

## Adaptive control

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

Veenstra, P. C., & Heuvelman, C. J. (1966). *Adaptive control*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek : WT rapporten; Vol. WT0161). Technische Hogeschool Eindhoven.

**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.



**technische hogeschool eindhoven**

laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek

rapport van de sectie: **Werkplaatstechniek**

titel:  
**Adaptive control**

auteur(s):  
**Prof.dr. P.C. Veenstra**  
**Ir. C.J. Heuvelman**

sectieleider: -

hoogleraar: **Prof.dr. P.C. Veenstra**

samenvatting  
In dit rapport 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.

prognose  
Bij numerieke besturing van gereedschaps-  
werktuigen kan toepassing van adaptive  
control belangrijke voordelen bieden boven  
het anders noodzakelijke medeprogrammeren  
van snijsnelheid en aanzet.  
De procesbeheersing zal beter worden ge-  
waarborgd.

blz. 1 van 4 blz.

rapport nr. **0161**

codering:  
**03**  
**P.7.a.**

trefwoord:  
**automatische  
procesrege-  
ling.  
(adaptive  
control).**

datum:  
**16 mei 1966**

aantal blz. **4**

geschikt voor  
publicatie in:  
**Metaalbe-  
werking**

## 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 informatie-drager gebracht. De technologische gegevens berusten goeddeels op ervaring en zijn "meest gunstige" die op een gegeven ogenblik ter beschikking staan.

Hier is nu een opmerking te plaatsen : van een numeriek bestuurd bewerkingsproces moet verwacht worden dat dit proces volledig beheerst wordt. Alleen reeds de hoge kosten van investering 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 konstantheid 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 maatinformatie 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 significante invloed op het proces zijn ("de sensors"), en daarna de vraag op welke wijze die grootheden (technisch) kunnen worden gemeten.

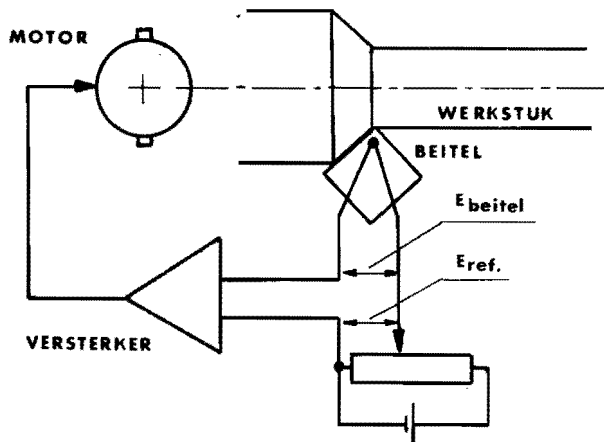
In dit laboratorium is een uitvoerig onderzoek verricht naar het verband tussen de gemiddelde temperatuur van een snijdend gereedschap (bij draaien), de proces- en materiaalcondities en de gebruiksduur van het gereedschap. (1)

Het is gebleken dat een zeer direkt verband bestaat tussen die temperatuur en de gebruiksduur.

Het ligt nu voor de hand dat een proces zodanig ingesteld kan worden dat een gegeven gebruiksduur van het gereedschap bereikt wordt indien de temperatuur van het gereedschap op een van te voren vastgestelde konstante waarde gehouden wordt.

Een dergelijke temperatuurregeling is beproefd bij een draaibank. Daartoe wordt de door een speciale beitel geleverde thermo-spanning gebruikt om de snijsnelheid van de bank te regelen. Deze beitel wordt ook gebruikt in het eerder beschreven onderzoek. (1)

Het principeschema is weergegeven in onderstaande figuur, waaruit blijkt dat de elektrische spanning, afkomstig van de beitel, wordt vergeleken met een referentie spanning, welke 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.



Adaptive control toegepast bij een draaibank.

De elektrische thermo-spanning ( $E_{\text{beitel}}$ ) afkomstig van het snijdend gereedschap, wordt vergeleken met een ingestelde referentiespanning ( $E_{\text{ref}}$ ). Het verschil van beide spanningen wordt toegevoerd aan een versterker welke het toerental van de hoofdpilmotor regelt. De snijsnelheid wordt dus aangepast aan de gewenste temperatuur, hier bepaald door  $E_{\text{ref}}$ .

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

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

### Konklusie

Adaptive control kan bij verdere ontwikkeling een zinvolle bijdrage leveren tot de automatie, 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 Zweekhorst:

De meting van de temperatuur van snijdend gereedschap.  
Metaalbewerking 29 (1964) nr. 16 pag. 332.

-----