

Fischertechnik I-e

Licht-elektronica

Deel 1

Fischertechnik I-e 1

Een verdere uitbreiding van het Fischertechnik-systeem

Licht-elektronica

Deel 1

Ten geleide

Onze hartelijke gelukwensen met het bezit van jullie nieuwe Fischertechnik-lichtelektronica-bouwdoos. Wij zijn er zeker van dat deze bouwdoos. Wij zijn er zeker van dat deze bouwdoos al jullie verwachtingen zal overtreffen. De licht-elektronica biedt iedereen die zich voor techniek interesseert, of hij nu scholier, opgroeiende jonge man of vader is, steeds weer een nieuwe verrassende kijk op technische werkingen. De Fischertechnik-elektronica wil meer dan een speciale experimenteer-doos voor elektronische proeven zijn. Samen met de basis-bouwdozen van het Fischertechnik-systeem moet deze bouwdoos het bouwen en de werking van talrijke modellen van de meest verschillende terreinen der gehele techniek mogelijk maken. Deze modellen moeten begrip voor de techniek van morgen wekken, welke techniek nog meer dan tot nu toe het geval was, het leven van de mens vergemakkelijken zal.

De uit twee delen bestaande handleiding moet jullie de weg wijzen door minstens 200 speel- en hobby-uren. Wij willen geen streng onderricht met oefeningen verstrekken, kunnen echter het bijbrengen van een bepaalde basiskennis niet vermijden. Daarom hebben wij de volgende indeling gemaakt:

Op de eerste bladzijden van dit deel wordt jullie door fundamentele experimenten en uitvoerige toelichtingen de elektrische schakeltechniek bijgebracht. Meer theorie hebben jullie niet nodig, om met het kernstuk van de bouwdoos, de elektronica-schakelstaaf en de andere elektrische bouwstenen te kunnen omgaan.

Dan geven wij handleidingen voor het bouwen van uit de praktijk gegrepen modellen, bij welke werking de lichtelektronica een belangrijke functie uitoefent. Jullie leren daarbij het probleem kennen dat de lichtelektronica in de techniek vandaag en in de toekomst heeft op te lossen:

Controleren – beveiligen – tellen – meten – besturen – regelen.

Jullie beginnen met heel eenvoudige, gemakkelijk te overzien modellen. Met de groter wordende eisen neemt jullie kennis toe.

Uitvoerige toelichtingen voor de beginner worden afgewisseld met korte aanduidingen voor de gevorderde, die daardoor tot eigen scheppingen wordt aangespoord. Bij gemeenschappelijke arbeid, B.V. met jullie vriend, kunnen jullie problemen ter discussie stellen en ervaringen uitwisselen.

Ter controle stellen wij ook vragen, die achterin deel twee beantwoord zijn.

Deel twee wil als een klein technisch leerboek de principes van de schakeltechniek en de lichtelektronica bijbrengen. Talrijke interessante proeven zijn erin verwerkt. Deze maken het mogelijk ook een inzicht in de werkmethode van wetenschappelijke laboratoria te verkrijgen. De opdrachten zijn aangepast aan de kennis die jullie bezitten.

Werkelijke diepgaande kennis verschaft men zich pas door eigen proeven. Niet voor niets besteedt de aankomende technicus of ingenieur tijdens zijn studie veel tijd aan het organiseren en in praktijk brengen van proeven. Al naar gelang je aanleg kunnen jullie je eerst bezig houden met het theoretische gedeelte of direct tot het bouwen van modellen overgaan. Jullie kunnen echter ook voortdurend theorie met het bouwen van modellen afwisselen.

Om de eerste beginselen onder de knie te krijgen en voor het uitvoeren van de proeven in het theoretische gedeelte is bijna steeds een Fischertechnik-basisbouwdoos 200 en een Fischertechnik-transformator mot. 4 voldoende. Voor het bouwen van modellen moeten jullie in ieder geval de motorbouwdoos mot. 1 en de aandrijfbouwdoos mot. 2 bezitten. Bij sommige modellen wordt meer vereist. De aanvullingen zijn dan steeds aangegeven. Voor het construeren van besturingen zullen jullie dan nog een schakelaar en een onderbreker nodig hebben.

En nu veel plezier met de Fischertechnik-lichtelektronica!

	Blz.
Ten geleide	III
1. Eenvoudige fundamentele proeven	1
1.1 De elektrische stroomkring	1
1.2 De elektrische energiebron	1
1.3 De elektrische verbruiker	2
1.4 De elektrische leiding	2
1.5 De open en gesloten stroomkring	3
1.6 De elektrische schakeltekens	3
1.7 De elektrische stroom	4
1.8 Het parallel schakelen van 2 lampen	4
1.9 De elektrische weerstand	5
1.10 De serieschakeling	5
1.11 De elektrische spanning	6
1.12 Verdere beginselen van de schakeling techniek en elektronica	6
2. De bouwstenen voor de Fischertechnik-lichtelektronica	7
2.1 De Fischertechnik-transformator	7
2.2 Gelijk – of wisselspanning	7
2.3 De elektronica-schakelstaaf	8
2.4 De Fischertechnik-lichtopnemer	11
2.5 Het elektromechanische Fischertechnik-telwerk	12
2.6 Licht technische Fischertechnik-bouwstenen	12
3. Modellen	14
3.1 Vlambewaker	14
3.2 Elektrisch oog met personenteller	16
3.3 Licht elektronische schemeringsschakelaar	18
3.4 Eenvoudige rookmelder	20
3.5 Meten en tellen van zware lasten bij een brug	22
3.6 Het meten van de slingerwijdte zonder aanraking van de slinger	24
3.7 Verwijzing naar verdere modellen	26
3.8 Licht elektronische luscontrole	28
3.9 Machinebesturing via een voorraadsmagazijn	30
3.10 Excentriekpers met bescherming door middel van een elektrisch oog	32
3.11 Hijstoestel	34
3.12 Elektrische schakelklok met instelbare schakeltijd	36
3.13 Licht elektronische naloopbesturing	38
3.14 Eenvoudige weegschaal met teller	40
3.15 Transportband met stuksteller	42
3.16 Automatische weeginrichting	44
3.17 Contact loze magnetische slinger	46
3.18 Gatenaftaster	48
3.19 Ruimteaftaster	50
3.20 Licht elektronische deurbeveiliging	52
3.21 Apparaat voor het vooruitschuiven van stroken	54
3.22 Bots beveiliging	56
3.23 Elektrisch oog met grotere reikwijdte (1)	58
3.24 Elektrisch oog met grotere reikwijdte (2)	60
3.25 Rookmelder voor grote ruimtes	62
3.26 Voertuig op rupsbanden met uitschakeling bij gevaar	64
3.27 Licht-radarinstallatie	66

3.28	Licht-radarinstallatie met kraan	68
3.29	Beveiliging van uitgestalde voorwerpen van waarde (1)	70
3.30	Beveiliging van uitgestalde voorwerpen van waarde (2)	72
3.31	Licht elektronisch in werking gestelde stopwatch	74
3.32	Garagedeur met eenvoudige lichtbesturing	76
3.33	Hefdeur met een door een stangenfiguur bestuurde omkeerschakelaar	78
3.34	Een door licht bestuurd maanvoertuig	80
3.35	Lopend roerorgaan	82
3.36	Hijstoestel in schuine stand met contact loze omsturing	84
3.37	Lichtgeweer	86
3.38	Knipperlichtschakeling	88
3.39	Synchronisatie van twee aandrijfwerken	90
3.40	Verlies loze regeling van het toerental	92

(blz. V)

## Inhoudsopgave deel 2

4.	Principes van de schakelingstechniek en elektronica	102
4.1	De wet van Ohm	102
4.2	De elektrische prestatie en de elektrische arbeid	102
4.3	De spanningsverdeler	104
4.4	De serie-parallelschakeling	106
4.5	De elektrische stroom en de elektronen	106
4.6	Actieve en passieve bouwelementen	108
4.7	De fotoweerstand	108
4.8	Eenvoudige proeven met een fotoweerstand	110
4.8.1	Opwekking van wissellicht	110
4.8.2	Metten van een pulserende gelijkspanning	111
4.8.3	Licht elektronische terugkoppeling	112
4.9	Het schakelrelais	113
4.9.1	Algemene opmerkingen over het relais	113
4.9.2	Het schakelrelais in de Fischertechnik-schakelstaaf	114
4.10	Het gelijkrichten	116
4.10.1	De gelijkrichterdiode	116
4.10.2	Tweeweg gelijkrichten	116
4.10.3	Afvlakking van een pulserende gelijkspanning	117
4.11	De schakelversterker	118
4.11.1	Zijn taak	118
4.11.2	De schakeltransistor	118
4.11.3	Het besturen door een fotoweerstand	120
4.11.4	Stand "1" van de schakelstaaf	120
4.11.5	Stand "2" van de schakelstaaf	121
4.11.6	Schakelschema van de schakelstaaf	122
4.11.7	Stuklijst	122
5.	Metingen aan de transistorversterker	124
5.1	Verband tussen stuur- en uitgangsspanning	124
5.2	Metten met verkleinde werkspanning	127
5.3	Het in werking brengen van de spanningsdeler met de schakelstaaf	127
5.4	Eenvoudige metingen met een fotoweerstand	128
6.	Principes van de lichttechniek	130
6.1	Lichtbronnen	130
6.2	Lichtabsorptie	131
6.3	Lichtweerkaatsing	131
6.4	Weerkaatsingshoek	132
6.5	Parallele lichtstralen	133
6.6	Licht technische begrippen	133

6.6.1	De lichtprestatie van een straler	133
6.6.2	De lichtsterkte van een straler	134
6.6.3	De belichtingssterkte	134
6.6.4	De helderheid	134
7.	Meetmethoden van de lichttechniek	136
7.1	Visuele belichtingssterkte-vergelijking	136
7.2	Helderheid van de lamp en werkspanning	138
7.3	Een andere visuele werkwijze	139
7.4	Elektrische belichtingssterkte-meting	140
7.4.1	Principe	140
7.4.2	Luxmeter	140
7.4.3	Richtkarakteristiek van een lamp	142
7.4.4	Richtkarakteristiek van een fotoweerstand	145
7.4.5	De brugschakeling	146
7.4.6	Lampenstandaardmeting	146
8.	Meting van de aanspreekdrempel van de schakelstaaf	148

(blz. VI)

## Inhoudsopgave deel 2

9.	Principes van de verlichtingsoptiek	150
9.1	De techniek van het elektrische oog	150
9.2	De optische as van een verlichtingssysteem	150
9.3	De verzamellens	152
9.3.1	Eenvoudige waarnemingen	152
9.3.2	Lichtbreking	153
9.3.3	Brandpuntsafstand en brandpunt	154
9.3.4	Andere lensvormen	154
9.4	De dioptriewaarde van een lens	155
9.5	De lichtsterkte van lenzen	155
9.6	De serieschakeling van lenzen	155
9.7	De straalgang van lenzensystemen	156
9.7.1	Algemene opmerkingen	156
9.7.2	Het stellen van een lenslamp	156
9.7.3	De straalgang bij een lenssysteem	157
9.7.4	Diafragma in de straalgang	159
9.7.5	Afbeelding van een lichtpleet of lichtkruis	159
9.7.6	Stralenbundeling voor de lichtopnemer	159
9.8	Vlakke spiegel	160
9.9	Holle spiegel	161
9.10	Flexibel spiegelband	161
9.11	Lichtgeleidingsstaaf	163
10.	Inleiding in de besturings- en regelingstechniek	166
10.1	Het begrip besturing	166
10.2	Voorbeeld uit de besturingstechniek: sorteerinrichting	168
10.3	Het begrip regeling	170
10.4	Grenswaarde-regeling	174
11.	Beantwoording van de gestelde vragen	178
12.	Trefwoordenregister	180

Voordat jullie je met de eigenlijke lichtelektronica bezighouden, moeten jullie een paar eenvoudige principes van de schakelingstechniek leren kennen. Wie er reeds alles van weet –misschien door de Fischertechnik-elektromechanica-bouwdoos e-m 1 of e-m 2- behoeft het slechts snel door te lezen.

### **1.1 De elektrische stroomkring (tekening): leiding – stroom – verbruiker – stroom – stroombron**

De afbeelding toont het principe van een elektrische stroomkring. Voor de constructie ervan hebben we 2 elektrische "bouwelementen" nodig. Voor ons voorbeeld één maal een elektrische stroombron en een elektrische verbruiker. De stroombron is echter pas klaar, wanneer we deze 2 bouwelementen met 2 draden elektrisch verbinden. Door deze draden kan dan de stroom van de stroombron naar de verbruiker en weer terug naar de stroombron stromen. Daarom spreken wij van een "stroomkring". De stroom stroomt zolang tot de leiding onderbroken wordt.

Met behulp van de elektrische stroom wordt elektrische energie van de "stroombron" op de "verbruiker" overgebracht. We kunnen daarom de "stroombron" beter "energiebron" noemen.

### **1.2 De elektrische energiebron (tekeningen)**

Als "energiebron" kunnen we de Fischertechnik-batterijhouder uit de Fischertechnik-bouwdoos mot. 1 of direct een Fischertechnik-transformator gebruiken. Deze wordt onder de naam Fischertechnik-mot. 4 geleverd.

De elektrische energie die we aan een batterij onttrekken, wordt door omzetting van chemische verbindingen, dus uit chemische energie, gewonnen. Wegens de betrekkelijk geringe voorraad aan chemisch actieve stoffen raken de batterijen betrekkelijk snel uitgeput. Daarom verdient het aanbeveling een transformator aan te schaffen, in de vaktaal kortweg "trafo" genoemd. Hiermee wordt energie uit het "elektrische lichtnet" van het huishouden verkregen.

De transformator is om veiligheidsredenen nodig. Hij is gereed voor het gebruik zodra wij de stekker van de transformator in een stopcontact steken.

Let op: De transformator mag slechts aan 220V wisselspanning worden aangesloten. In twijfelgevallen moeten jullie je er vooral van overtuigen en het opschrift van de elektriciteitsmeter controleren.

Wisselspanning resp. wisselstroom is door het teken  $\sim$  of  $\approx$  aangegeven.

### **1.3 De elektrische "verbruiker"**

Een gloeilamp is –vanuit de energiebron gezien- net zo een elektrische verbruiker als een elektromotor of een televisietoestel. Een televisietoestel en ook onze Fischertechnik-schakelstaaf bevat natuurlijk veel afzonderlijke elektrische "bouwelementen". Elk van deze bouwelementen verbruikt weer elektrische energie.

Wij constateren: De elektrische verbruiker is het verzamelbegrip voor elektrische bouwelementen, elektrische bouwgroepen en complete elektrische apparaten.

Wie een elektrische "verbruiker" als "stroom"-verbruiker aanduidt, denkt er niet aan dat deze helemaal geen stroom "verbruiken" kan, maar alleen elektrische energie. In de verbruiker wordt de hem toegevoerde elektrische energie in licht, warmte, mechanische energie of in een andere energievorm omgezet.

(tekeningen) Fischertechnik – lichtsteen – bollampje – lenslamp – minimotor - grote motor

### **1.4 De elektrische leiding**

Een elektrische leiding heeft tot taak twee of meer elektrische bouwelementen of apparaten elektrisch te verbinden. Men gebruikt daarvoor over het algemeen kabels van geïsoleerd koperdraad.

(tekening)

Voor onze experimenteerdoeleinden gebruiken we kabels met stekkers. De Fischertechnik-stekkers hebben extra boringen voor het tot stand brengen van dubbele verbinding. Wil men een kabel inkorten of opnieuw van een stekker voorzien, dan verwijdert men met een mes voorzichtig de kabel-isolatie over een lengte van 5 mm en vouwt het ongeïsoleerde eind om (zie de tekening).

“Vertinnen” met een soldeerbout en soldeertin is niet absoluut vereist. (blz.3)

## 1.5 De open en gesloten stroomkring

We voeren een eenvoudig experiment uit. De afbeelding toont ons wat we willen aaneenschakelen.

(tekening)

We beschouwen de aan de lange zijde van de Fischertechnik-transformator liggende bussen, die met 6V zijn aangeduid, als onze energiebron. Als verbruiker gebruiken we een Fischertechnik-gloeilamp. Onze lamp brandt pas, als we alle 4 stekkers (van de 2 leidingen) in de bussen hebben gestoken. (Mocht ze niet branden, dan is de lamp in de houder losgeraakt. Even vastschroeven!)

Brandt de lamp, dan is de stroomkring “gesloten”. Er kan dus stroom van de bron naar de verbruiker en weer terug stromen. Onderbreken we de stroomkring, b.v. door het eruit trekken van een enkele stekker of door het eruit nemen van de lamp, dan hebben we de stroomkring geopend. Hij kan telkens weer worden gesloten.

Opmerking: Elektrische energie kan men slechts in een gesloten stroomkring transporteren!

De technicus gebruikt meestal geen afbeeldingen, maar schakelschema’s, waaruit het voornaamste blijkt. Het schakelschema voor ons eerste experiment is gemakkelijk te begrijpen:

(tekening)

Schakelplaats geopend

(tekening)

schakelplaats gesloten

## 1.6 De elektrische schakeltekens

De technici hebben er hun gedachten over laten gaan hoe men de elektrische bouwelementen van een stroomkring voor een ieder begrijpelijk kan weergeven. Daaruit ontstonden de genormaliseerde schakeltekens. Jullie moeten van de belangrijkste hiervan kennis nemen:

(tekeningen)

leiding

aftakking

knooppunt

leidingskruising

bus

stekker

uit- en in-schakelaar

omschakelaar

(tekeningen)

gloeilamp

lenslamp

weerstand(algemeen)

fotoweerstand

elektromotor

onderbreker(uit)

onderbreker(in)

omschakel-onderbreker

Schakelaar en onderbreker: Hanteert men een schakelaar (b.v. door drukken of “tuimelen”), dan verandert de schakeltoestand. Deze nieuwe toestand verandert pas weer, als de schakelaar opnieuw bediend wordt. Bij de onderbreker blijft de schakeltoestand slechts zolang veranderd als de onderbreker bediend (b.v. ingedrukt) wordt.

(blz.4)

## 1.7 De elektrische stroom

Bij onze eerste proef hebben we gezien, dat elektrische stroom slechts getransporteerd kan worden, als de stroomkring gesloten is. De “elektrische stroom” is dus de drager van de elektrische energie. De sterkte van de stroom kan men met een stroommeter meten. De eenheid van de stroomsterkte is de “ampère”; afgekort schrijft men Amp. of A. In de techniek rekent men bovendien met het duizendste deel van een ampère, de milliampère; afgekort schrijft men mA. Wanneer men een nog kleinere eenheid nodig heeft, neemt men de microampère, afgekort  $\mu$ a: dit is het miljoenste deel van een ampère.

Opdat jullie je 1A als meeteenheid beter kunnen voorstellen, wordt opgemerkt: Door de stroomkring die uit onze Fischertechnik-transformator en een Fischertechnik-lamp bestaat, stroomt bij een helder schijnende lamp een stroom van ongeveer  $0,1A = 100mA$ . Brandt de lamp slechts zwak, dan stroomt er ongeveer 20 mA. Door een Fischertechnik-motor stroomt bij volle belasting ongeveer 30 mA. Door een Fischertechnik-kabel moet men niet meer dan 1A leiden en de Fischertechnik-transformator mag hoogstens met 800 mA "belast" worden.

Er zijn twee mogelijkheden 2 lampen elektrische verbruikers aan een energiebron aan te sluiten.

Een daarvan is de parallelschakeling. Daarbij wordt de tweede lamp net zo aan de energiebron aangesloten als de eerste.

(tekeningen)

Daarbij is het om het even of de tweede lamp aan de energiebron (bovenste afbeelding) of aan de eerste lamp aangesloten wordt (onderste afbeelding). Probeer beide mogelijkheden maar eens.

(Bij de Fischertechnik-lichtsteen zijn de twee tegenover elkaar liggende bussen met elkaar verbonden).

Proefresultaat: Het schakelen van de tweede lamp beïnvloedt de eerste lamp niet. Elke lamp onttrekt ongeveer evenveel energie aan de energiebron als de andere wanneer we twee gelijke lampen hebben gekozen. De transformator moet dus voor de twee (gelijke) lampen tweemaal zoveel stroom leveren als voor een afzonderlijke lamp.

Bij parallelschakeling van 3 lampen wordt de energiebron met de som van de drie "stromen" belast.

Opmerking: De stroom, die door de parallel geschakelde verbruikers stroomt, is zo groot als de som van de door elke afzonderlijke verbruiker stromende stroom.

Het tweede principe van een schakelmogelijkheid wordt later (onder 1.10) behandeld.

(blz.5)

## 1.8 De elektrische weerstand

Het is in onze laatste proef zeker geen toeval geweest, dat de twee parallel geschakelde gelijke lampen direct even helder branden, dus evenveel stroom onttrekken.

Bekijken we eens een gloeilamp van binnen. We zien een dunne draad, dat aan het gloeien gebracht werd. Deze draad heeft een bepaalde "elektrische weerstand". De grootte van deze elektrische weerstand meten we in "Ohm"; afgekort schrijft men daarvoor de Griekse letter Omega ( $\Omega$ ). 1.000 Ohm noemt men 1 kilo ohm; afgekort schrijft men daarvoor 1 k  $\Omega$ . 1.000.000 Ohm duidt men aan als 1 mega ohm, afgekort 1 M  $\Omega$ .

De weerstand van een helder brandende Fischertechnik-gloeilamp bedraagt ongeveer 60 Ohm.

Hoe dunner en langer een draad, des te groter is zijn elektrische weerstand.

De grootte van de weerstand is ook afhankelijk van het soort materiaal. Er zijn materialen die de stroom beter of minder goed geleiden. De eerste noemt men "geleiders", de laatste "niet-geleiders" resp. isolatoren. Een groep die ertussen ligt en bijzonderheden vertoont, noemt men "halfgeleiders". Daartoe behoort ook de fotoweerstand in de Fischertechnik-lichtopnemer en de transistor in de elektronica-schakelstaaf.

Tot de groep der "elektrische geleiders" behoren alle materialen.

Opmerking: Niet-geleiders zijn b.v. alle kunststoffen, glas en keramiek.

(tekeningen)

We beginnen nu een nieuw experiment. Het schakelschema toont dat de stroom –uit de energiebron komend- eerst door lamp 1 en dan door lamp 2 moet stromen, alvorens hij weer naar de energiebron terugkeert. (We weten immers al, dat in een stroomkring geen stroom verloren kan gaan!)

De 2 lampen zijn "achter elkaar" geschakeld. Daarom noemt men dit schakelprincipe "achter elkaar schakeling" of wel "serieschakeling".

Proefresultaat: Beide lampen branden heel zwak. Er stroomt dus veel minder stroom door elke lamp dan bij de parallelschakeling. De weerstand van de 2 in serie geschakelde lampen moet dus hoger zijn dan de weerstand van een lamp afzonderlijk.

Opmerking: Bij een serieschakeling is de elektrische weerstand van de in serie geschakelde verbruikers tezamen zo groot als de som van de afzonderlijke weerstanden.

Draait men een lamp uit de houder, dan houdt ook de andere lamp op met branden. Daarmee is aangetoond, dat de stroom de drager van de elektrische energie is.

(blz.6)

### **1.11 De elektrische spanning**

Tot nu toe hebben we de werking van de elektrische stroom bij het stromen door een elektrische weerstand leren kennen. De stroom brengt b.v. de weerstandsdraad van de gloeilamp aan het gloeien. Stellig rijst nu de vraag, waarom eigenlijk stroom door een elektrische weerstand, bv. door een gloeilamp of door een koperleiding stroomt wanneer men deze weerstand aan een elektrische energiebron aansluit.

De verklaring luidt: In een gesloten, een energiebron bevattende stroomkring stroomt stroom, omdat de energiebron een elektrische "spanning" bezit. Deze "spanning" drijft des te meer elektrische stroom door de stroomkring, des te geringer de elektrische weerstand van de stroomkring en des te hoger de spanning van deze energiebron is.

De elektrische spanning wordt in "Volt" gemeten: afgekort schrijft men V. Nu wordt jullie ook duidelijk, waarom de lampen bij de serieschakeling veel minder helder branden moeten. De elektrische weerstand van de beide lampen samen is tweemaal zo groot als bij een schakeling van een enkele lamp. Daar wij in beide gevallen echter dezelfde energiebron hebben gebruikt, dus even hoge spanning aan de transformator hadden, kan bij de serieschakeling wegens de grotere weerstand slechts minder stroom stromen en daarom branden de lampen heel zwak.

### **1.12 Verdere beginselen van de schakelingstechniek en elektronica**

Met de tot nu toe uit gevoerde proeven en de daarbij verworven kennis kunnen jullie al tot de praktische toepassing van jullie Fischertechnik-licht-elektronica overgaan.

Wanneer jullie je nu of later meer basiskennis van de elektrotechniek en elektronica eigen willen maken, moeten jullie deel 2 er op naslaan.

In het volgende hoofdstuk leren jullie de elektronische bouwstenen voor de Fischertechnik-lichtelektronica kennen.

(blz.7)

## **2. De bouwstenen voor de Fischertechnik-lichtelektronica**

### **2.1 De Fischertechnik-transformator**

Het lichtnet in de huizen wordt door de elektrische centrale van een wisselspanning van 220V voorzien. Deze spanning is voor het experimenteren levensgevaarlijk. Zouden jullie namelijk tegelijkertijd de 2 daden aanraken of één daarvan – die de "spanning leidt" - en een met de aarde geleidend verbonden voorwerp dan krijgen jullie een elektrische "schok". Daarbij stroomt onder de invloed van de ingestelde spanning eventueel zoveel stroom door het menselijk lichaam, dat het hart tot stilstand komt.



Daarom moeten wij voor onze proeven in alle gevallen een spanningstransformator gebruiken, die de netspanning van 220V in een ongevaarlijke spanning transformeert (= verandert).

Onze Fischertechnik-transformator heeft 2 uitgangen:

1. Bij de klemmen 1,8...6V –kunnen jullie al naar gelang de stand van de draaiknop een gelijkspanning tussen 0 en 6V ontnemen. De gelijkspanning wordt door de in het transformatorkastje ingebouwde gelijkrichter opgewekt.

2. Bij de klemmen 6V  $\sim$  staat een wisselspanning van ongeveer 6V ter beschikking.

## 2.2 Gelijk- of wisselspanning?

Onze Fischertechnik-transformator biedt dus bij het ene uitgangsbussenpaar wisselspanning en bij het andere gelijkspanning.

Bij wisselspanning stroomt wisselstroom. Deze wisselstroom stroomt 1/100 seconde lang in de ene richting. In deze tijd stijgt de stroom van 0 tot een maximumwaarde en valt dan weer terug op 0. Dan begint de stroom in tegenovergestelde richting te stromen, stijgt tot de omgekeerde maximumwaarde en valt opnieuw terug op 0. Deze cyclus met een tijdsduur van  $2 \times 0,01 \text{ sec.} = 0,02 \text{ sec.} = 1/50 \text{ sec.}$  herhaalt zich zolang er stroom stroomt.

Wisselspanning

(tekening)

Gelijkspanning

(tekening)

Bij gelijkspanning stroomt de stroom daarentegen steeds slechts in een bepaalde richting. De beide aansluitbussen van de stroombron zou men dus met "+" en "-" kunnen aanduiden.

De Fischertechnik-lampen en de elektronica-schakelstaaf kunnen jullie wissel- of gelijkspanning geven.

Fischertechnik-motoren (en magneten) mogen jullie echter in principe slechts aan gelijkspanning aansluiten. De draairichting van de motoren bepalen jullie eenvoudig door de draaiknop van de transformator vanuit de nulstand naar links of rechts te draaien. Al naar gelang de draairichting wordt nu eens de ene en dan weer de andere bus tot positieve resp. negatieve pool van de energiebron.

De grootte van de gegeven gelijkspanning kunnen jullie door het draaien van de draaiknop bepalen. Een motor zal dus al naar gelang de grootte van de ingestelde spanning sneller of minder snel lopen.

Bij de schakelschema's van onze proeven en modellen is de benodigde of doelmatige spanning aangegeven. De grootte van de in te stellen gelijkspanning bepalen jullie telkens tijdens de proef zelf. Het teken  $\sim$  betekent, dat jullie gelijk- of wisselspanning kunnen gebruiken. Hoe in de Fischertechnik-transformator uit wisselspanning gelijkspanning wordt gemaakt, is in deel 2 beschreven.

(blz.8)

## 2.3 De elektronica-schakelstaaf

Evenmin als de gebruiker van een televisietoestel iets van de techniek in het inwendige van het televisietoestel moet weten, hebben jullie voor het gebruiken van de elektronica-schakelstaaf onvoorwaardelijk bijzondere elektrische kennis nodig.

De werkingswijze van de bouwelementen en bouwgrepen in de schakelstaaf wordt in deel 2 van het boek behandeld. Talrijke experimenten vergemakkelijken voor jullie de studie. Jullie kunnen echter ook allereerst hier verder lezen.

De elektronica-schakelstaaf is een besturingsapparaat.

In de afbeelding welke het principe toont zijn de voornaamste bouwgroepen op de voorgrond geplaatst. De apparaten, welke door de schakelstaaf bediend moeten worden, b.v. lampen, motoren, magneten, bellen, worden telkens aan het voor dat doel passende paar bussen aan de "uitgang" van het besturingsapparaat aangesloten. De uitgangsspanning bedraagt 6V--, dus gelijkspanning van 6V.

Ter besturing hebben wij een stuelelement nodig, dat aan de "ingang" van het besturingsapparaat wordt aangesloten. Het stuelelement is dus niet in de schakelstaaf ingebouwd. Voor de eerste praktische proef met de elektronica-schakelstaaf gebruiken we een kabel, later echter een in de Fischertechnik-lichtopnemer ingebouwde fotoweerstand.

Met de schuifschakelaar kunnen jullie de werkwijze kiezen. In de middelste stand is het apparaat uitgeschakeld. De rode startknop wordt slechts in speciale gevallen gebruikt (zie latere beschrijvingen).

Het voorzien van de schakelstaaf en de te besturen apparaten van elektrische energie gebeurt in het algemeen door aansluiting aan de 6V ~ bussen van de Fischertechnik-transformator. Wie bij de voertuigmodellen liever met batterijen werkt, heeft 6-9V gelijkspanning nodig, b.v. uit twee in serie geschakelde Fischertechnik-batterijhouders.

Door het inbouwen van beschermingsweerstand is er voor gezorgd, dat per abuis verkeerd erin gestoken kabels geen schade kunnen veroorzaken. Ook een kortsluiting van de Fischertechnik-transformator schaadt deze niet.

Voor de eerste test van de elektronica-schakelstaaf en ter controle van de apparaten, voor het geval een schakeling eens niet zou functioneren, sluiten jullie eerst de schakelstaaf aan de transformator aan. Dan kiezen jullie de werkwijze.

## **1. Werkschakelaar in stand 1**

Aan de uitgangsbussen 1-2 sluiten we een lamp aan. Zij zal niet branden. (Het even opflikkeren bij het inschakelen van de staaf betekent, dat de ingebouwde condensator in orde is). Daarom heeft dit bussepaar het teken voor een geopende schakelaar: (tekening).

Sluiten we de lamp echter aan het uitgangsbussenpaar 3-4 aan, dan zal ze gaan branden. Daarom heeft dit bussepaar het teken voor de gesloten schakelaar: (tekening).

We kunnen ook even zo goed 2 lampen aanschakelen, een lamp aan het bussepaar 1-2, een andere aan het bussepaar 3-4.

In plaats van de lamp kunnen we ook een motor aansluiten. Laten we het eens proberen. De motor draait in een richting. Moet hij in de andere richting draaien dan verwisselen we eenvoudig de 2 stekkers met elkaar. We mogen ook lamp en motor aan een uitgang parallel schakelen.

Nu nemen we een kabel en sluiten daarmee –zoals in de afbeelding aangegeven- de ingangsbussen kort. Op het moment dat we de tweede stekker erin steken, gaat de tot nu niet brandende lamp aan en gaat de tot nu toe brandende lamp uit. Tegelijk horen we een omschakelingsgeluid in het inwendige van de schakelstaaf en wie nauwkeurig toekijkt, kan zien dat de contacten van het relais verspringen.

(blz.9: tekening)     Principe:

Ingang- alarm – Aansluiting 6V ~

Meetbus- versterker- gelijkrichter- werkschakelaar

Gevoeligheid- 3 uitgangen max. 0,5A – startknop – stroomvoorzieningsbussen

Trekken we een stekker aan de "sturingang" er weer uit, dan treedt de oude schakeltoestand weer in. De besturingshandeling kunnen we zo vaak we willen herhalen.

In plaats van de sturingang kort te sluiten, kunnen we ook de rode knop indrukken. Ze heeft in de werkschakelstand 1 dezelfde functie als een kortsluiten van de sturingang.

Nu schakelen we eens een motor aan het uitgangsbussenpaar 5-6 aan. De motor draait in een bepaalde richting. Veranderen we de schakeltoestand aan de sturingang, dan draait de draairichting van de motor onmiddellijk om. Deze handeling kunnen we eveneens zo vaak we willen herhalen.

Opmerking: In stand 1 bewerkstelligt elk sluiten en openen van de "sturingang" een omkeerbeweging van de aangeschakelde verbruikers.

## **2. Werkschakelaar in stand 2**

Sluiten we nu de sturingang kort, dan vindt er geen schakeling plaats. Dit gebeurt pas wanneer we de rode knop indrukken, daarom noemen we deze rode knop in het vervolg de startknop.

Nu openen we de leiding aan de sturingang weer. De omkeerbeweging vindt onmiddellijk plaats. Opnieuw kortsluiten van de sturingang bewerkstelligt echter geen verandering. Daartoe moeten we weer de startknop indrukken.

Drukken we bij een open sturingang de startknop in, dan vindt de omkeerbeweging slechts zolang plaats, als de knop ingedrukt wordt.

Het doel van een dergelijke wijze van schakelen wordt ons later duidelijk. Op het ogenblik moeten we er slechts nota van nemen, dat stand "2" van de werkschakelaar een "alarmschakeling" van onze elektronica-schakelstaaf bewerkstelligt.

We zien: Een "kortsluiten" van de besturingsleiding heeft niet het in het huishouden zo gevreesde uitvallen van het apparaat of van de stroomvoorziening tot gevolg. Het kortsluiten heeft integendeel het besturingsbevel veroorzaakt. Bij ons besturingsapparaat – de elektronica schakelstaaf – behoeven we dus slechts de sturingang kort te sluiten of de besturingsleiding "los te maken", om een schakelingsbevel te veroorzaken. Men zou dus als besturingselement een schakelaar kunnen gebruiken, die mechanisch moet worden bediend. We willen echter door middel van "licht" besturen, daarom hebben we een besturingselement nodig dat op lichtstralen reageert.

## **2.4 De Fischertechnik-lichtopnemer**

De lichtopnemer bevat een fotoweersrand. Deze heeft de volgende interessante eigenschap: Hoe sterker men zijn lichtgevoelige vlak belicht, des te sterker de waarde van zijn elektrische weerstand (Nadere toelichting vinden jullie in deel 2.)

Bij een sterke belichting bedraagt de waarde ongeveer 100 Ohm. Bij duisternis is de weerstand 10.000 maal zo groot. Daarom is de (in een Fischertechnik-lichtopnemer kastje ingebouwde) fotoweerstand zo geschikt als besturingselement van onze schakelstaaf. We sluiten hem in plaats van de bij de eerste test van de schakelstaaf gebruikte kortsluitkabel aan de sturingang aan. Het lichtopnemer kastje past in het Fischertechnik-bouwsteensysteem. De kabels kunnen aan elke kant worden aangesloten.

Door geschikte schakelingstechnische middelen in de schakelstaaf is er voor gezorgd, dat bij belichting van de fotoweerstand hetzelfde besturingseffect wordt verkregen als bij een volkomen kortsluiten van de sturingang. Onderbreekt men echter de belichting van de fotoweerstand of vermindert men die dienovereenkomstig, dan werkt dit als het onderbreken van de besturingsleiding.

Natuurlijk kan men bij een fotoweerstand door een dienovereenkomstige verandering van de belichting elke tussenwaarde van zijn elektrische weerstand bereiken. Aan de uitgang van de schakelstaaf zijn echter slechts de 2 (reeds geprobeerde) stabiele schakeltoestanden mogelijk.

De Fischertechnik-lichtopnemer is tegen verkeerde schakelingen door een beschermingsweerstand beveiligd. Daarom kunnen jullie er vrolijk oplos experimenteren. Bijzonderheden over de opbouw en het fysische gedrag van een fotoweerstand vinden jullie in deel 2.

## **2.5 Het elektromechanische Fischertechnik-telwerk**

Ter toetsing sluiten we het telwerk aan het uitgangsbussenpaar 1-2 van onze elektronica-schakelstaaf aan en drukken enige malen op de rode startknop van de schakelstaaf. Het telwerk telt elke druk op de knop.

Stroomt er geen stroom door spoel 1, dan drukt veer 5 de om de as 7 draaibaar gelegde schakelvork met de schakelstand 9 in een tandholte van het vertande schakelrad 11. Dit bezit 20 tanden, draait in leger 12, en is met de telschijf vast verbonden.

Leidt men nu stroom door de om de ijzeren kern 2 gewikkelde spoel 1, die uit veel windingen van dun koperdraad bestaat, dan wordt – door het ontstane magnetische veld – het ijzeren anker 3 aangetrokken. Daarbij wordt de schakelvork 6 via zijn nok 8 naar buiten gedrukt en schakelstand 9 kan niet meer ingrijpen. De andere schakelstand 10 van de schakelvork grijpt in en schuift hete schakelrad 11 een halve tandholte verder en houdt het schakelrad in deze stand.

Wordt de stroomkring weer geopend, dan verdwijnt het magnetisme in de ijzeren kern 2 en veer 5 kan de schakelvork 6 en het anker 3 in de uitgangsstand terugdrukken. Schakelstand 9 drukt na het vrijgeven van het schakelrad door de schakeltand 10 het schakelrad weer een halve tandholte verder.

Wie een Fischertechnik-onderbreker uit de grote elektromechanica-bouwdoos e-m 1 of uit de kleine, deze onderbreker en een poolomschakelaar bevattende elektromechanica-aanvullingsdoos e-m 3 bezit, kan daarmee talrijke schakelproblemen met het telwerk oplossen, onafhankelijk van de lichtelektronica.

## **2.6 Lichttechnische Fischertechnik-bouwstenen**

Voor het bouwen van de eerste modellen hebben we slechts de Fischertechnik-lichtstenen met kogel- of lenslampje nodig. De andere bouwstenen worden geleidelijk bij de modellen besproken. Proeven voor het zich inwerken in de lichtelektronica vinden jullie weer in deel 2.

## **3. Modellen**

Aanwijzingen:

Op de volgende bladzijden van dit deeltje vinden jullie afbeeldingen van heel eenvoudige tot werkelijk ingewikkelde modellen. Het nabouwen hiervan zal met behulp van de handleidingen en de schakelschema's niet moeilijk vallen. Voor zover de functie van de machine of de installatie niet zonder meer uit de afbeelding van het principe in het schakelschema zichtbaar is, wordt het probleem en de werkwijze extra beschreven. Het bedradingsschema is bij sommige daarvoor bijzonder geschikte modellen bewust niet aangegeven. Wie de hiervoor getoonde schakelingen heeft uitgevoerd, kan dit probleem beslist zelfstandig oplossen.

De beginnening die zich eerst in de elektrische schakelingstechniek wil inwerken, verkrijgt door het bouwen en vooral door het werken van de eerste modellen snel de zekerheid in het hanteren van de schakelstaaf en het elektrische oog. Deze zekerheid stelt hem in staat het een beetje fijngevoeligheid vereisende afstellen van het elektrische oog bij ingewikkelde modellen snel in te voeren. Daarom bevelen we de expert, die zich in de schakelingstechniek al thuis voelt, aan, het bouwen van de eenvoudige modellen net volledig over te slaan.

In het middelste gedeelte van de modelafbeeldingen leren jullie de twee belangrijkste logische verbindingen van de schakelingstechniek, de "en"- en de "of"-schakeling kennen. Met de schakelstaaf kunnen echter ook de "niet"-, de "niet en"- en de "niet of"-schakeling worden uitgevoerd. Aansluitend houden jullie je bezig met modellen, die jullie de kennis van de verlichtingstechniek bijbrengen en tenslotte zullen jullie met de op alle terreinen van het leven zo belangrijke besturingstechniek en regelingstechniek vertrouwd raken.

Een systematische bijbrengen van de kennis van al deze gebieden, met inbegrip van de schakelingstechniek, vinden jullie in deel 2. Een omvangrijke verzameling van daarbij behorende proeven vergemakkelijkt jullie het begrijpen van de tekst zeer aanzienlijk. Al naar gelang het plezier en de reeds vergaarde kennis kunnen jullie het bouwen en in werking stellen van machines of gehele installaties afwisselen met het vermeerderen van jullie kennis door gerichte proeven.

De meeste modellen zijn vereenvoudigde, het principe weergevende kopieën van apparaten en machines uit het dagelijkse technische leven. Het wordt aan jullie zelf overgelaten, of je de modellen – zoals afgebeeld – wilt nabouwen of in overeenstemming met jullie Fischertechnik-bouwstenenverzameling met verdere details wilt aanvullen, of het model of de installatie al van te voren grootscheeps wilt opzetten. De daar tussendoor gegeven modellen met onderdelen uit de grote elektromechanica-bouwdoos e-m 1 vermeerderen de toepassingsmogelijkheden. Het nabouwen ervan is echter voor het begrip van de samenhangen niet beslist vereist. Het lijkt ons echter doelmatig, op zijn laatst na het bouwen van de helft der modellen een schakelaar en een onderbreker aan te schaffen. De e-m 1 bouwdoos bevat deze. Als aanvullingsdoos e-m 3 zijn ze ook afzonderlijk verkrijgbaar. Jullie hebben steeds weer deze twee bouwelementen voor het construeren van besturingen nodig.

### **3.1 Vlammenbewaker**

Ons model stelt een verwarmingsketel in een groot industriebedrijf voor. Onder de ketel brandt de olievlam – een Fischertechnik-kogellampje. Onze Fischertechnik-lichtopnemer moet deze vlam bewaken. De stookplaats is niet bezet, daarom moet een storing aan de portier worden gemeld. Deze zorgt dan voor het alarm.

Het lichtgevoelige vlak van de lichtopnemer kan niet uit zichzelf onderscheiden of het licht van de brander of van een sterke lamp in het vertrek komt. Daarom plaatsen we een zwarte stoorlichtkap of de grote grijze stoorlichtkoker op de lichtopnemer. Dan sluiten we deze aan de ingangsbussen van de schakelstaaf aan. Deze zijn - zoals we al weten – met (tekening) aangegeven.

Net zoals de technicus, die de installatie in werkelijkheid plant, moeten wij allereerst beslissen, welke schakeling voor de lichtelektronische bewaking het best geschikt is:

Schakeling 1: Een signaallampje moet randen, wanneer de brander in bedrijf is, en uitgaan, zodra deze uitvalt. De keuze van de meest doelmatige kleur van het lampje laten we voorlopig aan jullie over.

Nadeel: De portier bemerkt het uitvallen van de brander niet onmiddellijk, vooral dan niet, wanneer er andere lampen naast zijn werkzaamheden als portier in het oog moeten worden gehouden.

Schakeling 2: Een lampje moet dan gaan branden, wanneer de brander uitvalt. We kiezen een rood signaallampje.

Voordeel: Een rood lampje dat gaat branden valt onmiddellijk op en betekent gevaar.

Nadeel: Bij een uitgeschakeld of defect besturingsapparaat (schakelstaaf) kan de portier de storing in het geheel niet bewerken.

Schakeling 3: Bewaking door 2 lampen; de groene gaat uit, zodra de rode gaat branden. Brandt geen van de lampen, dan is het besturingsapparaat defect of uitgeschakeld!

Schakeling 4: Bewaking door 2 lampen. Een (de witte) brandt altijd, de rode slechts bij alarm.

We testen elke schakeling, beslissen tenslotte ten gunste van schakeling 3.

De werkschakelaar schuiven we op "1", de draaiknop voor de gevoeligheid draaien we eveneens op "1" en controleren of de lampen de toestand van de brander juist melden. Schijnt de groene lamp ondanks de brandende vlam niet, dan

moeten we de gevoeligheid opnieuw instellen; schijnt de rode lamp niet, dan moeten we het nog aanwezige stoorlicht achter de brander afschermen.

### 3.2 Elektrisch oog met personenteller

We hebben met dit model de poort van een modern groot industriebedrijf nagebouwd. Om te verhinderen, dat onbevoegden de fabriek betreden, zonder dat de portier de gehele dag voor de poort moet staan, heeft men een elektrisch oog geconstrueerd. Dit meldt de portier, wanneer er personen of voertuigen de poort passeren.

Wij schakelen tot dit doel een signaallampje aan het middelste paar uitgangsbussen van onze schakelstaaf aan. Parallel aan het signaallampje schakelen we het telwerk, dat de lichtonderbrekingen telt.

Als lichtbron van het elektrische oog gebruiken we een lenslamp. Op een blad papier of op de in de bouwdoos bijgesloten grijze centreerplaat kunnen we de lichtkogel van deze lamp goed volgen. Hij zal niet precies in de as van de lichtsteen liggen. Daarom plaatsen we de lenslamp op een draaibare steen (met rode pen). Zo kunnen we de lichtkegel precies op de lichtopnemer richten.

De transformator is niet meer afgebeeld. Van het schakelschema kunnen we immers de juiste aansluitingen aflezen. Jullie kunnen de bussen van de transformator nu zeker al met je ogen gesloten vinden, bovendien zijn ze gekenmerkt.

De gelijkspanning van de transformator stellen we niet hoger in dan voor het functioneren van het elektrisch oog nodig is. Misschien is het voldoende, de draaiknop aan de transformator slechts voor de helft "open te draaien". De lenslamp bewijst haar dankbaarheid met een veel langere levensduur.

Op de ene afbeelding van het model zien we de achterkant van de poort met de lenslamp en de lichtopnemer. Een dergelijke uitvoering heeft nog een gebrek: Passeren gelijktijdig personen het elektrisch oog, dan wordt de lichtstraal maar één keer onderbroken, en wordt er dus maar één persoon geteld. Wanneer men – b.v. bij tentoonstellingen en beurzen – het aantal bezoekers nauwkeurig wil bepalen, bouwt men er nog een tourniquet bij, zoals getoond in de kleinere, extra afbeelding.

Het model van het portiershuisje is niet afgebeeld; we laten het aan jullie zelf over, of en hoe jullie het willen bouwen. (Misschien met de bekledingsplaten uit de Fischertechnik-aanvullingsdozen 010 tot 015.)

(blz.17) Achterkant van het model

(blz.18)

Licht elektronische schemeringsschakelaar

Een dergelijke schakelaar heeft men nodig, wanneer de straatverlichting bij invallende avondschemering automatisch in- en bij de ochtendschemering automatisch uitgeschakeld moet worden.

Wij bouwen een heel eenvoudig model. De lichtgevoelige kant van de fotowerstand wijst naar boven; het licht van de hemel wordt dus opgevangen. We kunnen afzien van een stoorlichtkap, omdat de lichtopnemer in deze stand niet door voertuiglichten kan worden gehinderd. Door een transparante bouwplaat (uit de Fischertechnik-aanvullingsdoos 012) zouden we de lichtopnemer tegen regen kunnen beschermen.

De drie straatlantarens schakelen we parallel aan het middelste paar uitgangsbussen van de schakelstaaf aan. De werkschakelaar moeten we natuurlijk op "1" schuiven, anders werkt ons apparaat niet. (Overleg, waar men een controlelampje zou moeten aanschakelen, dat aangeeft, dat het schakelapparaat ingeschakeld is.)

Nu moeten we alleen nog experimenteel vaststellen, bij welke helderheid van de hemel de straatverlichting zich zelf moet inschakelen. In de technische taal betekent dat: De aanspreekdrempel van het schakelapparaat vaststellen. Opdat we niet tot aan de werkelijke schemering behoeven te wachten, behelpen we ons door de ruimte te verduisteren. Draaien we de gevoeligheidsinstelknop aan de schakelstaaf geheel naar links, dus op "1", dan schakelt onze licht elektronische schemeringsschakelaar bij betrekkelijk grote helderheid om. Draaien we hem echter in de andere uiterste stand, dan wordt de straatverlichting ingeschakeld wanneer de schemering al zeer ver gevorderd is. In dit geval hebben we de gevoeligheidsinsteller dus op de hoogste aanspreekgevoeligheid ingesteld.

Een dergelijke schemeringsschakelaar kunnen we natuurlijk ook in onze fabriek ter bediening van de noodverlichting instellen. Deze moet zich automatisch inschakelen, wanneer de stroomvoorziening door de elektrische centrale uitvalt. In dit geval zouden jullie dus de schakelstaaf niet via de transformator maar via batterijen van stroom moeten voorzien.

Moderne wegentunnels zijn tegenwoordig verlicht en van een inrichting voorzien, welke bij helder daglicht extra lampen in de tunnel inschakelt. 's Nachts is namelijk een betrekkelijk geringe verlichting van de tunnel voldoende, omdat het oog van de van buiten komende rijder al aan de duisternis is gewend. Overdag moet men de tunnel extra verlichten, omdat het oog van de mens bij het inrijden in de tunnel niet snel genoeg aan de sterk verminderde helderheid zou wennen.

Bouwen jullie eens een model en overleg, aan welke uitgangsbussen de extra verlichting moet worden geschakeld!

(blz.20)

### 3.4 Eenvoudige rookmelder

Het model stelt een draaiende roostpan voor. Het bovenaanzicht op het frame vergemakkelijkt het bouwen van het model. De motor wordt direct door de transformator aangedreven. De verwarming onder de roostpan hebben we eenvoudigheidshalve maar weggelaten. We nemen aan, dat de te roosteren waar op dat ogenblik wat rook begint te ontwikkelen, waarop het roostproces is afgelopen. De pan zou dus voortdurend door iemand in het oog moeten worden gehouden. Dit werk neemt een rookmelder van hem over.

De van een lichtbron (lenslamp) komende lichtstraal raakt een van een kap voorziene fotoweerstand. Bij een juiste instelling van de gevoeligheid van de schakelstaaf verzwakt een zich boven de pan vormende rook de sterkte van deze lichtstraal dusdanig, dat het besturingsapparaat (schakelstaaf) "aanspreekt". De elektronica in de schakelstaaf schakelt het waarschuwinglampje in, dat aan het middelste paar bussen is aangesloten. Schakelen we de werkschakelaar van de schakelstaaf in stand "1", dan gaat de waarschuwinglamp weer uit, wanneer de rook de lichtstraal weer vrijgeeft.

Deze schakeling heeft nog een nadeel: Bij een zwakke rookontwikkeling boven de pan wordt de lichtstraal niet voortdurend onderbroken. Daarom zou het eerste opflikkeren van het waarschuwinglampje niet bemerkt kunnen worden. Om deze reden kiest de technicus in dergelijke gevallen een andere wijze van schakelen, die wij met onze elektronica-schakelstaaf eveneens kunnen toepassen: de alarm-schakeling.

Een éénmalige korte lichtstraal-onderbreking veroorzaakt een blijvende omschakeling van de schakelstaaf. Men zegt daarvan ook: Een enkele "besturingsimpuls" is voldoende voor het veroorzaken van deze blijvende omschakeling. De besturingsimpuls wordt dus door de schakelstaaf "verzameld". Het "afgeven" kan slechts aan het besturingsapparaat, de elektronica-schakelstaaf, met de hand gebeuren. Nadat eenmaal een alarm veroorzaakt is, zou de lichtopnemer zelfs verwijderd kunnen worden.

Bij inbedrijfstelling van de schakeling moeten wij de lenslamp boven de pan zo plaatsen, dat zoveel mogelijk licht op de fotoweerstand valt. De werkschakelaar van de schakelstaaf schuiven we op "2". Is de lamp juist ingesteld, dan zal de alarmlamp direct gaan branden. Nu drukken we de rode startknop naast de werkschakelaar in. De controlelamp gaat uit, het apparaat is klaar voor het gebruik.

Onderbreken we de lichtstraal, b.v. met de hand of met de rook van een brandende sigaret, dan zal de rode alarmlamp gaan branden. Eerst door het indrukken van de startknop (of door het uitschakelen van de schakelstaaf) kan deze schakeltoestand weer worden opgeheven. De "alarmtoestand" treedt echter onmiddellijk weer in, wanneer de lichtstraal bij het loslaten van de startknop nog steeds of al weer onderbroken mocht zijn.

(blz.22)

### Het meten en stellen van zware lasten bij een brug

Bruggen zijn voor een bepaalde maximale belasting berekend. Af en toe controleert men, in hoeverre de werkelijke belasting deze grens nadert. Bovendien wil men soms, ter controle van de verkeersstroom, tellen hoe dikwijls bijzonder zware lasten de brug passeren. Een van de vele mogelijke meetmethodes toont ons een eenvoudig model:

De balk buigt des te sterker, hoe groter de belasting in het midden ervan is. Een in het midden van de balk bevestigd "balansmes" doorsnijdt de van de lamp naar de fotoweerstand gaande lichtstraal des te sterker, hoe groter de doorbuiging is, d.w.z. met een toenemende doorbuiging wordt het door het licht geraakte deel van het lichtgevoelige vlak van de lichtopnemer steeds kleiner. Vanaf een bepaalde, van de gevoeligheidsinstelling van de schakelstaaf afhankelijke grens wordt het besturingsapparaat (schakelstaaf) omgeschakeld en daardoor springt het telwerk een halve "stap" verder.

Vermindert de belasting weer, dan wordt ook het belichte vlak van de fotoweerstand groter. De omschakeling wordt weer ongedaan gemaakt. Daardoor wordt de stroom in de magneetspoel van het telwerk onderbroken en de telschijf springt weer de ontbrekende halve "stap" verder.

Hete aanbrengen van de lamp en de lichtopnemer, die het best met een ervoor geplaatste stoorlichtkap gebruikt kan worden, vereist wat fijngevoeligheid. De Fischertechnik-bouwstenen vergemakkelijken dit werk, omdat ze gemakkelijk op elke willekeurige plaats kunnen worden aangebracht en men ze met behulp van de stenen met een rode pen ook naar verkiezing kan draaien.

In dit model wordt de grootte van het belichte lichtgevoelige vlak veranderd, terwijl bij de tot nu toe behandelde gevallen de sterkte van de belichting veranderde, maar de grootte van het belichte vlak gelijk bleef.

(blz.24)

### 3.6 Het meten van de slingerwijdte zonder de slinger aan te raken

Het eenvoudige model veroorlooft ons een blik in de wetten van de slinger. Wij kunnen de slingeren van de slinger, zonder deze aan te raken, binnen een bepaalde tijdsduur tellen. Jullie kunnen daarmee b.v. het verband tussen de

lengte van de slinger en de slingerduur bestuderen of onderzoeken of het slingergewicht invloed uitoefent op de slingerduur of dat de slingerbreedte een rol speelt.

Voor zulke proeven laten jullie de slinger steeds op een bepaalde plaats starten, b.v. met een horizontale slingerarm. Beter is een start met een uitzwaai van slechts 45°. Jullie tellen het aantal slingeringen na 5 of 10 seconden of meten de tijd, die de slinger voor 10 slingeringen nodig heeft. Daaruit kan men de "slingerfrequentie" berekenen. Bij het in de praktijk gebruiken van de telresultaten moet men er echter rekening mee houden, dat onder een slingering het volledige uit- en terugzwaaien van de slinger wordt verstaan. Het telwerk telt echter halve slingeringen, want bij een hele slingering gaat de slinger immers tweemaal door de lichtstraal.

Het telwerk wordt zo aangesloten, dat het bij de onderbreking van de lichtstraal door de slinger een stroomimpulsie ontvangt. (Men zou het telwerk natuurlijk ook aan het bussepaar 1-2 kunnen schakelen. Dan stroomt er stroom, wanneer de lichtstraal is vrijgegeven). Ter vergemakkelijking van de instelling en ter controle schakelt men parallel met het telwerk een controlelampje aan.

De slinger onderbreekt de lichtstraal slechts voor een zeer korte tijd. De schakeling en het telwerk reageren op deze snelle schakelimpuls, de fotoweerstand echter pas dan, wanneer hij in de belichtingsfase – d.w.z. terwijl de slinger de lichtstraal vrijgeeft – niet te hel verlicht wordt, en in de niet – belichtingsfase – d.w.z. terwijl de slinger de lichtstraal onderbreekt – zo weinig mogelijk door bijkomstig licht gehinderd wordt. Daarom verdient het aanbeveling, de lenslamp de kleinste spanning van de transformator te geven en het voor de lichtopnemer slingerende deel van de slingerstaaf met zwart papier te beplakken. Waarom? (Voor het antwoord, zie de laatste bladzijde van deel 2).

Voor het experimentele onderzoeken van de slingerwetten zouden jullie de slinger b.v. 2-3-4-5-7 stenen lang kunnen maken. Voor veranderingen van het gewicht kunnen er in de gleuven van de stenen assen worden geschoven. De slinger zou ook nog aan de bovenkant kunnen worden verlengd.

### **3.7 Aanwijzingen voor andere modellen**

In de tot nu beschreven modellen werd de Fischertechnik-elektronica als meldingsapparaat of telapparaat gebruikt. In het eenvoudigste geval geschiedde de besturing van de schakelstaaf door "licht" en "geen licht" op het lichtgevoelige vlak van de fotoweerstand. Al naar gelang de schakeling werden een of meer signaallampen uit- resp. ingeschakeld of een telwerk in werking gesteld.

De te controleren processen en ook de telproblemen waren in wezen geheel niet van lichttechnische aard. Licht werd slechts als hulpmiddel gebruikt om de eigenlijke processen te kunnen controleren. Bijzonder interessant is het aftasten door licht, omdat de controle zonder contact plaatsvinden kan en dus aan het te controleren proces geen energie voor het besturen van het schakelapparaat behoeft te worden onttrokken.

In de schemeringsschakelaar had het besturingsapparaat – onze elektronica-schakelstaaf - de taak de stroom voor het belichtingsvoorwerp bij een bepaalde algemene helderheid aan en weer uit te schakelen. De schakelstaaf was hier dus in de zin van een "vermogenschakelaar" gebruikt.

Voordat jullie echter op zulke schakelingen overgaan, nog een paar aansporingen voor het bouwen van andere modellen.

#### **1. Een sneeuwvalmelder**

In de grotere steden moet in de winter het sneeuwruimen al 's nachts beginnen, wanneer de vallende sneeuw een bepaalde hoogte overschrijdt.

Een model van een dergelijk alarmapparaat voor hoge sneeuwval, dat door licht of nog beter door akoestische signalen aangeeft, dat er meer dan de aangegeven grens sneeuw is gevallen, is gemakkelijk te bouwen. (De sneeuw zou men van watten of balletjes papier kunnen maken). Een alarmbel (gelijkstroom 6 tot 10V, maximaal 0,3A) verhoogt de waarde van zulke modellen aanzienlijk.

#### **2. Diameter-controle bij een wikkelmachine**

Wil men de diameter van een wikkel – b.v. van een papiermachine – onder controle houden, dan tast men de diameter met een lichtstraal af. Bouwt men een "lus" voor de machine, dan kan men de wikkelmotor via de schakelstaaf uitschakelen, zonder de machine zelf te moeten laten stoppen. De papierstrook wordt van de lus afgenomen, tot de volle rol door een nieuwe wikkeldik is vervangen.

Het model is zeer vereenvoudigd. Er ontbreken de transportband, die de papierbrij uit de trog trekt, en de rollen, die het papier glad maken en drogen. Wie een tweede motor bezit, kan deze gemakkelijk zelf aansluiten. In ieder geval kunnen jullie echter de besturing voor het stilzetten van de wikkelmotor met behulp van de lichtelektronica bij het bereiken van de gewenste wikkeldikte zelf completeren.

#### **3. Controle van de foeliedikte**

De dikte van gekleurde maar doorzichtige foelies kan men al gedurende het fabricageproces met lichtstralen controleren. Een dergelijk apparaat geeft een alarmsignaal, zodra de doorschijnendheid te gering, d.w.z. de foelie te dik wordt.

#### **4. Licht elektronische toerenteller voor drijfwerken**

Deze heeft men nodig, wanneer het draaiende deel voor het meten niet mag worden aangeraakt, b.v. bij het meten van een toerental van een kleine drijfwerkmotor. Op de drijfjas plaatsen we een schijf met een licht en een donker veld. Met de fotoweersrand tasten we, zonder energie te gebruiken, af en besturen via de schakelstaaf de teller. Uit het aantal toeren per 10 seconden kunnen we het toerental per minuut berekenen.

(blz.28)

#### **3.8 Licht elektronische luscontrole ( b.v. bij een filmplakmachine)**

Een moderne filmontwikkelings- of kopieermachine werkt sneller, wanneer de films niet in korte stukken, maar in lange stroken worden aangevoerd.

Daarom plakt of hecht men de afzonderlijke stukken film op een speciale machine tot één strook aaneen. Een dergelijke machine gaan we nu eens bouwen.

Opdat de wikkelnucleus van deze machine zo langzaam mogelijk kan lopen, moet hij voortdurend worden aangedreven. Omdat het plakken natuurlijk slechts stuk voor stuk kan worden uitgevoerd, heeft men tussen de plaktafel en de wikkelnucleus een voorraadlus nodig.

De onderste rol van deze lus tast men nu licht elektronisch af. Wanneer de lus eenmaal bijna geheel verbruikt mocht zijn, schakelt de wikkelmotor zich uit. Nu kan men zich geheel op het plakken concentreren.

Als strook gebruiken we papier met een breedte van 2,5 cm. In de omslag van deel 2 vinden jullie dergelijk geprepareerd papier, waarvan jullie stroken kunnen afsnijden en aaneen plakken.(De aan een geplakte strook papier hebben wij nog voor andere modellen nodig).

De lichtstraal van de lenslamp laten we door de smalle spleet tussen pen en gleuf bij de verbindingsplaats van twee Fischertechnik-bouwstenen vallen. Storend licht schakelen we uit door de grote stoorlichtkoker voor de lichtopnemer te plaatsen. De onderbreking van de lichtstraal geschiedt door het aan de filmlus gehangen gewicht.

In dit model wordt de lichtelektronica voor het uitschakelen van een motor gebruikt. Bij de modellen tot nu toe moest het bedienende personeel dit zelf doen aan de hand van een waarschuwing of een alarmsignaal.

Denken jullie eens na, bij welke van de tot nu toe besproken modellen de lichtelektronica een door haar onder controle gehouden machine ook automatisch zou kunnen schakelen.

Knak de papierstrook als het enigszins mogelijk is niet; want wij willen hem later nog eens gebruiken. (Vandaar de zwarte merkstrepen).

(blz.30)

#### **3.9 Machinebesturing via een voorraadmagazijn**

De lichtelektronica kan – zoals in het laatste model al getoond – dus niet alleen voor de controle maar ook voor het besturen van machines en installaties worden gebruikt. Zeer vaak gebruikt men het besturen door licht bij de fabricage van massa-artikelen, dus bij de vervaardiging van grote hoeveelheden van hetzelfde onderdeel of apparaat.

Een voorbeeld daarvan is de in het nevenstaande model getoonde besturing van een "draaitafel" door het "voorraadmagazijn". Op een langzaam draaiende ronde tafel wordt door een (hier niet weergegeven) machine een arbeidshandeling, b.v. het boren van een gat, volautomatisch uitgevoerd. De daar te bewerken onderdelen worden uit een voorraadmagazijn aangevoerd. Wij geven dit als een lange stang weer, waarop korte stenen naast elkaar zijn geplaatst.

Na het plaatsen van het magazijn in de magazijnhouder wordt de stang zo opgesteld, dat het benedeneinde ervan iets meer dan een steenbreedte van de draaitafel is verwijderd. Draait deze tafel, dan zal hij telkens de onderste steen van de stapel meenemen. ( Wie bijzonder natuurgetrouw wil werken, bevestigt op de draaitafel fijn schuurpapier, opdat elke steen – onafhankelijk van de hoogte der stenen in het magazijn – zeker wordt meegenomen).

Het elektrisch oog wordt zo afgesteld, dat pas na het afnemen van de laatste steen de lichtopnemer licht krijgt. Op dit ogenblik wordt de motor automatisch stopgezet en een waarschuwinglamp aangeschakeld. Plaatsen we weer een vol magazijn in de houder, dan begint de motor van zelf weer te lopen.

De besturing door licht bij zulke bewerkingsmachines maakt het mogelijk, dat één enkele man veel zulke machines kan bedienen, zonder dat een onnodig lange stagnatie op de afzonderlijke plaatsen optreedt.



(blz.32)

### **Excentriekpers met bescherming door middel van een elektrisch oog**

Het model stelt een excentriekpers voor. Een motor drijft een vliegschijf aan. Op deze schijf is excentrisch ten opzichte van het midden van de schijf een tussenblokbout geplaatst. Deze bout glijdt in de gleuf van een dikke leiplateau. De leiplateau glijdt aan beide zijden langs een zuil.

Met deze constructie heeft men dus een continue draai beweging in een op- en neerwaartse beweging omgezet. Een dergelijk drijfwerk noemt men "krukasmechanisme". Bij de bouw van het model moeten jullie er wel op letten, dat de leiplateau heel gemakkelijk langs de zuilen op een neer glijdt. Pas wanneer dit door het inrichten van de twee zuilen is bereikt, excentriekbouten in de vliegschijf aanbrengen. Aan de onderzijde van de leiplateau is een ponsapparaat (in ons geval door Fischertechnik-hoekstenen weergegeven) aangebracht.

Met een pers van verscheidene meters hoog kan men zonder meer uit stroken plaatijzer tot 10 mm dik stukken van verscheidene vierkante decimeters groot uitstansen. Men moet er slechts voor zorgen, dat de strook plaatijzer gedurende het omhoog gaan van de leiplateau dienovereenkomstig verder getransporteerd wordt. (Deze aanvullende inrichting is in het model echter niet weergegeven).

Wie een dergelijke machine bedient, is aan groot gevaar blootgesteld. Voor zijn bescherming moeten veiligheidsmaatregelen worden getroffen. Bijzonder geschikt hiervoor is het elektrisch oog. Grijpt iemand bewust of onbewust door deze lichtstraal naar de machine, dan wordt deze lichtstraal onderbroken en de machine onmiddellijk stil gezet.

In elk industriebedrijf, vooral in de staal producerende en staal verwerkende industrie, maar ook in de ambachtsindustrie zijn er veel machines, waarvan het bedienend personeel door een elektrisch oog voor gevaren bij ondeskundige bediening wordt beschermd.

Om een onmiddellijke stopzetting van de motor te bereiken, is een eenvoudige onderbreking van de motorstroomkring niet voldoende. De motor zou langzaam "uitlopen". Daarom wordt bij zulke veiligheidsschakelingen niet alleen de stroombron automatisch uitgeschakeld, maar bovendien wordt de motor nog kortgesloten. Het schakelprincipe zien we hiernaast. De Fischertechnik-schakelstaaf schakelt op dezelfde manier.

Het verschil kan men zelf gemakkelijk vaststellen, als men eerst de motor door het eruit trekken van een stekker en dan door het onderbreken van een lichtstraal uitschakelt.

(blz.33) (tekening)

### **Achterzijde van het model**

(blz.34)

### **3.11 Hijstoestel**

In het afgebeelde hijstoestel beveiligd een elektrisch oog onder de kabelkeerrol de kraan tegen beschadiging, wanneer de kraanmachinist de motor per abuis niet uitschakelt.

De draairichting van de motor verandert men òf door het verwisselen van de stekkers aan de schakelstaaf òf met de poolomschakelaar uit de elektromechanica-aanvullingsdoos e-m 3. Met de onderbreker uit deze bouwdoos kunnen wij de afhankelijkheid van het toerental van de aan de kraanarm hangende last onderzoeken.

Op de as met de kabeltrommel zit een nokkenschijf. Deze bevat slechts de Fischertechnik-aanvullingsdoos 06. (Ze kan desnoods door een draaiplateau met een eraan bevestigde korte bouwsteen worden vervangen). De nok onderbreekt bij elke omwenteling van de kabeltrommel de stroomkring, waarin de teller ligt. Elke omwenteling van de nokkenschijf schakelt het telwerk een getal verder.

Het touw van de kabeltrommel wikkelen wij geheel af en hangen een last aan de lastarm. Het telwerk moet bij het begin van de proef op "0" staan, want wij willen later het aantal toeren, dat de motor 10 seconden na de start gemaakt heeft, direct aflezen.

De start geschiedt door het inschakelen van de schakelstaaf, en wel het beste dan, wanneer de secondewijzer van ons polshorloge precies door "0" gaat. Na precies 10 (of 20) seconden schakelen we de schakelstaaf weer uit. (mocht in die tijd de lastarm het elektrisch oog bereiken, dan wordt de motor al eerder zonder ons toedoen uitgeschakeld).

Nu kunnen we het aantal omwentelingen van de kabeltrommel rustig aflezen en het aantal toeren per seconde uitrekenen. De proef herhalen we met ongeveer 5 verschillende bevestigingen aan de kraanarm. Maximaal met ongeveer 1 kp.

Dan tekenen we een diagram. Deze grafische voorstelling moet ons er over inlichten, hoe het toerental met een toenemende belasting verandert. Op de horizontale basislijn van het diagram geven we allereerst de waarden van de aan gehangen lasten aan. Op de verticale basislijn het daarbij behorende aantal van de omwentelingen per seconde. Dan trekken we van elk van deze punten een parallel naar de twee basislijnen. Het snijpunt van twee bij elkaar behorende lijnen geven we aan door een kruisje.

Dan verbinden we de kruisjes door een lijn met elkaar. Het diagram is klaar. We kunnen van het diagram voor elke willekeurige belasting tussen 0 en 1 kp het daarbij behorende toerental aflezen, zonder verder nog een enkele proef uit te voeren.

(tekening blz.34: Omwenteling – Belasting)

(blz.35) (Afbeelding): **Achterzijde model**

(blz.36)

### 3.12 Elektrische schakelklok met instelbare schakeltijd

Het model toont ons een elektromotorisch aangedreven schakelklok, die een lamp of een elektrisch apparaat na een instelbare tijd tussen 0 en 3 minuten moet in- of uitschakelen.

Het kernstuk is een aandrijving met een overbrenging van 9600:1. De as van de aandrijfmotor moet dus 9600 maal draaien, tot de laatste schijf van het aandrijfwerk een omwenteling heeft gemaakt. De afbeeldingen tonen de opbouw.

We plakken op de draaischijf van het model een sleufschijf. (Jullie vinden deze achter in deel 2). Daarmee zijn alle gaten van de draaischijf tot op een hele smalle spleet na dicht. Deze tasten we met onze Fischertechnik-lichtelektronica af. De naaf van deze schijf trekken we niet helemaal vast aan, zodat we deze te allen tijde op de as kunnen verdraaien.

De aan de schakelstaaf aangesloten motor staat stil, wanneer er licht door de spleet van de schijf op de lichtopnemer valt. Verdraaien we nu de sleufschijf, dan begint de motor te lopen en wel zo lang, tot de spleet zich weer voor de lichtopnemer bevindt. Verdraaien we de spleet nu een heel klein beetje, dan zal de motor ruim 3 minuten of slechts enkele seconden – al naar gelang de draairichting – gaan lopen.

Een mechanische machine, die een bepaalde tijd moet lopen, zou men rechtstreeks via de motor van de schakelklok kunnen aandrijven. In het model is dit door het tandwiel, dat direct door de wormas van de motor wordt aangedreven, en de daarbij behorende as met de kruiskoppeling aangegeven.

Willen jullie een elektrisch apparaat net zo lang bedienen als de klok loopt, dan schakelen jullie het eenvoudig parallel met de motor.

Wie echter de klok als vertragings-schakelwerk wil gebruiken, die schakelt het te bedienen apparaat aan de schakelstaaf aan. Het wordt na het stopzetten van de schakelklok automatisch ingeschakeld.

Voor kortere schakeltijden brengt men de schakelschijf op een andere plaats van het drijfwerk aan.

(tekeningen): schakelt na 0 – 3 minuten uit

Schakelt na 0 – 3 minuten in

(blz.38)

### 3.13 Licht elektronische naloopbesturing

Het model toont het principe van een grote frees machine. Als eigenlijk frees hebben we een Fischertechnik-minimotor gekozen. (Wie dit nog niet bezit, kan het model natuurlijk ook zonder deze motor nabouwen). Deze frees is op een slede gemonteerd, die tussen de tandrails geleid en via een motor heel langzaam in een richting verschoven wordt.

De weg van deze slede gaan we licht elektronisch besturen. Daartoe hebben we op de achterzijde van de slede een fotoweerstand zodanig aangebracht, dat het lichtgevoelige vlak naar beneden wijst. Op een rail kunnen we een lamp (kogellampje) parallel aan de tandstang verschuiven. Het lampje geven we een kleine spanning en plaatsen er een stoorlichtkap op. Wie prijsstelt op een grote instelnauwkeurigheid, beplakt dan nog de boring in het kapje dusdanig, dat een heel smalle spleet ontstaat, waar licht door heen schijnt.

De aandrijfmotor van de slede schakelen we aan de schakelstaaf aan. De motor zal lopen, zolang de fotoweerstand geen licht ontvangt.

Verschuiven we de lamp in de richting, waarin de slede glijdt, dan loopt de ingeschakelde motor het licht na. Zodra de fotoweerstand de lamp bereikt, wordt de motor automatisch stopgezet. Daarom noemt men een dergelijke machinebesturing een naloop-schakeling.

Voor een veilige begrenzing van de weg die de slede gaat zou men aan de beide einden van het leidorgaan twee extra lampen kunnen aanbrengen.

Voor het teruglopen van de motor verwisselen we de twee motorstekkers of schakelen we een Fischertechnik-poolomschakelaar uit de elektromechanica-bouwdoos e-m 1 of de elektromechanica-aanvullingsdoos e-m 3 tussen de motor en de schakelstaaf.

(blz. 44)

### 3.14 Eenvoudige weegschaal met teller

Met dit weegschaalmodel kan men stortmateriaal of langzaam stromend materiaal wegen. De schets naast de afbeelding van het model laat zien, hoe de bodem van het bakje, dat het te wegen materiaal moet opvangen, door een korte steen met een rode pen draaibaar gelegerd is. Schuift men de rode hoeksteen in de door de pijl aangegeven richting, dan is de bodem vergrendeld.

Wordt het bakje bij een vergrendelde bodem nu b.v. met Fischertechnik-bouwstenen gevuld, totdat de linker balansarm omhoog gaat, dan geeft een plaat de lichtstraal naar de lichtopnemer vrij en het telwerk ontvangt via het besturingsapparaat (schakelstaaf) stroom. Gelijktijdig gaat er een groene lamp uit. Deze was het teken dat er mocht worden gestort. De na het vrijgeven van de lichtstraal aan flikkerende rode signaallamp betekent: Niet meer storten!

Schuift men de bodemvergrendeling terug en draait men de bodem omlaag, dan gaat het bakje bij gelijktijdige lediging weer omhoog in de uitgangsstand. De lichtstraal naar de lichtopnemer wordt onderbroken. Het telwerk wordt weer stroomloos en voltooit daarmee de telhandeling. De lampen worden omgeschakeld.

Na vergrendeling van de bodem kan het bakje weer worden gevuld.

Door verschuiving van het leger van de balansarm kunnen we de hefboomarmen verkorten of verlengen en dus het nominale gewicht, waarbij de weegschaal moet aanspreken, veranderen.

Dit model hebben we later nog eens nodig, daarom halen we er slechts de bouwstenen uit, die we voor het eerstvolgende model absoluut moeten gebruiken.

(blz.42)

### 3.15 Transportband met stuksteller

Dit model veraanschouwelijkt de verschillende mogelijkheden voor het tellen van de over een transportband lopende eenheden.

Voor het bouwen van dit model hebben we een 35 of 45 mm brede fluwelen band uit het naaidoosje van moeder nodig om als transportband te gebruiken. Kan deze band met een plakstrook (hechtvermogen direct controleren!) strak met elkaar worden verbonden, dan is 72 cm voldoende. Moet ze wegens een te gering hechtvermogen van de plakstrook echter worden genaaid of gekramd, dan nemen we ongeveer 3 cm meer. Letten jullie erop, dat bij het verbinden de verbindingsplaats niet scheef uitvalt, daar anders de transportband tijdens het lopen zijwaarts tuimelt.

De twee transportrollen (naven met kleine banden) worden op de boven- en benedenas zo ver mogelijk uit elkaar geplaatst, opdat de transportband zo breed mogelijk gespannen wordt. De lengte- en de dwarsspanning van de transportband kunnen we regelen, door de motor op zijn grondplaat te verschuiven of te draaien. Pas na het juist afstellen van de band monteren we de vultrechter aan het begin en het elektrisch oog aan het eind van de band.

Waar moet nu de lichtopnemer en de lichtbron worden aan gebracht, opdat werkelijk alle eenheden worden geteld, die over de band lopen?

In de schets boven de afbeelding van het model zijn vier mogelijkheden aangegeven. Welke is nu juist?

Welke fouten kunnen zich voordoen bij andere plaatsingen? (Antwoord op de laatste bladzijde van deel 2)

De lamp van het elektrisch oog geven we om de levensduur ervan te verlengen een tamelijk geringe spanning.

In het volgende model schakelen we de transportband en de weegschaal aan elkaar.

### 3.16 Automatische weeginrichting

We koppelen eenvoudig de twee laatste modellen, de weegschaal en de transportband tot één installatie aan elkaar. (Wie slechts een basisbouwdoos 200 bezit, moet de tussenstukken aan de transportband en de stortinrichting van de transportband afbreken. In plaats van de grondplaat gebruiken we als kussenblok van de weegschaal de afgebeelde constructie met 2 draaischijven).

In tegenstelling met de afbeelding van het model laten we eerst het bakje van het eerste model aan de weegschaal zitten. Daalt dit bakje, dan ontvangt de lichtopnemer licht. Via het besturingsapparaat (schakelstaaf) wordt nu de motor

van de transportband stopgezet. Pas wanneer het bakje na het openen van de bodem (met de hand) geleegd en in de uitgangsstand teruggekeerd is, wordt de lichtstraal weer onderbroken en de motor van de transportband begint weer te lopen.

Gebruiken we echter in plaats van het bakje het in het model getoonde plateau, dan wordt dit bij het omlaag gaan vanzelf geleegd. De transportband zal dus slechts korte tijd stil staan. Het plateau van de weegschaal wordt onmiddellijk weer beladen.

We moeten er nu echter voor zorgen, dat de afgewogen waar tot aan de eerstvolgende lediging opzij gelegd is.

Het vlakke plateau van de weegschaal werd met behulp van de aanvullingsdoos 010 of 013 gebouwd. Bouwt men het van de platte stenen, die de Fischertechnik-basisbouwdoos bevat, dan zou de een of andere van de transportband vallende steen van het weegplateau af kunnen glijden of bij het legen kunnen blijven hangen.

Bij deze inrichting hebben wij voor het eerst twee machines door lichtelektronica met elkaar verbonden. De weegschaal bestuurt de transportband. De weegschaal met het bakje moet met de hand worden teruggesteld, terwijl de weegschaal met het grote plateau zelf werkt, zolang de transportband stenen levert. Deze inrichting werkt dus zonder toedoen van buiten af. Er moet slechts één keer worden gestart.

Tellen jullie nu eens met behulp van jullie Fischertechnik-telwerk het aantal afgewogen beladingen. Waar moet het telwerk worden aangesloten?

(blz. 46)

Contactloze magnetische slinger

Voor het bouwen van dit model hebben we een elektromagneet nodig. We vinden deze in de grotere en in de kleinere elektromechanica-bouwdoos e-m 1 resp. e-m 2.

De terugsluitplaat van ijzer, die door de magneet wordt aangetrokken, wanneer er stroom door de spoel stroomt, bevestigen we aan het boveinde van de slinger en de elektromagneet aan een steen met draaibare pen.

Wij stellen deze constructie zo af, dat de terugsluitplaat bij het zwaaien van de slinger de magneet nooit raakt. De magneet as moet precies in de richting van de slingeras wijzen.

De lichtstraal van het elektrisch oog is draaibaar. Jullie kunnen deze dus links of rechts van de slinger laten werken. In de afgebeelde stand begint de slinger niet uit zich zelf te zwaaien. De kracht van de magneet is bij de ingestelde afstand tot aan de terugsluitplaat niet voldoende om de slinger zo ver uit te doen zwaaien, dat de lichtstraal onderbroken wordt. Met moet dus of de slinger één keer met de hand aan het zwaaien brengen of de lichtstraal van het elektrisch oog verder naar de slinger toe verschuiven.

Jullie zouden de lichtstraal dan ook eens aan de rechter kant van de slinger moeten laten werken. Hoe moet in dat geval de magneet worden aangeschakeld?

Met welke van de twee schakelingen hebben jullie grotere uitzwaaiingen van de slinger verkregen?

De proef toont ons heel duidelijk de werking van de elektromagneet. De elektromagneet moet de ten gevolge van de wrijving in het leger verloren gegane energie en de werking van de aantrekkingskracht van de aarde in de juiste "fase" van het slingeren weer aanvullen.

De tot nu toe getoonde, meestal eenvoudige modellen demonstreren de toepassingsmogelijkheden van de lichtelektronica op de volgende gebieden van de techniek:

8. Controleren
9. Beveiligen
10. Tellen
11. Besturen

Met de volgende modellen zullen we wat moeilijkere toepassingen op deze vier gebieden leren kennen.

(blz. 47, afbeelding): Achterzijde van het model

(blz. 48)

Een "ponsstrook" is een van gaten voorziene strook papier, waarvan de gaten resp. sleuven mechanisch of door licht bij het passeren van onze "aftaster" afgetast worden. Verscheidene van deze ponsstroken vinden jullie achter in het käft van deel 2. Plak ze aan elkaar.

We onderzoeken of parallel of in serie geschakelde foto elementen als besturingselementen zijn te gebruiken. Allereerst schakelen we echter slechts telkens een fotoweerstand aan onze schakelstaaf aan.

Schuiven we de strook door het kanaal van onze aftaster, dan zal het signaallampje, dat we aan de schakelstaaf hebben aangesloten, telkens gaan branden, als er een gat boven de fotoweerstand verschijnt. Trekken we met behulp van de motor deze strook met een constante, d.w.z. gelijk blijvende snelheid door het kanaal, dan zal de lamp lang blijven branden wanneer de sleuf lang is en kort branden wanneer de sleuf kort is.

Nu zullen we eens de beide fotoweerstanden, onze besturingselementen, parallel schakelen. De gevoeligheidsinstelling van de schakelstaaf stellen we zo in, dat het signaallampje gaat branden, zodra de linker of de rechter fotoweerstand licht ontvangt. Laten we nu de strook passeren, dan begint het signaallampje telkens te branden, wanneer de linker of de rechter fotoweerstand licht ontvangt. De beide fotoweerstanden zijn in een "Of"-schakeling met elkaar "verbonden", zoals de vakman zegt. Ontvangen ze beiden licht, dan heeft dat achter het besturingsapparaat dezelfde uitwerking als wanneer slechts één weerstand licht zou ontvangen.

NB. Bij parallelschakeling van de fotoweerstanden is het om het even, welke van de twee licht ontvangt. Achter het schakelapparaat kunnen we niet meer onderscheiden, door welke van de twee parallel geschakelde fotoweerstanden de besturingshandeling veroorzaakt werd.

We kunnen de beide fotoweerstanden echter ook in serie uitschakelen. Voor een juiste instelling schuiven we de ponsstrook zo ver in het kanaal, da beide lichtopnemers gelijktijdig licht ontvangen. Dan draaien we de knop voor de gevoeligheid juist zo ver, dat de signaallamp gaat branden. Ontvangt slechts nog één van de beide fotoweerstanden licht, dan moet het signaallampje weer uitgaan.

De beide in serie geschakelde fotoweerstanden zijn nu in een "En"-schakeling met elkaar "verbonden". Het besturingsapparaat zal slechts dan aanspreken, wanneer de ene en de andere fotoweersrand licht ontvangt.

Nu schakelen we het signaallampje aan de bussen 3-4 aan en herhalen alle proeven. De lamp is nu stroomloos, wanneer één resp. beide fotoweerstanden licht ontvangen. Deze schakelingen draaien dus de besturingsbevelen om. Men noemt ze daarom "Niet"-schakeling resp. "Niet of"-resp. "Niet en "-schakeling.

(blz.49, afbeelding) Achterzijde van het model

(blz.50)

### 3.19 **Ruimteaftaster**

Eén of meer parallel geschakelde fotoweerstanden zijn op een door een motor aangedreven, heen en weer zwaaiende staaf gemonteerd.

Een dergelijke ruimteaftaster gebruikt men b.v. ter bewaking vanaf een afstand van controlelampenvelden. Een voorwaarde is echter wel, dat alle controlelampen van dit veld slechts in geval van alarm gaan branden. Er mogen dus geen lampen onder zijn, die de normale toestand aangeven.

Onze aftaster bemerkt b.v. ook, wanneer iemand in een niet of zwak verlichte ruimte een lucifer aansteekt. Het signaallampje brandt tijdens het afbranden van de lucifer. Een bel als akoestisch waarschuwingsteken zou veiliger alarmeren dan de lamp.

Men gebruikt een dergelijk apparaat ook ter bewaking van ruimtes, waarin brandgevaar bestaat.

De tweede fotoweerstand vergroot de controlehoek.

In ons model hebben we een zgn. "zwaaiende kruklus" als aandrijfwerk gekozen. De zwengel met de beide parallel geschakelde fotoweerstanden zal dus heen en weer of op en neer zwaaien, al naar gelang de gekozen plaats van het draaipunt van de zwengel onder resp. terzijde van de aandrijfjas.

De in de draaiplaat excentrisch gelegeerde korte pen glijdt in de gleuf van de zwengel op en neer. Omdat we in het model het draaipunt van de zwengel heel dicht bij de as van de draaischijf hebben aangebracht, ontstaat er een "snelle terugloop" van de zwengel. Dit betekent: Hebben jullie de draairichting van de motor juist gekozen, dan zullen de lichtopnemers zich heel langzaam naar boven oprichten en snel naar omlaag terugkeren. Op deze manier wordt de tijd tussen twee waarnemingen op de zo ver mogelijk bereikbare plaatsen van de ruimte verkort.  
(blz.51, afbeelding) Achterzijde van het model

(blz.52)

### 3.20 **Licht elektrische deurbeveiliging**

In de afbeelding zien we de ingang van een speciale ruimte, die om veiligheidsredenen slechts door 2 personen gemeenschappelijk mag worden betreden. Bovendien moeten beiden een eigen zaklantaarn bij zich hebben. Onbevoegden mogen geen toegang worden verleend.

Het model toont de in de buitenmuur van de ruimte aangebrachte deur. Deze draait om een middenas. De as wordt onder de vloer door een motor aangedreven. De beide fotoweerstanden hebben we in serie geschakeld. De motor draait allen dan, wanneer beide fotoweerstanden gelijktijdig worden belicht, want wij hebben ze immers door de "En"-schakeling met elkaar verbonden.

De lichtgevoelige laag van de fotoweerstanden kan slechts door de sleuven en de boringen van de bodemplaat heen worden belicht. Opdat het vinden van deze lichtopnemers niet te gemakkelijk is, hebben we de sleuven met bekledingsplaten afgedekt. Wie dit niet bezit, kan ook een plakstrook of iets dergelijks gebruiken. Om dezelfde reden verdient het aanbeveling, de ruimte onder de bodemplaat te bekleden, b.v. met de Fischertechnik-aanvullingsdoos 011 en 013.

Om het bouwen te vergemakkelijken, hebben we de bekledingsplaten in de tweede afbeelding weggelaten. Het onderaanzicht toont ons het drijfwerk en het aanbrengen van de fotoweerstanden.

In plaats van de zaklantaarn, die de bewakers in werkelijkheid bij zich dragen, gebruiken wij twee kogellampjes uit onze Fischertechnik-bouwdoos.

In principe hebben we een licht elektronisch combinatieslot voor onze draaideur geconstrueerd.

Wanneer jullie de zaak heel bijzonder spannend willen maken, dan moeten jullie onder de bodemplaat een transparant tekenpapier bevestigen. Dan kan men bij de beste belichting van boven af niet onderscheiden waar de fotoweerstanden zijn aangebracht. En wie de plaats daarvan niet kent, blijft heerlijk lang zoeken tot hij de "licht"-sleutel voor het openen van de deur heeft gevonden.

(blz.53, afbeelding) Model van opzij gezien- Onderkant van het model

(blz.54)

Apparaat voor het vooruitschuiven van stroken

Met een dergelijk apparaat kan men een strook met een kleurendrukmachine achter elkaar met meer kleuren bedrukken. De strook loopt verschillende malen door de machine. Daarbij moet de strook telkens precies op dezelfde plaats worden stilgezet.

In het model is de drukmachine gemakshalve weggelaten. Wanneer jullie een tweede motor bezitten, kunnen jullie deze zelf gemakkelijk er bij bouwen.

De reeds bij het model "Licht elektronische luscontrole" gebruikte papierstrook is van zwarte merkstrepen voorzien. Wij gebruiken allereerst het deel met de bredere strepen, voorzien de fotoweerstand van een stoorlichtkap en plaatsen de fotoweerstand direct onder de papierstrook. De lichtbron plaatsen we deze keer echter niet direct voor het papier. We gebruiken een lichtgeleidingsstaaf. De lamp zit aan het bovineinde van de staaf. De staaf is aan beiden einden glad geslepen. Hiermee kunnen we de lichtstralen "de hoek om" leiden. We bouwen de korte, omgebogen lichtgeleidingsstaaf van de bouwdoos er in.

De aandrijfmotor moet stopgezet worden wanneer de door het papier heen schijnende lichtstraal door de zwarte merkstreep op het papier onderbroken wordt.

Voor het weer aanzetten van de motor drukken jullie op de startknop van de schakelstaaf of op een onderbreker, die de fotoweerstand kortsluit. Hebben jullie er een drukmachine bij gebouwd, dan kunnen jullie daarmee ook de startknop bedienen.

De dunnere strepen op de tweede helft van de strook onderbreken de lichtstraal niet meer over de gehele breedte van de opening van de stoorlichtkap. Wanneer jullie de motor met behulp van deze dunne strepen willen besturen, moeten jullie de ronde boring van de stoorlichtkap kleiner maken, het beste door middel van plakken tot een rechthoekige vorm. Stellen jullie hele hoge eisen aan de nauwkeurigheid, dan moeten jullie ook het tweede paar walsen voor het papiertransport met de motor aandrijven, dus via een drijfwerk met de eerste wals verbinden. Beide worden dan gelijktijdig stopgezet.

De lichtgeleidingsstaaf maakt de ruimte sparende belichting van de papierstrook mogelijk. In een later hoofdstuk wordt nog eens op deze "elegante" belichtingsmethode ingegaan.

Met dit model begint een nieuw hoofdstuk. Er worden aanvullende optische elementen zoals spiegels en lenzen, als hulpmiddelen voor de controle, besturing en regeling bijgehaald. Wanneer jullie eerst een beetje over de theoretische fundamentele problemen geïnformeerd willen zijn, dan moeten jullie de hiervoor in aanmerking komende hoofdstukken in deel 2 van de handleiding bestuderen.

(tekening) : strook – start

(blz.55, afbeelding) Achterzijde van het model

(blz.56)

### 3.22 **Bots beveiliging**

Het model toont een kraan, waarbij de aandrijfmotor van de wielen automatisch stopgezet wordt wanneer het onderstel of de kraanarm te dicht vaste delen van de gehele installatie nadert. Als bijna reeds volmaakte schakeltechnici zullen jullie zeggen: Het besturingsapparaat spreekt aan, zodra een van de twee parallel geschakelde lichtopnemers via een spiegel licht ontvangt.

Schakelen jullie echter eerst eens alleen de achterste, op een scharniersteen draaibare lichtopnemer aan de schakelstaaf aan, omdat daar het aanbrengen het gemakkelijkst is. Afbeelding 1 toont de loop van de stralen tussen lamp en fotoweerstand bij een tamelijk grote afstand van de spiegel. De voor het omzetten van de schakelstaaf noodzakelijke lichtintensiteit op de fotoweerstand wordt pas bereikt wanneer de spiegel zich ongeveer in de in afbeelding 2 getoonde stand bevindt.

Aan de andere zijde van de kraan zou men hetzelfde principe kunnen toepassen. Jullie moeten echter een veel moeilijker probleem oplossen. We nemen aan dat vlak achter het eind van de rails een hoge muur staat. De kraan mag, wanneer de kraanarm in de richting van de muur gezwaaid is, niet zo ver in de richting van het einde van de rails rijden als wanneer de kraanarm een andere richting is uitgezwaaid. Er moeten slechts een lamp en een lichtopnemer worden ingebouwd. Om dit extra probleem gemakkelijker te kunnen overzien, schakelen we allereerst de daarbij behorende fotoweerstand alleen aan de schakelstaaf aan. Dan monteren jullie de spiegelstrook van onze bouwdoos als een halve ring om de draaischijf van de kraan. (Het einde van de strook voorzichtig op de korte steen leggen en de rode hoeksteen eroverheen schuiven).

De lichtopnemer brengen we nu precies ter hoogte van de vlakke spiegel aan. Het bijkomende licht van de lenslamp wordt voor het omsturen van de schakelstaaf bij een zeer dichte nadering van de vlakke spiegel tot de fotoweerstand aangetrokken. (Afb.3). De lenslamp wordt wat betreft de hoogte en de zijde (door een scharniersteen met een rode pen) dusdanig aangebracht, dat de voornaamste lichtbundel van de lenslamp door de gebogen spiegel op de fotoweerstand weerkaatst wordt wanneer de afstand tussen spiegelstrook en fotoweerstand ongeveer 70 mm. bedraagt (afb.4). Voor een gemakkelijker instelling plaatsen we de centreerplaat van de bouwdoos voor de fotoweerstand. We moeten erop letten, dat de als "cylinderspiegel" werkende spiegelstrook de lichtstraal van de lenslamp horizontaal zeer breed uiteen trekt (afb.5). Daarom moeten we ook vals licht (door het raam) uitschakelen en de aanspreekbaarheid van de schakelstaaf iets hoger dan anders instellen (stand 4-5).

Na het aanbrengen van de lamp schakelen we de andere fotoweerstand weer bij.

(blz.58)

### 3.23 **Elektrisch oog met grotere reikwijdte (1)**

Met de Fischertechnik-lichtelektronica kunnen jullie niet alleen een elektrisch oog voor modellen bouwen. Met de lenzen van de bouwdoos kunnen werkelijke controleproblemen worden opgelost.

De belangrijkste optische eigenschap van alle lenzen is: Een door een lens vallende lichtstraal verandert zijn richting bij het vallen in de lens, resp. bij het verlaten van de lens. De grootte van deze afbuiging hangt o.a. van de bocht in de lenzen af. Wie nog meer over lenzen en optica wil weten, kan hierover in deel 2 meer lezen. Wie echter direct een elektrisch oog met grotere reikwijdte wil bouwen, die worden de volgende proeven aanbevolen. De ruimte moet op zijn minst iets verduisterd zijn, opdat jullie de lichtstralen gemakkelijker kunnen volgen.

#### 13. Elektrisch oog met een kogellampje

De gevoeligheid van de lichtelektronica-schakelstaaf wordt op de beginstand "1" ingesteld. Deze moet tot het einde van de gehele serie proeven zo ingesteld blijven. Nu laten jullie een kogellampje precies van voren de fotoweerstand naderen (afb.1). Zodra het controlelampje begint te branden, meten en noteren jullie de afstand tot aan de lamp. Deze proef herhalen jullie meerdere malen. De te behalen reikwijdte is niet erg groot. Verandert de reikwijdte wanneer jullie de stoorlichtkap of de tubus er voor plaatsen?

#### 14. Kogellampje en lens 2

Lens 2 is de lens van middelbare sterkte. Eerst bouwen we een "optische bank" (afb.2), waarop we de lens naar willekeur kunnen verschuiven. Aan het einde van de rails plaatsen we de Fischertechnik-centreerplaat. Dan schuiven we de lens van de in het model weergegeven plaats in de richting van de lamp en letten daarbij op de verandering in grootte en lichtdichtheid van de lichtvlek die de lens op de centreerplaat doet verschijnen. De lichtvlek wordt eerst kleiner, dan groter, nog eens kleiner en weer groter.

Voor de verkrijgbare reikwijdte van het elektrisch oog komt het niet op de grootte van de lichtvlek aan, maar op de lichthoeveelheid die op de lichtgevoelige laag van de lichtopnemer valt.

De kleinste cirkel van de centreerplaat komt ongeveer overeen met het lichtgevoelige vlak van de lichtopnemer. Bij welke afstand tussen de lamp en lens zal deze cirkel de grootste hoeveelheid licht ontvangen?

Na het verwijderen van de centreerplaat kunnen jullie de maximaal te verkrijgen reikwijdte van jullie elektrisch oog bepalen. Daarbij hoeven jullie de hiervoor gunstigste plaats van de lens nog slechts weinig te veranderen.

(blz.60)

### 3.24 **Elektrisch oog met grotere reikwijdte (2)**

#### 15. Kogellampje en lens 1

Nu herhalen jullie de laatste proef met de sterkste lens 1. De lichthoeveelheid die met deze lens op de fotoweerstand kan worden gebracht is groter. De lens zal dichterbij de lamp staan dan bij de proef met lens 2. Waarom?

#### 16. Lenslamp en lens 1

Verwissel nu de tot nu toe gebruikte lamp en de houder. De lenslamp moeten jullie heel nauwkeurig stellen, d.w.z. jullie moeten haar zo richten, dat het centrum van de lichtstraal steeds zoveel mogelijk op het midden van de lens en op het midden van de centreerplaat valt. Met behulp van scharnierstenen en stenen met een draaibare rode verbindingspen gelukt het jullie snel.

Jullie zullen met deze constructie een grotere reikwijdte bereiken dan met het kogellampje.

We kunnen dezelfde proef nu met lens 2 en 3 herhalen en de verkregen waarden met elkaar vergelijken.

#### 17. Welke lens voor welke reikwijdte?



Stellen jullie de centreerplaat op 1 meter afstand van de lenslamp. Dan proberen jullie achter elkaar met de 3 lenzen een zo klein en zo helder mogelijke lichtvlek op de centreerplaat te krijgen. De gunstigste afstand van de lamp tot de lens noteren jullie, opdat jullie later niet meer zo lang behoeven te experimenteren. Deze waarden veranderen iets wanneer jullie de lenslamp verwisselen.

Herhaal de laatste proef eens voor een reikwijdte van het elektrisch oog van 2 en 4 meter. Nu weten jullie dus welke lens voor de belangrijkste reikwijdtes het meest geschikt is. Met een stoorlichtbus voor de lichtopnemer ondervangen jullie de invloed van andere lichtbronnen.

### 18. Lens voor de lichtopnemer

Bouw eens een elektrisch oog met een afstand van lamp tot lichtopnemer van ongeveer 1,5 meter. Dan plaatsen jullie –zoals in de afbeelding- met behulp van een korte optische bank lens 1 en lens 3 achter elkaar voor de fotoweerstand. Merk daarbij hoe de lichtstraal nog eens geconcentreerd, d.w.z. gebundeld kan worden. Voor extreme gevallen kunnen jullie daarmee de reikwijdte nog eens vergroten.

(blz.62)

### 3.25 **Rookmelder voor grotere ruimtes**

Met de zo even vergaarde kennis kunnen jullie een elektrisch oog voor kleinere technische installaties zelf bouwen. Jullie kunnen controleren of iemand een kamer betreedt of een voorwerp aanraakt enz. wanneer jullie er een beetje over nadenken zullen jullie veel toepassingsmogelijkheden ontdekken waarmee jullie je familieleden en vrienden kunnen verrassen.

In de industriële techniek heeft men zo'n elektrisch oog b.v. nodig voor een:

#### Rookmelder voor grote ruimtes

In industriële opslagruimtes wordt het te bewaren goed over het algemeen bijna tot aan het plafond opgestapeld. Een ontstaande brand zal zich in dit geval aanvankelijk nauwelijks als een lichtschild doen merken. Er zal zich allereerst rook ontwikkelen die het zicht onder het plafond van de ruimte bijzonder sterk doet verminderen.

Daarom laat men onder het plafond een lichtstraal zigzagsgewijs door de ruimte schijnen. Wordt deze lichtstraal onderbroken of slechts gering verzwakt, dan wordt een brandalarmsignaal in werking gesteld.

Op de basisplaat worden een lamp en lens 1 (de sterkste lens) bevestigd. Opdat de plaat niet wegglijdt, plaatsen we deze direct tegen een vaste wand.

De spiegel, die de lichtstraal moet terugkaatsen, moeten jullie voorlopig niet meer dan 50 cm. van deze basisplaat verwijderd opstellen. Het instellen is dan aanzienlijk gemakkelijker. Pas bij een grotere ervaring kan men een grotere afstand kiezen.

Allereerst worden de lens en de lamp zo geplaatst, dat de lichtbundel op de eerste spiegel een zo klein mogelijke diameter heeft. (Voor de spiegel stellen we voor een gemakkelijker instellen onze afstellingsplaat op). Dan stellen we de eerste spiegel wat betreft de hoogte en de schuine stand zo in, dat de lichtstraal weer teruggekaatst wordt naar de andere kant, en wel precies op de daar opgestelde spiegel. Die draaien we dan zo dat de lichtstraal de fotoweerstand raakt. Nu pas plaatsen we de stoorlichttubus voor de fotoweerstand en regelen dienovereenkomstig de gevoeligheid aan de schakelstaaf.

Voor nog grotere reikwijdtes kan men voor de fotoweerstand een extra lens plaatsen.

Wanneer alles op de juiste manier nauwkeurig is opgesteld, moet reeds de rook van een enkele sigaret alarm veroorzaken.

(blz.64)

### 3.26 **Voertuig op rupsbanden met uitschakeling bij gevaar**

Bij dit model hebben we de rubber spoorkettingen uit de bouwdoos mot.2 nodig. Omdat hete voertuig onafhankelijk van de transformator moet zijn, hebben jullie bij wijze van uitzondering batterijen nodig. Jullie kunnen tussen twee Fischertechnik-batterijhouders –zoals in het model- of een Fischertechnik-batterijhouder en een daaraan bevestigde extra 4,5 V platte batterij kiezen. Bij het achter elkaar schakelen van de batterijen moet men erop letten, dat de minuspool van de ene batterij met de pluspool van de andere batterij wordt verbonden. De verharding aan de

onderkant van de schakelstaaf is noodzakelijk voor een betere legering van de aandrijfjas. Door het trekken van de rupsbanden zou de voorste as niet parallel met de achterste zijn. Het voertuig zou dan niet rechtuit rijden. Het bouwen van het model mag nu geen moeilijkheden meer geven.

Bij het eenvoudigste model schakelen we de aan de voorzijde gemonteerde lichtopnemer aan de besturingsingang van de schakelstaaf en aandrijfmotor aan het bussempaar 1-2 aan.

Schakelen we nu de twee batterijhouders in –de ene schakelaar naar voren en de andere naar achteren- dan rijdt het voertuig op de vloer van de kamer vooruit. Nadert het een wand van de kamer, dan zal vlak voor het bereiken van de wand de fotoweerstand in zijn eigen schaduw komen en de motor stopzetten.

Drukt men dan voorafgaande ompoling òf met de hand òf met behulp van een Fischertechnik-poolomschakelaar de startknop in, dan rijdt het voertuig weer terug.

Is de ruimte echter maar zwak verlicht, dan kan door een extra, boven de fotoweerstand aangebrachte lamp hetzelfde effect worden verkregen wanneer de motor aan het bussempaar 3-4 wordt geschakeld.

Jullie kunnen de lichtopnemer echter ook –zoals in het linker model- naar beneden gericht inbouwen. Over het algemeen is het licht in de kamer voldoende om de schakelstaaf bij de overgang van de lichte naar de donkere vloer of omgekeerd te schakelen. Met een erop geplaatste stoorlichtkap heeft men echter een extra lichtbron nodig.

We kunnen de verschillende besturingsmogelijkheden van de schakelstaaf proberen. De motor wordt dus stopgezet wanneer het voertuig naar het lichte gedeelte of naar het donkere gedeelte rijdt. Laat men het in deze schakeling op de tafel rijden, dan blijft het staan zodra de lichtopnemer over de rand van de tafel komt.

We zouden zelfs aan de achterkant van het voertuig een tweede fotoweerstand kunnen aanbrengen, die parallel aan de eerste wordt geschakeld. Nu, veel plezier met dit interessante voertuig!

(blz.65, afbeeldingen) Onderzijde van het model – Achterzijde van het model

(blz.66)

### 3.27 **Licht-radarinstallatie**

Bij de ruime-aftaster Model 3.19 op blz. 50 hebben we reeds een draaibare lichtopnemer gezien. Een waarschuwinglamp gaf aan, wanneer op een of andere plaats in de ruimte een lichtbron begon te branden. De alarmlamp gaf echter niet aan op welke plaats in de ruimte die lichtbron stond.

In het nevenstaande model beweegt daarentegen de signaallamp synchroon met de lichtopnemer. Het woord "synchroon" betekent dat het aftast- en het waarschuwingssysteem niet alleen dezelfde tijd voor een heen- en terugweg nodig heeft, maar ook dat het op dezelfde tijd de beide keerpunten van de beweging bereikt.

De synchronisatie van het aftast -en waarschuwingssysteem bereiken we in het model door beide systemen op dezelfde as te plaatsen.

Het aftaststelsel bestaat uit een lichtopnemer die zich aan een "zwaaiende kruk" bevindt. Dit onder deze naam bekend aandrijfwerk heeft een roterende aandrijving en een zwaaiende uitloop. Op de signaalzijde, waar jullie de plaats van een lichtbron kunnen bepalen, gebruiken we een "schuifkrukaandrijving". De aandrijving is roterend; via een draaiorgaan en een geleidbaan wordt de signaallamp heen en weer bewogen.

Boven de signaallamp brengen we platen aan. Onder de gleuf tussen de platen loopt de lamp. Jullie zouden de gleuf zelfs van een schaal kunnen voorzien. Het ijken zouden jullie in hoekgraden moeten uitvoeren.

Wanneer de lichtopnemer een lichtbron in de ruimte waarneemt, gaat de signaallamp branden. Uit de plaats van de lamp op dat moment in de gleuf kunnen jullie de plaats van de lichtbron in de ruimte afleiden.

De ruimte waarin het model wordt gebruikt moet goed verduisterd zijn. De gevoeligheidsinsteller aan de schakelstaaf kunnen we dan in de gevoeligste stand draaien. In plaats van één fotoweerstand kunnen jullie ook twee parallel geschakelde erin bouwen.

Bij het bouwen van het model moet men erop letten, dat de legers voor de assen worden versterkt, omdat de legerkrachten bij het veranderen van de beweging toch betrekkelijk groot zijn. De motor drijven we aanvankelijk met een kleine spanning aan.

Het apparaat bespeurt nog lenslampen op een afstand van 1 meter.

Het principe verandert niet wanneer men in plaats van met een fotowerstand met ontvangantennes werkt. Het apparaat spreekt dan aan op zenders van vliegtuigen wanneer deze de ontvangantenne dicht genoeg zijn genaderd.

(blz.67, afbeelding) Achterzijde van het model – Achterzijde van het model

(blz.68)

### 3.28 **Licht-radarinstallatie met kraan**

Op deze bladzijde hebben we een groter model samengesteld. De bouw vereist een 400-basisdoos, de aanvullingsdoos 04 en de elektromechanica-bouwdoos e-m 1 alsmede mot.1, mot.2 en twee Fischertechnik-minimotoren.

Wie alleen de 200 en e-m 2 en een minimotor bezit, zou kunnen volstaan met alleen de radartoren te bouwen en de kraan te vereenvoudigen.

Op de radartoren draaien twee fotowerstanden. Ze zijn op een draaischijf gemonteerd, die door een minimotor wordt aangedreven. De twee parallel geschakelde fotowerstanden zijn via sleepringen met de besturingsingang van de schakelstaaf verbonden. Is de door de twee lichtopnemers geregistreerde lichtbron, b.v. een van de kraanlampen, dicht genoeg genaderd, dan zal de rode lamp aan de voet van de radartoren gaan branden.

Om de installatie te laten functioneren, moeten we de kamer iets verduisteren.

De Fischertechnik-minimotor in de draaitoren van de kraan tilt de lasten op en laat ze zakken. Aan de kraanarm zijn lampen gemonteerd, die voortdurend branden. De stroomtoevoer naar de lampen geschiedt via het eerste sleepcontact, de stroomtoevoer naar de hijsmotor via het tweede sleepcontact van de sleepring, de gemeenschappelijke terugvoer via de draaistelas.

De draaikrans van de kraan wordt via een aandrijfwerk door de grote Fischertechnik-motor aangedreven. De kraanwagen wordt in ons model met de hand over de rails geschoven. Wie wil, kan hiervoor natuurlijk nog een motor erin bouwen of de minimotor van het hijstoestel gebruiken.

De stuurcentrale van de kraan bevindt zich aan de voet van de toren. Daar is immers ook de aan de uitgang van de schakelstaaf aangesloten signaallamp opgesteld, die de kraanmachinist waarschuwt wanneer de kraanarm te dicht bij de toren komt.

De Fischertechnik-onderbreker zouden we van de aanduiding "Gevaar-Stop!" kunnen voorzien. Wordt de onderbreker ingedrukt, dan wordt de draaiende kraanmotor van de stroombron gescheiden en kortgesloten. De motor staat dus onmiddellijk stil.

Bij de inbedrijfstelling van de toren moet de draaischijf met de fotowerstanden worden uitgebalanceerd, omdat anders de gehele toren in het ritme van de schijfomwentelingen begint te wankelen. Door het verschuiven van de horizontaal aangebrachte fotowerstanden is dit met een beetje geduld wel te bereiken.

Met de (nog een elektronica-schakelstaaf en een lichtopnemer bevattende) uitbreidingsdoos 1-e 2, kunnen de twee motoren automatisch worden uitgeschakeld zodra de kraanarm in de gevarezone komt.

(blz.70)

### 3.29 **Beveiliging van uitgestalde voorwerpen van waarde (1)**

De beveiliging van waardevolle voorwerpen behoort ook vaak tot de taak van de lichtelektronica.

De mechanisch en schakeling technisch gemakkelijkste en eenvoudigste oplossing vormen een elektrisch oog en een alarmbel. Een dergelijke installatie kan slechts bewaken, maar nog niet beveiligen. Een te beveiligen voorwerp moet

namelijk –veroorzaakt door een onderbreking van de lichtstraal- gelijktijdig met het in werking stellen van een alarm aan het in beslag nemen worden onttrokken.

Twee van de vele mogelijkheden zijn in dit en het volgende model getoond.

Het te beveiligen tentoonstellingsstuk is aan een draad bevestigd waarvan het andere eind naar een metalen plaat voert. Deze plaat wordt door een elektromagneet vastgehouden zolang er stroom door de wikkeling van de magneet stroomt. Wordt het voor het voorwerp van waarde geconstrueerde elektrische oog onderbroken, dan moet de magneet stroomloos worden, de stalen plaat omlaag vallen en daarbij het voorwerp van waarde wegtrekken.

Als elektromagneet gebruiken we die uit de Fischertechnik e-m 1 of e-m 2. Op de stalen plaat, die door de magneet wordt vastgehouden, plakken jullie een strook dun papier; de plaat zou anders namelijk na het uitschakelen van de stroom aan de magneet kunnen blijven hangen of een fractie van een seconde later eraf kunnen vallen.

De lichtdopnemer is onder de basisplaat aangebracht. In plaats van één lichtopnemer zou men er ook twee kunnen inbouwen. Hoe moet de tweede worden aangesloten?

De lenslamp zouden jullie ook zo kunnen schakelen, dat ze uitgaat wanneer de terugsluitplaat omlaag valt. De bedrading kunnen jullie zeker wel reeds zelfstandig uitvoeren.

Opdat het mechanisme niet te zien is, zouden jullie het met bekledingsplaten uit de aanvullingsdozen Fischertechnik 010 en 011 moeten bekleden. Mochten jullie nog geen magneet bezitten, dan kunnen jullie de volgende oplossing zelf uitwerken.

Een motor is via een zo snel mogelijk lopend aandrijfwerk met een draaischijf verbonden, waaraan een kleine plaat is bevestigd. Wanneer de motor niet loopt, staat deze plaat horizontaal.

Op de plaat staat een met het goudstuk door een draad verbonden steen. Zodra –door het elektrisch oog veroorzaakt- de motor begint te draaien, valt de steen omlaag. De motor en de draaiplaat moeten ook hier ten opzichte van de ruimte zo zijn aangebracht, dat het elektrisch oog en de werking van een onderbreking van buiten af niet te zien zijn.

## (blz.72) **Beveiliging van uitgestalde voorwerpen van waarde (2)**

Het tweede model ter beveiliging van uitgestalde voorwerpen van waarde functioneert met een elektromotor. Deze kan een draaischijf aandrijven, waarop het voorwerp van waarde is bevestigd. In het model is dit door een as met een klemring symbolisch weergegeven. De belichting geschiedt van boven af door een lenslamp. Deze is aan een op de draaischijf gemonteerde galg bevestigd.

De opbouw van het kussenblok voor de draaischijf kunnen jullie in de tweede afbeelding zien. De beide fotoweerstanden zijn parallel geschakeld. De motor staat stil, zolang één van de beide weerstanden wordt verlicht.

Wijze van werking: Het licht van de lenslamp valt door de boring van een voor de draaischijf aangebrachte kruisgatsteen (steen met boring) op de daaronder verborgen lichtopnemer. Zodra iemand naar het voorwerp grijpt, wordt de lichtstraal onderbroken en begint de motor te draaien.

Na nauwelijks een halve omwenteling van de draaischijf en daarmee van de lamp, ontvangt de tweede lichtopnemer door het diffuse licht van de lenslamp zoveel licht, dat de motor weer stil staat.

Het nauwkeurig aanbrengen van de tweede lichtopnemer vereist wat fijngevoeligheid in de vingertoppen. De lichtopnemer moet precies ter hoogte van de lenslamp worden aangebracht. De tweede afbeelding laat zien dat de lichtopnemer tangentieel ten opzichte van draaicirkel is aangebracht. Tangentieel betekent: De verlenging van de as van het kastje van de lichtopnemer raakt de cirkelboog waarop de lamp draait. Daardoor ontvangt de lichtopnemer lang genoeg licht om de schakelstaaf om te schakelen. De lichtopnemer is draaibaar omdat een steen met een rode pen als voetstuk dient.

Jullie kunnen dit model met bekledingsplaten zo omhullen, dat het doel van de constructie niet onmiddellijk te zien is.

## (blz.73, afbeelding 3.31): **Achterzijde van het model**

### (blz.74) **Licht elektronisch in werking gestelde stopwatch**

Nu gaan we eens naar een sportterrein met een sintelbaan. De finish bevindt zich onder de elektromotorisch aangedreven stopwatch. Het horloge begint te lopen, zodra jullie de startknop van de elektronica-staaf indrukken. Op het ogenblik dat de loper de finish –door een lamp en lichtopnemer gevormd- bereikt, blijft het horloge onmiddellijk stilstaan.

Omdat wij ons apparaat in de "alarm"-schakeling (stand 2) hanteren, kan het horloge, nadat de finish opnieuw is vrijgegeven niet nog eens beginnen te lopen.

Met de voorradige tandwielen en drijfwerken kunnen we geen in seconden en minuten geijkt schakelhorloge construeren. Dit is voor onze doeleinden ook niet nodig. We willen immers slechts het principe van een dergelijk horloge begrijpen.

Wie een Fischertechnik-onderbreker bezit, kan de langzaamste van de beide aanwijsschijven van een nok voorzien die bij elke schijfwenteling de knop in werking stelt en daarmee een impuls aan het telwerk geeft. Met de in het model getoonde overbrenging kan men tijden tot aan enkele minuten toe met de stopwatch doen aangeven. Willen jullie sneller verlopende acties tussen start en finish nauwkeurig meten, dan kunnen jullie het aandrijfwerk dienovereenkomstig wijzigen.

Na het aflezen van de op de stopwatch aangegeven tijd zetten jullie het horloge voor de volgende start mechanisch (door het omdraaien van de schijven) of elektrisch (door teruglopen van de motor) weer op "0".

De lenslamp op de finish zou men ook parallel aan de motor kunnen schakelen. Ze gaat pas branden wanneer de start plaatsvindt, en gaat uit, zodra de eerste loper de finish heeft bereikt.

De plaat met de twee cijferbladen vinden jullie in de huls van deel 2.  
(afbeelding blz.74): Finish – start

(blz.75, afbeelding) **Achterzijde van het model**

(blz.76)

### 3.32 **Garagedeur met eenvoudige lichtbesturing**

Steeds vaker worden tegenwoordig garagedeuren met behulp van licht bediend. Het schakelschema en het model tonen jullie een heel eenvoudige oplossing van dit probleem.

Valt het door de schijnwerper van het voertuig uitgestraalde licht door een opening van de garagedeur op de daarachter gemonteerde fotoweertand, dan begint de motor te lopen en de garagedeur wordt met behulp van twee kabels omhoog getild. De kabels zijn ter halve hoogte van de deur bevestigd. (De afbeeldingen laten zien, hoe jullie de kabels kunnen bevestigen en laten lopen). Is de deur ver genoeg omhoog gehaald, dan duikelt deze over de twee stevig aangebrachte draaischijven naar achteren. Daarbij raakt de fotoweerstand in ieder geval buiten bereik van de schijnwerper, waardoor de motor automatisch wordt stil gezet.

Voor het sluiten van de deur moeten we eerst de motor ompolen –of door het verwisselen van de stekkers of met de omkeerschakelaar uit de e-m 1 of e-m 3 doos. De motor begint weer te lopen wanneer jullie de hulpleiding, dus de twee kabels naar de lichtopnemer kortsluiten. In het model is daartoe de Fischertechnik-onderbreker ingebouwd. De onderbreker moet zolang worden ingedrukt, tot de garagedeur weer gesloten is. Schakelaar en onderbreker worden in de garageruimte bevestigd.

In het volgende model houden we ons met een elegantere oplossing van dit besturingsprobleem bezig.

(blz.77, afbeelding) **Achterzijde van het model**

(blz.78)

### 3.33 **Hefdeur met een door een stangenfiguur bestuurd omkeerschakelaar**

Het technische voordeel van dit model vergeleken met de eerste garagedeur ligt daarin, dat de omkering van de draairichting van de motor automatisch gebeurt.

Als deur gebruiken we een karton van 145 bij 155 mm, met 2 boringen. Jullie vinden dit in de huls van deel 2.

Een stangenfiguur brengt de kracht van de motor op de kabeltrommel over. De kabel is viermaal om de aandrijfas gedraaid. Voor de noodzakelijke kabelspanning zorgt een rubberveer. De stuurkabel is ongeveer 560 mm lang. Ongeveer in het midden van de kabel maken we op een afstand van 120 mm twee knopen, die de poolomschakelaar besturen. De kabel is daarom door de boring in de witte tuimelknop van de schakelaar heen getrokken.

De aandrijfmotor wordt of door belichting van de lichtopnemer of door het indrukken van de rode startknop van de elektronica-schakelstaaf gestart.

De motor loopt zolang er licht op de lichtopnemer valt of de knop ingedrukt blijft.

Hoe zou men het model kunnen omvormen, opdat een kort lichtsignaal reeds voldoende is om de deur geheel te openen en te sluiten en de motor automatisch wordt uitgeschakeld, zodra de deur gesloten is?

Dit probleem kunnen vast en zeker oplossen. Ter controle kunnen jullie de oplossing achterin deel 2 bekijken.

(blz.79, afbeelding)     **Zijaanzicht**

(blz.80)

### 3.34             **Een door licht bestuurd maanvoertuig**

Zoals jullie ongetwijfeld weten levert Fischertechnik een compleet voertuig op rupsbanden, het "maanvoertuig". We kunnen het met een mini-mot.1 en de rupsbanden uit de aanvullingsdoos 021 gemakkelijk zelf in elkaar zetten. Als jullie nog geen Fischertechnik-mini-motor mochten bezitten, dan kunnen jullie ook het afgebeelde voertuig met de grote Fischertechnik-motor gebruiken.

Bovenop construeren we een lichtopnemer. Dan brengen we met twee lange twee-aderige kabels een verbinding met de elektronica-schakelstaaf tot stand. Het leuke spel kan nu beginnen!

Al naar gelang we de motor aan de schakelstaaf hebben aangesloten, zal het maanvoertuig vooruit of achteruit rijden of zijn rijrichting veranderen, wanneer we de lichtopnemer met een zaklantaren of een Fischertechnik-lenslampje belichten.

Nog meer plezier beleven we eraan, als we met vrienden een behendigheidswedstrijd met deze wagens organiseren. Om de zaak nog spannender te maken, plaatsen we op de lichtopnemer een grote stoorlichttubus of brengen bovendien een omkeerspiegel aan. Schakelen we de motor aan de bussen 5-6 van de schakelstaaf aan, dan loopt het maanvoertuig terug wanneer bij één van je vrienden het voertuig uit de lichtstraal "ontsnapt".

Naast het maanvoertuig is een soortgelijk voertuig met de grote Fischertechnik-motor afgebeeld. De werking van de eraan gebouwde sneeuwplough moeten jullie in ieder geval eens testen!

Wie geen zaklantaren wil gebruiken, kan de schakelstaaf en de lenslamp direct aan de transformator bouwen (zie de afbeelding).

(blz.82)

### 3.35             **Lopend roerorgaan**

Vast en zeker kunnen jullie je een groot roerorgaan voorstellen dat boven een lange bak van de ene naar de andere kant heen en weer wordt bewogen. Heet omkeren aan heet einde van de bak zou mechanisch door een schakelaar kunnen worden bereikt. Eleganter is echter een oplossing met onze lichtbesturing.

De aandrijfmotor van het roerwerkframe sluiten we aan de bussen 5-6 van de schakelstaaf aan. Een tweede motor bedient het roerorgaan. (Jullie kunnen ook de schoepen direct door de grote Fischertechnik-motor via een

tussenaandrijfwerk aandrijven). Wanneer jullie de tweede motor parallel aan de eerste motor schakelen, dan keert de draairichting van deze motor eveneens mee om. Jullie kunnen hem evengoed direct aan de transformator aansluiten.

De schakelstaaf wordt deze keer in de "alarm"-schakeling gehanteerd. Hoe meer de aan de wagen gemonteerde lamp zich van de lichtopnemer verwijderd, des te zwakker wordt de belichting op de fotoweersstand. Al naar gelang de sterkte van de aan de motor gemonteerde lamp en de ingestelde aanspreekdorpel van de schakelstaaf zal het rijgestel van het roerorgaan eerder of later omkeren.

Aan de voorzijde van de wagen bevindt zich een bouwsteen, die tegen een schuine vlakke oploopt zodra het roerorgaan naar het uitgangspunt is teruggekeerd. Deze schuine vlakke is een deel van een hefboom die door de terugstelkracht van de startknop van de schakelstaaf omhoog gehouden wordt. Zodra de wagen er echter tegen op loopt, wordt de startknop omlaag gedrukt. (Bij het bouwen van het model moet zo mogelijk de vrije arm van de hefboom korter of langer worden gemaakt).

Door het omlaag drukken van de startknop wordt de motor weer omgeschakeld en rijdt de wagen terug. Daar op het ogenblik van het vrijgeven van de startknop de lichtopnemer voldoende belicht is, verandert de draairichting van de motor pas weer als de wagen zich ver genoeg verwijderd heeft.

Het doen omkeren van de motor geschiedt dus aan het ene einde licht elektronisch, aan het andere einde echter mechanisch. Mogen jullie de lamp van de wagen ook aan de schakelstaaf aansluiten? Aan welke bussen? Eerst vooral goed nadenken en dan controleren!

(blz.84)

### 3.36 **Hijstoestel in schuine stand met contactloze omsturing**

Het hijstoestel moet bij het bereiken van de bovenste of onderste stand zichzelf omschakelen, dus voortdurend omhoog en omlaag rijden. Dit probleem is een typisch besturingsprobleem. Voor hetzelfde probleem stonden we bij het laatste model. Daar losten we het gedeeltelijk mechanisch, gedeeltelijk licht elektronisch op. Bij dit model gaan we contactloos besturen.

De motor van het hijstoestel sluiten we aan de uitgangsbussen 5-6 van de schakelstaaf aan. Bij het testen van de schakeling moeten jullie op het volgende letten: Is geen van de beide parallel geschakelde fotoweerstanden belicht, dan moet de wagen naar beneden rijden. Bij het omhoog gaan moet daarentegen tenminste één van de twee licht krijgen.

Voor het oplossen van het probleem sluiten we de stationair gemonteerde bovenste lamp aan de uitgangsbussen 1-2 van de schakelstaaf aan. Ze brandt alleen bij het omhoog gaan. De tweede beweegbare lamp sluiten we aan de uitgangsbussen 3-4 aan. Deze brandt dus alleen bij het omlaag gaan, bevindt zich echter slechts aan het onderste einde van de weg voor een lichtopnemer. Ze zal dus alleen daar functioneren.

Rijdt de wagen met de lamp voor de opening van de stoorlichtkap van de onderste fotoweerstand, dan schakelt de schakelstaaf om, de motor verandert zijn draairichting en gelijktijdig gaat de bovenste lamp branden.

Aan de bovenrand van de wagen is een plaat gemonteerd. Bereikt de wagen het bovenste, vaste elektrische oog, dan onderbreekt deze plaat de lichtstraal. Daar de onderste lichtopnemer eveneens zonder licht is, vindt er opnieuw een omschakeling plaats. De bovenste lamp gaat uit en de wagen rijdt omlaag, ook wanneer de plaat van de wagen de fotoweerstand weer vrijgeeft.

Deze bovenste plaat moet zeer zorgvuldig worden aangebracht. Wie meer bouwstenen bezit, kan de installatie een nog stabielere vorm geven. De lamp aan de wagen zou ook voortdurend kunnen branden, dus direct aan de transformator kunnen worden aangesloten.

Brengen jullie als een andere oplossing van het probleem de aan de wagen gemonteerde lamp eens stationair naast de lichtopnemer aan en proberen jullie de besturing door een aan de wagen aangebrachte spiegel te laten geschieden.

(blz.86)

### 3.37 **Lichtgeweer**

Het model toont een eenvoudig geweer. In plaats van een kogel schiet het geweer bij een druk op de knop een lichtstraal op het doel, een fotoweerstand. Wordt het doel door de lichtstraal geraakt, dan gaat er een lamp branden.

Daar de lichtstraal, vergeleken bij de door de vizierkeep en –korrel naar de doelgaande straal, plaatselijk uit de koers geraakt, moeten we bij verandering van de afstand tot aan het doel de lamp opnieuw op de juiste wijze bevestigen.

Bezitten jullie een elektromagneet, dan kunnen jullie deze boven het doel aanbrengen. De daarbij behorende stalen plaat beplakken jullie met een strook papier welke van een afbeelding van het doel en een gat voor de lichtopnemer is voorzien. De magneet schakelen we aan het paar bussen 3-4 van de schakelstaaf aan. De magneet wordt stroomloos als de fotoweerstand "getroffen" wordt en de stalen plaat met de afbeelding van het doel valt omlaag.

Natuurlijk kunnen we ook een teller aanschakelen die de treffers telt. Bij een druk op de onderbreker wordt de lichtstraal ingeschakeld. Men zou dus –voor het geval men op het moment van inschakelen het doel nog niet heeft geraakt- de stand van het geweer iets kunnen corrigeren en dan pas de fotoweerstand raken. Men zou dus een werkelijk "lichtschot" kunnen afgeven.

Dit is heel eenvoudig te bereiken wanneer jullie in de dichtstbijzijnde radiozaak een elektrolyt-condensator met 3000 microfarad en een elektrische sterkte van minstens 12 V alsmede een 50 Ohm weerstand ( $\frac{1}{4}$  Watt belastbaar) kopen. De schakeling is aangegeven. Ze is gemakkelijk uit te voeren. Op de poling van de elektrolyt-condensator moeten jullie vooral goed letten.

Het geweer van bouwstenen moet jullie slechts het principe duidelijk maken. Wie er veel plezier mee beleefd heeft kan hete geweer van hout maken en werkelijke schuttersfeesten op touw zetten.

(blz.88)

### 3.38 **Knipperlichtschakeling**

We schakelen een lenslamp aan het uitgangsbussenpaar 3-4 aan. De lamp brandt wanneer de lichtopnemer geen licht ontvangt. Wordt deze echter belicht, dan gaat de lamp uit. Dit feit kunnen we in een "knipperlichtschakeling" benutten.

We gebruiken een fractie van het van de lenslamp komende licht om de lichtopnemer te belichten. Om licht van elders uit te schakelen krijgt de lichtopnemer natuurlijk een stoorlichtkap. Ontvangt de fotoweerstand licht, dan schakelt deze via de schakelversterker en het schakelrelais in de schakelstaaf de lamp uit. Omdat hij echter nu geen licht meer krijgt, schakelt hij het licht weer aan. Deze handeling kunnen we net zo vaak als we willen herhalen zonder dat we iets behoeven te doen. De lamp knippert in een bepaald ritme.

De vakman zegt: De ingang van de schakelversterker (= schakelstaaf) is met de uitgang van de schakelversterker teruggekoppeld.

De frequentie van het aan flikkeren van de lamp in een seconde kunnen we binnen bepaalde grenzen door verandering van afstand tussen lichtopnemer en lamp en door de gevoeligheidsinsteller aan de schakelstaaf variëren.

De knipperlichtschakeling is een typische 2-puntsregeling.

### **Knipperlichtschakeling met een motorische programmabesturing**

Parallel aan de knipperlamp schakelen we een tweede signaallamp. Hiervoor plaatsen we de fotoweerstand. Door een voortdurend draaiende elektromotor met aandrijfwerk en nokkenschijf onderbreken we de lichtstraal tijdelijk. Zolang dit het geval is, schijnt de knipperlamp steeds.

In plaats van één afzonderlijke nokkenschijf kan men er natuurlijk meer op de as van het aandrijfwerk plaatsen en deze as eventueel met behulp van nog een aandrijfwerk heel langzaam laten lopen.

Aan de bussen 1-2 van de schakelstaaf kunnen jullie nog een lamp schakelen; daardoor wordt het effect van het knipperlicht nog vergroot.

(blz.90)



Dikwijls krijgt de technicus tot taak twee motoren aan elkaar te koppelen. Hebben de beide motoren of aandrijfwerken precies hetzelfde toerental, dan is dit eenvoudig. Wijken de toerentalen echter iets van elkaar af, dan kunnen we door de juiste middelen voor het "gelijklopen" van de twee aandrijfwerken zorgen.

Een eenvoudig voorbeeld is in het model verwezenlijkt: Een last, b.v. een lange as moet door twee motoren dusdanig omhoog gehesen of omlaag gelaten worden, dat deze steeds in horizontale stand blijft. Daartoe moeten we de twee kabeltrommels even snel draaien. We kiezen de volgende oplossing: Het langzaamste van de beide aandrijfwerken loopt "niet geregeld", d.w.z. zonder beïnvloeding van buiten af. Het snelste wordt tussendoor echter steeds weer stopgezet, opdat het gemiddeld hetzelfde toerental als het langzaamste aandrijfwerk heeft. Hoe vaker in een minuut er een gelijktrekking plaatsvindt, des te meer nadert deze etapgewijze regeling een werkelijk gelijklopen van de twee kabeltrommels.

In plaats van twee gelijke motoren zou aan een kant een Fischertechnik-mini-motor gebruikt kunnen worden. De linker motor van het model geven we de kleinste transformatorspanning. Daarom zal hij langzamer lopen dan de rechter motor die door de schakelstaaf wordt gevoed. Het vergelijken van de wentelingen van de twee aandrijfassen geschiedt door een "differentiaal aandrijfwerk". De inwendige constructie van zo'n differentiaal is in het schakelschema schematisch weergegeven. Het middelste conische tandwiel is in de buitenmantel gelegerd; de beide buitenste conische tandwielen zitten op de naar buiten geleide assen. Draaien deze niet even snel, dan draait de buitenmantel.

De vertande buitenmantel van de Fischertechnik-differentiaal drijft een tandwiel met een nok aan. Deze geeft de lichtstraal naar de lichtopnemer vrij of onderbreekt deze. Daardoor loopt of stopt de rechter motor.

De regeling geschiedt bij deze schakeling volgens het "start-stop"-principe. De vakman spreekt heel algemeen van: Volgens het principe van de 2-puntsregeling.

In de met een stippellijn er bij getekende schakelvariant ligt de geregelde motor afwisselend aan twee verschillende hoge spanningen. Nu eens aan batterijspanning en dan weer aan batterij-plus schakelstaafspanning. In het tweede geval worden dus twee spanningsbronnen achter elkaar geschakeld. Letten jullie op de poling van de batterijhouder. Bij een verkeerde poling werkt niet de som maar het verschil van de twee spanningen! Ook deze regeling is een 2-puntsregeling.

(blz.90, afbeelding) **Aandrijfwerk – Aandrijfwerk**

(blz.91, afbeelding) **Zijaanzicht**

(blz.92)

### 3.40 **Verliesloze regeling van het toerental**

Het model toont een carrousel met 6 aan draden opgehangen stenen. Hoe sneller de motor draait, des te verder vliegen de stenen buitenwaarts.

Letten jullie bij het bouwen van het model er vooral op, dat de draden van de 6 stenen precies even lang zijn. Klem daarom het bovenste eind van de draad met de korte stenen stevig aan de draaischijf.

Met een lichtstraal gaan we de vlieghoogte van de stenen aftasten en via de gevoeligheidsinsteller van de schakelstaaf het toerental van de motor instelbaar maken.

De motor bedienen we met een batterijhouder (4,5 V), die in serie met de schakelstaaf is geschakeld. De motor wordt dus –al naar gelang juist de schakelstaaf spanning levert of niet- met ongeveer 10 V of met 4,5 V aangedreven. Overeenkomstig deze spanning draait de motor. Bij een voortdurend, gedurende een korte tijd er bij en er af schakelen van de spanning van de schakelstaaf ontstaat door de traagheid van de in beweging gebrachte lichamen een gemiddeld toerental.

Al naar gelang de verhouding van de tijd van licht en donkerte van de fotoweerstand en de instelling van de gevoeligheid van de schakelstaaf verandert het toerental van de motor. De lamp geven we aanvankelijk kleine spanning.

Bij een uitgeschakelde schakelstaaf, maar een ingeschakelde batterijhouder, bedraagt de spanning voor de motor 4,5 V. Bij deze spanning draait de motor zo langzaam, dat de lichtstraal naar de lichtopnemer nog niet onderbroken wordt.

Schakelen we de schakelstaaf in, dan stijgt de spanning van de motor, het toerental neemt toe en de stenen vliegen verder buitenwaarts. Nu onderbreekt elke steen afzonderlijk voor korte tijd de lichtstraal. Het elektronische systeem in de schakelstaaf begint te zwaaien. Al naar gelang de ingestelde gevoeligheid van de schakelstaaf wordt de spanning van de schakelstaaf gedurende min of meer korte ogenblikken bij de batterijspanning geschakeld. Aan het relais van de schakelstaaf kunnen jullie dit met het oog of met het oor waarnemen. We kunnen dus zonder een voorweerstand of zonder een fijn veranderlijke spanning het toerental van de motor instellen.

Wanneer jullie de motor (door aanraking van het grote tandwiel) nog iets extra belasten, verandert het toerental desondanks niet merkbaar. Want het door het belasten veroorzaakte dalen van de vliegende stenen bewerkstelligt een verandering van de licht-donkerte-verhoudingen in de zin van een vermindering van de invloed van de belasting.

Het toerental is dus instelbaar en de ingestelde waarde is –binnen zekere grenzen- “geregeld”.

(blz.39 – afbeelding):

**Achterzijde van links – voorzijde van links**

**Achterzijde van het model – Voorzijde van het model**

(blz.40)