althans veel precieser dan thans nog het geval is, de technologie van het proces begrepen en beheerst wordt. Dit impliceert dat in toenemende mate technisch experimenteel en theoretisch bewerkingsonderzoek in nationale en waar mogelijk in internationale samenwerking verricht moet worden, en vooral ook gestreefd moet worden naar een grotere beheersing van de constantheid van kwaliteit en hoedanigheid van de te bewerken materialen.

## Adaptive control

Een andere gedachtengang is de instelling van de bewerkingscondities tijdens het proces te ontleen aan dat proces zelf, zodanig dat dit proces zich instelt op optimale condities. Hier is dus sprake van terugkoppeling vanuit grootheden die tijdens het proces worden gemeten naar de procescondities, een techniek die in de Amerikaanse literatuur „adaptive control“ wordt genoemd en die in principe het programmeren van procescondities naast de numerieke maat informatie voor het te vervaardigen produkt overbodig maakt. In feite mag dit als een hogere orde van automatie worden beschouwd.

Het kernprobleem in deze ontwikkeling is vanzelfsprekend het opsporen van de grootheden die van betekenis zijn op het proces („de sensors“), en daarna de vraag op welke wijze die grootheden (technisch) kunnen worden gemeten.

In het laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek van de T.H. te Eindhoven is een uitvoerig onderzoek verricht naar het verband tussen de gemiddelde temperatuur van een snijdend gereedschap (bij draaien), de proces- en materiaalcondities en de gebruiksduur van het gereedschap [1]. Het is gebleken dat een zeer direct verband bestaat tussen die temperatuur en de gebruiksduur. Het ligt nu voor de hand dat een proces zodanig kan worden ingesteld dat een gegeven gebruiksduur van het gereedschap wordt bereikt indien de temperatuur van het gereedschap op een van te voren vastgestelde constante waarde wordt gehouden.

Een dergelijke temperatuurregeling is beproefd bij een draaibank. Daarbij wordt de door een speciale beitel geleverde thermospanning gebruikt om de snijsnelheid van de bank te regelen. Deze beitel werd ook gebruikt in het eerder beschreven onderzoek [1].

Het principeschema is weergegeven in figuur 1, waaruit blijkt dat de elektrische spanning — afkomstig van de beitel — wordt vergeleken met een referentiespanning die een maat is voor de gewenste temperatuur. Daalt om een of andere reden de beiteltemperatuur dan zal een verschilspanning aan de ingang van de versterker ontstaan, zodat het toerental en dus de snijsnelheid van de draaibank zal toenemen. Bij stijgende temperatuur vindt het omgekeerde plaats.

Het systeem blijkt bevredigend te werken en het is fascinerend te zien hoe bij variatie van aanzet de snijsnelheid automatisch bijgeregeld wordt tot de ingestelde

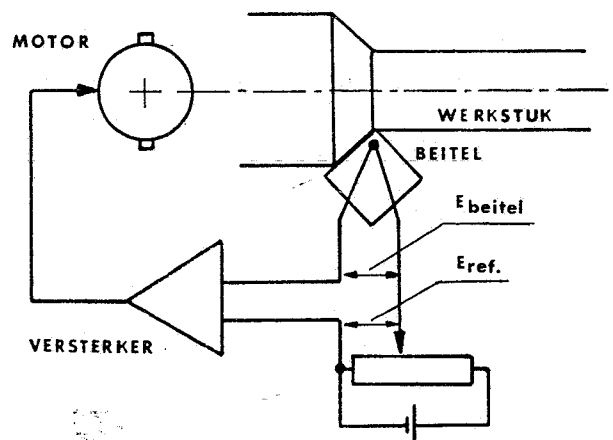


Fig. 1. Adaptive control toegepast bij een draaibank. De elektrische thermospanning ( $E_{\text{beitel}}$ ), afkomstig van het snijdend gereedschap, wordt vergeleken met een ingestelde referentiespanning ( $E_{\text{ref}}$ ). Het verschil van beide spanningen wordt toegevoerd aan een versterker die het toerental van de hoofdpilmotor regelt. De snijsnelheid wordt dus aangepast aan de gewenste temperatuur, hier bepaald door  $E_{\text{ref}}$ .

temperatuur wederom bereikt is, binnen de inregeltijd van ca. 1 sec. van het totale elektro-mechanische systeem.

Op analoge wijze is het mogelijk snedediepte of aanzet automatisch te regelen door dynamometrische meting van de snijkraft, en zelfs om de aanzet zodanig bij te regelen (te vergroten) dat het verspaningsproces in een stabiel (trillingsvrij) gebied verloopt.

### Conclusie

Adaptive control kan bij verdere ontwikkeling een zinvolle bijdrage leveren tot de automatisatie, en dit wellicht niet uitsluitend voor verspanende processen. Ook hier is echter nog veel onderzoek nodig naar het opsporen van sensors in het kader van zowel experimenteel als theoretisch werk.

### Literatuur

[1] Veenstra, Bus en Zweckhorst: „De meting van de temperatuur van snijdend gereedschap.” Metaalbewerking 29 (1964) nr. 16, pag. 332.

als  $n$  het aantal omwentelingen van de wrijvings-schijf is. Wordt  $v$  gesubstitueerd in  $N = P \cdot v$  dan wordt

$$N = P \cdot \pi \cdot d \cdot n, \text{ of als } d = 2r \text{ dan} \\ N = P \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot n.$$

Hierin is  $P \cdot r \cdot M$  is het koppel dat door de wrijvings-schijf wordt overgebracht.

Substitutie van  $M$  geeft

$$N = M \cdot 2\pi \cdot n, \text{ of} \\ M = \frac{N}{2\pi n} = \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{N}{n}$$

Hieruit volgt dat bij  $N = \text{constant}$ , het koppel  $M$  toeneemt bij lager wordend toerental  $n$  en omgekeerd, m.a.w. de omtrekskracht  $P$  aan de wrijvings-schijf verandert evenredig met de verstelweg.

De te kiezen staalsoort hangt af van de uit te oefenen normaaldruk tussen de wrijvings-schijven onderling en het toerental.

Een combinatie, waarbij de grote schijven van een goede gietijzerkwaliteit zijn vervaardigd en het verstelbare tussenwiel is voorzien van remvoering, is goed denkbaar.

v. Kri.



## VRAGEN STAAT VRIJ

In deze rubriek worden door de lezers gestelde vragen gratis beantwoord. De vragen kunnen worden gezonden naar het redactiesecretariaat: Paul Scholtenweg 2, Eindhoven. Verzocht wordt, op de omslag der brieven te vermelden: **Vragen-rubriek**. Aan hen, die een vraag inzonden, zal bericht worden gegeven in welk nummer de beantwoording plaatsvindt. • Naast de vragen van lezers zullen interessante vragen uit soortgelijke rubrieken in buitenlandse bladen worden behandeld, die eveneens van belang kunnen zijn voor onze industrie. • Indien één van onze lezers een betere oplossing voor, dan wel aanvulling op een beantwoorde vraag heeft, zal het zeer op prijs worden gesteld, indien hij dit bekend wil maken. Op deze wijze kan deze rubriek een waardevolle uitwisseling van ervaring bewerkstelligen.

UDC 621.839.1.031.6

## Wrijvingswielen

**Vraag no. 17-31.** Via een tandwieloverbrenging wordt een wrijvings-schijf aangedreven. Deze wrijvings-schijf drijft via een verstelbaar tussenwiel een andere wrijvings-schijf aan.

Het uitgaand vermogen aan de tandwielkast is  $N = x \cdot pk$  en het uitgaand toerental  $n = 1400$  omw./min.

De as van de laatste wrijvings-schijf heeft een toeren-bereik van  $n = 280 - 1700$  omw./min, traploos geregeld.

Hoe staat het nu met het uitgaand vermogen en het uitgaand koppel? Kan het vermogen constant worden gehouden? Verandert de omtrekskracht aan de wrijvings-schijf evenredig met de verstelweg van het verstelbare tussenwiel? Van welke staalsoort moeten de wrijvings-wielen zijn vervaardigd?

W. L. te M. (België)

**Antwoord no. 17-31.** Indien er geen wrijvingsverliezen zijn, is het uitgaand vermogen gelijk aan het ingaand vermogen.

Vermogen ( $N$ ) = kracht ( $P$ ) x snelheid ( $v$ ), d.w.z. wordt het vermogen constant gehouden, dan kan het worden omgezet in een grote kracht x lage snelheid of een kleine kracht x grote snelheid.

In formulevorm:

$$N = P \cdot v$$

Hierin is:  $N = x \cdot pk = x \cdot 75 \text{ mkg/sec}$

$$P = y \text{ kg}$$

$$v = z \text{ m/sec.}$$

Is  $v$  de snelheid op de diameter  $d$  van de wrijvings-schijf ter plaatse van het tussenwiel, dan is

$$v = \pi \cdot d \cdot n$$

## NORMALISATIE

Het Nederlands Normalisatie-instituut heeft opgesteld:

### NEN 3309 Elektrisch lassen. Booglassen met de hand. Voorschriften voor lastransformatoren

Deze norm dankt haar ontstaan aan de behoefte om verscheidene gegevens, waarmede de eigenschappen van booglassen worden omschreven, nader vast te leggen en bovendien om aan deze eigenschappen zo nodig zekere eisen te stellen. Deze wens komt voort zowel uit kringen van verbruikers en fabrikanten als uit die van elektriciteitsbedrijven.

In deze norm is zoveel mogelijk rekening gehouden zowel met de buitenlandse normen als met het werk van de ISO-subcommissie, waarbij in acht is genomen dat de buitenlandse normen onderling sterk verschillen en een internationale publikatie nog niet gereed is. Bij het opstellen van de norm heeft NEC 26 overleg gepleegd met de Vereniging van Directeuren van Elektriciteitsbedrijven in Nederland en met de Arbeidsinspectie in ons land.

Aan de norm is de titel **Voorschriften voor lastransformatoren** gegeven omdat de commissie er tijdens de opstelling rekening mee heeft gehouden dat de bepalingen die als „Voorschriften” zijn bedoeld — in de norm vetgedrukt — voor wettelijke binding in aanmerking komen.

### NEN 5453-IV Benaming van persen. Schroefpersen

Deze norm completeert de serie normen voor benamingen van persen (NEN 5453-I t/m IX). Behalve de benamingen en definities van de verschillende schroefpersen zijn vier figuren van schroefpersen opgenomen.

### NEN 1939 Bewegingsrichting van bedieningsorganen van gereedschapswerktuigen

Deze norm, die in het algemeen van toepassing is op nieuwe series gereedschapsmachines, heeft uitsluitend betrekking op de keuze van de bewegingsrichting van bedieningsorganen, bestemd voor het in werking brengen van machinedelen van gereedschapswerktuigen in één van twee tegenovergestelde richtingen. De norm heeft dus geen betrekking op de bedieningsorganen van machinedelen, die gedurende het normale gebruik van het gereedschapswerktuig continu blijven draaien, zoals bijvoorbeeld elektromotoren.

De norm geeft aan hoe het verband moet zijn tussen de bewegingsrichting van hefboomen en handwielen, resp. de plaatsing van drukknoppen, enerzijds en de beweging van het machinedeel anderzijds. De norm komt overeen met de internationale aanbeveling ISO/R 447 van International Organization for Standardization.

Exemplaren van deze norm zijn verkrijgbaar bij het Nederlands Normalisatie-instituut, Polakweg 5 te Rijswijk Z.H.