

Elektronische besturing voor de EXAFS-goniometer*

Ir. B. Kranenburg, Technische Universiteit Eindhoven, Centrale Technische Dienst

Inleiding

In het artikel "Bouw en ontwikkeling van EXAFS-goniometer" van Ir. P. Brinkgreve wordt de mechanische constructie beschreven van een apparaat dat bedoeld is voor EXAFS (Extended X-Ray Absorption Fine Structure) metingen in het laboratorium.

Deze techniek, die wordt gebruikt om de lokale structuur te bepalen van zowel kristallijne als amorf stoffen, berust op het meten van de absorptie van röntgenstralen met verschillende golflengte door een monster van de te onderzoeken stof.

Om de absorptie bij verschillende golflengtes te kunnen meten is de in dit en in het bovengenoemde artikel beschreven goniometer ontwikkeld.

De extreme eisen die in het geval van de EXAFS-goniometer gesteld worden aan de positioneringsnauwkeurigheid vragen naast intelligent construeren om de vereiste mechanische stijfheid en nauwkeurigheid te behalen tevens een daaraan aangepaste aandrijving en een meetsysteem met voldoende resolutie en reproduceerbaarheid.

De mechanische en elektronische systeemdelen kunnen daardoor niet onafhankelijk van elkaar worden ontwikkeld, maar moeten reeds in een zeer vroeg stadium van het ontwerp op elkaar worden afgestemd.

Omdat ook niet-technische argumenten als levertijd en kosten een mede keuzebepalende factor vormden, is gebruik gemaakt van een aandrijfsysteem waarmee in een aantal applicaties reeds goede ervaringen waren opgedaan: "moving-coil gelijkstroommotoren in combinatie met een overbrenging via wrijvingswielen".

Voor het bepalen van de positie wordt gebruik gemaakt van twee magnetische linealen van het fabrikaat Sony.

Ontwerpspecificatie

De eisen waaraan de besturing diende te voldoen zijn – kort samengevat – de volgende.

1. Het systeem dient twee wagens, waarvan de zwaarste ca. 40 kg kan wegen, naar een opgegeven positie te brengen over een afstand van max. 60 cm, met een reproduceerbaarheid die binnen 5 micron ligt. Daarbij mag ervan worden uitgegaan dat het mechanisch ontwerp voldoende stijfheid en spelingsvrijheid garandeert.

* Voordracht gehouden tijdens de Manifestatie Fijnmechanische Techniek, 4, 5 en 6 november 1986

2. Vanwege het gekozen aandrijfsysteem dienen de maximale versnelling (i.v.m. het slippen van wrijvingswielen) en de snelheid aan bepaalde eisen te voldoen.
3. Beveiligingen dienen uiteraard aanwezig te zijn ter voorkoming van schade bij foutieve opdrachten of storingen.
4. Er moet een communicatiemogelijkheid zijn met de EXAFS-experiment-computer zodat deze het systeem kan besturen.
5. Er moet een testfaciliteit zijn om het systeem ook los van de computer te kunnen testen.
6. Aangezien de positie-indicatie verloren gaat bij uitschakelen of wegvalen van de netspanning dient er een vast referentiepunt te zijn waarheen beide wagens automatisch terugkeren bij (opnieuw) inschakelen van de spanning.

Keuze van het aandrijfsysteem

Zoals in de inleiding al werd opgemerkt dient de keuze voor wat betreft de aandrijving van de wagens al in een zeer vroeg stadium van het ontwerp gemaakt te worden, omdat deze zowel voor de constructeur als voor de elektronicus uitgangspunt voor zijn ontwerp is.

Naast de uiteindelijke keuze, de DC-motor, is ook het gebruik van een stappenmotor serieus overwogen. Ook met een stappenmotor is de hier vereiste nauwkeurigheid haalbaar. Bovendien is de benodigde besturingselektronica gewoon te koop, waardoor het gehele systeemontwerp een stuk eenvoudiger wordt.

Te vrezen valt echter dat de tijdens "het stappen" optredende versnellingskrachten aanleiding kunnen zijn tot slippen van de wrijvingswielen die daarvoor sterk in levensduur worden begrensd.

Aangezien het gebruik van wrijvingswielen essentieel werd geacht om aan de eis van spelingsvrijheid te kunnen voldoen is uiteindelijk toch gekozen voor de – elektronisch gecompliceerdere – oplossing met moving-coil DC-motoren.

Moving coil motoren danken hun naam aan het feit dat het roterend deel, de ankerspoel, niet is gewikkeld op een ijzeren kern. Hiervan bestaan in principe twee uitvoeringen:

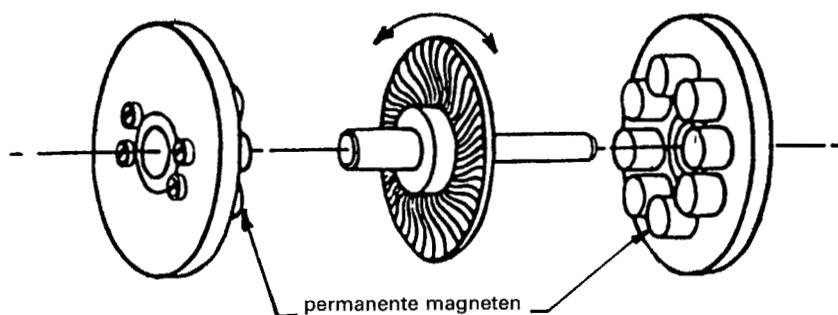
- de schijfanker motor, waarbij het anker is uitgevoerd als een platte schijf die draait tussen permanente magneten, zie figuur 1, en
- een motor met een cilindrisch anker dat draait in een cilindervormige luchtspleet tussen permanent magnetische polen en een (vaste) ijzerkern, zie figuur 2.

Dit laatstgenoemde type is toegepast. De belangrijkste eigenschap van deze motoren is de in verhouding tot normaal gewikkelde motoren zeer lage massa draagheid van de rotor, waardoor deze motoren zeer snel kunnen starten en stoppen.

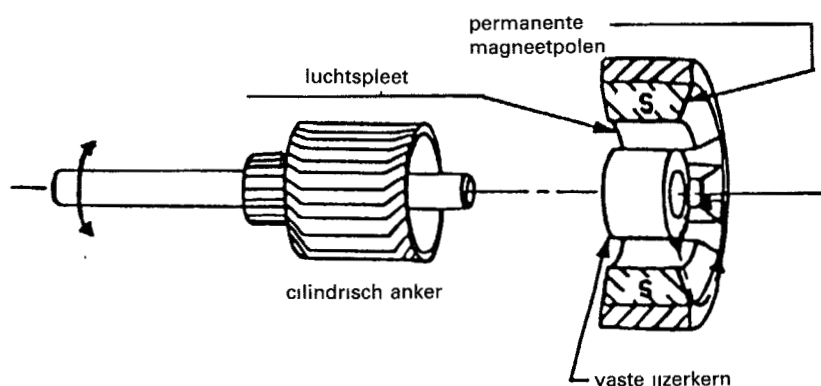
Versnellingen tot 1 miljoen radialen per sec zijn mogelijk bij start-stop frequenties van enkele duizenden malen per seconde. Ze zijn derhalve zeer geschikt voor systemen waar snelle positieveranderingen moeten plaatsvinden, zoals in printers, professionele digitale recorders, etc.

Hoewel deze eigenschappen niet direct geëist werden bij het ontwerp van de goniometerbesturing, bleken zij naderhand buitengewoon goed van pas te komen.

Voor het bepalen van de positie wordt gebruik gemaakt van twee Sony meetlinealen van het soort dat veelvuldig op gereedschapsmachines wordt toegepast. De hier gebruikte hebben een oplossend vermogen van 5 micron. Voordeel van het gebruik van deze linealen is dat zij rechtstreeks de echte verplaatsing meten van de twee wagens. Dus spelings of het (niet toegepaste) slippen van wrijvingswielen geeft geen aanleiding tot positioneringsfouten.



Figuur 1 Schijfanker motor



Figuur 2 Moving coil motor met cilindrisch anker

Uitvoering/systeemontwerp

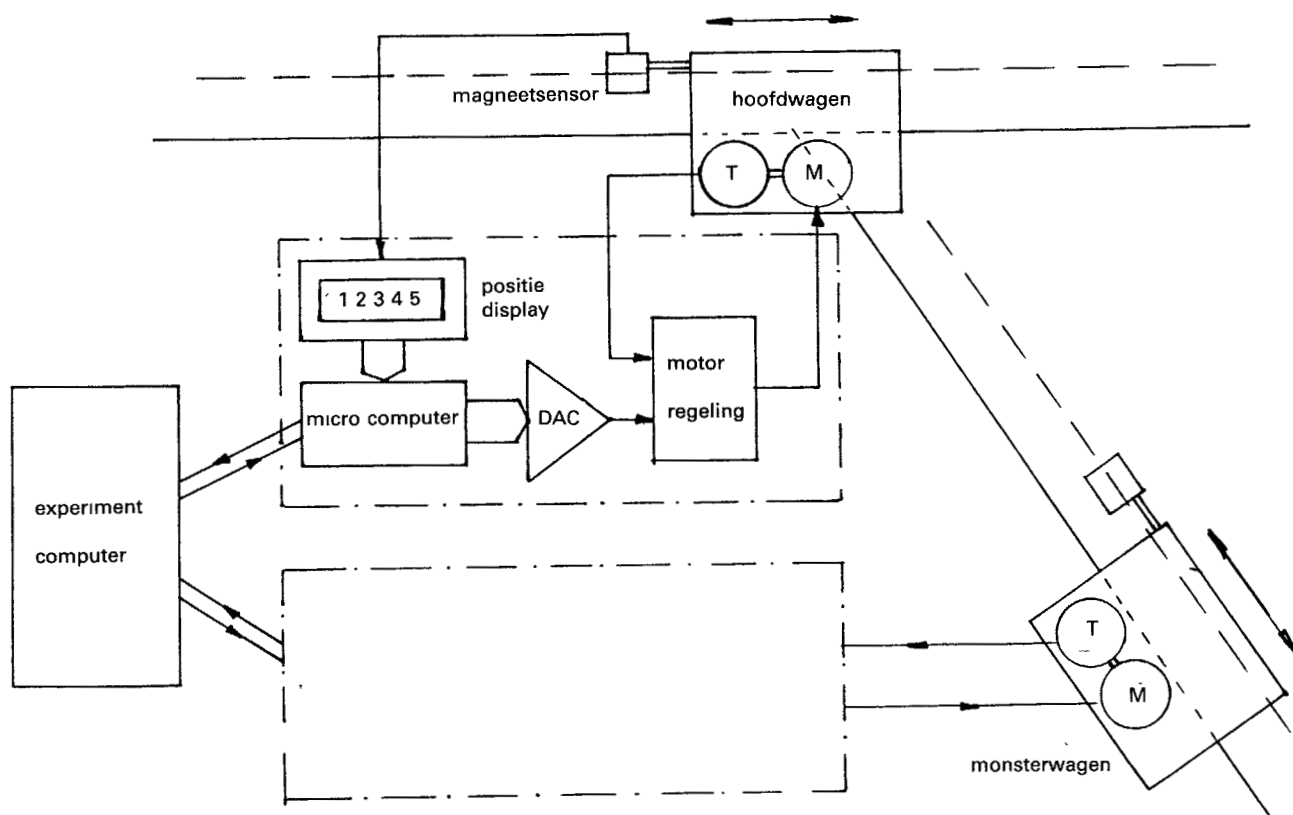
De systeemopzet is schematisch weergegeven in figuur 3, waarin van de goniometer de hoofdbalk en de "giek" zijn aangegeven met daaraan de wagens die elk hun eigen motor met besturingseenheid hebben.

De besturingssystemen, die bestaan uit een motorsnelheidsregeling welke geactiveerd wordt door een kleine microcomputer, zijn voor beide wagens identiek, hoewel de "hoofdwagen" een zwaardere motor heeft i.v.m. zijn grotere massa traagheid.

Aan elke wagen is tevens bevestigd de magneetsensor van de Sony-lineaal.

De pulsen die tijdens het bewegen van de sensor langs een gemagnetiseerde staaf worden afgegeven zijn een maat voor de verplaatsing van de wagens en - wanneer gerekend wordt vanaf een vast referentiepunt - dus voor de actuele positie van de wagens langs de balken.

De snelheid van de wagens wordt bepaald door de motorregeling. Het referentiesignaal voor de snelheidsregeling wordt bepaald door de microcomputer die de actuele positie van de wagens, ingevoerd vanaf de Sony-display, vergelijkt met de door de experimentcomputer opgedragen positie.

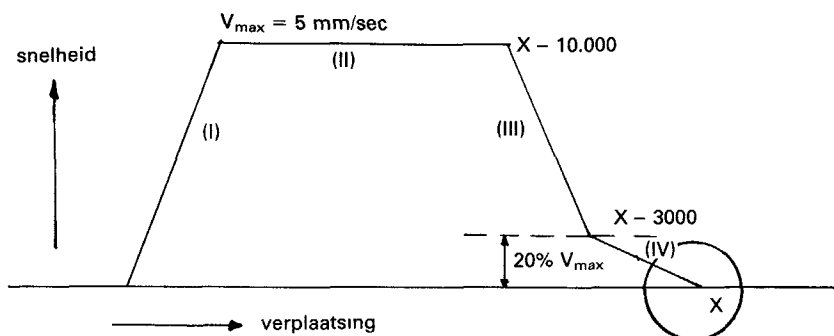


Figuur 3 Systeemopzet

De snelheid van de wagens wordt gemeten met een tachogenerator. Het signaal daarvan wordt teruggekoppeld naar de regelunit en vergeleken met het referentiesignaal. Op deze wijze ontstaat een zowel op positie als op snelheid geregeld systeem.

In figuur 4 is het verloop van de snelheid als functie van de positie weergegeven. Bij wijze van voorbeeld is er daarbij van uitgegaan dat een vrij grote afstand moet worden overbrugd, bijvoorbeeld vanuit de nulstand naar het werkgebied.

Het aanlopen gebeurt met een door de microcomputers gecontroleerde versnelling tot de maximale snelheid V_{max} die ca. 5 mm/sec bedraagt, is bereikt. Deze maximale snelheid wordt aangehouden tot 10000 micrometer voor de bestemming X en dan weer gecontroleerd afgebouwd zodat op 3000 micron voor het eindpunt de snelheid nog 20% van V_{max} bedraagt. Vanaf dat punt wordt de snelheid lineair met de positie afgebouwd naar nul.



Figuur 4 Snelheidsverloop als functie van de positie

(I) Aanloop met gecontroleerde versnelling tot V_{max}

(II) V_{max} tot 10.000 micron voor het eindpunt X

(III) Gecontroleerde vertraging tot 20% van V_{max} tussen 10.000 en 3000 micron voor het eindpunt X

(IV) Lineaire afname van de snelheid tot nul in X

Binnen het in figuur 4 met een cirkel omgeven gebied ontstaan daarbij echter problemen.

Het regelen van de snelheid (= het motortoerental) gebeurt uitsluitend door de ankerspanning van de motoren te veranderen en niet door verandering van de mechanische overbrenging.

Bij verminderen van de ankerspanning vermindert echter ook het koppel dat door de motoren wordt geleverd en daardoor kan bij een te lage spanning het systeem door de interne wrijving van de overbrenging tot stilstand komen voordat de opgegeven positie is bereikt.

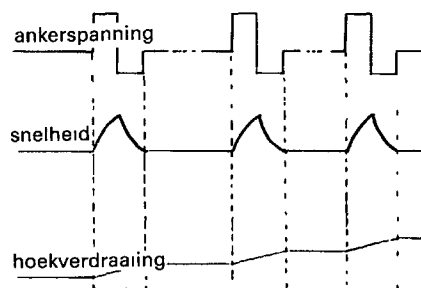
Weliswaar tracht de tachogenerator door middel van de tegenkoppeling van het snelheidssignaal de opgegeven

snelheid in stand te houden, maar bij het zeer lage motortoerental waarmee het doel genaderd moet worden is het tachosignaal dermate klein dat de regeling niet meer betrouwbaar kan functioneren.

Om het voortijdig stoppen van de wagens te voorkomen wordt nu gebruik gemaakt van de eigenschappen van de "moving coil" motoren, namelijk het lage eigen traagheidsmoment en de daarmee verbonden mogelijkheid tot snel starten en stoppen.

De motoren kunnen daardoor gebruikt worden als stappenmotoren die stappen kunnen maken kleiner dan 1/10.000 omwenteling, onder voorwaarde dat het traagheidsmoment van de belasting aan dat van de motor is aangepast. Om de vereiste nauwkeurigheid te halen zijn stappen van 1/100 omwenteling al klein genoeg, want de reductie is zodanig dat 1/100 omwenteling van de motoras een verplaatsing van 5 micron langs de balken levert.

Experimenteel is vastgesteld wat de



Figuur 5 Werking van de motor bij stappenmotorbedrijf

De overschakeling op pulsbedrijf gebeurt niet op commando van de microcomputer, maar wordt door de motorregeling zelf geïnitieerd wanneer het (positieafhankelijke) snelheidsreferentiesignaal beneden de minimale waarde daalt. De stapfrequentie wordt als functie van de positie teruggeregeld van ca. 800 Hz naar 0.

Het gebruik van de EXAFS-goniometer

Zoals gezegd berust de EXAFS meettechniek op het bepalen van de absorptie van röntgenstralen van verschillende golflengte door de te onderzoeken stof. Daartoe wordt een röntgenbundel via een zogenaamde monochromator-kristal, dat op de hoofdwagen van de goniometer is geplaatst, gereflecteerd op het monster dat zich op de monstervagen van de "giek" bevindt. Door zowel voor als achter het monster de stralingsintensiteit te meten kan men de absorptie bepalen.

Om bij een andere golflengte te kunnen meten dient de invalshoek van de röntgenbundel op het monochromator-kristal te worden veranderd. Daartoe dienen zowel de hoofdwagen als de monstervagen over exact dezelfde afstand te worden verplaatst.

Omdat beide wagens hun eigen besturingssysteem hebben kunnen zij tegelijkertijd verplaatst worden. Bij inschakelen van de spanning gaan de twee wagens eerst automatisch terug naar de nulstand. De EXAFS-computer geeft vervolgens opdracht voor het verplaatsen naar het werkgebied ergens op de balken.

In het werkgebied wordt in zeer kleine stappen gewerkt en heeft het snelheidsverloop dus een andere vorm dan is beschreven aan de hand van figuur 4. De principes blijven echter steeds hetzelfde; bij zeer kleine afstanden wordt vrijwel uitsluitend in pulsbedrijf gereden. De twee microcomputers melden steeds terug aan de experimentcomputer wanneer hun positie is bereikt.

minimale snelheid is waarbij de regeling nog goed blijft werken. Wanneer de snelheid van de wagens tot 1,5 maal die minimale waarde is gedaald wordt overgeschakeld op zogenaamd stappenmotorbedrijf.

De motoren worden dan bekrachtigd met een pulsformig signaal zoals weergegeven in figuur 5. Tijdens het positieve deel van de puls loopt de motor aan om door de negatieve puls in samenwerking met de wrijving weertewordt afgeremd. Doordat de terugkoppeling van de tachogeneratorsignaal ook bij pulsbedrijf aanwezig is blijven de optredende versnellingen binnen de door de constructeur gewenste perken, zoals door middel van trillingsmetingen kon worden geverifieerd.

Om aan het totale programma van eisen te voldoen dienen de beide microcomputers verscheidene taken te vervullen. Hoofdzakelijk is vanzelfsprekend het besturen van de wagens, door een constante vergelijking van de actuele positie met de opgegeven positie.

Daarnaast verzorgen zij echter tevens nog:

- de communicatie met de computer die het gehele EXAFS-experiment bestuurt;

Deze communicatie behelst het ontvangen van positioneeropdrachten en het terugmelden dat de opgegeven positie is bereikt.

- het automatisch opzoeken van de nulpositie en het resetten van de tellers wanneer door uitval van de spanning de actuele positie-informatie verloren is gegaan;
- de controle op het geldig zijn - d.w.z. binnen het werkgebied liggen - van de opgegeven posities.

Tenslotte bieden zij de mogelijkheid om het positioneren van de wagens vanaf een eenvoudige beeldschermterminal te realiseren of de wagens, voornameerlijk t.b.v. het systeemtesten en inregelen, een voorgeprogrammeerde reeks posities te laten doorlopen.

Literatuur

Ir. P. Brinkgreve, Bouw en ontwikkeling van EXAFS-goniometer
DC Motors, Speed Controls, Servo systems Engineering Handbook Electro-Craft Corporation

Nieuwe impuls voor startend ondernemerschap

Vanaf 1 oktober 1986 is het Innovatief Startersfonds (ISF) begonnen innovatieve starters te ondersteunen bij het opzetten en verder uitbouwen van een onderneming. Niet alleen in financiële zin, maar ook op managementgebied. Het ISF richt zich op de industriële en zakelijk-dienstverlenende sectoren. Per jaar proberen in Nederland ongeveer 15.000 mensen een onderneming te beginnen. Na drie jaar is daar nog ongeveer 20% van over. Kapitaalverschaffers aarzelen met het beschikbaar stellen van de nodige financiën. Investeren in een jonge onderneming, met meestal goede ideeën maar meteen gebreken managementervaring, is riskant en vraagt hoog risicodragend kapitaal. Het ISF wil dit hoog risicodragend kapitaal aan starters verstrekken, gekoppeld aan intensieve managementondersteuning, het risico wordt op deze manier voor beide partijen verkleind.

Initiatief

In 1979 ging het Project Industriële Innovatie (PII) van start, gesteund door het ministerie van Economische Zaken, waarvan de projectgroep bij de Nederlandse organisatie voor natuurwetenschappelijk onderzoek, TNO, gehuisvest was. Onderdeel van het (experimentele) project was de intensieve managementondersteuning aan starters.

Ruim dertig bedrijven werden op deze wijze met succes begeleid.

Na afloop van het project in 1984, was één van de aanbevelingen de financiering van starters te koppelen aan managementondersteuning. Die koppeling is nu gelegd door de samenwerking van TNO, enkele ondernemingspensioenfondsen en Euroventures Benelux, die het ISF hebben opgericht.

De pensioenfondsen van Philips, Shell, Akzo en KLM werden bereid gevonden het ISF in financiële zin te vormen. De expertise op het gebied van startersmanagement en risicodragend kapitaal worden respectievelijk ingebracht door TNO en Euroventures Benelux BV. Euroventures Benelux BV is een onderneming die door het verstrekken van risicodragend kapitaal het ondernemers mogelijk maakt kansrijke activiteiten tot ontwikkeling te brengen. Het is een onderdeel van Euroventures BV, een Nederlandse holding met internationale aandeelhouders en met satelliet-maatschappijen in een aantal Europese landen, die risicodragend kapitaal ter beschikking stelt.

Uit de moeilijkheden die jonge innovatiebedrijven in de beginfase bij het verkrijgen van financiële middelen onderhouden blijkt dat er in Nederland behoefte is aan het fonds.

Daarnaast is de combinatie van financiën en intensieve managementondersteuning in één hand nog een zeldzaamheid in Nederland

Het ISF streeft daarbij naar samenwerking met andere participatiemaatschappijen.

Voorwaarden

Het ISF verwacht van een starter die zich aanmeldt geen uitgebreid bedrijfsplan. Wel zal voor acceptatie aan een aantal criteria voldaan moet worden.

De belangrijkste zijn: heeft de man of vrouw voldoende ondernemerskwaliteiten en is het product of de dienst innovatief of importvervangend voor Nederland. Daarnaast moet er uiteraard een markt zijn waarop het product of de dienstverlening met rendement kan worden afgezet.

Beleiding

Hoe eerder een starter goed wordt begeleid, hoe groter de slaagkans van zijn onderneming is. Onder een starter verstaat het ISF iemand die nog niet zo lang geleden (maximaal vier tot vijf jaar) begonnen is of aan het begin staat.

De duur van de intensieve managementondersteuning van het ISF hangt af van de ontwikkeling van de starter zelf en van zijn nieuwe onderneming. Dit kan een half jaar zijn, maar ook enkele jaren.

De investeringen van het ISF in een onderneming zullen relatief van beperkte omvang zijn.

De organisatie van het ISF maakt het mogelijk om snel te kunnen beslissen over de aanvragen van starters.

Voor meer informatie:
Innovatief Startersfonds BV
Postbus 910
7301 BD Apeldoorn
tel.. 055-421022