

fischertechnik®

Electromechanics

It is sufficient to have Start 100,
Motors + gears,
Transformer mot. 4
in order to build the models

Electroméchanique

Les modèles se construisent avec:
Start 100, Motor + engrenages,
Boîtier d'alimentation mot. 4

Elektromechanika

Je kunt alle modellen bouwen met:
Start 100, Motor + aandrijving,
Transformator mot. 4

Elektromechanika



Je kunt alle modellen bouwen met:

Start 100, Motor + aandrijving, Transformator mot. 4

Inhoud

Inleiding	3	De tijdschakelaar	26	Het reedcontact	56
Onze elektrische bronnen	4	Knipperlicht dat zich zelf uitschakelt	30	Transportband stop!	58
Eerst komen de draden aan de beurt!	5	Een draaiende schijnwerper	32	Tijdschakelaar met reedcontact	61
Stroom gaat alleen maar door een gesloten keten	7	Verandering van draairichting van een motor met omschakel-drukknoppen (drukknoppen met wisselcontact)	33	Ook stroom maakt magnetisch	62
Lampen en lichtstenen	8	Bouwkraan die je met „pookjes” kunt besturen	34	De elektromagneet	63
Aansluiting van twee lampen aan één stroombron	9	Schakelaars	38	Een drukkноп met elektrische bediening	64
De „aan”-drukknop	10	Een spelletje met een schakeling voor spaarzame verlichting	40	Tijdschakelaar met relais	66
Weegschaal met lamp	12	De schakelaar-bouwsteen	42	Waarom ratelt de veer?	67
Lichtbakens	14	Zo recht door zee als een tank	43	Wat een leuk beest!	68
De truuk met 'n tweede stroombron	16	Radarantenne voor schepen	44	Kraan met magneet	71
Optisch bedrog	17	Naast elkaar – achter elkaar	46	Morsetelegraaf	74
De „uit”-drukknop	18	Een geheim slot met een drukkноп-code	48	Is me dat een hamer!	78
Het wieltes-spel	19	Onze permanente magneten	51	Oplossing van de vraagstukken	80
Tips voor de bedrading	20	Een speciaal mengtoestel	52	De bimetaalstrip	81
De drukkноп met wisselcontact	21	Magneten maken magnetisch	54	Thermo-contacten	82
Een stralende blikvanger	22			Het morse-alfabet	86
				De nieuwe bouwdoos „Elektronika”	87
				Stuklijst	88

Inleiding

Beste fischertechnik-liefhebber

Op het eerste gezicht zal je meteen wat oude bekenden in de nieuwe em-bouwdoos „Elektromechanika” aantreffen: naven, verbindingsstukken, assen. Maar bij nader inzien blijkt al, dat twee assen – afgezien van hun buitengewone lengte – bijzondere kenmerken bezitten: de *stekker* aan de ene, en de *stekkerbus* aan de andere kant. Want deze „stekkerassen” vervullen ook elektrische functies.

En ook in die schijnbaar zo bekende scharnierstenen zit méér dan je zou denken, namelijk een veer.

- Pak een scharniersteen, buig hem recht en laat hem los! De „verende scharnierstenen” zullen ons nog van groot nut zijn.

En dan al die elektromechanische bouwstenen: contactstukken, klemcontacten, veercontacten, veren op voeten, reedcontact ...

„Wacht eens even! Geen mens kan toch weten, hoe al die bouwelementen heten?!”

- Maak je daar nou maar geen zorgen over – dat probleem hebben we zó opgelost: Sla de laatste bladzijde van het boekje op! Daar is elke bouwsteen van de em-dooos met z'n naam en aantal in te vinden – tevreden?

Overigens: Het symbol ■ voor een nieuwe alinea betekent steeds „hier moet iets gedaan worden!” of „dat moet je je inprenten!”.

De handleiding is in de eerste plaats voor de „nieuweling op elektrotechnisch gebied”. Het verdient aanbeveling, de hoofdstukken één voor één „door te spelen”, omdat ze allemaal op elkaar aansluiten. Het is alleen al daarom leuker, het boekje stapje voor stapje door te werken, omdat je dan van succes verzekerd kunt zijn.

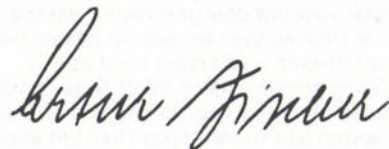
- Seinsleutel, schakelaar, sleepring, magneten, elektromagneet, slagpen, thermo-bimetaal enz. – alle bouwelementen worden één voor één onder-

zocht, getest, verklaard en op een respectabel aantal modellen toegepast.

Daarbij leer je natuurlijk ook alles wat nodig is, om *schakelschema's* te kunnen lezen en op grond daarvan zelf schakelingen te maken. En wat theoretische kennis is altijd mooi meegenomen.

Wie alles onderzocht en getest heeft en erin geslaagd is alle modellen *te laten functioneren*, kan uiteindelijk nog veel méér, als in dit boekje staat: namelijk nieuwe schakelingen ontwerpen en op grond daarvan z'n eigen modellen construeren!

Maar ook de gevorderde zal aan het spel met de em-bouwdoos veel plezier beleven en beslist aan z'n trekken komen – wedden?



Onze elektrische bronnen

„Zonder stroom staat alles stil”, zegt de technicus. Daar bedoelt hij mee dat alle elektrische apparaten aan een passende *stroombron* moeten worden aangesloten die voor de vereiste *energie* zorgt. De „stroom uit het stopcontact” is natuurlijk veel te sterk voor onze lampjes, motoren en andere fischer-techniek-apparaten – ze zouden er meteen door kapot gaan! Bovendien zou dat levensgevaarlijk zijn! Daarom gebruiken wij alleen de voor fischertechnik geschikte bronnen: nettransformator en batterijblok (resp. de vroegere batterijstaaf).

Het batterijblok, illustratie 1–4 (d.w.z.: 1 op bladzijde 4) is in de nieuwe grote Motor-bouwdoos te vinden. Met haar vier mini-cellen wekt ze een spanning van $4 \times 1,5 \text{ V} = 6 \text{ V}$ op. De vroegere batterijstaaf bracht het slechts op 4,5 V. (V is de afkorting van „volt”, dat is de eenheid van elektrische spanning.) Helaas hebben batterijen de vervelende eigenschap, uitgerekend dan leeg te zijn, als je niet aan nieuwe kan komen. En ze zijn nog duur ook.

Daarom is de aanschaffing van de fischertechnik-nettransformator „mot. 4” (afb. 2–4) in ieder geval een lonende zaak.

Via het snoer en het stopcontact wordt hij aan het stroomnet met 220-V-wisselspanning aangesloten. Deze gevaarlijk hoge spanning wordt door de nettransformator „omgezet” in de volkomen ongevaarlijke, voor ons doel geschikte gelijkspanning van rond 7 V. Daar kunnen we ook op zon-en feestdagen over beschikken – en’t raakt nooit op!

De nettransformator heeft twee „uitgangen”: dat is onze afkorting voor de twee naast elkaar liggende bussen aan vooren zijkant van het apparaat. In beide uitgangen heerst gelijkspanning. Met behulp van de draaiknop kan deze spanning aan de aan de voorkant liggende uitgang worden *omgepoold* en worden ingesteld tussen 0 en ongeveer 7 V. De spanning aan de zijdelingse uitgang is daarentegen constant rond 7 V en kan niet worden veranderd. (Bij de vroegere nettransformatoren stond op de uitgang aan de zijkant een wisselspanning van ongeveer 7 V.)

Eerst komen de draden aan de beurt!

Dat is een duidelijke zaak – zonder stroomdraden kun je geen elektro-apparaten aansluiten! Daarom moeten we aan de „strengen” uit een bouwdoos allereerst stekkers bevestigen. Dat is geen probleem, als je je aan de volgende montage-handleiding houdt.

Montage van de stekkers

Aan alle enkele draadjes moeten aan beide kanten groene stekkers worden bevestigd:

- Verwijder de isolatiedraad, die al met een inkeping voorzien is, draai de blanke koperdraden in elkaar en buig ze om, zoals op afbeelding 1–5 te zien is.
- Draai de stekkerschroef met een schroevendraaier los, schuif het uiteinde van de draad in de stekker (afb. 1–5) en draai de schroef weer vast – maar pas op, dat je de draad er niet weer afklemt!
- De lange groene draad hebben we pas nodig voor een belangrijk en heel interessant experiment op blz. 62.

Met de blauwe 2-aderige draadgaan we wat later aan 't werk.

Controle van de geleiding

Nu gaan we controleren, of de stroom ook door de aangesloten draden „heenstroomt”. Want dat kan alleen maar, wanneer het blanke uiteinde van de draad stevig tegen het metaal van de stekker wordt aangedrukt.

- Sluit een lichtsteen met lamp op de voorste uitgang van de transformator aan (afb. 2–5) en schakel de transformator in. Nu moet de lamp gaan branden.
- Doet 'ie dat niet, dan moet je controleren, of je alle 4 uiteinden van de draad wel goed in de stekker hebt vastgeschroefd – en ook, of de lamp wel goed in de lichtsteen zit; neem zonnodig een andere lamp.

- Zo worden alle draden na elkaar „op hun geleidingsvermogen gecontroleerd”, zoals de vakman zegt.

Stekkers voor de 2-aderige draad

De 2-aderige draad bestaat uit twee strengen, die van elkaar geïsoleerd zijn. Op de ene moeten aan beide uiteinden groene, aan de andere rode stekkers worden aangesloten. Daardoor wordt verhinderd, dat de draden later met elkaar verwisseld kunnen worden.

- Verwijder de isolatiedraad, die al met een inkeping voorzien is. Niet meer dan één uiteinde van de 2-aderige draad volgens afb. 3–6 elk van een rode en groene stekker voorzien.
- Sluit eerst een lichtsteen met lamp en al gemontereerde draad aan de transformator aan en schakel 'm in.
- Steek bijvoorbeeld de rode stekker van de 2-aderige draad in de andere bus van de lichtsteen, zoals op de afb. 4–6 te zien is.

Hoe kun je er nu achter komen, welk uiteinde van de blanke draad bij welke stekker hoort? Heel simpel: we controleren de geleiding, net zoals we dat hiervoor al hebben gedaan. Je moet als volgt te werk gaan:

- Houd een uiteinde van de blanke draad tegen de nog vrije bus van de voorste uitgang:
 - *De lamp brandt!* Dat betekent: „Er loopt stroom door de leiding.” Dit uiteinde hoort dus bij de rode stekker, die we in de lichtsteen hadden gestoken – zodoende moeten we ook aan het blanke uiteinde van de draad een rode stekker bevestigen.
 - *De lamp brandt niet!* Dat betekent: „Er loopt geen stroom door de leiding.” Dit blanke uiteinde van de draad hoort zodoende bij de groene stekker, die we niet in de lichtsteen gestoken hebben. Er moet dus ook een groene stekker aan worden bevestigd.

Stroom gaat alleen maar door een gesloten keten

Stroom wordt door metaalachtig materiaal bijzonder goed geleid, zoals b.v. de dunne koperdraadjes, waaruit de stroomdraden bestaan, het vertinde messing van de klemcontacten en contactstukken of de verchromde assen van fischertechniek. Zulke stoffen noemt men *geleiders*. Wanneer twee geleiders met elkaar in aanraking komen, kan de stroom aan het „contactpunt” van de ene geleider naar de andere overspringen. En daar zullen we nog vaak gebruik van gaan maken. Maar bij draden is dat anders: we willen helemaal niet, dat die toevallig met elkaar of met andere metaalachtige, stroomgeleidende delen in contact komen! Daarom worden stroomdraden met kunststof „geïsoleerd”. Want dat is een uitgesproken „niet-geleider”, net zoals lucht, glas, hout en de meeste andere stoffen die geen metaal bevatten en stroom eveneens *niet geleiden*.

Netvoeding door de pomp

Een stroombron werkt in feite net zo als een pomp. De afb. 1-7 maken dat duidelijk:

De *pomp* pompt de stroom door de roodgekleurde leiding naar de verbruiker toe. Daarom heet deze leiding „toevoer”. Daarna loopt de stroom door de verbruiker (een lampje of een motor) heen.

Door de blauwgekleurde „afvoer” loopt de stroom nu weer naar de pomp terug, die hem opnieuw in de toevoerleiding pompt, en daarmee begint alles weer van voren af aan – tenminste, wanneer je de pomp niet uitschakelt en de *stroomkring* nergens onderbroken is!

De stroomkring uit metaal

Bij onze geleidingscontrole bestaat de stroomkring uit allerlei metaalachtige spullen: stroomdraadjes, bussen, stekkers, onderdelen van de lichtsteen, de gloeidraden van de lamp. Deze stroomkring uit metaal is alleen dan „gesloten”, wanneer alle metaalachtige delen elkaar goed aanraken: de vakman zegt: „... wanneer ze met elkaar goed contact maken”.

- Daarom steeds eerst alle contactpunten controleren, als een schakeling niet functioneert! Zo kunnen bijvoorbeeld losse stekkers een hoop narigheid veroorzaken. Op blz. 20 staat, wat je daar aan kunt doen.
- Bij intensief gebruik kunnen ook de draden in de stekkers los gaan zitten; dan moet de stekkerschroef weer stevig worden vastgedraaid.

Schakelschema's

Op de foto's 2-5 kun je zien, hoe je een lamp op de transformator moet aansluiten, om een stroomkring zoals op de tekening 1-7 tot stand te brengen. Maar we zullen al heel gauw veel gecompliceerdere schakelingen leren kennen – en dan zou je op een foto haast niet meer kunnen zien, hoe de verschillende onderdelen met elkaar zijn verbonden. Daarom gebruikt men, om schakelingen af te beelden, liever overzichtelijke tekeningen: z.g. „schakelschema's”. Daarin komen voor algemeen erkende (genormde) *tekens* of *speciaal* daarvoor afgesproken *symbolen*, waar je al op de volgende bladzijde mee zult kennismaken, de elektrische bouwstenen en apparaten. Met behulp van zulke schakelschema's is de „bedrading” een doodeenvoudige zaak. We gaan dat op de volgende bladzijde gelijk eens proberen.

Bladzijde 8

Lampen en lichtstenen

Op deze bladzijde leren we de schakeltekens en symbolen kennen voor de bouwstenen, die we hiervoor al hebben gebruikt en ook voor de fischertechnik-transformator. De verbindingsdraden worden door rechte *lijnen* voorgesteld. Met zo'n schakelschema is het makkelijk, om een proefstuk of een heel model van een „bedrading” te voorzien.

Op de afb. 1-8 zie je de *kogellamp* en op de afb. 2-8 de *lenslamp*, allebei met hun schakeltekens. De lampen, die op voetstukken met insteekpunten zijn gemonteerd, worden in een lichtsteen gestoken en kunnen er ook weer gemakkelijk uit worden gehaald. Bij het plaatsen van de lamp in de lichtsteen moeten de

dunne draadjes van de lamp stevig tegen de bus worden gedrukt, waardoor een gelijde verbinding tot stand komt.

In het symbool 3-8 van de lichtsteen worden de bussen door kleine cirkels voorgesteld – net als de uitgangsbussen in transformatorsymbool 4-8.

Overigens: In plaats van „transformator” gebruiken we in 't vervolg voor het gemak de afkorting *tf*.

Op de afb. 5-8 zie je de al bekende stroomkring met de lampen (afb. 2-5 en 1-7) volgens de nieuwe methode afgebeeld. Maar net als in afb. 1-7 met de stroomkring zijn ook hier de toevoer rood en de afvoer blauw gekleurd.

- Omdat de draadjes van twee kanten aan de bussen kunnen worden aangesloten, kan de lichtsteen met de lamp ook volgens afb. 6-8 worden aangesloten. Dat moet je beslist eens uitproberen!
- Je mag de stekkers van de toe-en afvoerleiding nooit in dezelfde bus steken, zoals op afb. 7-8 te zien is! Want dan ontstaat *kortsluiting!* Zo noemen we de toestand die ontstaat, wanneer beide aansluitingsbussen van een bron – ook polen genoemd – direct met elkaar worden verbonden.

Bij kortsluiting in het stopcontact of in een apparaat hoor je het meestal knetteren en zie je er de vonken vanaf springen. Maar met onze *tf* schijnt helemaal niets te gebeuren. Dat hebben we aan de „thermoschakelaar” te danken.

Hoe dat mogelijk is, vertellen we helemaal aan het einde van dit boekje. Voor je dat kunt begrijpen, moet er eerst nog het een en ander worden geëxperimenteerd en geleerd – ok?

Bladzijde 9

Aansluiting van twee lampen aan één stroombron

De staande lamp 4-9 heeft twee lichtstenen met kogellampen en lichtkappen. Weliswaar geven lenslampen meer licht, maar door de vrijkomende hitte zou-

den de lichtkappen worden beschadigd. Voor lenslampen hebben we de rode gaatjeskap!

We willen beide kogellampen tegelijk laten branden. Hoe moeten ze nu worden aangesloten?

- Laten we eerst eens schakeling 1–9 proberen: elke lamp wordt direct aan de tf aangesloten (dubbele draden en twee lange draden). Het probleem „twee stekkers aan slechts één bus” wordt volgens afb. 2–9 opgelost.
- Det tf inschakelen! De lampen branden nu allebei – of niet soms?

Bij deze schakeling is iedere lamp voorzien van een eigen stroomkring. Daarom branden beide lampen het zo fel als de enkele lamp bij de schakelingen 5–8 en 6–8.

Maar de bedrading kan wat eenvoudiger zijn:

- De practicus verbindt de draden volgens afb. 3–9: dan worden de aan-en afvoer van de ene lamp voor de stroomkring van de andere lamp meegebruikt. Het *gemeenschappelijke gedeelte* van de leiding der stroomkringen is in afb. 3–9 vetgedrukt.
- De vereenvoudigde schakeling funktioneert zo ook goed – klopt dat?

Er bestaat ook nog een andere mogelijkheid, om twee lampen op één bron aan te sluiten. Maar die gaan we pas later onderzoeken (blz. 46).

Overigens: De zwarte symbolen voor de stekkers laten we in het schakelschema in 't vervolg voor het gemak gewoon weg!

Bladzijde 10

De „aan”-druknop

We kunnen met de staande lamp 3–9 ook de vriend van tegenover knippersignalen geven; b.v. 3 keer kort: „Kom je een spelletje kaarten?”, of drie keer lang: „Blijf waar je bent – de kust is nog niet veilig!”

Om dat te kunnen doen, moet je de signaallamp heel vlug kunnen in- en uitschakelen en daar is de draai-

knop van de tf niet goed voor geschikt. Hoe kunnen we dit probleem oplossen?

We hebben een apparaat nodig, waarmee je een stroomkring van de ene seconde op de andere kunt sluiten of onderbreken – een drukknoop. Op afb. 1–10 kun je het schakelsymbool daarvoor zien.

- We bouwen een drucker zoals op afb. 3–10 uit een onbeweeglijk contactstuk en een buigzame veer. Tussen beide bouwelementen behoort een spleetje van ongeveer 2 mm te blijven bestaan.
- Nu steken we een draadstekker in het daarvoor bestemde gat in de bus van het contactstuk en verbinden het volgens schakelschema 2–10 met de tf. Voor de aansluiting van de veer hebben we het klemcontact van afb. 3–10 nodig. De verdere bedrading kennen we al.
- Tf inschakelen: die lampen gaan niet branden, want het spleetje tussen veer en contactpunt laat geen stroom door.
- Nu „bedienen” we de drukknoop, door de veer op het contactstuk te drukken. De lampen gaan branden!

Omdat de lampen door een druk op de knop *ingeschakeld* worden, heet deze drukknoop „aan”-druknop. De lampen worden ingeschakeld, omdat door een druk op de knop de stroomkring, resp. het „open drukknoop-contact” gesloten wordt, dat anders steeds onderbroken is. Daarom gebruiken we ook de uitdrukking sluitknop in plaats van drukknoop.

Het beweeglijke gedeelte van de knop noemen we de „contactveer”, het onbeweeglijke het „pendant”.

Het typische kenmerk van een drukknoop is het volgende: Wanneer je de contactveer loslaat, springt 'ie automatisch in z'n rusttoestand terug.

We zullen verderop nog andere mogelijkheden om „aan”-druknoppen te bouwen, leren kennen. Je zult er verbaasd van staan, hoe veel verschillende variatiemogelijkheden er zijn!

Bladzijde 11

Afzonderlijk knippen met de lampen!

Het is natuurlijk veel leuker, wanneer je met elke lamp afzonderlijk kunt knippen. Maar dan heb je vanzelfsprekend voor iedere lamp een eigen drukknoop nodig!

- Daarom monteren we twee drukknoepen met veer en contactstuk aan de voet van de lamp, zoals je op afb. 4–11 kunt zien.
- De contactstukken van de drukknoepen verbind je net als op afb. 4–11 met een korte draad. In schakelschema 5–11 wordt dat draadje door een dunne rode lijn (toevoer) voorgesteld. De veer van de linker drukknoop T_1 (spreek uit: T-één) wordt d.m.v. een klemcontact met de gele, die van de rechter drukknoop T_2 met de groene lamp verbonden. De nog niet benutte bussen van de lichtsteen verbinden wij voor de afvoer eveneens met elkaar, zoals op het schakelschema 5–11 is afgebeeld. Ten slotte worden toe- en afvoer met behulp van een dubbele draad op de voorste uitgang van de tf aangesloten.
- Schakel nu de tf in en druk op een van de drukknoepen, of op allebei tegelijk! Afhankelijk daarvan wordt nu de gele, resp. de groene stroomkring of beide stroomkringen tegelijk gesloten, en de lampen beginnen te branden – of niet soms?

Het trুকje met het gecombineerde pendant

- In plaats van de twee met elkaar verbonden contactstukken kun je ook, zoals op afb. 6–11, een „gecombineerd pendant”, b.v. de as-80 met klemcontact, gebruiken, net als schakelschema 7–11 't laat zien.
- *Je moet dit beslist 'ns uitproberen!* We zullen van dit trুকje namelijk nog vaker gebruik gaan maken, omdat de „wirwar met al die draden” daardoor aanzienlijk verminderd wordt.

Weegschaal met lamp

Wat is zwaarder dan een 30-bouwsteen? Een rolletje garens, een schroevendraaier, een lichtsteen met lampje of een verende scharniersteen of...? Dat kun je met de weegschaal 4-13 héél snel en ook tamelijk precies vaststellen. Daarop passen wij het principe van de „aan“-drukknop toe, waarmee we al hebben geëxperimenteerd.

- Als wijzer van onze eenvoudige weegschaal met loopgewicht dient een steekas-180 (afb. 4-13), die losjes in z'n houder (afb. 3-13) zit, verticaal t.o.v. de weegschaalarm.
- Opgepast, nu komt de truuk: aan het z.g. uiteinde van de bus (schakeltekens 1-12) kan de steekas d.m.v. een draadstekker met de lamp worden verbonden, zoals op schakelschema 2-12 is afgebeeld. Bovendien zorgt de stekker er voor, dat de steekas niet van z'n plaats schuift. (De draad mag niet te kort zijn, want dan wordt het uitslaan van de wijzer gestoord.)
- Op deze manier wordt de wijzer van de weegschaal de beweeglijke contactveer van een „aan“-drukknop, met als pendant de veer met voet.

De test van de weegschaal met een 30-bouwsteen

- Leg een 30-bouwsteen op de weegschaal. Schakel de tf in. Verschuif de loopgewichten op de as-110 net zo lang, tot de steekas-wijzer de veer net niet raakt. De lamp mag niet branden! Dit is de *ruststand* van de drukknoop.
- Nu halen we de bouwsteen-30 er vanaf en testen de weegschaal met wat anders – b.v. een verende scharniersteen.
 - Is 'ie lichter dan een 30-bouwsteen, dan slaat de wijzer naar links uit, de stroomkring van de lamp blijft onderbroken en de lamp brandt niet.
 - Is de lamp daarentegen zwaarder, dan drukt de wijzer tegen de veer, de stroomkring wordt gesloten en de lamp geeft, doordat hij begint te branden, het signaal: zwaarder dan bouwsteen-30!

Wanneer we de scharniersteen of een ander testobject weer van de weegschaal afhalen, zorgen de loopgewichten ervoor, dat de steekas (= contactpen) het contact met het pendant (= veer) automatisch weer verbreekt – dat is typisch voor een „aan“-drukknop!

Bladzijde 14

Lichtbakens

Aan kusten en oevers van rivieren, op eilanden en bij gevaarlijke klippen zijn de hele nacht lichtbakens in werking die de schepen de weg wijzen. Elk baken knippert volgens een bepaald „patroon“, dat op de zeekaart geregistreerd is. Daardoor kan de zeeman z'n precieze positie bepalen – maar ook de ligging van gevaarlijke obstakels. Met het automatisch functionerende drukknoop-model 5-15 kunnen we zo'n lichtbaken namaken.

- De drukknoop, die voor het knipper-effect zorgt, zetten we deze keer met twee veren met klembussen in elkaar. Hij wordt automatisch door twee „nokken“ bediend. Dat zijn in dit geval de L-vormige stenen op de motorisch aangedreven draaischijf van afb. 5-15. Om ervoor te zorgen, dat de drukknoop zonder stringen functioneert, is het beter, wanneer allebei de onderdelen van de drukknoop veren. Afb. 5-15 laat zien, hoe de drukknoop er in kant-en-klare toestand uit moet zien. Tussen de beide onderdelen van de drukknoop behoort een spleetje van ong. 1 mm te blijven bestaan.
- Het schakelteken voor motor en nokkenschijf is op afb. 1-14 te zien. Het dubbele lijntje er tussen wil zeggen, dat de nokkenschijf door de motor wordt aangedreven. De *streeplijn* met het cirkeltje aan het begin wil zeggen, dat de drukknoop door de nokken (zwarte vierhoekjes) wordt bediend.
- Zie schakelschema 2-14 voor de bedrading.

Vereenvoudigd schakelschema

Afb. 3-14 vertoont hetzelfde schakelschema als afb. 2-14 – maar in een veel eenvoudigere vorm. Zo hebben we b.v. het symbool voor de lichtsteen wegge-

laten, want we kennen de bedrading daarvan allang. Ook de toe- en afvoerleidingen zijn niet meer gekleurd, maar als zwarte lijntjes zichtbaar. De grote zwarte punten hebben de algemene betekenis, dat de bijbehorende onderdelen door stroomgeleidende verbindingen met elkaar zijn verbonden. Hoe dat in 't detail gebeurt, en waar – dat mag iedereen van nu af aan zelf bepalen.

Bladzijde 15

- Het knipperpatroon hangt van het aantal nokken op de nokkenschijf af en van hun positie op de nokkenschijf. Al naar de omstandigheden, brandt de lenslamp (met gaatjeskap!) dus vaker of minder vaak, regelmatig of onregelmatig.
- Door de 30-bouwsteen met veer te verschuiven kun je de knipperduur van de lamp een klein beetje veranderen.
- Gebruik ook eens andere, daarvoor geschikte fischertechniek-bouwstenen als nokken! Want het knipperpatroon hangt ook van de vorm van de nokken af – of niet soms?

Bladzijde 16

De truuk met 'n tweede stroombron

Het lichtbaken met knipperlicht van model 5-15 bezit een duidelijk nadeel: wanneer de tf tot op 't uiterste inschakeld is, om het lichtbaken zo snel mogelijk te laten knipperen, heeft de lamp een stralende glans – maar hoe langzamer de motor loopt, des te „slomer“ knippert de schijnwerper. Dat kun je veranderen door de truuk met de *tweede stroombron*. Het gaat als volgt:

- Het geheim van de smid is, dat motor en lamp elk door een eigen bron worden „gevoed“. Zo ontstaan twee van elkaar gescheiden stroomkringen, zoals op afb. 1-16 te zien is. De rode is op de zij-, de zwarte op de voorste uitgang van de tf aangesloten.

- Omdat de spanning aan de zij-uitgang steeds constant blijft, brandt ook de lamp gelijkmatig – het speelt helemaal geen rol, wat er „aan de voorkant” gebeurt.

- Natuurlijk kun je ook de blokbatterij resp. de vroegere staafbatterij als tweede bron inzetten.

Eenvoudiger kan het niet meer!

Hoe eenvoudiger een schakelschema is, des te makkelijker wordt 't ook, het te „lezen”. Daarom laten we van nu af aan het symbol voor transformator weg. In plaats daarvan zetten we de cirkeltjes van z'n uitgangsbussen aan het begin van de lijntjes voor de aansluitingen, – zoals je op schakelschema 2-16 kunt zien.

Als een bepaalde tf-uitgang gebruikt moet worden, schrijven we nu de volgende afkortingen tussen de lijntjes voor de aansluitingen:

7 V [v] = voorste uitgang (instelbaar)

7 V [s] = zij-uitgang (niet instelbaar)

6 V schrijven we, als de blokbatterij als tweede stroombron wordt ingezet (b.v. afb. 1-67).

Een slimme schakeling

Bij de schakeling 3-16 naar het model 2-17 hiernaast, passen we niet alleen de truuk met de tweede stroombron, maar ook die met het gecombineerde pendant toe.

- Het schakelschema 3-16 lijkt erg op schakelschema 7-11 van het lichtbaken. Het enige verschil is, dat de beide contactveren van de drukknoppen hier niet met de hand, maar door nokkenschiiven worden bediend.

- De schakeling met twee bronnen zorgt er voor, dat de lamp steeds gelijkmatig blijft branden, onafhankelijk van het toerental van de motor.

Bladzijde 17

Optisch bedrog

Als de motor van de „aan”-drukknop 2-17 snel genoeg loopt, lijkt het, als je er langere tijd naar blijft kijken, net of er van achteren naar voren een lichtpuntje in de rondte draait. En je ziet dat *draaiende licht* alleen dan, wanneer het aan de voorkant langs schijnt te zwaaien. Zo zie je maar weer, hoe je je kunt vergissen: de lampen zitten de hele tijd stevig op hun plaats!

Laat het model s.v.p. staan: op afb. 4-18 zul je een interessante verandering te zien krijgen!

Bladzijde 18

De „uit”-drukknop

... is – zoals de naam al zegt – het tegendeel van de „aan”-drukknop: als je er op drukt, wordt b.v. een lamp *uitgeschakeld*. Ook deze drukknop is in de techniek van groot belang.

Op afb. 1-18 zie je het schakelteken van een „uit”-drukknop: in z'n ruststand is het „drukknop-contact” gesloten. Dat maakt het haakje aan het pendant nog 'ns extra duidelijk.

- Afb. 2-18 toont twee bouw mogelijkheden. In beide gevallen drukt de voet van de veer tegen het pendant. De „uit”-drukknop wordt ingeschakeld, door de verbinding tussen contactpen en pendant te verbreken. Probeer nu op grond van schakelschema 3-18, hoe de „uit”-drukknop 2-18 functioneert.

Omdat het contact van deze drukknop dat anders steeds gesloten is, verbroken wordt (geopend) – en daardoor ook de stroomkring –, noemen we dit drukknop-model ook „opener”.

Onderbreken in plaats van knippen

- Op afb. 4-18 is te zien, hoe eenvoudig je de „aan”-drukknop 2-17 tot een „uit”-drukknop kunt ombouwen: het gecombineerde pendant en de contactpennen worden zo hoog gelegd, dat de vleugelnokken aan de platte naven de veren met voet, die op de as-80 drukken, omhoog kunnen duwen.

- Dat is mogelijk, wanneer de nokkenschiiven in de omgekeerde richting van de „aan”-drukknop 2-17 draaien.

Omdat het branden van de lampen nu nog maar kort wordt onderbroken, is het uit met het optisch bedrog – of niet soms?

Overigens: Hoe denk je, dat het schakelschema van de „uit”-drukknop 4-18 er wel zou kunnen uitzien? Als je de goede oplossing niet vindt, is er nog geen man overboord: we komen er verderop nog op terug.

Bladzijde 19

Het wieltespel

Bij dit leuke stuk speelgoed gaat het om het „verbreken van een contact”. Dit spelletje met model 2-19 geeft ons de gelegenheid, een beetje van onze inspanningen bij te komen – ok?

- Afb. 1-19 toont het eenvoudige schakelschema: de stroomkring van de lamp is gesloten, zolang de as van de wieltes de beide steekassen raakt. Maar wanneer de wieltes naar beneden vallen, wordt het *wieltescontact* en daarmee ook de stroomkring verbroken – de lamp gaat uit.

Ons voorstel voor de spelregels

Beweeg de steekassen met behulp van het verbindingstuk-45 (afb. 2-19) zo op en neer, dat de wieltes op de steekerpunten van de assen als het ware vast komen te zitten (afb. 3-19). Ze mogen dan niet meer terugrollen, wanneer de assen worden opgetild.

Elke speler heeft 30 seconden tijd. Wie het zo lang kan volhouden, is winnaar. Dan begint de volgende ronde. Wie z'n wieltes van de assen laat afvallen, waardoor de lamp uitgaat, is uitgeschakeld en mag pas weer in de volgende ronde meedoen!

Opgepast: stoorzender!

Wanneer de wieltes op de steekassen heen en weer rollen, flikkert het lampje.

Dat is typisch voor een „loszittend contact”. Daar wordt het spelletje verder niet door gestoord, maar wél de ontvangst van een radio in de buurt – vooral op de middengolf! Dat ligt aan de kleine vonkjes, die bij het verbreken van een contact ontstaan. Op die z.g. *openingsvonkjes* komen we later nog terug.

Bladzijde 20

Tips voor de bedrading

Omdat we nu al een paar modellen met draadjes hebben voorzien, is het hoogste tijd voor een paar tips om die lastige kabelwirwar te vermijden. Losse stukjes kabel storen niet alleen het functioneren van de modellen, ze zien er ook niet bepaald fraai uit.

- (1) Lichtstenen behoren aan de kant, waar de draad vandaan komt, te worden aangesloten. Pas op voor kortsluiting (zie blz. 8)!
- (2) Om ruimte te sparen, kunnen draden tussen pen en gleuf door worden gelegd.
- (3) Met enkele kettingschakelsuit de basisdoos 200 of
- (4) met 5-bouwstenen kun je de draden in de gleuven van de bouwstenen van fischertechnik vastleggen.
- (5) Ook korte verbindingstukjes-15 zijn daar buitengewoon goed voor geschikt.
- (6) Voor je een draad door een kettingschakel heen trekt, moet je er de stekker natuurlijk vanaf schroeven, en daarna er weer aan doen. Bij een 2-aderige draad moet dat voor beide stekkers apart en na elkaar gebeuren! Want anders moet je de geleidingscontrole van blz. 6 herhalen.
- (7) Hoekstenen onder de bodemplaat worden veel gebruikt, om aanvoer- en andere langer kabels zonder storingen onder het model door te leggen.
- (8) Een lichtsteen is uitstekend geschikt als „stekker aan het model” voor tf-aansluitkabels.
- (9) Te lange draden, die je nergens kunt bevestigen, kun je elegant om een asje heen wikkelen!

- (10) Stekkers die uit de bus glijden, kun je meet een mesje iets breder maken.

Bladzijde 21

De drukknop met wisselcontact

De „aan”-drukknop bestaat uit contactpen en sluitpendant; in plaats daarvan heeft de „uit”-drukknop een opener-pendant. De drukknop met wisselcontact bestaat uit een contactveer, een sluit- en een openerpendant, zoals je op schakelschema 1–21 kunt zien. Als je er op drukt, wisselt de contactpen van het ene naar het andere pendant. Dat gaan we nu gelijk 'ns uitproberen.

Afb. 2–21 toont twee bouwmogelijkheden voor een „wisselaar”: het zijn de „uit”-drukknoppen 2–18 die we al hebben getest, met een extra veercontact als sluitpendant.

- We testen de wisselaar op grond van schakeling 3–21. In de ruststand bestaat alleen contact tussen de punten 1–2: wanneer we de tf inschakelen, brandt alleen de groene lamp.
- We bedienen nu de wisselaar, door de veer met voet tegen het veercontact te drukken: daardoor wordt het contact 1–3 gemaakt en alleen de rode lamp brandt.
- Met behulp van een wisselaar kan men ook b.v. twee lampen afwisselend op laten lichten en laten uitgaan.

Overigens: Als je langzaam de knop bedient, is er een „dood punt” – dan brandt er helemaal geen lamp. Nietwaar?

De drukknop-bouwsteen

In de drukknop-bouwsteen 4–21 is een wisselcontact ingebouwd – met kant-en-klare bedrading. De getallen aan de achterkant komen met de nummers van de bussen van schakeltekens 1–21 overeen.

- Probeer de bouwsteen ook op grond van schakeling 3–21 uit! Dankzij de ingebouwde „springcontacten” zit daar, ook als je de knop langzaam bedient, geen dood punt in. Dat is een belangrijk voordeel!

Opgelet: In de tekst korten wij de drukknop-bouwsteen 4–21 door de uitdrukking „ft-drukknop” (ft = fischertechnik) af. In het schakelschema wordt hij door een omlinjnde T voorgesteld (zie b.v. schakelschema 5–24).

Bladzijde 22

Een stralende blikvanger

Het model 4–23 zou in de etalage van een speelgoedwinkel als opvallende „blikvanger” kunnen worden opgesteld. Zo zou het gele lampje b.v. achter een doorschijnende plaat met de fischer-vis erop heen en weer kunnen glijden. Iedereen zou er naar kijken!

Op de volgende twee bladzijden zie je, hoe het reclame-effect van het model door de ft-drukknop nog aanzienlijk kan worden vergroot.

Een lichtje beweegt zich heen en weer

- Het elektrische gedeelte van schakelschema 1–22 is makkelijk te begrijpen: het reclame-lampje en de motor zijn gemeenschappelijk (zoals de beide lampen van de staande lamp 2–9) aan de tf aangesloten.

Dat betekent: wanneer de motor is ingeschakeld, brandt de lamp ook.

Bladzijde 23

- Het reclame-lampje is, zoals je op de afb. 3–23 en 4–23 kunt zien, op een *slede* (bouwsteen-30 met boring) gemonteerd, die door de draaischijf met behulp van de spant 120 (afb. 4–23) op de *assen-110* heen en weer bewogen wordt. Deze „werkwijze” wordt ook op schakelschema 1–22 aangeduid.

Het lampje gaat heen en weer

De blikvanger wordt nóg mooier, als de lamp niet steeds heen en weer bewogen wordt, maar de indruk wekt dat het achter de doorschijnende plaat maar van één kant vandaan komt. Dan krijg je een soort zwaailicht-effekt.

- Om dat te bereiken, gebruiken we de ft-drukknop als „aan”-drukknop volgens afb. 5–24. De drukknoop wordt door een schakelschijf bediend, die over z'n halve lengte met een „nok” voorzien is. Het algemene symbool voor onze verstelbare „schakel-nokkenschijven” is in 6–24 afgebeeld.
- Zet een schakel-nokkenschijf met behulp van twee eenvoudige *schakelschijven* overeenkomstig afb. 7–24 in elkaar! De kant-en-klare schijf met „180°-nok” zie je op afb. 8–24.
- Nu worden de ft-drukknop en de schakel-nokkenschijf op de drijf-as tussen lager en draaischijf gemonteerd, zoals op 10–25 en 11–25 afgebeeld is. De groene lamp van afb. 11–25 later we voorlopig nog weg.
- Tenslotte wordt de schakel-nokkenschijf zó op de as *bevestigd*, dat de nok de ft-drukknop bij een keerpunt van het lichtje bedient en weer in z'n ruststand terug laat springen.

Heen geel – terug groen

De blikvang wordt nóg afwisselender, wanneer op de heenweg een geel lampje brandt, en op de terugweg een groen lampje!

- Monteer het groene lampje aan z'n houder (afb. 11–25).
- Natuurlijk moet je de ft-drukknop nu volgens schakelschema 12–25 als wisselaar inzetten en bedraden. Om er voor te zorgen dat de lichtsterkte van de lamp van het toerental van de motor onafhan-

delijk wordt, gebruiken wij – zoals we al hebben geprobeerd! – de zij-uitgang van de tf als afzonderlijke voedingsbron voor de stroomkring van het lampje.

De tijdschakelaar

Zo noemen we een apparaat, dat elektro-apparaten na een bepaalde tijd automatisch in- of uitschakelt. Aan de hand van het eenvoudige model 5–27 kunnen we heel goed zien, hoe zo'n „tijdschakelaar” werkt – en op blz. 28 wordt uitgelegd, hoe hij elektrisch functioneert. Later zullen we het model nog gaan veranderen en verbeteren.

- Bedrading volgens afb. 1–26. De gestreepte lijn is hier voor de betere overzichtelijkheid haaks getrokken. Maar dat verandert niets aan z'n betekenis: „nokkenschijf bedient drukknoop” – net als bij het „lichtbaken” op blz. 14.
- Na het inschakelen van de tf moet de motor gaan draaien en de groene lamp gaan branden – behalve wanneer de ft-drukknop door de hoeksteen-nok wordt bediend (afb. 4–27): want in dat geval staat de motor stil, maar de gele lamp brandt. Klop 't? En dat is nou net de „startpositie” van onze tijdschakelaar!
- Nu willen we, dat de gele lamp gedurende bepaalde tijd wordt uitgeschakeld, de groene ingeschakeld. Druk op drukknoop T en laat 'em pas weer los, wanneer de nok de ft-drukknop heeft losgelaten. Nu loopt de tijdschakelaar zólang, tot de motor na een omwenteling van de nokkenschijf automatisch wordt stopgezet.
- Deze „schakeltijd” kan met de draaiknop van de tf ongeveer tussen 1 en 10 minuten worden ingesteld.

- De schroeven zonder einde, die je op afb. 3–27 kunt zien, zitten in de nieuwe grote Motor-doos. De

oudere mot.-bouwdozen doen 't natuurlijk ook, maar dan moet je het model een beetje veranderen. Dat is geen probleem voor „fischertechnici”!

Het automatische mechanisme van de tijdschakelaar

Het automatische mechanisme van onze tijdschakelaar baseert op het feit dat de motor niet zoals tot nu toe het geval was, direct aan de tf wordt aangesloten, maar in plaats daarvan in een van zijn toevoeringen het openers-contact van de ft-drukknop is ingebouwd. Daarom sluit de motor z'n eigen stroomtoevoer af wanneer hij de drukknoop door de nokkenschijf bedient. In 't detail ziet dat er zó uit:

- Afb. 6–28 toont de „startpositie”: de stroomkring voor de motor met de groene lamp is door de ingedrukte ft-drukknop onderbroken, de rode stroomkring van de gele lamp is daarentegen gesloten: alleen die lamp brandt.
- Door bediening van drukknoop T (afb. 7–28) worden motor en groene lamp direct aan de tf aangesloten (blauwe stroomkring): de tijdschakelaar begint te lopen, de groene lamp brandt. Ook de gele lamp brandt nog een poosje verder, totdat de nok de ft-drukknop heeft losgelaten (afb. 7–28).
- Pas daarna wordt de grote blauwe stroomkring voor de motor met de groene lamp op afb. 8–28 via het contact 1–2 van de ft-drukknop gesloten en de stroomkring van de gele lamp onderbroken – en dan pas kunnen we drukknoop T loslaten: de tijdschakelaar loopt verder, tot hij zich zoals op afb. 6–28 automatisch weer uitschakelt.

Een van de bekendste toepassingsmogelijkheden voor tijdschakelaars bestaat uit de *verlichting van trappenhuizen* – die in het model door de groene lamp gesymboliseerd worden. Deze lamp wordt met de hand ingeschakeld en schakelt zich ook vanzelf weer uit. Maar onze schakeling is daar niet geschikt voor: hoe langer de tijdsduur, des te zwakker branden

de lampen! Dat is geen wonder: motor en lampen worden door dezelfde stroombron gevoed. Helaas kunnen we de door ons al uitgeprobeerde truuik met de tweede stroombron hier niet toepassen, omdat we geen extra drukknop voor de stroomkringen van de lampjes hebben. Maar daarom niet getreurd: er zitten nog zoveel bouwelementen in de doos, die we nog niet kennen – daar zit er vast wel een bij, waarmee we dit probleem op kunnen lossen!

Bladzijde 29

De ft-netschakelaar

In de netschakelaar 9–29 (niet te verwisselen met de tf!) is een zogenaamd „relais” (spreek uit: relè) ingebouwd. Daarmee kunnen we op een volledig ongevaarlijke manier (!) met onze tijdschakelaar ook huishoudelijke apparaten – zoals b.v. tafellampen of staande lampen, radio's, kleinere kacheltjes enz. – automatisch inen uitschakelen. Hoe een relais functioneert, wordt op blz. 64 beschreven.

■ De netschakelaar 9–29 wordt met z'n netkabel aan een stopcontact aangesloten. De stekker van het huishoudelijke apparaat steek je in de netschakelaar en daarna schakel je het elektro-apparaat in.

Gedurende de schakeltijd „AAN”

Energiebesparing is altijd een goede zaak! Daarom hoeft b.v. de staande lamp vor het boekenrek in de donkere hoek van de kamer slechts enkele minuten te branden, wanneer we daar een boek uit halen. Ingeschakeld wordt de lamp natuurlijk met de hand – maar voor alle zekerheid is het beter, dat 'ie automatisch weer uitgaat.

■ Daarom nemen we de lamp uit de „groene lichtsteen” weg en verbinden deze met de bussen van één van de twee „sturingangen” van de netschakelaar (afb. 9–29).

■ Door te branden geeft de gele lamp aan, dat de tijdschakelaar startklaar is. Al naar behoefte schakelen we de tijdschakelaar in: de staande lamp wordt ingeschakeld en gaat na afloop van de schakeltijd automatisch weer uit. De vakman zegt: „De lamp wordt door de tijdschakelaar via de netschakelaar bestuurd.”

■ De schakeltijd kan ongeveer tussen 1 en 4 minuten worden ingesteld. Langer kan niet, omdat het relais in de netschakelaar dan niet „aanspreekt”. Probeer dat maar eens uit! De reden daarvan vertellen we je op blz. 64.

Gedurende de schakeltijd „UIT”

De radio brengt muziek. Opeens gaat de telefoon, nu moet het een paar minuten stil zijn om ons heen. Of ook: wij willen bij het begin van een nieuwe ronde in het wieltes-spel (blz. 19) absolute stilte; maar na afloop van een minuut moet de radio automatisch ingeschakeld worden en daarmee aangeven, dat de ronde afgelopen is.

■ Niets is eenvoudiger dan dat: de netschakelaar wordt niet met de „groene”, maar met de „gele lichtsteen” verbonden en de lamp wordt eruit verwijderd. Nu speelt de radio de hele tijd, alleen tijdens de schakeltijd van de tijdschakelaar heerst stilte. Goed he?

Heb je 't al gemerkt? Dankzij de netschakelaar kunnen we het probleem met de twee stroombronnen elegant oplossen: we gebruiken doodeenvoudig het elektriciteitsbedrijf (via het stromcontact) als tweede stroombron voor huishoudelijke apparaten. Dat is alleen maar mogelijk, omdat het relais in de netschakelaar daar speciaal voor is gebouwd. Het loont dus ook zo'n netschakelaar te kopen.

Bladzijde 30/31

Knipperlicht dat zich zelf uitschakelt

Model 5–31 is een combinatie van een knipperlicht met een tijdschakelaar: ze worden allebei door slechts één motor aangedreven. Het knipperlicht brandt alleen tijdens de schakeltijd en moet, als je het wilt laten branden, met de hand worden gestart. Je zou het b.v. aan een onoverzichtelijk punt zoals een

garage-inrit kunnen opstellen. Voor dit interessante model gebruiken we voor de eerste keer de sleepkring uit de em-bouwdoois.

■ Op afb. 1–30 zie je het schakelschema van het model: links van de motor zijn (net als in model 5–31) de ons al bekende tijdschakeling met de door de nokkenschiif bediende „uit”-drukknop T₁ en de startknop T₂, die je met de hand moet indrukken, weergegeven.

■ De beide drukknoppen met veer worden net als op afb. 2–31 en 3–31 aan de houder gemonteerd. Als schakelknop wordt gebruikt de kunststof-as-30 op afb. 5–31.

■ Ook de schakeling van het knipperlicht rechts van de motor, met de door de nokkenschiif bediende ft-drukknop, is in elektrisch opzicht voor ons niets nieuws meer.

Als nokkenschiif gebruiken we nu de *sleepring*. Afb. 2–30 toont, hoe de *onderbrekers* met behulp van een 30-bouwsteen als nokken op de sleepring kunnen worden gemonteerd.

Omdat de sleepring in dit model nog geen „elektrische functie” heeft, maar alleen als nokkenschiif gebruikt wordt, is hij ook alleen maar met het nokkenschiif-symbool in het schakelschema aangegeven.

■ Het „knipperprogramma” kan door het aantal en de onderlinge afstand van de nokken gevarieerd worden.

■ Natuurlijk moet de nokkenschiif voor de tijdschakelaar veel langzamere omwentelingen maken als de „knipperschiif”. Daar zorgt de op 4–31 afgebeelde tandradoverbrenging voor.

■ Omdat we bij dit model twee onafhankelijke „drukknoppen met nokken” inzetten, is de stroomvoorziening van het knipperlicht natuurlijk gescheiden van die van de motor met de tf.

Een draaiende schijnwerper

Bij dit model gebruiken we de sleepkring om elektriciteit op een ronddraaiend lichtbaken „over te brengen”. (Dat gaat met draden nu eenmaal niet zo goed!) De verende scharnierstenen zorgen voor de nodige druk van de contactstukken op de sleeprails. Afb. 1–32 laat zien, welk symbool we voor een cilindervormige schijf met twee sleeprails gebruiken.

- Volgens schakelschema 2–32 worden de contactstukken met de motor en de tf verbonden. Deze „sleepcontacten” worden door de verende scharnierstenen (afb. 3–32) tegen de sleeprails aan gedrukt (afb. 4–32) die in de cilindervormige schijf met de bussen zijn verbonden.
- Door de in de bussen gestoken steekassen kan de strom nu door de lenslamp heen, die op de uiteinden van de bussen is aangesloten.
- Als je er zoals op afb. 2–30 onderbrekers op zet, kun je de schijnwerper in een knipperlicht veranderen.

Verandering van draairichting van een motor met omschakeldrukknoppen (drukknoppen met wisselcontact)

Het is vaak erg omslachtig, om de draairichting van de motor door de poolomkeerschakelaar van de tf te veranderen. Dat gaat veel makkelijker met twee omschakeldrukknoppen. Vind je niet ook, dat we dat maar 'ns meteen moesten gaan uitproberen?

- Afb. 1–33 toont, van welke constructie met een zelfgebouwde en een ft-drukknop je bij dit experiment moet uitgaan. De transmissie met de draaischijf zorgt ervoor dat je de verandering van draairichting van de motor beter kunt zien.

- De bedrading geschiedt zoals op afb. 2–33. Schakel de tf in en druk afwisselend op allebei de knoppen! Gaat 't?
- Wanneer je beide drukknoppen tegelijk bediend of niet bediend, gebeurt er niets – want de motor is per slot van rekening met allebei z'n aansluitingen maar aan één „pool” van de tf aangesloten.
- Heel anders is het, wanneer je maar op één knop drukt: dan loopt de motor. Op afb. 3–33 en 4–33 kun je nu duidelijk zien, dat de draairichting (we hebben deze hier willekeurig gekozen) ervan afhangt, van welke kant de elektriciteit door de motor heen stroomt. En dat is het nu net, wat we met behulp van de uitgekiende omkeerschakeling kunnen regelen.

De nieuwe kennis die we hiermee hebben opgedaan, zal ons ook bij het kraanmodel op de volgende bladzijde goed van pas komen.

Bouwkraan die je met „pookjes” kunt besturen

Het model 5–35 met de bouwkraan biedt ons een uitstekende gelegenheid om de regeling van de motor met omschakeldrukknoppen, die we net hebben leren kennen, toe te passen. Daarvoor bouwen we een echte stuurinrichting, waarmee we de kraan vanaf elke gewenste afstand kunnen besturen.

Voor de stuurinrichting zijn de beide wisselaars van constructie 1–33 veel te gecompliceerd. Dat doet we hier veel eenvoudiger:

- Afb. 1–34 laat het vereenvoudigde schakelschema zien: bij de praktische uitvoering daarvan moet je je aan de afb. 2–34 en 3–34 houden. De veren met voet dienen als „pookje”, waarmee de motor die de liertrommel aandrijft, bestuurd wordt.

- De beide verbindingsdraden tussen de openeren sluiterspendanten vervangen we door twee assen-60 als „gecombineerd pendant”. Dat truukje hebben we op de blz. 11 en 17 ook al met succes uitgehaald.

Natuurlijk zouden we ook de „poolomkeerschakelaar” uit de nieuwe Motor-bouwdoois kunnen gebruiken. Maar in de praktijk heeft besturing met pookjes een belangrijk voordeel: wanneer de kraanmachinist uit onoplettendheid of omdat hij plotseling niet goed wordt 't pookje dat hij net aan 't bedienen was loslaat, dan slaat de motor automatisch af, en daardoor wordt een ongeluk vermeden.

Helaas biedt de besturing met een pookje geen veiligheid bij overbelasting van de kraan. Daarom gaan we in ons model ook nog een „beveiliging tegen overbelasting” monteren (blz. 36).

Beveiliging tegen overbelasting

Het zou niet de eerste keer zijn, dat een bouwkraan omkiept omdat de last te zwaar is of de haak op de een of andere manier op de grond vast is komen te zitten. Tegen zulke ongevallen helpt b.v. de beveiliging tegen overbelasting, die we nu gaan beschrijven.

- Deze beveiliging functioneert elektrisch heel eenvoudig: we bouwen b.v. in de verbinding van de beiden sluiterspendanten van de wisselaars het openercontact 1–2 van de ft-drukknop, volgens afb. 1–36. Als die bij overbelasting wordt bediend, krijgt de motor geen stroom meer, omdat z'n stroomkring wordt onderbroken, en hij blijft meteen stilstaan.
- We monteren dus in plaats van het gecombineerde pendant (as-60) twee contactstukken op de stuurinrichting, zoals op afb. 2–36 te zien is. Overeenkomstig schakelschema 1–36 wordt de drukknop met de contactstukken verbonden.

- Op afb. 3–36 zie je het mechanische gedeelte van de beveiliging: bij overbelasting drukt het te strak gespannen touw een hefboom met katrolschijf tegen de drukknop, waardoor deze wordt ingedrukt. De uitvoering wordt op de afb. 4–37 en 6–37 nader beschreven.

- Natuurlijk wordt de „veiligheidsknop” ook dan bediend, wanneer de motor, nadat de last opgetild is, per ongeluk niet wordt uitgeschakeld en de kraanhaak tegen „vangsteun” aan drukt, die we op afb. 5–37 apart hebben afgebeeld.

Dankzij de mechanische constructie moet de op te tilen last wel héél zwaar zijn, voordat de beveiligingsinstallatie in werking moet treden.

Bladzijde 38

Schakelaars

Het verschil tussen schakelaars en drukknoppen zit 'em vooral daarin, dat bij schakelaars de beweeglijke contactpen nadat men er op gedrukt heeft niet terug veert, maar in dezelfde positie blijft staan. Dat wordt in het schakelsymbool (afb. 1–38) door de gestreepte lijn met daarboven een figuur in de vorm van een neus voorgesteld; verder bestaat er geen verschil met de schakelsymbolen voor drukknoppen.

In-/uit-schakelaars

- Dit simpelste type schakelaar bezit maar één pendant (afb. 1–38). Bij schakelaar 2–38 is dat een veer met voet; de beweeglijke, maar niet verende contactpen bestaat uit het contactstuk in de draaibare bouwsteen-15 met rode pen.
- Op de afb. 3– en 4–38 kun je zien, hoe we van een ft-drukknop een schakelaar kunnen maken: de stroef lopende hefboom die door schuiven of drukken kan worden bediend, verhindert dat de contactpen terugveert. Wanneer we de drukknop

als aan-/uit-schakelaar gebruiken, hebben we maar één van de beide pendantbussen (2 of 3) nodig.

- *Probeer alle schakelmogelijkheden van afb. 5–37 met slechts één lamp uit!*

Omschakelaars

Net als een drukknop met wisselcontact bezit een wisselschakelaar twee pendants (afb. 1–38). Om vergissingen te voorkomen, heeft zich de uitdrukking „omschakelaar” in plaats van wisselschakelaar ingeburgerd.

- Voor de omschakelaar moeten overeenkomstig afb. 5–38 allebei de pendant-bussen (2 en 3) worden gebruikt.
- De omschakelaar van afb. 6–38 heeft een „nulstand” (net als de schakelaar uit de grote nieuwe Motor-bouwoods): als de contactpen van de veer met voet geen as van het pendant aanraakt, dan brandt er geen enkele lamp – of niet soms?

Bladzijde 39

Twee schakelaars voor één lamp

In een kamer met twee deuren tegenover elkaar moet je het licht natuurlijk aan beide kanten kunnen in- en uitschakelen. Dat probleem, dat helemaal niet zo eenvoudig is, laat zich met twee omschakelaars oplossen.

- Op afb. 7–39 zie je de proefmontage met de „plafondverlichting”, de schuif-omschakelaar S_1 en omschakelaar S_2 , waarvan je de nulstand in dit geval natuurlijk niet mag gebruiken!
- Omdat elke schakelaar op twee manieren contact kan maken, krijg je bij twee omschakelaars vier contactcombinaties. Ze zijn op 8–39 tot 11–39 afgebeeld.

- *Probeer, voor je met je „proeven” begint, een antwoord te vinden op de volgende vraag:*
In welke van de hier afgebeelde vier standen van de schakelaar zal het licht gaan branden, en bij welke niet?

Bladzijde 40

Een spelletje met een schakeling voor spaarzame verlichting

Ook model 4–41 van dit spelletje met de verlichting kan als „blikvanger” in de etalage van een speelgoedzaak dienen. Naar wens kun je de lampjes afzonderlijk of met elkaar zo lang je wilt laten branden en weer uitgaan. Na het spitsuur wordt de „spaarzame verlichting” met slechts één lampje ingeschakeld, of je kunt de verlichting natuurlijk ook helemaal uitschakelen.

- Afb. 1–40 beantwoordt de vraag van blz. 18: „Hoe zou het schakelschema voor een „uit”-drukknop met door nokken bestuurde contactpen en een gecombineerd pendant er kunnen uitzien?”
- Als beweeglijke contactpen nemen we assen-50 in verende scharnierstenen volgens afb. 2–40. Een steekas dient als gecombineerd pendant. Iedere „uit”-drukknop wordt door een instelbare schakelschijf met nokken (zie blz. 24!) bediend, waarna de daaraan gekoppelde lamp uitgaat. Met dit „stuurorgaan” kun je verschillende programma's voor dit spelletje in de praktijk omzetten.
- Het gecombineerde pendant, de steekas, wordt met het uiteinde van de bus aan pendant 3 van de *schakelaar met nulstand* aangesloten, die we al kennen. Door contact 1–3 te sluiten worden de motor en de lampen via hun „uit”-drukknoppen met de tf verbonden: het spelletje met de verlichting begint – of niet soms?
- Maar *schakelaar-pendant 2* is alleen met de linker lamp verbonden, zoals op 1–40 afgebeeld. Wanneer contact 1–2 gemaakt wordt, dan begint alleen deze lamp te branden, ononderbroken; de motor en de rechter lamp zijn uitgeschakeld. Met andere woorden: „spaarzame verlichting!”

Bladzijde 41

- Wat zou er gebeuren, wanneer de omschakelaar in de nulstand gezet wordt?

Overigens: In plaats van de zelf gebouwde schakelaar S kun je natuurlijk ook de nieuwe schakelaar uit de grote Motor-bouwdoos inzetten.

Bladzijde 42

De schakelaar-bouwsteen

De schakelaar-bouwsteen 1-42 is voor de modelbouw van groot nut. Het verschil tussen deze bouwsteen en de schakelaar-bouwsteen uit de nieuwe grote Motor-bouwdoos zit 'm alleen in z'n „sprongcontacten” en in de uitvoering van de hefboom. Net als de drukknop-bouwsteen heeft hij geen nulstand. We gaan de „ingewanden” van de schakelaar-bouwsteen nu eens wat nader bekijken.

- De schakelaar-bouwsteen heeft twee omschakelaars (blauw gekleurd op afb. 2-42), waarvan de veercontacten mechanisch met elkaar zijn verbonden (rode lijn); daarom worden beide omschakelaars steeds tegelijk bediend.
- Als we alleen de bussen 1-3 of 2-4 volgens afb. 3-42 gebruiken, dan wordt maar één omschakelaar als gewone *in-/uit-schakelaar* gebruikt. Afb. 4-42 toont, hoe de schakeling er uit ziet, wanneer je de bouwsteen als *omschakelaar* wilt inzetten. *Probeer dit s.v.p. grondig uit!*

Schakelaar-bouwsteen als poolomkeerschakelaar (PO)

Zo heet een schakelaar, die er voor zorgt dat de elektrische leidingen van een apparaat worden omgekeerd. Afb. 5-42 en 6-42 laten zien, hoe dat functioneert. De toevoerleidingen van de tf naar de motor zijn daarop rood, de afvoerleidingen blauw gekleurd – net als op de afbeeldingen bij de besturing van de drukknop op blz. 33. Maar terwijl we daar twee „pook-

jes” nodig hadden, kan het bij de poolomkeerschakelaar met slechts één hefboom af, om de „stroomrichting” door de motor en daarmee – dat weten we immers al! – ook de draairichting om te keren. In plaats van de omstandige beschrijving 2-42 zullen we in de toekomst symbool 7-42 aangeven.

Ook de draaischakelaar van de tf is een poolomkeerschakelaar, waarmee de aansluitingen („polen”) van de tf kunnen worden gewisseld („omgekeerd”).

In tegenstelling tot de schakelaar-bouwsteen uit de motor-bouwdoos, die met de hand moet worden bediend, is bij deze bouwsteen ook automatische bediening mogelijk.

Daarvan geven we op de volgende bladzijden meteen twee voorbeelden.

Bladzijde 43

Zo recht door zee als een tank . . .

. . . die ook als 'ie een huis op z'n weg vindt, gewoon rechtdoor rijdt, is het leuke rupsvoertuig 4-43 beslist niet! Het draait meteen om, wanneer één van z'n „voelsprietten aan de wielen” tegen een obstakel opbotst.

- De bedrading volgens afb. 1-43 is simpel – je moet alleen oppassen, dat er geen draad tussen de rupsen komt!
- Wanneer een voelspriet aan het wiel door een obstakel van z'n plaats wordt verschoven, wordt de poolomkeerschakelaar door de grendelschijven bediend. Dat is het hele geheim van de smid.
- Tegelijkertijd wordt de ft-drukknop, die de lampjes van de richtingaanwijzers bestuurt, door klembus-10 bediend of losgelaten.

Bladzijde 44/45

Radarantenne voor schepen

Vandaag de dag „navigeren” haast alle schepen met radar. De radarantenne, die ononderbroken heen en weer draait, neemt 's nachts of wanneer het mistig is, vreemde schepen of andere hindernissen of de koers

van het schip waar. Op het daarmee verbonden beeldscherm kan de kapitein die hindernissen op tijd zien en een botsing voorkomen. Het eenvoudige model 4-45 kan het ronddraaien van de antenne met behulp van de poolomkeerschakelaar imiteren.

- De nokken-schakelschijf met de identieke schakelschijven bediend de poolomkeerschakelaar (afb. 2-44 en 3-45) na een halve omwenteling in elke richting. Dienovereenkomstig wordt ook de radarantenne door de in elkaar grijpende wielribbels, heen en weer bewogen.
- De andere schakelschijf met nokken bestuurt met de ft-drukknop het „waarschuwingsknipperlicht”. Het knipperpatroon hangt er vanaf, hoe de schakelschijven ten opzichte van elkaar geplaatst worden en hoe de beide nokkenschijven op de drijfas gemonteerd zijn.
- De bedrading moet volgens afb. 5-45 geschieden!

Bladzijde 46

Naast elkaar – achter elkaar

We hebben al op blz. 9 gezegd dat er naast de ons bekende, nog een andere manier bestaat, om twee lampen aan één stroombron aan te sluiten. We gaan deze beide schakelmogelijkheden nu eens met elkaar vergelijken en op een eenvoudig model toepassen.

Parallelschakeling

Zo heet de schakelmethode, die we al op blz. 9 hebben uitgeprobeerd en hier op 1-46 nog eens afbeelden. Op afb. 2-46 kun je duidelijk zien, dat de rood gekleurde leidingen *naast elkaar*, dus *parallel* lopen. Daarbij heeft – zoals al besproken – elke lamp z'n eigen stroomkring en dus ook de volle stroomspanning.

- De tf zo ver mogelijk inschakelen. Allebei de lampjes branden nu erg fel!

Natuurlijk kun je ook andere bouwelementen „parallel schakelen”, b.v. motor en lamp of twee drukknoppen, zoals bij de tijdschakelaars.

Serieschakeling

Zo heet schakelmethode van afb. 3–46. Op afb. 4–46 kun je bijzonder duidelijk zien, dat de rood gekleurde leidingen *achter elkaar* lopen.

- Sluit de serieschakeling op de maximaal ingeschakelde tf aan: de lampjes branden nu allebei veel zwakker!

De reden daarvoor is: de in serie geschakelde lampjes liggen *samen* in maar *één* stroomkring. Daarom moeten ze de stroomspanning a.h.w. met elkaar „delen”. Van de beide gelijkwaardige lampjes krijgt elk slechts de helft van 7 V, dus ongeveer 3,5 V – en dat is nu niet bepaald veel!

Gemengde schakeling

Op het ventilatormodel hiernaast hebben we de schakelmethodes allebei toegepast: zoals schakelschema 5–46 toont, zijn de parallel geschakelde twee lenslampen en het operercontact 1–2 van de ft-druknop aan de ene kant, en de motor aan de andere, in serie geschakeld.

- Schakel de tf zo ver mogelijk in: de ventilator loopt op volle toeren. Dat is geen wonder – per slot van rekening is de motor via het operercontact *direct* met de tf-stroomvoedingsbron (blauwe stroomkring) verbonden, zodat 'ie de volle stroomspanning krijgt.

Bladzijde 47

Ventilator met versnelling

- Druk de ft-druknop in: nu zijn de lampjes en de motor in de *rode* stroomkring in serie geschakeld – en blijktbaar is de helft van de spanning waarmee de motor wordt voorzien, net voldoende om hem langzaam op gang te houden.

Bladzijde 48

Een geheim slot met een drukknop-code

Sloten van bewaarkluizen en brandkasten kunnen over het algemeen alleen maar met behulp van een geheime *cijfercode* worden geopend. Ons „geheime slot” 5–50 is iets heel anders: het reageert alleen maar, wanneer verschillende drukknoppen op een bepaalde manier worden bediend. Je kunt een hoop plezier hebben met het spelletje: „Wie komt 't eerst achter de drukknop-code?”

Spelregels

Elke speler heeft b.v. 3 minuten tijd, om zó op de drie knoppen van model 5–50 te drukken (of ook: niet te drukken), dat het groene lampje begint te branden en dat betekent: „je hebt het slot geopend!” Maar wie het rode „alarm-lampje” laat branden, mag niet meer verder spelen.

De drukknop-code

Natuurlijk hebben we de code van een paar vallen voorzien, die het moeilijker maken, achter de code te komen.

- Daar heb je bijvoorbeeld de drukknop T_1 met twee sluiters-pendants en nulstand (schakelschema 1–48) een z.g. „tweeweg-sluiters”. Op de afb. 2–49 en 3–49 waar uit blijkt hoe je het model in elkaar moet zetten, zie je de praktische uitvoering van dit soort drukknop. Natuurlijk hadden we er ook een omschakelaar met nulstand in kunnen bouwen, maar met een drukknop is het moeilijker, de code te vinden.
- Wanneer het contact A–B van T_1 gemaakt wordt, slaat de motor aan en de sleepkring gaat draaien. Z'n *sleepsporen* zijn dit keer volgens afb. 1–48 in serie geschakeld; de bedrading geschiedt volgens afb. 4–50! Zo ontstaan met behulp van onder-

brekers (afb. 4–50) en sleepcontacten twee in serie geschakelde „uit”-druknoppen (op afb. 1–48 rood gekleurd). Alleen wanneer die *niet* door een onderbreker bediend worden, heeft de stroom een kans, om tot de groene lamp „door te dringen”!

- De speler moet drukknop T_1 dus precies op het moment loslaten en daardoor de motor stoppen, waarop allebei de contactstukken tegelijk hun sleepspoor aanraken. Als de onderbrekers handig geplaatst worden en de motor snel loopt, is dat helemaal niet zo makkelijk!

Maar voordat het groene lampje gaat branden, moet nog aan een paar andere eisen worden voldaan:

- Nadat je hem hebt losgelaten, moet T_1 in de andere richting worden gedrukt (en ook in die stand blijven staan!), zodat de stroom door het gemaakte A–C-contact van T_1 heen kan.
- Tenslotte moet je nog de „aan”-druknop T_2 bedienen. Dan is de stroomkring van de groene lamp eindelijk gesloten, het lampje begint te branden, het geheime slot is geopend. Wie deze code zonder schakelschema kan ontcijferen . . . kan er wat van!

Bladzijde 49/50

- Maar wanneer de speler in plaats van de „aan”-druknop T_2 de ft-druknop bedient, dan . . . ja dan heeft 'ie pech gehad. Waarom?

Denk daar even goed over na:

- Kan een lampje branden, terwijl de motor draait?
- Kunnen allebei de lampjes tegelijk branden?
- Kan één van de beide lampjes branden, wanneer de tweeweg-sluiters T_1 niet bediend wordt?

Geen vragen meer over de drukknop-code? Dan kun je met de bouw en de juiste bedrading van het model beginnen – veel plezier met het code-spel!

Onze permanente magneten

De op staven uit kunststof gelijmde magneetplaten bestaan uit *ferrietpoeder*, dat onder grote hitte wordt geperst (gesinterd) en daarna gemagnetiseerd. Zulke stoffen, die de magnetische kracht na de magnetiseringsbehandeling behouden, noemen we „hardmagnetisch”. Op 1–51 zie je de symbolen afgebeeld, die voor onze permanente magneten worden gebruikt.

De magneetpolen

Elke magneet heeft steeds twee polen: een noord- en een zuidpool. Magneten met maar één pool bestaan niet! De magneetpool met de rode staaf is daar met z'n zuidpool-kant op gelijmd; de zwart-grijze voorkant is, zoals afb. 2–51 toont, z'n noordpool. Bij de magneetplaat met de groene staaf is het precies omgekeerd.

- Leg beide permanente magneten volgens afb. 3–51 in het rekje met de kunststof-assen. Trekken de magneten elkaar aan of niet?
- En wat doen de magneten, wanneer ze net als op afb. 4–51 in het rekje worden gelegd?

Ons kleine experiment bevestigd op 'n indrukwekkende manier het ...

Grondbeginsel van het magnetisme

- *Ongelijke polen* (Zuid-Noord en omgekeerd) trekken elkaar aan.
- *Gelijke polen* (Zuid-Zuid of Noord-Noord) stoten elkaar af.

Overigens: Het is ook interessant te weten, dat de magnetische kracht van de magnet die op afb. 4–51 onderin het rekje ligt zonder krachtverlies door de staaf uit kunststof heen straalt! Daar zullen we in het nu volgende experiment van gaan profiteren.

Bladzijde 52/53

Een speciaal mengtoestel

In sommige laboratoria heeft men voor bijzondere doeleinden roerders nodig, waarvan de vleugels

rondraaien in een bak, die volkomen luchtdicht moet zijn b.v. omdat er geen zuurstof in mag komen of geen gevaarlijk gas uit mag ontsnappen. Model 5–53 laat zien, wat voor een truuk in zulke gevallen wordt toegepast: de „magnetische askoppeling”.

- Op afb. 1–52 zie je, hoe de magneet met behulp van een katrolschijf op de as met de roervleugels wordt bevestigd. Deze as-50 moet overeenkomstig afb. 2–52 onder de grondplaat met een klemring vastgemaakt worden, want anders zou hij door de magneet van de drijf-as (afb. 5–53) tegen de platen aan worden getrokken, die als het „deksel van de bak” moeten dienen (afb. 3–53).
- De bouwsteen-30 met de „hoofdmagneet” moet nu net als op afb. 4–53 op de kunststof-as met het vierkantige verlengstuk worden gemonteerd.
- We hebben al geconstateerd, dat kunststof helemaal geen belemmering vormt voor magnetische krachten. Daarom „trekt” de drijf-as de as met de vleugels van de roerder eraan moeiteloos „mee”, als de motor niet al te snel op volle toeren begint te lopen. Want dan kan de magnetische koppeling namelijk „wegvallen”.

Overigens: In de handleiding van de nieuwe fischertechnik-bouwdoos „Elektronika” wordt een geraffineerde schakeling beschreven, die er voor zorgt dat de motor ook als je de tf maximaal inschakelt, slechts heel langzaam kan starten en pas na verloop van tijd op volle toeren kan gaan draaien. Meer over deze ecbouwdoos op blz. 87!

Bladzijde 54

Magnetten maken magnetisch

Inderdaad: veel dingen, die door een magneet worden aangetrokken, zoals b.v. onze ft-assen, worden zelf magneten – maar alleen zolang ze met de permanente magneet in contact zijn. Met dit verbazingwekkende verschijnsel gaan we ons nu 'ns bezighouden.

- De permanente magneet magnetiseert, zoals op afb. 1–54 te zien is, de daaraan hangende as-50, die op zijn beurt weer een paperclip aantrekt.

Neem de proef of de som: Kan de as ook meerdere paperclips vasthouden? Of misschien zelfs onze schroevendraaier?

- Haal nu de as met alles wat er aan hangt, van de magneet af: de schroevendraaier blijft hangen. Als je de as lichtjes schudt valt de schroevendraaier naar beneden, net als de overgebleven paperclips. Daarna bezit de as helemaal geen magnetische kracht meer – hij is weer net zo onmagnetisch als vroeger. Of niet soms?

Stoffen die hun magnetische kracht vroeg of laat weer verliezen, noemt men „zacht magnetisch”. (Het z.g. „restmagnetisme” speelt daar geen rol meer bij.)

- Volgens 2–55 worden twee assen door dezelfde magneet gemagnetiseerd. Daarbij ontstaan aan de uiteinden van de assen gelijknamige polen die elkaar overeenkomstig het grondbeginsel van het magnetisme afstoten.
- Maar wanneer de assen volgens afb. 3–54 aan twee gelijknamige magneten hangen, dan trekken ook de ongelijknamige polen van de „assenmagneet” elkaar aan.
- Hoe sterk de magnetische kracht aan de uiteinden van de assen is, kan met behulp van de wagentjes van afb. 4–55 gemakkelijk worden bewezen: de „magneetkoppeling” bestaat uit assen die losjes op de permanente magneet liggen en alleen door grendelschijven worden vastgehouden. Je moet er tamelijk hard aan trekken, als je deze koppeling wilt onderbreken!

- Voor de grap zetten we nu de beide permanente magneten overeenkomstig afb. 5–55 in de stellage. De aan de magneten hangenden assen-110 worden krachtig gemagnetiseerd – ongelijknamig.

- Nu ontstaat een magneet die – net als een magneet in de vorm van een hoefijzer – aan allebei de polen tegelijk z'n kracht uitstraalt. Nu zit daar natuurlijk meer „power” achter!

Houd de magneet de as ook dan nog vast, wanneer je er twee vlakke naven met bandjes tegenaan houdt?

- Nu leggen we de magnetische stellage zoals op afb. 6–55 op de tafel, houden allebei de assen met een tweede klembus-5 in hun positie vast – en klaar zijn de gemagnetiseerde wieltjes! In tegenstelling tot de wieltjes op blz. 19 vallen ze niet naar beneden, wanneer je de beide assen een beetje scheef houdt – in tegendeel: ze gaan aan de onderkant zelfs weer een stukje naar boven. Maar bandjes zijn voor dit spelletje te zwaar. Magneten trekken vooral ijzer aan, maar ook nikkel en kobalt. Koper en z'n verschillende legeringen, zoals b.v. geelkoper, worden niet aangetrokken.

- Ook zilver is niet magnetisch. Maar tóch kun je sommige „zilveren munten”, dubbeltjes en stuivers en „koperen munten” aantrekken. Dat is een bewijs daarvoor, dat er ook in zulke munten ijzer zit!

Het reedcontact

Lichtsteenbevestiging voor het reedcontact

Voor we met het reedcontact kunnen experimenteren en op modellen toepassen, moeten we het eerst in een lichtsteen zetten. Dat is absoluut noodzakelijk, omdat de uiteinden van het glazen buisje en de daarin gesmolten draadjes erg gevoelig zijn. Het glas kan gemakkelijk kapot gaan – en dan is dit belangrijke bouwelement dat wij nog vaak nodig zullen hebben, voor ons onbruikbaar.

- Om te verhinderen, dat het glazen buisje bij 't ombuigen van de draadjes, waar al stekkers aan zitten (afb. 1–56) kan worden beschadigd, monteren we het geheel op de bouwelementen, zoals op afb. 2–56 te zien is.

- Met de ene hand drukken we de draad zó tegen de as-50 aan, dat 'ie niet aan z'n uiteinde bij het buisje kan worden omgebogen. Met de andere hand winden we het draadeinde met stekker volgens afb. 2–56 om de as heen.

- Daarna wordt het omgebogen gedeelte zoals op afb. 3–56 in de lichtsteen gestoken en het geheel zo ver verschoven dat het andere draadeinde net zo omgebogen kan worden als het eerste.

- Tenslotte worden allebei de stekkers van het reedcontact voorzichtig in de lichtsteen gestoken, zoals afb. 4–56 laat zien.

Het reedcontact blijft nu voortaan in deze „fitting” zitten. Het wordt vanaf nu alleen nog maar via de bussen van de lichtsteen aangesloten, b.v. zoals op afb. 6–57!

Een contact met magnetische bediening

Het reedcontact dat in het glazen buisje gesmolten is, bestaat uit twee dunne, verende „tongetjes” (contactveer = reed in 't engels) van een ijzer-nikkel-metaal. Je kunt het smalle spleetje tussen de uiteinden van de tongetjes goed zien. Daar hebben wij het symbool 5–57 voor. Dit sluitcontact wordt bediend zonder dat we het aanraken, alleen met behulp van een magneet. We gaan nu eens kijken, hoe dat functioneert.

- Eerst bouwen we de eenvoudige proefkonstruktie van afb. 6–57. Op de afbeelding is ook de praktische bedrading van het reedcontact met de fitting van de lichtsteen te zien.

- Uit schakelschema 7–57 blijkt, dat het reedcontact en het lampje achter elkaar zijn geschakeld. Daarom zal het lampje na inschakeling van de tf

niet gaan branden. Maar wanneer we in de buurt van het reedcontact een magneet opstellen, worden de „tongetjes” gemagnetiseerd en trekken elkaar aan – het contact wordt gesloten, het lampje brandt.

- Afb. 8–57 toont één van de vele mogelijkheden om de „schakelmagneet” in de buurt van het contact te brengen, hem weer te verwijderen of voor het contact langs te bewegen. *Probeer deze mogelijkheden allemaal 'ns grondig en in alle rust uit, en verzin er zelf andere bij!*

Meestal schakelt het contact, als je er met de magneet voor langs, gaat, maar één keer – in enkele gevallen kan het toch voorkomen dat het twee keer sluit en weer opent!

- Hoe dicht moet je de schakelmagneet bij het contact houden, om de sluiting daarvan teweeg te brengen? En hoe ver moet je er vandaan gaan, om het contact weer te openen? Wanneer je wilt dat het magnetisme in dit model goed functioneert, is het heel belangrijk deze verschillende afstanden te kennen!

Transportband stop!

Op 1–58 zie je de schematische tekening van een model, waarin een toepassingsmogelijkheid voor het maken en verbreken van een contact zonder het aan te raken, wordt gedemonstreerd: een vulmachine met transportband en automatische vulweegschaal (afb. 6–60). Bij dit model kiept de bak op de weegschaal steeds een bepaald vulgewicht uit de bak naar beneden en zet daarmee automatisch de transportband stop. Pas wanneer de lege bak teruggekiept is, kan het hele proces weer van voren af aan beginnen. Zulke machines spelen b.v. in de verpakkingindustrie een grote rol.

- De schakelmagneet is overeenkomstig afb. 1–58 en 5–60 onbeweeglijk aan de onderkant van de bak bevestigd. Als de bak leeg of niet vol genoeg is, moet de magneet het reedcontact bedienen (afb. 1–58).

- De houder van het reedcontact moet, zoals op afb. 4–60 te zien is, daarop ingesteld worden. Wanneer alles volgens schakelschema 1–58 bedraad is, moet de transportband gaan lopen, zodra we de tf inschakelen.
- De schakelmagneet moet zó onder de bodem van de bak worden gemonteerd, dat 'ie niet tegen de steuntjes (afb. 3–59, 4–60) kan stoten, als de bak voorover wordt gekiept.
- Het vulgewicht dat door de bak voorover moet worden gekiept, kan door 't verschuiven van het achterdeel als contragewicht (afb. 5–60) veranderd worden.
- Bij de kiepende beweging wordt de schakelmagneet achter het reedcontact langs bewogen, het reedcontact wordt losgelaten, zodat de band meteen blijft staan. Zo makkelijk is dat!

Bladzijde 61

Tijdschakelaar met reedcontact

Het probleem met de „twee stroombronnen” hebben we bij tijdschakelaar 5–27 met de netschakelaar 1–29 op een heel elegante manier opgelost – maar alleen voor „sterkstroom-apparaten”. Dankzij het reedcontact kunnen ook onze ft-lampen apart met stroom worden verzorgd:

- De schakeling 7–57 die we net hebben leren kennen, is op schakelschema 1–61 in onveranderde vorm met een blauw kleurtje weergegeven. De „tijdschakeling” met motor, nokkenschijf en parallel geschakelde drukknoppen kennen we ook al.
- We moeten er alleen nog maar voor zorgen dat reedcontact en ft-drukknop tegelijk bediend worden. We nemen gewoon een magneet als schakelnok! Daarom moet model 5–27 op de op afb. 2–61 aangegeven manier een beetje worden omgebouwd. Het reedcontact wordt zó geplaatst, dat het door de magneet op hetzelfde moment wordt bediend als de ft-drukknop (afb. 2–61).

Met een reedcontact kun je alleen werken „tijdens de schakeltijd UIT” – want gedurende deze tijd is de magneet immers onderweg. Maar de schakeltijd kan tot 10 minuten worden verhoogd, zonder dat het branden van de lampjes daardoor nadelig wordt beïnvloed. Wordt in plaats van de lamp een netschakelaar aangesloten, dan kun je ook huishoudelijke apparaten tussen 1 en 10 minuten automatisch stopzetten. Maar zometeen zullen we een elektromechanisch bouwelement gaan konstrueren en beproeven (blz. 64), waarmee ook het functioneren „tijdens de schakeltijd AAN” mogelijk is. Laat daarom dit model staan, totdat we zover zijn – alleen de houder van het reedcontact en de drie bouwstenen-15 met lamp kun je verwijderen – die onderdelen hebben we daarvoor no nodig.

Bladzijde 62

Ook stroom maakt magnetisch

We weten dat een magneet b.v. een ft-as kan magnetiseren (blz. 54). Het mag misschien ongelooflijk klinken – maar de door een draadje stromende electriciteit kan dat ook! Dat bewijst het volgende experiment:

- Nu hebben we de 1 m lange, groene kabel nodig: het wordt overeenkomstig afb. 1–62 stevig om de katrolschijf gewikkeld; de beide uiteinden worden door de grendelschijf gestoken, de beide stekkers die we nog over hebben worden er aan bevestigd en in de lichtsteenfitting gestoken. Door deze spoel steken we een as-50 als ijzeren kern heen, daarna monteren we het geheel volgens afb. 3–62 aan de stut.
- Sluit de spoel volgens afb. 2–62 via het sluitcontact van de ft-drukknop op de tf aan en schakel deze vol in.
- We houden een paar paperclips tegen de ijzeren kern aan en drukken eventjes op de drukknop. Hetzelfde proberen wij met een as-30 en een as-50. Oei, wat een magnetische kracht – of niet soms?

Wanneer de electriciteit door de spoel stroomt, ontstaat daarin een zogenaamd „magnetisch veld” dat de as in de spoel net zo magnetiseert als een permanente magneet. Wanneer de stroom wordt onderbroken, verdwijnt ook de magnetische kracht van de spoel – een as-50 valt naar beneden. Lichtere stukjes ijzer, zoals b.v. de paperclip op afb. 3–62, blijven hangen. Dat kennen we al van blz. 54.

De Deense natuurkundige Ørsted heeft de „magnetische werking” van stroom in 1870 ontdekt en daarmee de stormachtige ontwikkeling van de elektrotechniek ingeluid.

Bladzijde 63

De elektromagneet

Elektromagneten of kortsheidshalve: E-magneten, spelen niet alleen in de techniek een enorm belangrijke rol – ook voor de modelbouw zijn ze uiterst interessant! Op de volgende 16 bladzijden stellen wij toepassingsmogelijkheden van E-magneten voor, waar „fischertechnici” gegarandeerd een hoop plezier aan zullen beleven – wedden? Maar eerst moeten we onze E-magneet nog beter leren kennen. Afb. 1–63 toont het schakelsymbool dat wij daarvoor gebruiken.

Magnetische kracht naar wens

De E-magneet bezit ten opzichte van een permanente magneet een voordeel van doorslaggevende betekenis: z'n magnetische kracht kan naar wens om zo te zeggen in- en uitgeschakeld en sterker of zwakker ingesteld worden.

- Afb. 2–63 toont ons experimentele model: het wordt volgens afb. 3–63 op de voorste uitgang van de tf aangesloten.
- Om het lastige „aanbakken” van de metaaldelen aan de E-magneet te verhinderen, doen we een dun plakbandje over de „poolschoenen” heen. Zó

noemen we namelijk de ringetjes die aan de uiteinden van de U-vormige ijzernen kern zijn vastgeschroefd.

■ *Ga er nu eens een beetje mee spelen:*

- Hoe veel steekassen blijven na een druk op de drukknop aan de magneet hangen, wanneer de tf vol of half ingeschakeld is? Hoe ziet 't er bij andere assen uit?
- Hoe moet je de tf instellen, wanneer je wilt dat de E-magneet uit een hoopje assen en paperclips alleen déze eruit vist?
- Heeft onze E-magneet een grotere aantrekkingskracht als een permanente magneet?
- Duw de aan de E-magneet hangende as een beetje weg: wat voel je nu? (Met dit verschijnsel zullen we ons op blz. 67 nader gaan bezighouden.)

De polen van de E-magneet

De ijzernen kern van de E-magneet heeft een U-vorm, zodat z'n uiteinden met de magnetische polen naast elkaar liggen. We waren er immers al achter gekomen (blz. 55) dat twee polen samen een grotere aantrekkingskracht bezitten als een pool alleen. De poolshoenen versterken deze werking nog meer.

- Twee overeenkomstig afb. 4-63 aan elke pool opgehangen assen worden net zo gemagnetiseerd als bij het experiment op blz. 54: als je er wat tegenaan duwt, gaan hun uiteinden aan elkaar kleven.
- Met behulp van een permanente magneet kun je, zoals op afb. 5-63 is afgebeeld, vaststellen aan welke poolschoen zich de noordkant van de E-magneet bevindt, en aan welke de zuidkant. Dat hangt er namelijk vanaf, op de draaiknop van de tf links- of rechtsom gedraaid wordt. *Probeer dat voor de grap eens uit!* De positie van de E-magneet speelt voor de modelbouw met onze em-bouwoos echter geen rol.

Bladzijde 64

Een drukknop met elektrische bediening

Dat is de eenvoudige omschrijving voor een „relais”. Ons model 4-65 bestaat uit een wisselaar met contactveer (drukknop!) die magnetisch wordt bediend, wanneer je de E-magneet „bestuurt”, d.w.z. elektrisch in- en uitschakelt. Gedurende onze experimenten met dit model komen we er gauw achter, hoe het relais functioneert:

- Als contactveer gebruiken we de slagveer. Deze wordt, zoals op 3-65 is afgebeeld, aan z'n inkeping aan de ene kant door een verbindingsstuk-30 op dé bouwsteen-50 vastgehouden; an de andere kant gebeurt dat door de schakelaar-bouwsteen van afb. 4-65. Daarna kunnen we de slagveer met behulp van de bouwstenen die we er overheen schuiven, vastklemmen.

De stroomkring van het relais

Zo noemen we de in schakelschema 1-64 rood gekleurde stroomkring van de E-magneet. Die wordt met de schakelaar in- en uitgeschakeld d.w.z. „bestuurd”.

- We gaan nu proberen, het relais met zo min mogelijk stroom te besturen. Daarom moeten we de afstanden tussen E-magneet en veer en die tussen het uiteinde van de veer en het bovenste sluiterscontact (afb. 3-65) zó ingesteld worden, dat het relais wanneer de schakelaar bediend wordt niet ratelt, als we de tf slechts een klein beetje opendraaien. Is de doorstromende elektriciteit al te zwak dan is de aantrekkingskracht van de E-magneet zó gering, dat de hele zaak stilstaat!

En nu weten we ook, waarom de netschakelaar niet meer goed of helemaal niet functioneert, wanneer de tf maar héél zwakjes ingeschakeld is (blz. 29).

De belastings-stroomkring van het relais

In de blauw gekleurde stroomkring (afb. 1-64) liggen de lampen die we gaan schakelen. De vakman noemt ze „last” (of precieser: „last-weerstand”); daar komt de uitdrukking „belastings-stroomkring” vandaan. Maar gewone stervelingen noemen de lampen verbruikers, zoals wij dat aan 't begin van dit boekje ook hebben gedaan. We hoeven hier niet op de vraag in te gaan, waarom dat elektrotechnisch een onjuiste uitdrukking is.

Bladzijde 65

- De belastings-stroomkring wordt, zoals afb. 1-64 toont, door de zij-uitgang van de tf met stroom voorzien. Het gat in de veer dient als bus voor de aansluiting van de stekker (afb. 3-65). Als de magneet uitgeschakeld is, moet de lamp die met het veercontact (= opener) verbonden is, branden – of niet soms? Mocht de lamp onregelmatig branden, dan moeten we de beide pendants van plaats verwisselen (pas op: stoorzenders!).
- Bestuur het relais met de S-aan-/uitschakelaar van ft: de lampen in de last-stroomkring branden afwisselend-afhankelijk daarvan, of het relais „trekt” of „terugvalt”. Is dat duidelijk?

Een relais heeft zodoende twee opvallende eigenschappen:

- Je kunt er zonder moeite „schakelingen met twee stroombronnen” mee konstrueren. Die kennen we al van het relais in de netschakelaar (blz. 29). Met het verschil, dat de netschakelaar geen wisselcontact, maar alleen een sluiterscontact heeft.
- Een relais wordt niet mechanisch bediend, zoals een drukknop met wisselcontact, maar elektrisch met behulp van een E-magneet.

En nu gaan we het tijdschakelaar-model met relais afbouwen.

Tijdschakelaar met relais

■ Nu wordt in plaats van de gele lamp (schakelschema 1-26) de E-magneet door de ft-druknop bestuurd. De „stuurleidingen” zijn in schakelschema 2-66 rood gekleurd.

De schakelaar zorgt hier alleen maar voor het in- en uitschakelen van de belastings-stroomkring.

Nu kunnen we het apparaat op beide manieren laten functioneren: zowel „gedurende de schakeltijd UIT” als „gedurende de schakeltijd AAN”. Je kunt een schakeltijd van maximaal 5 minuten instellen zonder dat het branden van de lampen daardoor nadelig wordt beïnvloed.

Een vraag aan pientere piekeraars: Op welke manier kan men óók met het relais op een schakeltijd van 10 minuten komen? (Oplossing blz. 80.)

Waarom ratelt de veer?

Assen trillen, de veer maakt een ratelend geluid, al ze door de E-magneet worden aangetrokken, maar niet dicht genoeg tegen de poolschoenen aan liggen. Is de E-magneet niet in orde of is er een andere reden voor dit verschijnsel dat de technicus stoort? De volgende experimenten zullen deze vraag beantwoorden:

■ Om de veer goed hoorbaar te laten ratelen, monteren we hem met de E-magneet volgens afb. 2-67 aan de houder. De slagveer kan tegen koppelingsstuk-30 aantikken.

■ Eerst nemen we de blokbatterij (afb. 1-67) uit de nieuwe Motor-does als stroomvoedingsbron (6V). Maar met de vroegere staafbatterij of een platte batterij gaat het ook. Houd de drukknoop ingedrukt: kun je trillingen of andere geluiden van de veer horen?

■ Hoe reageert de veer, wanneer de stroomkring van de batterij door een zo snel mogelijke bediening van de drukknoop gesloten en onderbroken wordt?

■ Is de ft je stroombron – 't speelt geen rol, welke uitgang je gebruikt – dan ratelt de veer wanneer je op de drukknoop drukt of trilt, wanneer we hem met een vinger een beetje naar beneden drukken. Het geluid kan door verschuiven van de magneet of het aantikpunt worden veranderd.

Het resultaat van onze experimenten bewijst: het ligt niet aan de E-magneet, maar aan de stroombron! Waarom?

Zuivere gelijkstroom

De batterijspanning stuurt de stroom steeds in dezelfde richting (daarom: *gelijkstroom!*) en ononderbroken door de E-magneet. Daarom houdt de E-magneet de veer ook gelijkmatig vast en deze begint niet te trillen, wanneer je de drukknoop indrukt.

Pulserende gelijkstroom

Als je de „zuivere” gelijkstroom door snel op de drukknoop te drukken in allemaal korte „stroomstoten” verdeelt, dan trilt de veer natuurlijk – hij wordt immers met elke stroomstoot aangetrokken en met elke stroompauze weer losgelaten. Korte stroomstoten met regelmatige tussenpauzen noemt de vakman „pulsen”.

Bij de ft heb je geen drukknoop nodig, om „pulsen” voort te brengen – daar zorgt de spanning van de ft zélf voor: deze schommelt namelijk 100 keer per seconde(!) tussen nul en een bepaald maximum heen en weer. Dit „pulseren” wordt in het gelijkspannings-symbool door een streepjeslijn voorgesteld (-----). Het is dus geen wonder, dat de veer snort of een as trilt, wanneer ze 100 keer per seconde aangetrokken en weer losgelaten worden.

Wat een leuk beest!

Dat kun je rustig hardop zeggen, wanneer je deze combinatie van een koe met een draak te zien krijgt (afb. 2-68). Omdat z'n kop aan een nek zit die uit de slagveer met E-magneet bestaat, vermoeden we dat 'ie kan „spreken” en met z'n kop knikken. Aan de lamp

te zien heeft het beest maar één oog. De staart schijnt volkomen „onelektrisch” en alleen maar voor de sier te zijn. Met de „automatiek” 5-70 gaan we het monster leven inblazen. Dan zullen we zien, of onze vermoedens juist waren.

■ De veer wordt in twee „botten-30” (zo noemen ft-mensen de verbindingstukken heel treffend) vastgeklemd, zoals op afb. 1-68 te zien is. De kop bevestigen we met twee botten-15 in de daarvoor uitgespaarde gaten aan het losse uiteinde van de veer (afb. 1-68). Nu kun je de *draakkoe* nog veel mooier maken, ga je gang!

■ Op de afb. 3-69 en 4-69 zie je de eerste en tweede bouwfase, op afb. 6-70 het kant-en-klare model van de „aandrijvings-automatiek” voor het beest. De verende scharnierstenen zijn aan de binnenkant elk van twee bouwstenen-5 voorzien; daarmee worden de schakelschijven die de assen „aftasten” (montage zie blz. 24) bediend.

■ Overeenkomstig schakelschema 5-70 wordt de motor door de instelbare ft met stroom verzorgd. Zo kan het beest, afhankelijk van de stroomtoevoer, gemoedelijk of heftig reageren.

■ De „organen” van het beest – de lamp en de E-magneet – worden apart vanuit de zij-uitgang van (afb. 4-69). Deze as bestuurt de assen-druknoppen op de ons al bekende manier.

De bovenste as met de schakelmagneet draait aanzienlijk sneller, omdat deze door tandraden wordt aangedreven (afb. 6-70).

■ De „organen” van het beest – de lamp en de E-magneet – worden apart vanuit de zij-uitgang van de ft met stroom „gevoed”. Daarom gebruiken we de steekas als gemeenschappelijke afvoerleiding;

deze is via de stevig tegen haar aan liggende veer met voet (afb. 4-69 en 6-70) direkt op de stroomvoedingsbron aangesloten (afb. 5-70).

- De E-magneet – die ervoor zorgt, dat ons monster met z'n kop kan wiebelen en „spreken” – wordt zolang ingeschakeld als de assen-drukknop met de steekas in contact is. Deze schakeltijd kun je variëren door de schakelschijf anders in te stellen. (We hebben de veer in schakelschema 5-70 wegelaten, omdat deze geen elektrische taak te vervullen heeft.)
- Datzelfde geldt ook voor het lampje dat als oog dienen moet. Hier moet je echter nog het reedcontact sluiten dat achter de lamp geschakeld is. Maar omdat de schakelmagneet snel draait en z'n magnetisme aan beide kanten werkt, kan het beest alleen maar met z'n oog knippen!
- We kunnen onze draakkoe op de meest verschillende manieren „programmeren”, door het toerental van de motor, de schakelschijven en het reedcontact te verstellen. Daar kun je avonden lang mee bezig zijn. Veel plezier!

Bladzijde 71

Kraan met magneet

Een belangrijke en uiterst nuttige toepassingsmogelijkheid voor onze E-magneet toont het kraanmodel 5-73 (schematische tekening: afb. 1-71). In plaats van een haak heeft deze kraan een magneet. Zulke kranen worden b.v. gebruikt om schroot te verladen en te sorteren. Met hun magneet kunnen ze grote, moeilijk te stouwen lasten op heel eenvoudige wijze transporteren, zonder dat niet-metaalhoudende metalen, kunststoffen of zand en afval worden meegenomen – de magneet houdt alleen staal en ijzer vast. Deze *magnetische scheiding* kunnen we ook met ons model realiseren.

- De stroom wordt met de E-magneet met behulp van onze sleepring door de in schakelschema 1-71 blauw gekleurde verbindingsleidingen toegevoerd. Daarvoor gebruiken we een twee-aderige

kabel uit de Motor-bouwdoos, die tegelijkertijd als kraankabel dient, waaraan de magneet komt te hangen (afb. 4-72 en 5-73). Alhoewel, in de praktijk gebruikt men uit veiligheidsoverwegingen voor de last een eigen staaldraad.

- We kunnen de magneet het beste ophijzen en laten zakken door hem met de pookjes te besturen (blz. 34, afb. 4-72) die we al eerder hebben leren kennen. De bijbehorende schakeling zie je op afb. 1-71.
- Met de S-schakelaar van ft wordt de E-magneet ingeschakeld, wanneer we iets willen ophijzen en weer uitgeschakeld, wanneer we de lading willen laten zakken. Daarvoor gebruiken we de contacten 1-3 resp. 2-4 van de schakelaar-bouwsteen.

Bladzijde 72/73

Belangrijk: Tijdens het ophijzen mag de stroomtoevoer in geen geval ook maar eventjes worden onderbroken – want dan zou de lading meteen naar beneden vallen (en in de praktijk schade of misschien zelfs ongelukken veroorzaken)! Daarom moeten de in de verende scharnierstenen zittende sleepassen heel precies op hun sleeprails worden bevestigd (afb. 3-72, 4-72 en 5-73)! Buig de klemcontacten zodig een beetje in elkaar – ze moeten onbeweeglijk op de assen zitten.

Bladzijde 74/75/76/77

Morsetelegraaf

Één van de oudste, nog steeds gebruikte toepassingen van de E-magneet is de morsetelegraaf. Ons model op blz. 77 bestaat uit de „zender” 5-77 en de „ontvanger” 6-77, die nog net als in grootvader's tijd door draadjes met elkaar zijn verbonden. Tegenwoordig wordt natuurlijk draadloos getelegrafeerd.

Laten we eens een keer proberen, het schakelschema 1-74 te lezen voordat we het model op grond van de afbeeldingen op de volgende bladzijden gaan bou-

wen. Laten we daarom een klein „multiple-choice-spelletje” doen: kruis in de volgende tekst de antwoorden aan die naar jouw mening goed zijn, ok?

Zender

De ft-drukknop funtioneeert als

poolomkeerschakelaar omkeerschakelaar
in-/uit-schakelaar

Bij de ft-drukknop gebruiken we de bussen

1-2 1-3 2-3

Ontvanger

Voor het papiertransport (rood gekleurd in het schakelschema) wordt de motor in- en uitgeschakeld door S-schakelaar drukknop T

De E-magneet trekt de schrijfarm (met viltstift) aan, waaneer

- de motor draait
- de motor draait en T tegelijk bediend wordt
- de drukknop alleen ingedrukt wordt

Één van de aansluitingen van de E-magnet is direkt met de tf verbonden. Deze aansluiting ligt in het schakelschema

aan de linkerkant aan de rechterkant

Nadat je natuurlijk het kruisje overal op de juiste plaats hebt gezet, gaan we het model opbouwen, bedraden en in werking stellen. Dan zal al gauw blijken of we niet tóch ergens een foutje hebben gemaakt!

Overigens: Hoe zou het schakelschema eruit moeten zien, als we de E-magneet van een aparte stroombron zouden willen voorzien? (Oplossing blz. 80.)

Bladzijde 78

Is me dat een hamer!

Inderdaad: model 4-79 met z'n slagveer-slinger is een zogenaamde „hamer van Wagner”. Dit naar zijn uitvinder genoemde apparaat is een elektromechani-

sche „onderbreker” die z'n eigen stroomkring regelmatig verbreekt en weer sluit. Het is een interessant gezicht, om de vonken van ons model af te zien spatten.

Vraag: Zou men ook van het relais 4–65 een onderbreker kunnen maken? (Oplossing blz. 80.)

- Zoals op afb. 1–78 te zien is, vormen slagveer-pendel en pendant (hier als de punt van een pijl getekend) samen een opener-contact dat met de E-magneet in serie geschakeld is.
- Nu is de magneet volgens afb. 4–79 natuurlijk zó geplaatst, dat hij de veer aantrekt, wanneer de tf wordt ingeschakeld. Wat dan gebeurt, is duidelijk: de E-magneet trekt de veer van het contactstuk (afb. 4–79) af (wordt in schakelschema 1–78 door een streepjeslijn voorgesteld) en onderbreekt daardoor z'n eigen stroomkring! De veer slingert terug en sluit de opener; onmiddellijk begint de E-magneet de veer weer aan te trekken, onderbreekt daardoor opnieuw z'n eigen stroomkring enz. enz.
- In welke positie moet de veer staan, om een volgens afb. 1–18 aangesloten lamp te laten branden?

Het contact wordt ingevreten

Wanneer een contact geopend wordt, ontstaan er vonken. Die zijn bijzonder groot, als er een spoel in de stroomkring ligt – b.v. de spoel van onze E-magneet.

- Na ongeveer 20 minuten gaat onze hamer niet meer op en neer. Dat ligt aan het vervelende „invreten van het contact”. Door de vonken is het metaal „geoxydeerd”: je kunt de geoxydeerde puntjes op de veer duidelijk zien. Omdat metaaloxijde stroom niet geleidt, doet de hamer 't niet meer. Als je de oxydatievlekjes van de veer afwrijft, beginnen de vonken weer te spatten. *Neem de proef maar 'ns op de som!*

Bladzijde 79

Om deze oxydatie te voorkomen, worden plekken waar veel vonken ontstaan door een laagje edelmetalen beschermd, die niet zo snel oxyderen – dat geldt b.v. voor de uiteinden van de contactveer van het reedcontact en de contacten van huisbellen.

De vonkenbaan

- De vonk springt van het contactstuk naar de veer over. Parallel met deze „vonkenbaan” sluiten wij volgens schakelschema 5–79 twee assen-110 (afb. 6–79) als „elektroden” aan.
- Wanneer we nu de onderbreker op gang zetten en de elektroden met onze beide handen stevig beetpakken, dan ...
Is me dat een klap!

Normaal gesproken kan elektriciteit niet door de lucht stromen. Dat gaat alleen bij enorme spanning. Er is een spanning van rond 3000 Volt nodig, om stroom in de vorm van een vonkje zich 1 mm in de lucht te laten voortplanten. Onze onderbreker brengt het voor deze veel kortere afstand altijd nog op 1000 V. Hoe die dat klaarspeelt, kunnen we hier niet uitleggen.

Deze hoge spanning die we door ons heen voelen gaan, wanneer we de elektroden beetpakken, geeft ons wel een tamelijk grote schok, maar is desondanks volkomen ongevaarlijk, omdat de stroom die door onze hand heen gaat te zwak is, om schade aan te richten.

Vonken storen – dat hebben we al bij de wiertjes (blz. 19) uitgevonden. De veel sterkere vonken van het relais (blz. 65) en van de onderbreker kun je ook nog in kamers naast de jouwe op de radio „horen”! Er zijn een hoop mensen die daar niet zo dol op zijn! Daarom moeten alle apparaten die vonken opwekken, zoals b.v. motoren, ontstekingen in auto's en motorfietsen enz., onstoord worden!

Elektrische vonken zenden namelijk „elektromagnetische golven” uit. En uitdrukkingen als „radioomroep” of „marconist” stammen uit de tijd, waarin Marconi omstreeks 1896 met de draadloze telegrafie begon te experimenteren – met de „vonkenbaan” als zender!

Bladzijde 80

Oplossing van de vraagstukken

Van blz. 66

We moeten hier weer het probleem met de 2 stroombronnen oplossen. Om de magneet z'n aantrekkingskracht ook dan te laten behouden, wanneer de motor extreem langzaam loopt, moeten de rode stroomkring en de blauwe belastings-stroomkring (schakelschema 1–80) gemeenschappelijk via de zijuitgang van de tf van stroom worden voorzien. Dat is zonder meer mogelijk, als de E-magneet met behulp van het reedcontact bestuurd wordt. Hoe dat functioneert, hebben we al uitgeprobeerd.

Van blz. 74

Op afb. 2–80 zie je de oplossing van deze eenvoudige vraag. Maar en zit nog een ander probleem aan vast: bij onze morseschrijver staan zender en ontvanger dicht bij elkaar – je kunt meteen zien en horen, of de motor voor het papiertransport ingeschakeld is of niet. Maar wanneer het zendstation in een andere kamer staat, gaat dat niet! Daarom is het beter wanneer je op de zender een lampje monteert dat via twee andere leidingen parallel met de motor van de ontvanger geschakeld wordt en aangeeft, of je vergeten bent de motor voor het seinen in- en daarna weer uit te schakelen.

Van blz. 78

Geen probleem: je hoeft alleen maar het opener-contact van het relais in de stroomkring van de E-magneet te leggen – en klaar is onze „relais-ratelaar”. (Veel plezier bij 't radioluisteren!)

De bimetaalstrip

Er is nu nog maar één elektromechanisch bouwdeel over dat we nog niet onderzocht hebben. Dat is de metaalstrip die aan de ene kant bedrukt is en maar één gaatje heeft: de „bimetaalstrip”. Het thermo-bimetaal bestaat uit twee verschillende strippen uit blik, die zó stevig aan elkaar vastzitten dat we geen verschillen meer kunnen vaststellen. Het schakelsymbool kun je zien op afb. 1-81. De bimetaalstrip heeft de merkwaardige eigenschap, dat hij op verhitte op een bijzondere manier reageert, zoals we nu gaan zien:

- We kunnen de bimetaalstrip het beste volgens afb. 2-81 tussen twee bouwstenen-15 vastklemmen. Daarna gaan we er een klein vuurtje onder stoken. Een z.g. theelichtje is daar het beste voor geschikt – want dat begint niet zo te roeten als een kaarsvlam. Na een poosje begint de „bi-strip” – zo noemen we 'm maar voor het gemak – aardig krom te trekken – in welke richting, die van de onbedrukte of de bedrukte kant?
- Wanneer we het vlammetje weghalen, veert de strip weer terug. Maar het duurt nog tamelijk lang, voor 'ie weer helemaal recht is – klopt het?
- Draai nu de bi-strook om en verhit de andere kant. Ook nu gebeurt precies hetzelfde: de strip trekt weer krom naar de onbedrukte kant toe.

Dat ligt aan het feit dat bedrukt blik, wanneer de bimetaalstrip verhit wordt, veel sterker gaat uitzetten dan het blanke blik. Daarom noemen we de bedrukte kant (in het schakelsymbool zwart gekleurd) ook wel de „actieve” kant. (Nu moet je volledigheidshalve ook weten dat de bimetaalstrip bij strenge vorst – b.v. in het diepvriesvak van de ijskast – een beetje naar de actieve kant toe kromtrekt. Maar wij interesseren ons hier alleen maar voor de vraag, wat de bimetaalstrip doet als hij verhit wordt.)

Allebei de blikken strippen geleiden stroom. Daarom kunnen we de bi-strip net als de slagveer als contactveer voor een contact gebruiken. En dat gaan we nu meteen 'ns proberen – ok?

Bladzijde 82/83

Thermo-contacten

We hebben al contacten met handbediening, magnetische en elektrische contacten leren kennen. Tot slot gaan we nu nog bekijken, hoe contacten die door de warmte worden bediend, z.g. thermo-contacten, functioneren en waar je ze voor kunt gebruiken.

Thermo-sluiters

- Bimetaalstrip en contactstuk (afb. 2-83) vormen samen het sluiterscontact van afb. 1-82. Bij kamertemperatuur is de bi-strip recht, hij mag het contactstuk niet aanraken (ruststand van de thermo-sluiters). De actieve kant moet boven zijn, zodat de bi-strook door de verhitte tegen het contactstuk aangedrukt wordt. Hoe groter de afstand tussen bimetaal en contactstuk is, des te hoger moet de temperatuur zijn om het contact te sluiten.

Een „winderige” air-conditioning

In de vochtige hitte van de tropen zorgen ventilatoren binnenshuis voor de broodnodige frisse lucht. Model 2-83 stelt een soort air-conditioning voor die voor de luchtverversing kan zorgen.

- De ventilator mag het theelichtje natuurlijk niet meteen al uitblazen. De aangevoerde lucht mag het vlammetje alleen maar laten flakkeren en zó in zijwaartse richting blazen dat de bi-strip kan afkoelen en terugveren. Dan wordt het thermo-contact geopend en daardoor de motor uitgeschakeld. Wordt het nu weer te heet, dan slaat de motor aan, enz. enz. Door te proberen moet je achter de optimale opstelling van de beide onderdelen van dit model (afb. 2-83) zien te komen.
- Daarvoor nemen we model 8-47 waar we al mee hebben geëxperimenteerd, zonder drukknop en lampen. Om de ventilator te laten aanspringen als

het te heet wordt, schakelen we de motor volgens afb. 1-82 met de thermosluiters (afb. 2-83) in serie. Een theelichtje zorgt voor de tropische hitte (afb. 2-83).

Over 't algemeen laat men de ventilator in de tropen constant, maar steeds langzaam draaien. Als het bijzonder drukkend is moet hij echter op volle toeren kunnen lopen.

- Dat is geen probleem voor ons; de oplossing is: „ventilator met versnelling”. Om die te construeren hoeven we alleen maar het opener-contact van de ft-drukknop (schakelschema 5-46) met handbediening door de thermosluiters te vervangen, die door warmte functioneert. Dat betekent in de praktijk: we schakelen twee lenslampen parallel met het thermo-contact. Duidelijk? *Vul nu de nog ontbrekende schakelsymbolen in schakelschema 1-82 in!*

Bladzijde 84

Thermo-opener

- Van de thermo-sluiters kun je een thermo-opener maken, wanneer je de bi-strip met z'n actieve kant op het veercontact legt, zoals op afb. 1-84 te zien is.

Regeling van de temperatuur

In ons klimaat is het niet vaak erg heet, maar wel gedurende langere tijd te koud. Daarom regelen we de temperatuur van de woning niet door lucht, maar met behulp van een verwarming (wat dat voor een verwarming is, speelt hier geen rol). Twee parallel geschakelde lenslampen stellen in model 4-85 deze verwarming voor (afb. 3-85).

- Met de verwarming wordt de thermo-opener overeenkomstig afb. 1-84 in serie geschakeld. De „verwarmde kamer” is in ons model erg klein geworden, daarom laten we de losse binnenwand (afb. 3-85 en 4-85) voorlopig nog weg.
- Nu klemmen we de bi-strip met behulp van een verbindingsstuk-15 vast (eventueel met een

strookje papier) dat volgens afb. 4-85 in de sleuf van de draaibare houder wordt geschoven. Daarmee kunnen we de „druk” van de bi-strip op het veercontact veranderen. Hoe groter deze druk is, des te hoger moet de „kamertemperatuur” zijn om het thermo-contact te openen. De bi-strip dient getijlik ook als „plafond”.

- De regeling functioneert omgekeerd van de manier waarop de air-conditioning werkt: is het te heet, dan schakelt het thermo-contact het „elektro-apparaat” niet in, maar uit.

De thermostatische beveiliging van de tf

- Schuif nu de losse wand zoals op afb. 4-85 in het model. Het kastje dat aan alle kanten dicht is, fungeert nu als onze tf. De lampen spelen hier de rol van een transformator. Wanneer die oververhit raakt, b.v. vanwege overbelasting door kortsluiting functioneert de speciaal voor dit doel gebouwde thermo-opener net als die in ons model.

- Dat kunnen we heel mooi door het volgende experiment bewijzen: we sluiten overeenkomstig afb. 2-84 een lamp op de zij-uitgang van de tf aan en veroorzaken met een draadje kortsluiting aan de voor-uitgang, terwijl de tf vol ingeschakeld is. Nu wachten we eventjes ...
Ons tf-knipperlichtje doet 't lekker, hé?

De thermostatische beveiliging verhindert ook, dat de tf bij kortsluiting van de hitte versmoort, door 'm steeds uit- en weer in te schakelen.

Bladzijde 85

Besturen en regelen

Je kunt de temperatuur in een bepaalde ruimte daarvoor constant houden, dat je de verwarming aan- en uitschakelt, d.w.z. met de hand bestuurt. Met behulp van een tijdschakelaar kan deze besturing van de verwarming ook half of geheel automatisch plaatsvinden.

In ieder geval moet er iemand zijn die de verwarming controleert – naar z'n gevoel of met behulp van een thermometer. Ook het automatische mechanisme van de tijdschakelaar moet aan de weersomstandigheden worden aangepast.

Héél anders functioneert de regeling van de temperatuur: Hier is het de temperatuur zelf die, zonder dat wij daar iets aan doen, de verwarming met behulp van een *warmtesensor* aanzet en weer uitdoet. Wij hoeven alleen maar de gewenste temperatuur in te stellen, de rest doet de warmtesensor automatisch – bij ons model. In de tf en ook in de meeste gebruikelijke „thermostaten” is dat een bimetaalstrip.

Een regeling is dus een systeem dat zichzelf controleert.

Bladzijde 86

Het morse-alfabet

Dit alfabet dat de Amerikaanse uitvinder Samuel Morse al in de vorige eeuw ontwikkeld heeft, bestaat slechts uit twee tekens: punten en strepen. Die kunnen ook door een zo simpel apparaatje als onze morseschrijver 7-77 worden geschreven. Je kunt deze tekens ook b.v. met een pieper laten horen. Vanwege deze voordelen is het morseschrift ook nu nog steeds onontbeerlijk voor de internationale communicatie. Dat zal elke zendamateer je kunnen bevestigen.

In de tabellen 1 en 2 staat, hoe je letters, getallen en leestekens in het morsealfabet moet schrijven. Met behulp van tabel 3 kun je morsetekens weer decoderen:

Voorbeeld nr. 1: - - - - = ?

Het eerste morseteken dat we moeten vinden, is een streep: die staat in de onderste helft van de tabel! Op de eerste streep (= t) volgt wéér een streep: We gaan nu op de lijn met de strepen verder zoeken en komen bij de m uit; daarna komt een punt: dus op de lijn met de punten verder tot de letter g; tenslotte weer een streep: de streepjeslijn gaat van g naar q. Het morseteken - - - - betekent dus: q.

Voorbeeld nr. 2: · - - · = ?

Het begint met een punt: in de bovenste helft van de tabel zoeken! Van punt e gaat de streepjeslijn naar a; en dan verder naar w; via de punt komen we bij de p uit. Het morseteken · - - · betekent dus: p.

Bladzijde 87

De nieuwe bouwdoos „Elektronika”

Daar hebben we ons leuke beest weer – maar dit keer wordt het op een heel andere manier aangedreven: geen motor meer, geen schakelschijven met nokken, geen drukknoppen met assen – we blazen het beest d.m.v. de elektronika leven in! Het aandrijvingsmechanisme bestaat namelijk uit de drie bouwstenen van de nieuwe bouwdoos „Elektronika”, waar ook nog andere elektronische onderdelen in zitten. Het geheel is niet veel groter dan de draakkoe zelf.

Niet alleen dat het beest nu nóg leuker z'n kop kan bewegen, ratelen en met z'n ogen knippen – het kan ook geluid maken: door de luidspreker hoor je geknor, geschreeuw en gehuil – dat hangt ervan af, hoe je de fotowerstand met de hand afdekt, helemaal of slechts gedeeltelijk, langzaam of snel. Want de draakkoe wordt „door licht bestuurd”.

Het is bijna niet te geloven, wat je alleen al met de drie bouwstenen voedingsbouwsteen (SPV), drempelwaardeschakelaar (SWS), vermogenstrap (LST) en de elektronische onderdelen van de bouwdoos allemaal kunt maken: elektronische tijdschakelaars, stuurschakelingen voor modellen en ook voor de bouw-spel-trein, talloze toepassingsmogelijkheden van de lichtstraalonderbreking – knipperlichten, licht-spelletjes, toestellen die optische signalen geven – verschillende soorten sirenes enz. enz.

Met de bouwdoos „Elektromechanika” kun je zóveel gedeeltelijk en volledig automatisch bestuurd modellen – zoals onze draakkoe –, alarm- en signaaltoestellen bouwen, die nuttig zijn èn leuk om mee te spelen – dat deze handleiding veel te klein is om op alle mogelijkheden in te kunnen gaan.

Daarom zijn we van plan, speciale „modelboeken” uit te geven. Niet alleen met buitengewoon interessante

suggesties voor nieuwe modellen, maar ook nog met praktische tips en ideeën om met eigen experimenten door te gaan en eigen schakelingen te ontwerpen.

Tot slot nog het volgende: door met de „Elektronika“-bouwoos te spelen doet de beginner ook de basis-kennis op, die nu eenmaal noodzakelijk is om zelfstandig en met succes door te kunnen gaan. En de gevorderde zal het werken met de eenvoudige, maar veelzijdige schakeltechniek hartstikke leuk vinden, omdat hij daarmee ook gecompliceerde schakelingen zonder moeite tot stand kan brengen.

1	...	
2	...	
3	...	
4	...	
5	...	
6	...	
7	...	
8	...	
9	...	
10	...	

1	...	
2	...	
3	...	
4	...	
5	...	
6	...	

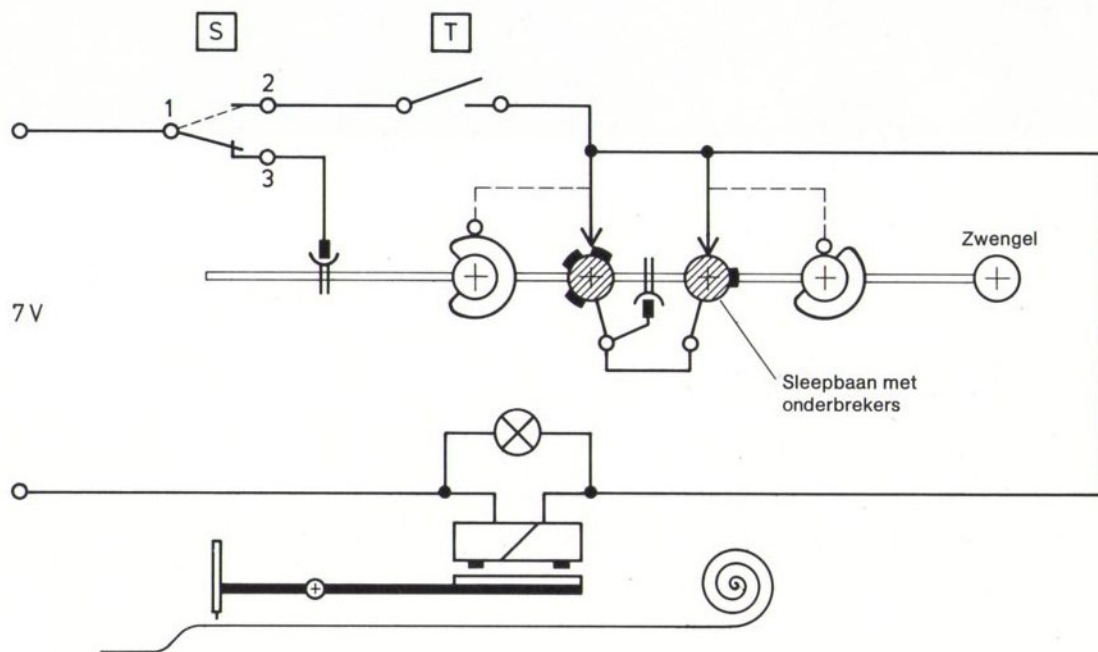
1	...	
2	...	
3	...	
4	...	
5	...	
6	...	

	Aantal
 Platte stekker rood groen	5 29
 Kogellamp 6 V; 0,1 A	4
 Lenslamp 6 V; 0,2 A	2
 Lichtsteen	3
 Lichtkap geel rood groen	2 1 1
 Lichtkap voor lenslamp	1
 Veer met voet	2
 Klemcontact	6
 Contactstuk	2
 Veercontact	2
 Steekas-180, Ø 4	2
 As-50	1

	Aantal
 Schakelaar	1
 Drukknop	1
 Sleepring met busen	1
 Onderbreker aan weerskanten 60°	2
 Onderbreker aan eenzijdig 60°	2
 Verende scharniersteen	2
 Permanente-magneet groen rood	1 1

	Aantal	
 Elektro-magnet	1	
 Afsluitplaat	1	
 Schakelschijf	4	
 Reedcontact	1	
 Slagveer	1	
 Bimetaalstrip	1	
 Platte naaf	2	
 Kabel	2-aderig 1000 lang 1-aderig 1000 lang 1-aderig 300 lang 1-aderig 200 lang 1-aderig 150 lang 1-aderig 60 lang	1 1 2 2 4 4
 Verbindingsstuk-15	2	
 Min-schroevendraaier	1	

Morse-knipperlicht
met toestelletje voor codesignalen
(afbeelding op het titelblad)



Op de eerste bladzijde van de omslag is een morse-knipperlicht met toestelletje voor codesignalen en daarop aangesloten schrijfstift. Met het codesignaal-toestelletje kan b.v. een van te voren afgesproken stations-kenteken voor en na doorgifte van een morsetekst automatisch worden overgeleid

■ In de schakelstand van het schakelschema wordt d.m.v. een draai aan de zwengel alleen het geprogrammeerde codesignaal via het knipperlichtje uitgezonden. Het signaal wordt tegelijkertijd door de elektromagnetisch functionerende schrijfstift geregistreerd.

■ De programmering van het codesignaal geschiedt met behulp van de beide nokken-schakelschijven en de onderbrekers of de sleepring.
■ Om de morsetekst zelf door te seinen, moet je het schakelcontact 1-2 sluiten en op de morsetoets drukken. Het morse-alfabet vind je op blz. 86.

