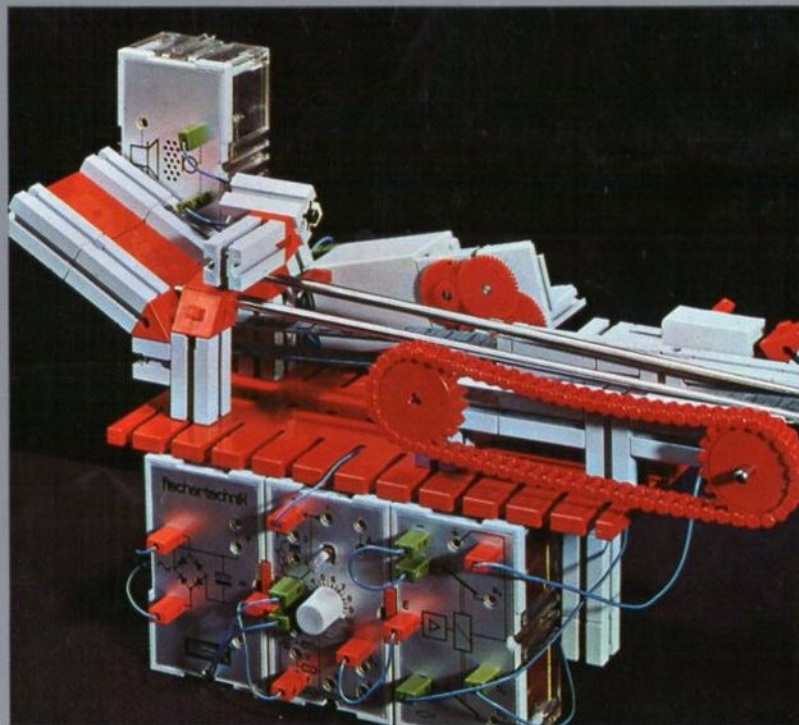


# fischer<sup>®</sup>technik hobby

experimenten en modellen



Art. Nr. 6 39411 7

met hobby 1 + 2 + 3 + 4  
automatiseren met lichtstraalonderbrekers  
vasthouden van impulsen  
besturing met geluid  
min/max regeling  
vertragingsschakeling  
pulsgever · toongenerator

**hobby 4**  
**deel 2**

# fischertechnik<sup>®</sup>hobby

experimenten en modellen

**met hobby 1 + 2 + 3 + 4**

automatiseren met lichtstraalonderbrekers  
vasthouden van impulsen  
besturing met geluid  
min/max regeling  
vertragingsschakeling  
pulsgever · toongenerator

---

**hobby 4**  
**deel 2**



## Voorwoord

In het eerste deel van de hobbyboeken, serie hobby 4 hebben we kennisgemaakt met verschillende basisschakelingen voor het besturen van modellen. We gebruikten daarvoor mechanisch werkende drukknoppen, licht of warmte. Deel 2 bespreekt allereerst een groot aantal interessante besturingsprincipes, vooral op het gebied van de transporttechniek. Vele modelbouwers zullen hun hart op kunnen halen aan de grote verscheidenheid van opgaven. Automatisch transport van goederen is immers een onuitputtelijk onderwerp.

In het tweede deel van dit boek maken we kennis met andere schakelingen van de elektronika basisbouwsteen. We kunnen er signalen mee vasthouden betreffende de lichthelderheid (licht of donker) en korte impulsen. Ook het principe van de minimum-maximum regeling wordt besproken. Hierbij dient een bepaalde grootte, bijv. de temperatuur tussen twee waarden in te blijven. Andere toepassingen van de elektronika basisbouwsteen zijn: vertragingsschakeling met een instelbare vertraging voor in- en uitschakelen, pulsgever en toongenerator.

De kleine verschillen in de schakelsymbolen in deel 1 en deel 2 komen voort uit een verdere aanpassing aan de internationale normen en gebruiken op dit gebied. Dit zal naar wij hopen geen moeilijkheden opleveren.

De tekst in kleine letters geeft een nadere verklaring over de werking van de schakeling. Wie alleen geïnteresseerd is in de toepassingen, kan deze teksten overslaan. Wel vragen we U de schakelingen in de aangegeven volgorde door te nemen omdat steeds wordt

teruggerepen op de ervaring die is opgedaan bij voorgaande schakelingen. De vragen alsmede het tekenen van de schakelschema's en bedradingsschema's geven U de gelegenheid uw kennis te controleren en nog verder uit te breiden.

En nu veel plezier en sukses

Uw



# Inhoud

Elektronische transportband

	pag.		pag.
Voorwoord	2	<u>Minimum—maximumregeling</u>	
<u>Automatiseren met lichtstraalonderbrekers</u>		regeling van de verlichtingssterkte	38
automatische transportband	4	temperatuurregeling	51
dubbele inversie	6	<u>Vertragingsschakeling</u>	
tellen van stuks	8	laden en ontladen van een condensator	52
bewaking van de storthoogte	10	trappenhuis automaat	57
tweetraps transportband	11	bewaking van het toerental	58
automatische stortinstallatie	12	ventilatorschakeling van een kopieerapparaat	60
beveiliging tegen te hoge belading	14	<u>Pulsgever</u>	
kontrole op de stuksgrootte	15	pulsgever met basisbouwsteen en relais	63
<u>Tabellen: schakelingen met 2 lichtstraalonderbrekers</u>	18	geheel elektronische pulsgever	64
<u>Vasthouden van een impuls</u>	19	pulsgever met asymmetrische pulsverhouding	67
vasthouden van een lichtflits	20	klok met impulsbesturing	70
thermische beveiliging	23	tabellen: pulsfrequentie en pulsverhouding	72
vasthouden van een lichtbundelonderbreking	26	toongenerator	73
schuine transportlift bestuurd met licht	27	licht bestuurt de toonhoogte	74
besturing met geluid	32	<u>Dubbelfunctie van de elektronika basisbouwsteen</u>	76
transportband bestuurd met geluid	36	<u>Starten en stoppen met licht</u>	76
tijdmeting met geluid	38	<u>Hobbyboeken »Experimenten en Modellen«</u>	80
uitbreidingen	40		
alarminstallatie met omkeerspiegels	41		
<u>Grenswaardeschakelaar en schakelbreedte</u>	44		

## Automatische transportband

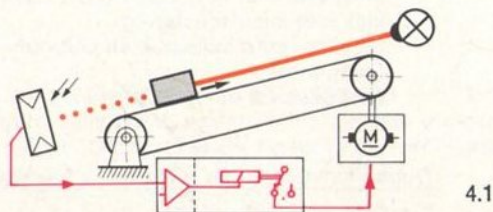
Een transportband die onafgebroken materiaal vervoert heeft alleen aan het begin van de dag te worden aangezet en 's avonds te worden uitgeschakeld. Elektronika is dan alleen nodig voor het tellen van de getransporteerde exemplaren van een produkt of voor het sorteren van grotere en kleinere onderdelen.

Anders wordt het wanneer de transportband dient voor aanvoer van artikelen die op bepaalde momenten nodig zijn. Het is dan de moeite waard een schakelautomaat in te bouwen.

### Motor loopt op »donker«-signaal

De motor van het model (fig. 5.1) loopt alleen zolang een bouwsteen – komend van de glijbaan – de lichtstraal tussen de lamp en de fotoweerstand onderbreekt. De lichtbundel bewaakt in feite de hele lengte van de transportband. Het schema van fig. 4.1 laat dit heel duidelijk zien.

### Diagram



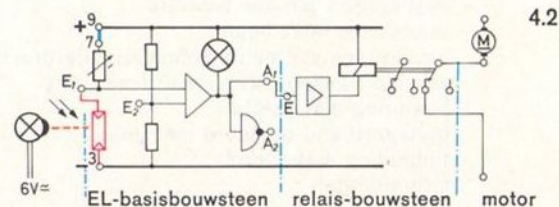
### De bouw van het model

Voor de transportband gebruiken we twee rupsbanden uit de doos hobby 2. Aan de binnenkant strooien we wat talkpoeder; de banden mogen niet te strak worden gespannen.

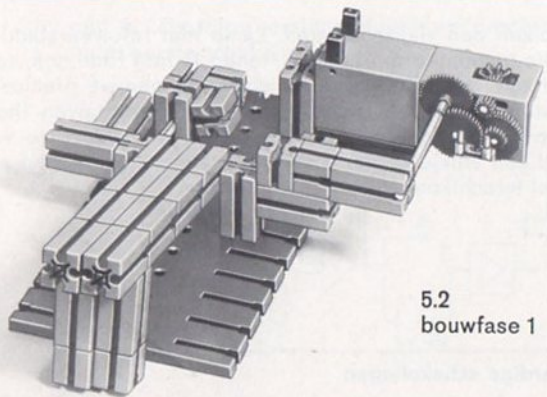
De glijbaan zetten we zo dat een bouwsteen er vanzelf afglijdt op de transportband. Aan de linkerzijde van de band zetten we een as 110 als geleider. De as zit met een dun stukje papier geklemd in de groef van de bouwsteen 15. Langere transportbanden kunnen we van stof maken of van oude binnenbanden in plaats van de rupsbanden. Deze zijn overigens ook los verkrijgbaar onder nummer: fischertechnik 021. De aandrijving en omkering van de langere transportbanden dient met wielen (voorzien van banden) te gebeuren om te voorkomen dat het heengaande en het teruggaande deel van de band tegen elkaar aan gaan lopen.

Als transportgoed gebruiken we voor dit en alle volgende modellen vierkante houten blokjes van 15 x 15 mm. De bouwstenen 15 kunnen we niet gebruiken, door de groef kan licht op de fotoweerstand vallen.

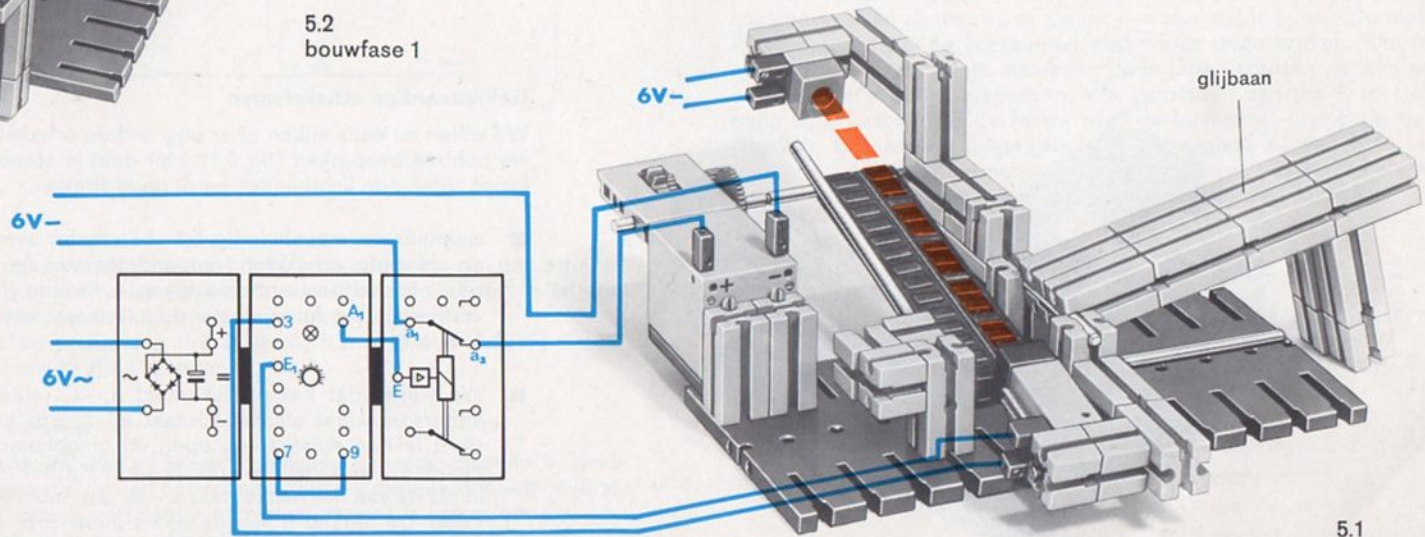
De bedrading doen we volgens fig. 5.1 of naar het onderstaande schema:



De instelling van de draaiknop zal verder geen moeilijkheden geven.



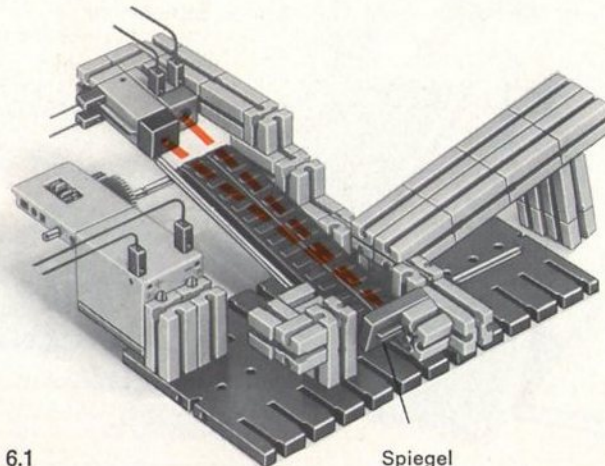
5.2  
bouwphase 1



5.1

## Dubbele inversie

Voordat we ons verdiepen in de technische besturingsproblemen van de signaalinversie, gaan we eerst ons model nog iets verbeteren. Bij het testen van uw model zal het volgende u wel zijn opgevallen. Als de steen toevallig van de glijbaan op de rand van de transportband terecht komt dan wordt de installatie niet ingeschakeld. Dit probleem lossen we als volgt op. Aan het eind van de band monteren we de lamp en de fotoweerstand, aan het begin zetten we een spiegel die het licht weerkaatst (zie fig. 6.1). Nu is de bandbreedte die wordt bestreken veel groter.



6.1

Spiegel

We gebruiken een vlakke spiegel. Lamp met fotoweerstand en de spiegel zijn gemonteerd met bouwstenen 15 met rode nok, zodat zij instelbaar zijn. Het licht van de lenslamp kunnen we precies op de fotoweerstand laten vallen door draaien en verschuiven (hoger of lager) van het spiegeltje. Voor het afstellen houden we voor de weerstand een stukje papier zodat we precies kunnen zien waar de lichtbundel terechtkomt.

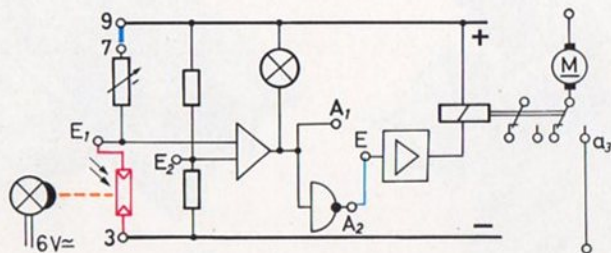
### Gelijkwaardige schakelingen

We willen nu eens kijken of er nog andere schakelingen zijn dan die we hebben besproken (fig. 5.1). Het doel is steeds: de motor moet lopen zolang de lichtbundel wordt onderbroken.

- wanneer we – zoals in fig. 5.1 – de motor over de bussen  $a_1$ – $a_2$  op de trafo schakelen, dan moeten we de ingang E van de relais-bouwsteen met de uitgang  $A_1$  van de EL-basisbouwsteen verbinden. De fotoweerstand sluiten we aan op  $E_1$  en de «–» (= bus 3).
- We weten dat het relaiscontact  $a_1$ – $a_3$  (maakkontakt) precies andersom werkt als het contact  $a_1$ – $a_2$  (rustkontakt). Als  $a_1$ – $a_2$  dicht is dan staat  $a_1$ – $a_3$  open en omgekeerd. Stel dat we de motor willen aansluiten op de trafo via het maakkontakt  $a_1$ – $a_3$  in plaats van het rustkontakt  $a_1$ – $a_2$ , dan moeten we het volgende doen. De ingang E van de relais-bouwsteen sluiten we nu aan op de uitgang  $A_2$  van de EL-bouwsteen.  $A_2$  is namelijk inverteerd.

met  $A_1$ . De fotoweerstand sluiten we precies hetzelfde aan als in de eerste schakeling (zie fig. 7.1).

7.1



### Inversie

We herinneren ons uit hobby 4 deel 1: de omkering van een schakelstand, bijv. onderbreking in plaats van verbinding, of verbinding met de  $-$ pool in plaats van de  $+$ pool noemen we inversie.

Bij de relais-bouwsteen zijn  $a_2$  en  $a_3$  invers met elkaar, bij de EL-basisbouwsteen de uitgangen  $A_1$  en  $A_2$ .

### Dubbele inversie

De tweede schakeling is een voorbeeld van een inversie in tweevoud. Aan het eind van het schema zien we dat een dubbele inversie het uiteindelijke resultaat niet verandert. Het is net zoets als: **het is niet »niet waar«** oftewel: **het is wel waar.**

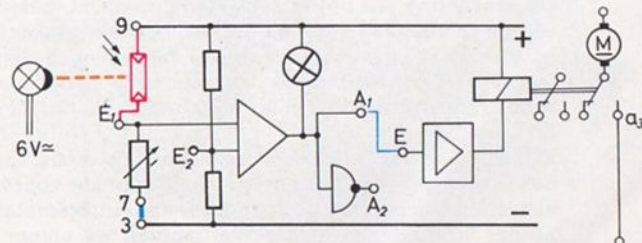
Dit soort schakeltrucs gebruikt men bijv. om bij stroomuitval of een storing in het net een bepaald signaal te verkrijgen. Op dit punt zullen we later dieper ingaan.

### Nog een andere gelijkwaardige schakeling

Er is nog een andere mogelijkheid om inversie toe te passen. We verbinden daartoe de ene draad van de fotoweerstand met de  $»-«$  (bus 9) en niet met de  $»+«$ .

De vrije aansluiting (bus 7) van de instelbare weerstand in de EL-basisbouwsteen sluiten we nu op de  $»-«$  aan, dat is bus 3. De motor loopt dan zolang de lichtbundel niet wordt onderbroken. Om het model weer op de juiste manier te laten lopen moeten we dus nog een tweede inversie toepassen. We verbinden daartoe E met uitgang  $A_1$  en schakelen de motor over de bussen  $a_1$ – $a_3$  op de trafo (fig. 7.2). Een andere mogelijkheid is de uitgang  $A_2$  met E te verbinden. In dat geval dienen we de motor over  $a_1$ – $a_2$  aan te sluiten op de trafo. Het schema daarvoor is gemakkelijk zelf te maken.

7.2





## Tellen van stuks

Transportbanden worden vaak gebruikt om verpakte artikelen (bijv. televisietoestellen in dozen) naar het magazijn te transporteren. Het tellen van de produkten kan elektronisch gebeuren en we kunnen een dergelijk telwerk in ons model opnemen. Als telwerk bouwen we het model zoals beschreven in boek 4-1 of we nemen het fischer-techniek telwerk em 6 (fig. 9.4).

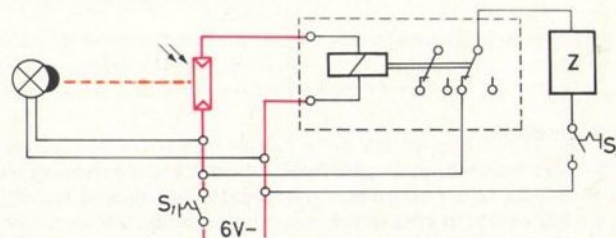
### Inbouw van de lichtstraalonderbreker

Waarschijnlijk vraagt u zich al af waarom in fig. 9.1 de lichtstraalonderbreker, die het telwerk bestuurt, niet in het midden van de band staat. Het voordeel van de plaatsing van de lichtstraalonderbreker aan de bovenkant ontdekken we snel als we gaan testen of het telwerk twee stenen, die precies tegen elkaar aan liggen of voor een deel elkaar overlappen, als 2 stuks telt of slechts voor één. We zien dan dat alleen de afgebeelde konstruktie dit vraagstuk probleemloos oplost.

De aansluiting van de fotoweerstand op de EL-basisbouwsteen, die van de relais-bouwsteen en die van het telwerk kunt u zelf bepalen op grond van de reeds besproken schakelingen. Fig. 9.1 geeft nog een mogelijke relais schakeling. De lamp is om plaatsredenen op twee tussenstekkertjes uit hobby 3 gezet. Zie fig. 9.2 en 9.3.

Wanneer we het telwerk sturen over het relais van hobby 3 dan beschikken we over een lichtstraalonderbreker voor het automatisch aanzetten van de transportband. De ene fotoweerstand blijft daarbij zonder lichtkap, zie fig. 9.1. Wel moeten we ervoor zorgen dat de lichtbron van de ene onderbreker geen invloed heeft op de weerstand van de andere lichtstraalonderbreker.

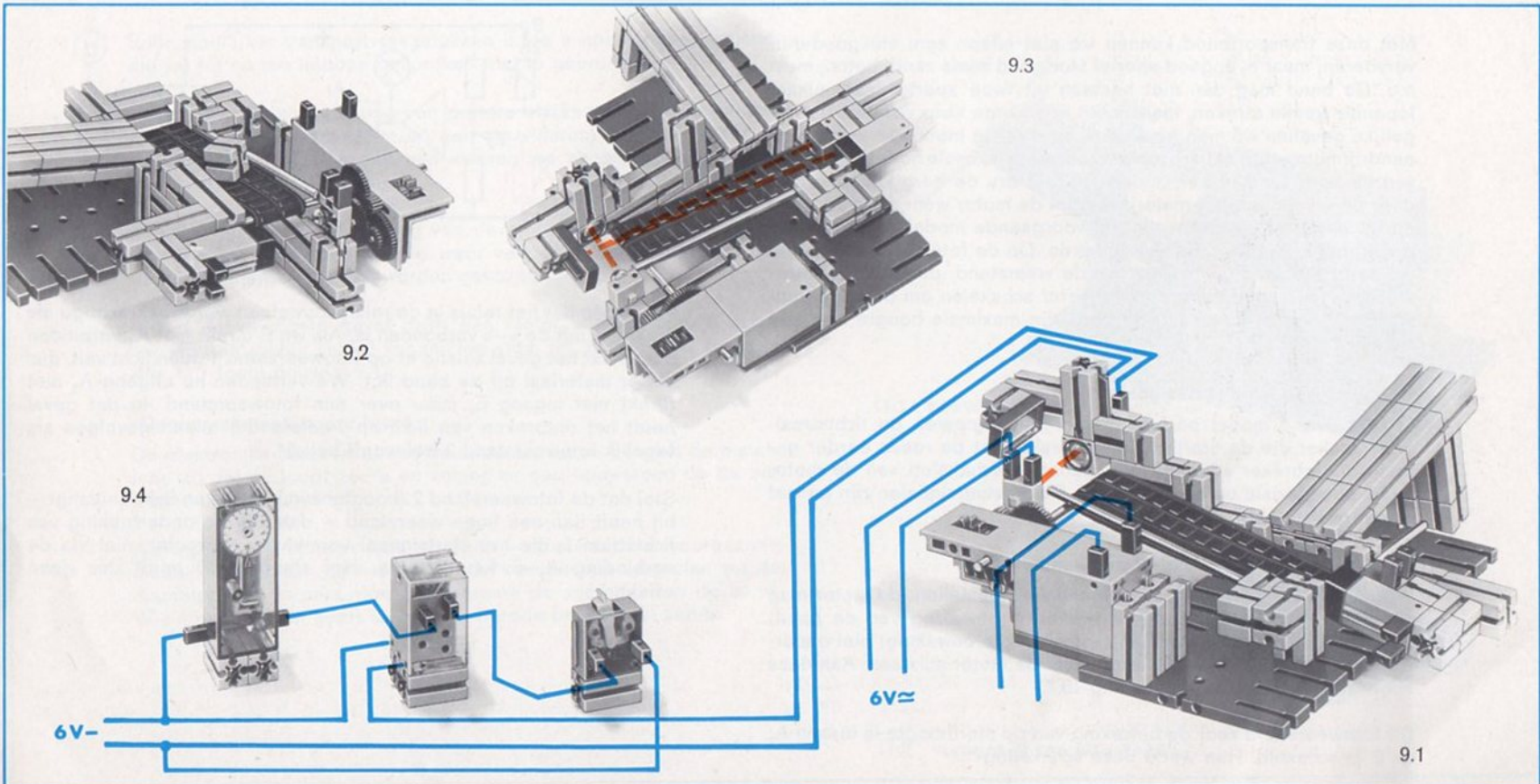
De spiegel moet daarom aan de bovenkant van de band staan (zie fig. 9.3).



8.1

### Probleem bij het inschakelen

Bij het inschakelen van de installatie zou het telwerk een stap verder kunnen schakelen. Om dit te voorkomen zit er in de leiding naar het telwerk een schakelaar  $S_2$ . We schakelen die pas in nadat de hoofdschakelaar  $S_1$  is aangezet.



## Bewaking van de storthoogte

Met onze transportband kunnen we niet alleen zgn. stukgoederen vervoeren, maar evengoed allerlei stortgoed zoals zand, beton, mest e.d. De band mag dan niet bestaan uit twee aparte naast elkaar lopende smalle stroken, maar moet één brede strip vormen. In dergelijke gevallen wil men graag een beveiliging inbouwen waarbij de aandrijfmotor automatisch afslaat zodra de maximale hoogte is bereikt van de berg zand of een andere stof. Zodra de berg kleiner wordt door de afvoer van het materiaal moet de motor weer aanslaan. Om dit te realiseren nemen we in het voorgaande model de lichtstraalonderbreker die het telwerk bestuurd. Op de fotoweerstand zetten we een lichtkap. Hoe moeten we de weerstand, de EL-basisbouwsteen, de relaisbouwsteen en de motor schakelen om de band constant te laten lopen zolang de berg zijn maximale hoogte nog niet bereikt heeft?

### Koppelen van twee stuursignalen

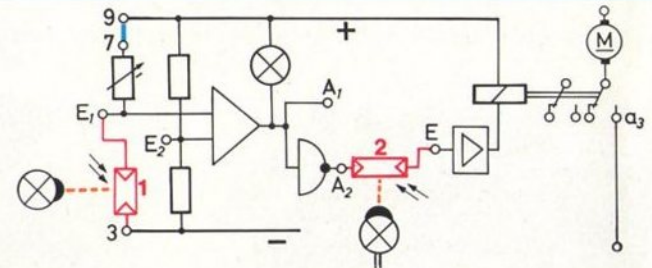
We gaan ons model perfektioneren. We koppelen de lichtstraalonderbreker die de storthoogte bewaakt, met de reeds eerder geteste onderbreker voor het automatisch inschakelen van de motor zodra er materiaal op de band komt. Beide stuursignalen zijn nu met elkaar gekoppeld.

### »Donker«signaal met »licht«signaal: motor loopt

We kunnen voor dit geval de volgende eis opstellen: de motor mag alleen lopen als lichtstraalonderbreker 1 (bewaking van de band) onderbroken is en onderbreker 2 (storthoogte bewaking) niet onderbroken is. In alle andere gevallen moet de motor stilstaan. Aan deze voorwaarde voldoet de schakeling 10.1.

De fotoweerstand voor de bewaking van de storthoogte is tussen  $A_2$  en E geschakeld. Hoe werkt deze schakeling?

10.1



We weten dat het relais in de relaisbouwsteen wordt bekrachtigd als ingang E met de »-« verbonden is. Als we E direkt met  $A_2$  verbinden dan is dat het geval zolang er op fotoweerstand 1 geen licht valt, dus als er materiaal op de band ligt. We verbinden nu uitgang  $A_2$  niet direkt met ingang E, maar over een fotoweerstand. In dat geval heeft het ontbreken van licht op weerstand 1 alleen gevolgen als tegelijk fotoweerstand 2 **wel** wordt belicht.

Stel dat de fotoweerstand 2 (hoogtebewaking) geen licht ontvangt – hij heeft dan een hoge weerstand – dan kan de onderbreking van lichtstraal 1, die het startsignaal vormt voor de motor, niet via de verbinding  $A_2$ -E functioneren. Het stuursignaal heeft dus geen effect.

# Twee-traps transportband

Voor moeilijker transportvraagstukken is de simpele transportband die we tot nu toe hebben besproken niet te gebruiken.

Neem bijv. de overbrugging van grotere afstanden, het overwinnen van grote hoogteverschillen en een verandering van de transportrichting; al dit soort problemen kunnen we alleen met meertraps transportbanden oplossen.

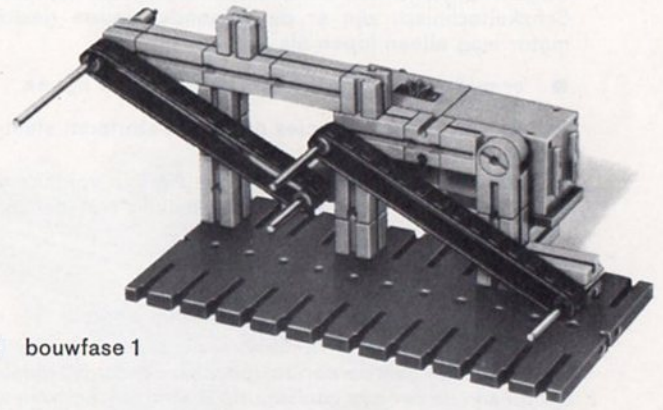
Meestal gaat bij de overgang van de ene op de andere trap een deel van de gewonnen hoogte weer verloren. (Een reden waarom zo lang mogelijke banden worden gekozen).

In het eenvoudigste geval drijft één motor verscheidene banden aan. Een dergelijk model kunnen we vlg. fig. 13.1 en 13.2 bouwen (fig. 11.1 toont bouwfase 1).

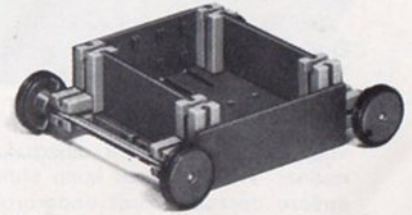
**»Donker«signaal: motor loopt**

De elektronika bestuurt alleen de onderste band. Schakel de installatie zo dat ze loopt zodra en zolang er een bouwsteen op de onderste band ligt.

Aanwijzing: de banden lopen nu niet – zoals bij het voorgaande model – direkt om de assen. Met de klembussen vergroten we de diameter van de aandrijfjas en daarmee de snelheid van de band. Wie 4 rupsbanden heeft kan er een tweede band naast zetten.



11.1 bouwfase 1



11.2 voorbeeld van een wagen

## Automatische stortinstallatie

We gaan ons model nu uitbreiden tot een automatische stortinstallatie. Dergelijke installaties gebruikt men voor het laden van vrachtwagens en de bakken van kabelbanen, of voor het storten van beton. Schakeltechnisch zijn er de volgende nieuwe gezichtspunten: de motor mag alleen lopen als

- er materiaal op de eerste transportband ligt en
- de vrachtwagen precies onder het stortpunt staat.

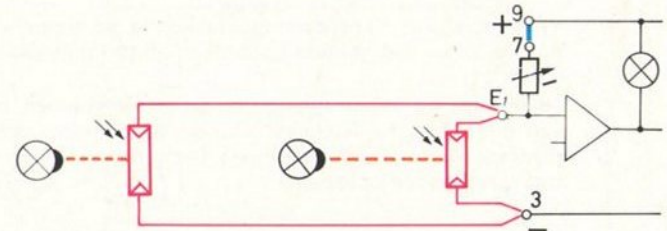
Er moet dus aan twee voorwaarden worden voldaan om de band te laten lopen. We hebben weer te maken met de koppeling van 2 stuursignalen.

### Donkersignaal en donkersignaal: motor loopt

Lichtstraalonderbreker 1, behorende bij de eerste transportband, controleert of aan de eerste voorwaarde wordt voldaan. Om te zien of ook aan de tweede voorwaarde is voldaan, bouwen we een tweede lichtstraalonderbreker in. De vrachtwagen mag de lichtbundel alleen onderbreken als hij op de juiste plaats staat. We plaatsen daartoe rechts en links van de installatie resp. een lamp en een fotoweerstand.

De schakeling komt overeen met die van de ponsbandlezer uit boek 4-1. De beide fotoweerstanden schakelen we in dit geval parallel (zie fig. 12.1). De motor wordt over  $a_1$  en  $a_2$  aangezet. De draaiknop stellen we zo af dat belichting van één weerstand niet voldoende is voor de omschakeling. Deze schakeling heeft één nadeel. Wanneer een lamp stukgaat of een lichtbundel door een andere oorzaak wordt onderbroken, dan werkt de installatie niet goed.

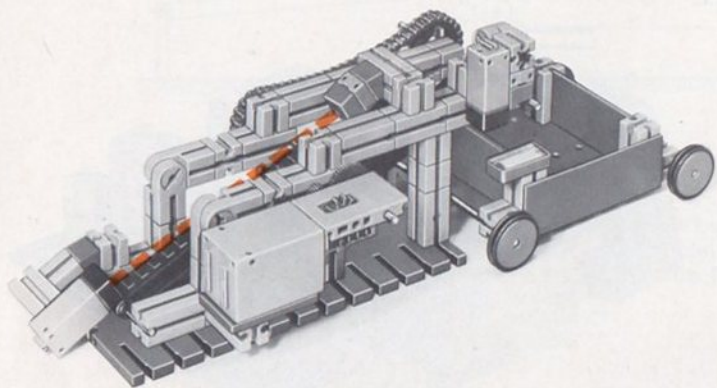
12.1



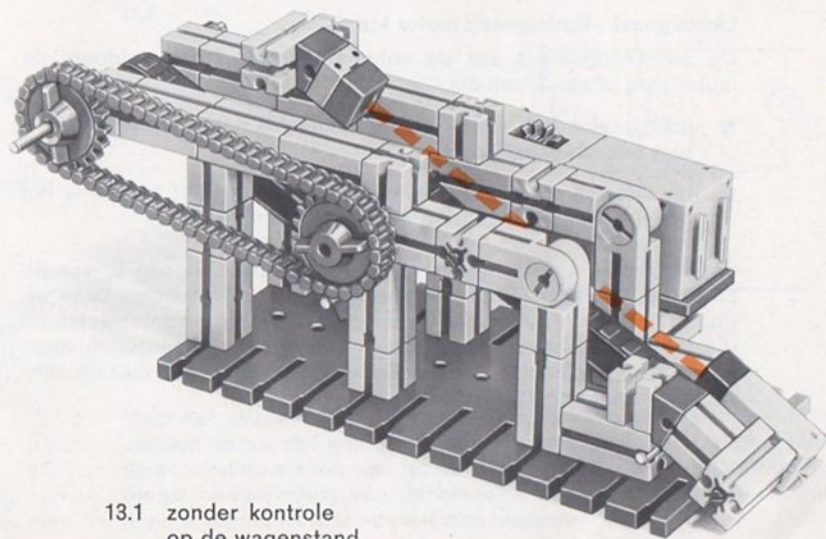
### Donkersignaal en lichtsignaal: motor loopt

We zoeken daarom een betere oplossing ter controle of er een wagen op de juiste plaats staat. We hebben een schakeling nodig waarbij de motor alleen loopt als er licht op weerstand 2 valt en de lichtbundel van weerstand 1 tegelijk onderbroken is. Deze schakeling kennen we. Wie daar zin in heeft kan zelf het schema ontwerpen, en aan de hand daarvan het model bedraden. (In het andere geval nemen we het schema van pag. 10.)

De lamp voor het »wagen op de juiste plaats« stuursignaal kunnen we natuurlijk zonder meer op de wagen monteren. Eleganter is het de lamp en de fotoweerstand op het onderstel van de transportinstallatie te zetten. Op de bovenkant van de wagen plaatsen we een spiegel die op het goede moment de lichtbundel reflecteert. Fig. 13.2 laat een van de mogelijkheden zien.



13.2 achterzijde  
(met spiegel voor controle  
van de juiste stand)



13.1 zonder controle  
op de wagenstand

## Beveiliging tegen te hoge belading

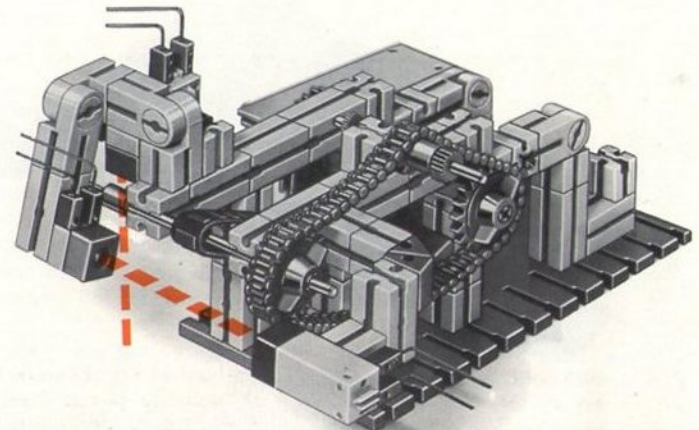
We kunnen onze installatie nog verder automatiseren. De lichtstraalonderbreker 1, van de onderste band, gaan we nu voor een ander doel gebruiken. Het signaal ervan moet de motor afzetten zodra de wagen vol is. Lichtstraalonderbreker 2 (met de spiegel op de wagen) houdt daarbij z'n oude functie. Een dergelijke besturingsschakeling gebruikt men voor installaties die doorlopend wagens laden en waarbij steeds voldoende stortgoed voorhanden is.

### Lichtsignaal + lichtsignaal: motor loopt

De schakeling moet aan de volgende voorwaarden voldoen: de motor mag alleen lopen als

- lichtstraalonderbreker 1, die de lading van de wagen controleert, niet onderbroken wordt en
- de fotoweerstand 2 eveneens licht ontvangt. Dit laatste is het geval wanneer de auto op de juiste plaats staat.

We schakelen beide weerstanden in serie op de ingang E, van de EL-basisbouwsteen. Bedradingsschema en schakelschema laten we graag aan u over. Voor het bevestigen van lamp en fotoweerstand (lichtstraalonderbreker 1) hebben we een paar bouwstenen meer nodig dan er in hobby 1 zitten. Deze zijn te verkrijgen met de aanvullingsverpakking fischertechnik 01.

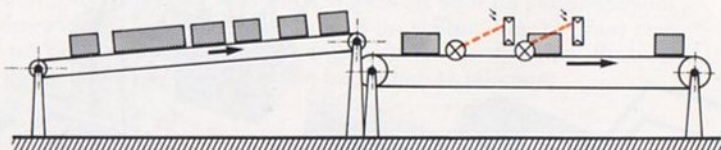


14.1

## Kontrolle op de stuksgrootte

Vaak is het noodzakelijk om volautomatisch de grootte van onderdelen of hun positie op de transportband te controleren. Dit is het geval bij de toevoer van onderdelen, schroeven, bouten e.d. naar montage-automaten. De transportband vlg. fig. 15.1 heeft een controle-inrichting die test of de band niet te grote bouwstenen meevoert. Het model staat op blz. 16 afgebeeld.

15.1



### 2 lichtstraalonderbrekers

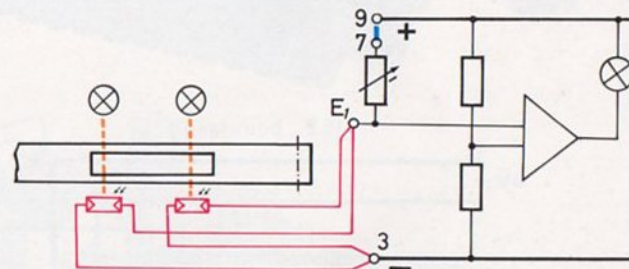
De afstand tussen de beide onderbrekers — die langs de band staan — is zo gekozen dat een grote bouwsteen beide lichtbundels tegelijk onderbreekt. De schakeling zelf is reeds bekend, beide fotoweerstanden moeten we parallel schakelen.

### Ongelijke bandsnelheden

Maar ook twee kleine stenen kunnen als één grote werken, namelijk als zij tegen elkaar aanliggen of gedeeltelijk naast elkaar (overlappen). We moeten daarom nog een trukje toepassen. Transportband 2, waarop de test plaatsvindt, laten we veel sneller lopen dan band 1. We bereiken dit door de ketting-aandrijving en door de

diameter te vergroten van de aandrijfas voor band 2. De grotere diameter is heel simpel te verkrijgen. Op de aandrijfas van band 2 zetten we een klembus. Transportband 2 voert de stenen dan sneller af dan band 1 ze toevoert.

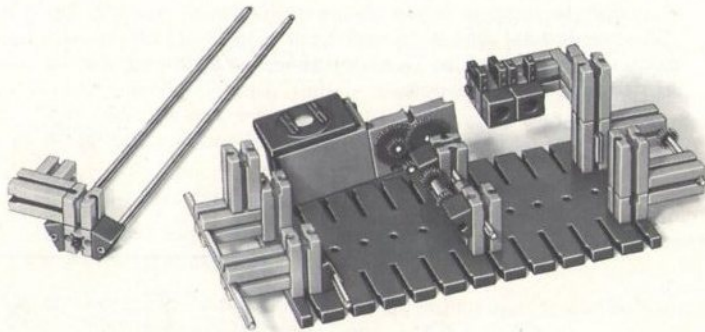
15.2



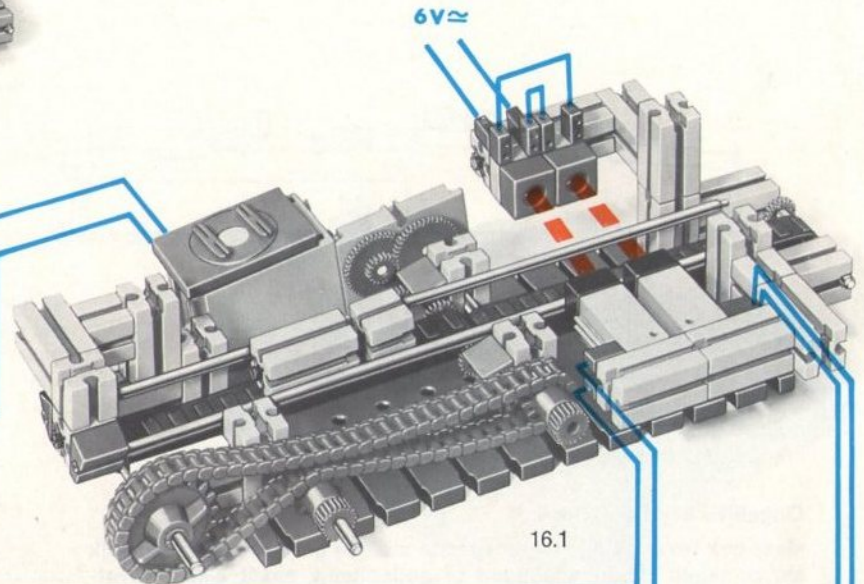
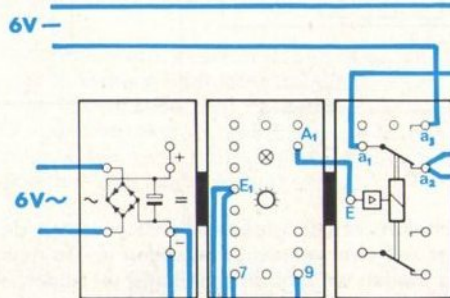
Voor het uitzoeken van te grote onderdelen stopt de motor automatisch. Bouw zelf een waarschuwingslamp in. De gevoeligheid van de schakeling stellen we met de draaiknop in. Alleen bij een gelijktijdige onderbreking van de beide lichtbundels mag het controlelampje van de EL-basisbouwsteen uitgaan.

Op welke wijze we te kleine onderdelen elektronisch kunnen sorteren, wordt in een volgend boek beschreven.





16.2 bouwphase 1

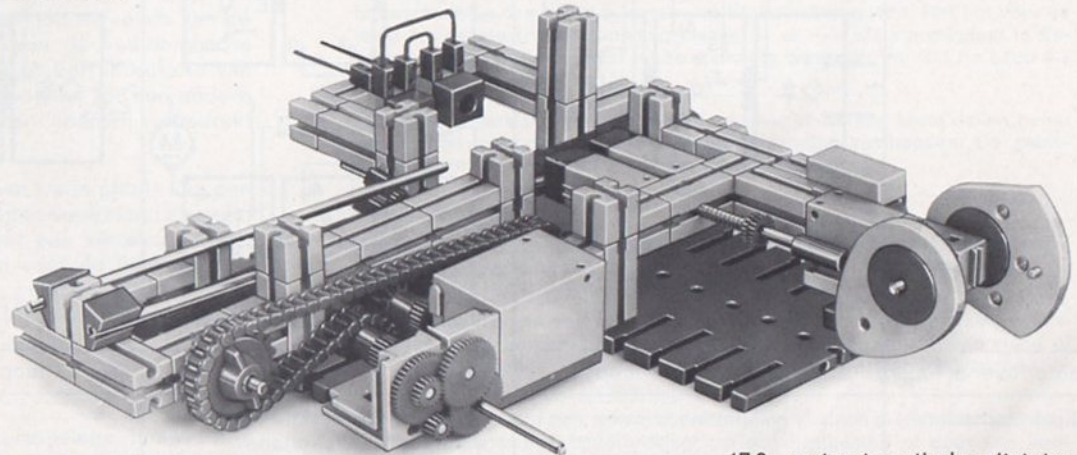
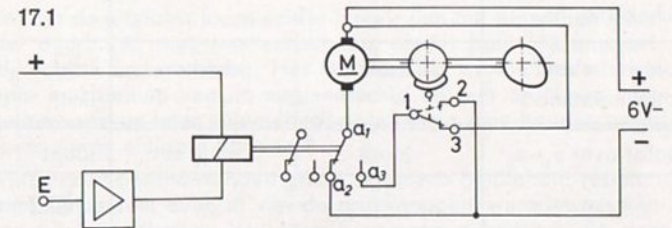


16.1

### Automatisch uitstoten

Met een tweede motor kunnen we het model voorzien van een automatische uitstoter van een te groot onderdeel (zie fig. 17.2). Dit gebeurt met een nokkenschijf. Na één omwenteling moet de schijf weer stilgezet worden. Op de as van de minimotor zit daarom behalve de nokkenschijf die de uitstoter bedient, ook een ft. segmentschijf die de minimotor na één omwenteling van de as automatisch uitschakelt.

Omdat de snelheid van de uitstoter groot is moeten we de motor met een zgn. »snelstop« afzetten. Dit gebeurt door de stroomtoevoer te verbreken en tegelijk de motor kort de sluiten. Fig. 17.1 laat zien hoe we de aandrijving van de uitstoter kunnen schakelen. Probeer zelf het hele schakelschema en de bedrading te tekenen.



17.2 met automatische uitstoter

# Schakelingen met twee lichtstraalonderbrekers

De aparte schakelingen kennen we nu. De tabel vergemakkelijkt de keuze van de juiste schakeling voor eigen modellen.

schakeling nr.	1		2+3				4				5			
	licht	donker	licht	licht	donker	donker	licht	licht	donker	donker	licht	licht	donker	donker
fotowerstand 1 fotowerstand 2	—	—	licht	licht	donker	donker	licht	licht	donker	donker	licht	licht	donker	donker
motor over a <sub>1</sub> -a <sub>3</sub>	loopt	staat stil	loopt	staat stil			staat stil		loopt	staat stil		loopt	staat stil	
motor over a <sub>1</sub> -a <sub>2</sub>	staat stil	loopt	staat stil	loopt			loopt		staat stil	loopt	staat stil	loopt		
Bijzonderheden	—		Schakeling 3 werkt alleen wanneer fotowerstand 2 sterk wordt belicht.								Schakeling 5 werkt alleen wanneer fotowerstand 2 sterk wordt belicht.			

## Impuls opslag

De EL-basisbouwsteen kunnen we op vele andere manieren gebruiken. We zullen ze stuk voor stuk bespreken. Allereerst het volgende probleem. Een stuursignaal, bijvoorbeeld een lichtflits op een fotoweerstand of de korte onderbreking van een lichtbundel, zouden we elektronisch willen vasthouden, bewaren. De technicus zegt: »de puls wordt opgeslagen«.

Ook met drukknoppen kunnen we dergelijke pulsen geven. We spreken van drukknoppen en bedoelen dan het onderdeel. In schakelingen waar het alleen om een functie gaat, wordt gesproken over kontakten. Let op: een schakelaar blijft altijd staan in de stand waarin hij wordt gezet. Een drukknop valt altijd terug in zijn oorspronkelijke stand zodra we hem loslaten. Een drukknop kan een maakcontact of een verbreekkontakt – dat is zijn functie – zijn.

De opslag met behulp van relaiskontakten kennen we reeds van de houdschakelingen in boek 4-1, pag. 18, en van de »automatische blokkering« eveneens uit boek 4-1, pag. 46. Het kort indrukken van een »aan«-drukknop werd net zo lang vastgehouden tot een andere drukknop, die we »uitwisser« zouden kunnen noemen, ingedrukt werd.

Met behulp van de EL-basisbouwsteen kunnen we in plaats van een »aan«-drukknop, een fotoweerstand of een warmte-weerstand als pulsgever nemen. We kunnen daarmee bijv. door een korte onderbreking van een lichtbundel een transportband voor de hele dag (of voor 3 minuten) inschakelen. Het stopzetten gebeurt 's avonds met de hand, een knop indrukken is voldoende. Met een tijdschakelklok gaat het automatisch, bijv. na 3 minuten.

### Voorbeeld: automatisch uitstoten

Ook ons laatste model werkte met een »pulsopslag«, hoewel niet elektronisch. Waarschijnlijk zal het u ook niet zijn opgevallen. De

motor voor de uitstoter loopt echter langer dan het eigenlijke stuursignaal duurt. ( $A_1$  met »-« verbonden, omdat beide lichtbundels tegelijk waren onderbroken). Het stuursignaal werkte dus als een puls die met behulp van de segmentschijf en een drukknop vastgehouden werd en later automatisch opgeheven. Hoe houden we nu een puls zuiver elektronisch vast?

We willen onze beschouwingen graag algemene geldigheid verlenen en stappen daarom even af van de drukknoppen, warmteweerstanden en fotoweerstanden. We gaan begrippen gebruiken, die daar bovenuit gaan.

### Grensspanning

Laten we ons wat meer gaan verdiepen in de kenmerken van de elektronika bouwstenen en dan in het bijzonder de EL-basisbouwsteen. Het ligt voor de hand om de elektrische spanning tussen  $E_1$  en »-« als stuursignaal te beschouwen. Of, wat even juist is, de spanning tussen  $E_1$  en »+«. (In boek 4-1 is daar nader op ingegaan.)

Met onze EL-basisbouwsteen kunnen we naar keuze een korte daling beneden of een overschrijding van een grensspanning vasthouden. De grensspanning zelf kunnen we met de draaiknop instellen.

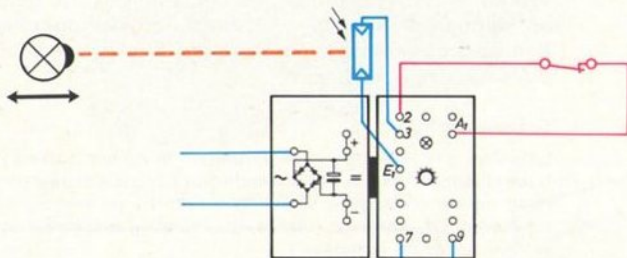
### Grensweerstand

We kunnen het vasthouden van signalen (afkomstig van fotoweerstanden, warmteweerstanden enz.) ook beschouwen vanuit het gezichtspunt van de grensweerstand. We maken dan onderscheid tussen:

- vasthouden van een kortstondige daling beneden een bepaalde grensweerstand tengevolge van bijv. een lichtflits op een fotoweerstand of de kortstondige verwarming van een warmteweerstand boven een ingestelde maximum temperatuur;
- vasthouden van een enkele overschrijding van een grensweerstand door een kortstondige onderbreking van een lichtbundel of door een kortstondige daling beneden een bepaalde minimum temperatuur.

## Vasthouden van een lichtflits

We bouwen de schakeling zoals getekend in fig. 20.1. De rood getekende verbinding tussen  $A_1$  en de bus 2 laten we voorlopig weg.



20.1

### Proef zonder vasthouden

Zet nu de draaiknop in stand 1 of 2, de schakeling is dan laaggevoelig. We brengen het lampje nu afwisselend naar de fotoweerstand toe en er vanaf. Het signaallampje van de EL-basisbouwsteen zal branden en een via  $A_1$  en E aangesloten relais wordt bekrachtigd, zolang er genoeg licht op de weerstand valt. Dat betekent als de lamp maar dicht genoeg bij de fotoweerstand staat. De betekenis

van »zolang« wordt nog duidelijker als we zeggen: »zolang en slechts zolang als«. Het signaallampje zal namelijk overeenkomend met de hoeveelheid licht op de fotoweerstand afwisselend branden of uit zijn.

### Vasthouden

We verbinden nu uitgang  $A_1$  met bus 2, het beste is om tegelijk een »verbreek« drukknop in de verbinding op te nemen (zie fig. 20.1). We herhalen nu het experiment. Het signaallampje gaat branden zodra de lamp dicht genoeg bij de fotoweerstand is gekomen.

Maar als we de lamp nu weghalen blijft het signaallampje branden. Zelfs als we de verbinding met de fotoweerstand verbreken, zal het signaallampje niet uitgaan. De impuls opgewekt door het licht wordt dus vastgehouden, opgeslagen.

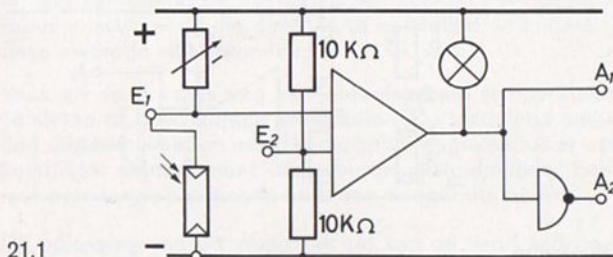
### Opheffen

We verbreken nu de verbinding  $A_1$ -2 even door de »verbreek«-drukknop in te drukken. Het signaallampje gaat uit en het vasthouden van de puls is opgeheven. Vooropgezet natuurlijk dat we op dat moment de fotoweerstand niet fel belichten.

Met deze schakeling kunnen we een zeer korte lichtflits — beter gezegd de puls daarvan — bewaren. We kunnen er bijv. mee vaststellen of iemand het licht in onze kamer heeft aangedaan terwijl we uit waren, of dat een schuiflade werd geopend tijdens onze afwezigheid.

### Signaalversterker

Laten we nu de schakeling eens wat nauwkeuriger bekijken. We weten nu dat de EL-basisbouwsteen een signaalversterker bevat. Voor de stand van uitgang  $A_1$  – en daarmee van het signaallampje – zijn alleen maatgevend de spanningen die op de beide ingangen  $E_1$  en  $E_2$  staan.



21.1

Het punt  $E_2$  ligt in het midden van de spanningsdeler die uit twee weerstanden van elk  $10\text{ k}\Omega$  bestaat. Omdat beide weerstanden even groot zijn is de spanning tussen punt  $E_2$  en «-» ongeveer de helft van de spanning tussen «+» en «-».

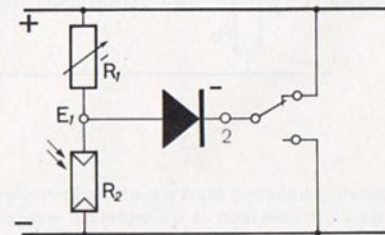
Als bus  $E_1$  negatiever is dan bus  $E_2$  dan brandt het signaallampje en is de uitgang  $A_1$  praktisch verbonden met de «-» pool. Is daarentegen  $E_1$  positiever dan  $E_2$  dan heeft uitgang  $A_1$  praktisch een verbinding met de «+» pool. Het signaallampje brandt niet. In beide gevallen maakt het niets uit of  $E_1$  maar een heel klein beetje negatiever of positiever is dan  $E_2$  of dat het verschil erg groot is.  $E_1$  zou direkt met de «-» of de «+» verbonden kunnen worden. U kunt dit zelf controleren met de schakeling. (Wie de achtergronden nog eens precies wil doorlezen kan deze vinden in boek 4-1, pag. 64–67.)

### Schakelen van een diode op de ingang

Na deze korte herhaling over het principe van de signaalversterker willen we graag iets zeggen over de werkwijze van de diode. Deze halfgeleider kennen we al van de gelijkrichter-bouwsteen. De diode laat de stroom in de ene richting door en blokkeert stroom in de tegenovergestelde richting. Anders gezegd, al naar de polariteit van de aangelegde spanning zal de diode hoog – of laagohmig worden en heeft dan een hoge of een lage weerstand.

Hoe werkt nu een diode die we parallel schakelen met een van de twee weerstanden in de spanningsdeler voor  $E_1$ ? Met welke weerstand en hoe gepoold zult u vragen, want er zijn 4 mogelijkheden. We sluiten nu, in onze gedachten, de diode aan vlg. fig. 21.2. De ene aansluiting van de diode wordt met  $E_1$  verbonden. De andere, met een streepje (-) gemerkte pool kunnen we naar keus aansluiten op de «+» of de «-».

21.2



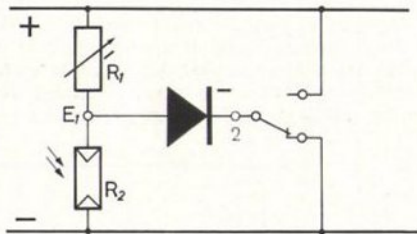
### «-» aansluiting van diode op de «+»

Als de «-» aansluiting van de diode met de «+» leiding is verbonden (zoals in fig. 21.2) dan kan er door de diode geen stroom lopen. De diode werkt dus alsof er geen verbinding is. Door de diode kan alleen een stroom vloeien wanneer zijn «-» aansluiting verbonden is met een punt dat negatiever is dan het punt waarop zijn andere aansluiting is aangesloten.

### »-« aansluiting van de diode op de »-«

Verbinden we de »-« aansluiting van de diode met de »-« leiding van de schakeling dan kan er wel een stroom door de diode lopen. Hij overbrugt dan de weerstand  $R_2$  die we in dit geval net zo goed kunnen verwijderen. Punt  $E_1$  is hier praktisch met »-« verbonden.

22.1

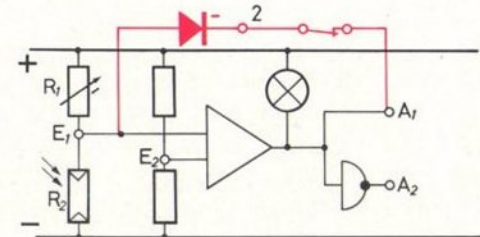


De besproken schakeling kunt u meteen controleren. In de normale schakeling van de EL-bouwsteen is de onderste weerstand  $R_2$  van de spanningsdeler voor punt  $E_1$  onze fotoweerstand. De bovenste weerstand  $R_1$  is ingebouwd en de grootte ervan kunnen we met de draaiknop instellen. De diode is eveneens ingebouwd en de gewenste polariteit reeds op  $E_1$  aangesloten. De »-« aansluiting van de diode zit op bus 2. Als we deze bus verbinden met de »-« leiding dan krijgen we de schakeling van fig. 22.1. Het signaallampje moet nu gaan branden, onafhankelijk van de stand van de draaiknop en de belichting van de fotoweerstand. Verbinden we bus 2 met de »+« dan mag de schakeling niet veranderen. In dit geval krijgen we fig. 21.2.

### »-« aansluiting van de diode op $A_1$

We zetten nu de »-« van de diode (bus 2) op de uitgang  $A_1$  van de signaalversterker (fig. 22.2). Technisch heet dat: de uitgang  $A_1$  over een diode terugkoppelen op de ingang  $E_1$ .

22.2



### Werkwijze

Zolang  $A_1$  praktisch met »+« is verbonden, blijft de diode werkloos. Maar zodra  $A_1$  met »-« wordt verbonden (het signaallampje licht op) dan zal ook punt  $E_1$  praktisch met de »-« zijn verbonden. Onafhankelijk van de ingestelde waarden voor  $R_1$  en  $R_2$ .

### Opheffen

Pas nadat we de verbinding tussen  $A_1$  en  $E_1$  hebben onderbroken komt op  $E_1$  weer de oorspronkelijke spanning. Deze is het resultaat van de verhouding tussen de beide weerstanden  $R_1$  en  $R_2$ . Neem zelf de proef en stel vast dat door een korte belichting van de fotoweerstand het signaallampje permanent blijft branden. Willen we het vastgehouden signaal opheffen dan onderbreken we de verbinding tussen  $A_1$  en bus 2. In besturingsschakelingen die veel worden gebruikt plaatst men een „uit“-of verbrukdrukknoop in de terugkoppeling. Een druk op de knop is dan voldoende om de schakeling weer in z'n beginstand te zetten.

## Thermische Beveiliging

Grote elektromotoren, verwarmingen en andere dure installaties (met of zonder ventilatoren) moeten beveiligd worden tegen het overschrijden van hun maximum temperatuur. Bij de fischertechnik-netvoedingsapparaat wordt de stroomkring verbroken als de temperatuur te hoog wordt door overbelasting. Daalt de temperatuur weer voldoende dan schakelt de netvoedingsapparaat automatisch weer in. Dat kan omdat de overbelasting meestal het gevolg is van een foutieve schakeling die direkt is te herstellen. In andere gevallen is deze methode niet afdoende.

Vaak zit de oorzaak van een ontoelaatbare temperatuurstijging in versleten of beschadigde onderdelen. De installatie moet dan worden uitgeschakeld en een alarmsignaal gegeven tot er een monteur komt. Het signaal moet dus worden vastgehouden. Een apparaat met een dergelijke functie heet een temperatuurwaker.

De oplossing van dit vraagstuk zal aan de hand van de tot nu toe besproken schakelingen geen probleem zijn, het is het principe van de houdschakeling. Als sensor gebruiken we nu niet een fotoweerstand, maar de warmteweerstand.

De warmteweerstand krijgt een lagere weerstand bij een stijgende temperatuur. In de schakeling in boek 4-1, zien we hoe bij overschrijding van een grenstemperatuur het relais in de relaisbouwsteen wordt bekrachtigd. Het signaallampje van de EL-bouwsteen licht op. Door verwarming van de warmteweerstand is zijn weerstand namelijk beneden een bepaalde waarde gedaald. Deze stand van zaken kunnen we op dezelfde manier vasthouden als bij een lichtflits; heel simpel met een verbinding tussen  $A_1$  en bus 2.

Fig. 25.1 geeft van deze temperatuurwaker een toepassing, het is een droogoven met ventilator. Als verwarming nemen we twee lenzenlampen en twee kogellampen (fig. 24.1).

Zolang de ventilator de warme lucht in de schacht omhoog stuwt, blijft direkt boven de lampen de temperatuur beneden het toegelaten maximum. Stel nu dat de motor uitvalt of dat de droogschacht van boven wordt afgesloten (fig. 25.1), dan stijgt de temperatuur boven de toegestane waarde. De temperatuurwaker moet dan twee dingen doen: Automatisch de verwarming permanent uitgeschakeld houden en bovendien een alarmsignaal geven. Bij het model is dit door een rode lamp aangegeven.

### De bouw van het model

Bouw het model zo nauwkeurig mogelijk na aan de hand van de afbeeldingen. De ventilatorbladen moeten krap in de schacht passen. De warmteweerstand (voortaan spreken we van NTC-weerstand) moet precies horizontaal staan en niet te hoog boven de lampen.



### Instellen van de grenstemperatuur

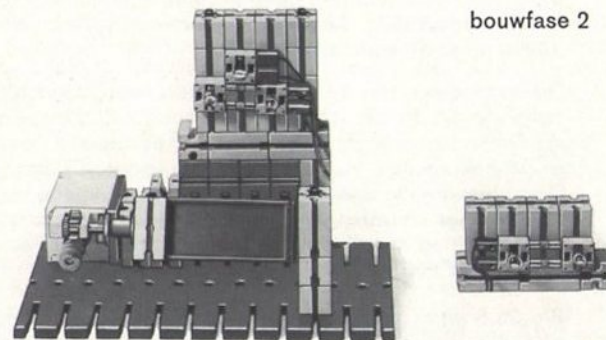
Bij het instellen laten we de lampen konstant branden. We verbinden daartoe  $a_1-a_2$  met een kabeltje. De verbinding  $A_1-2$  vergeten we nog even. Omdat de installatie, zoals bij elke verwarming, enige tijd nodig heeft om op temperatuur te komen, moeten we een paar minuten wachten voor we de »uitschakel«temperatuur kunnen instellen. Pas daarna is er een zeker thermisch evenwicht.

We draaien nu de draaiknop van 10 terug tot het signaallampje net niet meer brandt. Dit punt moeten we zeer zorgvuldig bepalen, de temperatuur in de oven stijgt namelijk maar heel weinig wanneer we de luchtcirkulatie in de schacht onderbreken. Zodra we de ventilator uitschakelen of de opening aan de bovenkant afdekken, moet na enige seconden het signaallampje gaan branden. Als dit het geval is dan staat de draaiknop goed. Nu controleren we of het lampje na  $\pm 30$  sek. tot een minuut weer uitgaat als we de ventilator aanzetten en de opening aan de bovenkant vrij maken. Met enig geduld is het juiste punt snel te vinden.

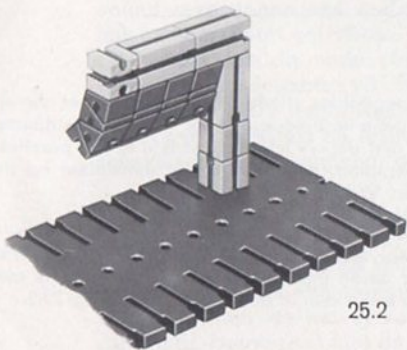
Nadat we de juiste grenstemperatuur hebben ingesteld nemen we de aansluiting  $a_1-a_2$  weg en verbinden we bus 2 met  $A_1$ . Een alarm-lamp of een bel kunnen we over  $b_1-b_3$  op de trafo aansluiten.

Ook diepvrieskasten en koelhuizen moeten dergelijke temperatuurwakers hebben. De koeling wordt in die gevallen niet geheel uitgeschakeld, maar de overschrijding van de grenstemperatuur wordt geregistreerd. In grote installaties zal ook de tijdsduur van de afwijking worden genoteerd.

Een schakelschema en de bedrading kunt u vinden in boek 4-1 pag. 76. De terugkoppeling geschiedt als in de schakeling op pag. 20.

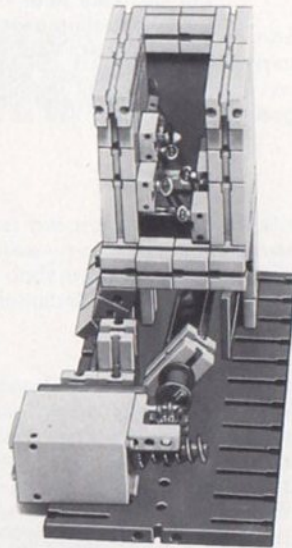


bouwfase 2



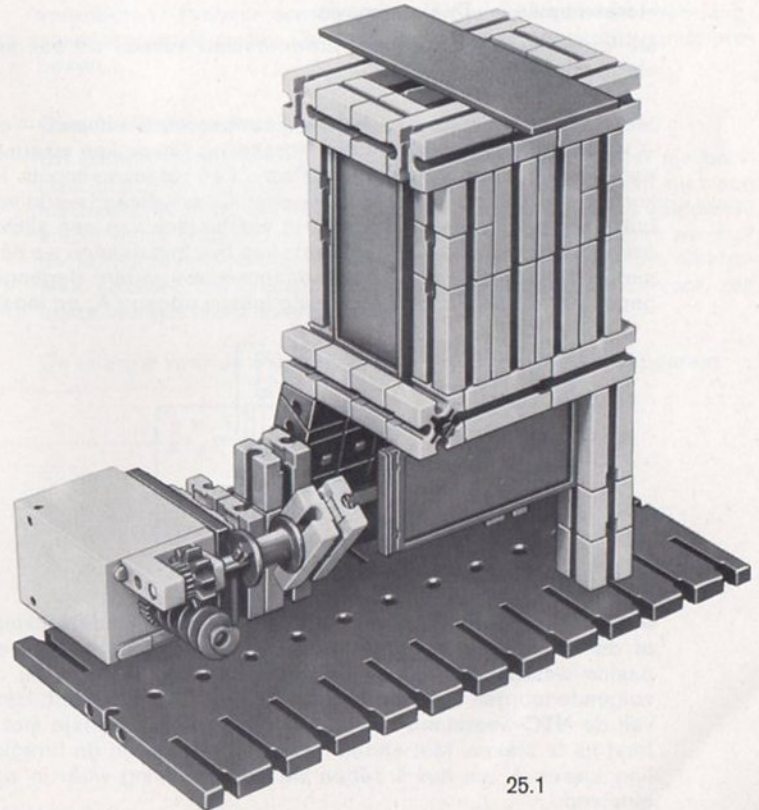
bouwfase 1

25.2



25.3

bouwfase 3



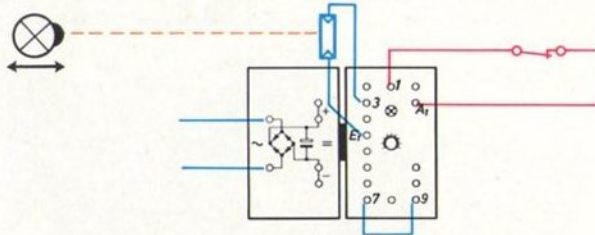
25.1

## Vasthouden van een lichtbundel-onderbreking

### »Licht«impuls – »Donker«impuls

De korte belichting van een fotoweerstand kunnen we ook als een »licht«impuls beschouwen.

Met de laatst besproken schakeling kunnen we die impuls – of puls – vasthouden. We gaan nu een schakeling bespreken waarmee we een »donker«impuls kunnen opslaan. Een »donker«impuls is een korte onderbreking van een lichtbundel. De schakeling werkt volgens hetzelfde principe als die voor het vasthouden van een »licht«puls (pag. 20). Er is dit verschil: in plaats van bus 2 verbinden we nu bus 1 met  $A_1$  (fig. 26.1). We schakelen daarmee een andere (teggengesteld gepoolde) diode als terugkoppeling tussen uitgang  $A_1$  en ingang  $E_1$ .

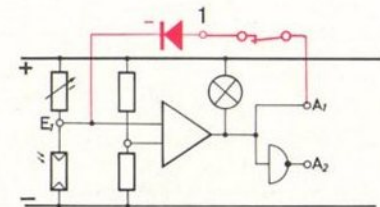


26.1

Met deze schakeling houden we een lichtbundelonderbreking vast of de temperatuursdaling van een NTC-weerstand onder een bepaalde waarde. Zo kunnen we bijv. een schakeling maken om de volgende morgen te kijken of het 's nachts gevoren heeft. Het ijkje van de NTC-weerstand doen we door deze in een bakje met smeltend ijs te steken. Met een korte onderbreking van de terugkoppeling tussen  $A_1$  en bus 1 zetten we de schakeling weer in zijn beginstand.

Let op: elke keer na het inschakelen van de trafo moeten we de terugkoppeling even onderbreken. Pas daarna is de schakeling weer bedrijfsklaar. Veel belangrijker is deze schakeling echter voor het vasthouden van een korte onderbreking van een lichtbundel. Bijvoorbeeld in alarminstallaties.

26.2



### Beschrijving

Stel dat we de »teggengesteld gepoolde« diode – vergeleken met die in schakeling 21.2 en 22.1 – eerst gaan verbinden met de »+« pool en daarna met de »-« pool. De verbinding met de »+« leiding, dat is dus een parallel-schakeling met de bovenste weerstand funktioneert. Het aansluiten op de »-« leiding heeft geen enkele zin. Waarom niet?

Ook deze schakeling kunnen we testen. De diode is ingebouwd, de »-« aansluiting met bus  $E_1$  verbonden, de andere aansluiting zit op bus 1. Wat we dan doen is de uitgang weer op de ingang terugkoppelen, maar nu met een diode die de andere kant op werkt dan in de schakeling van fig. 22.2.

In plaats van een »licht« puls kunnen we nu een »donker« puls vasthouden.

## Schuine transportlift met licht bestuurd

### Principe

De bak in ons model van fig. 29.1 loopt langs 2 rails op en neer. Zonder onderbreking en geheel automatisch. Het onderste keerpunt kunnen we verplaatsen door de lichtbundel langs de rails te verschuiven. Op het bovenste punt wordt de bak automatisch geleegd en naar beneden teruggestuurd.

### »Donker«puls

Voor de besturing hebben we de laatst besproken houdschakeling nodig. Daarmee kunnen we een »donker«impuls net zolang vasthouden tot de terugkoppeling wordt onderbroken. Via een relais keren we daarbij de polen van de motorkabels om.

### De bouw van het model

Op de platte steen 30 kan een bouwsteen 15 of 30 worden vervoerd. De steen moeten we iets naar de zijkant verschuiven zodat hij absoluut zeker tegen één van de staanders aankomt als het touw de bak omhoog heeft getrokken. De bak kiept dan vanzelf om. Wie daar zin in heeft kan dit model natuurlijk naar eigen idee uitbreiden. De ompoling van de motor via het relais is weergegeven in het bedradingsschema. De motor heeft de juiste poling wanneer hij de bak naar boven trekt als de lichtbundel onderbroken is. Teken zelf het schakelschema. U kunt voor de konstruktie ook fig. 31.1 gebruiken.

Eleganter, maar niet zo precies is de volgende methode om snel het onderste keerpunt te verstellen. We zetten — zie fig. 28.1 — lamp en fotoweerstand tussen de rails en laten het licht van een lenslamp weerkaatsen door een spiegel die op de bak is bevestigd. Bij benadering kunnen we het omkeerpunt bepalen door de gevoeligheid van de EL-bouwsteen met de draaiknop te veranderen. De omkering volgt nu op een »licht«signaal. Wat moeten we aan de schakeling

veranderen? Probeer een en ander zelf uit te vinden met een langzaam draaiende motor. Op pag. 28 vindt U het antwoord, ondersteboven.

### Omschakelen zonder aanraking

De lichtstraalonderbreker aan de onderkant werkt zonder mechanische middelen. Aan het bovineinde kunnen we volstaan met een mechanische drukknop omdat door de trek van het touw voldoende kracht wordt uitgeoefend. In tegenstelling daarmee hebben we voor de lichtstraalonderbreker helemaal geen kracht nodig. De elektronika schakelt het transportsysteem zonder dat dit daarvoor zelf enige energie hoeft leveren.

De energie voor de elektronika levert de ft-netvoedingsapparaat.

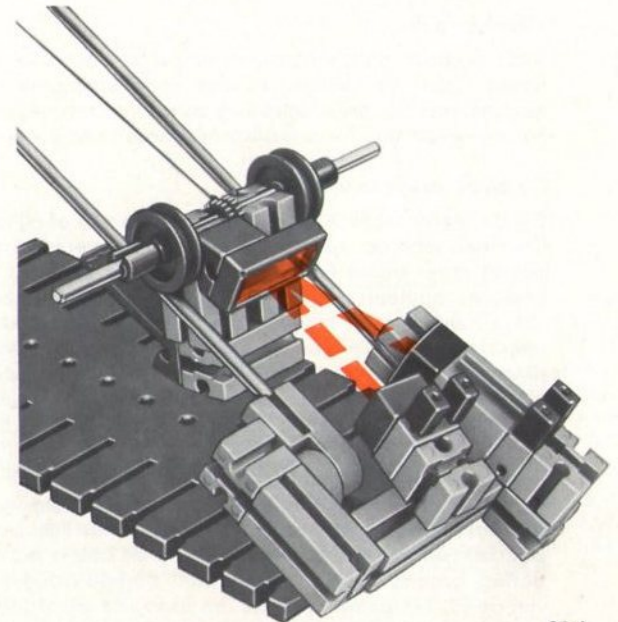
### **Uitbreiding: stilstaan op het onderste keerpunt**

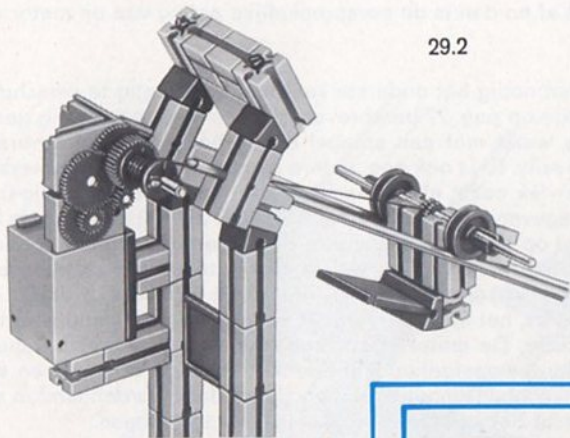
Met een tweede relais kunnen we de bak op het onderste omkeerpunt automatisch stil laten staan. Na een druk op de knop gaat hij weer naar boven. We kunnen ons model nog verder automatiseren: Als de bak vol is start de motor vanzelf. Schakeltechnisch luidt het probleem als volgt:

bij onderbreking van de lichtbundel moet de motor uitgezet worden en kortgesloten om onmiddellijk stil te staan. Een druk op een knop S (startimpuls) moet domineren over de fotoweerstand en de motor op gang brengen, zodat het touw wordt opgerold. De startimpuls moet vastgehouden worden. Zodra de bak op het bovenste keerpunt komt en de drukknop T bedient, dan zal een relais de polen van de motor om moeten keren. Deze impuls moet ook weer behouden blijven, bijv. met een relais, totdat de bak aan het eind van de afdaling de lichtbundel weer onderbreekt.

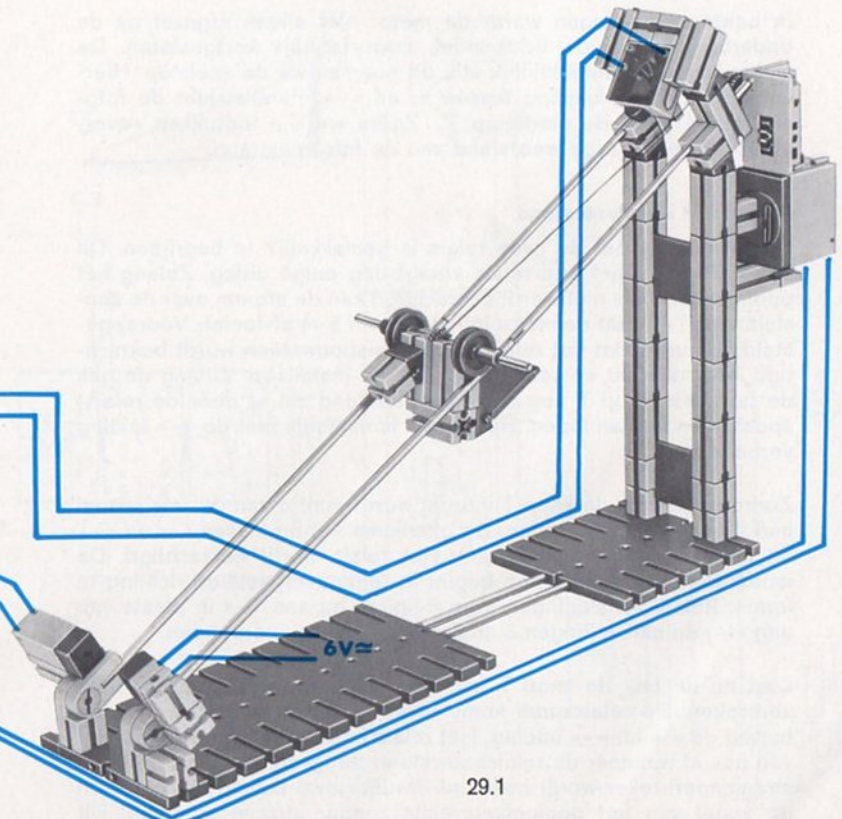
In fig. 31.1 is een dergelijke schakeling getekend. Hiervoor zijn twee relais nodig. Maar met een trukje kan het ook met één relais (fig. 31.2). Het poolomkeerrelais moet dan zorgen voor het automatisch vasthouden van het signaal. Dit bereiken we met een weerstand in de vorm van een gloeilamp.

De terugkoppeling geschiedt niet van  $A_1$  naar bus 1, maar van  $A_1$  naar bus 2. Bovendien moet de draairichting van de motor worden omgekeerd.

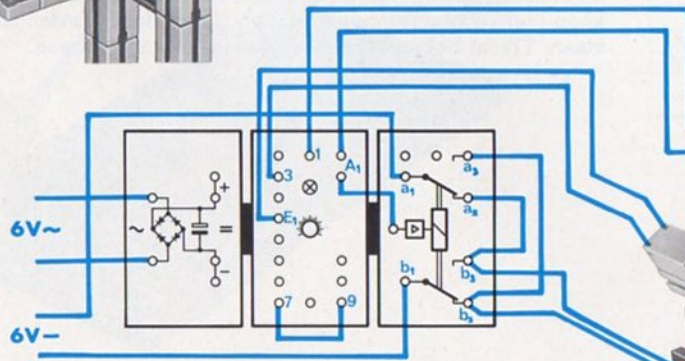




29.2



29.1



In beide schakelingen wordt de motor niet alleen afgezet na de onderbreking van de lichtbundel, maar tegelijk kortgesloten. De motor staat dan onmiddellijk stil, dit noemen we de snelstop. Hiervoor dient de verbinding tussen  $a_2$  en »-«. Parallel met de fotoweerstand staat de startknop  $T_5$ . Zodra we die indrukken »overbrugt« deze de hoge weerstand van de fotoweerstand.

#### Relais met houdweerstand

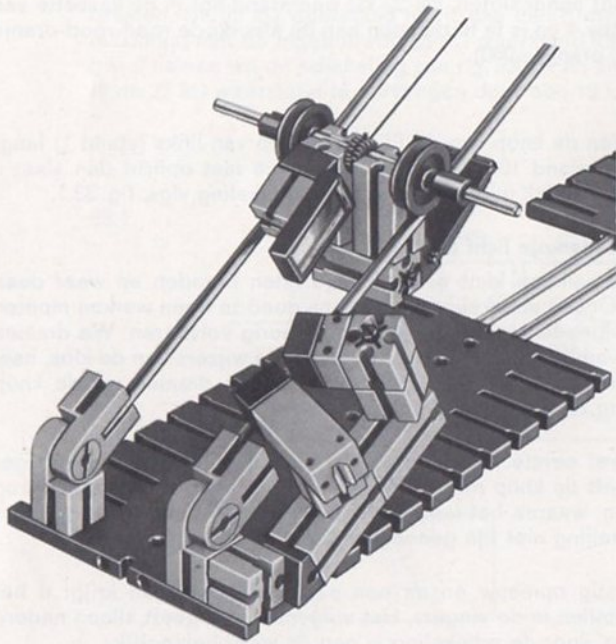
De schakeling met de twee relais is gemakkelijk te begrijpen. De schakeling met het ene relais vraagt nog enige uitleg. Zolang het poolomkeerrelais niet wordt bekrachtigd kan de stroom over de aansluitingen 1-2 naar de motor lopen en over 5-4 afvloeien. Vooropgesteld natuurlijk dat het relais in de relaisbouwsteen wordt bekrachtigd, anders staat er geen stroom op de installatie. Zolang de bak de bovenste knop T nog niet heeft bediend zal er door de relaispoel geen stroom lopen. Het punt a is namelijk met de »-« leiding verbonden.

Zodra nu de bak de knop T indrukt wordt punt c van de relaispoel met de »+« pool verbonden. De gloeilamp ligt nu tussen »+« en »-« en parallel met de relaispoel. Het relais wordt bekrachtigd. De motor wordt omgepoold en begint in tegenovergestelde richting te lopen. Relais aansluitingen 2 en 6 liggen nu aan »-« in plaats van aan »+«; de aansluitingen 3 en 5 zijn nu met »+« verbonden.

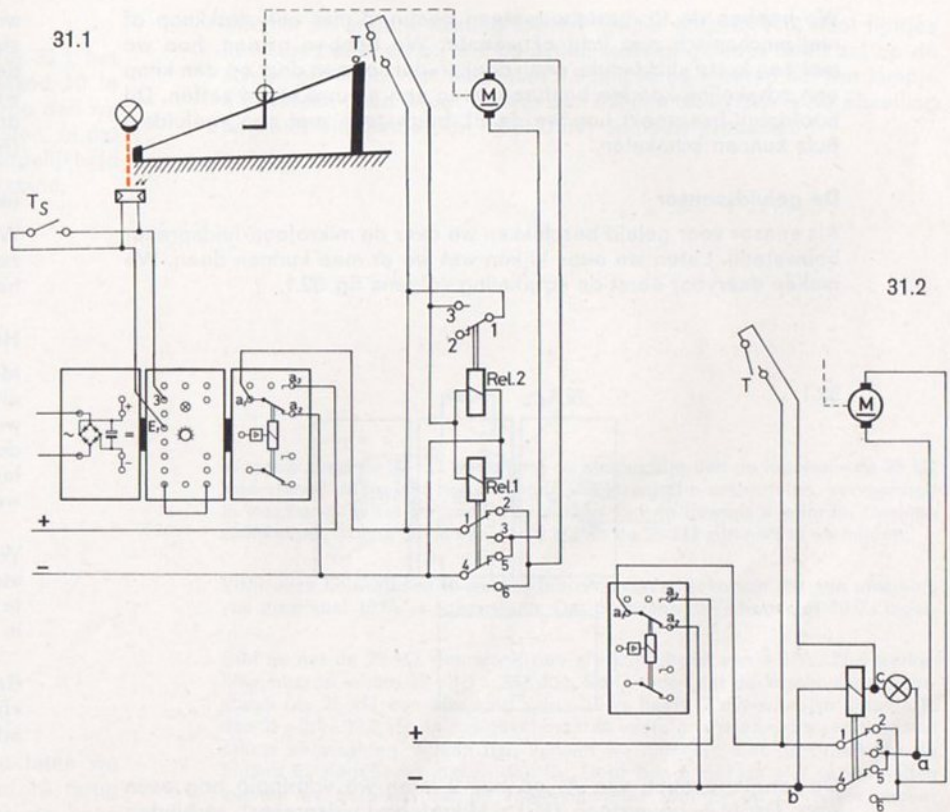
Laat nu de bak de knop T los dan wordt het elektrische contact verbroken. De relaispoel komt nu in serie te staan met de lamp tussen de »+« en »-« leiding. Het relais houdt zichzelf dus vast. Het valt pas af wanneer de relaisbouwsteen terugvalt, die door de lichtstraalonderbreker wordt bestuurd. In dat geval komen de motor en de spoel van het poolomkeerrelais zonder stroom te staan. Dit

relais valt af en dan is de oorspronkelijke poling van de motor weer hersteld.

Soms is het nodig het onderste keerpunt regelmatig te verschuiven. De methode op pag. 27 beschreven kan dan niet nauwkeurig genoeg zijn. Deze werkt met een spiegel op de bak en de fotoweerstand tussen de rails. Er is ook een andere manier. Lamp en fotoweerstand zetten we vlak naast elkaar aan één kant van de baan, zoals in fig. 31.3 aangegeven. Op de bak zit een spiegel die het licht van de lamp weerkaatst op de weerstand zodra het onderste keerpunt is bereikt. Met deze methode kunnen we de bak automatisch starten na het beladen. Als we een bouwsteen in de bak leggen dan draait deze iets om z'n as, het spiegeltje draait mee en de weerstand wordt niet langer belicht. De motor start. Probeer na te gaan welke impulsen moeten worden vastgehouden. Een met de hand te bedienen startknop (»uit«-contact) moet in elk geval met de fotoweerstand in serie staan. Tracht het complete schakelschema te tekenen.



31.3





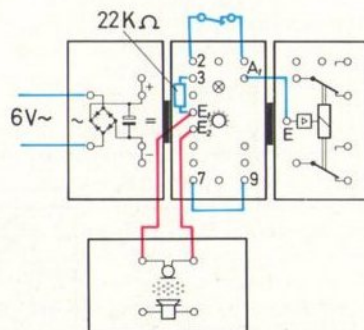
## Besturing met geluid

We hebben de EL-basisbouwsteen bestuurd met een drukknop of niet-mechanisch met licht of warmte. We hebben gezien, hoe we met een korte »licht«puls, een »donker«puls of een druk op een knop een schakeling konden besturen en in een nieuwe stand zetten. Dit hoofdstuk bespreekt hoe we de EL-bouwsteen met een »geluids«puls kunnen schakelen.

### De geluidssensor

Als sensor voor geluid beschikken we over de mikrofoon-luidspreker bouwsteen. Laten we eens kijken wat we er mee kunnen doen. We maken daarvoor eerst de schakeling volgens fig. 32.1.

32.1



De terugkoppeling van  $A_1$  op bus 2 laten we voorlopig nog even weg. De M-L bouwsteen (M-L = Mikrofoon-Luidspreker) verbinden

we met de bussen  $E_1$  en  $E_2$ . In deze schakeling is een  $22\text{ k}\Omega$  weerstand opgenomen, aangesloten op de bussen  $E_1$  en 3. Meestal is op deze bussen de sensor met veranderlijke weerstand (bijv. een fotoweerstand) aangesloten. De  $22\text{ k}\Omega$  weerstand ligt in de cassette van doos hobby 4 en is te herkennen aan de kleurcode rood-rood-oranje (rood = 2, oranje = 000).

### Instellen

We draaien de knop van de EL-bouwsteen van links (stand 1) langzaam naar stand 10. Als het signaallampje niet oplicht dan slaat u het volgende stuk over en bouwt u de schakeling vlg. fig. 33.1.

### Het signaallampje licht op

Met de draaiknop kunt u het lampje laten branden en weer doen uitgaan. Om de schakeling vervolgens goed te doen werken moeten we de volgende procedure zeer nauwkeurig volvoeren. We draaien de knop vanuit stand 1 in de richting van de wijzers van de klok, heel langzaam verder tot het lampje oplicht. Dan draaien we de knop weer terug tot het lampje niet meer brandt.

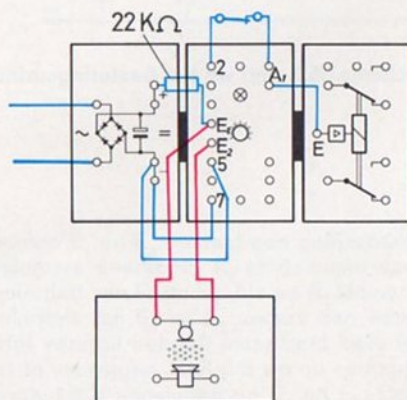
Wie bij het eerste oplichten van het lampje onmiddellijk heeft gestopt, hoeft de knop niet meer dan een 0,5 mm op de schaal, terug te draaien, waarna het lampje dooft. Wanneer u verder terug moet is de afstelling niet fijn genoeg geweest.

Begin rustig opnieuw en na een paar keer proberen krijgt u het »fijn« afstellen in de vingers. Het volgende stuk geeft alleen nadere informatie, voor de schakeling is pag. 34 weer belangrijk.

### Het lampje wil niet branden

Het kan zijn dat het u niet lukt in de schakeling van fig. 32.1 het lampje aan het branden te krijgen door de knop tot stand 10 te draaien. De  $22\text{ k}\Omega$  weerstand heeft dan een grotere waarde dan we maximaal met de ingebouwde  $25\text{ k}\Omega$  weerstand kunnen halen. In dat geval nemen we de schakeling van fig. 33.1. Een andere mogelijkheid is de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand te vervangen door een  $18\text{ k}\Omega$  weerstand.

33.1



De terugkoppeling van  $A_1$  naar 2 via de »uit«-drukknop laten we voorlopig weg. We draaien nu de draaiknop van stand 10 terug naar 1 tot het lampje net oplicht. Daarna draaien we de knop

weer in de andere richting tot het lampje uitgaat. Wie heel fijntjes heeft gedraaid en bij het oplichten meteen gestopt heeft zal op de schaal gemeten, niet meer dan  $0,5\text{ mm}$  terug moeten om het lampje uit te laten gaan. Moet u meer dan  $0,5\text{ mm}$  terug dan is de afstelling nog niet fijn genoeg en moet u het opnieuw proberen.

Waarom moet de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand nu kleiner zijn dan de ingebouwde  $25\text{ k}\Omega$  weerstand? Allereerst het volgende. Elektronische onderdelen, vervaardigd in massaproductie, vertonen afwijkingen van de gewenste waarde. Geringe afwijkingen, in ons geval van de  $22\text{ k}\Omega$  en de  $25\text{ k}\Omega$  zijn niet te vermijden.

Voor onze bouwstenen is met de fabriek overeengekomen dat een afwijking van maximaal  $10\%$  is toegestaan. Dat betekent  $10\%$  hoger of  $10\%$  lager.

Stel nu dat de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand een afwijking heeft van  $+5\%$ . Zijn werkelijke waarde is dan  $22 + 1,1 = 23,1\text{ k}\Omega$ . Stel verder dat de ingebouwde weerstand van  $25\text{ k}\Omega$  een afwijking van  $-10\%$  heeft. Zijn werkelijke waarde is dan  $25 - 2,5 = 22,5\text{ k}\Omega$ . In dat geval moeten vaste en instelbare weerstand van plaats verwisselen. Alleen dan kunnen we namelijk met de draaiknop de ingang  $E_1$  negatiever maken dan  $E_2$ . Door bus 5 met de »-« te verbinden kunnen we bereiken dat de spanningsdeler voor  $E_2$  op de juiste manier wordt gewijzigd.

### Terugkoppeling

We brengen nu de verbinding aan tussen  $A_1$  en 2, met daarin opgenomen de »uit«knop.

### Geluidsimpuls

We tikken nu met een vinger op de ML-bouwsteen. Het resultaat is dat het signaallampje oplicht en het relais van de relaisbouwsteen wordt bekrachtigd. Pas als we de »uit«drukknop indrukken — de terugkoppeling wordt onderbroken — heffen we de schakelstand op die we met de »tik«-impuls hadden opgewekt.

### Handgeklap

We klappen nu vlak voor de mikrofoon in onze handen. En weer krijgen we hetzelfde resultaat, het lampje gaat branden en het relais wordt bekrachtigd. Ook op grotere afstand lukt het. We moeten alleen opletten dat we het geluid recht voor de mikrofoon maken. Het opheffen van het resultaat moeten we steeds doen door de terugkoppeling te onderbreken. Zonder veel moeite kunnen we zelf enige modellen maken waarbij lampen of een motor, met geluid in- of uitgeschakeld worden. In het eerste geval schakelen we via het maakkontakt  $a_1-a_3$  van de relais-bouwsteen, in het tweede geval via het rustkontakt  $a_1-a_2$ . De ingang van de relais-bouwsteen sluiten

we aan op de uitgang  $A_1$  van de EL-bouwsteen. Het symbool voor een mikrofoon is genormaliseerd. Het ziet er zo uit:

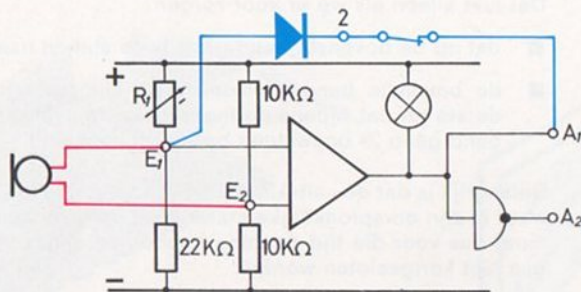


34.1  
mikrofoon

In het schema 35.1 zien we het besturingsprincipe.

De »geluids«puls kunnen we evengoed vasthouden met de terugkoppeling over  $A_1-1$ , in plaats van over  $A_1-2$ . We moeten de draaiknop nu zo instellen dat het signaallampje net oplicht bij een onderbroken terugkoppeling. Neem zelf de proef op de som.

35.1



### Principe

Tussen de punten  $E_1$  en  $E_2$  bestaat een gelijkspanning. Het verschil tussen de instelbare weerstand,  $R_v$ , en de vaste weerstand van  $22\text{ k}\Omega$  bepaalt de polariteit van  $E_1$  en  $E_2$ . Als we  $R_v$  kleiner maken dan  $22\text{ k}\Omega$  dan is de polariteit van  $E_1$  en  $E_2$  anders dan wanneer  $R_v$  groter is dan  $22\text{ k}\Omega$ . Het verschil hoeft maar heel klein te zijn om het gewenste effect te verkrijgen. Stel dat we nu een spanningsbron, bijv. een batterij van  $1,5\text{ V}$  aansluiten op  $E_1$  en  $E_2$ . De spanning tussen deze punten verandert, ze kan hoger of lager zijn dan de oorspronkelijke en met omgekeerde polen. In het laatste geval schakelt de EL-bouwsteen om. In onze schakeling hebben we niet een batterij, maar een microfoon opgenomen tussen  $E_1$  en  $E_2$ . Hoe werkt dat?

### Werkwijze

In de ML-bouwsteen zit een zogenaamd »piëzo«-kristal. Geluidsgolven die het oppervlak daarvan onder druk zetten roepen in het kristal een wisselspanning op. Het piëzo-kristal werkt dan als een generator die we op de bussen  $E_1$  en  $E_2$  hebben aangesloten. We hebben de draaiknop zo ingesteld dat  $E_1$  maar een heel klein beetje positiever is dan  $E_2$ . Leggen we nu een wisselspanning aan tussen  $E_1$  en  $E_2$ , dan zal op z'n laatst bij de tweede halve periode van de wisselspanning  $E_1$  negatiever worden dan  $E_2$ . Het gevolg is dat de schakelstand van de bouwsteen verandert; uitgang  $A_1$  wordt praktisch met »-« verbonden. Via de terugkoppeling  $A_1-2$  wordt deze stand vastgehouden, zodat het niets uitmaakt hoelang de besturingstoon aanhoudt.

### Mikrofoon

De wisselspanning die we in de microfoon opwekken, wordt groter naarmate het geluid sterker is en ook door de microfoon dicht bij de geluidsbron te houden. Om te bewijzen dat de microfoon een wisselspanning levert en niet een gelijkspanning, nemen we de volgende proef. We schakelen de microfoon achtereenvolgens tussen  $E_1$  en »-« en tussen  $E_1$  en »+«.

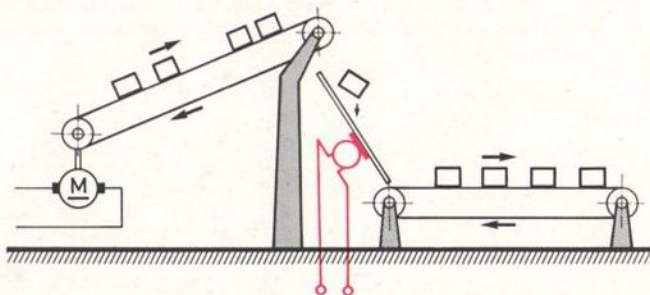
Ook bij de aansluiting op  $E_2$  en »-« of  $E_2$  en »+« moet de EL-basisbouwsteen omschakelen. Als de microfoon alleen als veranderlijke weerstand of als gelijkspanningsbron zou werken, dan zouden we met een geluidspuls alleen in 2 van de 4 gevallen de bouwsteen kunnen besturen.

## Transportband bestuurd met geluid

### Principe

De bovenste band voert bouwstenen naar een glijbaan toe. Via deze baan komen de stenen op een horizontale transportband terecht. De aandrijfmotor van de onderste band start zodra er een steen op de glijbaan valt, waar we de mikrofoon ondermonteren. In fig. 37.1 is de bovenste transportband weggelaten. Deze kunnen we zelf ontwerpen, een voorbeeld vindt u in boek 2-1.

36.1



### Schakeling

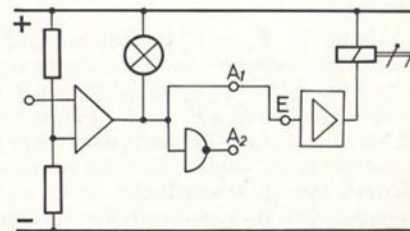
De schakeling komt overeen met die van de vorige pagina. Het stoppen van de band doen we niet met de hand, maar gaat automatisch nadat de band een van te voren bepaalde weg heeft afgelegd. Daartoe zit op de aandrijfas van de transportband een nokkenschijf die de »uit«drukknop in de terugkoppeldraad bedient. Dit proces herhaalt zich doorlopend, daarom zullen de stenen

op de onderste band ongeveer op gelijke afstand moeten liggen. Dat lukt alleen als we er voor zorgen:

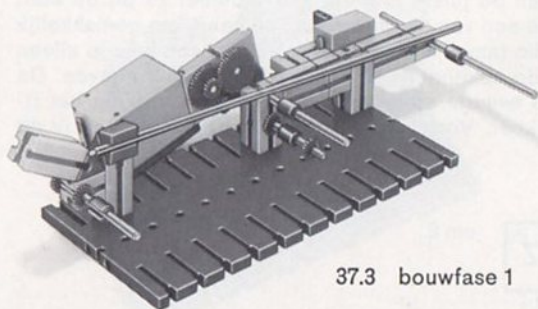
- dat op de bovenste band geen twee stenen naast elkaar komen
- de bovenste band minstens even langzaam loopt als de onderste en dat tijdens de ingeschakelde cyclus van de onderste band géén 2<sup>e</sup> bouwsteen op de glijbaan valt.

Belangrijk is dat de »uit«knop die het vasthouden van de puls opheft weer in zijn oorspronkelijke stand staat voor de band stopt. De nok moet dus voor die tijd de knop hebben vrijgegeven. De motor mag dus niet kortgesloten worden.

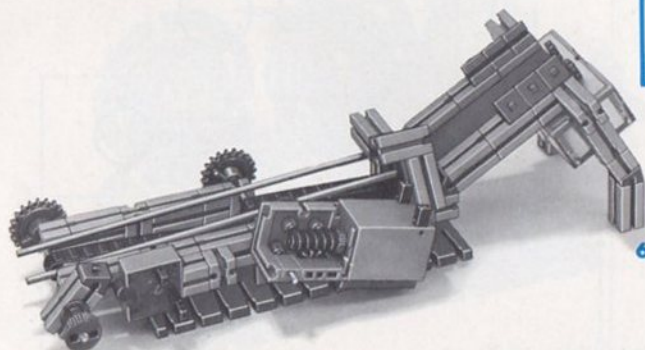
Fig. 36.2 geeft het schakelprincipe.



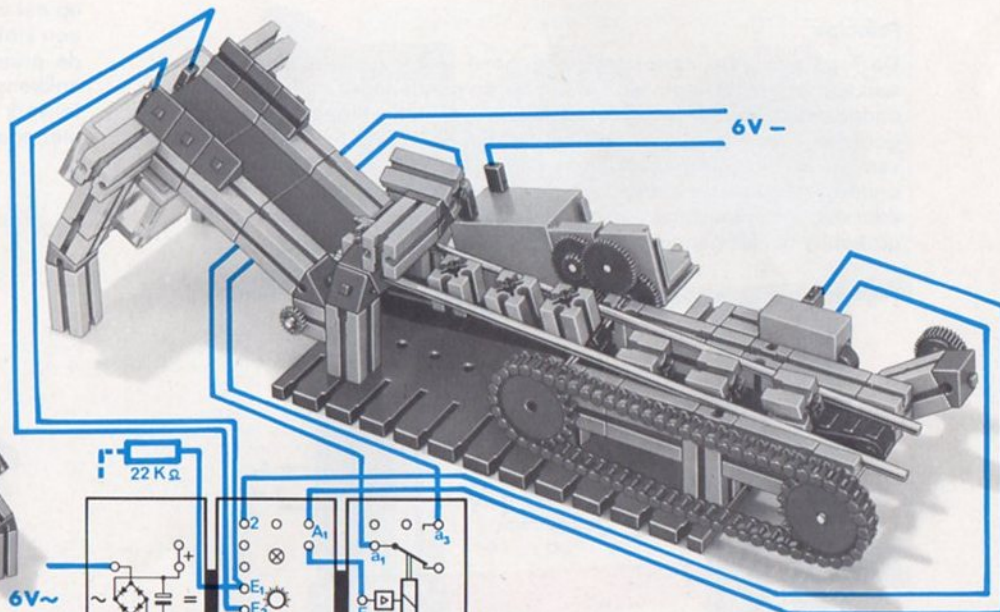
36.2



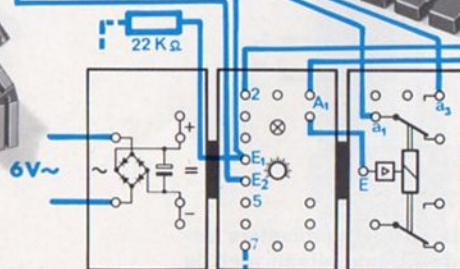
37.3 bouwfase 1



37.2 achterkant



37.1



volgens 32.1 of 33.1

# Tijdmeting

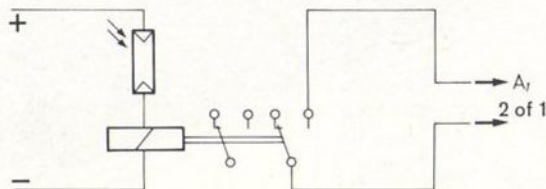
Model 39.1 geeft het principe van de tijdmeting die wordt toegepast bij atletiekwedstrijden.

## Principe

De knal van een startpistool — eenmaal in de handen klappen — schakelt een elektrische klok in. Zodra de eerste looper de lichtbundel onderbreekt aan de eindstreep, wordt de klok stilgezet. Hiervoor gebruiken we bijv. de schakeling van fig. 32.1 of 33.1. Het opheffen van de startimpuls gebeurt met een relais dat met de lichtstraalonderbreker aan de eindstreep wordt bestuurd. We gebruiken hiervoor een fotoweerstand die in serie staat met de spoel van het relais uit hobby 3. Het geheel is verbonden met de trafo.

Fig. 38.1 laat de schakeling van het relais en de weerstand zien.

38.1

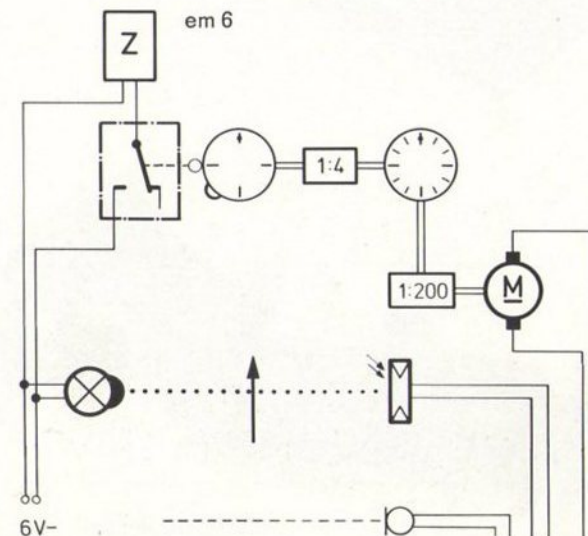


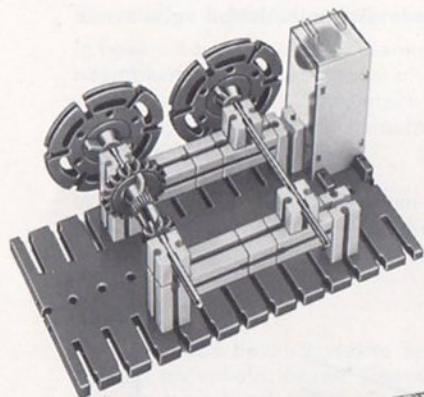
De breedte van de lichtbundel mag slechts enkele centimeters bedragen. Ontwerp zelf de schakeling van de EL-bouwsteen met de relais-bouwsteen. Wie daar moeilijkheden mee heeft kan pag.32 raadplegen.

## De bouw van het model

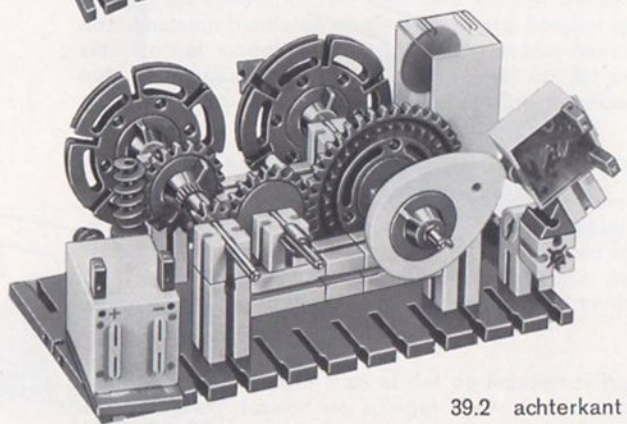
De klok geeft alleen de juiste looptijd aan wanneer ze bij de start op nul is gezet. Wie een van de grotere dozen heeft kan gemakkelijk een klok bouwen die tamelijk precies loopt. In het model zijn alleen de principes van de sekonden- en minutenwijzer aangegeven. De nokkenschijf op de tweede as bedient bij elke omwenteling het ftelwerk em 6 één keer. Voor een weergave van het principe is dit niet noodzakelijk.

38.2

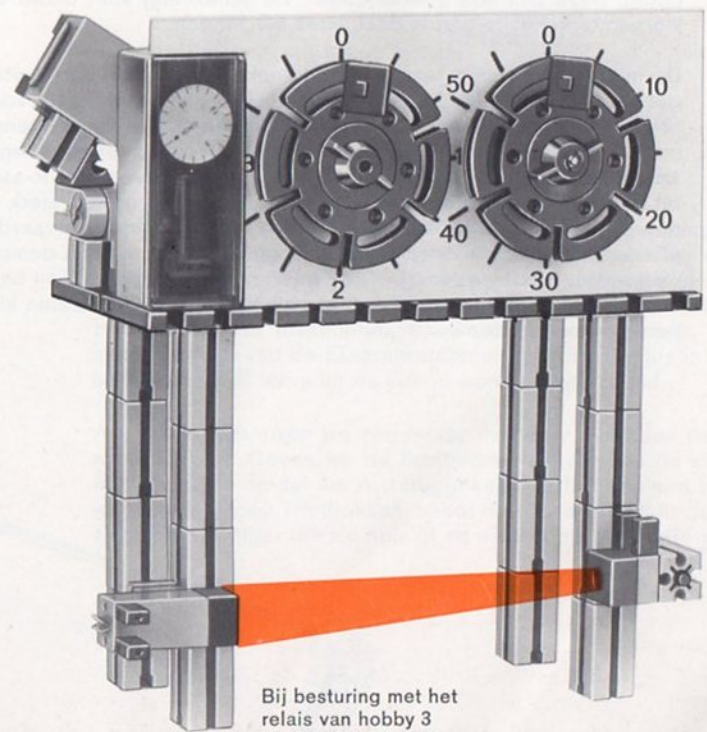




39.3 bouwfase 1



39.2 achterkant



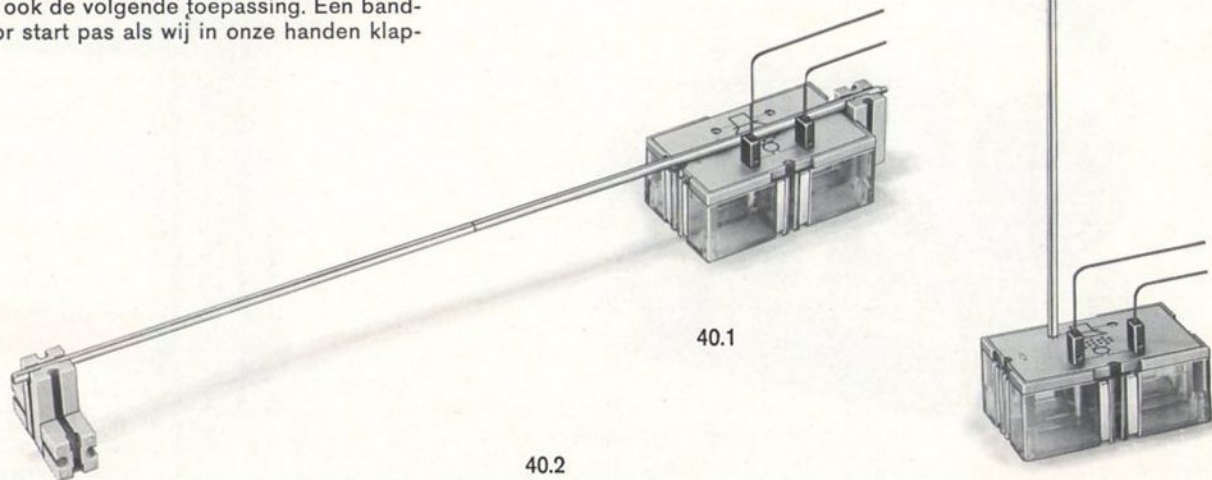
Bij besturing met het relais van hobby 3 zonder lichtkappen.



## Uitbreidingen

Wie voor ons laatste model een grotere lichtstraalonderbreker wil bouwen heeft tevens een tweede relais-bouwsteen en EL-bouwsteen nodig. Deze zijn apart verkrijgbaar. De schakeling kunt u zelf ontwerpen of in het volgende deel, boek 4-3, vinden.

De mikrofoon is uitstekend geschikt voor het opnemen van kontakgeluid. Dat is geluid dat zich rechtstreeks door een lichaam voortplant. In dat geval moeten we een direkt kontakt tot stand brengen met de geluidsbron. We kunnen de mikrofoon er rechtstreeks tegenaan zetten, of zoals in fig. 40.1 en 40.2 is aangegeven met ft-assen uit hobby 3. Een lichte aanraking wekt al een puls op die sterk genoeg is om te schakelen. Onderdelen van kunststof vervaardigd planten het geluid minder goed voort omdat hun innerlijke demping veel groter is. Interessant is ook de volgende toepassing. Een bandrecorder of een filmprojektor start pas als wij in onze handen klappen of »ja« roepen.



# Alarminstallatie met omkeerspiegels

## Eenvoudige lichtstraalonderbreker

In boek 4-1 hebben we een alarmschakeling met de relais-bouwsteen besproken waarbij het signaal of de puls met een relaiskontakt werd vastgehouden. Dat relaiskontakt kunnen we nu vervangen door een terugkoppeling die de puls elektronisch vasthoudt. Welke schakeling gebruiken we daarvoor?

We gebruiken daarvoor een van de reeds behandelde terugkoppelingen. Een model van een deurbeveiliging of een schuiflade zal ons weinig moeilijkheden geven.

## Spiegel

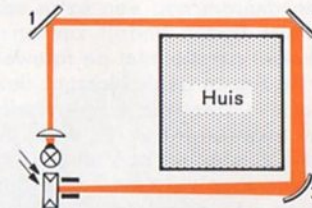
De bouwdoos bevat 2 vlakke spiegels en 1 holle of parabolische spiegel en enkele lenzen. Daarmee kunnen we de lichtstralen van een lenslamp bundelen en om een aantal hoeken leiden. In fig. 43.1 zien we het model van een huis dat rondom beveiligd is. Wie het huis binnengaat wekt een geluidssignaal op dat aanhoudt tot met een aparte drukknop de terugkoppeling wordt onderbroken.

## De bouw van het model

Het model bouwen we op een ft-basisplaat. Eerst stellen we de afstand tussen de lamp en lens 1 in. Op de plaats van spiegel 1 zetten we een stukje karton neer, hierop moeten wij een ongeveer 1 cm grote lichtvlek krijgen. De lichtbundel tussen lamp en spiegel 1 moet evenwijdig lopen met de basisplaat en precies op het midden van de spiegel vallen (fig. 41.1).

Nu stellen we spiegel 1 zo af dat de lichtbundel op spiegel 2 valt. Op zijn beurt draaien we spiegel 2 weer net zolang tot de bundel op spiegel 3 valt. Deze bundelt de lichtstralen en werpt de bundel

41.1



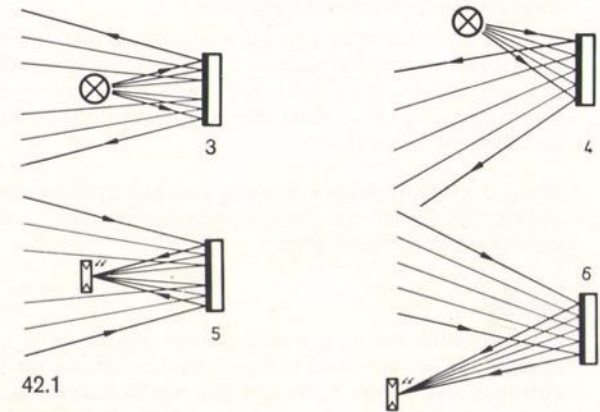
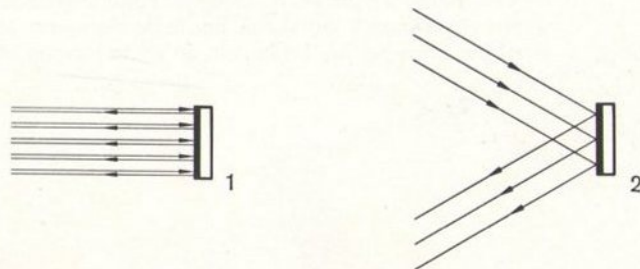
op de fotoweerstand. We kunnen vlak voor de weerstand nog een lens zetten die nogmaals alle stralen bundelt zodat we meer licht op de gevoelige laag van de fotoweerstand krijgen. Een storingkap voorkomt dat er vreemd licht op de weerstand valt. Bij onderbreking van de lichtbundel, op welke plaats dan ook, moet het signaallampje van de EL-bouwsteen uitgaan. Het relais in de relais-bouwsteen valt terug en de sirene wordt ingeschakeld.

Als sirene gebruiken we een motor met daar overheen de cassette als klankkast. Geven we de lichtbundel vrij dan zal de sirene toch blijven loeien omdat we A<sub>1</sub> teruggekoppeld hebben met bus 1. Pas wanneer we knop T indrukken, houdt de sirene op. Maar de bewoner vindt het prettiger om z'n huis in en uit te kunnen zonder geloei.

We bouwen daarom nog een extra schakelaar in waarmee we de alarminstallatie buiten bedrijf kunnen zetten. Het simpelst is het deze schakelaar parallel met de fotoweerstand te zetten. Als we de schakelaar bedienen dan overbrugt deze de fotoweerstand en verbindt  $E_1$  met «-«. Daarmee is  $E_1$  — onafhankelijk van de weerstand — in elk geval negatiever dan  $E_2$  en blijft het signaallampje branden. In de praktijk zouden we een »sleutel«schakelaar kunnen maken die alleen met een speciale sleutel is te bedienen. De gevoeligheid van de schakeling stellen we als volgt in. We houden de knop T ingedrukt en stellen de draaiknop zo af dat dat het signaallampje net oplicht. Teken ook het schakelschema.

### Vlakke spiegel

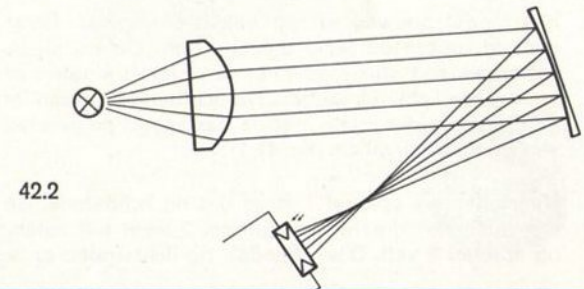
Een vlakke spiegel kaatst het licht onder dezelfde hoek terug als het er opvalt. Men zegt de invalshoek is gelijk aan de uitvalshoek. De hoeken zijn genomen ten opzichte van de loodlijn op het spiegeloppervlak. Fig. 42.1 brengt een aantal lichtbundels en hun weerkaatsing in beeld.



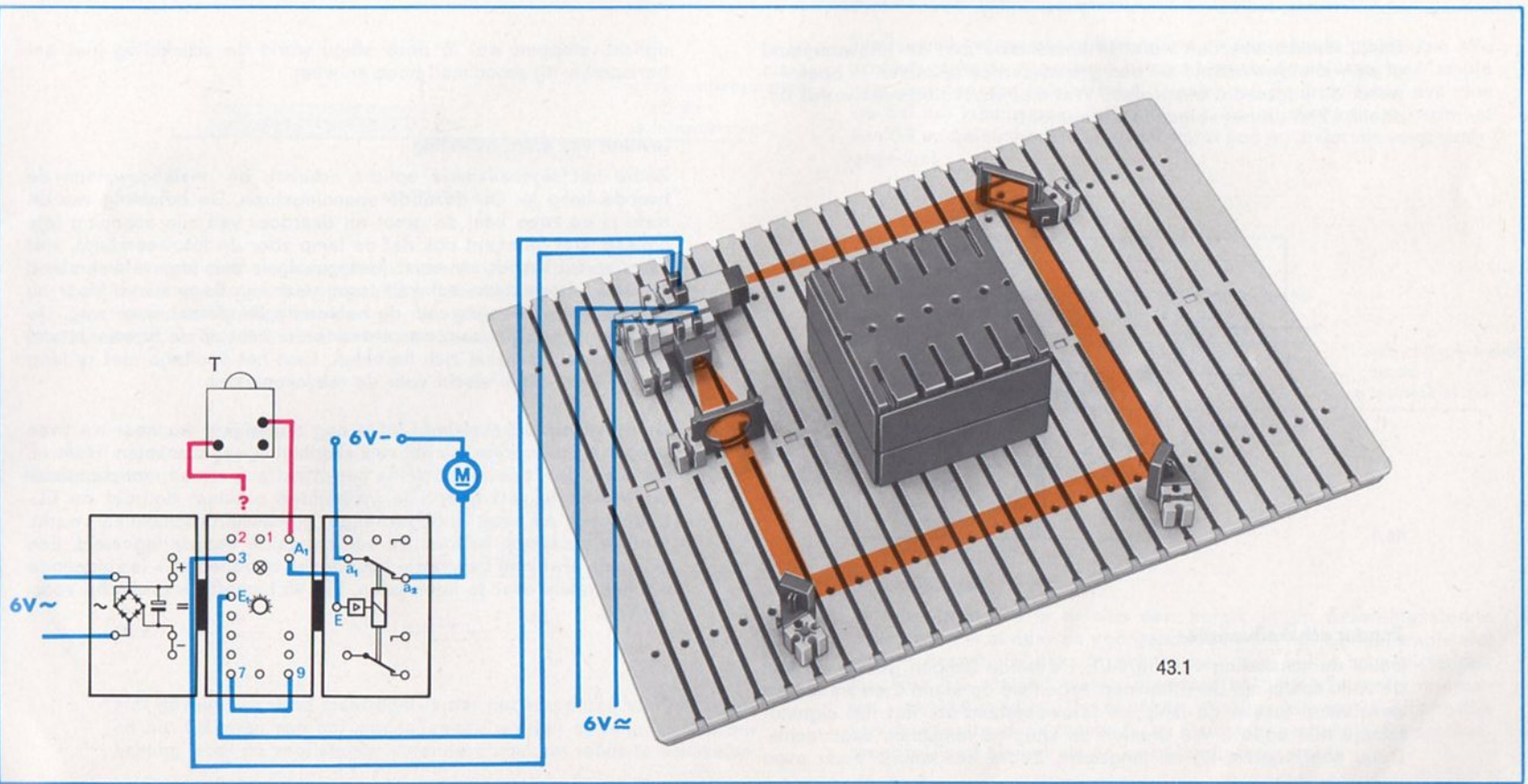
42.1

### Holle spiegel

Holle spiegels weerkaatsen de lichtstralen niet alleen maar bundelen ze tegelijk. In fig. 42.2 zien we daarvan een voorbeeld. De lens voor de lamp zorgt ervoor dat de lichtstralen evenwijdig lopen.



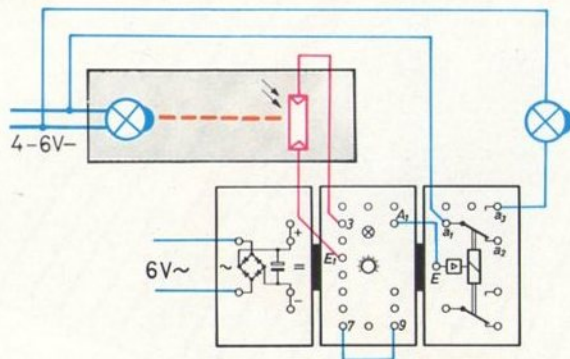
42.2



43.1

## Grenswaardeschakelaar en schakelbreedte

De EL-basisbouwsteen werkt in combinatie met de fotoweerstand of de warmteweerstand als een grenswaardeschakelaar. In boek 4-1 wordt dit uitgebreid besproken. Wat met schakelbreedte wordt bedoeld, blijkt uit het volgende experiment.



44.1

### Zonder schakelbreedte

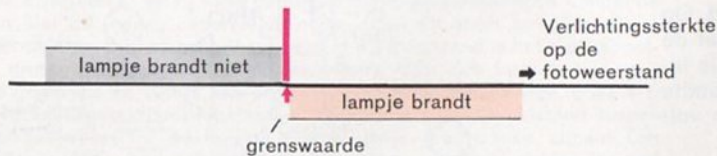
Bouw de schakeling van fig. 44.1. De beide lampen geven we niet de volle spanning. De draaiknop zetten we op stand 5 en we kiezen de afstand tussen de lamp en fotoweerstand zo, dat het signaallampje niet oplicht. We draaien de knop nu langzaam naar rechts. Draai heel voorzichtig en langzaam. Zodra het lampje maar even

oplicht, stoppen we. In deze stand werkt de schakeling niet onberispelijk, hij schommelt heen en weer.

### Invloed van extra belasting

Zodra het signaallampje oplicht, schakelt de relaisbouwsteen de tweede lamp in. Op dezelfde spanningsbron. De belasting van de trafo is nu twee keer zo groot en daardoor valt zijn spanning iets omlaag. Dat betekent ook dat de lamp voor de fotoweerstand, niet meer zo fel brandt als eerst. Het gevolg is een hogere weerstand en de EL-bouwsteen schakelt terug naar zijn beginstand. Maar nu valt de extra belasting van de netvoedingsapparaat weer weg. De spanning stijgt, de lamp werpt weer meer licht op de fotoweerstand en het spelletje gaat zich herhalen. Laat het spelletje niet te lang duren, want dat is slecht voor de relaiscontacten.

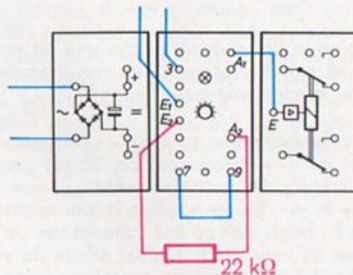
De instabiele schakelstand blijkt nog duidelijker wanneer we twee lampen of een motor via het relaiscontact  $a_1-a_3$  schakelen. Hoewel, met een klein beetje gevoel is het effect ook alleen met de relaisbouwsteen te verkrijgen. De instabiliteit ontstaat doordat de EL-bouwsteen als een hooggevoelige grenswaardeschakelaar werkt. Met de draaiknop hebben we een bepaalde waarde ingesteld. Een minimale afwijking daarvan — naar boven of beneden — is voldoende om het relais over te laten gaan. Fig. 45.1 geeft de grafische voorstelling.



45.1

Met een simpele kunstgreep kunnen we de instabiliteit opheffen, tenzij we deze schakeling nodig hebben. In schakeling 44.1 nemen we nu de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand op. We plaatsen deze op de bussen  $A_2$  en  $E_2$ . In fig. 45.2 is dat in het rood aangegeven.

### Meekoppelen

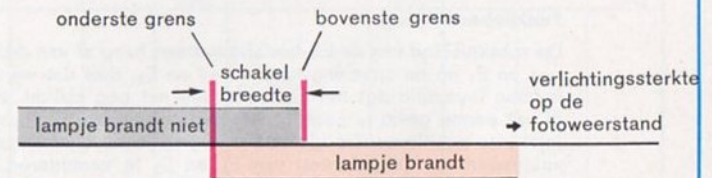


45.2

Het gevolg van deze maatregel is dat het klapperen van het relais en het flikkeren van het signaallampje worden opgeheven. De belichting moet nu veel sterker veranderen om het relais te schakelen.

We kunnen het gevolg ook in cijfers, in een waarde uitdrukken. We draaien de knop en noteren het punt op de schaal waar het lampje gaat branden, dat is bijv. bij 4. Draaien we de knop terug dan zien we dat het lampje pas uitgaat bij 3.2. De schakelbreedte bedraagt dan 0,8 schaaleneheden. Grafisch wordt een en ander als volgt weergegeven:

45.3



### Schakelbreedte

In ons voorbeeld is er dus een bereik in de belichtingssterkte waarbinnen – al naar de voorgeschiedenis – het signaallampje wel of niet brandt. Binnen dit grensbereik zijn beide schakelstanden mogelijk. De afstand tussen bovenste en onderste grens noemen we »schakelbreedte«. De absolute grootte daarvan is afhankelijk van de weerstand die tussen  $A_2$  en  $E_2$  wordt geschakeld. De schakelbreedte wordt kleiner als de weerstand groter wordt.

### Schakelbreedte bij een weerstand van 100 k $\Omega$

We vervangen de 22 k $\Omega$  weerstand door een 100 k $\Omega$  weerstand. Op de EL-basisbouwsteen is deze getekend tussen  $E_2$  en 5. Haal de 22 k $\Omega$  weg, daarna verbinden we bus 5 met  $A_2$  en de 100 k $\Omega$  is ingeschakeld. We zullen nu een aanzienlijk kleinere schakelbreedte constateren. Voor de meeste toepassingen is ze echter ruim voldoende.

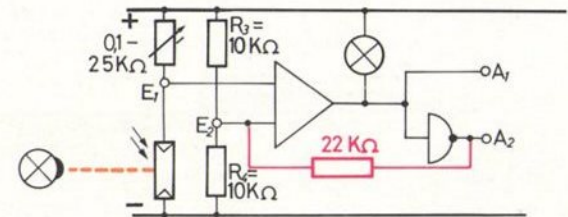
### Funktiebeschrijving

De schakelstand van de EL-basisbouwsteen hangt af van de spanning tussen »-« en  $E_1$  en de spanning tussen »-« en  $E_2$ . Stel dat we de draaiknop zo hebben ingesteld dat het signaallampje net nog oplicht of net niet meer. In het eerste geval is punt  $E_1$  iets negatiever dan  $E_2$ , in het tweede geval juist iets positiever. De kleinste wijziging in de spanningsverhoudingen is voldoende om de polariteit van  $E_1$  en  $E_2$  te veranderen en daarmee de schakelstand. Hoe bereiken we nu dat alleen een grotere spanningswijziging een omschakeling veroorzaakt? (en tevens een verandering van de polariteit tussen  $E_1$  en  $E_2$ ).

We zorgen er met een speciale schakeling voor dat op het moment van de omschakeling ook de spanningsdeler met de 2 weerstanden  $R_3$  en  $R_4$ , van elk 10 k $\Omega$ , verandert. In het midden van de spanningsdeler ligt het punt  $E_2$ . De meekoppeling over de 22 k $\Omega$ , resp. 100 k $\Omega$  weerstand heeft als resultaat dat het vrije eind van die weerstand al naar de schakelstand met »+« of met »-« wordt verbonden. In onze schakeling (zie fig. 46.1) krijgen we met de 22 k $\Omega$  tussen  $E_2$  en  $A_2$  praktisch de volgende situatie.

We belichten de fotoweerstand zo fel dat het signaallampje net oplicht. Het punt  $E_1$  is dan iets negatiever dan  $E_2$ .  $A_1$  is dan praktisch met de »-« verbonden en de inverse uitgang  $A_2$  praktisch met »+«. De 22 k $\Omega$  weerstand tussen  $A_2$  en  $E_2$  ligt nu parallel met  $R_3$ . Naar de spanning gezien ligt  $E_2$  dan

46.1



niet precies in het midden tussen »-« en »+«. De spanning tussen »-« en  $E_2$  is groter dan die tussen  $E_2$  en »+«. Wat gebeurt er nu als we op de fotoweerstand minder licht laten vallen?

De EL-basisbouwsteen schakelt nu om en  $A_2$  is niet langer met de »+« maar met de »-« verbonden. De 22 k $\Omega$  staat niet langer parallel met  $R_3$  maar nu met  $R_4$ . De spanning tussen »-« en  $E_2$  is kleiner dan de spanning tussen  $E_2$  en »+«. De verhouding is van ongeveer 1:0,7 omgeslagen in 0,7:1. Het punt  $E_2$  heeft zich op het moment van de omschakeling met een sprong verder van  $E_1$  verwijderd. Omdat alleen de verhouding tussen  $E_1$  en  $E_2$  de schakelstand bepaalt zal de terugkeer naar de oorspronkelijke belichting niet voldoende zijn om de EL-basisbouwsteen weer terug te laten schakelen.  $E_1$  is dan nog niet negatief genoeg geworden t.o.v. de winst die  $E_2$  de vorige keer heeft behaald. Door nu de weerstand nog sterker te belichten kunnen we  $E_1$  tenslotte negatiever krijgen dan  $E_2$ . De beginstand van de schakeling treedt dan weer op en het signaallampje brandt.

Op hetzelfde moment is ook  $A_2$  praktisch weer met de »+« verbonden en heersen er tussen  $E_1$  en  $E_2$  weer de oude spanningsverhoudingen. Omdat de uitgang hier de ingang ondersteunt noemen we dit soort terugkoppeling: »meekoppeling«. Bij het gebruik van een  $22\text{ k}\Omega$  weerstand is het meekoppel-effekt groter dan bij een  $100\text{ k}\Omega$  weerstand. Wie zich interesseert voor exacte gegevens en cijfers kan een proefschakeling maken vlg. boek 4-1. Voor verschillende draaiknopstanden bepalen we dan de afstand tussen lamp en fotoweerstand waarbij het signaallampje oplicht, resp. uitgaat. Om de exacte waarden alleen voor de EL-bouwsteen te krijgen mogen we met de relais bouwsteen verder niets schakelen, geen lamp noch een motor of een andere verbruiker.

Voor nauwkeurige proefnemingen dienen we eigenlijk een aparte voedings-bron te hebben voor de lamp die de fotoweerstand belicht. Om stoorlicht te vermijden nemen we onze proeven in een volledig donkere kamer. De resultaten noteren we in de tabel van fig. 47.1. Het voordeel van een grens-waardeschakelaar met schakelbreedte is, dat schommelingen in de spanning geen invloed meer hebben. De schommelingen ontstaan bijv. door het inschakelen van meer lampen, in het algemeen door een grotere belasting van de energiebron. Dit soort schakelingen gebruikt men graag bij minimum-maximum regeling. Zoals bijv. de temperatuurregeling door het in- en uitschakelen van de verwarming. Hoe groter de schakelbreedte hoe kleiner het aantal keren dat er wordt geschakeld. De levensduur van de contacten wordt dan langer. Een nadeel is natuurlijk dat er grotere temperatuurschommelingen zijn tussen het moment van uitschakelen en het moment van opnieuw inschakelen.

**Tabel 47.1**

Maximum en minimum afstand, waarbij het signaallampje oplicht (aan) en uitgaat (uit).

stand draaiknop	maximum – minimum afstand									
	zonder meekoppeling			met meekoppeling						
				$R_K = 100\text{ k}\Omega$			$R_K = 22\text{ k}\Omega$			
	aan	uit	ver-hou-ding	aan	uit	ver-hou-ding	aan	uit	ver-hou-ding	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
gebruikte lampen:			spanning van de lampen:							

De verhouding  $\frac{\text{max. afstand}}{\text{min. afstand}}$  geeft een snel overzicht van de schakelbreedte die we met de meekoppeling kunnen krijgen. Wie de schakelbreedte wil zien als een verhouding tussen maximale en minimale verlichtingssterkte in lux moet er rekening mee houden dat de verlichtingssterkte omgekeerd evenredig is met het kwadraat van de afstand. De verkregen verhoudings-waarden voor de afstand moeten we nog kwadrateren.



## Regeling van de verlichtingssterkte

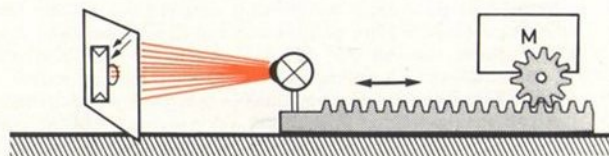
### Regeling van de verlichtingssterkte

Onder belichtingssterkte of verlichtingssterkte verstaan we de hoeveelheid licht die op een plat vlak bijv.  $1 \text{ m}^2$  valt. De verlichtingssterkte wordt uitgedrukt in lux. Stel we hebben een lichtbron die gelijkmatig straalt in een voor ons van belang zijnde richting.

Het licht valt bijv. op een stuk karton. Als we nu de afstand tussen lichtbron en karton halveren dan wordt de verlichtingssterkte vier keer zo groot. Omgekeerd is het zo dat als we de afstand verdubbelen, de verlichtingssterkte tot  $\frac{1}{4}$  terugloopt. De verlichtingssterkte is dus omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand.

### Vraagstuk

Dit verschijnsel kunnen we gebruiken om op een vlak dezelfde verlichtingssterkte te handhaven. Op een vlak moet bijv. konstant 30 lux vallen. De lichtbron is echter niet konstant door spanningsschommelingen. (Deze kunnen wel met speciale apparaten worden opgeheven, maar dan nog zal de hoeveelheid licht dalen omdat de lampen ouder worden.) Als de lamp minder licht afgeeft moet hij naar het vlak toe en als hij meer licht gaat afgeven dan moet de afstand groter worden. Dit kunnen we realiseren met het model volgens fig. 49.1. Het principe zien we in fig. 48.1.



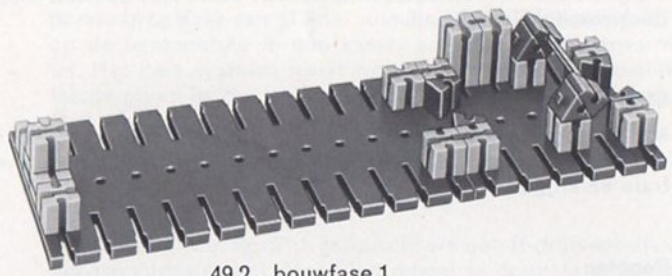
48.1

### Minimum – maximum regeling

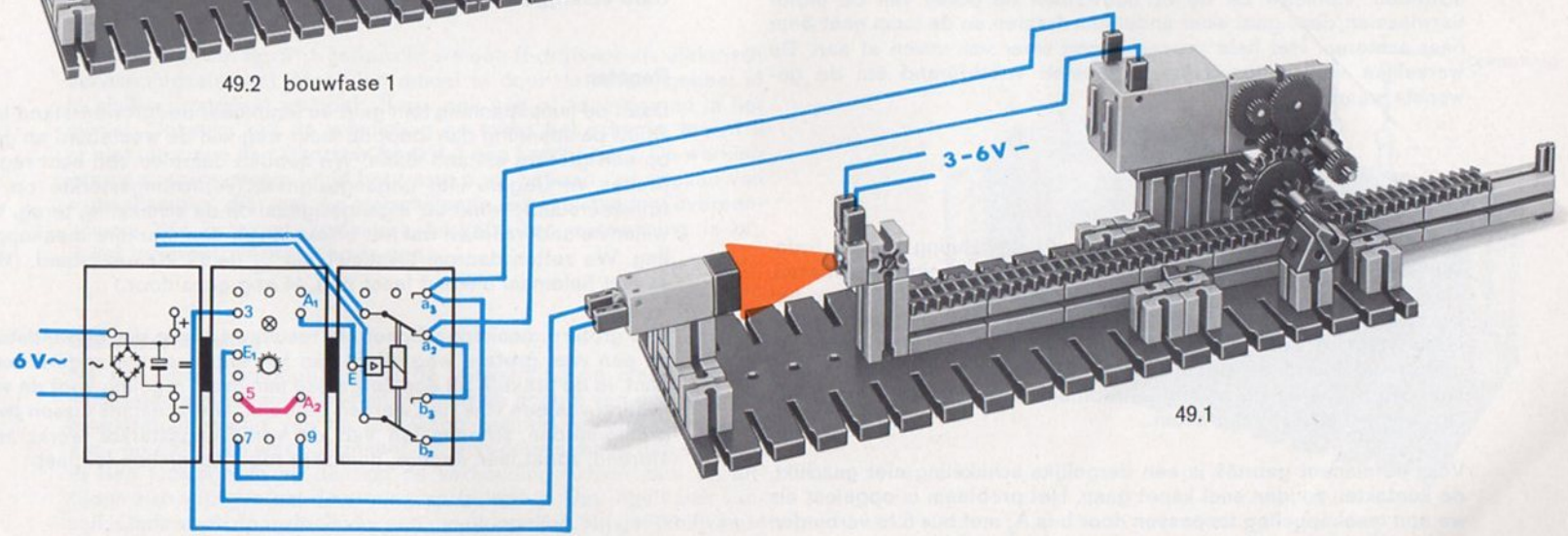
We passen de eenvoudigste regeling toe die er bestaat: de zogeheten min./max. regeling. Ze wordt in de techniek weliswaar niet gebruikt voor het regelen van de verlichtingssterkte, maar om het principe duidelijk te maken is het een goed voorbeeld. Om de verlichtingssterkte te meten maken we in het midden van het plaatje een gat. Daarachter komt een fotoweerstand. In fig. 49.1 hebben we dat vlak weggelaten.

### Model

De motor drijft een tandstang aan waarop de lamp is gemonteerd. De verlichtingssterkte van de fotoweerstand is afhankelijk van de afstand tot de lamp.



49.2 bouwfase 1



49.1

De via  $E_1-3$  aangesloten fotoweerstand bestuurt de motor. Met de draaiknop is de gewenste verlichtingssterkte ingesteld. Als die wordt overschreden dan verschuift de motor de lamp naar rechts. De verlichtingssterkte neemt nu af, vooropgesteld dat we de motor op de juiste polen hebben aangesloten. Als de lamp naar achteren gaat dan zal de verlichtingssterkte snel dalen en beneden de gewenste waarde komen. De motor wordt omgepoold en de lamp gaat weer naar de fotoweerstand toe. De werkelijke waarde van de verlichtingssterkte neemt toe tot de gewenste waarde weer wordt overschreden. Opnieuw zal de EL-bouwsteen de polen van de motor verwisselen, deze gaat weer andersom draaien en de lamp gaat weer naar achteren. Het hele proces begint weer van voren af aan. De werkelijke verlichtingssterkte schommelt voortdurend om de gewenste waarde.

#### **Aansluiting van lamp en motor**

We sluiten de lamp eerst aan op de wisselspanning van de trafo. We zien dan dat bij het omschakelen het relais begint te stotteren. Het wil niet ineens, met een tik opkomen of afvallen. Ook het signaallampje weet niet wat het moet doen: aan, uit, aan, uit. Dit is als volgt te verklaren. Bij het omkeren van de polen neemt de motor veel stroom af, met als gevolg dat de lamp voor korte tijd zo zwak wordt dat de EL-bouwsteen opnieuw schakelt. Dat proces kan zich een aantal keren herhalen.

Voor permanent gebruik is een dergelijke schakeling niet geschikt, de kontakten zouden snel kapot gaan. Het probleem is opgelost als we een meekoppeling toepassen door bus  $A_2$  met bus 5 te verbinden en de motor van een eigen stroombron voorzien (batterij of trafo).

#### **Gewenste waarde**

De gewenste verlichtingssterkte stellen we in met de draaiknop die de gevoeligheid bepaalt.

#### **Storingen**

Met de regelschakeling willen we de afwijkingen in de verlichtingssterkte corrigeren. De spanningsschommelingen kunnen we met de trafo verkrijgen.

#### **Regelen**

Daalt de lampspanning dan gaat de lamp naar de fotoweerstand toe. Stijgt de spanning dan loopt de lamp weg van de weerstand en gaat op een grotere afstand staan. We hebben daarmee een echt regelproces verkregen. Het uitgangssignaal (verlichtingssterkte op de fotoweerstand) werkt als ingangssignaal op de schakeling terug. We willen nu onderzoeken wat het effect is van een sterkere meekoppeling. We zetten daarom tussen  $A_2$  en  $E_2$  de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand. (Wie er niet helemaal uitkomt leest pag. 44 nog eens door.)

Het grotere meekoppelingseffect resulteert hierin dat de tandstang nu een veel grotere weg aflegt van het ene naar het andere keerpunt. In de praktijk zal een dergelijke min./max. regeling voor de verlichting van een vlak niet worden gebruikt. Het konstant tussen twee grenswaarden schommelen van de verlichtingssterkte werkt zeer storend, zodat men andere, duurdere regeltechnieken toepast.

# Temperatuurregeling

## min./max. regeling

Het principe van de min./max. regeling vindt toepassing in de temperatuurregeling van allerlei ruimten. Een NTC-weerstand reageert op de temperatuur in een kamer en schakelt de verwarming in of uit. Het hele systeem werkt traag en we merken nauwelijks dat de temperatuur in de kamer eigenlijk tussen twee grenswaarden in schommelt.

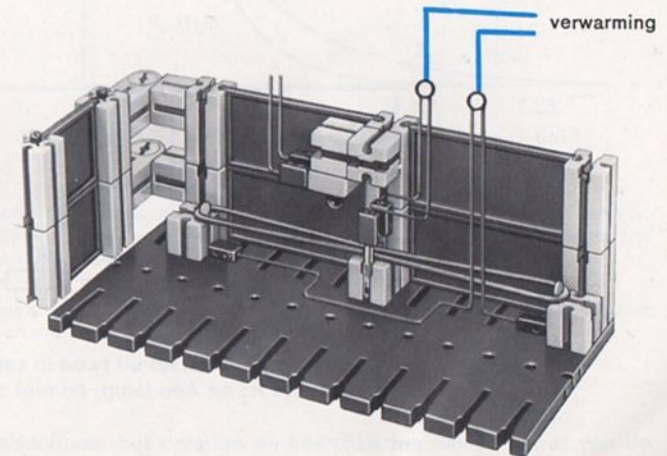
## Model

In het model van fig. 51.1 gebruiken we een ft-drijfveer als elektrisch verwarmingselement. Maak het model af door de ruimte geheel af te sluiten, compleet met dak. Bouw ook één of twee deuren in het model. Ontwerp zelf de schakeling en teken het schema. Mocht u er niet uitkomen dan vindt u in boek 4-1 een beschrijving. De werking van een regelsysteem blijkt het beste door het aan- en uitgaan van signaallampen die met de verschillende schakelstanden overeenkomen. Wit betekent: installatie bedrijfsklaar, verwarming is uit. Rood betekent: verwarming is aan.

## Schakelverhouding

Na een korte aanlooptijd moet de verwarming op steeds gelijke momenten aan- en uitschakelen. Al naar de hoogte van de gewenste temperatuur (stand van de draaiknop) nemen we korte en lange aan- en uit-tijden waar. Wanneer we een deur openen dan ontstaat er een luchtstroom en dan zal de verhouding tussen aan- en uit-tijden zich wijzigen om de storing op te heffen. Dat regelt zich vanzelf. Onderzoek de invloed van een meekoppeling. Bij gelijkblijvende insteltemperatuur verandert het aantal keren (aan en uit apart) dat er

per uur geschakeld wordt aanzienlijk. Met een telwerk, bijv. em 6, kunnen we het aantal keren schakelen ook registreren als we afwezig zijn.



51.1

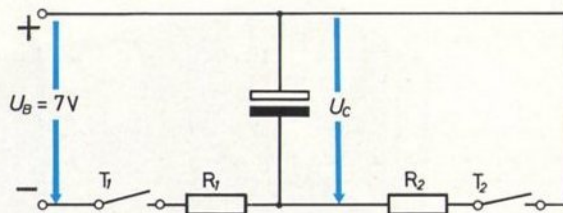
## Laden en ontladen van een condensator

### Experiment

Wellicht herinnert u zich de proef met de condensator in de gelijkrichter-bouwsteen (boek 4-1). We herhalen die proef in een wat andere vorm. We bouwen de schakeling van fig. 52.1 en gebruiken de condensator van de gelijkrichter-bouwsteen.

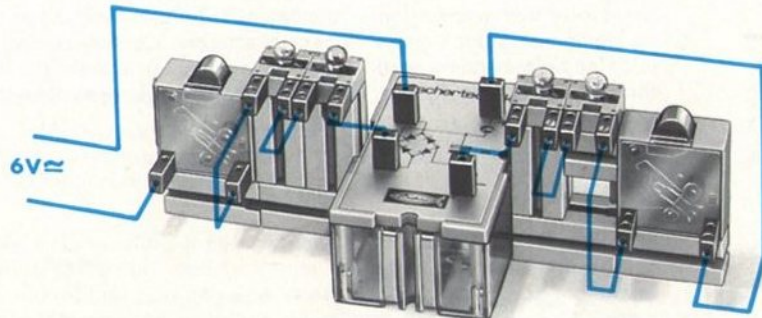
De gelijkrichter zelf is niet van belang voor het principe dat we gaan behandelen. Hij is dan ook niet getekend. (Hij biedt in dit geval alleen een beveiliging tegen een verkeerde poling van de

52.1



kondensator.) De weerstand  $R_1$  bestaat uit twee in serie geschakelde gloeilampen, de weerstand  $R_2$  uit één lamp, en niet zoals in fig. 52.2 uit twee lampen.

Door het ingedrukt houden van de linker »aan«-drukknop 1, zal de condensator zich opladen via de weerstand  $R_1$ . Hoe hoger de weerstand  $R_1$  is – 2 lampen in serie i.p.v. 1 of 2 parallel gescha-

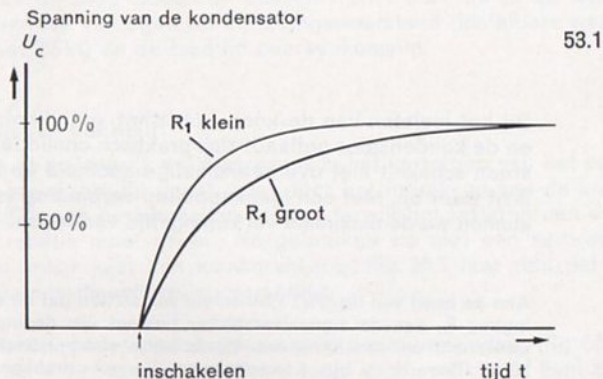


52.2

keld – des te langer duurt het opladen. Overtuigt u daarvan. We kunnen dit niet alleen merken aan het langer branden van de lampen die als  $R_1$  dienst doen. Als we  $T_1$  maar kort ingedrukt houden dan heeft de condensator niet de kans gekregen zich geheel op te laden. Drukken we daarna  $T_2$  in dan zal lamp  $R_2$  maar zwakjes oplichten. Hoe minder dat is, hoe lager de spanning van de condensator was.

### Het opladen

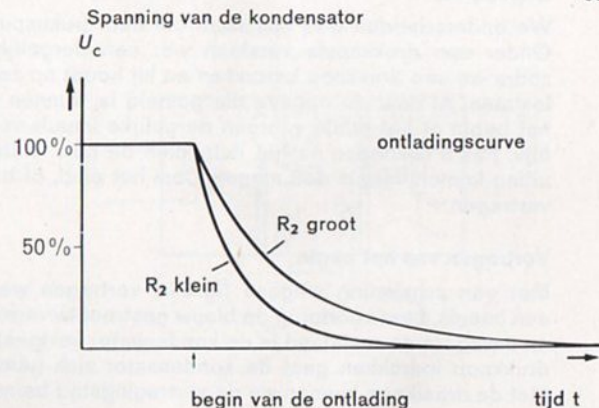
Het opladen van de condensator verloopt zoals in het spanning/tijd diagram 53.1 is weergegeven. Vlak na het inschakelen loopt de spanning snel op, maar op het eind verloopt dit nog maar zeer traag, de laatste loodjes wegen het zwaarst. De condensator is opgeladen, als er geen stroom meer loopt. De spanning  $U_c$  van de condensator komt dan overeen met de netspanning  $U_b$ . Met een voltmeter kunnen we een en ander nameten. Bovendien kunnen we in plaats van 2, ook drie of vier in serie geschakelde lampen nemen als ladingsweerstand  $R_1$ .



### Ontlading

We laten  $T_1$  los en drukken  $T_2$  in. De condensator kan zich nu ontladen. Dit gebeurt via de weerstand  $R_2$  en gaat niet ineens maar volgens een gelijksoortige wet, in afhankelijkheid van de ontladingsweerstand. Fig. 53.2 laat het tijdsverloop zien van het ontladingsproces.

53.2



Hoe groter de weerstand hoe langer het duurt voor de condensator leeg is. De spanning verandert eerst snel en dan steeds langzamer (evenals het opladen is het een e-functie).

Onderzoek na elkaar de ontlading met 2 in serie geschakelde lampen, met 1 lamp en met 2 parallel geschakelde lampen.

De snelheid van het opladen en het ontladen hangt ook af van de condensatorgrootte. Hoe groter de capaciteit – meestal gemeten in microfarad ( $\mu\text{F}$ ) – is des te meer energie kunnen we er in stoppen en bewaren. Het laden en ontladen zal dan ook langer duren.

## Vertragingsschakelingen

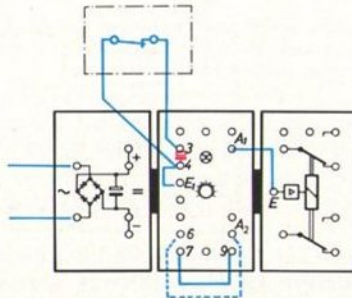
### Drukimpuls

We onderscheiden drie manieren om een drukimpuls te vertragen. Onder een drukimpuls verstaan we: een dergelijk impuls begint zodra we een drukknop indrukken en hij houdt op zodra we de knop loslaten. Al naar de opgave die gesteld is, kunnen we elektronisch het begin of het einde van een dergelijke impuls vertragen. Zo kan bijv. pas 3 seconden na het indrukken de puls in de schakeling tot uiting komen. Het is ook mogelijk om het eind, of begin en eind, te vertragen.

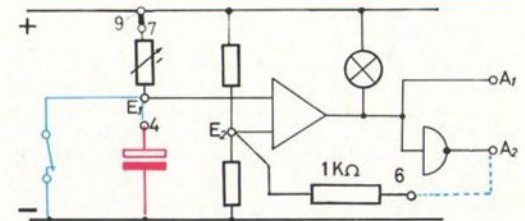
### Vertragen van het begin

Met een schakeling volgens fig. 54.1 vertragen we het begin van een impuls. Laat voorlopig de blauw gestreepte verbinding tussen  $A_2$  en 6 weg. In de ruststand is de condensator kortgesloten. Als we de drukknop indrukken gaat de condensator zich geleidelijk opladen. Met de draaiknop kunnen we de vertragingstijd beïnvloeden.

54.1



54.2



Bij het loslaten van de knop wordt het »uit« contact weer gesloten en de condensator ontladend zich praktisch onmiddellijk. De EL-bouwsteen schakelt met overeenkomstige snelheid en het signaallampje licht weer op. Met een meekoppeling-verbinding van  $A_2$  met bus 6 – kunnen we de maximale vertragingstijd verlengen.

Aan de hand van fig. 54.2 kunnen we vaststellen dat de spanningsdeler voor ingang  $E_1$  van de signaalversterker bestaat uit: de ingebouwde variabele weerstand en een eveneens ingebouwde elektrolytische condensator van  $50 \mu\text{F}$ . Deze is via bus 4 te schakelen. De »uit« drukknop overbrugt in rusttoestand de schakeling van de condensator. In deze stand doet de condensator niets. De bus  $E_1$  is met »–« verbonden en het signaallampje brandt.

Drukken we nu op de knop dan is de brug van de condensator verbroken en gaat die zich opladen. De snelheid waarmee dat gebeurt hangt af van de weerstandsgrootte die we met de draaiknop hebben ingesteld. De spanning tussen  $E_1$  en »–« loopt eerst snel omhoog en dan steeds langzamer (zie fig. 53.1). Het punt  $E_1$  wordt dus steeds positiever.

Na een bepaalde tijd wordt  $E_1$  positiever dan  $E_2$  en zal de EL-bouwsteen omschakelen, het signaallampje dooft. Hebben we een sterke meekoppeling over de  $1\text{ k}\Omega$  weerstand ingeschakeld dan ligt het punt  $E_2$  bij het begin van onze beschouwing niet in het midden, maar veel dichterbij de »+«. De spanning tussen  $E_2$  en »-« is nu dus veel groter dan zonder meekoppeling. Het duurt daarom veel langer, na het indrukken van de knop, voordat de spanning van de condensator dit punt (van  $E_2$ ) overschrijdt.

De vertragingstijd kunnen we nog verder verlengen. Daarvoor vervangen we de brug tussen de bussen 7 en 9 door de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand. Hiermee verhogen we de ladingsweerstand (instelbare weerstand) met  $22\text{ k}\Omega$  en de laadtijd overeenkomstig.

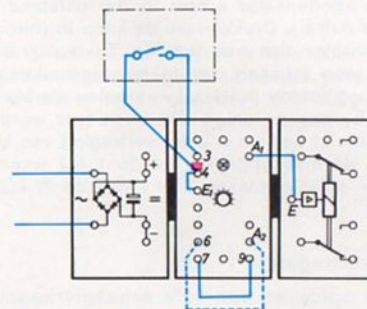
### Vertragen van het eind

Minstens zo belangrijk en interessant is het vertragen van het eind van een impuls. In dit geval moet door het indrukken van de knop onmiddellijk een omschakeling volgen, terwijl het loslaten een vertraagde reactie moet geven. Nu gebruiken we niet een verbreekdrukknop, maar juist een maaddrukknop. Fig. 55.1 laat zien dat er verder niets in de schakeling verandert.

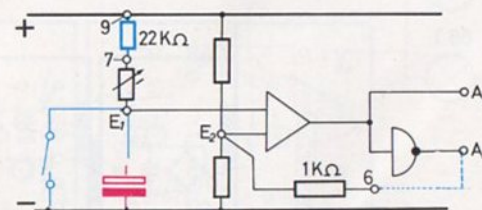
Ook hier kunnen we met de blauw gestreepte verbinding (fig. 55.1) van  $A_2$  naar 6 de maximale vertragingstijd groter maken. U kunt zich daar zelf van overtuigen. De vertragingstijd wordt nog langer als we tussen bus 9 en 7 de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand schakelen.

Aanwijzing: Wanneer we een installatie willen besturen met afwisselend de puls aan het begin en het eind vertraagd, dan moeten we niet alleen de drukknoop verwisselen, maar dan moet tevens steeds de ingang E van de relais-bouwsteen omschakelen van  $A_1$  op  $A_2$ .

55.1



55.2



De schakeltechnicus ziet onmiddellijk aan fig. 55.2 dat deze schakeling precies hetzelfde werkt als die voor de vertraging van een pulsbegin.

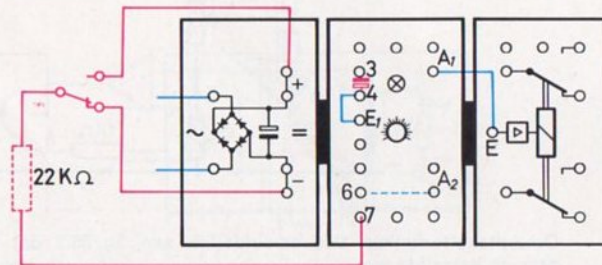


Nu is de condensator echter in de ruststand opgeladen en daarmee  $E_1$  positiever dan  $E_2$ . Drukken we de knop in (begin van de puls) dan ontladde de condensator zich onmiddellijk.  $E_1$  wordt direct negatiever dan  $E_2$ , de EL-bouwsteen schakelt om en het signaallampje brandt. Bij het loslaten van de knop (einde puls) zal – precies als bij de vertraging van het pulsbegin –  $E_1$  pas na enige tijd positiever worden dan  $E_2$ . En daarmee is precies bereikt wat we wilden: vertraging van het pulseinde. In het schema is tevens de meekoppeling via de  $1\text{ k}\Omega$  weerstand gestippeld getekend. Bovendien staat er tussen 9 en 7 nog de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand.

### Schakelvertraging

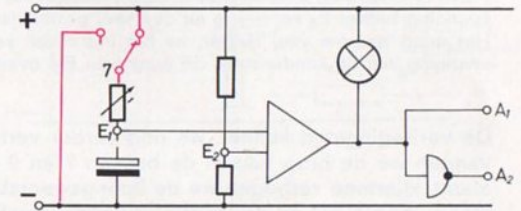
Voor het oplossen van vele schakelvraagstukken moeten zowel het begin als het eind van een puls worden vertraagd. We kunnen dat bereiken met de schakeling van fig. 56.1 en 56.2. De maximale vertragingstijd is te verlengen met de meekoppeling  $A_2-6$  en het plaatsen van de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand tussen 7 en het contact van de omschakeldrukknop.

56.1



in plaats daarvan kunnen we ook een schakelaar gebruiken, zoals in fig. 56.2 is aangegeven.

56.2



Voor wie het interessant vindt: in de getekende stand is de condensator opgeladen. Punt  $E_1$  is positiever dan punt  $E_2$ ; het signaallampje brandt niet. Door het omschakelen wordt bus 7 met de »-« verbonden en de condensator ontladde zich via de instelbare weerstand.

De condensatorspanning daalt dan snel. Na een bepaalde tijd wordt  $E_1$  negatiever dan  $E_2$  en het signaallampje licht op. De ontlading gaat door tot de condensator leeg is of tot de schakelaar wordt omgezet. Als dat gebeurt krijgen we weer de getekende stand. De condensator ligt nu opnieuw aan »+« van de weerstand en gaat zich weer opladen. Na een bepaalde tijd wordt  $E_1$  positiever dan  $E_2$  en het signaallampje dooft. Beide veranderingen (omzetten van de schakelaar resp. drukken en loslaten van de drukknoop) werken vertraagd op de uitgang van de schakeling. De vertragingstijden van begin en eind zijn in deze schakeling niet precies gelijk. Teken het schakelschema naar het bedradingsschema fig. 56.1.

# Trappenhuis automaat

## Vertragen van het uitschakelen

De verlichting in een trappenhuis hoeft niet konstant aan te zijn. Het is voldoende als er op elke etage een knop is om op te drukken, waarna het licht enige tijd blijft branden. Van een goede trappenhuis-automat mogen we eisen dat elke nieuwe druk op de knop tijdens de »aan«-stand, de verlichting een volle cyclus langer laat branden. Voor de oplossing van dit probleem gebruiken we bijv. de schakeling van fig. 55.2. Deze vertraagt het einde van een impuls. De puls zelf kan van één van de vele drukknoppen komen die op de verschillende etages zitten. Moeten we »aan«-drukknoppen of »uit«-drukknoppen gebruiken?

Een model van het trappenhuis kan ieder bouwen naar de hoeveelheid bouwstenen die hij heeft.

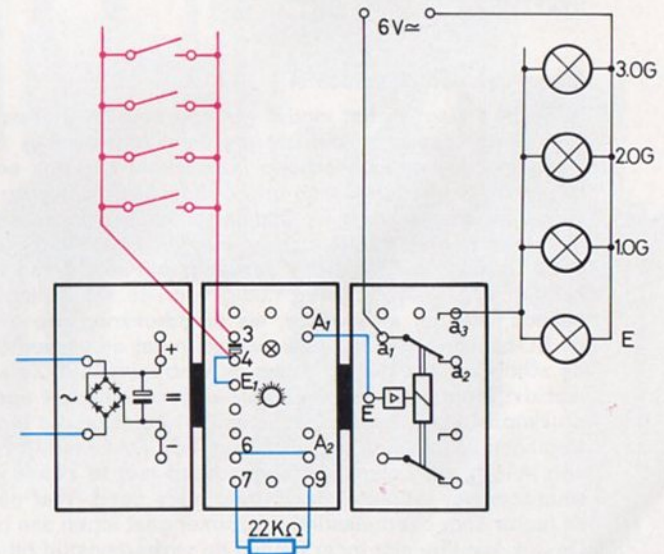
Het schakelschema is niet zo moeilijk te tekenen. Waarom verlengt een nieuwe puls tijdens de »aan«-stand de brandtijd met een volle cyclus?

Hoe staat het met de condensatorspanning op het moment dat er op een knop wordt gedrukt? Het antwoord vindt U op blz. 55 en 56.

Bijzonder interessant zijn deze en andere vertragingsschakelingen wanneer ze werken met een tweede EL-basisbouwsteen die met een fotoweerstand of een NTC-weerstand wordt bestuurd. Dergelijke schakelingen staan in boek 4-3.

## Uitbreiding

De schakelvertraging kunnen we nog vergroten door parallel met de ingebouwde een tweede condensator te schakelen. Wie dat wil kan in een radiozaak een condensator kopen van bijv. 100 of 500  $\mu\text{F}/15$  Volt. Let op de juiste poling.



57.1

## Toerental bewaken

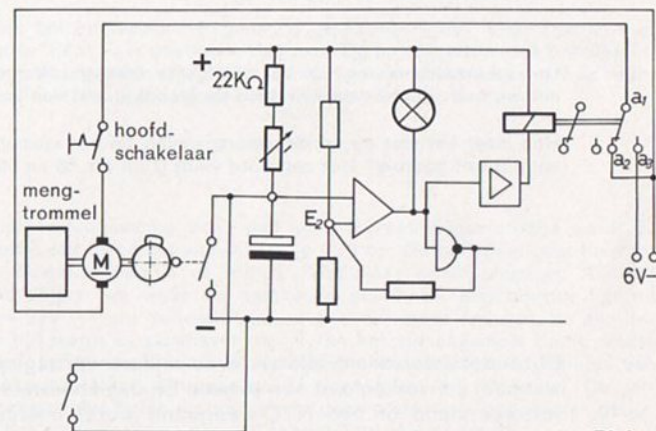
### Beveiliging tegen overbelasting

Grote motoren of generatoren kunnen door oververhitting schade oplopen, wanneer ze boven de toelaatbare grens worden belast. Een simpele bewaking werkt met het op afstand meten van de temperatuur in de wikkeling of van het motorhuis. Veel sneller op overbelasting reageert een schakeling die controleert of het toerental niet daalt beneden de onderste toelaatbare grens. Ook al is dat maar even het geval dan wordt de motor stilgezet en een alarm gegeven.

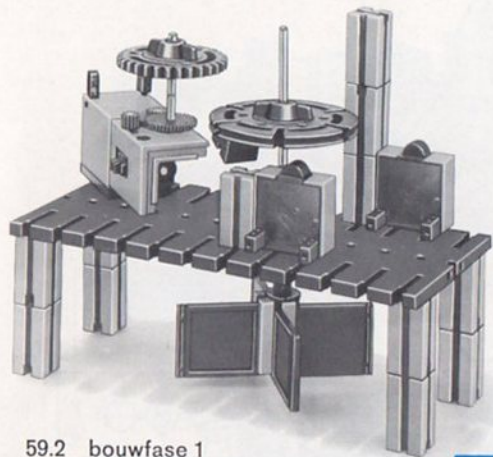
### Model van een mengtoestel

In fig. 59.1 zien we het model van een mengtoestel waarin we een schakeling toepassen om het toerental te bewaken. Bij elke omwenteling van de mengschoep- as bedient een nok een drukknop. Deze nok is een hoeksteen op de draaischijf welke op dezelfde as zit als de mengschoep. De impuls van de drukknop komt op de ingang van een vertragingsschakeling. De schakeling maken we volgens fig. 55.1 of 55.2. Deze vertraagt het einde van de puls. We hebben één »aan«-drukknop nodig voor de schakeling zelf en een tweede, parallel geschakeld, als startdrukknop. De draaiknop van de EL-basisbouwsteen stellen we zo in dat de omwentelingstijd van de schoepas iets kleiner is dan de vertragingstijd. Zolang de motor met dat toerental – of een hoger – loopt, blijft het openen van het drukknopcontact zonder gevolgen. Dit komt omdat binnen de vertragingstijd – na één omwenteling – de nokkenschiif opnieuw voor een puls zorgt. Zolang de mengschoep niet te zwaar wordt belast, waardoor het toerental daalt, gaat alles goed. Wat gebeurt er als de motor door overbelasting langzamer gaat lopen dan is toegestaan? De nok komt nu niet meer binnen de vertragingstijd bij de drukknop om een nieuwe puls te geven. Hij is te laat.

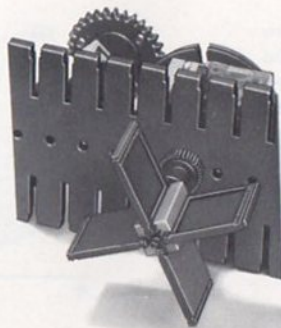
De motor wordt uitgeschakeld en tegelijk kortgesloten om schade te voorkomen. Er kan in de mengtrommel immers van alles gebeurd zijn; een vast voorwerp kan ergens klem zitten tussen de schoep en de trommel of de vloeistof in de trommel is gaan stollen. Het vraagstuk is ook met de schakeling op pag. 54 op te lossen. Probeer het eens.



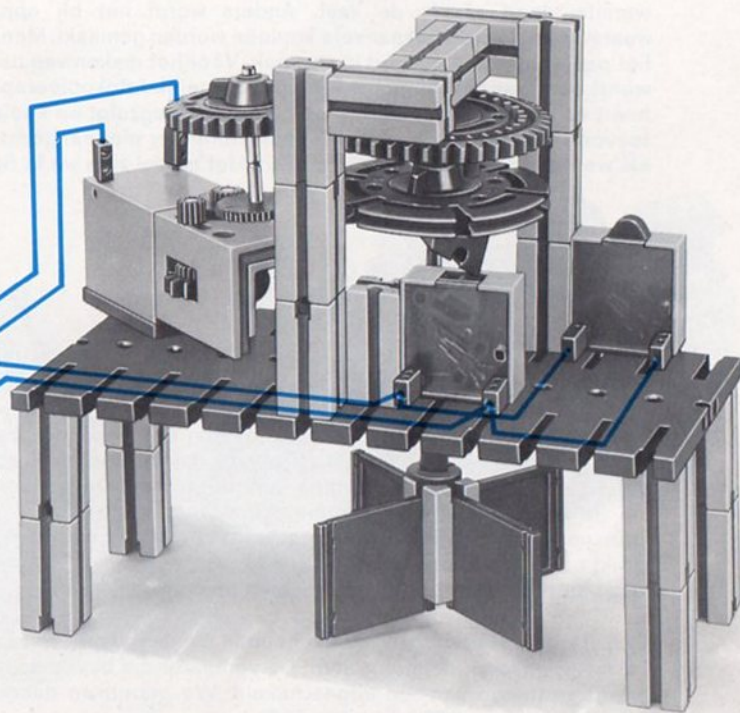
58.1



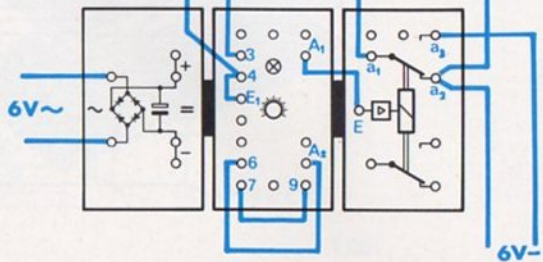
59.2 bouwfase 1



59.3 mengschoeop



59.1



# Ventilatorschakeling van een fotokopieerapparaat

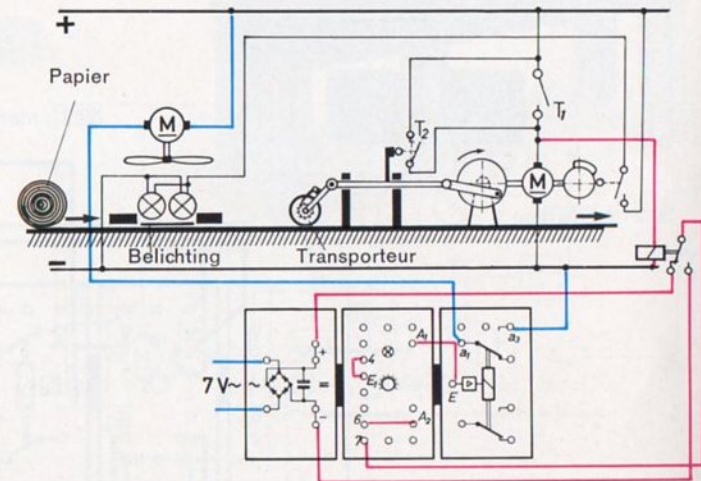
## Kopieerapparaten

De lichtbron van een kopieerapparaat geeft warmte af. Wanneer we van tijd tot tijd een kopie maken is nergens koeling nodig. De warmte vloeit af via de kast. Anders wordt het bij apparaten waarmee snel achter elkaar vele kopieën worden gemaakt. Meestal zit het papier op de rol en niet in een pak. Vóór het maken van de kopie wordt deze van de rol gesneden. Een dergelijk fotokopieerapparaat heeft een ventilator nodig die de hete lucht wegzuigt en koude lucht toevoert. Een extra eis is dat de ventilatormotor niet aangezet wordt als we maar een paar kopieën maken. Het model zien we in fig. 61.1.

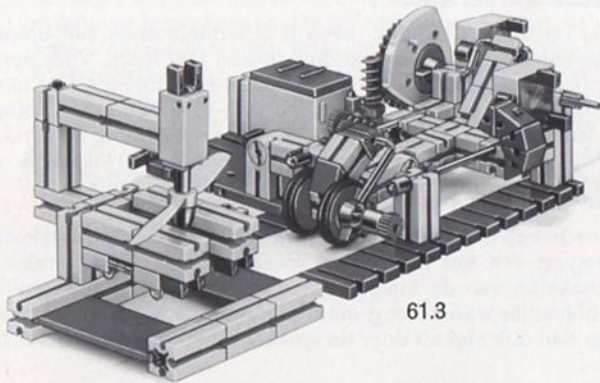
## Principe

Fig. 60.1 geeft het principe weer. Met een druk op de startknop  $T_1$  overbruggen we het contact  $T_2$  dat door een nok wordt bediend. De motor begint nu te lopen. Onmiddellijk na de start geeft de nok het contact  $T_2$  vrij. De motor blijft dus draaien ook nadat we de startknop loslaten. Het rubberwiel (ft-band) van de papiertransporteur rolt bij de heengaande beweging over het papier. De segmentschijf op de krukas schakelt de kopieerlamp voor korte tijd in. Als de transporteur teruggaat wordt het rubberwiel geblokkeerd. Dit drukt met z'n gewicht op het papier en neemt dat mee. Aan het eind duwt de nok tegen de »uit«knop  $T_2$  en de motor slaat af.

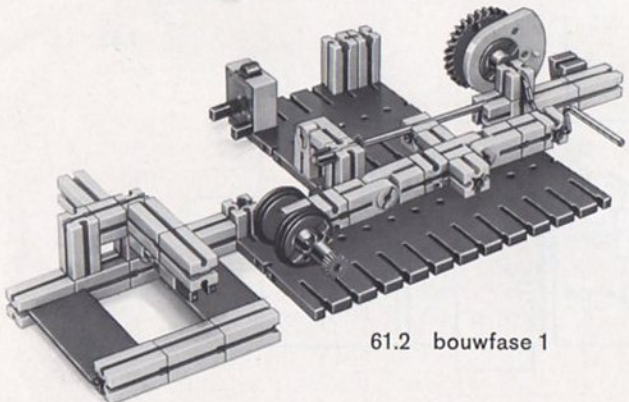
Tenzij we de startknop ingedrukt houden om meer kopieën te maken, in dat geval loopt de motor door. De ventilator die boven de lamp zit wordt vertraagd aan- en uitgeschakeld. We gebruiken daarvoor de schakeling van fig. 56.1 (schema 56.2).



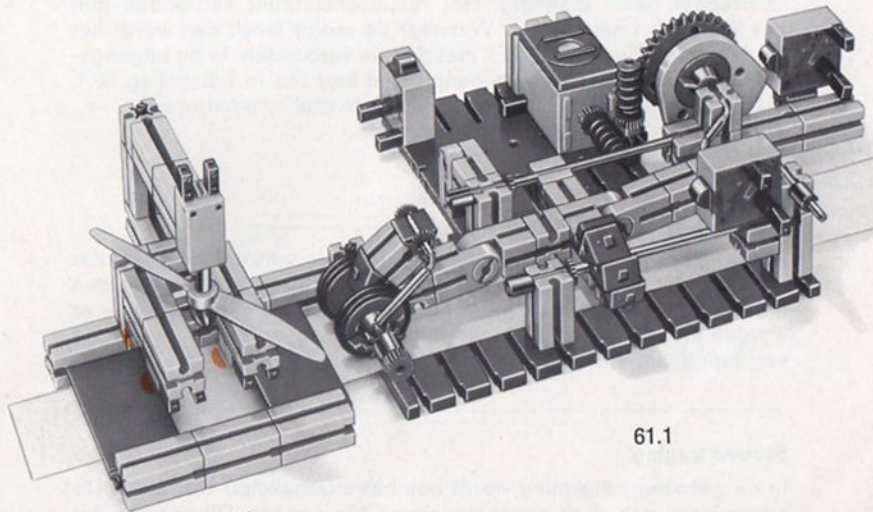
60.1



61.3



61.2 bouwfase 1



61.1

4 lamp

De omschakeling van bus 7 doen we niet met de hand maar met een relaiscontact van het relais uit doos hobby 3. De relaispoel schakelen we parallel met de aandrijfmotor van het transportsysteem.

We herinneren ons: bij een vertragingsschakeling moet de condensator (bus 4) met  $E_1$  verbonden worden. Een grotere vertraging bereiken we door bus  $A_2$  met bus 6 te verbinden. De uitgang  $A_1$  van de EL-basisbouwsteen bestuurt, met de gewenste vertraging, het relais in de relais-bouwsteen. De ventilatormotor wordt via de busen  $a_1$ - $a_2$  in en uitgeschakeld. Als de motor stilstaat, heeft de relaispoel geen spanning. Het relaiscontactpunt verbonden met bus 7, ligt dan aan de »+«. Wanneer de motor loopt dan wordt het relais bekrachtigd en is bus 7 met de »-« verbonden. In de uitgangstand is de polariteit dus tegengesteld met die in schakeling 56.1, resp. 56.2. Wie deze schakeling kiest zal de ventilatormotor via  $a_1$ - $a_2$ , in plaats van via  $a_1$ - $a_3$ , moeten besturen.)

#### **Startvertraging**

Als we maar 1 kopie nodig hebben dan is de vertragingstijd groter dan 1 cyclus van de transportmotor. De ventilatormotor wordt dan niet gestart. Wanneer daarentegen het transport langer duurt — er worden meer kopieën gemaakt — dan loopt de motor langer dan de vertragingstijd en begint de ventilator na enige tijd te draaien.

#### **Stopvertraging**

In de gekozen schakeling wordt ook het uitschakelen vertraagd. De motor loopt nog door nadat de lamp uit is gegaan. Dit gebeurt om alle warmte af te voeren.

#### **De bouw van het model**

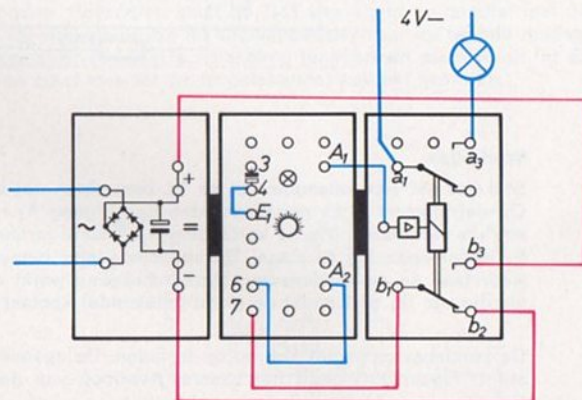
Let er op dat het glijstuk (twee ft scharnierstenen met bouwstenen 15) gemakkelijk over de geleiders (assen 110) loopt. Voor permanent bedrijf, vetten we de assen licht in. De ventilatorvin op de minimotor is verkrijgbaar in de verpakking ft 027. Wie geen minimotor heeft, simuleert deze met een lamp. Wie verscheidene hobby-1 dozen heeft, kan het model uitbreiden met een papierrolhouder en een inrichting voor het opwickelen van het belichte papier.

De inschakelvertraging van de ventilator bespaart stroomkosten. De vertraging van het afzetten is meestal belangrijker omdat na het uitschakelen van de lampen (of een verwarming) de ventilator de overblijvende warmte nog moet afvoeren. Schakel dergelijke apparatuur dan ook niet uit door de stekker uit het stopcontact te trekken.

## Pulsgever met el-bouwsteen en relais

In het »Experimenten en Modellen« boek 4-1 hebben we reeds een pulsgever leren kennen. De pulsgever gebruikten we er als knipperlicht. Volgens hetzelfde principe, maar met de condensator van de EL-bouwsteen i.p.v. de condensator van de gelijkrichter bouwsteen, werkt de pulsgever-schakeling van fig. 63.1. Het verschil is dat de knipperfrequentie nu instelbaar is. We zetten de schakeling op volgens fig. 63.1 en proberen een schatting te maken van de maximale en de minimale puls-frequentie (in- en uitschakelingen per seconde). Dit kunnen we doen aan de hand van het signaallampje of de via  $a_1$ - $a_3$  aangesloten lamp.

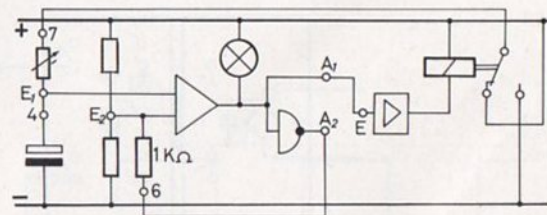
63.1



### Invloed van de meekoppeling op de frequentie

We halen de verbinding tussen  $A_2$  en bus 6 (de meekoppeling) weg. We zien dan dat de frequentie beduidend hoger wordt. De EL-bouwsteen schakelt nu zo snel heen en weer dat het relais het nauwelijks kan volgen. Schakel nu de 100 k $\Omega$  weerstand tussen  $A_2$  en bus 5 en we krijgen weer een heel ander frequentiebereik. Wie de verhoudingen precies wil onderzoeken moet het schema 63.2 bestuderen.

63.2





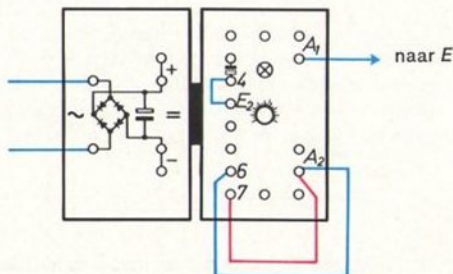
## Geheel elektronische pulsgever

Het schakelschema op de vorige pagina heeft nadelen. De traagheid van het relais en zijn contacten stelt een grens aan de frequentie die we kunnen instellen. Ook al zouden we voor de rest andere onderdelen nemen. Het relais kan onder normale belasting miljoenen keren schakelen. Het is echter minder geschikt voor toepassingen met een hoge schakelfrequentie. Bovendien kunnen we de relaiscontacten in de besproken schakeling niet voor andere taken gebruiken en dat willen we graag in onze modellen. Al deze nadelen vermijden we met de volgende impulsgever, waarbij we bus 7 op de inverse uitgang  $A_2$  zetten. Fig. 64.1 laat het bedradingsschema van een dergelijke schakeling zien.

### Frequentie

We kunnen de impulsfrequentie over een breed bereik instellen met de draaiknop. Bovendien kunnen we het instelbare frequentiebereik

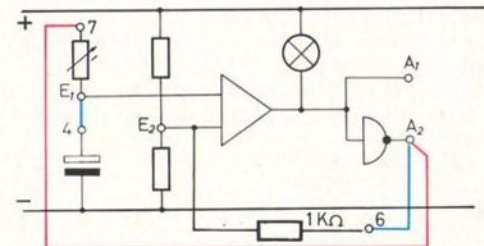
64.1



veranderen door de meekoppeling te wijzigen. Te weten een directe verbinding tussen  $A_2$  en bus 5 (resp. 6) of via de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand tussen  $A_2$  en bus 5 (resp. 6).

Voor wie in de werkwijze geïnteresseerd is, het volgende schema:

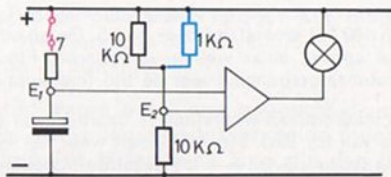
64.2



### Werkwijze

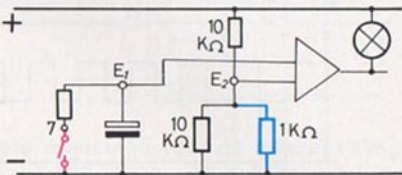
Stel dat het signaallampje van de EL-bouwsteen net begint op te lichten. Op dat moment is  $E_1$  negatiever dan  $E_2$ . Uitgang  $A_1$  is met de »-« en  $A_2$  met »+« verbonden. Via de verbinding  $A_2-7$  komt nu de spanningsdeler van  $E_1$  onder spanning te staan. De spanningsdeler bestaat uit de instelbare weerstand en de condensator. Deze schakeling werkt nu precies hetzelfde als die van fig. 65.1 nadat de (rood getekende) contact zou zijn gesloten.

De condensator begint zich nu op te laden. De spanning tussen  $E_1$  en »-« stijgt. Figuur 65.3 geeft het spanningsverloop van de condensator in de tijd aan.

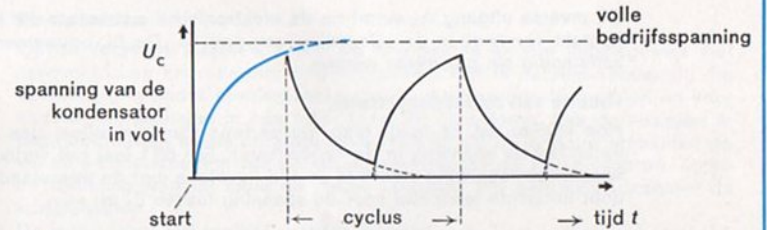


65.1

Omdat de uitgang van de schakeling op de ingang terugwerkt kan de spanning in de condensator niet tot de volle bedrijfsspanning oplopen. Op het moment dat  $E_1$  positiever wordt dan  $E_2$  schakelt de signaalversterker de condensator weer op »ontladen«. Want nu is bus 7 via  $A_2$  weer met de »-« verbonden. Bovendien staat de  $1\text{ k}\Omega$  weerstand nu parallel met de onderste  $10\text{ k}\Omega$  weerstand van de spanningsdeler voor de tweede ingang ( $E_2$ ) van de signaalversterker. De schakeling funktioneert nu zoals in fig. 65.2 is aangegeven maar met het (rood getekende) contact gesloten.

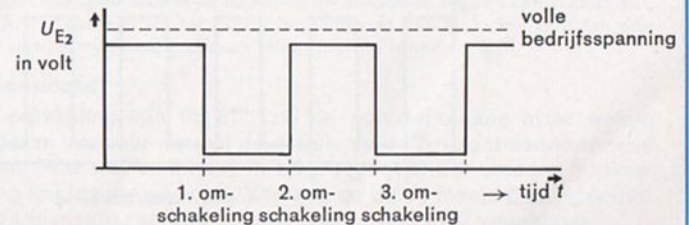


65.2



65.3

Figuur 65.3 brengt een en ander in beeld, uitgezet tegen de tijd. We zien hoe de spanning van de condensator afneemt. Zodra de spanning lager wordt dan die tussen  $E_2$  en »-« schakelt de EL-bouwsteen om. Op dat moment wordt  $A_2$  weer met »+« verbonden en staat de  $1\text{ k}\Omega$  weerstand opnieuw parallel met de bovenste  $10\text{ k}\Omega$  weerstand van de spanningsdeler voor ingang  $E_2$ . De spanning tussen  $E_2$  en »-« springt daardoor omhoog. Fig. 65.4 geeft het tijdsverloop van de spanning tijdens de in fig. 65.3 getekende schakelcyclussen.

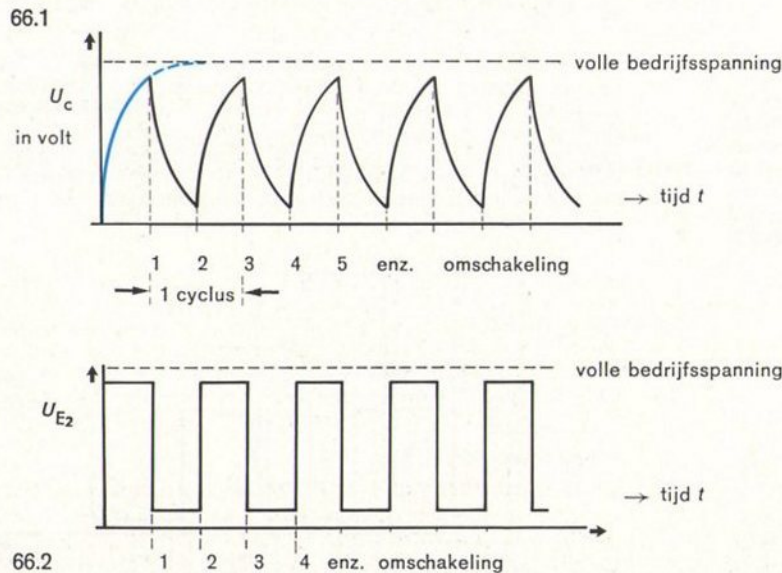


65.4

De inverse uitgang  $A_2$  vormt nu de elektronische schakelaar die het relais-kontakt vervangt in de schakeling van pag. 63. De EL-bouwsteen kan dus zelfstandig als pulsgever werken.

#### Grootte van de laadweerstand

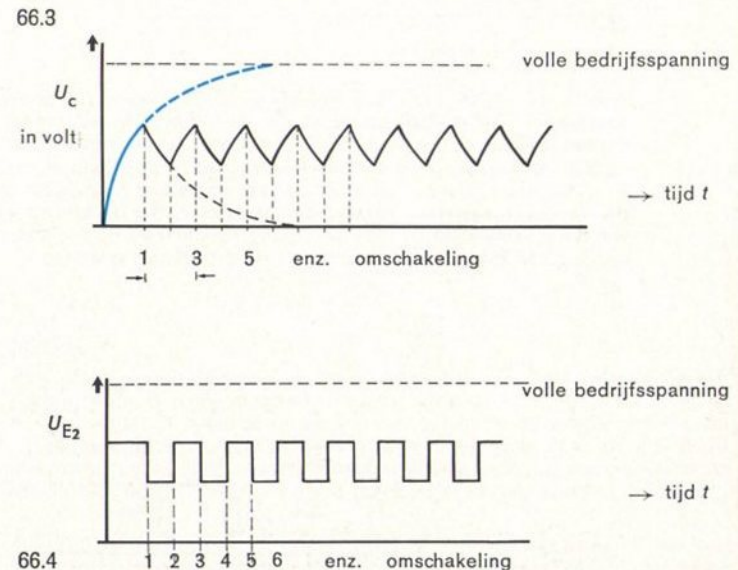
Hoe kleiner we de laad- resp. ontladweerstand instellen, des te sneller verandert de spanning in de condensator. Fig. 66.1 laat het verloop van de condensatorspanning zien met de tijd in relatie met de weerstand. Fig. 66.2 doet hetzelfde maar dan voor de spanning tussen  $E_2$  en »-«.



#### Grootte van de weerstand in de meekoppeling

We vervangen de meekoppeling van de  $1\text{ k}\Omega$  weerstand over bus 6 door een  $100\text{ k}\Omega$  weerstand over bus 5. De spanning tussen  $E_2$  en »-« zal nu bij elke sprong maar weinig veranderen, Fig. 66.3 geeft het verloop van de condensatorspanning met de tijd (meekoppeling van  $100\text{ k}\Omega$  weerstand).

De laad/ontlaid-weerstand is daarbij even groot gekozen als in de schakeling van fig. 65.3. Fig. 66.4 geeft weer het verloop met de tijd van de spanning tussen  $E_2$  en »-« bij dezelfde instelling voor de laadweerstand.



# Pulsgever met asymmetrische pulsverhouding

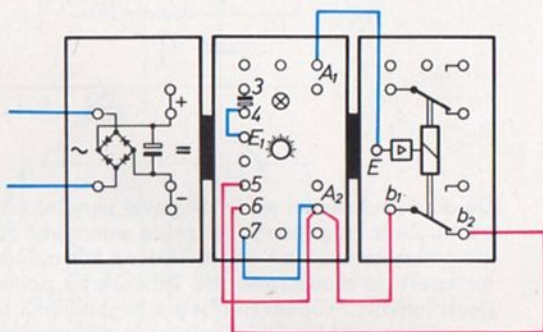
## Pulsverhouding

Alle tot nu toe besproken pulsgevers hadden één ding gemeen: de »aan«stand duurde even lang als de »uit«stand. In het vervolg spreken we van »aan«tijd en »uit«tijd.

»Aan«tijd en »uit«tijd waren even lang ongeacht de cyclustijd die de som van beide is. De verhouding tussen beide tijden noemen we pulsverhouding. Als beide tijden even lang zijn dan heet de pulsverhouding: symmetrisch.

## Ongelijke meekoppeling

In schakeling 67.1 is de ene tijd korter dan de andere, de pulsverhouding heet dan asymmetrisch. We bereiken dat door voor de



67.1

»aan«tijd een andere weerstand voor de meekoppeling in te schakelen dan voor de »uit«tijd. Al naar de schakelstand is dat de 1 kΩ of de 100 kΩ weerstand.

## Meetwaarden

Op de volgende pagina's zullen we nog enkele andere impulsgevers met asymmetrische impulsverhouding bespreken. Het is daarom verstandig die verhoudingen onder precies vastgestelde voorwaarden te bepalen en voor andere toepassingen in een tabel (pag. 72) te noteren. Om de waarden te bepalen bouwen we de proefopstelling van fig. 69.1. De motor schakelen we via de a-kontakpunten van de relaisbouwsteen op de spanningsbron. Zodra de spanning wegvalt moet de motor stilstaan. We gebruiken daarvoor de kortsluitsstop.

De motor loopt afwisselend volgens schakeling 69.2 om »aan«tijden (signaallampje van de EL-bouwsteen brandt) te meten en volgens schakeling 69.3 om »uit«tijden te meten (het signaallampje is uit).

De weg die de draaischijf aflegt gedurende een »aan«- resp. »uit«tijd is een maat voor de tijd. De afgelegde weg is te schatten met behulp van de inwendige vertanding. De hoek tussen twee gaten aan de rand van het wiel bedraagt 30°. Wie exact wil werken kan beter zelf een schaal van 360° tekenen. Noteer de gevonden waarden in de tabel op pag. 72. De puls-frequentie is het aantal schakelcycli per seconde. Een schakelcyclus is een »aan« en een »uit« stand.

1 cyclus per seconde is 1 Hz (Hertz).

Binnen het bereik dat de schakeling biedt kan een frequentie optreden die kleiner dan 1 Hz is. De pulsverhouding verkrijgen we door »aan« en »uit«tijd op elkaar te delen. Stel dat de »uit«tijd 1 is, en bovendien dat de »aan«tijd de helft is van de »uit«tijd. De pulsverhouding is dan 0,5:1. Wanneer de »aan«tijd twee keer zolang is als de »uit«tijd dan is de pulsverhouding 2:1. De cyclustijd kunnen we het beste bepalen met een klok. We bepalen dan de tijd voor 20 cyclussen, die we tellen met de teller em 6.

## Laadweerstand

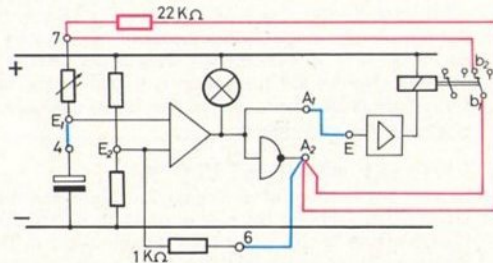
In de schakeling van fig. 67.1 zal de pulsverhouding maar weinig veranderen wanneer we met de draaiknop de laad/ontlaadweerstand wijzigen. Wat wel verandert is de frequentie. Een andere pulsverhouding krijgen we als volgt. Vervang de beide meekoppelingweerstand tussen A<sub>2</sub> en bus 5, resp. 6, door de 22 kΩ weerstand.

Wie daar zin in heeft kan het schema van deze schakeling zelf tekenen.

### Ongelijke laad- en ontladweerstanden

In schakeling 68.1 schakelen we niet de meekoppelingsweerstanden om, maar juist de laad/ontladweerstand synchroon met de EL-bouwsteen. Bij deze schakeling is zelfs de pulsverhouding instelbaar.

68.1



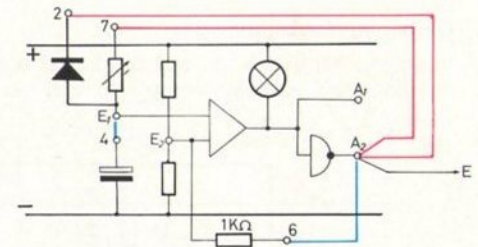
De instelbare weerstand werkt als laadweerstand. Nu is de ontladweerstand in elk geval 22 kΩ groter dan de laadweerstand. Test de schakeling zelf. Staat de draaiknop in stand 1 dan hebben we zeer korte »uit«tijden. De pulsverhouding is dan extreem asymmetrisch. De »aan«tijd zouden we alleen kunnen veranderen door de 22 kΩ weerstand te vervangen door een andere. Een dergelijke weerstand

is in een radiozaak verkrijgbaar. Welke pulsverhoudingen kunnen we bereiken? En welke als we de aansluitingen  $b_2$  en  $b_3$  verwisselen?

### Geheel elektronische schakeling

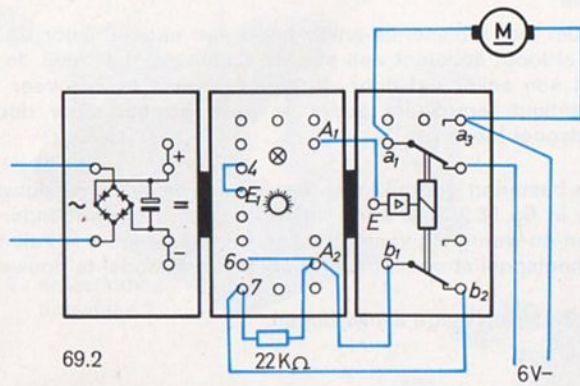
Ook de elektronische pulsgever van fig. 64.1 en 64.2 kan met een asymmetrische pulsverhouding werken. We schakelen de EL-bouwsteen daartoe volgens fig. 68.2.

68.2

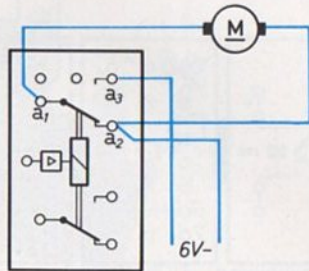


De diode schakelen we in dit geval parallel met de instelbare weerstand. Ze is zo gepoold dat ze de weerstand kortsluit wanneer deze als ontladweerstand werkt. Tijdens het opladen van de condensator heeft de diode (door de veranderde poling van de schakeling) geen functie. Probeer het bedradingschema te tekenen, u kunt het vergelijken met fig. 70.1. Probeer in elk geval de waarden voor tabel op pag. 72 te verkrijgen.

Nog langere pulstijden krijgen we door de 22 kΩ weerstand tussen  $A_2$  en bus 7 te schakelen.

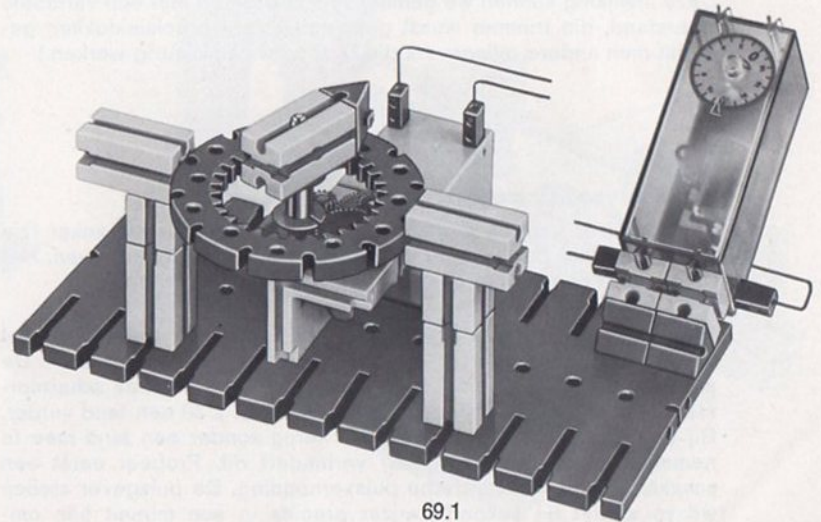


69.2



69.3

zie pag. 67



69.1

## Klok met impulsbesturing

De pulsgever, gebouwd met een van de schakelingen op pag. 63–69 kunnen we gebruiken voor het besturen van een elektromagnetisch uurwerk. Economisch is deze methode bijzonder interessant als we met één pulsgever een groot aantal klokken tegelijk besturen. Een elektromagnetische aandrijving is veel goedkoper te produceren dan een synchronomotor met zijn vertragingstandwielen. Ook voor klokken die op batterijen werken is deze elektronisch bestuurd aandrijving geschikt. Er is nog een voordeel aan de klok met impulsbesturing. Elke klok heeft namelijk een afwijking in zijn gang, de werkelijke puls frequentie verschilt met de gewenste frequentie. Deze afwijking kunnen we gemakkelijk corrigeren met een variabele weerstand, die trimmer wordt genoemd. (Voor precisieklokken gebruikt men andere pulsgevers die bijzonder nauwkeurig werken.)

### De bouw van het model

Als aanwijzer gebruiken we een zogenaamd remanentie-anker (zie fig. 71.2). In het boek 3-2 wordt dit anker uitgebreid beschreven. Het anker heeft een permanente magneet en is beweegbaar.

De pulsgever poolt de elektromagneet steeds om zodat deze het anker afwisselend van de linker naar de rechter aanslag trekt. De pal (hoeksteen op de linkerarm van de soepel draaiende scharniersteen) drukt bij de eerste impuls het tandwiel Z 30 een tand verder. Bij de volgende impuls gaat de pal terug zonder een tand mee te nemen. De grendel (ft-hoekas) verhindert dit. Probeer eerst een schakeling met symmetrische pulsverhouding. De pulsgever stellen we zo af dat de secondenwijzer precies in een minuut één omwenteling maakt.

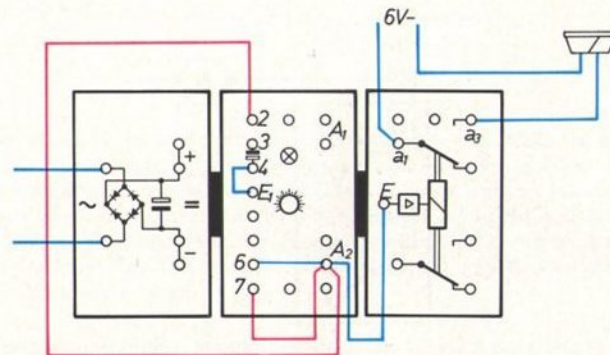
### Probleem

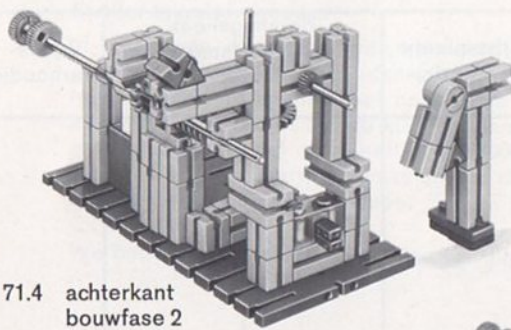
Het model met remanentie-anker heeft een nadeel. Door de magneetspoel loopt konstant een stroom. Daarom bouwt men de klokken met een anker dat door z'n eigen gewicht of een veer in de uitgangsstand terugkeert, zodra er geen stroom meer door de magneetspoel loopt.

Voor de besturing gebruikt men dan een asymmetrische pulsgever, bijv. als in fig. 68.2. Een korte »aan«schakeling is voldoende voor één heen-en-weergang van het anker. In de – langere – »uit«tijd is de magneetspoel stroomloos. Probeer zelf het model te bouwen.

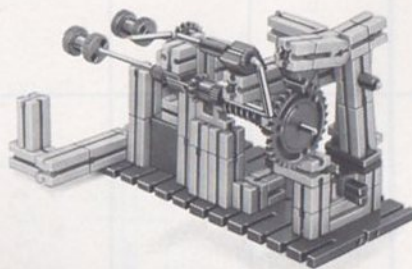
In boek 3-2 staan enige aanwijzingen.

70.1

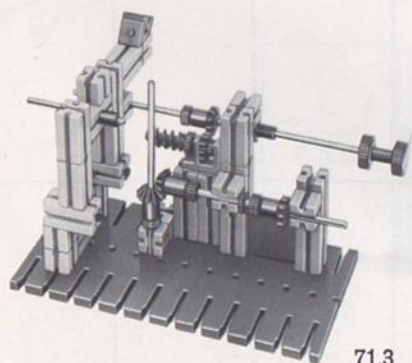




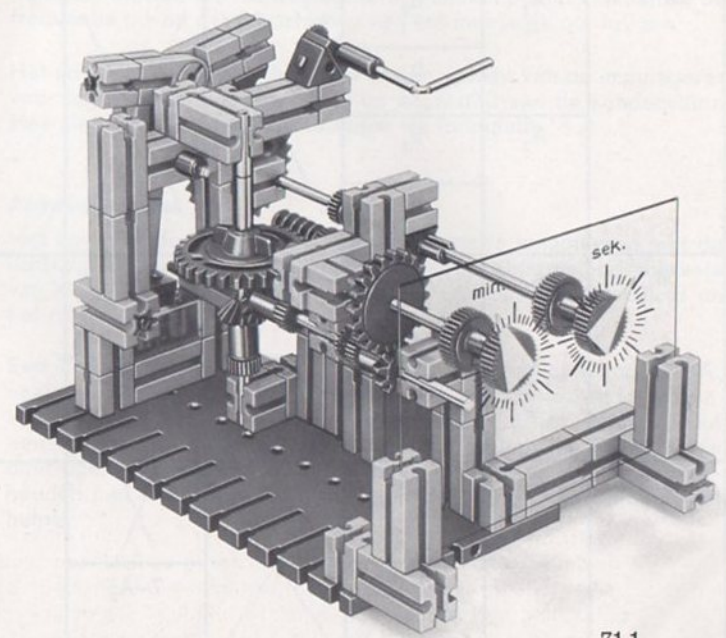
71.4 achterkant bouwfase 2



71.2 achterkant



71.3 bouwfase 1



71.1



## Pulsfrequentie en impulsverhouding

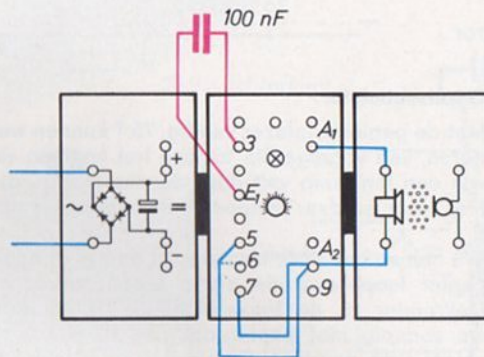
schakeling vlgs. fig.	Verbindingen				Op- merkingen	stand van de draaiknop	cyclustijd (sek.)	frequentie (hertz)	draaiingshoek signaallampje		puls- verhouding
	E aan	6 aan	7 aan	22 kΩ aan					aan	uit	
67.1	A <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>				10 5					
		b <sub>3</sub>									
	A <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>									
		b <sub>3</sub>									
68.1	A <sub>1</sub>		b <sub>2</sub>	7-b <sub>3</sub>		10 5 1					
			b <sub>3</sub>	7-b <sub>2</sub>							
68.2	A <sub>2</sub>					10 5 1					
				7-A <sub>2</sub>							

# Toongenerator

## Sneller impulsen geven

In plaats van de ingebouwde condensator van de EL-bouwsteen, gebruiken we de 100 nF condensator uit de cassette. Het instelbare frequentiebereik ligt nu veel hoger. Als meekoppelingsweerstand nemen we de 1 k $\Omega$  of de 100 k $\Omega$  weerstand. Frequenties tussen 300 en – afhankelijk van onze leeftijd – 15 000 tot 20 000 Hz kunnen we als toon horen. Daartoe schakelen we de Mikrofoon-Luidsprekerbouwsteen op de EL-bouwsteen.

We bouwen daartoe de schakeling van fig. 73.1.



73.1

## Frequentie

Met de draaiknop kunnen we de frequentie veranderen. Als we tussen  $A_2$  en bus 5 de 1 k $\Omega$  weerstand hebben staan dan kunnen we de toonhoogte variëren van een diepe brom tot aan een hoge fluittoon. Met de 100 k $\Omega$  weerstand als meekoppeling kunnen we de frequentie boven de gehoorgrens van het menselijk oor krijgen.

Het schakelschema verschilt maar in één opzicht van de impulsgever voor lage frequenties. En dat is de capaciteit van de condensator. Hoe kleiner de capaciteit, hoe hoger de frequentie.

## Alarminstallaties

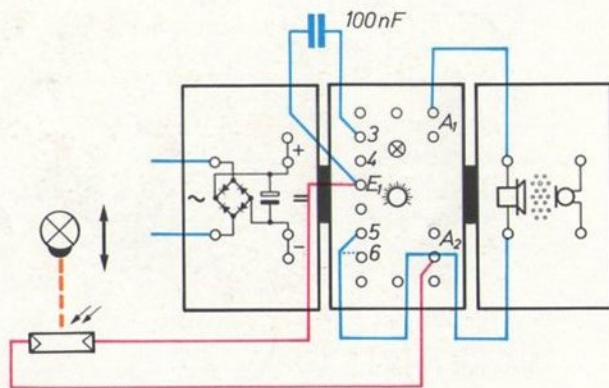
Het ligt voor de hand om de toongenerator te combineren met de lichtstraalonderbreker als alarmmelder. Voor lichtstraalonderbrekers van kleine omvang kunnen we volstaan met een fotoweerstand en het relais van hobby 3.

Een contact van dit relais onderbreekt de terugkoppeling van  $A_2$  naar bus 5, resp. 6 zolang de lichtbundel niet wordt onderbroken. Het allersimpelste model is een drukknop achter een deur of een schuiflade. Zodra het contact wordt vrijgegeven (doordat de deur opengaat) klinkt het alarmsignaal. We kunnen de impuls vasthouden met een relais zodat het weer dicht doen van de deur niet helpt.

## Licht bestuurt de toonhoogte

We hebben gezien – en gehoord – hoe we met de draaiknop de toonhoogte kunnen regelen. Behalve met de hand kan dat ook met een fotoweerstand die we met één of meer lichtbronnen belichten. We bouwen de schakeling van fig. 74.1.

74.1

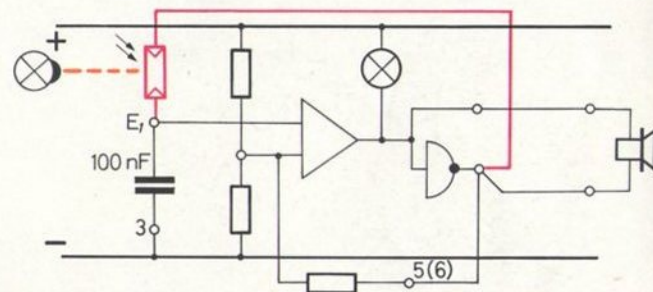


### Metten op afstand

We kunnen dit effect gebruiken voor het op afstand meten van lichthoeveelheden en de temperatuur. De methode om een meting om te zetten in een frequentie is vooral geschikt wanneer er tussen de plaats van meting en de plaats van registratie een grote afstand ligt. Bovendien gebruikt men de methode ook graag voor alarminstallaties omdat er dan naast het optische signaal een geluidssignaal wordt gegeven. Tevens verschaft de toonhoogte

informatie over de grootte van de afwijking die wordt gesignaleerd. Het apparaat kunnen we ook zo afstellen dat bij de normaalstand de toon zo laag ligt dat we deze niet kunnen horen. Schakelschema 74.2 laat zien dat het een toongenerator is waarvan de instelbare weerstand is vervangen door een fotoweerstand.

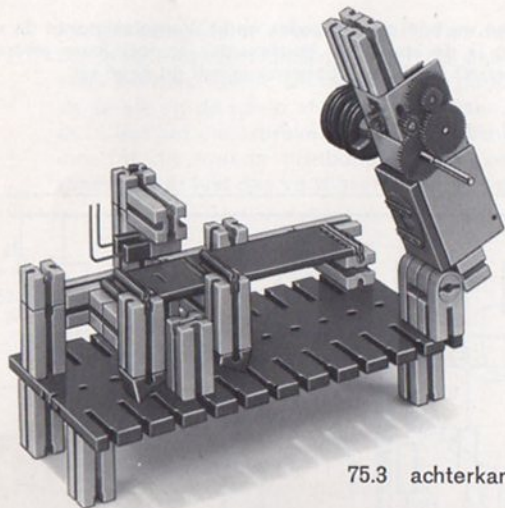
74.2



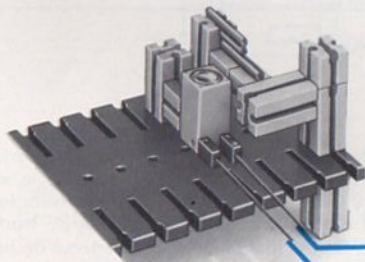
### Geruissimulator

Met de papierstripreader van fig. 75.1 kunnen we allerlei geruis produceren, van vogelgetjilp tot aan het knarsen van een deur. Het licht van een lenslamp valt door de papierstrip, die we met een viltstift hier meer en daar minder zwart hebben gemaakt.

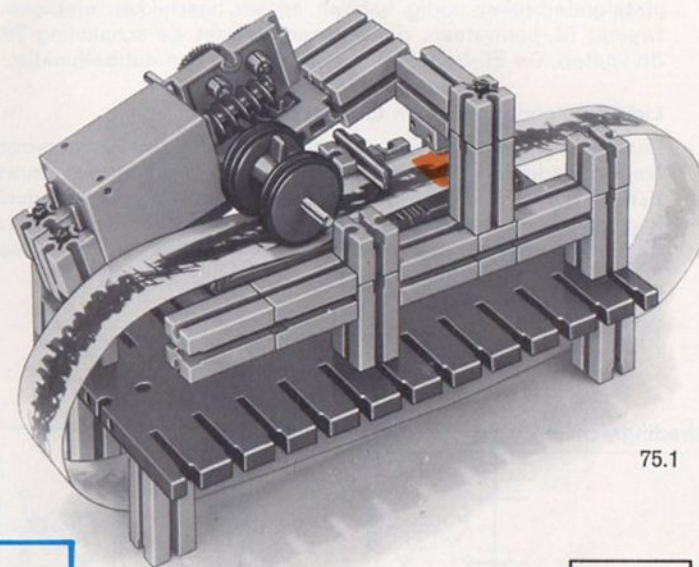
We nemen daarvoor transparant papier of dun postpapier. De strook papier loopt over de platte steen met spleet (spleetdiafragma). Daaronder zit de fotoweerstand. Het spleetdiafragma beplakken we zodanig met papier dat het absoluut zeker is dat alleen de spleet licht doorlaat. Op deze manier kunnen we ons eigen handschrift hoorbaar maken. Misschien iets voor een feestje? De luidspreker zetten we zo ver mogelijk van de motor vandaan om storingen te voorkomen.



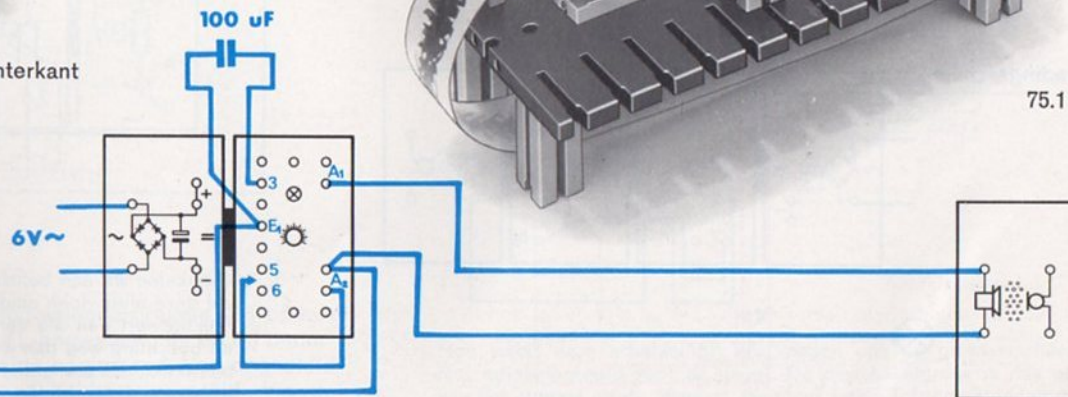
75.3 achterkant



75.2 bouwfase 1



75.1



## Dubbelfunktie van de el-bouwsteen

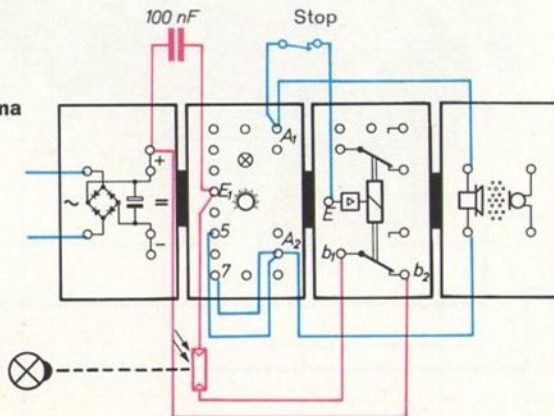
Wanneer we voor een model met geluidssignaal een grotere lichtstraalonderbreker nodig hebben en we beschikken niet over een tweede EL-bouwsteen, dan kunnen we met de schakeling 76.1 uit de voeten. De EL-bouwsteen krijgt daarbij een dubbelfunktie.

### Lichtstraalonderbreker en toongenerator

Eerst gebruiken we de EL-bouwsteen voor de lichtstraalonderbreker. Na de onderbreking van de lichtbundel schakelt de bouwsteen zichzelf om en werkt als toongenerator. Naar wens kan terugschakeling volgen of het vasthouden van de »donker«-impuls, dus het handhaven van de alarmtoestand, ook na het vrijgeven van de lichtbundel.

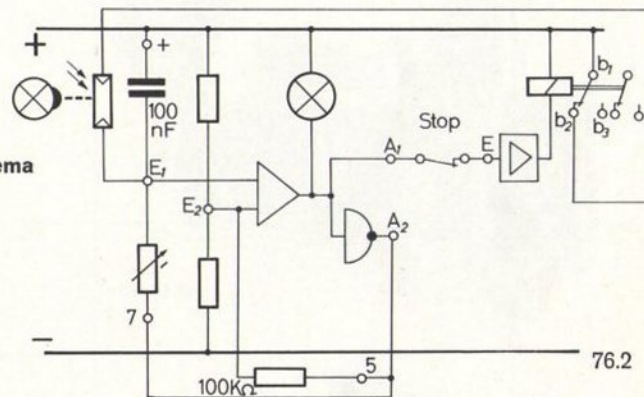
76.1

Bedradingsschema



In schema 76.2 zien we hoe een en ander werkt. Vergeleken met de voorgaande schakeling is de stand van condensator en instelbare weerstand verwisseld. Wat betreft het frequentiebereik speelt dit geen rol.

Schakelschema

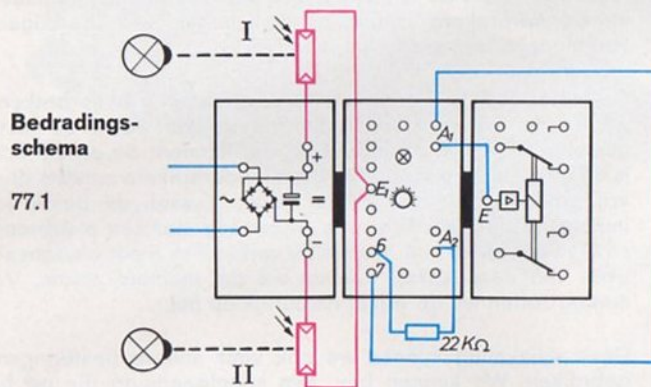


76.2

Schakelen we een belichte fotoweerstand parallel met de condensator dan zal deze niets doen omdat de fotoweerstand laagohmiger is. De schakeling funktioneert dan als een grenswaardeschakelaar met schakelbreedte. Valt de belichting weg dan wordt de fotoweerstand hoogohmig en werkt de EL-bouwsteen als toongenerator. De eenmalige onderbreking van de lichtbundel veroorzaakt een blokkering van de fotoweerstand als we een van de beide draden naar de fotoweerstand over de kontakten  $b_1$ - $b_2$  laten lopen.

## Starten en stoppen met licht

Als spanningsdeler voor ingang  $E_1$  van de signaalversterker nemen we twee fotoweerstanden. Let er op dat beide weerstanden even sterk worden belicht. Dit bereiken we door gelijke lampen te nemen en ze elk op de juiste afstand te plaatsen. De draaiknop stellen we zo in dat het onderbreken van de ene lichtbundel wordt vastgehouden tot de tweede lichtbundel wordt onderbroken. Als dat niet zonder meer lukt dan verwisselen we de beide weerstanden.

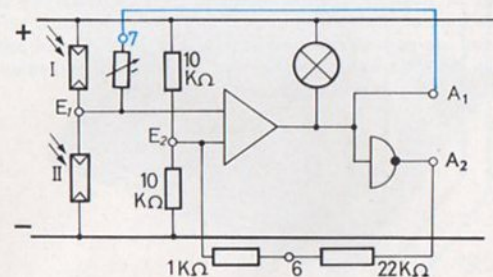


### Aanwijzing

Schakeling 77.1 werkt met twee lichtstraalonderbrekers. Bij onderbreking van de ene bundel schakelt EL-bouwsteen om en bij onderbreking van de andere weer terug in de beginstand. Vooropgesteld natuurlijk dat we de draaiknop goed hebben ingesteld. Via de relais-bouwsteen schakelen we dan de motoren aan en uit.

77.2

### Schakel- schema



Hoe werkt deze schakeling? We roepen ons de grenswaardeschakelaar met schakelbreedte voor de geest. De omschakelgrens is dan afhankelijk van het signaal op de uitgang. Wanneer beide fotoweerstanden even sterk worden belicht dan moeten hun weerstanden ook even groot zijn.

Wanneer er geen verbinding is tussen bus 7 en  $A_1$  – de instelbare weerstand is niet aangesloten – dan ligt het punt  $E_1$  wat potentiaal betreft, precies in het midden tussen »–« en »+«. Maken we de verbinding 7– $A_1$  dan zal  $E_1$  of dichter bij »+« of dichter bij »–« liggen.

Wanneer het signaallampje net oplicht dan staat de instelbare weerstand parallel met de onderste fotoweerstand (II). Punt  $E_1$  ligt daardoor dicht bij de »–« en het omgekeerde is het geval met  $E_2$ . Door de meekoppeling van  $A_2$  over de  $22\text{ k}\Omega$  weerstand ligt  $E_2$  dicht bij »+«. Stel nu dat we lichtbundel II onderbreken. De fotoweerstand wordt hoogohmig met als gevolg dat  $E_1$  positiever wordt dan  $E_2$ . De EL-bouwsteen schakelt. Geven we de lichtbundel weer vrij dan verandert het potentiaal op  $E_1$  wel, maar niet genoeg om negatiever te worden dan  $E_2$ . Het eerste signaal wordt vastgehouden. Pas na het afdekken van lichtstraalonderbreker 1 schakelt de bouwsteen terug in de beginstand.

De sterkte van de terugkoppeling is te regelen met de instelbare weerstand. We kunnen daarmee het bereik waarbinnen de puls wordt vastgehouden, in overeenstemming brengen met de werkelijke belichtingshoudingen van de beide fotoweerstanden.

### Toepassing

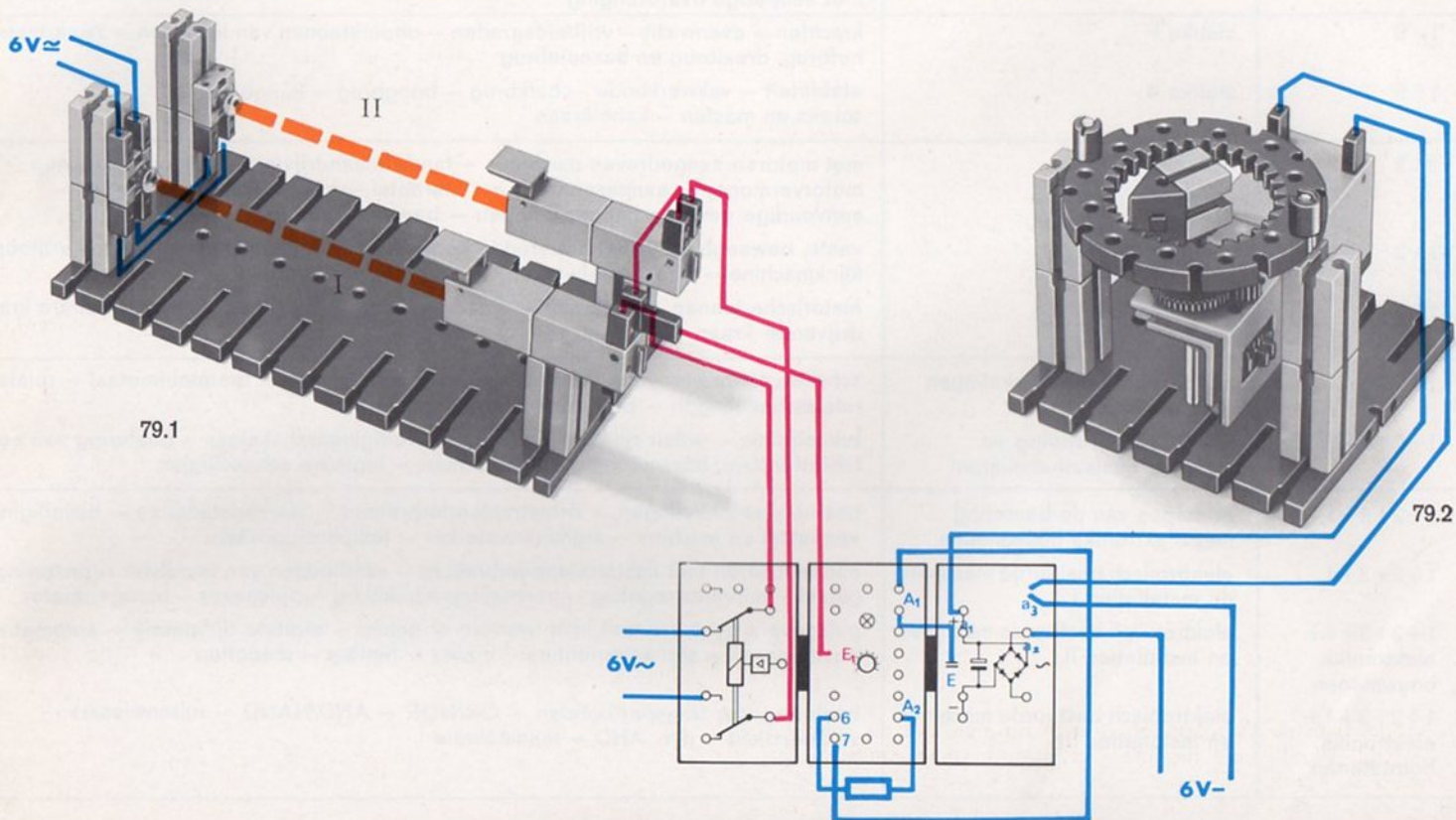
Deze schakeling kunnen we bijv. gebruiken in het model van de schuine transportlift op pag. 29. Het bovenste omkeerpunt werkt dan niet met een drukknop maar met een lichtstraalonderbreker.

### Snelheidsmeting

Met twee haaks op de rijweg (éénrichtingsverkeer) geplaatste lichtstraalonderbrekers kunnen we de snelheid van voertuigen meten. Het model daarvan zien we in fig. 79.1

De motor start zodra de eerste lichtbundel is onderbroken. Als de wagen de tweede bundel doorbreekt dan wordt de motor kortgesloten. Vooropgesteld, dat op dat moment de eerste lichtbundel is vrijgegeven. De beide lichtstraalonderbrekers moeten dus op een vrij grote afstand van elkaar staan. Tussen de beide »donker«-impulsen drijft de motor een wijzer aan met een overbrenging van  $i = 31$ . Een ft wiel met inwendige vertanding dient als schaal. Na het ijkken van deze schaal kunnen we de snelheid meten. Vóór elke meting zetten we de wijzer natuurlijk op nul.

Deze schakeling kunnen we ook voor andere besturingsmodellen gebruiken. We kunnen bijv. een speelgoedauto die op batterijen loopt, aan- en uitschakelen met lichtimpulsen. En met de relaisbouwsteen erbij kunnen we met lichtsignalen de wagen ook vooruit en achteruit laten rijden.





## Overzicht hobbyboeken De volgende delen zijn leverbaar of in voorbereiding

Deel	voor hobby		inhoud
1-1	1	werktuigbouw I	krachten – hefboom – balans – katrol – lier – blokkeren – schakelmechanisme – tandwielaandrijving – drijfriemen – hijswerktuigen
1-2	1	besturingen I	remmen – energieopslag – uurwerken – transportapparatuur – turbines – niet eenparige overbrenging
1-3	1+S	statika I	krachten – evenwicht – vrijheidsgraden – ondersteunen van lichamen – zwaartepunt – hefbrug, draaibrug en basculebrug
1-5	1+S	statika II	stabiliteit – vakwerkbouw – balkbrug – boogbrug – hangbrug – torens en masten – kabelkraan
2-1	1+2	werktuigbouw II	met motoren aangedreven machines – tandwielaandrijving – kettingaandrijving – motorvermogen – aanpassen van het toerental – mechanische besturingen – eenvoudige gereedschapswerktuigen – transportbanden
2-2	1+2	werktuigbouw III	vaste, beweegbare en scharnierende koppelingen – schakelkoppelingen – vrijloop – klinkmachine – liften – telwerken
2-4	1+2+S	hijswerktuigen I	historische kranen – armkraan – draaibare kraan – brugkraan – verplaatsbare kraan – drijvende kraan
3-1	1+2+3	elektrische basisschakelingen	schakelapparatuur – magnetisme – elektromagnetisme – thermobimetaal – relais – relaischakelingen – programmadrager
3-2	1+2+S+3	elektrische besturing en logische basisschakelingen	tuielrelais – polair relais – flipflop – beveiligingsschakelaar – besturing van een tablettenpers, boorautomaat, portaalkraan – logische schakelingen
4-1	1+2+3+4	principes van de besturing met elektronika bouwstenen	besturingsschakelingen – lichtstraalonderbrekers – alarminstallaties – beveiliging van mens en machine – signaalversterker – temperatuurwaker
4-2	1+2+3+4	elektronisch bestuurd machines en installaties I	automatiseren met lichtstraalonderbrekers – vasthouden van impulsen – besturing met geluid – min/max regeling – vertragingsschakeling – pulsgever – toongenerator
4-3	1+2+3+4+ elektronika bouwstenen	elektronisch bestuurd machines en installaties II	pulsgevers gestuurd met licht, warmte of geluid – digitale tijdmeting – automatisch positioneren – signaaldefinities – codes – flipflop – monoflop
4-4	1+2+3+4+ elektronika bouwstenen	elektronisch bestuurd machines en installaties III	besturing van transportbanden – OR/NOR – AND/NAND – ruitenwissers – verkeerslicht – dyn. AND – telinstallatie

