

CAPILLAIRE DEPRESSIE VAN KWIK IN GLASBUIZEN

Erich Greil

In het onderstaand artikel, een vertaling uit G.I.T. (1963) Heft 3, wordt ingegaan op de invloed van glasbuizen op de hoogte van de kwikmeniscus in barometers en thermometers. Schoon kwik ondervindt in schoongemaakte glasbuizen een depressie D welke in grootte afhangt van de inwendige buismaat d_i en de meniscushoogte h .

Algemeen

Wanneer de meettechnicus van een laboratorium of de glasinstrumentmaker bij het justeren waarden voor deze depressie nodig heeft, vindt hij in verschillende tabellen en handboeken afwijkende getallen. Dat komt doordat deze tabellen gedeeltelijk op theoretische berekeningen uit de oppervlakte-spanning van kwik en gedeeltelijk op experimenteel onderzoek terugrijpen.

Voor de oppervlakte-spanning worden waarden aangenomen die liggen tussen 400 en 505 dyn/cm.

De experimenteel gevonden waarden zijn erg afhankelijk van de zuiverheid van het kwik, de gesteldheid van de glasbuiswand en de luchtdruk boven het kwikoppervlak.

Voor het opstellen van het hierna te geven diagram werden talrijke gegevens van anderen, en eigen waarnemingen verwerkt.

Er zijn depressie-waarden bekeken van 50 tot 0,01 mm. omdat buizen met kleinere binnendiameter dan 0,2 mm. voor niveaulezing niet gebruikt worden. Bovendien houdt de eenvoudige afleesbaarheid van de kwiktoppen, met behulp van de lichtspleetmethode, bij 0,01 mm. op.

Slechts meniscushoogten tussen 0,08 en 2 mm zijn in het diagram opgenomen omdat deze bij dunne capillairen altijd kleiner blijven dan de inwendige radius en ook bij de breedste buizen is nooit meer dan 2 mm. meniscushoogte gevonden.

Wordt de tophoogte echter kleiner dan 0,08 mm dan zal de onvermijdelijk aanwezige vervuiling een juiste aflezing meettechnisch niet meer mogelijk maken.

De streep-puntlijn in het diagram geeft het gebied aan van de meest voorkomende depressiewaarden. De met deze lijn gemaakte snijpunten kunnen dan gebruikt worden wanneer de werkelijke tophoogte niet gemeten wordt.

Diverse andere invloeden

Kwik

Verontreiniging van het kwik leidt altijd tot afvlakking van de top.

Vetig kwik kan het glas zelfs 'bevochtigen' zodat er een negatieve depressie ontstaat.

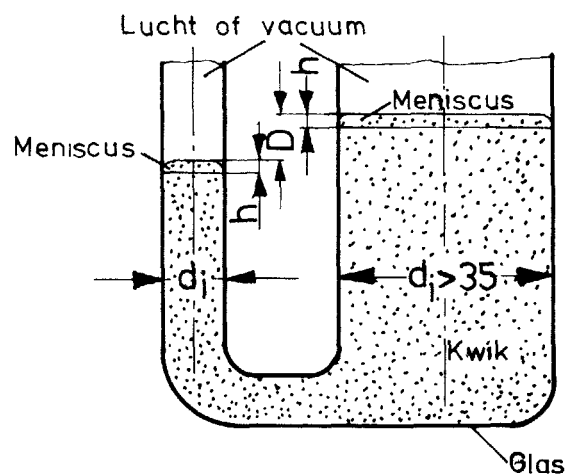
Glassoort

Een invloed van de glassoort is niet duidelijk vast te stellen.

Oppervlaktegesteldheid van het glas.

De gewone getrokken glasbuis geeft hogere toppen dan presisiebuizen.

Water bevattende buizen geven evenzo hogere toppen dan onder vacuüm uitgestookte buizen.



Temperatuursinvloed

De capillairedepressie neemt met het stijgen van de temperatuur langzaam af, om bij kritische toestand (1450 °C bij 1042 atm.) tot nul te dalen.

Invloed van capillaire depressie op de nauwkeurigheid van drukmeetinstrumenten

De niveau instelling van alle kwikzuilen is door de onzekerheid van de depressiewaarden onnauwkeurig.

Voor nauwkeurige meetapparatuur moet om die reden wijde buis verwerkt worden.

Ook bij gebruik van precies overal even wijde buis, bij toepassing in communiserende vaten, resulteert dit zelfs in een dubbele onzekerheid van de tophoogte.

Bij vaat-manometers en -barometers (bouwwijze volgens Fortin en Lambrecht) dient een correctie aangebracht te worden; bij de 'stations-barometer' daarentegen niet.

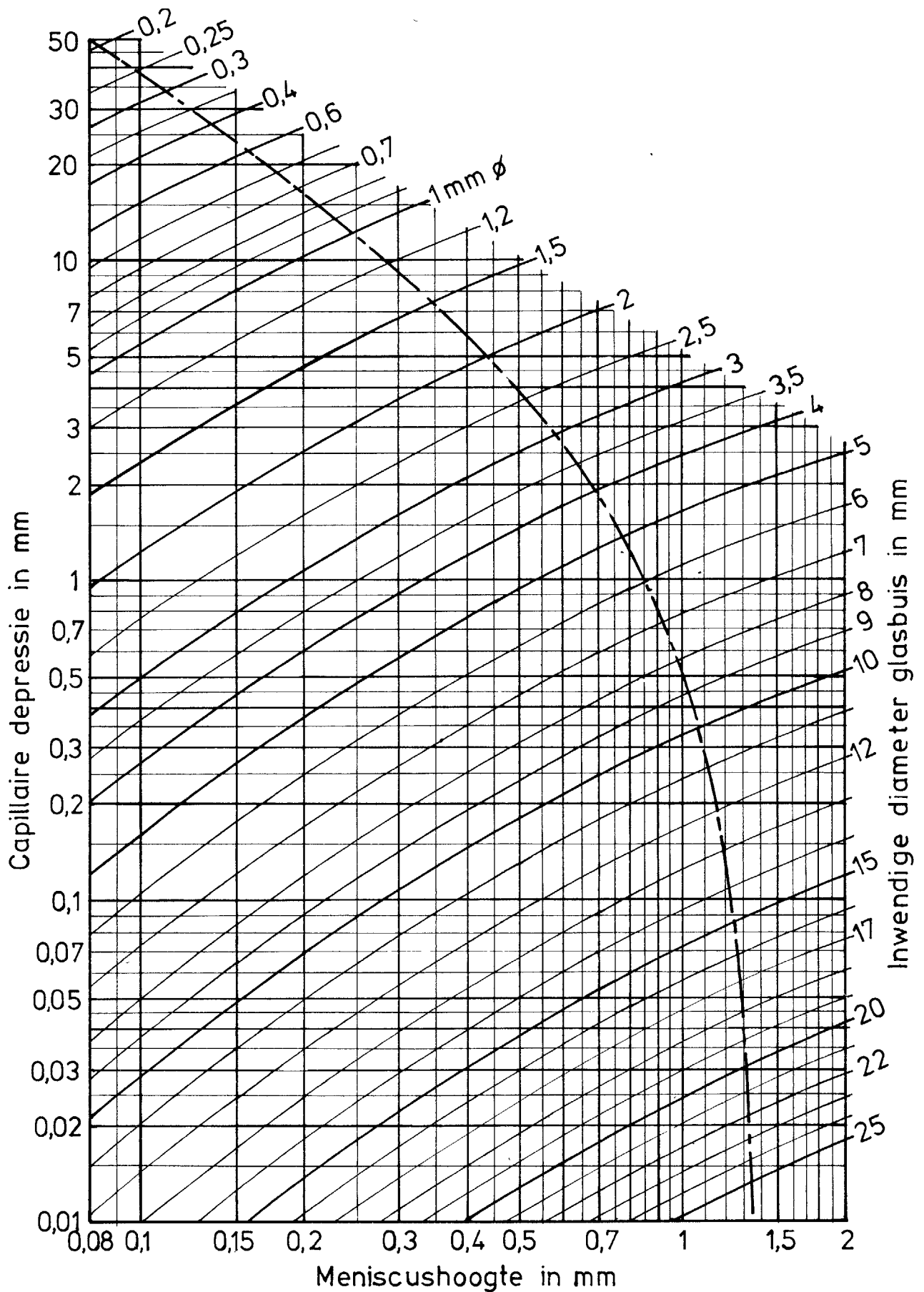
Invloed van de capillaire depressie op de nauwkeurigheid van kwikthermometers.

Het kwik in thermometers staat behalve onder de hydrostatische- en eventueel onder een gasdruk ook steeds nog onder de 'krommingsdruk' van zijn oppervlak.

Zo verhoogt de capillaire depressie het kookpunt van het kwik vooral in nauwe capillairen.

De depressie is ook medeverantwoordelijk voor de 'dode slag', het 'springen' en de omkeertijd in thermometers met nauwe capillairen.

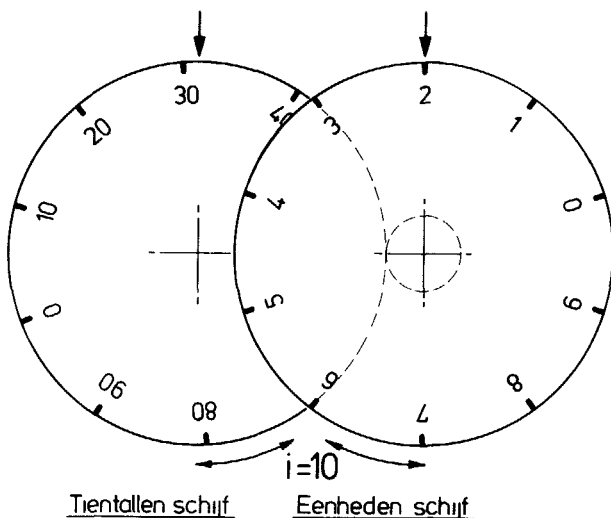
Dit begrenst de bruikbaarheid van nieuwe capillairen en vermindert de vervaardiging van snelle thermometers met grotere graadverdeling.



DIGIPOST EEN DIGITALE POSITIE TERUGMELDER

Principe: H. Kersten
 Constructie: H. Ficke
 Elektronische bouw: F. Wijmer en H. Platvoet
 Mechanische bouw: J. Landru
 FOM-Instituut voor Atoom- en Molecuulfysica, Amsterdam.

*Beschreven is een mechanisch – altijd op te roepen – betrouwbaar geheugen; in het bijzonder geschikt voor een stappenmotor.
 Het signaal is binair gecodeerd.*



Figuur 1. Visueel afgelezen codeschijven.

Doel

De stappenmotor is bij geautomatiseerde opstellingen een geliefde krachtbron. Hij geeft ons namelijk de mogelijkheid van een nauwkeurig bepaalde mechanische verdraaiing na het geven van een elektrische impuls.

Voor directe aandrijving is de stappenmotor meestal niet geschikt vanwege de stapgrootte (bij onze 'Neckar'-motoren 30° verdraaiing per stap); er worden daarom vertragingen toegepast. Als de vertraging (en de eventueel toegepaste omzetting van rotatie naar translatie) speling-vrij is, kan de stand van het aangedreven object bepaald worden aan de hand van het aantal gemaakte stappen oftewel het aantal elektrische impulsen. Het aantal gegeven impulsen kan worden opgeslagen in een elektronisch geheugen en weergegeven met behulp van cijferbuisjes en dergelijke, zodat de stand beschikbaar is, ook voor computerverwerking.

Het probleem hierbij is, dat in geval van een 'stoerpuls' of na even uitvallen van de voedingsspanning de stand onjuist wordt weergegeven.

Alle verdere meldingen zullen dan fout zijn! Na het (meestal veel te laat) bemerken van de fout moet men een mechanische referentiestand opzoeken en de elektronika 'gelijkzetten'.

Het probleem is enigszins op te lossen door het monteren van een codeschijf op de stappenmotor, zodat de stand van de as altijd bekend is.

Het aantal gemaakte omwentelingen van de motor-as moet dan nog wel elektronisch worden bijgehouden, met de genoemde bezwaren voor storing.

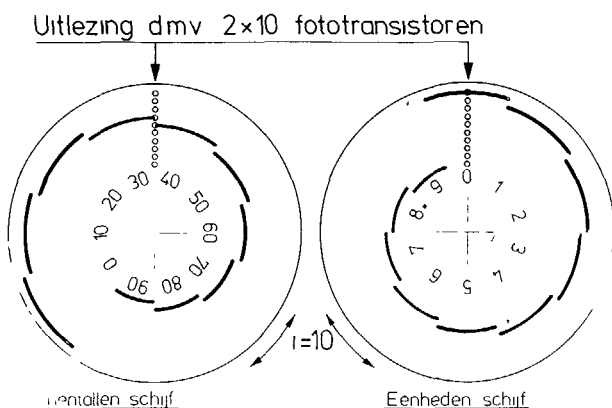
De Digipost maakt het, met codeschijven, mogelijk zowel *astand* als aantal *omwentelingen* aan te geven. Deze informatie is 'absoluut', dat wil zeggen: gelijk na het aanzetten van de elektronica wordt de juiste stand én het aantal (in het verleden gemaakte) omwentelingen gegeven.

Werking

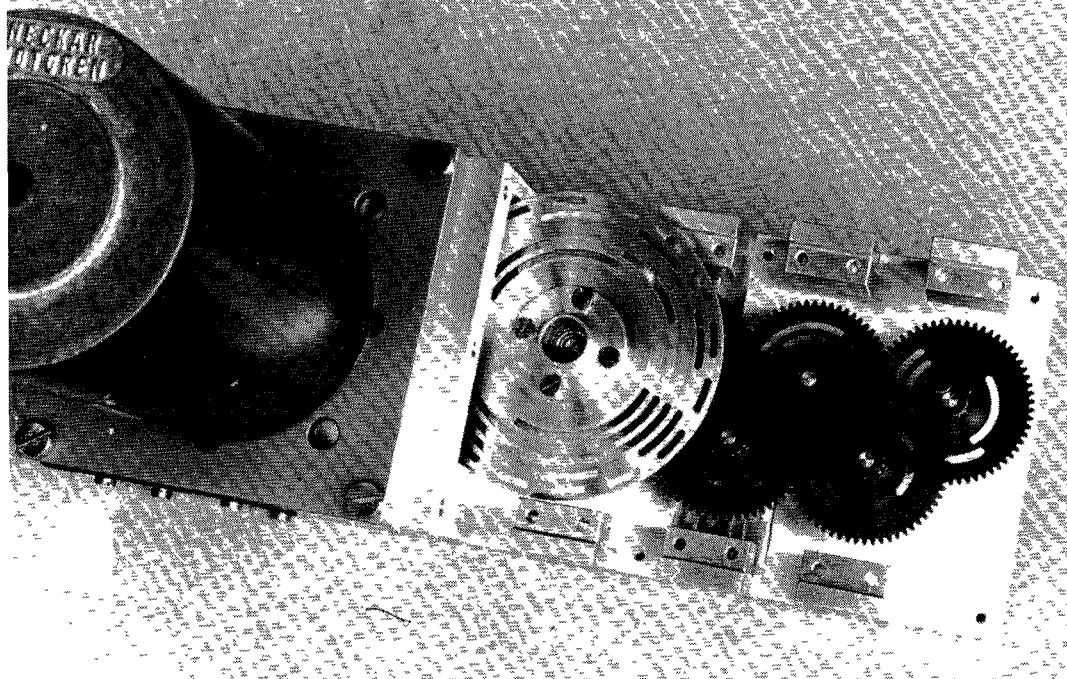
Een van de uitgangspunten bij het ontwerp van Digipost is een telwerk, zoals geschetst in figuur 1.

Bij één omwenteling van de aandrijfas maakt de eenheidenschijf één omwenteling en de tientallenschijf 1/10^e omwenteling.

Op de schijven zijn cijfers aangebracht welke bij de pijlen afgelezen moeten worden. In de figuur wordt uitgegaan van een aandrijving door een (denkbeeldige) stappenmotor met tien stappen per omwenteling. Door deze keuze staat de pijl bij de eenheidenschijf altijd precies boven een cijfer. De pijl bij de



Figuur 2. Elektrisch, op een eenvoudige wijze, uitgelezen codeschijven



Figuur 8.
'Digipost';
een mechanisch
positie-geheugen.
Het elektronisch deel,
dat zich aan de voorzijde
bevindt, is verwijderd.

tientallenschijf staat bijna nooit precies boven een cijfer, zodat de waarde geschat wordt. Deze aflezing geeft in de praktijk geen problemen. Zelfs als de pijl van de tientallenschijf (door speling) nog net voor de '30' zou staan, maar de eenhedenschijf op '2', wordt probleemloos 32 afgelezen. Dit komt omdat we onwillekeurig bij de aflezing van de tientallenschijf rekening houden met de stand van de eenhedenschijf.

Bij het aflezen met het oog is dit eenvoudig, bij elektrisch uitlezen geeft dit problemen; figuur 2.

Elke schijf is voorzien van tien concentrische sleuven met verschillende stralen.

Op de zelfde stralen zijn radiaal tien fototransistoren geplaatst, welke belicht worden tijdens het voorbijgaan van de desbetreffende codesleuf. De belichting gebeurt met continu-brandende LED's.

Als de uitlezing van de eenhedenschijf van '9' naar '0' gaat moet in de figuur de uitlezing van de tientallenschijf precies van '30' naar '40' gaan.

Bij verdraaiing van de eenhedenschijf kan de uitlezing echter als volgt (fout) gaan:

38, 39, 30, 41, 42 of
38, 49, 40, 41, 42.

Oorzaak: door speling en toleranties loopt het overnamepunt van '30' naar '40' op de tientallenschijf niet gelijk met '9' naar '0' op de eenhedenschijf

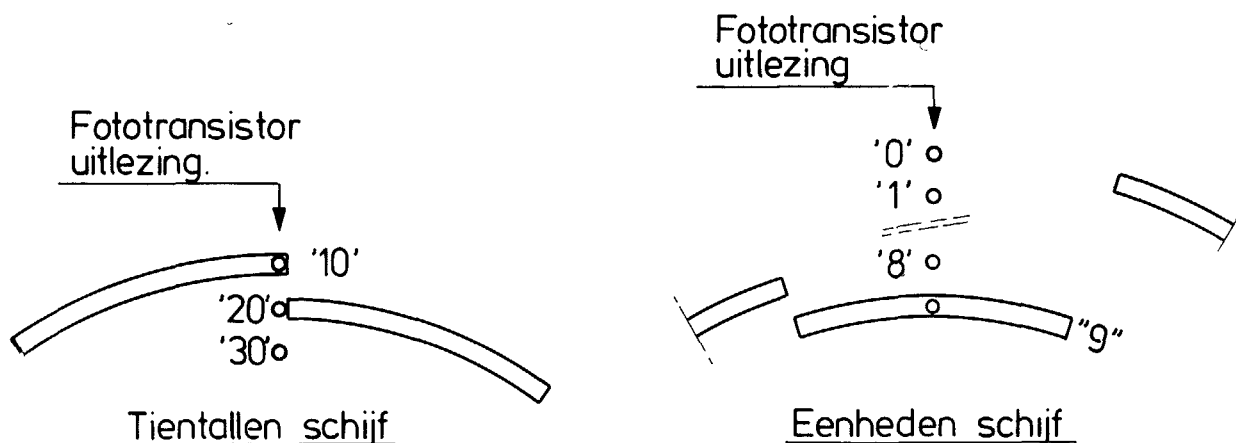
Hoe kritisch een en ander is wordt geïllustreerd aan de hand van figuur 3. Hierin is de overgang van '19' naar '20' getekend.

De tientallenschijf staat nog net op '10' en de eenhedenschijf midden op de '9' zodat '19' gelezen wordt.

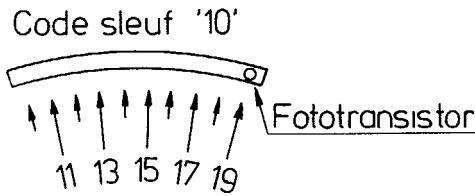
Bij verdraaiing van de eenhedenschijf naar '0' verdraait de tientallenschijf zo, dat de '10' transistor net niet meer belicht wordt en de '20' net wel, met als gevolg: uitlezing '20' ('20' + '0').

In de figuur is goed te zien dat er maar weinig speling voor nodig is om de '10' transistor net wél te belichten en de '20' transistor net niet.

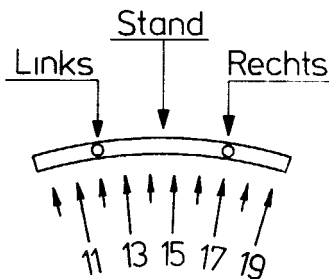
Gevolg: foutieve uitlezing namelijk '10' in plaats van '20'.



Figuur 3. Getalvoorbeeld van de kritische overgang naar een volgende decade.



Figuur 4. Veilig- en onveilig uitleesgebied.



Figuur 5. Uitlezen met behulp van twee afleespunten; het principe van de 'Digipost'.

Voor het ondervangen van dit probleem moet er voor gezorgd worden dat de fototransistoren nooit naar de rand van de sleuven hoeven te kijken.

Dit lijkt op het eerste gezicht niet mogelijk maar met wat listigheden kan het wel. Bezien we eerst één codesleuf van de tientallenschijf met één fototransistor; figuur 4.

De fototransistor is getekend in stand '19'. De pijlen geven aan hoe de stand van de codesleuf ten opzichte van de fototransistor zou zijn bij andere uitlezingen ('10' t.m. '19').

In stand '14' en '15' is de uitlezing altijd goed; in stand '10' en '19' op z'n minst twijfelachtig. Tusseliggende standen zijn beter naarmate ze meer naar het midden zitten. Ruwweg kunnen we wel zeggen dat de uitlezingen '12' t.m. '17' nooit problemen zullen geven.

We noemen dit het veilige gebied.

Bekijken we nu eens welke situatie ontstaat als we twee fototransistoren gebruiken op een onderlinge afstand gelijk aan de halve sleuflengte; figuur 5.

De linker fototransistor is als het ware $2\frac{1}{2}$ plaats naar links verschoven en de rechter fototransistor $2\frac{1}{2}$ plaats naar rechts.

Als de codesleuf op '10' staat (eenhedenschijf op '0', tientallenschijf op '10') dan staat de rechter transistor op '12½' ($10 + 2\frac{1}{2}$), en de linker transistor wordt niet belicht ($10 - 2\frac{1}{2}$).

Gaan we de schijf verdraaien dan ontstaat de volgende situatie – tabel 1 –:

Er staat *altijd* minstens één fototransistor op het veilige gebied tussen '12' en '17' (sterretjes).

Indien we in staat zijn de juiste fototransistor uit te kiezen, ontstaat een foutloze uitlezing.

Welke fototransistor gekozen moet worden kunnen we zien aan de stand van de eenhedenschijf.

De regel is – tabel 1 –:

- eenhedenschijf op '0' t.m. '4' rechter transistor op tientallenschijf
- eenhedenschijf op '5' t.m. '9' linker transistor op tientallenschijf

Stellen we ons voor dat alle tientallensleuven met dubbele fototransistoren uitgelezen worden én dat deze transistoren in één lijn gemonteerd zijn; zoals dit in figuur 2 voor één rij is aangegeven.

Bij het verlaten van het veilige gebied (van '10') door de linker fototransistor-rij, zal de rechter fototransistor-rij dan juist het veilige gebied (van '20') ingaan.

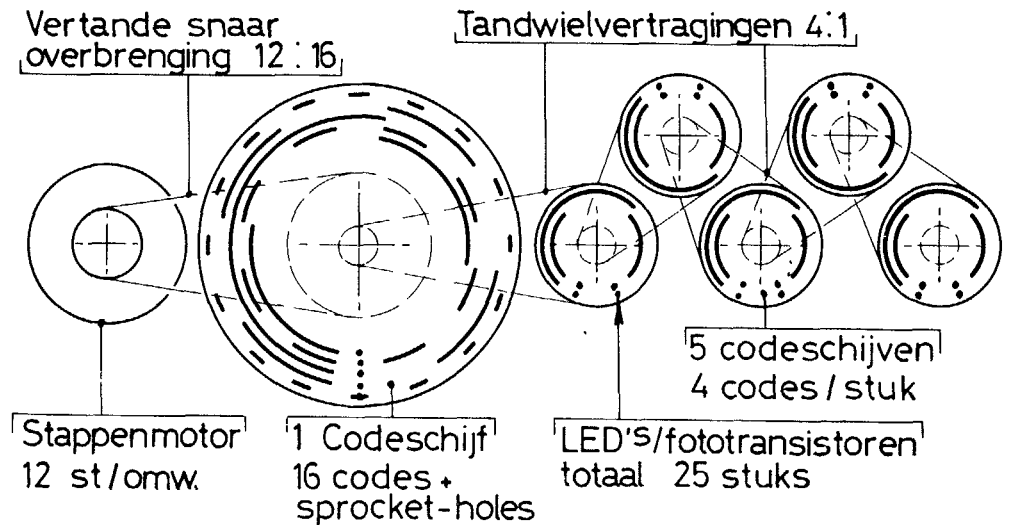
Voor de duidelijkheid is in figuur 6 nog eens aangegeven hoe de uitlezing verloopt tussen '39' en '50'.

FOTOTRANSISTOR

	STAND	LINKS	RECHTS
	10	niet belicht	12 1/2*
	11	NIET BELICHT	13 1/2*
	12	niet belicht	14 1/2*
	13	10 1/2	15 1/2*
	14	11 1/2	16 1/2*
	15	12 1/2*	17 1/2
	16	13 1/2*	18 1/2
	17	14 1/2*	19 1/2
	18	15 1/2*	niet belicht
	19	16 1/2*	niet belicht
	20	17 1/2	niet belicht

Tabel 1.
* Fototransistor in het veilige gebied.

*Figuur 7.
Mechanisch schema
van de 'Digipost'
in digitale
- tweetallige -
uitvoering.*



Construktie

Bij de voorgaande uitleg van de werking van Digipost is, ter wille van de duidelijkheid, uitgegaan van een stappenmotor met tien stappen per omwenteling.

Ook werd als talstelsel het decimale stelsel gekozen.

In werkelijkheid hebben we te maken met 'Neckar' stappenmotoren met 12 stappen per omwenteling. Verder geniet het binaire stelsel om vele redenen de voorkeur.

Het principe van de twee fototransistoren gaat echter ook op voor binair gecodeerde schijven.

Steeds blijft gelden dat de positie van de vorige (sneller lopende) schijf bepaalt welke fototransistor-rij gekozen moet worden. Voor optimale uitlees-veiligheid zijn op de eerste schijf extra gaten aangebracht (zogenaamde sprocket-holes), welke verhinderen dat de schijf uitgelezen wordt op de randen van de codesleuven van de eerste schijf.

In figuur 7 is een principeschets gegeven van de complete Digipost.

Figuur 8 - bladzijde terug - geeft een afbeelding van de uitvoering. Aan de voorzijde is het deel weggenomen dat de elektronica bevat.

Toepassing en eigenschappen

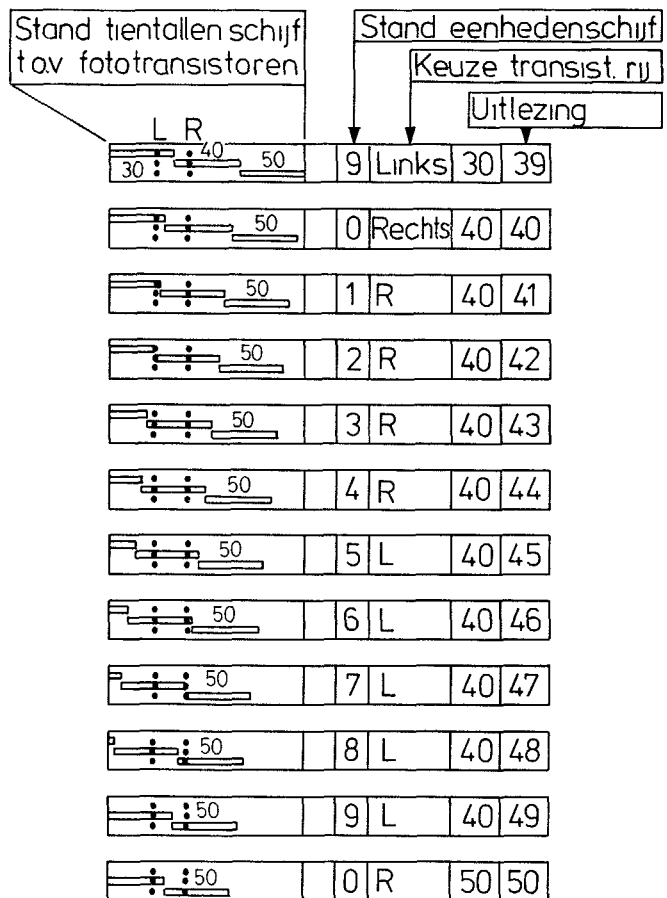
De eerste digipost is toegepast bij de 'Wrap-halfautomaat' - beschreven in Mikroniek, juli/augustus, blz. 160-161 -, maar kan zinvol worden toegepast op die plaatsen waar:

- met (stappen) motoren speling vrij wordt aangedreven én
- elektronisch uitgelezen moet worden én
- een absolute code vereist is - dit houdt in dat bij het uitvallen van de spanning de informatie behouden blijft - én
- een redelijk tot hoog oplossend vermogen gevraagd wordt (< 500) of
- hoge eisen aan reproduceerbaarheid gesteld worden én
- geen handige mogelijkheid is om gebruik te maken van referentiepunten.

Hierbij kan onder andere gedacht worden aan monochromatoren, precisie-instelling van manipulators/detectoren en numeriek bestuurd werktuigmachines.

Enige eigenschappen:

- Max. telsnelheid 600 stapper per sec. (3000 omw./min.).
- Max. telvermogen: voorlopig 16383 - onbeperkt uitbreidbaar.
- Absolute, binaire code, TTL.
- Eenvoudige computeraansluiting (CAMAC e.d.).
- Voeding: alleen +5V.
- Passend op elke 30° stappenmotor (Neckar).
- Geen doorlopende motor-as vereist.



Figuur 6. Getalvoorbeeld van de uitlezing bij de Digipost'.