



em3 elektromechanika

opbouwdoos



Art. Nr. 6 39908 5

poolomkeerschakelingen – automatisch mengtoestel – relais – alarmschakelingen – vasthouden van impulsen – ponsbandlezer – boeiende lichteffecten – schuine transportlift – goederenlift – thermoschakelaar – thermostatisch geregelde verwarming en nog veel meer

elektromechanika

relais – poolomkeerschakelaar –
bimetaal

Handleiding

Doos em 3 is het vervolg op em 1 en em 2 in de serie elektromechanika dozen. Voor de bouw van de modellen heb je aan de onderdelen van em 3, uitgebreid met 4 snaarschijven (aanvullingsdoos 024) voldoende. Aan te bevelen zijn een ft-telwerk em 6 en een tweede motor, b.v. de mini-mot. 1.

De stroomvoorziening dient met een ft-netvoedingsapparaat mot. 4 te geschieden. Deze levert een gelijkspanning tussen 0 en 7 V met daarnaast een wisselspanning van ca 7 V. Gebruik geen transformator van een elektrische trein of autobaan. De spanning die deze levert is minder geschikt. De motor, de lampen of b.v. het relais kunnen er door worden beschadigd.

Ten geleide

De em 3 doos is een uitbreiding van de elektromechanika doos em 2, welke op zijn beurt het vervolg is op de elektromechanika basisdoos em 1.

De onderdelen van em 3 voltooien het pakket elektromechanische besturings- en schakelementen, dat met em 1 en em 2 wordt geboden. Met het relais kun je verschillende stroomkringen tegelijk schakelen en elektrische besturingspulsen vasthouden. De moderne besturingsschakelingen zijn nauwelijks zonder relais denkbaar, zelfs nu een groot deel van de besturingsschakelingen wordt vervaardigd van elektronische onderdelen.

Met de fischertechnik-poolomkeerschakelaar kan de modelbouwer verbluffend eenvoudig allerlei modellen besturen. Als de poolomkeerschakelaar niet voor het omkeren van de draairichting van de motor nodig is, dan kan hij voor andere doeleinden worden gebruikt.

De thermo-bimetaal strip die in de doos is opgenomen, kan universeel worden gebruikt. Hij functioneert als warmtesensor in alarmschakelingen en temperatuurregelaars.

Allereerst behandelt dit boek een aantal schakelingen met de poolomkeerschakelaar. Daarna wordt de lezer aan de hand van alarmschakelingen (met oplopende moeilijkheidsgraad) in de techniek van de relaischakelingen ingevoerd. Daarop volgen universeel toepasbare relaischakelingen voor de besturing van modellen. Tenslotte het schakelen van stroomkringen met behulp van het thermo-bimetaal, waarbij ook magneten als hulpmiddel een rol spelen.

De belangrijke schakelingen welke je alleen met de onderdelen van em 3 of in combinatie met die van em 1 en em 2 kunt bouwen, staan in dit boek. Ze worden eerst apart besproken en daarna toegepast in modellen. Hoe beter je bestudeert de besproken schakelingen, hoe meer plezier en succes je daarna zult hebben bij de toepassing er van in je eigen modellen.

En nu veel plezier en succes met doos em 3 Elektromechanika.



Elektrische stroom langs verschillende wegen

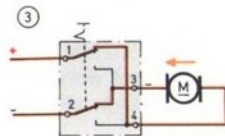
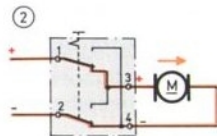
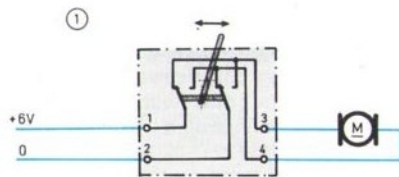
Het lijkt een heel gewone bouwsteen maar toch biedt hij talloze toepassingsmogelijkheden. Het is de fischertechnik-poolomkeerschakelaar. Wat is poolomkeer? Heel simpel de pluspool wordt de minpool en omgekeerd, zoals we al in de schakelingen van em 2 hebben gezien. In figuur 1 zien we hoe de ft-poolomkeerschakelaar werkt.

Door het transparante deksel met de vier bussen 1, 2, 3 en 4 kunnen we de draden volgen naar de verschillende kontaktpunten. Wanneer de witte tuimelhefboom (de tuimelaar) naar rechts staat dan is bus 1 met bus 3 verbonden en bus 2 met bus 4.

Als we nu de tuimelaar van rechts naar links zetten, dan worden de verbindingen verwisseld. Bus 1 is niet langer met 3 maar met 4 verbonden en bus 2 niet met 4 maar met 3. Er heeft in feite een verwisseling plaats

gevonden. Verbinden we nu de aansluitingen 1 en 2 met de polen van een batterij, dan staat eerst de plus (+) op bus 3 en de min (-) op 4, na het omzetten van de tuimelaar ligt de min (-) op 3 en de plus (+) op 4.

Alleen in fig. 1 is het inwendige van de schakelaar min of meer precies weergegeven. Bij alle volgende tekeningen wordt alleen het principe weergegeven.



Het schoolvoorbeeld voor het gebruik van de poolomkeerschakelaar is de gelijkstroommotor. Voor een gloeilamp maakt het niets uit in welke richting de stroom loopt; bij een motor daarentegen bepaalt de stroomrichting zijn draairichting.

Verbind nu een ft-motor via de poolomkeerschakelaar met de ft-netvoedingsapparaat, zoals in fig. 2 is getekend. Je kunt dan zelf zien wat er gebeurt. Door de poolomkeerschakelaar in de andere stand te zetten, kun je de draairichting omkeren. De gele lijnen in fig. 2 en 3 geven aan langs welke weg de stroom loopt.

We volgen de stroom vanaf de pluspool beginnend, via de schakelaar naar de motor en vandaar weer naar de schakelaar terug naar de minpool van de stroombron.

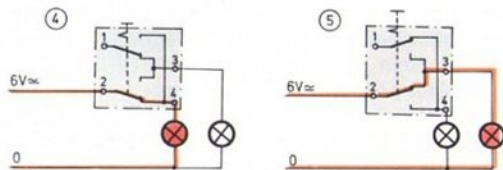
De ft-poolomkeerschakelaar is voorzien van veercontacten; de tuimelaar is met een metalen veer verbonden, zodat het omschakelen met een ruk gaat. Dat gebeurt als de tuimelaar ongeveer in het midden staat. Het van de ene in de andere stand springen maakt een duidelijk klik-geluid. De stand van de tuimelaar waarbij de contacten worden omgeschakeld, heet schakelpunt. De tuimelaar zal in de beginstand terugspringen als we hem loslaten vóór het schakelpunt is bereikt. In dat geval is het contact niet verbroken geweest.

In fig. 1 zien we dat de poolomkeerschakelaar bestaat uit twee omschakelcontacten. De inwendige bedrading is

zodanig dat we op de twee ingangsbussen alleen het netvoedingsapparaat behoeven aan te sluiten en op de uitgangsbussen alleen de motor waarvan de draairichting moet veranderen.

Er zijn ook nog andere toepassingsmogelijkheden voor de poolomkeerschakelaar. Bij voorbeeld als eenpolige omschakelaar. In fig. 4 en 5 kun je zien hoe de stroom van bus 2 dan afwisselend via bus 3 of 4 wordt geleid.

Een toepassing is b.v. een verlichting met twee lampen waarvan er steeds slechts één mag branden. En uiteindelijk kun je de poolomkeerschakelaar natuurlijk heel simpel als aan/uitschakelaar gebruiken, waarbij je dan rustig twee bussen kunt vergeten.



Heen en terug tussen hindernissen

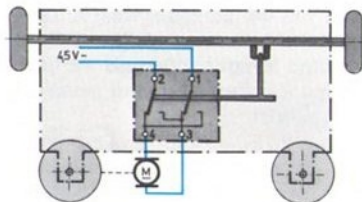
»Speelgoedvoertuig met automatische omkering van de rijrichting« zou de korrekte naam van het nu te bouwen model moeten luiden. De konstruktie zien we op de foto hiernaast. Op de stootstang zitten twee stootblokken. Eén aan de voorkant en één aan de achterkant van de wagen. Je mag zelf bepalen wat vóór en wat achter is. De stootblokken dienen niet alleen ter bescherming van de wagen als deze ergens tegen op botst, maar ook om automatisch de tuimelaar van de poolomkeerschakelaar te bedienen. Als stootstangen gebruiken we ft-assen, als meenemer van de tuimelaar gebruiken we ft-grendel-schijven. De klembussen werken als aanslagen.

Als de tuimelaar in de andere stand valt, dan wordt de draairichting van de motor omgekeerd. Het stoten tegen een hindernis heeft automatisch het omkeren van de rijrichting tot gevolg. We kunnen ons voertuig tussen twee muren heen en weer laten rijden. Belangrijk is in dit geval de juiste polariteit van de stroombron, een ft-batterijhouder of het met een kabeltje verbonden voedingsapparaat. Geef daarom met een merkteken de juiste stand van het schuifknopje op de batterijhouder aan.

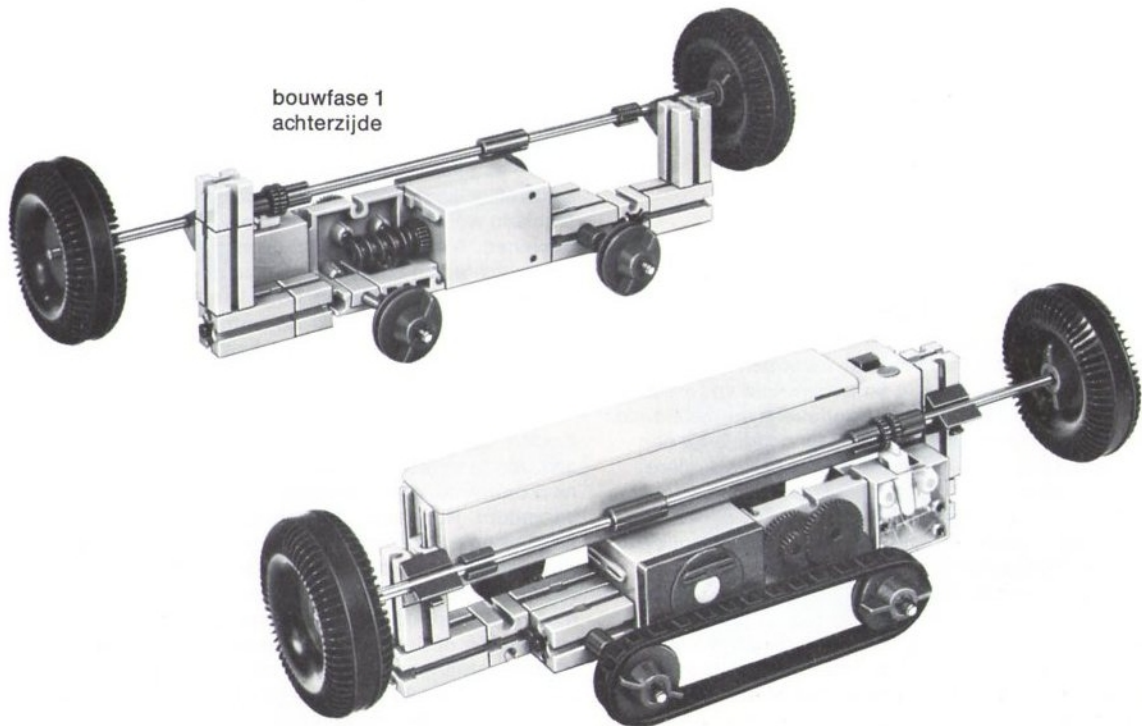
Natuurlijk heb je al begrepen dat ook de schakelaar in de batterijhouder een poolomkeerschakelaar is. Deze heeft bovendien in het midden een »uit«stand. Ook in de voedingsapparaat zit een poolomkeerschakelaar.

Bovendien kan de spanning onafhankelijk van de poling met de draaiknop worden ingesteld. In het schema is de batterij zelf niet getekend. Het is voldoende om de benodigde soort spanning en de hoogte daarvan aan te geven.

In de bedradingschema's vind je dit tussen de beide draden aangegeven, bij de ene staat een »0« en bij de andere de hoogte en soort spanning. Als alleen de polariteit van de spanning van belang is, kan men volstaan met een »+« en een »-«teken.



bouwfase 1
achterzijde



Een automatisch menger

Voor de verandering gaan we weer eens een model bouwen dat wat betreft functie en konstruktie vrij precies overeenkomt met de technische installatie in werkelijkheid. Het is een mengtoestel waarvan de roervleugels na een bepaald aantal omwentelingen automatisch de andere kant op gaan draaien. Dit is noodzakelijk om een goed mengsel van de verschillende stoffen te verkrijgen. Als de roervleugels namelijk steeds dezelfde kant op zouden draaien, dan ontstaat er een gelijkmatige stroom van deeltjes en geen vermenging.

Elke keer als de draairichting verandert, moet ook de vloeistof van richting veranderen. Hierdoor ontstaan wervelingen en kolken, waarin de verschillende stoffen geheel worden vermengd.

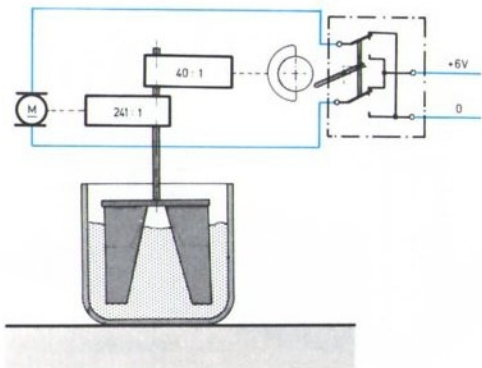
Het omkeren van de draairichting doen we met de poolomkeerschakelaar die de polariteit van de motor omkeert. Om dat automatisch te doen, moeten we een apart apparaatje bouwen. De as met de roervleugels koppelen we aan een transmissie met een overbrenging van 40:1. Deze bestaat uit een ft-wormas en een tandwiel Z 40.

Op de as daarvan plaatsen we een stuurschijf die uit twee schakelschijven bestaat. De poolomkeerschakelaar plaatsen we zo, dat de schakelnokken de tuimelaar kunnen bedienen. Als de schakelschijven zonder verschuiving ten opzichte van elkaar worden samengevoegd, dan zal de tuimelaar na een draaiingshoek van 180° in de andere stand worden gezet. Daar de transmissie een overbrengingsverhouding van 40:1 heeft, zal de motor na elke 20 omwentelingen worden omgepoold.

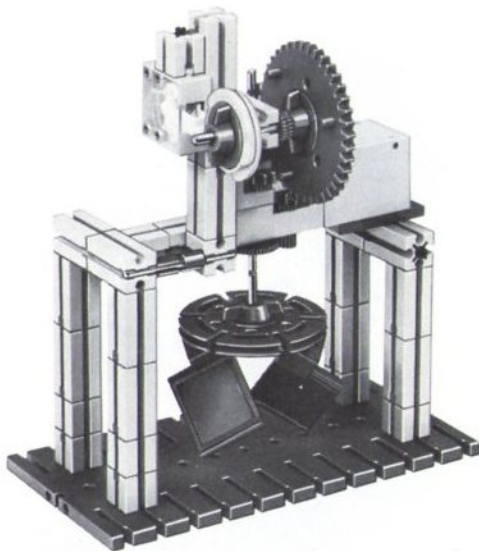
Kortere schakelperiodes verkrijgen we door de schakelschijven te verdraaien. Op deze wijze kan ook na 10 of na 5 omwentelingen de draairichting van de motor worden veranderd. Hoe taaier de vloeistof, hoe vaker de draairichting moet worden omgekeerd. Voor lichtere stoffen daarentegen mag de motor langer in dezelfde richting lopen. Als de schakelperiode meer dan 20 omwentelingen moet zijn, dan moeten we de overbrengingsverhouding veranderen of de stuurschijf vervangen. Een periode van 28 omwentelingen verkrijgen we b.v. met een tandwiel Z 30 en een as 30 als schakelnok voor het bedienen van de poolomkeerschakelaar.



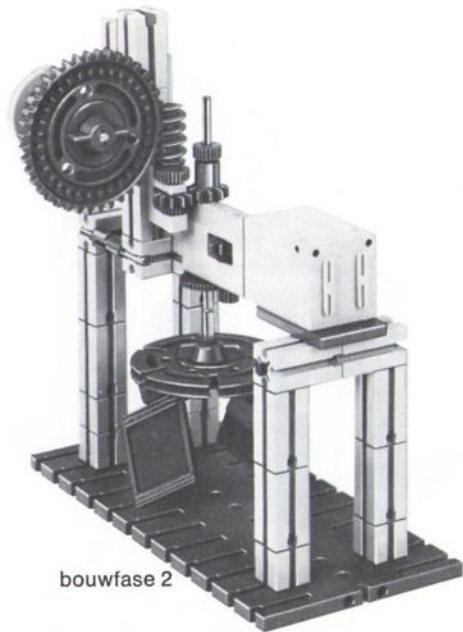
as met roervleugels,
onderaanzicht



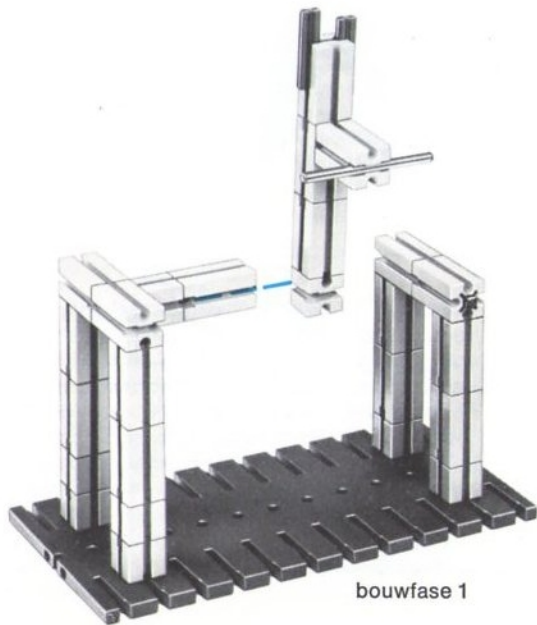
bouwfase 1 en 2,
zie pag. 10



zie voor het model:
pag. 9



bouwfase 2



bouwfase 1

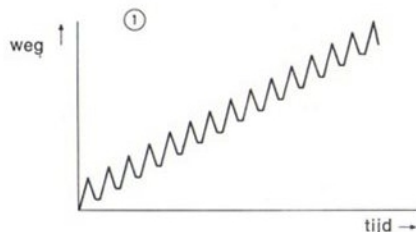
Een auto rijdt in de pelgrimspas

In vele streken is het gewoonte dat pelgrims die voor hun zonden boete willen doen, zich op een speciale manier voortbewegen. Ze doen steeds drie passen voorwaarts en daarna twee passen achterwaarts.

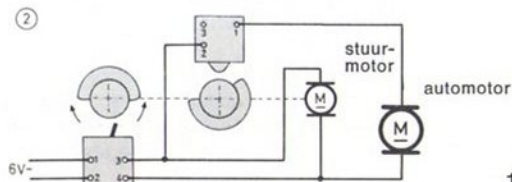
We kunnen deze boetedoening aanzienlijk verlichten met de auto die we nu gaan bouwen. Het uiterlijk is minder belangrijk, en wie geen betere ideeën heeft kan het model nemen dat op de pagina's 13 t/m 15 is beschreven. In elk geval is een tweede motor nodig, die de besturing aandrijft. Hier is een mini-mot. 1 gebruikt.

Het belangrijkste is natuurlijk het schakelmechanisme dat met de poolomkeerschakelaar de draairichting van de motor omkeert. De stuurschijf voor het omzetten van de tuimelaar bestaat uit twee schakelschijven. De poolomkeerschakelaar zorgt zowel voor het ompolen van de automotor als van de stuurmotor. De draaitijd van de stuurschijf tussen twee ompolingen bepaalt de tijden van het voorwaarts en achterwaarts rijden; beide tijden zijn ongeveer gelijk.

De pelgrimspas verkrijgen we door de automotor in de »achteruit« stand een deel van de tijd uit te schakelen. In het model onderbreekt een stuurschijf in combinatie met een drukknop gedurende één derde van de totale tijd de stroomtoevoer naar de motor. Met een speciale



schakeling zorgen we er voor dat deze onderbreking alleen tijdens de »achteruit« periode effect heeft. We vergeten deze laatste eis eerst even. Het model rijdt dan even lang voorwaarts als achterwaarts. Figuur 2 toont de bedrading en de juiste stand van de schakelnokken.



Nu moeten we er voor zorgen dat de auto in de pelgrims-pas gaat rijden. Dit bereiken we als de automotor in de »vooruit«-periode niet wordt uitgeschakeld. In plaats van mechanische hulpmiddelen (b.v. een vrijloop) passen we een veel elegantere elektrisch werkende oplossing toe.

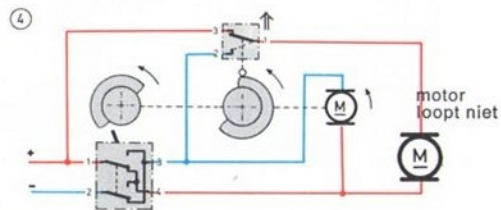
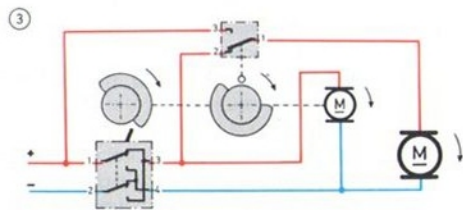
Kontakt 3 van de drukknop is vrij en dat kunnen we gebruiken om de functie van kontakt 2 over te nemen.

Maar alleen dan als de auto vooruit rijdt! Daarvoor moet om te beginnen de polariteit van de motor zo zijn dat de auto vooruit gaat als de tuimelaar van de poolomkeerschakelaar naar rechts staat. Breng nu een draad aan tussen bus 3 van de ft-drukknop en bus 1 van de poolomkeerschakelaar. Deze verbinding heeft tot gevolg dat kontakt 3 van de drukknop in de »vooruit«-stand hetzelfde potentiaal heeft als kontakt 2. De motor zal dan ook na het verbreken van de verbinding 2-1 van de drukknop doorlopen. In fig. 3 is het stroomkringschema gegeven. Alle leidingen met hetzelfde potentiaal (verbonden met de »+«-pool) zijn rood getekend.

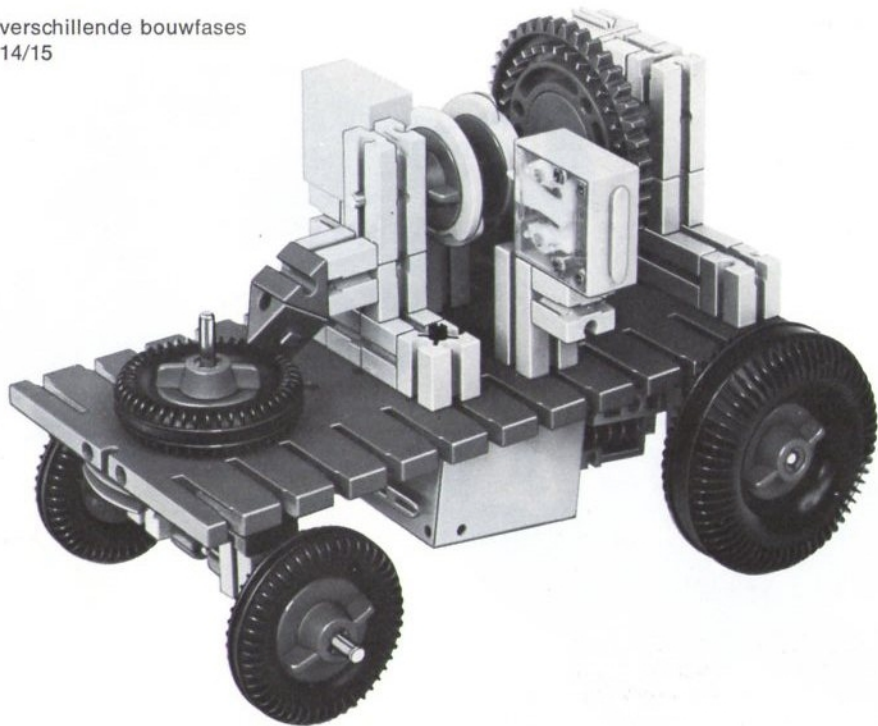
In fig. 4 zien we de stand nadat de tuimelaar omgeschakeld is en de stuurschijven zo'n 2/3 van hun weg hebben afgelegd naar de volgende poolomkering.

De nieuwe verbinding heeft geen enkel effect, daar beide aansluitingen van de motor hetzelfde potentiaal hebben. De motor loopt niet. Het resultaat is dat de wagen rijdt zoals in het diagram is weergegeven. Een stuk voorwaarts,

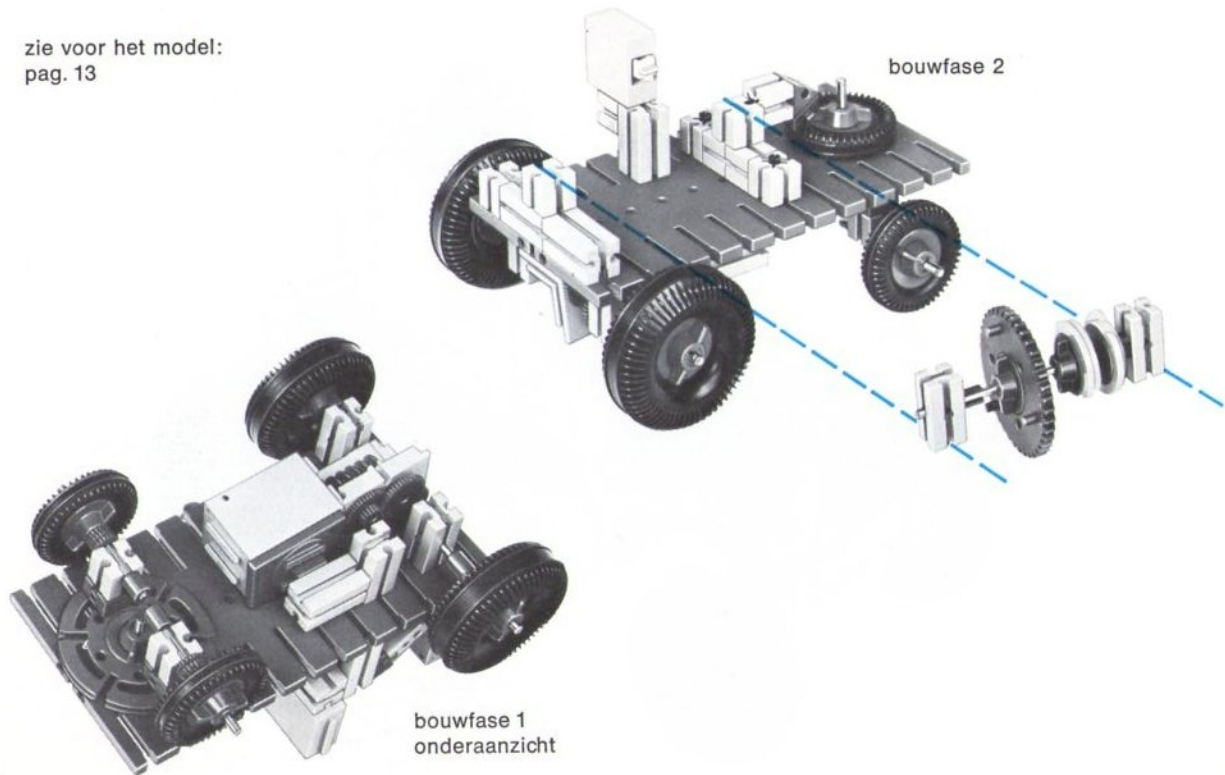
een klein stukje terug, een pauze, en dan weer naar voren, enz. enz.

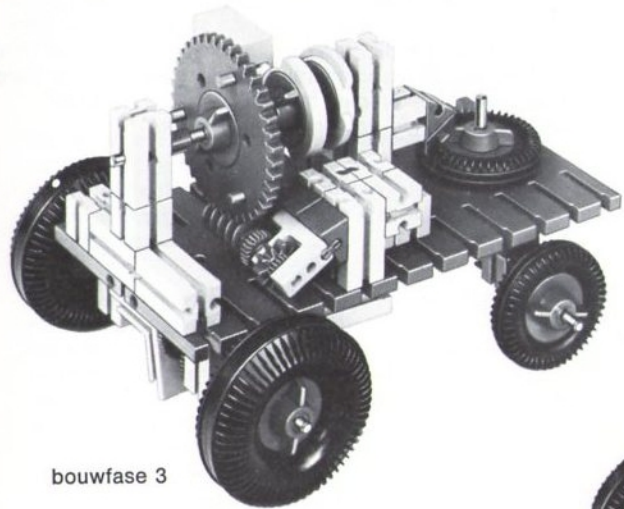


voor de verschillende bouwfases
zie pag. 14/15



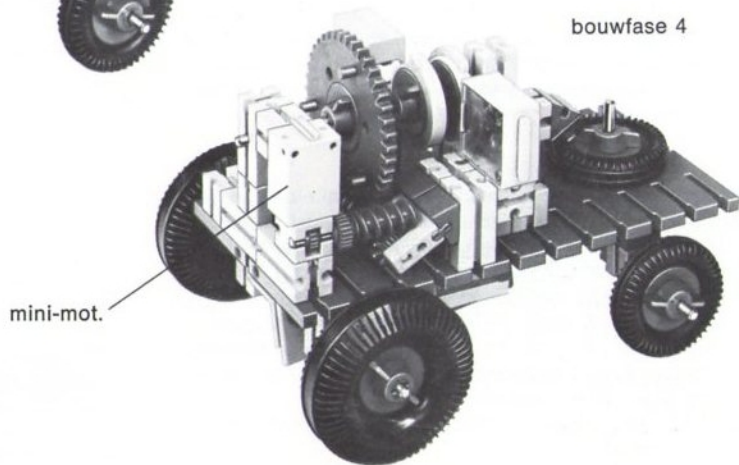
zie voor het model:
pag. 13





bouwfase 3

De grote banden zijn ook verkrijgbaar met de doos 028



bouwfase 4

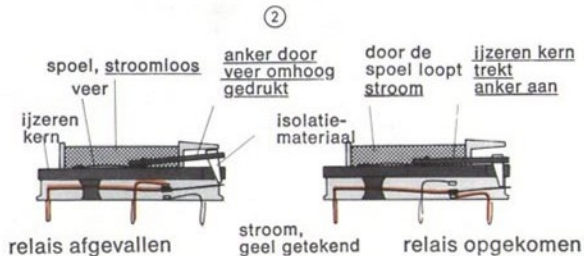
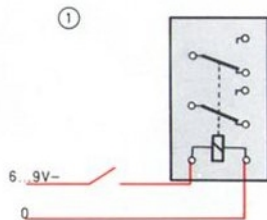
mini-mot.

We experimenteren met het relais

We komen nu aan een schakelaar die een belangrijke plaats inneemt in de elektrotechniek: het relais. Met de elektromechanikadoos em 1 heb je zelf een relais gebouwd. De werkwijze is dus al enigszins bekend. Het em 3-relais werkt natuurlijk veel betrouwbaarder en sneller. Het kan als tweepolige omschakelaar, als poolomkeerschakelaar of ook als een gewone aan/uit-schakelaar worden gebruikt.

Kenmerkend voor het relais is dat het schakelen van de contacten met een elektrische stroom gebeurt en niet mechanisch b.v. met een hefboom. Alvorens verder te gaan een opmerking over de stroomvoorziening. Om het relais zonder haperen te laten werken, is tenminste een spanning van 6 V nodig. Eén batterijhouder is daarom niet voldoende; je moet er een extra batterij van minstens 1,5 V mee in serie schakelen. Beter is het om twee batterijhouders in serie te schakelen, deze leveren 9 V in totaal; een tweede mogelijkheid is het ft-netvoedingsapparaat mot. 4 te nemen.

Sluit de relaisspoel nu volgens fig. 1 aan op een gelijkstroombron. De ijzeren kern in de spoel trekt dan een anker aan. Dit is te horen en aan de zijkant van het relais ook te zien. De stroomrichting speelt geen rol. In principe doet het anker precies hetzelfde als de kunststof tuimelaar van de poolomkeerschakelaar.



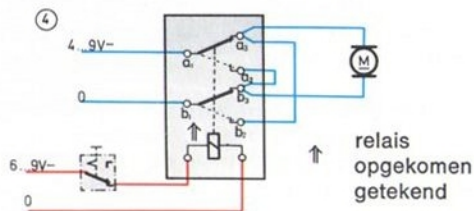
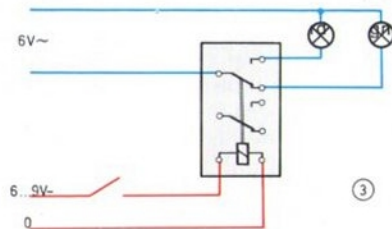
Het opent het ene paar kontakten en sluit het andere. De relaispoel is opgenomen in een besturingskring, als we deze verbreken dan loopt er niet langer een besturingsstroom door de spoel en valt het relais terug in de ruststand. In fig. 2 is de konstruktie weergegeven.

Op de bovenkant van de relais bouwsteen is het schema getekend. Daaruit blijkt dat we met behulp van het relais twee onafhankelijke stroomkringen kunnen besturen. De beide kontakttongen zijn elektrisch niet met elkaar verbonden.

Zoals bekend worden schema's en schakelsymbolen normaal in stroomloze toestand getekend. Daaruit volgt dat het schema op de bouwsteen aangeeft welke verbindingen er bestaan als er geen stroom door de spoel loopt. In deze stand zijn de aansluitingen a_1 en a_2 , resp. b_1 en b_2 met elkaar verbonden. Is het relais daarentegen opgekomen – zoals het officieel heet – dan is a_1 met a_3 en b_1 met b_3 verbonden. Met een lampje dat via de kontakten wordt aangesloten op de wisselspanning van het voedingsapparaat, kun je dit zelf nagaan.

In de schakelingen 3 en 4 zie je hoe we het relais resp. als omschakelaar en als poolomkeerschakelaar kunnen toepassen. In de schema's zijn de twee stroomkringen met verschillende kleuren aangegeven. Rood voor de stuur- of besturingsstroomkring die het relais doet schakelen en blauw voor de vermogensstroomkring die door het relais wordt geschakeld. In plaats van ver-

mogensstroomkring spreken we ook wel van de bestuurd stroomkring of belastingsstroomkring.



We spannen een struikeldraad

Over deze struikeldraad zal niemand in werkelijkheid vallen, maar wie hem aanraakt stelt wel een alarminstallatie in werking. Op deze pagina's zullen we ons bezig houden met alarminstallaties, vooral ook omdat je daarbij de belangrijkste relaischakelingen leert kennen. Wanneer je deze eenmaal kent, dan is het niet moeilijk om voor andere problemen de juiste schakeling te ontwerpen. In principe berusten alle alarminstallaties er op dat de indringer zelf het alarm in werking stelt. Een simpel voorbeeld is de struikeldraad. Het afgebeelde model is ook in de praktijk toe te passen en het werkt even goed als de installatie die je in de winkel kunt kopen.

De gespannen draad – zie fig. 1 – drukt de rode knop van de ft-drukknop naar beneden. Daar we deze als verbreekkontakt (bus 1 en 2) gebruiken, is de stroomkring met het optische en akoestische alarmsignaal geopend. Voor het geluidssignaal bouwen we een bel, zoals beschreven op pag. 18 van de handleiding in doos em 2. Als de struikeldraad omhoog wordt getild of van de knop geschoven, dan zal de stroomkring zich sluiten en het alarm treedt in werking. Dit principe noemen we het »werkstroomprincipe«.

Volgens hetzelfde principe werkt het tweede model dat het openen van een deur moet signaleren. Een verende scharniersteen waaraan de deur is bevestigd, houdt deze gesloten. Ook in dit geval gebruik je de

18

ft-drukknop als verbreekkontakt (bussen 1 en 2). Zolang de knop niet is ingedrukt (ruststand) is het contact gesloten en kan er een stroom door lopen. De gesloten deur drukt de knop in en onderbreekt zo de stroomkring, zie fig. 2.

Opent iemand de deur, dan wordt de rode knop vrijgegeven. Deze veert in zijn ruststand terug, de stroomkring wordt gesloten en de signaallamp gaat branden. Op deze manier kun je op zeer grote afstand toch constateren of een deur wordt geopend. Als je verschillende deuren wilt bewaken, dan heb je meer drukknoppen nodig.

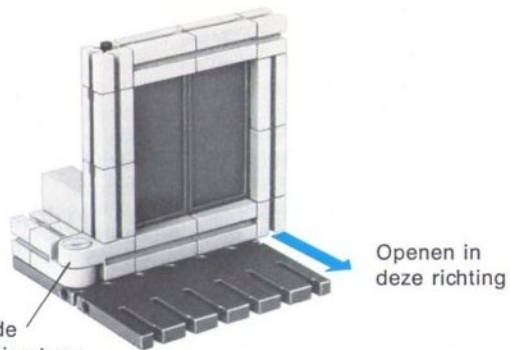
Vraag: moeten deze parallel of in serie worden geschakeld?



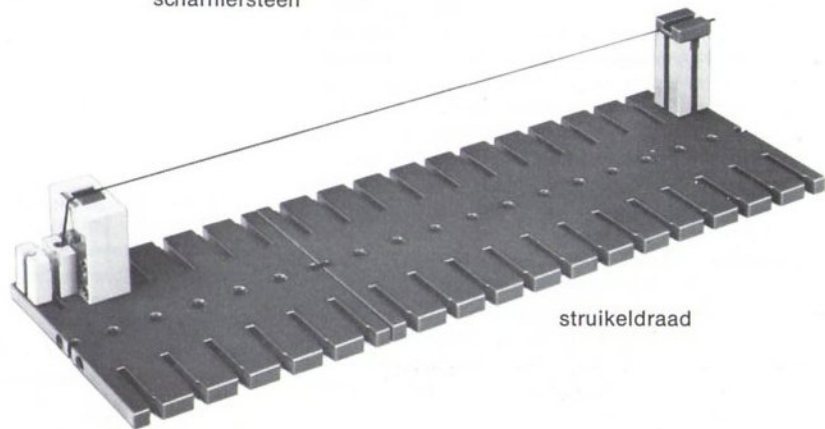


achterzijde
deur

verende
scharniersteen



Opener in
deze richting



struikeldraad

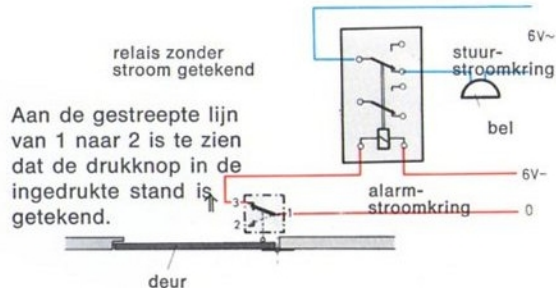
Alarm door onderbreking van een stroomkring

Helaas weten niet alleen elektrotechnici hoe alarminstallaties werken, maar ook inbrekers. Een geofende insluiper heeft meestal een tang bij zich en het eerste wat hij doet is de stroomdraden opzoeken. Als hij die gevonden heeft, hoeft hij ze alleen maar door te knippen waarna hij er zeker van is niet meer door een alarmsignaal in zijn »werk« te worden gestoord.

Om deze reden wordt meestal een ander principe in elektrische alarminstallaties toegepast. Het zgn. ruststroomprincipe. In dit geval loopt er permanent een stroom door de leidingen en over de kontakten, die de insluiper zou kunnen doorknippen resp. openen. Natuurlijk mag in die stroomkring niet de alarmlerder, een sirene of een bel worden opgenomen. We zouden dan een alarmsignaal krijgen zolang er niets aan de hand is en géén alarm als de inbreker de beveiligde deur heeft geopend. Ergens moeten we daarom tussen deur en bel de signalen omkeren. Technisch heet dat een »negatie« van het signaal. Hiervoor hebben we een relais nodig. De stuurstroomkring met de relaispoel is gesloten als er niets aan de hand is. De gesloten deur bedient de drukknop (deze blijft in de werkstand). In deze stand moet er over het contact een stroom kunnen lopen, daarom heb je nu een maakkontakt nodig. De drukknop met een dergelijk maakkontakt noemen we ook wel aan-drukknop.

De schakeling laat zien dat je de stroomkring van de bel over het rustkontakt van een relais moet laten lopen. Zodra het relais afvalt, wordt — zoals we graag willen hebben — het alarm gegeven. Let op: in de tekening is het schema in de stroomloze stand getekend. Dat wil zeggen alsof er geen stroom door de stuurstroomkring loopt, zodat het relais niet wordt bekrachtigd. In het getekende geval moet de bel gaan. De deur is dus in feite in de verkeerde stand getekend. Hij zou open moeten staan en de drukknop in de stand 1—2.

Het relais zal in een echte installatie natuurlijk in de buurt van de alarmlerder worden gemonteerd, anders zou een inbreker de verbinding tussen relais en bel kunnen verbreken en zo voorkomen dat er alarm wordt gegeven.



Kleine oorzaken – langdurige gevolgen

Ook de beste alarminstallatie is niets waard als het alarmsignaal niet wordt opgemerkt omdat het te kort duurt. Dat geldt in het bijzonder voor waarschuwingslampen, het even oplichten daarvan zie je gemakkelijk over het hoofd. Een insluiper zou b.v. de deur weer snel dicht kunnen doen of de struikeldraad op z'n plaats brengen. De technici hebben daarom schakelingen bedacht die een permanent alarmsignaal geven ook als de schakeling maar heel kort in werking wordt gesteld. Je zou kunnen zeggen: een schakeling volgens het principe van eenmaal gegeven blijft gegeven, of gedane zaken nemen geen keer.

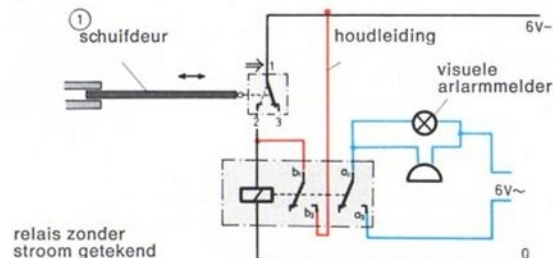
Een dergelijke schakeling kunnen we met een relais bouwen. Laten we eerst eens kijken hoe dat moet in een alarminstallatie, die werkt volgens het werkstroomprincipe.

Voor de verandering bouwen we deze keer een schuifdeur, zie het model op pag. 23. De bedrading vind je in schema 1 hiernaast. Relaiskontakt b_1 – b_3 is over de rode draden parallel met het deurkontakt geschakeld.

Zolang de deur dicht blijft, kan er in de stroomkring met de relaispoel geen stroom lopen en evenmin is dat het geval in de stroomkring met de alarmmelder, daar het relais niet bekrachtigd is. Zodra de deur opengaat, loopt er over het rustkontakt 1–2 van de ft-drukknop een stroom.

Het relais komt op en sluit de maakkontakten a_1 – a_3 en b_1 – b_3 . Het kontakt a_1 – a_3 zet de alarmmelder in werking, het kontakt b_1 – b_3 overbrugt het deurkontakt. Sluiten we de deur weer, dan heeft het opengaan van het deurkontakt geen enkel gevolg! Een dergelijke schakeling heet een houdschakeling. Je kunt er een korte impuls voor een willekeurige tijdsduur mee vasthouden. We passen het relais hier toe als een soort elektrisch geheugen.

Maar hoe kunnen we nu – als dat gewenst is – de oude toestand herstellen? Het eenvoudigste is het voedingsapparaat uit te schakelen. Eleganter en voor grotere schakelingen ook de enige oplossing is het echter in de »houdleiding« (rood getekend in het schema) een uitdrukknop op te nemen, zoals in schema 2 op pag. 22 is aangegeven met T_2 .

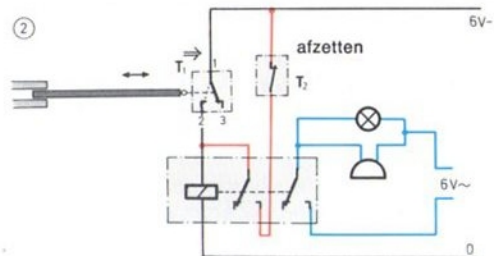


De volgende vraag is natuurlijk of we ook in een alarm-installatie die volgens het ruststroomprincipe werkt, het alarmsignaal kunnen vasthouden. Dat kan inderdaad. In de stuurstroomkring nemen we daartoe eenvoudig een relaiskontakt op. In fig. 3 is deze schakeling getekend. De startknop T_2 (of afzetter) kun je zelf uit losse onderdelen bouwen; eventueel kun je een van de oplossingen gebruiken die op pag. 58 staan aangegeven.

Als je het voedingsapparaat inschakelt, dan zal er nog geen stroom door de relaispoel lopen. De bel zal derhalve beginnen te rinkelen. Nu druk je T_2 in. Het relais wordt bekrachtigd en het alarm wordt uitgeschakeld.

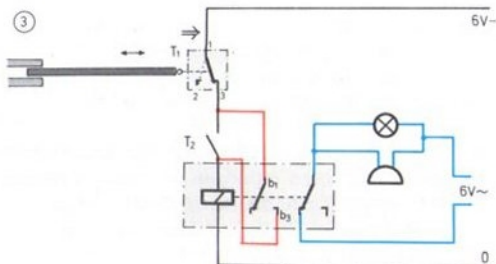
Tegelijk overbrugt het relaiskontakt b_1-b_3 de drukknop T_2 . Het maakt daardoor niets meer uit of je T_2 loslaat. Het relais blijft bekrachtigd omdat de stuurstroom nu via het relaiskontakt b_1-b_3 loopt. Figuur 4 laat dit zien. Het relais is hier in de opgekomen stand getekend. Als de deur opengaat, dan wordt de stuurstroomkring onderbroken, het relais valt af en de alarmmelder treedt in werking.

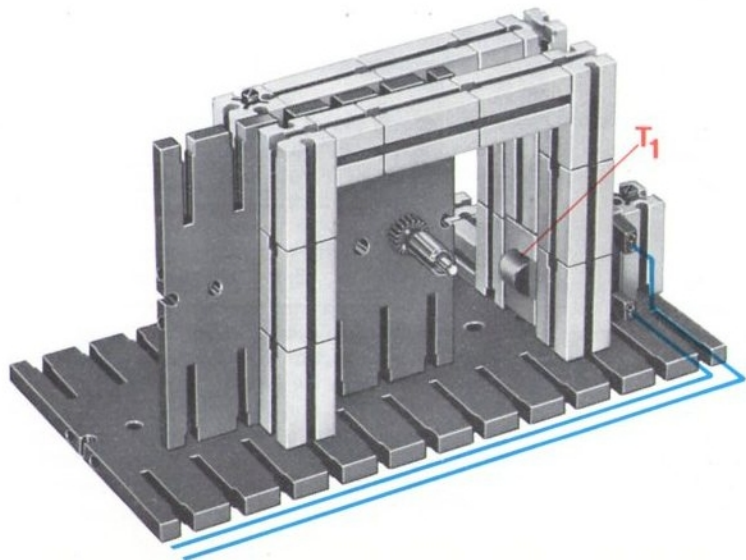
Het opnieuw indrukken van T_2 heeft geen enkele zin zolang de deur open is, omdat T_1 in serie met de andere kontakten (T_2 en b_1-b_3) staat geschakeld.



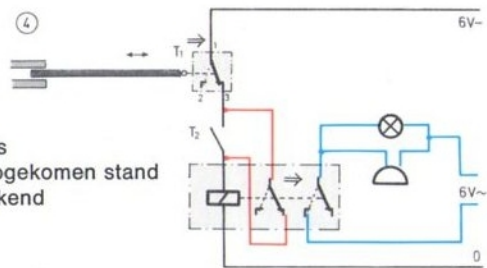
stroomloos getekend!

Dit geldt voor alle schema's tenzij anders aangegeven.





relais
in opgekomen stand
getekend



Alarmschakeling voor zuinige lieden

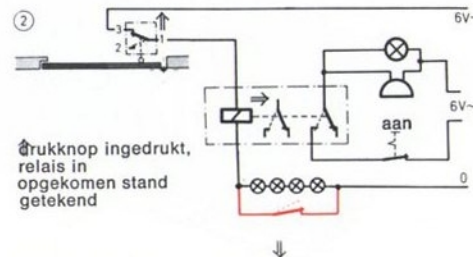
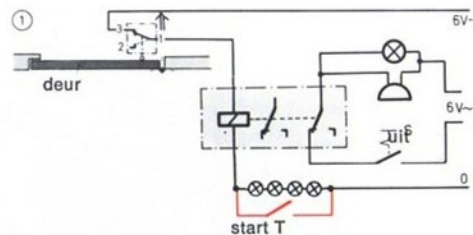
Elektrische energie is duur en daarom is het verstandig om elke gelegenheid tot bezuinigen aan te grijpen. Dat geldt zelfs voor hen die zo veel rijkdommen hebben verzameld dat zij deze met alarminstallaties moeten bewaken.

Voor een stroom sparende alarminstallatie maken we gebruik van het feit dat voor het in de opgekomen stand houden van een relais veel minder stroom nodig is dan voor het opkomen zelf. We hebben een schakeling nodig waarbij in de stroomkring minder stroom loopt als het relais eenmaal is opgekomen. Minder stroom betekent: de weerstand in de stroomkring verhogen (of met een lagere spanning gaan werken). De weerstand verhoog je door het »voorschakelen« van 4 of 5 gloeilampen in de stroomkring.

Voorschakelen is in feite een ander woord voor het in serie schakelen van de lampen met de relaispoel. Nu moet je er nog voor zorgen dat bij het in werking stellen van de installatie de lampen overbrugd worden. Daartoe schakel je een maakdrukknop parallel met de keten van lampen. Figuur 1 toont deze schakeling.

Aanwijzing: de spanning die het geheel open gedraaide netvoedingsapparaat levert is groot genoeg om het relais te bekrachtigen ondanks de in serie geschakelde lampen. Daarom moet je de gelijkspanning van het netvoedings-

apparaat zo instellen dat het relais niet opkomt. Pas wanneer je T indrukt en daarmee de voorschakelweerstand (de lampen) overbrugt, zal het relais opkomen. In fig. 2 is deze stand getekend. De stroomkring met de alarmlamp is geopend. Het relais blijft in de opgekomen stand, ook als je de knop T loslaat. Overigens, deze schakeling houdt een eenmaal gegeven alarm signaal vast.

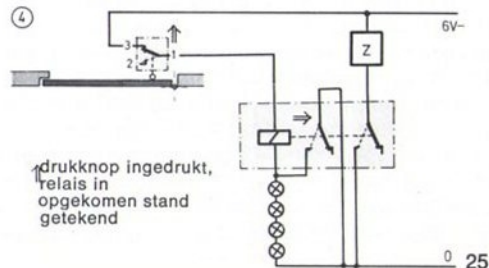
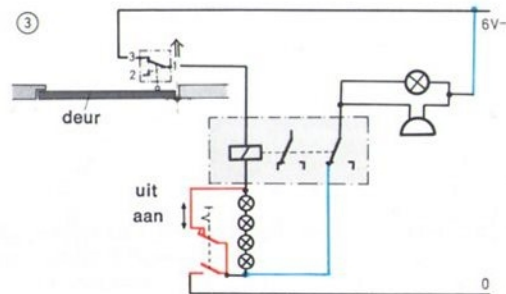


Aan de schakeling kleeft nog een schoonheidsfoutje. Als je S indrukt zonder tegelijk de startknop T in te drukken, dan krijg je een alarmsignaal totdat je de startknop hebt bediend. Deze onvolkomenheid kun je oplossen met de tweepolige schakelaar als beschreven op pag. 34 van de em 2 handleiding. We hoeven er alleen voor te zorgen dat de overbrugging van de lampen later wordt opgeheven dan het moment waarop de hoofdschakelaar wordt gesloten. We krijgen dan schakeling 3. Het naijnde of vertraagde openen van het ene contact wordt in het symbool weergegeven met een klein loodrecht streepje op het einde van de beweegbare contacttong. Probeer zelf een dergelijke schakelaar te bouwen.

Nu zou het nog kunnen zijn dat je een stroomsparende schakeling wil hebben zonder dat het signaal van het deurkontakt wordt vastgehouden. Ook dat kan met het relais. Je vervangt de met de hand bediende startknop door een relaiscontact. Figuur 4 geeft deze schakeling. Ze is niet – zoals gebruikelijk – stroomloos getekend, maar met een opgekomen relais.

Deze schakeling wordt b.v. gebruikt wanneer men met batterijen werkt in plaats van met een voedingsapparaat als voedingsbron. Daarbij wil men over langere tijd met een telwerk registreren hoe vaak een zelden gebruikte en vèr verwijderde deur wordt geopend. Om veiligheidsredenen mag echter niet van het ruststroomprincipe worden afgeweken. Om te voorkomen dat bij het inschakelen het telwerk meteen telt, moet de installatie

worden voorzien van een schakelaar die de teller-stroomkring vertraagd inschakelt.

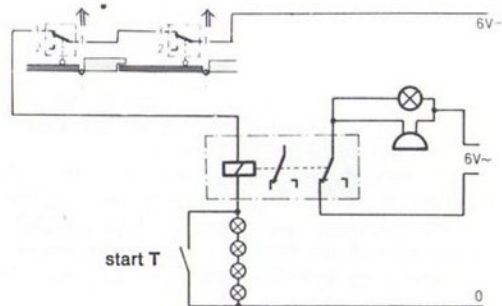


Bewaking van twee deuren

In de praktijk komt het vaak voor dat een ruimte waarin waardevolle voorwerpen worden bewaard, twee deuren heeft die 's nachts altijd gesloten moeten zijn. Een alarminstallatie moet dan een signaal geven zodra één van de deuren open gaat. We zullen daarvoor gelijk een op de praktijk gerichte installatie bouwen. Ten eerste passen we het ruststroomprincipe toe; dit systeem slaat alarm als de stroomkring wordt onderbroken. Ten tweede willen we stroom-besparend werken. Deze schakeling hebben we al geleerd. Nieuw is alleen dat de installatie nu twee deuren moet bewaken. Je hebt daarvoor twee deurkontakten nodig, die elk door één van de gesloten deuren wordt bediend. Omdat we met een ruststroom werken, hebben we maakkontakten nodig. Het moeten »aan«drukknoppen zijn omdat deze in de bediende stand de stroomkring sluiten.

Een tweede maakkontakt kun je naar eigen idee maken of je kunt één van de voorbeelden nemen die op pag. 58 staan. Je krijgt nu meteen de gelegenheid om je kennis op het gebied van de schakeltechniek te testen. Neem eerst de 4 lampen uit de schakeling en zorg met behulp van het vrije relaiskontakt voor het vasthouden van het alarmsignaal. Bouw aansluitend daarop de alarminstallatie voor twee deuren volgens het ruststroomprincipe.

Denk er aan dat het openen van één der deuren voldoende moet zijn om het alarm te doen ontstaan. Vergeet niet dat ook deze schakeling een kortstondig signaal moet vasthouden. Hiervoor heb je het relais nodig.



Een andere bewakingsinstallatie voor twee deuren

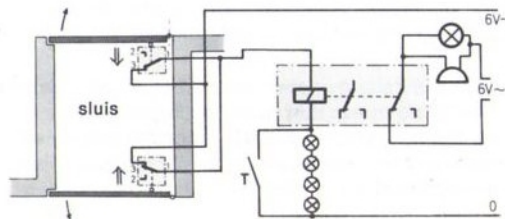
We willen nu een bewakingsstelsel voor 2 deuren bouwen dat alleen alarm slaat als beide deuren tegelijk open staan. Een praktisch voorbeeld is de sluis van een koelhuis. Eén deur mag gerust geopend zijn, wat niet is toegestaan, is, dat beide tegelijk worden geopend. De oplossing laat zich gemakkelijk raden.

Zoals je in één oogopslag kunt zien verschilt het schema met het voorgaande hierin dat de beide drukknoppen op de deuren parallel geschakeld zijn. Als één van de beide deuren – het doet er niet toe welke – wordt geopend, dan zal ook één van de contacten worden verbroken. Maar in dat geval blijft het relais bekrachtigd.

Even een stukje schakeltheorie. Het besturingsprobleem van de eerste alarmschakeling luidde: als deur 1 **of** deur 2 open gaat dan moet er een alarmsignaal worden gegeven. Bij alarmschakeling 2 (op deze pagina) moet het signaal alleen dan ontstaan als beide deuren open staan. Anders gezegd: als deur 1 **en** deur 2 open zijn dan moet er alarm worden geslagen. In het eerste geval gaat het om een zogenaamde logische »OF«-schakeling van de beide ingangssignalen (van de gesloten resp. open deuren) en

het uitgangssignaal (geen alarm resp. alarm). In het tweede geval is er sprake van een logische »EN«-schakeling.

Met welke schakeling we deze verschillende signaaltechnische problemen oplossen, hangt weer samen met vragen als: passen we het ruststroom- of het werkstroom-principe toe? Als we voor beide problemen dezelfde deurcontacten en hetzelfde principe hebben gekozen, dan moeten de contacten in het ene geval in serie en in het andere geval parallel worden geschakeld. Dergelijke vraagstukken kunnen we altijd terugvoeren op de probleemstelling: »als ... dan ...«. Op die manier zijn de problemen meestal gemakkelijker op te lossen. Meer daarover vind je in de »Experimenten en modellen«-boeken voor hobby 3 en 4.



In- en uitschakelen met twee drukknoppen

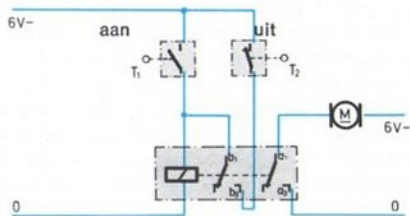
Misschien herinner je je bij het lezen van bovenstaande titel de schakeling waarmee je een lamp of een motor vanaf twee verschillende plaatsen kunt aan- en uitdoen. Daartoe heb je twee omschakelaars nodig, zoals in de em 2 handleiding op pag. 43 is besproken. Met behulp van het relais kunnen we hetzelfde bereiken met twee drukknoppen.

De schakeling is niet nieuw maar reeds besproken bij de alarmschakelingen uit een wat ander gezichtspunt. Het is de reeds bekende houdschakeling. In nevenstaand schema is deze op een wat andere wijze dan tot nu toe weergegeven.

We laten het graag aan je over of je in de schakeling de ft-drukknop als maak- of als verbreekkontakt toepast en welke konstruktie je voor de tweede drukknop kiest.

Drukknop T_1 is steeds een maakkontakt en T_2 een verbreekkontakt. Als T_1 de motor niet moet inschakelen maar afzetten en T_2 (het verbreekkontakt) voor het aanzetten moet zorgen, dan schakelen we de motor niet via relaiskontakt a_1-a_3 , maar via a_1-a_2 . De beide drukknoppen

behoeven niet met de hand bediend te worden. T_1 kan b.v. het Reedkontakt uit doos em 2 zijn. Het inschakelen geschiedt dan met de permanente magneet. Het model van de weegautomaat (em 2 handleiding pag. 52) kun je nu uitbreiden. De magneet zal bij het omslaan van de weegschaal het Reedkontakt schakelen, waardoor de aandrijfmotor van de transportband wordt stilgezet. De motor kun je weer starten door op een drukknop te drukken.



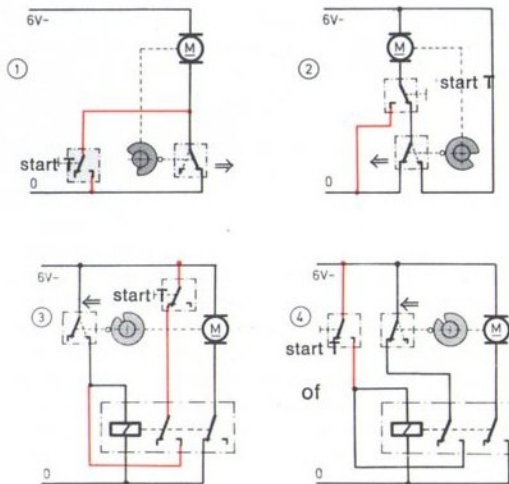
Een korte stopimpuls is genoeg

Met de dozen em 1 en em 2 heb je waarschijnlijk al een aantal modellen gebouwd waarin de nokken of overeenkomstige middelen de motor automatisch uitschakelden.

Figuur 1 geeft de eenvoudigste schakeling. De onderbreking in de nokkenschijf geeft het maakcontact van de drukknop vrij waardoor de stroomkring van de motor wordt onderbroken. Met een parallel geschakelde drukknop kun je de motor weer starten. Hierbij ontmoeten we een interessant maar vaak ook heel vervelend probleem: de motor komt niet snel genoeg tot stilstand. Als de onderbreking in de nokkenschijf niet voldoende groot is dan zal, vóór dat de motor geheel stilstaat, de stroomkring weer worden gesloten en de motor verder draaien. In de meeste gevallen kun je dit verhelpen door de motor kort te sluiten, zoals op pag. 56 van de em 2 handleiding uitvoerig is beschreven. Om de motor weer te starten moet de startdrukknop een omschakelcontact hebben. In fig. 2 is de schakeling getekend.

De ideale oplossing krijg je pas door toepassing van een relais. Al naar gelang de motor moet draaien als het relais is afgevallen of opgekomen, moet je schakeling 3 of 4 gebruiken.

Schema 3 lijkt misschien wat onoverzichtelijker dan de op pagina 21 getekende houdschakeling. Dat komt omdat de rood getekende leiding voor het vasthouden van het signaal nu om het relais heen is getekend. Dit heeft het voordeel dat er geen lijnen over de relaistekening zelf lopen. Ga na dat ook de kortste »stopimpuls« die je maar kunt geven tot gevolg heeft dat de motor tot stilstand komt.



Ponsbandlezer met lichtsignalen

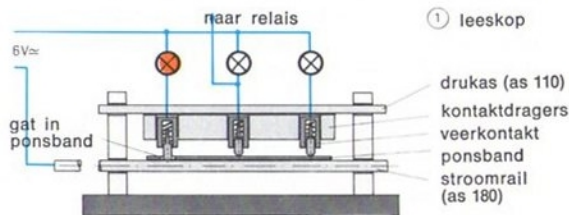
He simpelste schrift dat je je kunt voorstellen vind je in ponskaarten en ponsbanden. Er zijn maar twee tekens: »gat« of »geen gat«. Met deze twee tekens werken vele automaten en rekenmachines. We gaan nu een eenvoudige ponsbandlezer bouwen die de informatie vastgelegd in een ponsband omzet in »licht«tekens. Allereerst bouwen we het onderstel met de transportinrichting. Zoals je op pag. 33 kunt zien zorgt een as voor het opschuiven van de ponsband. Over de as is een stukje rubberslang met een binnendiameter van 4 mm geschoven. Een as met 2 ft-banden zorgt voor de nodige tegendruk op de ponsband.

Als ponsband nemen we een telmachinerol zoals die in kassa's en rekenmachines wordt gebruikt. In het model is het papier 58 mm breed. De gaatjes in de linker en de rechter baan breng je aan met een gewone perforator. De middelste baan gebruiken we voorlopig alleen voor het automatisch uitschakelen van de motor aan het einde van de leesprocedure. We kunnen de band dus stil laten zetten waar we willen. Daartoe vouw je de band dubbel en perforereer je een gat op de plaats waar de machine moet stoppen. Het eigenlijke leesapparaat bestaat uit een as 180 als stroomrail met daarboven de zgn »leeskop« die bestaat uit verende contacten. Tussen de contacten en de as loopt de ponsband door. Figuur 1 geeft een

30

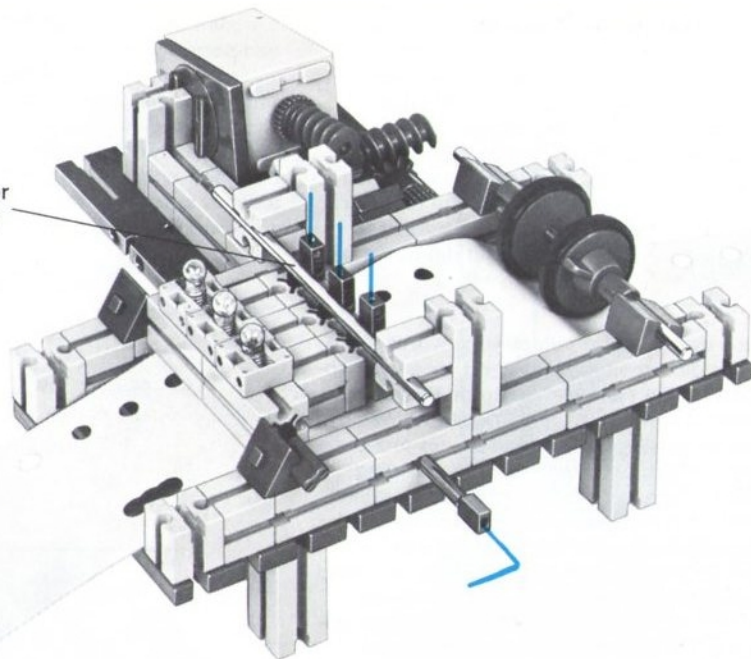
doorsnede van de rail, de ponsband, de leeskop met verende contacten en de signaallampen. De drie veercontacten komen uit het bovenstuk van de ft-draai-schakelaar.

De leeskop wordt met een as 110 naar beneden gehouden; dit is nodig omdat de contacten met een naar verhouding grote kracht tegen de stroomrail aan moeten drukken. Let er op dat de druk ook weer niet al te groot wordt, want dan scheuren de ponsgaten in. De kontakthouders (steeds 2 bouwstenen 15) moet je zo monteren dat de veercontacten precies in het midden van de rijen ponsgaten liggen.



voor de verschillende
bouwfases
zie pag. 33

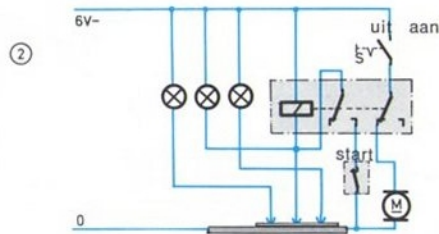
as 110 als
drukas voor
de leeskop



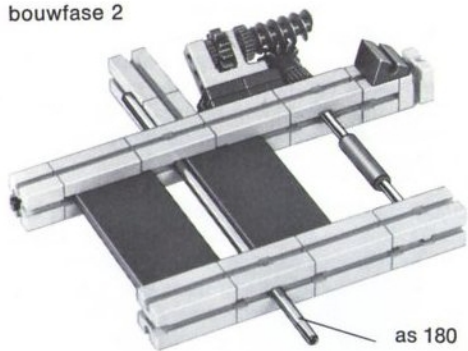
Het volgende punt is het aansluiten van de rechter en de linker lamp op de stroombron via de bijbehorende contacten. Als je nu de motor start zullen de lampen kort oplichten zodra er een ponsgat onder de contacten doorloopt. Wanneer je in plaats van een gat een strip perforereert, dan blijft de betreffende lamp natuurlijk langer branden. De lengte van de lichtsignalen kun je dus zelf regelen. Het middelste spoor gebruiken we om de lezer stop te zetten als het einde van het te lezen bericht is bereikt. Dit einde geven we aan met een gat dat onder het middelste contact komt.

Om nu te bereiken dat de motor automatisch wordt uitgeschakeld moet je de stroomloze toestand (geen gat onder het middelste contact) van de stuurstroomkring omkeren in een stroomvoerende stand van de stroomkring waarin de motor is opgenomen. Dat kan een relais voor ons doen. Bovendien zorgen we er voor dat een houdschakeling de puls van het »stop«gat vasthoudt, zodat het eventueel nog even doorlopen van de band geen effect meer heeft. Figuur 2 laat de schakeling zien. Om de stand van het relais aan te geven is parallel met de relaispoel een lamp geschakeld. Uit de tekening blijkt: als na het invoeren van de ponsband en het inschakelen van het voedingsapparaat er geen ponsgat onder het middelste contact ligt, het relais niet kan opkomen. De relaiscontacten staan dan in de getekende stand. Zetten we schakelaar S op »aan«, dan start de motor en wordt de ponsband getransporteerd en gelezen. De lampen geven de inhoud van de band — de informatie — weer in de vorm van licht-

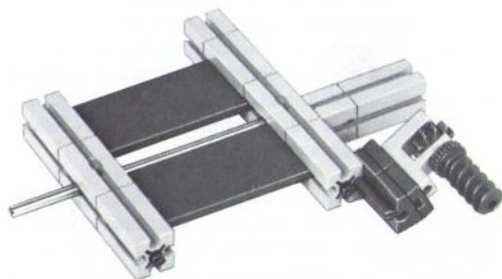
signalen. Als er nu een stopsignaal komt in de vorm van een ponsing in de middelste rij, dan komt het relais op waardoor de stroomtoevoer naar de motor wordt onderbroken. Tegelijk zal via het andere relaiscontact dit stopsignaal worden vastgehouden. Mocht de ponsband nog even doorlopen tot over het stopsignaal heen, dan heeft dat geen enkel gevolg. Om de lezer weer te starten moeten we de startknop indrukken (een verbreek- of rustkontakt) die in de houdverbinding ligt.



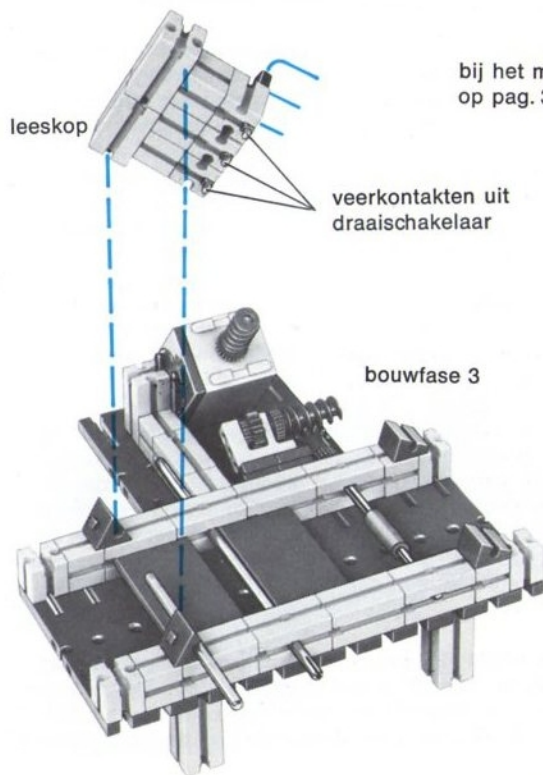
bouwfase 2



as 180



bouwfase 1



bij het model
op pag. 31

leeskop

veercontacten uit
draaischakelaar

bouwphase 3

We bouwen een snoepautomaat

Wie gewend is zijn snoep uit een automaat te halen, kan met deze zelf te bouwen automaat twee vliegen in één klap slaan. Hij kan na afloop z'n geld weer uit de automaat halen.

Eerst bouwen we het snoepmagazijn en de uitwerper waar ook de motor toe behoort. Daarna zetten we de relaisschakeling op, als laatste volgt de munten-tester. Je zult al vermoed hebben dat in de schakeling een houdverbinding wordt opgenomen. Zie hiervoor fig. 1. Een muntstuk dat in de muntentester wordt geworpen, heeft tot gevolg dat het relais opkomt waardoor de motor wordt ingeschakeld en het relais zich zelf houdt in de bestaande toestand.

Nadat de uitwerper één slag heeft gemaakt moet het relais automatisch afvallen. De nok die daartoe de drukknop bedient is een as 30 met het tandwiel 30, dat verder geen functie heeft. Belangrijk is dat de drukknop weer vrij is wanneer de motor tot stilstand komt. Omdat de nok als het ware via de drukknop het vasthouden van het signaal uitwist, spreekt men ook wel van uitwisser of »uitwis-kontakt«.

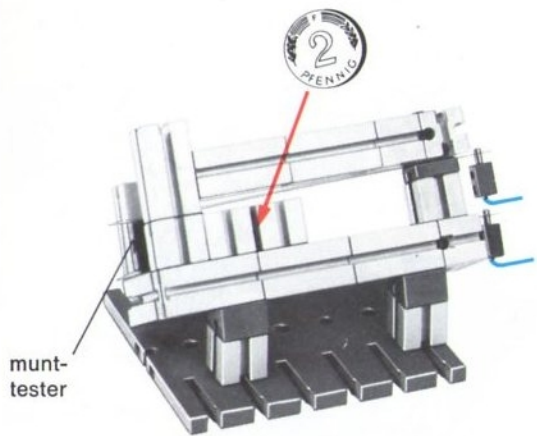
In het model zijn snoepjes, verpakt in papier, met een grootte van $28 \times 19 \times 8$ mm gestapeld. Voor andere maten moet je uiteraard zelf een ander magazijn bouwen. Belangrijk is dat de uitwerper in een asgat van een bouwsteen 30

wordt geleid en dat het vrije eind in de ruststand geheel in dit gat verdwijnt. Alleen dan kan het volgende snoepje op de juiste plaats vallen en na het inwerpen van een muntstuk dat de motor start, naar buiten worden gestoten. Test de automaat eerst zonder munttester en het deel van de konstruktie (nok, drukknop en relais) dat dient om na het uitwerpen van een snoepje de uitwerper automatisch stil te zetten in de juiste stand.

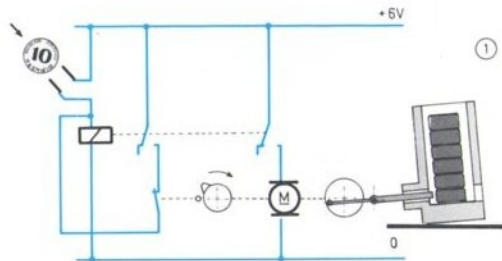
Voltooi de automaat daarna met de relaisschakeling en het uitwiskontakt. Ook dit deel van de konstruktie is apart te controleren. Je vervangt daartoe het kontakt dat door het geldstuk wordt gesloten zolang door een aparte maakdrukknop. Het is niet moeilijk om het tandwiel op de aandrijfas zo af te stellen dat de motor precies stopt als de uitwerper weer in zijn beginstand staat.

Tenslotte bouw je de munttester. Het geldstuk moet kortstondig de stroomkring van de relaisspoel sluiten. Daartoe moet het tussen twee, aan één kant gespannen, bladveren glijden. De veren moeten op een bij het muntstuk passende afstand worden gemonteerd zodat kleinere munten geen kontakt maken. Het langzaam voortglijden krijg je door het raam in de juiste schuine stand te stellen ten opzichte van de basisplaat.

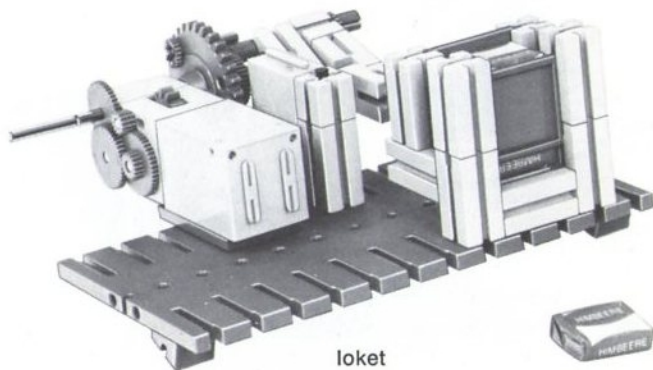
Voor de bladveren bouw je een inwerpleuf waarin b.v. precies een dubbeltje of een cent past. Hierdoor bereik je dat het geldstuk op de juiste plaats kontakt maakt en voorkomen wordt dat het geldstuk weer uit de automaat kan worden gehaald.



munt-tester



Let op: bij het afstellen van de bladveren gaat het om twee dingen. De munt mag niet blijven steken, want dan komt de automaat op »automatisch« te staan en werpt hij alle snoepjes uit. De munt mag ook niet te snel naar beneden vallen want dan wordt de automaat een spaarpot die wel geld aanneemt maar er niets voor teruggeeft.



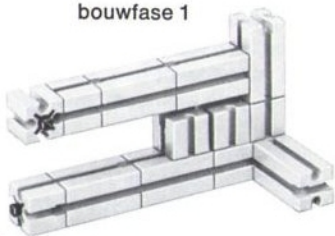
loket

Voor de bouwfasen zie pag. 36/37

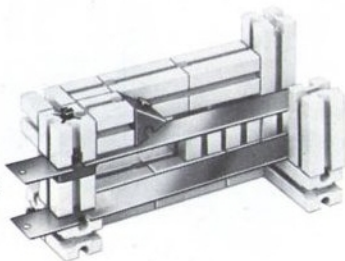
veren van de
munttester



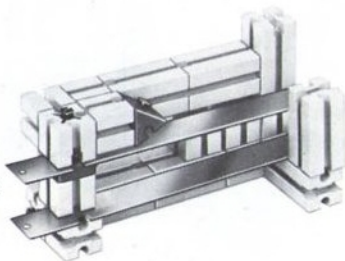
bouwfase 1



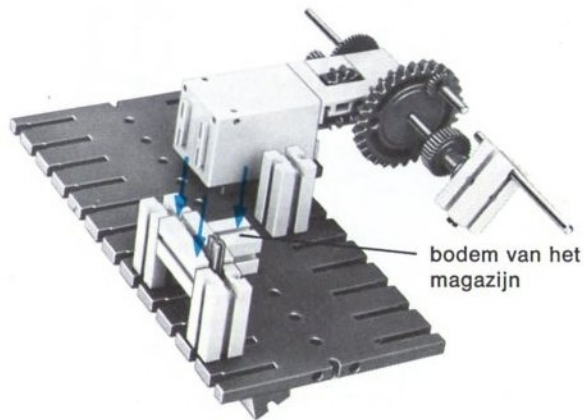
munttester



bouwfase 2
achterzijde



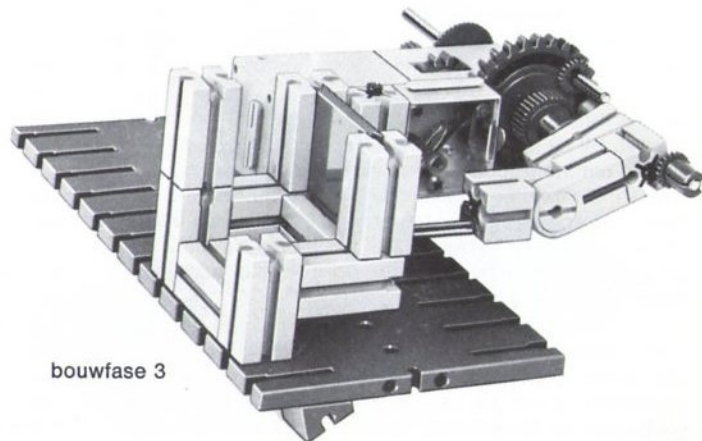
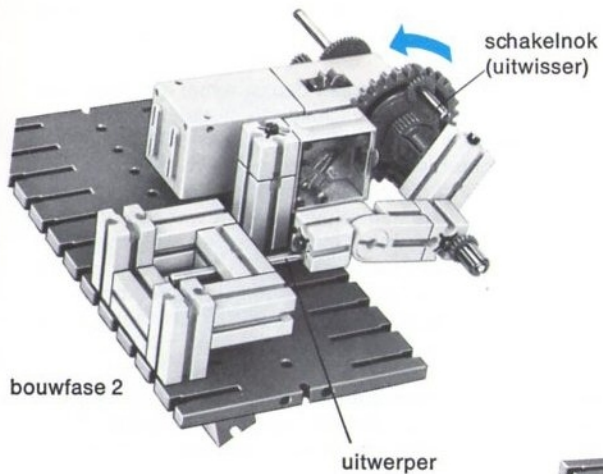
bij het model van pag. 35



bodem van het
magazijn

loket
bouwfase 1

bij het model van pag. 35



Interessante proeven met magneten

Elke magneet heeft zoals je weet, een noord- en een zuidpool. Algemeen geldt daarbij dat gelijknamige polen elkaar afstoten en ongelijknamige elkaar aantrekken. De ft-permanente magneten zijn in dwarsrichting gemagnetiseerd. De beide grote vlakken vormen de polen. Dit wijkt af van wat gebruikelijk is bij staaf- en hoefijzermagneten waarvan de polen aan de uiteinden van een rechte of tot een hoefijzer gebogen staaf liggen. De platte magneten zijn bijzonder geschikt voor technische doeleinden waarbij een groot hechtvermogen nodig is.

De ene ft-magneet heeft een rode, de andere een groene houder. Bij de ene is het vrije vlak een zuidpool, bij de andere een noordpool. Je kunt dat zelf gemakkelijk nagaan: De beide magneten trekken elkaar aan als je de twee vlakken naar elkaar toe brengt. Draai je één magneet om, dan stoten ze elkaar af. Met het model van fig. 1 is dat heel goed te demonstreren. De bovenste magneet zweeft boven de andere.

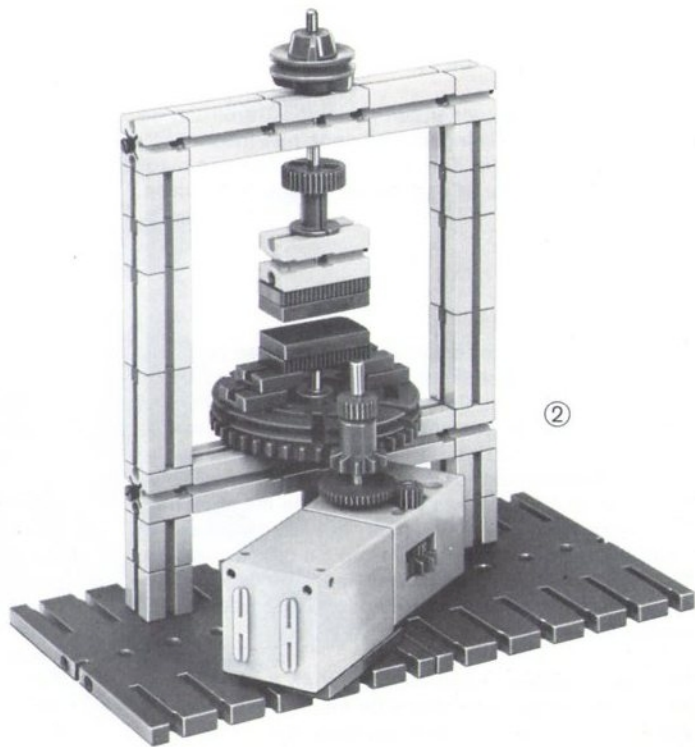
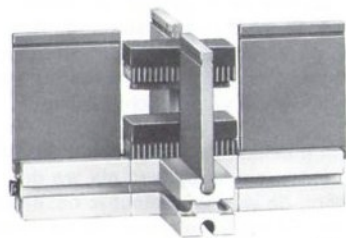
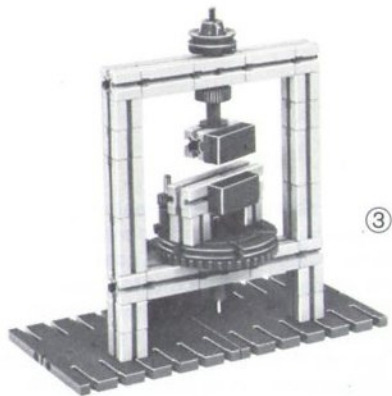
Permanente magneten worden in de techniek veel toegepast. Een voorbeeld is de magnetische sluiting die je tegenwoordig wel bij kastjes e.d. aantreft. Ook voor koelkasten en koelruimtes verdient een magneetsluiting

de voorkeur, daar deze ook van binnenuit te openen is. B.v. door een kind dat zich in de kast heeft verstopt.

Bouw zelf het model van een deur die met een magneetsluiting werkt. Er zijn verschillende mogelijkheden. Je kunt in de deur en in de deurpost een permanente magneet monteren of één permanente magneet en de rechthoekige afsluitplaat uit doos em 3. In het eerste geval ontstaat de grootste aantrekkingskracht wanneer de beide vlakken op elkaar komen. In het tweede geval moet de afsluitplaat, die zelf geen magneet is, tegen een van de lange zijden van de permanente magneet aankomen. Neem je daarentegen het grote vlak van de magneet, dan is de aantrekkingskracht bijna nul. Ga dit zelf na.

Met permanente magneten kunnen we twee draaiende delen met elkaar verbinden die door glas of een ander niet-magnetisch materiaal zijn gescheiden. Het principe is in model 2 weergegeven.

Een magneet zit op een tandwiel dat door een motor wordt aangedreven. De tweede magneet is gemonteerd aan het eind van een as en bevindt zich vlak boven de andere magneet. De beide assen liggen in elkaars verlengde. Als we nu de motor laten draaien, dan zal de bovenste magneet worden meegenomen. Volgens dit principe is het bijvoorbeeld mogelijk door de wand van een glazen vat heen een roerschoep aan het draaien te brengen. De overgebrachte krachten zijn groter naarmate de afstand tussen de beide magneten kleiner is.



De magnetische kracht is in het model niet groot genoeg om een roerschoep in beweging te krijgen. Ga na of je met de opstelling volgens fig. 3 een grotere kracht kunt overbrengen dan met de opstelling volgens fig. 2.

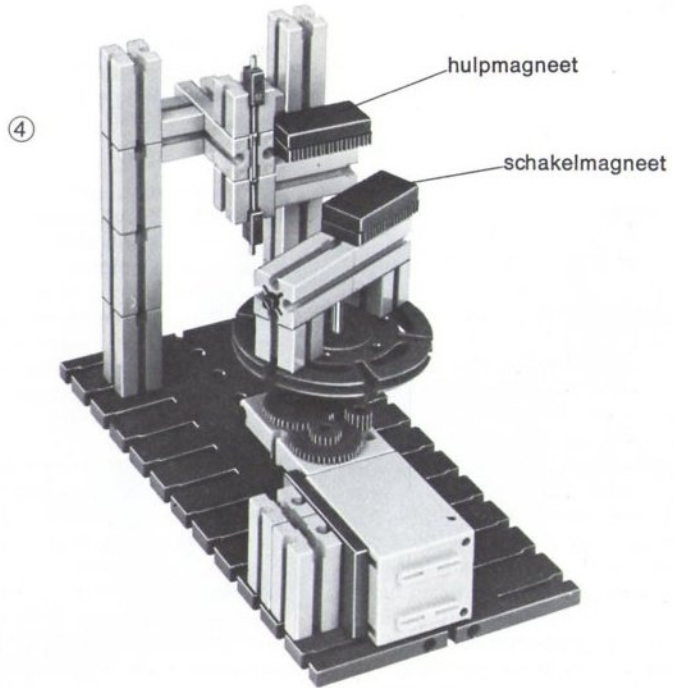
Met behulp van het model kun je demonstreren dat de magnetische aantrekkingskracht door niet-magnetische materialen heen werkt. Dat doe je door tussen de magneten een stukje papier of een glazen plaatje te schuiven.

We gaan nu onderzoeken welke werking twee permanente magneten op een Reedkontakt uitoefenen. Daartoe bouw je het proefmodel van fig. 41. Laat de magneet die naast het Reedkontakt is gemonteerd eerst nog even weg. Zoek nu uit hoe dicht je de magneet op de draaischijf naar het Reedkontakt toe moet brengen om er zeker van te zijn dat dit sluit. Daarna draaien we de magneet op de grootst mogelijke afstand van het Reedkontakt. We schuiven nu de tweede magneet op z'n plaats zoals de foto laat zien. De afstand tot het Reedkontakt kies je zo, dat de magneet wat betreft de hoogte, ongeveer in het midden van het kontakt staat.

Wie meer magneten heeft moet opletten dat hij er twee kiest met tegengestelde polen. De kleuren van de houders moeten daartoe verschillend van kleur zijn.

Schakel de motor in, de magneet op de draaischijf moet in het voorbijgaan de werking van de andere magneet zo zeer afzwakken dat het Reedkontakt open gaat. Eventueel moet je de magneet op de draaischijf dichter naar het Reedkontakt toe schuiven. Zodra de draaiende magneet op grotere afstand komt, moet de vaste magneet weer sterk genoeg zijn om het kontakt te sluiten. Ook de hoogte van de magneten tot elkander en in betrekking tot het Reedkontakt speelt een rol. Wie graag natuurkundige proeven en metingen doet, kan in de proefopstelling letterlijk alle kanten uit met de magneten om onderzoeken te doen. Vraag: Stel dat je de afstanden tussen de magneten verandert, welke invloed heeft dat op de tijd dat het Reedkontakt gesloten blijft en omgekeerd, wat gebeurt er als je het toerental van de schijf wijzigt?

Deze truc om van een maakkontakt een rust- of verbreekkontakt te maken, moeten we toepassen als we de methode die in em 2^{bij} de weegautomaat is besproken, niet kunnen gebruiken. En dat is het geval als de magneet niet vast maar b.v. op een voertuig is gemonteerd.



Kabelwagen

In de techniek zal men graag het principe van de trekkabel toepassen als een wagen heen en weer moet rijden over een niet al te lange afstand. Voor omkeren van de rijrichting wordt een schakeling gebruikt die de draairichting van de motor omkeert als het eindpunt is bereikt.

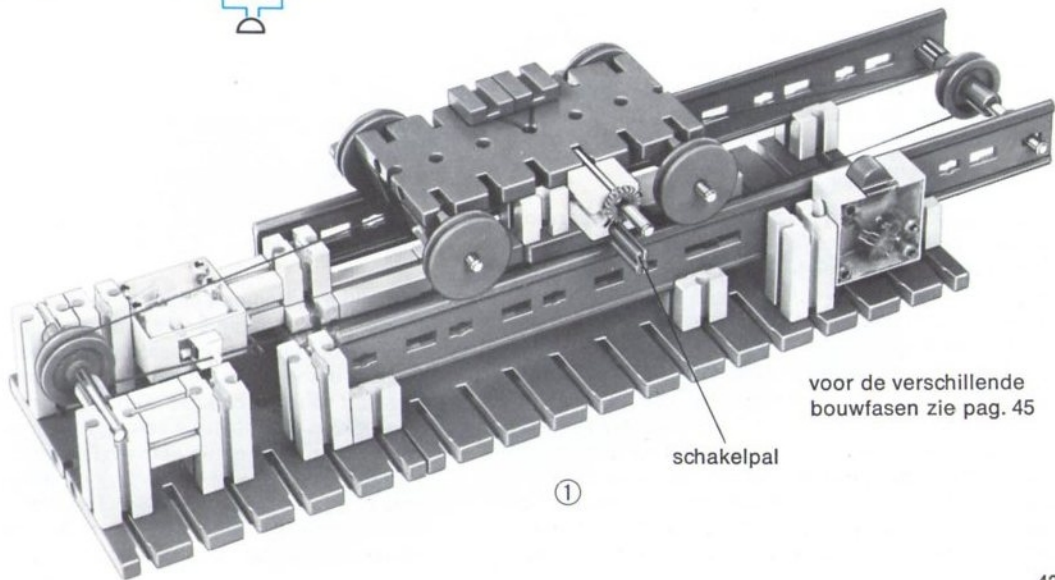
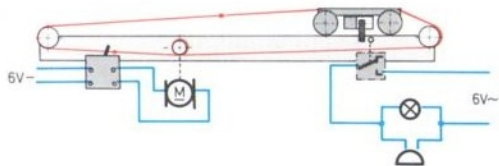
We gaan een model van een dergelijke kabelwagen bouwen met een extra voorziening. Elke keer als de wagen in een bepaalde richting over een bepaald punt heen gaat, krijgen we een waarschuwingssignaal te horen. De foto's 1 t/m 5 op de volgende pagina's laten het model zien. De kabel spannen we tussen de rails en een mini-motor drijft hem aan. Wie geen mini-motor heeft kan ook (zie fig. 3) een grote motor nemen. Op de as zit — doet er niet toe welke motor — een stukje rubberslang (uit em 2, diameter 4 mm). Dit zorgt voor de nodige wrijving tussen de as en het touw, dat één slag om de as wordt geslagen. Het touw trekt niet alleen de wagen voort, maar bedient ook de poolomkeerschakelaar die de draairichting van de motor bepaalt. Daartoe haal je het touw door het gat

van de tuimelaar. Aan weerszijden van het gat komt een knoop in het touw op een afstand van ongeveer 135 mm. De bevestiging van het touw aan de wagen gebeurt als volgt. De uiteinden halen we door het gat in het midden van de kleine basisplaat en we klemmen ze tussen twee bouwstenen 5 vast. Op deze wijze kun je gemakkelijk de knopen op de juiste plaats trekken en het touw strak spannen.

Het transportsysteem is nu klaar, wat je nog moet doen is het waarschuwingssysteem bouwen. Een ft-drukknop, naast de rail geplaatst, zorgt voor het geven van het waarschuwingssignaal. Aan de zijkant van de wagen zit een pal die om z'n as kan draaien. Deze pal bestaat uit een bouwsteen 15 met daarin een verbindingstuk 15 geschoven. De pal kan in één richting om z'n as draaien, in de andere richting stuit hij tegen een bouwsteen 15 die op de kleine basisplaat zit.

De hoogte van de drukknoop kun je zo afstellen dat het verbindingstuk 15 de knop indrukt wanneer de wagen van links naar rechts rijdt. In de andere richting is het gewicht van de pal niet groot genoeg om de knop in te drukken; de pal glijdt of rolt er over heen. Dit principe van wat we een rolschakelaar zullen noemen, hebben we reeds in em 2 leren kennen in een iets andere vorm. Figuur 6 laat ons de schakeling zien van de installatie. Parallel met de bel is een lamp geschakeld zodat we een optisch en een akoestisch signaal krijgen.

⑥

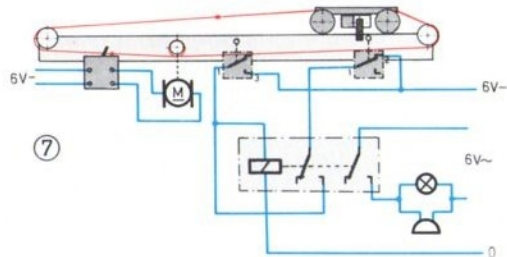


We gaan het model nu voorzien van een inrichting die het mogelijk maakt het waarschuwingssignaal over een willekeurig lange rijbaan te geven. Daarvoor heb je een relais nodig met een houdschakeling en een tweede drukknop.

Plaats de pal iets verder naar links zodat er ruimte komt voor een tweede drukknop. De eerste drukknop gebruik je als maakkontakt, dat zorgt voor het bekrachtigen en opkomen van het relais; een verbreek drukknop die op de gewenste afstand wordt ingebouwd, zorgt voor het afvallen van het relais. Het kan een normale ft-drukknop zijn die eveneens wordt bediend door de schakelpal of een zelf bedachte constructie. De schakeling vind je in fig. 7.

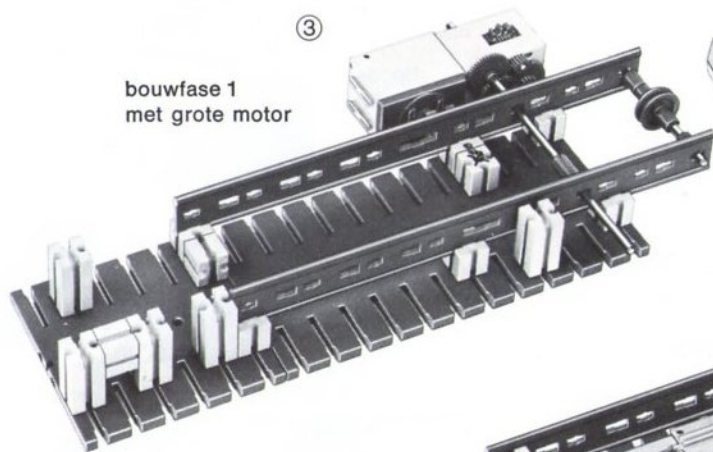
In fig. 8, pag. 46, is een uit-drukknop te zien waarvan het rustkontakt aan het eind van de rijbaan automatisch door de wagen wordt geopend. Bij het bouwen van een zelf-bedachte drukknop moet je in de gaten houden dat de uit-drukknop niet als rolschakelaar mag werken daar het openen van de houdverbinding geen zin heeft als de rolschakelaar niet eerst voor het opkomen van het relais heeft gezorgd.

Technisch veel interessanter is de in fig. 9 getoonde schakeling. Deze werkt met een Reedkontakt dat normaal onder invloed staat van een permanente magneet, gemonteerd op de andere zijde van de rail. Het Reedkontakt blijft daardoor gesloten en het is opgenomen in de



houdleiding van het relais. Voor het uitschakelen – het openen van het Reedkontakt – zorgt een tweede magneet die op de onderkant van de wagen zit. Wanneer deze de magneet op de rail dicht genoeg nadert, dan wordt diens krachtenveld zo verzwakt dat het kontakt open springt. Vooropgesteld dat de magneet met de juiste pool naar het kontakt toe staat en op de goede afstand.

Dergelijke systemen komen in de meest verschillende vormen voor. Zo kan b.v. de rolschakelaar de motor uitschakelen zodra een bepaald punt vanuit één richting wordt overschreden. Dit is vast te leggen door middel van de stand van de drukknop. Om de motor weer te starten, moet je dan met de hand een startknop indrukken. Om te beginnen pas je een eenvoudige schakeling toe met een kortsluitstop van de motor, zie schakeling 2 op pag. 29. Als de motor erg snel loopt, werkt deze schakeling niet bedrijfszeker. Gebruik daarom het relais zoals in de schakeling van fig. 10 is aangegeven.



bouwfase 1
met grote motor

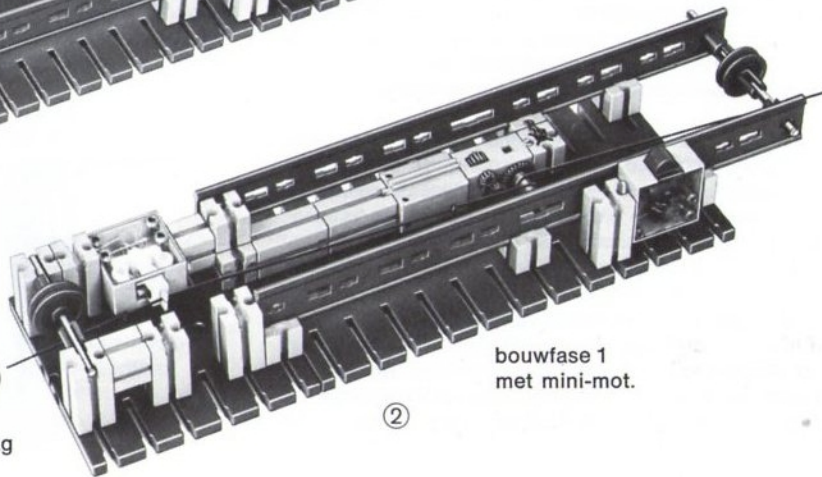


bouwfase 1
wagen onder-
aanzicht

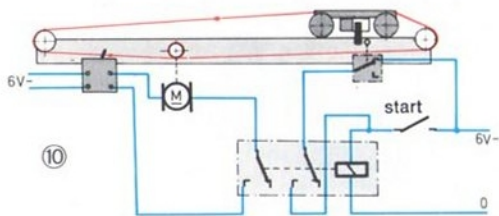


bouwfase 2
wagen onder-
aanzicht

aanslag



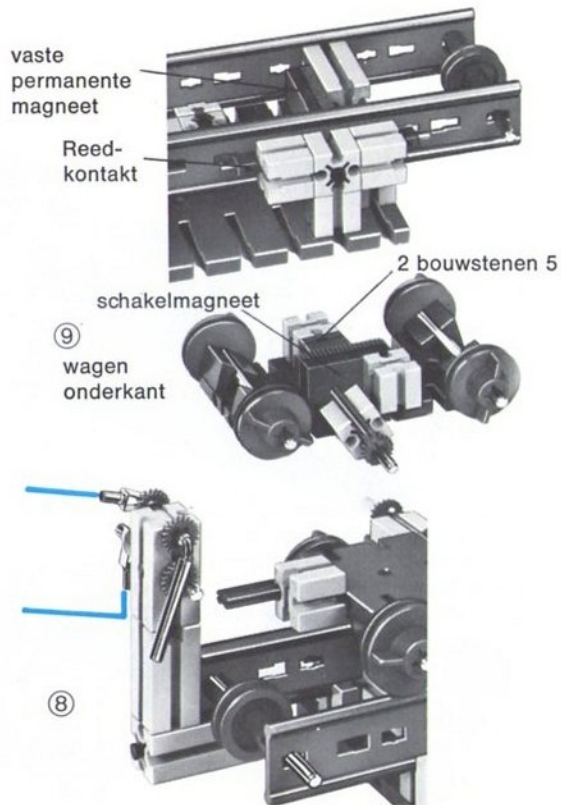
bouwfase 1
met mini-mot.



Als je de bel niet op de wisselspanning maar op de gelijkspanning aansluit, dan kun je de schakeling zo laten werken dat de bel rinkelt voor de tijd dat de motor stilstaat. Probeer deze schakeling zelf te ontwerpen.

Met een tweede motor kun je een tijdschakelklok bouwen. Deze wordt ingeschakeld als de motor van de trekkabel wordt afgezet. Na één omwenteling van de nokkenschiif opent de klok voor korte tijd het rustcontact in de houdleiding. Het relais valt daardoor af en de motor begint weer te lopen.

Belangrijk is dat de nokkenschiif van de klok het rustcontact in de houdleiding weer heeft vrijgegeven wanneer door het afvallen van het relais de motor van de tijdschakelklok wordt afgezet. Je moet daartoe een zelfde rustcontact bouwen als in de snoepjesautomaat op pag. 34.



Boeiende lichteffecten

Akoestische waarschuwings- of alarmsignalen hebben over grotere afstanden of in lawaaige ruimtes weinig effect. Bij omleidingen en op plaatsen waar een ongeluk is gebeurd, worden daarom meestal waarschuwingslichten gebruikt. Waarbij het feit benut wordt dat het oog van de mens gevoeliger is voor bewegingen dan voor statische (niet-veranderende) prikkels.

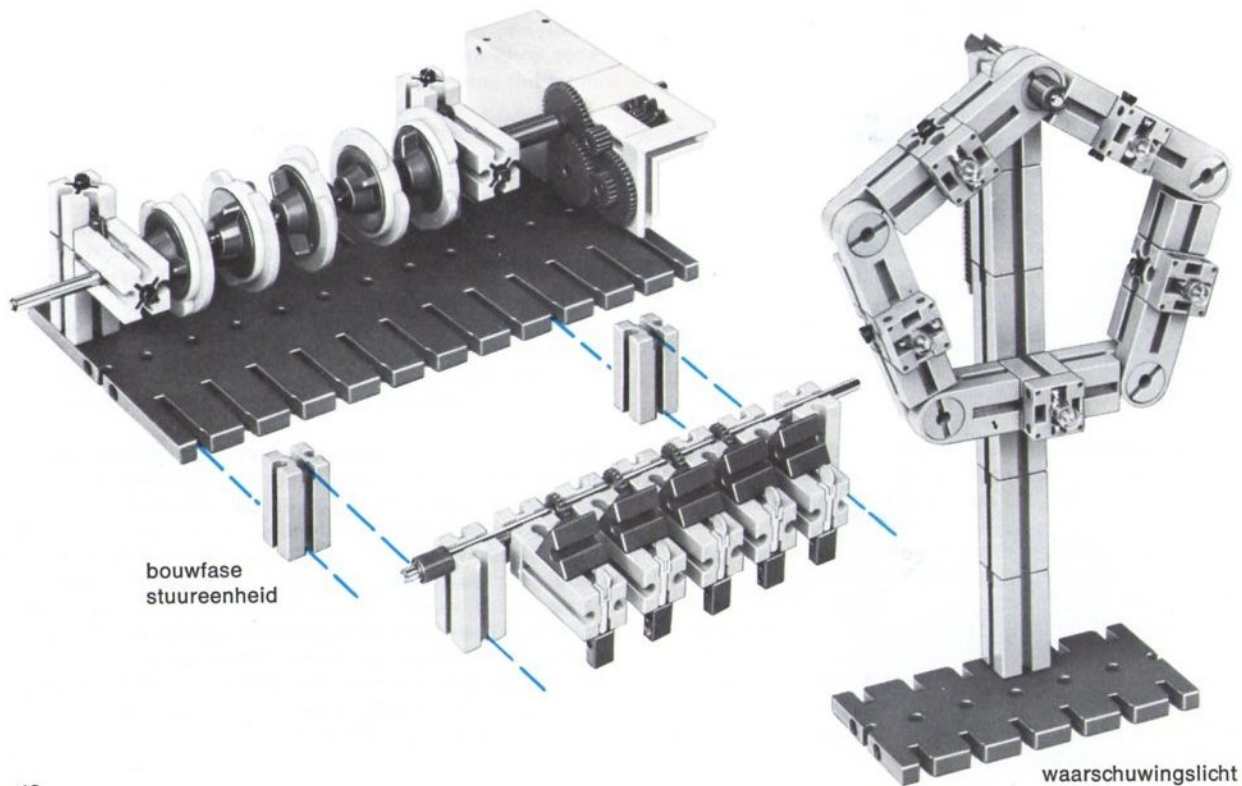
Met de schakelschijven en lampen van de ft-elektromechanika kunnen we een paar, in dit opzicht interessante apparaten bouwen, zie de modellen op pag. 48/49.

Eerst bouw je een standaard met 5 naast elkaar geplaatste lampen en een stuur eenheid die zorgt voor het in volgorde aan- en uitgaan van de lampen. Voor elke lamp is er een contact, in totaal zijn er vijf. Met behulp van nokkenschijven worden ze voor korte tijd gesloten. Elke nokkenschijf bestaat uit twee schakelschijven, gemonteerd op een ft-naaf. Alle naven zitten op één gemeenschappelijke as die permanent door een motor wordt aangedreven.

We gaan nu eerst een richtingwijzer maken. De lampen moeten in volgorde, van links naar rechts of omgekeerd, voor korte tijd branden. Na een wat langere rustpauze moet het hele spel weer van voren af aan beginnen.

De schakelschijven moet je zo op de naaf zetten dat de inkeping ongeveer 2 mm breed is. De vijf nokkenschijven plaats je op de as, zodanig dat de lampen — zonder pauze — na elkaar oplichten. Een andere mogelijkheid is de aan- en uit flitsende lampen op een vijfhoekig raam te monteren. Waarbij afwisselend twee en drie lampen tegelijk oplichten. De overeenkomende contacten, een groep van twee en een groep van drie, moeten dan eveneens tegelijk worden gesloten. Door de nokkenschijven te verdraaien kun je dat gemakkelijk bereiken.

Je kunt b.v. ook een ogenschijnlijk draaiend knipperlicht maken. Zelf kun je bepalen of het rond gaan van het licht-sigitaal snel met korte pauzes tussen de signalen moet verlopen of heel langzaam zonder pauzes. Je kunt daarbij tegelijk een interessant experiment doorvoeren op het gebied van de zintuigfysiologie. In feite gaat het om 5 verschillende, van elkaar gescheiden lampen die na elkaar oplichten. Toch heeft de kijker het idee dat één licht in een kring rondloopt. Het is een hersenproces dat ons iets voorspiegelt, iets laat zien wat niet werkelijk gebeurt. Door verschillende aan- en uit tijden (in betrekking tot de cyclustijd) te kiezen, kun je dit effect versterken of verzwakken.



bouwfase
stuureenheid

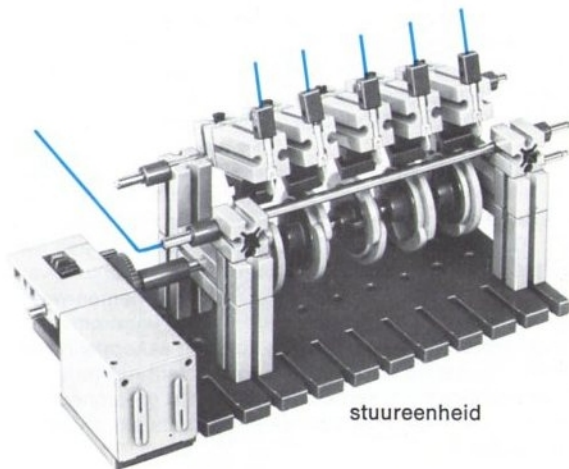
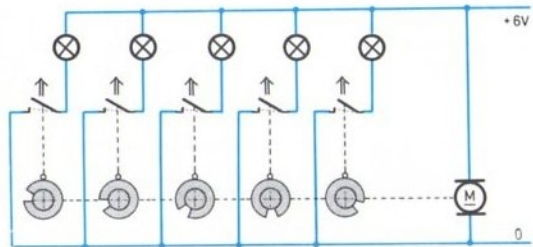
waarschuwingslicht

richtingslicht



bouwfase
zie pag. 48

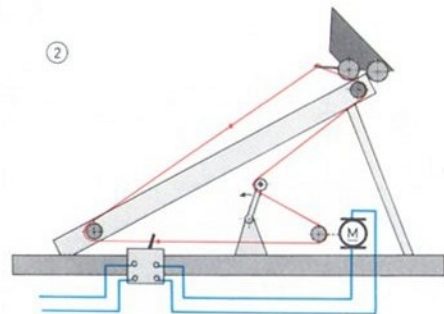
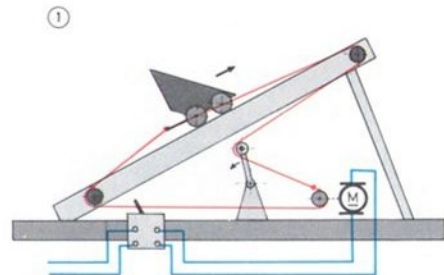
↑
kontakt
bediend
getekend



Schuine transportlift met automatische omschakeling

Ook ditmaal een interessant model. Voor de lorrie als getekend in nevenstaand model, heb je onderdelen uit aanvullingsdoos 018 nodig. Noodzakelijk is een en ander echter niet, je kunt de lorrie ook met andere onderdelen maken. Het model werkt als volgt: de lorrie rijdt heen en weer op schuine rails. Boven gekomen kiept zij automatisch haar inhoud naar beneden. Bovendien moet een licht aangeven of de lift naar boven of naar beneden gaat. Het probleem lossen we op met een kabel die in een eindloze lus loopt en wordt aangedreven door een motor. Het touw bevat bovendien twee knopen die de pool-omkeerschakelaar bedienen. De afstand tussen beide knopen bedraagt ongeveer 165 mm. In fig. 1 gaat de lorrie naar boven. Het model vind je op de pagina's 52-53.

De konstruktie is zo opgezet dat de lorrie bovenaan naar voren kiept en haar inhoud uitstort, zie fig. 2. Hiervoor is een exacte afstelling van de knopen, resp. de lorrie, nodig. Dit wordt gemakkelijker als je de lorrie zo aan het touw bevestigt dat ze nog een klein beetje te verschuiven is. Het beste kun je daarvoor een kraanhaak nemen waar je het touw een keer omheen slaat. Om te voorkomen dat het losspringt steken we ook nog een askoppeling in de haak. Omdat de lorrie moet kiepen, dient het touw met een hefboom (verende scharniersteen) te kunnen worden gespannen. Een elastiekje werkt als extra veer, zie bouwfase 2.

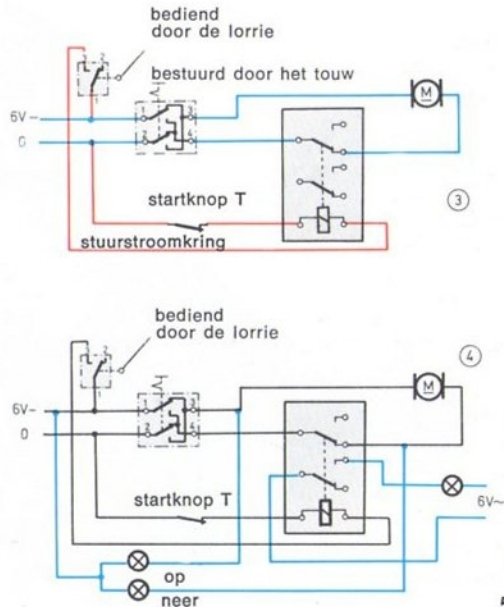


En dan nu de aanwijzer voor de rijrichting. De rode lamp moet branden wanneer de lorrie omhoog gaat en de groene voor het naar beneden komen. De schakeling kennen we reeds van doos em 2 en wordt daarom niet opnieuw besproken. Wie het zich niet meer zo goed herinnert, vindt op pag. 38 van de handleiding em 2 de schakeling beschreven.

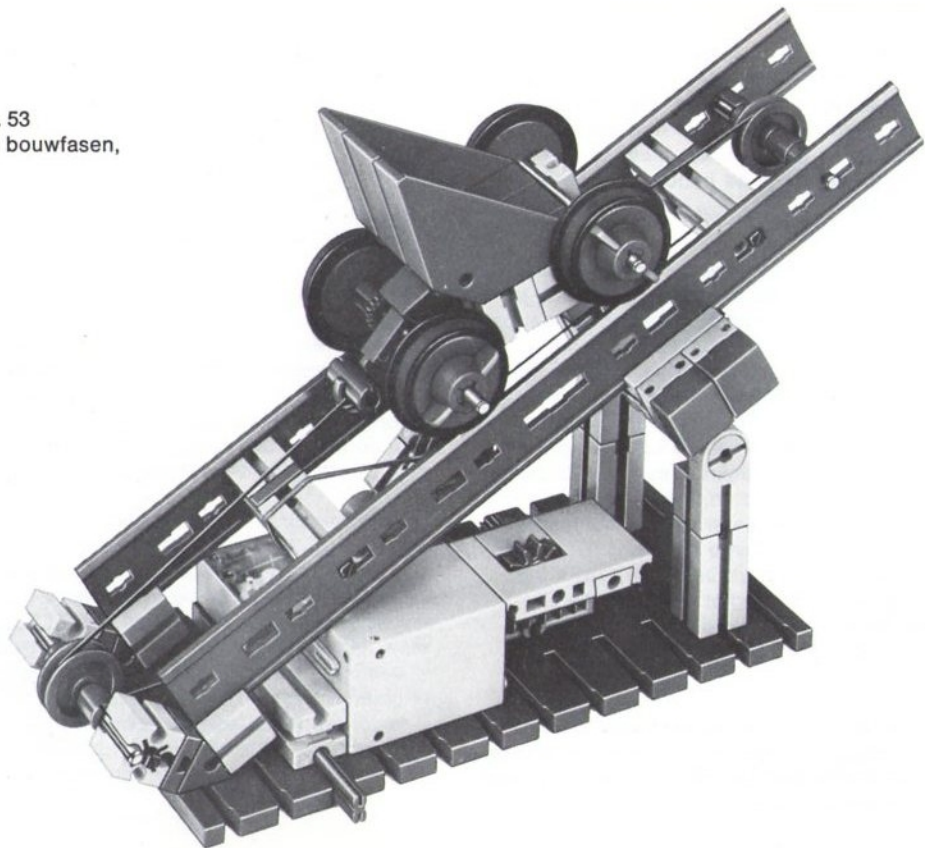
We gaan ons model uitbreiden en verbeteren. De lorrie moet onderaan automatisch stoppen. Daartoe plaats je een ft-drukknop of – gekombineerd met een magneet op de lorrie – een Reedkontakt. Als de lorrie op het onderste punt aankomt, dan bedient zij het maakkontakt. Met behulp van het relais kun je de motorstroomkring onderbreken, zodat de motor stopt. Wanneer je geen wiskontakt wilt gebruiken, dan neem je schakeling 3. Het relais komt op wanneer de stroomkring met de relaisspoel en het maakkontakt wordt gesloten. De motorstroomkring wordt verbroken. Om de motor weer te doen starten moet je enige tijd de zelfgebouwde startknop T in de stuurkring indrukken. Hierdoor verbreek je deze kring, het relais valt af en de motor begint weer te draaien. Belangrijk bij de afstelling van de drukknop is, dat de lorrie de knop indrukt kort vóór het onderste punt is bereikt.

Als een witte lamp bovendien moet aangeven dat de wagen wacht om geladen te worden, dan neem je schakeling 4. De lamp schakel je over het maakkontakt b_1-b_3 van het relais op de wisselspanning.

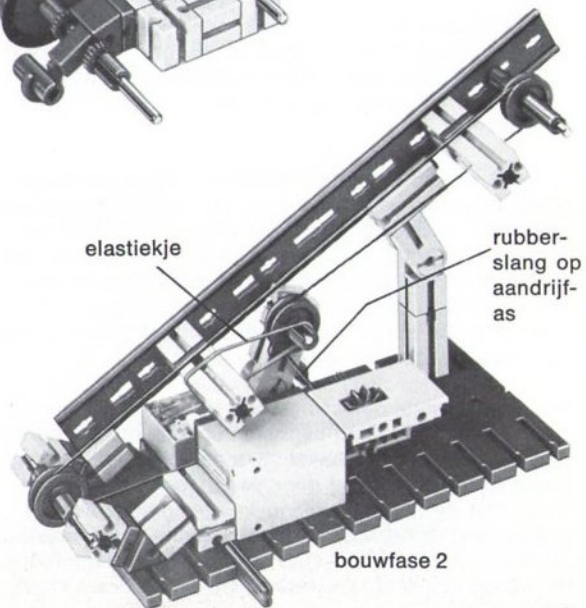
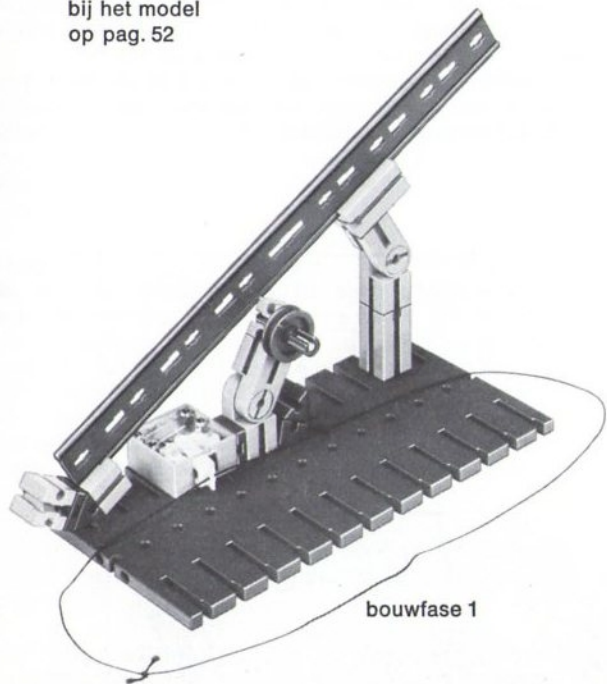
In dit schema zijn ook twee lampen opgenomen voor het aangeven van de rijrichting.



zie pag. 53
voor de bouwfasen,



bij het model
op pag. 52



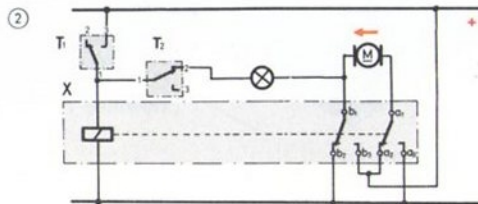
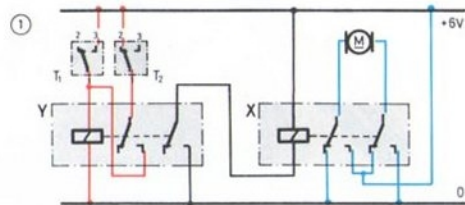
Speelmobiel die automatisch van richting verandert

Verschillende schakelprincipes zijn heel goed te demonstrenen met voertuigen. We gaan daarom een wagen bouwen die we een speelmobiel noemen. Het gaat om een andere oplossing van de reeds eerder gestelde opgave: het voertuig moet van richting veranderen zodra een sensor een hindernis bespeurt. We beginnen met de schakeling.

In afwijking van de andere modellen nemen we nu een relais als poolomkeerschakelaar. Nu zul je zeggen: »geen probleem, de ompoling met een relais is al eerder besproken« (pag. 16). Maar nu wordt tevens gevraagd dat een korte impuls, komende van een der bumpers, leidt tot een langer durende stand van het relais: opgekomen of afgevallen. De pulsen moet je daarom laten vasthouden door een zgn. houdschakeling.

De nevenstaande oplossing vergt twee relais. Figuur 1 toont de gemakkelijk te begrijpen schakeling. Het eerste relais is in een houdschakeling opgenomen en wordt via 2 drukknoppen bediend door de bumpers. De eerste knop stelt de houdschakeling in werking, de tweede onderbreekt deze zodra hij wordt ingedrukt. Het maakcontact van het eerste relais bedient het tweede relais, dat als poolomkeerschakelaar dient en de draairichting

van de motor bestuurt. Omdat we niet zonder meer over twee relais beschikken, moeten we een oplossing vinden met één relais. In fig. 2 zie je hoe dat met een slimme konstruktie is te doen. Bouw eerst alleen de schakeling, zonder het model. Eén van de drukknoppen moet je zelf maken. Het relais werkt als poolomkeerschakelaar. In de houdverbinding van b_1 naar de wisknop T_2 , die voor het opheffen van het vasthouden van het signaal dient, moet een lamp worden opgenomen.



De schakeling werkt als volgt. Na het inschakelen van het voedingsapparaat — fig. 2 — is het relais afgefallen. In het schema loopt de stroom van rechts naar links door de motor. Men gaat van de veronderstelling uit dat de stroom van +pool naar –pool gaat.

Stel dat T_1 wordt ingedrukt, dan loopt op het eerste moment via de gele draad (fig. 3) stroom door de relais-spoel. Dat tevens stroom via de wisknop T_2 en de lamp loopt, is niet belangrijk. Zou in deze kring echter geen lamp zijn opgenomen, dan hadden we een kortsluiting verkregen.

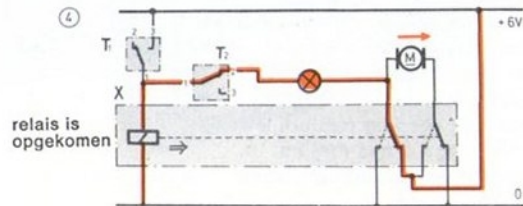
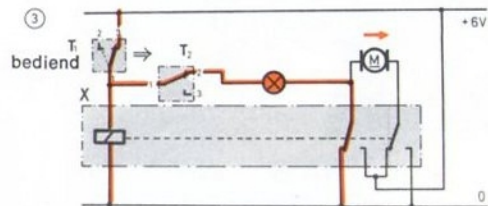
Frakties van een seconde daarna komt het relais op en poolt de motor om. De stroom loopt in tegenovergestelde richting door de motor, die de andere kant op gaat draaien. Je kunt T_1 nu rustig loslaten, hij heeft zijn plicht gedaan. Het relais houdt zichzelf in de opgekomen stand via de geel getekende verbinding, zie fig. 4. De lamp in de houdkring werkt als voorschakelweerstand; de stroomsterkte is groot genoeg voor het relais zoals je reeds op pag. 24 hebt kunnen nagaan.

De houdkring kun je onderbreken door op de wisknop T_2 te drukken. Het relais valt af en de motor wordt opnieuw omgepoold.

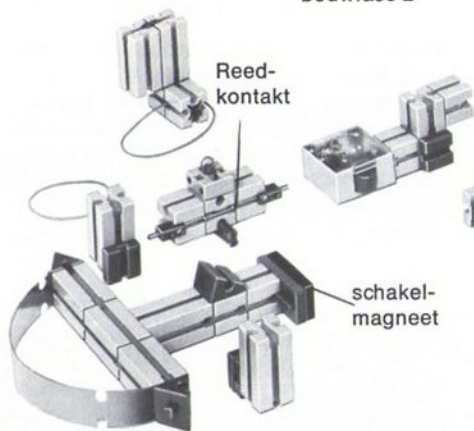
Wat je nu nog moet doen is de schakeling in het model opnemen. Belangrijk is dat de elastiekjes de bumpers

zonder storingen weer terugtrekken als deze worden vrijgegeven.

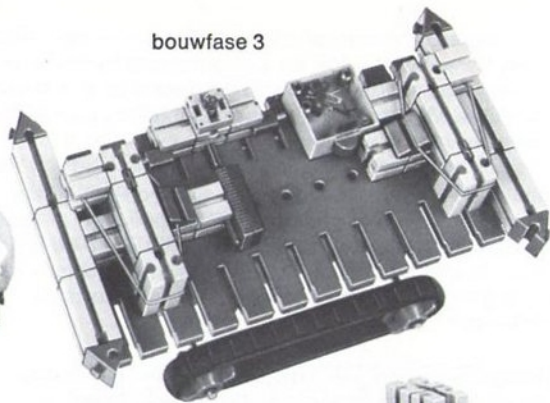
In het model is een Reedkontakt gebruikt en geen drukknop. Daarbij zijn twee mogelijkheden denkbaar. De magneet, gemonteerd op de geleiding van de bumper, beweegt naar het Reedkontakt toe en sluit dit zodra het voertuig ergens tegenop botst, zie fig. 5. In het andere geval plaatsen we de magneet zo op de geleiding van de bumpers dat het Reedkontakt gesloten is in de normale stand van de bumper.



bouwfase 2



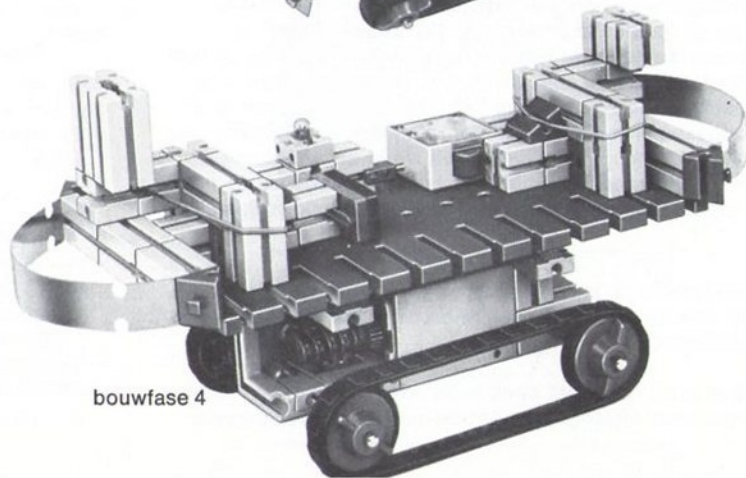
bouwfase 3



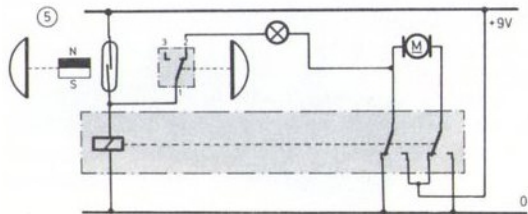
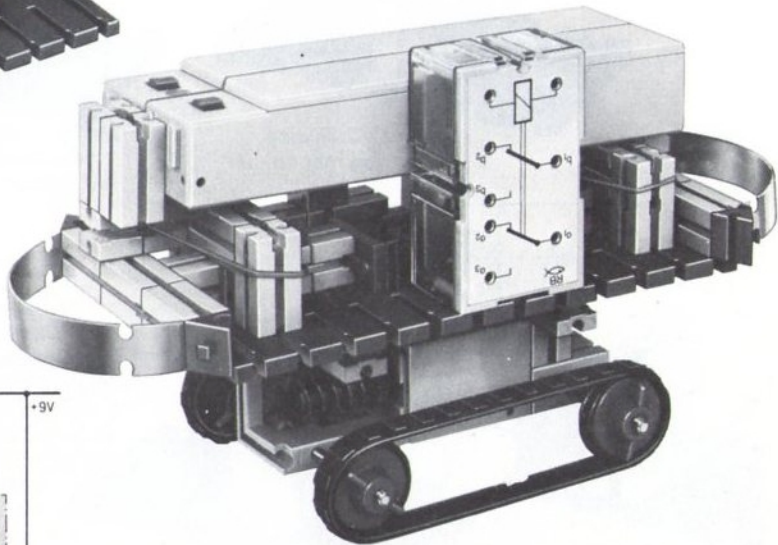
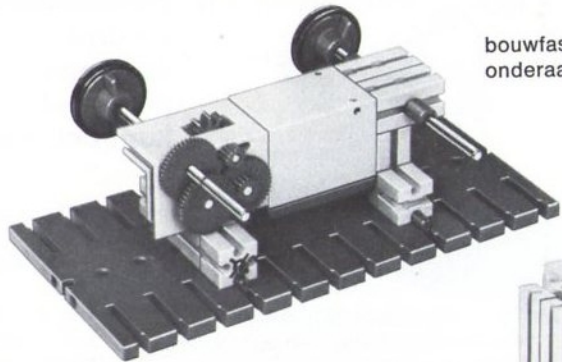
Een belangrijk punt is dat de beide schakelaars van de batterijhouders in dezelfde richting worden geschakeld. Anders zouden de geleverde spanningen van elk 4,5 V elkaar niet aanvullen tot 9 V, maar elkaar opheffen met als resultaat 0 V.

Je kunt de voeding natuurlijk ook via een lange draad met het netvoedingsapparaat verzorgen.

bouwfase 4

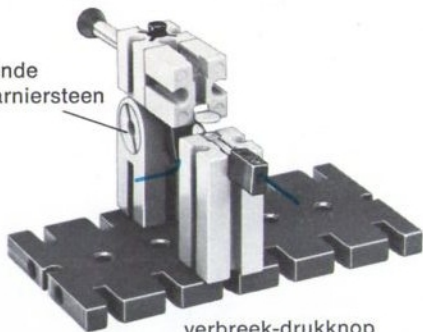


bouwfase 1,
onderaanzicht



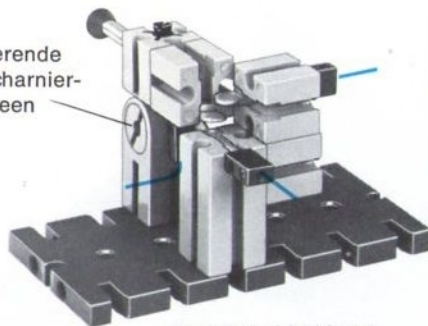
Schakelaars en drukknoppen die je zelf kunt bouwen

verende scharniersteen

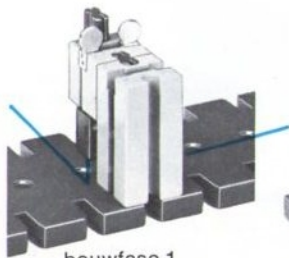


verbreek-drukknop
(drukknop met opener)

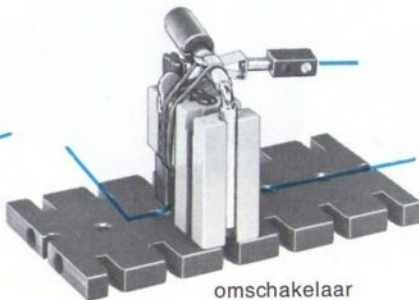
verende scharniersteen



omschakeldrukknop
(drukknop met wisselkontakt)

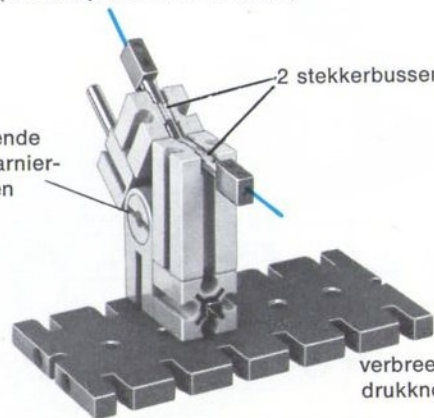


bouwfase 1
omschakelaar



omschakelaar

verende scharniersteen



2 stekkerbussen

verbreek-drukknop

Goederenlift met automatische stop

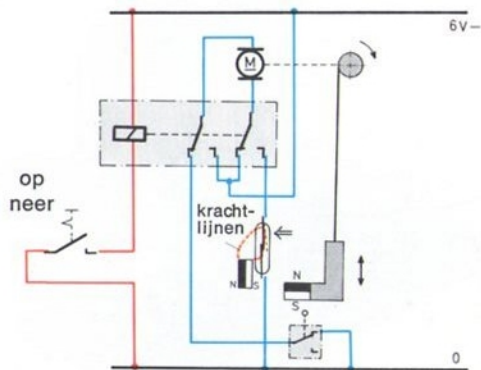
Voor de bouw van dit model, afgebeeld op pag. 60 en 61, heb je in totaal 8 snaarschijven nodig; desnoods moet je daarvoor de aanvullingsdoos 024 kopen. De lift gaat al naar de stand van de op/neer schakelaar naar boven of naar beneden. De bediende hoeft zich echter in het geheel niet te bekommeren over het uitschakelen van de motor. De liftkooi schakelt zelf op het juiste punt de motor uit.

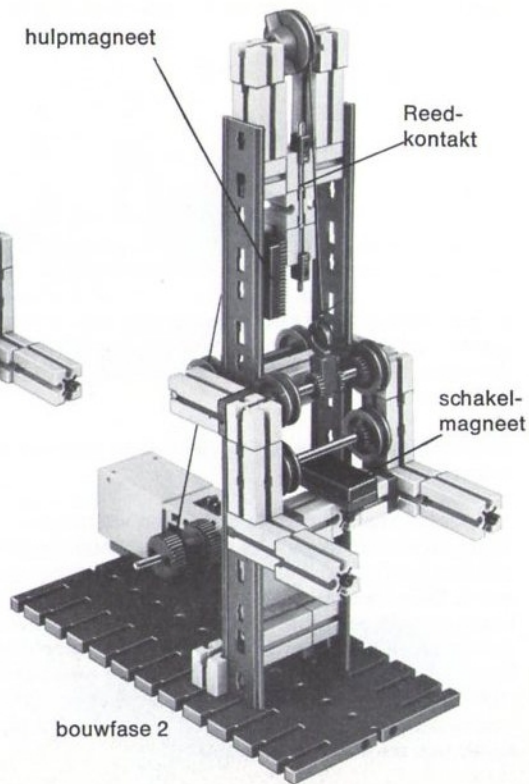
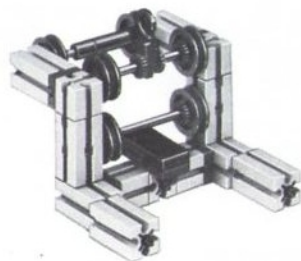
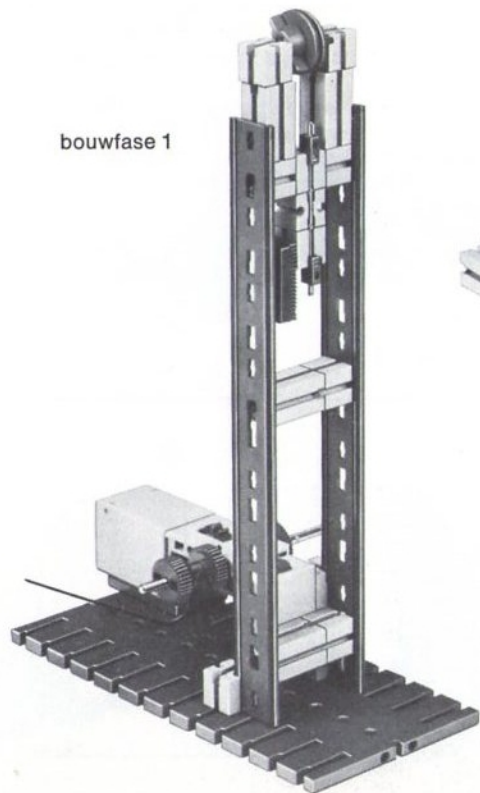
Schakelaars die deze functie vervullen, noemen we eindschakelaars.

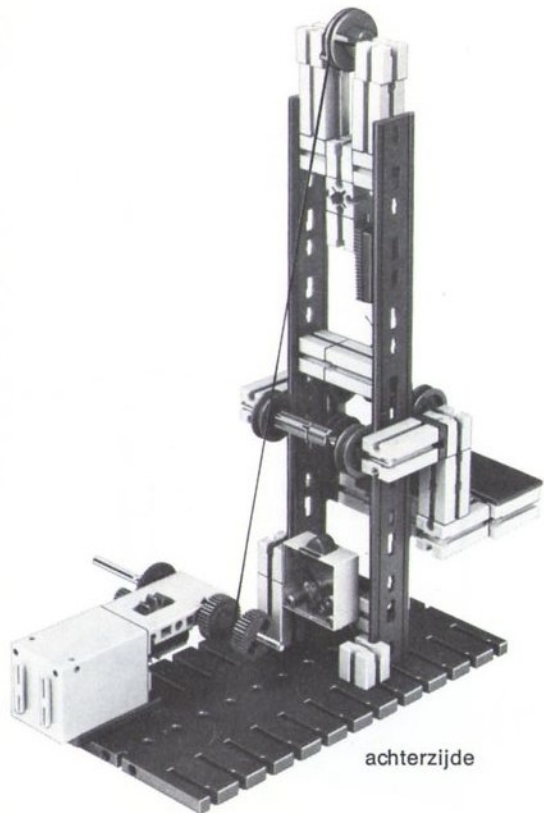
Als poolomkeerschakelaar gebruiken we het relais. De onderste eindschakelaar is een ft-drukknop, de bovenste een Reedkontakt, dat met een magneet gesloten gehouden wordt. De schakelmagneet zit op de liftkooi. Controleer de juiste afstelling van het Reedkontakt eerst zonder relais, dus met handbesturing van de motor. Een gloeilamp geeft daarbij aan of het Reedkontakt open of gesloten is. Ook de relaïsschakeling test je eerst zonder, dan met één en tenslotte met twee eindschakelaars. Daardoor wordt een en ander begrijpelijker.

Essentieel is dat elke eindschakelaar in een verbinding is opgenomen die na de ompoling niet meer nodig is. Hierdoor kan de motor in de andere richting gaan draaien.

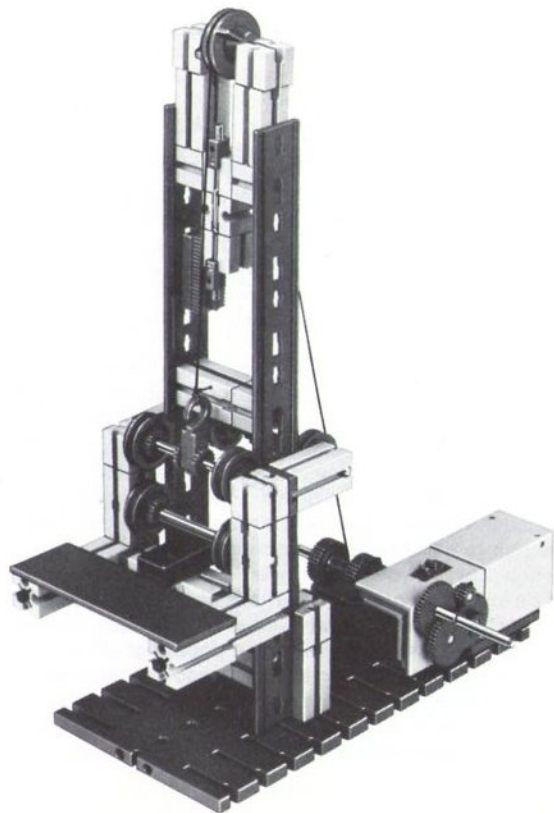
Wie plezier heeft in het zelf ontwerpen van schakelingen, kan het model op kontinu – zonder tussenstoppen – ombouwen. Poolomkering en het vasthouden van een schakelstand met een enkel relais is reeds op pag. 54 besproken.







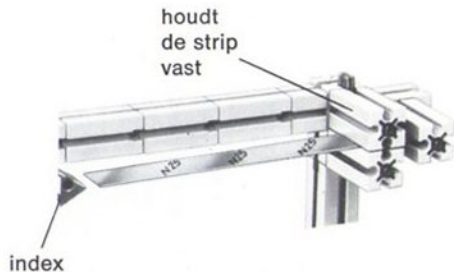
achterzijde



Een metaalstrip als thermometer

Doos em 3 bevat een bijzondere metaalstrip. Aan de buitenkant is dat niet te zien, maar de strip bestaat uit twee verschillende stroken. Vandaar de naam: bimetaal; bi betekent twee. De strook die bedrukt is zal bij verwarming veel sterker uitzetten dan de andere kant. De strip zal krom gaan staan als hij wordt verwarmd. We kunnen hem daarom als thermometer gebruiken.

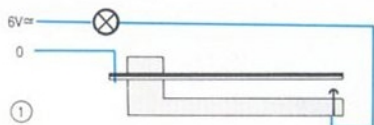
Met het nevenstaande model gaan we dat uitzoeken. Schuif het einde met het rode verbindingsstuk in de groef van een bouwsteen en klem de strip op korte afstand van de bouwsteen tussen twee andere bouwstenen. Je zult zien dat deze thermometer naar verhouding vrij ongevoelig is. We moeten de strip behoorlijk verwarmen of afkoelen om een duidelijke uitslag te verkrijgen. Het beste kun je een kaarsvlam gebruiken om de strip te verhitten. Zorg er voor dat er geen roet op het metaal komt, daar de strip later nog als elektrisch contact moet worden gebruikt. Lage temperaturen vind je in de ijskast. Bepaal eerst naar welke kant het vrije eind doorbuigt als je de strip verwarmt en hoe lang het duurt voor hij weer de oude vorm heeft. Als je de temperatuur ten slotte ook nog in graden Celsius wilt aangegeven, dan moet je een schaal aanbrengen en ijken met behulp van een echte thermometer.



Thermoschakelaar

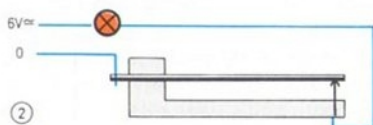
Misschien heb je zelf ook al bedacht dat we de bimetaalstrip als een elektrische schakelaar kunnen gebruiken die afhankelijk van de temperatuur een stroomkring kan openen en sluiten. Een dergelijke schakelaar heet een thermoschakelaar.

Figuur 1 toont een alarmschakeling waarvan de lamp gaat branden als een bepaalde temperatuur wordt overschreden. De stroomtoevoer geschiedt met een stekker die in het gat aan het ene einde van de strip wordt gestoken. Het bimetaal is boven het contact gemonteerd met de bedrukte zijde naar boven. Bij kamertemperatuur maakt de strip net geen contact met het vaste punt. In schema's wordt de bedrukte kant zwart getekend. Deze heet de actieve zijde omdat die sterker uitzet dan de andere. Hoe groter je de afstand tussen bimetaal en



kontaktpunt kiest, des te hoger moet de temperatuur zijn die het alarmsignaal tot gevolg heeft. Schakeling 2 werkt met een kontakt dat bij kamertemperatuur is gesloten. Het signaallampje moet branden als je de stroom inschakelt. In de tekening is de actieve kant naar beneden gericht. Gaat het kontakt nu bij verwarming of bij afkoeling open? Onderzoek ook wat er gebeurt als de actieve kant naar boven is gericht.

In beide schakelingen zien we bij het open gaan van het kontakt een vonk ontstaan. Bij hoge stroomsterktes en spanningen ontstaan ook veel grotere vonken. Het gevolg is dat na verloop van tijd de bimetaalstrip op het kontaktpunt wordt ingevreten. Er ontstaan dunne laagjes metaal-oxyde die een hoge weerstand bieden aan de stroom. Het kontakt wordt na verloop van tijd onbruikbaar. De oplossing van dit probleem schijnt voor de hand te liggen wanneer je even aan het relais denkt. Maar ook dat is op den duur niet voldoende. Wat we nodig hebben, zijn veerkontakten.



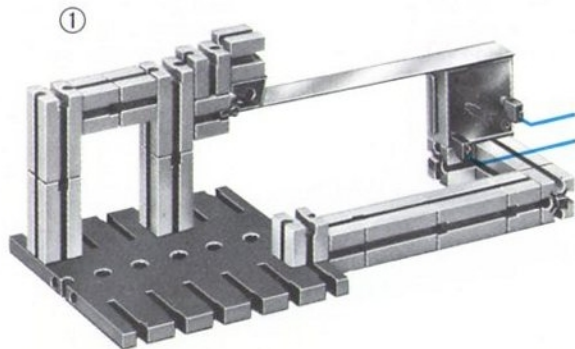
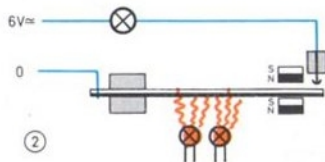
Thermoschakelaar met veercontacten

In fig. 1 zie je de eenvoudigste thermoschakelaar met veercontacten. De bimetaalstrip bedient een ft-drukknop. Je kunt vier verschillende types van deze schakelaar bouwen. De actieve zijde kan naar boven of naar beneden zijn gericht. Elke mogelijkheid kan worden gecombineerd met de voorwaarde: bij kamertemperatuur heeft de strip de drukknoop zover ingedrukt dat het veercontact reeds is omgeschakeld.

Dat geeft twee mogelijkheden, de andere twee verkrijg je door de combinatie met de tegengestelde voorwaarde: de strip houdt de drukknoop **niet** ingedrukt bij kamertemperatuur. De foto's op pag. 65 laten een andere, interessante constructie van een veercontact zien. Als je een magneet in de buurt van de bimetaalstrip brengt, dan wordt deze aangetrokken. De strip bevat kennelijk ijzer. We gaan nu gebruik maken van het verschijnsel dat de magnetische krachten vlak bij de magneet zeer sterk zijn, maar reeds op korte afstand snel afnemen.

De truc die we in ons model van een thermoschakelaar toepassen, is de volgende. Het sluiten en openen van het contact ondersteunen we met magneten. Figuur 2 laat het principe zien, op pag. 65 vind je het model met de verschillende bouwfases. De strip ligt tussen twee magneten (één met een groene en één met een rode houder) die met tegengestelde polen naar elkaar toe gericht zijn.

Op een afstand tussen magneet en strip van ongeveer 2 mm is het niet mogelijk de strip in het midden, tussen de twee polen te houden. Hij wordt altijd door de ene of door de andere magneet aangetrokken.



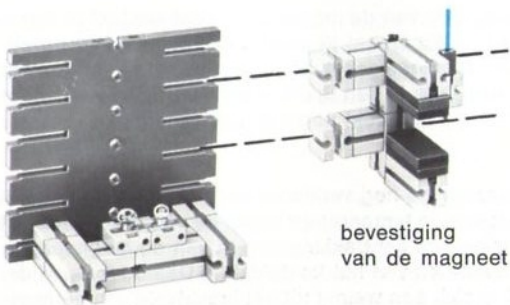


magneet en vast
kontaktstuk
van rechts gezien



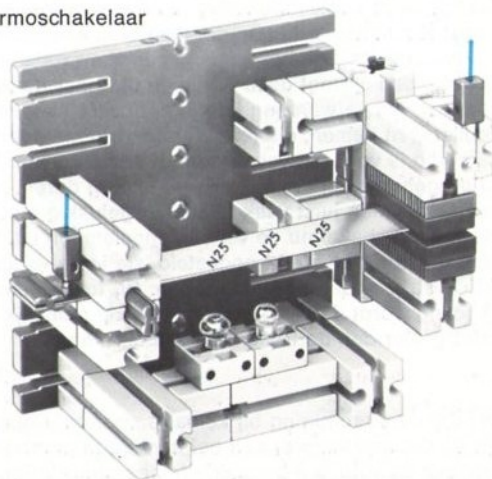
houder
voor bimetaal

thermoschakelaar



bevestiging
van de magneet

bouwfase 1



In tegenstelling tot fig. 2 is de strip in het model met de bedrukte zijde naar boven gemonteerd. Laten we eens kijken hoe een en ander werkt. Het vaste contactstuk en de strip moeten contact met elkaar maken als de lampen uit zijn. Je kunt de magneten zo opstellen dat de bimetaalstrip in de normale stand steeds naar de magneet wordt getrokken waarnaar de bedrukte kant is gericht.

Met het vaste contactstuk zorg je er voor dat de strip de magneet niet aanraakt. Op die manier is er voldoende druk van de strip op het contactstuk. Verwarmen we nu de strip, dan springt deze na enige tijd naar de andere magneet. Als verwarming kun je het beste twee of meer gloeilampen nemen, die je onder de strip monteert. De tijd die nodig is voor het verwarmen of afkoelen van de strip, zal de gehaaste onderzoeker veel te lang duren. In de techniek is men juist vaak bijzonder gelukkig met deze traagheid. Schakel nu de verwarmingslampen uit. Als je de magneten goed hebt opgesteld, zie je na verloop van tijd de strip opeens terugspringen. Bij toenemende afkoeling wordt de veerkracht in de strip namelijk op het laatst groter dan de trekkracht van de magneet.

Stel dat de stroomkring bij kamertemperatuur open moet zijn en dat een lamp of een bel een alarm moet geven wanneer de strip een bepaalde temperatuur krijgt. In dat geval plaatsen we de strip vlg. fig. 2 en monteren we een aanslag die verhindert dat de strip de magneet aanraakt.

Het afstellen van de magneten en het contact is nog niet zo eenvoudig en zal je geduld wel even op de proef stellen. Monteer aansluitend een tweede vast contact; daarmee krijg je een thermo-omschakelaar. Het model hebben we zo direkt nog een keer nodig.

Nu moeten we nog verklaren waarom de strip veert. Bij een bepaalde temperatuur wordt de veerkracht in de strip groter dan de aantrekkingskracht van de magneet. De strip komt los van het contactstuk. Daardoor verwijdt de strip zich een weinig uit het krachtveld van de magneet en komt tegelijk meer in het aantrekkingsveld van de andere magneet. In frakties van sekonden trekt deze de strip geheel naar zich toe.

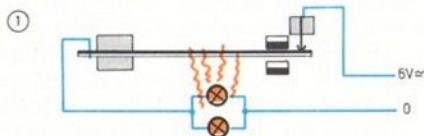
Thermostatisch geregelde verwarming

Vroeger waren de mensen allang blij als ze een verwarming hadden. Tegenwoordig kun je zelfs het in- en uitschakelen aan een automaat overlaten. Een dergelijke automaat heet een regelaar. Nu komt een regelaar niet alleen aan onze luiheid tegemoet, maar hij bespaart ons tijd, geld en moeite. Een regelaar voorkomt b.v. oververwarming en dat scheelt in de verwarmingskosten. Het principe van de regelaar is eenvoudig. Allereerst hebben we een sensor nodig die de temperatuur – in het algemeen de regelwaarde – vaststelt. Wijkt nu de werkelijke temperatuur af van de gewenste waarde dan wordt de verwarming ingeschakeld. Deze blijft aanstaan tot de gewenste temperatuur is bereikt, waarna de verwarming automatisch afslaat. Het gaat dus om een systeem dat zichzelf bestuurt.

De voorgaande hoofdstukken vormen een goede basis voor de bouw van een regelaar. Onze thermoschakelaar met magneten kan om te beginnen afwijkingen van een voorgeschreven temperatuur vaststellen. Ten tweede kan hij elektrische apparatuur, b.v. één of meer verwarmingselementen in- en uitschakelen. Het model is in feite al kant en klaar. Voor de verwarming gebruik je twee lampen; zorg er voor dat de warmte niet te snel kan afvloeien.

Over het model zet je daarom een doos met een opening om doorheen te kijken. Figuur 1 geeft de schakeling weer. De gewenste temperatuur kun je instellen door de stand van de ene magneet te veranderen en het vaste contact te verschuiven.

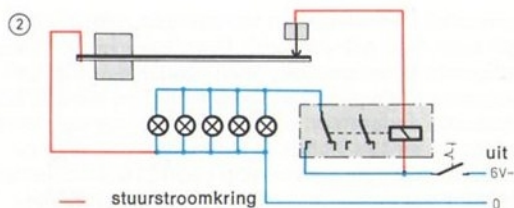
De bedrukte kant van de strip moet naar boven komen. Hoe werkt de regelaar nu? Stel dat de temperatuur in de kamer lager is dan je op de thermostaat – de bimetaal-schakelaar met magneten – hebt ingesteld. De schakelaar is dan dicht. De lampen geven warmte af en de temperatuur in de kamer stijgt.



De verwarming blijft branden tot de schakelaar in de andere stand springt en daarmee de verwarmingsstroomkring opent. De temperatuur begint nu langzaam te dalen, de ruimte geeft zijn warmte af. Als je dit proces wilt versnellen moet je een »venster in de doos« openzetten. Als de temperatuur voldoende is gedaald, dan springt de strip opnieuw terug, sluit de stroomkring en de verwarming van de ruimte begint weer. Er zijn slechts twee schakelstanden van de verwarming: aan of uit. Een dergelijk regelproces noemen we een minimum-maximumregeling. De werkelijke temperatuur is maar voor korte tijd even hoog als de gewenste temperatuur. De afwijking blijft echter klein zodat we van een gelijkmatige temperatuur mogen spreken. De temperatuur is geregeld.

Zoals je uit het voorgaande al begrepen zult hebben, is het niet verstandig om voor lange tijd een hoge stroom door het thermo-bimetaal te laten lopen. We gebruiken daarom een relais, zie fig. 2. Op die manier verkrijgen we een door de thermostaat geschakelde stuurstroomkring en een door het relais geschakelde belastingsstroomkring. De stroom in de eerste wordt bepaald door de wikkeling in het relais, in de tweede is het de grootte van het verwarmingselement dat de stroom bepaalt. Met het relais kunnen we de verwarming niet met twee, maar met vijf lampen uitrusten. De lucht in de kamer wordt dan veel sneller verwarmd. Je krijgt natuurlijk ook een andere verhouding tussen de aan- en uit-tijden. In beide gevallen zal de cyclustijd, dat is de tijd tussen een inschakeling van

het relais en de volgende inschakeling, verscheidene minuten bedragen. Je moet wel even geduld hebben.



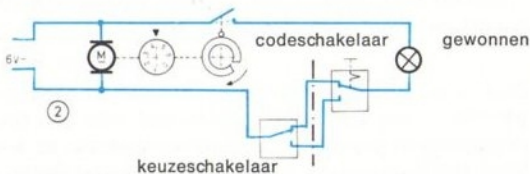
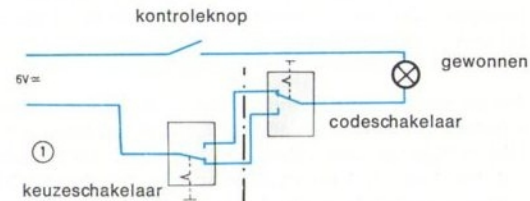
Elektromechanische speelautomaat

Niet alle apparaten en machines door de mens uitgevonden, hebben een praktisch en nuttig doel. Vele zijn alleen maar gemaakt om ons enig genoegen te verschaffen. Zoals bijv. de navolgende speelautomaat.

Het stroomkringschema vind je in fig. 1. Het spel wordt door minstens 2 personen gespeeld. De ene is de bankhouder en bedient de codeschakelaar. Hij stelt deze naar willekeur in, maar zo dat de ander, de speler, de stand niet kan zien. De speler stelt nu de keuzeschakelaar in. Deze is evenals de codeschakelaar een omschakelaar.

De speler wint als hij de gekozen stand van de bankhouder raadt. Als beide hun keus hebben gedaan, dan kan b.v. een derde persoon die als scheidsrechter optreedt, de controleknop indrukken. Als de speler wint dan licht de lamp op die achter het woord »gewonnen« staat. Dit woord schrijf je op een stukje transparant papier dat je in de witte kap van een lichtsteen plaatst. In dit spel is de kans om de juiste stand te raden 50%. Dat betekent dat als je lang genoeg speelt, bankhouder en speler even vaak gewonnen en verloren zullen hebben. Bij een variant op dit spel, schakeling 2, wordt automatisch aangegeven of de speler heeft gewonnen. Een permanent lopende motor drijft via een transmissie een nokkenschiif aan. De

schakelnokken zijn zo ingesteld dat na elke omwenteling de ft-drukknop (verbreekkontakt) een kort moment wordt vrijgegeven. Op de nokkenas zit bovendien een — zelf te bouwen — cijferwiel dat langs een index of achter een schijf met een opening draait.



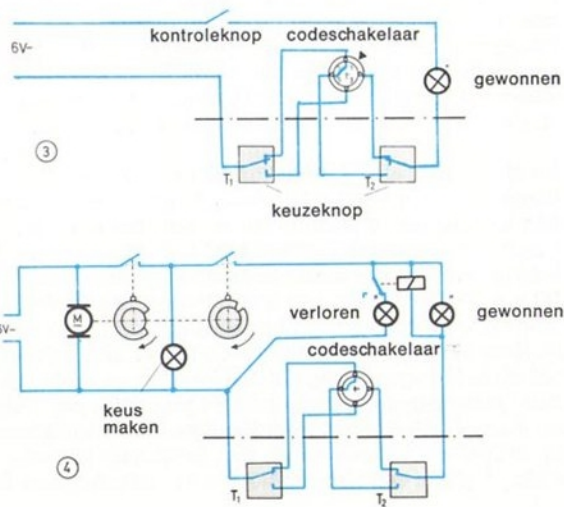
De nokkenschiif en het cijferwiel moet je zo afstellen dat de lamp achter »gewonnen« oplicht op het moment dat de »nul« verschijnt in het venster of naast de index.

In een andere versie van de speelautomaat gebruiken we een draaischakelaar. De bankhouder kan uit vier combinaties kiezen van steeds twee kontakten die hij met elkaar verbindt. De speler heeft twee drukknoppen tot zijn beschikking om de keuze van de bankhouder te raden. Het lampje gaat weer branden als de juiste combinatie is geraden. In dit geval bedraagt zijn kans maar 25%; de bankhouder moet, om de kansen in evenwicht te brengen, daarom het viervoudige van de inzet uitkeren bij een gewonnen spel.

Als de speler doorlopend verliest, zou hij kunnen vermoeden dat er een draad loszit of dat het lampje stuk is. Met behulp van een relais kun je er voor zorgen dat de automaat ook het resultaat »verloren« aangeeft. De schakeling vind je in fig. 4. Als de speler de juiste keus heeft gemaakt, dan komt tegelijk met het oplichten van het woord »gewonnen« ook het relais op. Daar dit bijzonder snel schakelt, kan de lamp achter »verloren« maar heel even – en zwakjes – oplichten.

Ook de tijdautomat hebben we in deze schakeling geperfectioneerd. Een lamp (geschakeld door een tweede nokkenschiif) begint te branden vlak voor dat de controleknop wordt ingedrukt. Dit betekent: »keus maken«. Je

hoeft dan niet meer op het cijferwiel te letten. In dit geval komt het er dus op aan de beide nokkenschiiven goed op elkaar af te stellen.



Stuklijst em 3

naam	aanvullingsdoos		art. nr.	aantal em 3	naam	aanvullingsdoos		art. nr.	aantal em 3
Relais bouwsteen RB II	em 10	1	3 37683	1	Bimetaal	*		3 35792	1
Poolomkeerschakelaar	*		3 31331	1	Verbindingsstuk	019	9	3 31061	2
Permanente magneet, groen	*		3 31322	1	Platte stekker, rood	*	10	3 31337	2
					Platte stekker, groen			*	10
Rechthoekige sluitplaat	*		3 31325	1	Kabel, 1-aderig blauw, 2000 mm lang	*		4 36383	5
Verdeelplaat, 1-polig, groen	*		3 31327	1	Kabel, 1-aderig, met 2 groene stekkers, 60 mm lang	em 7		3 37160	1
Verdeelplaat, 1-polig, rood	*		3 31328	1	Kabel, als bovenstaand, 200 mm lang			3 37164	1
Lichtsteen	*	3	3 31313	2	Kabel, 1-aderig, met 2 rode stekkers, 60 mm lang			3 37161	1
Kogellamp	*	3	4 31314	7	Kabel, als bovenstaand, 200 mm lang			3 37165	1
Lichtkap, geel	em 4*	1	4 31317	1					2
Lichtkap, blauw	*	1	4 31319	1					
Lichtkap, wit	*	3	4 31320	3					

De met * gemerkte artikelen zijn bij elke fischertechnik service-speelgoedwinkel leverbaar uit de servicebox

Wat volgt?

De experimenten en besturingsschakelingen besproken in dit boek, vormen de basis voor het ontwerpen van relaischakelingen. Op grond daarvan kun je nu besturingsschakelingen ontwerpen voor modellen, die je zelf hebt bedacht.

Met de dozen em 1, em 2 en em 3 beschik je over hetzelfde materiaal als dat van hobby 3. Wie de drie bijbehorende handleidingen goed heeft doorgenomen, kan zonder meer de schakelingen begrijpen die in het »Experimenten en modellen«boek worden besproken.

Hij zal ook weinig moeite hebben met het bouwen van de bijbehorende modellen.

Voor de besturing van grotere modellen zijn natuurlijk verscheidene motoren, relais en drukknoppen nodig. Deze zijn apart verkrijgbaar in de speelgoedhandel.

Voor de bouw van ingewikkelder schakelingen en besturingen verdient het aanbeveling de »Experimenten en modellen«boeken van hobby 3 aan te schaffen. Je kunt ook een andere weg volgen. Dat is de besturingstechniek die met licht, warmte en geluid werkt en elektronische schakelingen. Daarvoor zijn er de elektronikadozen ec 1, ec 2 en ec 3. Vooral voor de jongere onderzoekers is dat bijzonder interessant. Tezamen komen de drie ec-dozen overeen met de doos hobby 4.

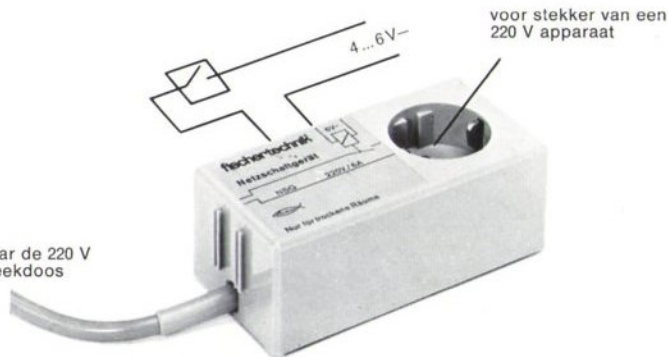
In aanvullingsdoos em 9 vind je de bijzonder interessante fischertechnik mini-drukknoppen. Deze werken met veercontacten en kunnen – zie nevenstaande afbeelding – worden gekoppeld. Bijvoorbeeld om een pool-omkeerschakelaar te bouwen. De mini-drukknoppen zijn gemakkelijk in elk model te bouwen dank zij de geringe afmetingen: $30 \times 15 \times 7,5$ mm. De fischertechnik netvoedingsschakelaar em 11 dient voor het in- en uitschakelen van 220 V apparaten zoals een plafond- of muurverlichting, een elektrische kachel enz. Het schakelen gebeurt met een ongevaarlijke spanning van 4,5–8 V, geleverd door een batterij of een ft-transformator.

In plaats van de zelf gebouwde bel voor de alarm-schakelingen op pag. 20 e.v. kun je ook de netvoedingsschakelaar gebruiken voor het inschakelen van een 220 V lamp.

De netvoedingsschakelaar kan in combinatie met een bimetaal ook worden toegepast voor het elektronisch regelen van een elektrische verwarming (max. 2000 watt). De betreffende schakeling staat in de handleiding van de netvoedingsschakelaar.



naar de 220 V
steekdoos





fischertechnik van de Fischer Fabrieken, waar ook de wereldbekende grijze Nylon-pluggen vandaan komen.

fischertechnik von den Fischer-Werken, aus denen auch die weltbekanntesten grauen Nylon-Dübel kommen.

fischertechnik comes from the Fischer Factories in Western Germany which also make the world-famous Nylon Fixing Devices.

fischertechnik fabriqué par les Etablissements Fischer mondialement connus par leur gamme de chevilles grises en Nylon.

