

fischer[®]technik

IC-digitaal Praktikum



Art. Nr. 6 39630 4

Inleiding tot de
digitale elektronika voor de fischertechnikus.
Met 4 IC's en 1 schakelsteen.

fischertechnik[®]

IC-digitaal Praktikum

Inleiding tot de
digitale elektronika voor de fischertechnikus.
Met 4 IC's en 1 schakelsteen.

Voor de bouw van de modellen zijn nodig:

Basisdoos	200
Motor- en transmissiedoos mot. 1 en mot. 2	
Statikadoos	50 S

Voeding:

4,5 V batterij
(of batterijhouder met 3×1,5 V staafbatterij)
en een trafo mot. 4

Ten geleide

Vast en zeker heb je wel eens een modelspoorbaan gezien. Twee of meer treinen rijden en stoppen automatisch, ze kiezen steeds het juiste spoor zonder op elkaar te botsen.

Je staat in een flatgebouw en drukt op de knop voor de lift, maar die zoeft voorbij. Even later stopt de lift in de liftkoker ernaast voor je. Je stapt in, drukt op de knop van de etage waar je naar toe moet. De deuren sluiten automatisch. Je wilt naar de 14e etage, maar onderweg stopt de lift ook op de negende waar iemand naar binnen stapt die omhoog moet. Het lijkt wel of de lift een geheugen heeft en kan denken.

Neem het knipperlicht in een auto of een verkeerslicht. Ze gaan automatisch aan en uit. Of heb je ooit een chauffeur gezien die regelmatig op de knop van de richtingaanwijzer drukt?

Het zijn maar een paar willekeurige grepen uit de praktijk. Er zijn tientallen andere voorbeelden van automatische besturing. Van apparaten, machines, installaties en zelfs van voertuigen. Bijna altijd is het digitale elektronica die daarvoor zorgt.

Als fischertechnicus heb je waarschijnlijk al automatisch gestuurde modellen gebouwd. Dat deed je dan met behulp van sleepringen, drukknoppen, stoters, nokken, segmentschijven en andere mechanische onderdelen. Het principe was steeds hetzelfde: elektromechanisch. Ook nu zullen we schakelaars, drukknoppen en een relais nodig hebben. Het grote verschil zit in het sturen. Dat kunnen we met elektronica veel beter en eenvoudiger oplossen dan met stoters en stuurschijven, zoals je zult zien.

Deze experimenteerdoos bevat 4 moderne elektronische componenten. Ze worden kortweg IC's genoemd, een afkorting van Integrated Circuits. In de praktijk spreekt men ook wel van »meikevers«. Dit boek heeft 3 delen. In het eerste deel, de pagina's zonder kleurrand, behandelen we de voeding – de stroomvoorziening – gevolgd door de »sensors«. Je kunt die zien als de zintuigen van de meikever, waarmee hij de signalen opvangt. Want alleen daarmee kan de IC

een relais sturen of lampjes en motoren in- en uitschakelen. Houd je altijd aan de voorschriften in de tekst, anders loop je de kans dat de meikevers hun vleugels branden. Ook de volgorde van de proeven is belangrijk. Houd die aan en je komt er snel achter hoe veelzijdig de meikevers zijn.

De proeven en modellen in het eerste deel verschaffen je de kennis en ervaring die je nodig hebt voor het tweede deel (de oranje pagina's) van dit boek. Daarin komen de basisprincipes aan de orde van de digitale techniek. Alleen zo kun je de vele trucjes en kneepjes leren die je moet weten voor de automatisering van zelf ontworpen constructies. Je zult zien dat de funktietabellen uitstekende diensten bewijzen voor het logisch in kaart brengen van de ingewikkelde besturingen.

Het laatste deel van dit boek (de blauwe pagina's) behandelt hoe je het IC-digitaalstelsel kunt combineren met andere fischertechniek-dozen. Daarnaast vertellen we ook iets over welke mogelijkheden andere IC's en IC-stenen bieden.

Waarom hebben we deze doos een praktikum genoemd? Omdat het handboek met de IC's en de andere componenten, zoals de fotowerstanden, condensators, enz., een inleiding vormen tot de digitale techniek die ook praktische waarde heeft en rechtstreeks is ontleend aan de moderne elektronica, zoals die o. a. in computers wordt toegepast. Echt iets voor de fischertechnicus, nietwaar?

En nu veel plezier en succes met het IC-digitaal Praktikum.

Herbert Finke

Inhoud

Hoofdstuk	Onderwerp	pag
Digitale schakelingen met IC's	Kleurcode kabels	6
Voeding	ft-trafo mot. 4 en 4,5 V batterij	7
Mini-drukknop en zijn functies	Verbreek-, maak en wisselkontakt	7
Snelstop van de motor	Kortsluiten van de motor	8
De schakelsteen (R-steen)	Relais, juiste aansluiting, kontakten	9
De IC-bouwsteen	De juiste spanning en polariteit	10
Het inwendige van de meikever	Ingangen en uitgangen van een poort	12
Een licht-gestuurde drukknoop	Fotoweerstand als sensor	13
Een »schemer« schakelaar	Fotoweerstand stuurt de R-steen	14
Er komt een vogel aangevlogen	Vertraging van het omschakelen met behulp van een condensator	14
Gescheiden ingangen – sturen tezamen	De AND-schakeling	15
Lichtstraalonderbreker	Optische bank; maximale reikwijdte	16
Akoestische signaalgevers	Motortratel en relaisratel	17
Kauwgumautomaat	Alarminstallatie met lichtstraalonderbrekers	18
Werp spel met voltreffersignaal	2 lichtstraalonderbrekers en AND-poort	19
Stempelautomaat	AND met 3 ingangen	20
De reis van een pakket	Besturing van een transportband met lichtstraalonderbrekers	23
Buitenlandse pakketpost	Aansluiting van motor via maak- en verbreekkontakt	23
Een nieuw IC	Invertor	25
Geen grote pakketten	NAND-poort	26
Sorteren van postpakketten	NOR-poort	27
2 fotoweerstanden zien meer	OR-schakeling	27
Voor start en stop een flipflop	Flipflop opgebouwd uit NOR-poorten	28
	Ontstoring	29
Een monoflop zet zelf de band stop	Triggeren van MF door LS-onderbreking	29
	Pulstijd	30
Een flikkerlicht	Terugkoppeling met licht	31
Waarschuwingslicht bij nacht	NAND-poort met gesperde ingang	32
De »schemer« wekker	NAND-poort met geïnverteerde ingang	32
Omkeren van de polariteit	R-steen als poolomkeerschakelaar	32
De schuine lift	Sturen van flipflop met LS en drukknoop	33
Omkeren op de helft	FF met OR op de R-ingang	35
Het kan ook zonder LS en drukknoop	FF van NOR- en NAND-poorten	36
Een pulsgenerator	A-stabiele pulsgenerator van NAND-poorten	37
Knipperlicht – onderbrekerlicht	Instelling pulstijd door belichting van FW	38
Als door een wesp gestoken	Terugstooteffect	38
Elektrische schakelklokken	Tijd- en programmaschakelaars	39
De motor loopt stap voor stap	Pulsgenerator	40
De monoflop »triggert« zichzelf	MF als pulsgever	41
»Licht aan« en »licht uit« triggeren de MF	Tegengestelde triggeringen	42
De zuinige lichtstraalonderbreker	Serieschakeling van twee lampjes	42
Het toeval beslist	Pulstijd afhankelijk van belichting FW	43
Transportband met meenemers	Transport met pauzes, sturen met behulp van pulsgenerator of MF	44
Het ochtendgloren wekt	AND-poort met 1 of 2 geïnverteerde ingangen	46

Hoofdstuk	Onderwerp	pag
De gele pagina's		
L- en H-signalen	Definities positieve logika	48
Melden of aangeven van signalen	L-H-signalen met LED's (proefschakeling)	49
Testen van een poort	Funkties van een AND-schakeling	50
Scheidingstrap	Identiteitspoort voor ontkoppeling	51
Hoofdprijs en troostprijzen	AND-poort met 2 scheidingstrappen	52
De inverter	Proefschakeling voor IC 7400 en IC 7402	52
Een signaal wordt om-en-om gekeerd	Signaal door een keten van invertors	53
Logische schakelingen		
NAND	Funktietabel-AND van NAND-poorten	54
OR en NOR	Funktietabellen-OR van NOR-poorten	55
Opbouw in NAND of in NOR	Omzetten van NAND in NOR-techniek en omgekeerd	56
Poorten met omgekeerd of tegengesteld werkende ingangen	Opstellen van een gewenste funktie in een tabel	57
Een slimme alarminstallatie	OR met geïnverteerde ingang A NAND met geïnverteerde ingang B	58
Situatie-gestuurde transportband	AND met geïnverteerde ingang A	59
De exclusieve OR	Funktietabel	61
Groen tegen rood	Spel met 50% kans op winnen	62
Tabel van alle logische schakelingen	Logische schakelingen in NAND- en in NOR-techniek	64
De juiste logische schakeling	Bepalen van de juiste poorten	65
Permanent alarmsignaal	Vasthouden van signaal met relais	67
RS-flipflop in NOR-techniek	Zetten en terugzetten (stoppen): \bar{Q} : prioriteit	68
Zetten of terugzetten met H of L	Flipflops: $RS - \bar{RS} - \bar{RS} - \bar{RS}$	71
RS-flipflop met twee S-ingangen	OR of AND voor de zettingang	72
Hoe snel is de zeepkistenauto?	Snelheidsmeting met 2 lichtstraalonderbrekers	73
Een automatische sorteermachine	Sorteren op hoogte of op lengte	75
Triggeren van monoflop	Schakellogika van IC 74121	78
Instellen van pulstijd	RC-schakeling, ook met fotoweerstand	78
Triggeren door LS te onderbreken	L-H sprong op ingang B	79
Triggeren met lichtflits	H-L sprong op ingang A_1 of A_2	79
Sperren van de monoflop	Instellingen	80
De blauwe pagina's		
Het slot op de kluisdeur	2 IC-stenen voor AND en MF	81
Als door een onzichtbare hand	Openen en sluiten van garagedeur met licht	82
Transistoren en IC's tezamen	Kombineren met elektronika praktikum	84
De lift stopt automatisch	2 R-stenen voor »aan-uit« en poolomkeer	85
Schakelklok met instelbare pauzes	Aandrijfwerk met hoge overbrenging	86
Schakelen van sterkstroomapparaten	Netvoedingsschakelaar em 11	88
De combinatie met ec-dozen en hobby-elektronika	Voeding en interface	89
Solderen van kontakthulzen	Goed solderen voorkomt een hoop narigheid	90
Proefschakelingen en stuklijst		91
fischertechnik kent geen einde	Aanwijzingen voor uitbreidingen	92

Digitale schakelingen met IC's

Het begrip digitaal komt van het Engelse woord »digit« dat vinger betekent, maar ook een geheel getal beneden de tien. Digit stamt namelijk weer af van het Latijnse »digitus« = vinger. En de Romeinen gebruikten hun vingers al om te tellen. IC is de afkorting voor Integrated Circuit, hetgeen zoveel betekent als geïntegreerde, of logisch samenhangende schakelkring. Dit praktikum bevat 4 verschillende IC's. Elk IC bevat een grote hoeveelheid transistors, diodes en bijbehorende weerstanden. Dat spaart niet alleen veel ruimte maar is ook een stuk goedkoper in de praktijk. Bij de produktie van allerlei apparatuur kan nu met een IC worden volstaan. Vroeger moesten dergelijke schakelingen stuk voor stuk worden opgebouwd uit de losse componenten.

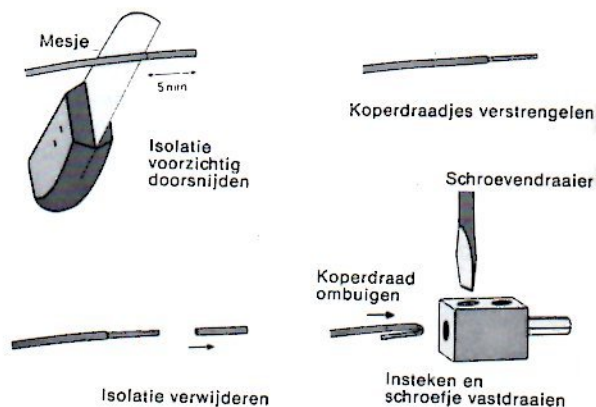
Waarom de schakelingen digitaal heten? Daarop zullen we in dit boek niet al te diep ingaan. Een model wordt digitaal genoemd als je het met een signaal start, stopt of de draairichting omkeert, b.v. van de motor. Wil je echter de snelheid van een motor traploos (continu) regelen, van heel langzaam naar snel en omgekeerd, dan heb je een analoge schakeling nodig.

Voor de digitale schakelingen in dit praktikum bevat de doos, naast de elektronische componenten, nog twee andere digitale bouwstenen: de IC-bouwsteen met de dubbele rijen pennen en de schakelbouwsteen met het relais. Voortaan spreken we kortweg van IC-steen en R-steen. De laatste zorgt voor de overgang van de elektronika naar de motor of de lampjes in de modellen.

Voor we beginnen moet je eerst nog enige verbindingskabeltjes maken.

Zonder verbindingen gaat het niet

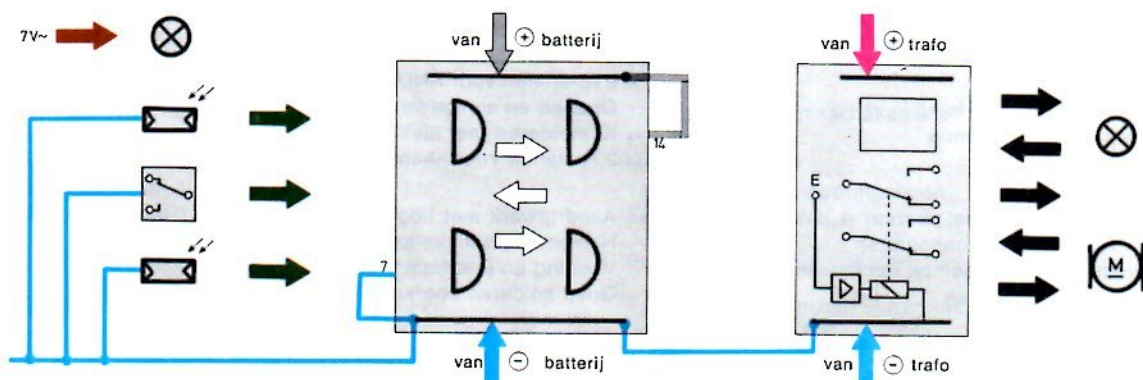
Voor de bedrading van de schakelingen heb je kabeltjes nodig. Om niet in een warwinkel terecht te komen, gebruiken we – net als in de praktijk – verschillende kleuren, elk met een vaste taak. De kabels zijn aan de ene kant reeds voorzien van kontakthulzen. Je hoeft alleen aan het andere eind een stekertje te bevestigen. Onderstaande tekeningen laten zien hoe. Fig. 5 toont voor welke taak elke kleur wordt gebruikt. Voorlopig kun je volstaan met de 5 kabeltjes zonder stekkers of kontakthulzen aan beide kanten van een stekker te voorzien. De rest doe je wanneer het nodig is. Met een klein beetje gevoel kun je de isolatie ook verwijderen met een niet geheel dichtgeknepen tangetje.



Breekt een kontakthuls af? Aan het eind van het boek staat hoe je een nieuwe huls moet bevestigen.

⑤

Aanbevolen kleuren voor kabels



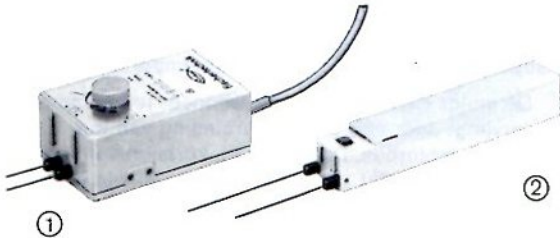
De voeding

Let op!

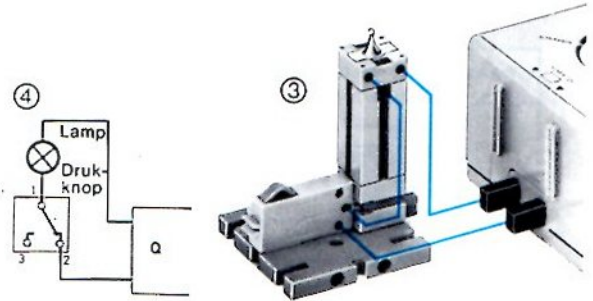
In geen geval het stopcontact van het lichtnet gebruiken. Dat kan dodelijk zijn!

Zonder stroom gebeurt er niets. Altijd moet er een elektrische bron zijn die voor de stroom zorgt. Als bron gebruiken we de fischertechnik trafo (fig. 1). Andere trafo's, b.v. van een elektrische spoortrein, zijn niet geschikt.

Daarnaast heb je als tweede bron een platte 4,5 V batterij nodig of een fischertechnik batterijhouder (fig. 2).



De drukknop werkt in deze schakeling als een verbreekcontact. Door het indrukken van de knop wordt de stroomkring verbroken, waardoor het lampje uitgaat. Technici schrijven de resultaten van hun proeven graag in een tabelvorm. Wij zullen dat ook doen. De tabel, ingevuld en wel, zie je onder fig. 4. In deze functie-tabellen wordt genoteerd wat er gebeurt als je de drukknop bedient (indrukt) resp. niet bedient.

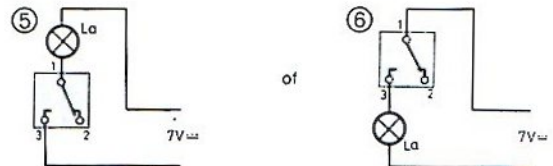
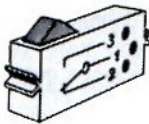


Verbreekcontact

T niet ingedrukt	lamp brandt
T ingedrukt	lamp brandt niet

- Steek de stekker die in bus 2 staat, in bus 3. Zie fig. 5. Wat gebeurt er nu als je T indrukt? Vul de tabel in.

De mini-drukknop en zijn functies



Maakcontact

T niet ingedrukt	lamp
T ingedrukt	lamp

De mini-drukknop kan verschillende taken verrichten, al naar de aansluiting.

- Bouw de schakeling van fig. 3 met lampje en mini-drukknop. Je hebt twee kabeltjes nodig met aan elke kant een stekker. Als bron neem je de gelijkstroomuitgang (G-uitgang) van de trafo. Het zijn de twee bussen aan de korte kant. Voortaan geven we geen foto's van schakelingen maar een schematische tekening, bestaande uit symbolen, zie fig. 4. In deze schakeling gebruiken we van de drukknop alleen de bussen 1 en 2, niet echter bus 3.
- Druk de rode knop in en laat die weer los.

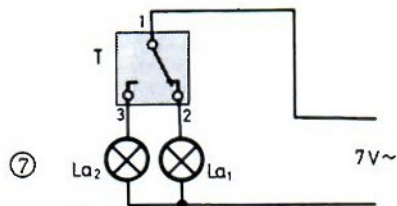
Nu is de zaak omgekeerd: druk je T in, dan brandt de lamp, de stroomkring wordt gesloten. In dit geval spreken we daarom van een maakcontact.

De aanduiding 7 V – naast de kabels die naar rechts lopen (fig. 5 en 6) betekent dat je de schakeling op de G-uitgang van de trafo moet aansluiten.

- Het maakt niets uit of je het lampje in de schakeling »boven« of »onder« de drukknop plaatst. Fig. 5 en 6 zijn elektrisch volkomen gelijkwaardig. In beide werkt T als een maakcontact.

Snelstop van de motor

- Fig. 7 toont de derde functie van de mini-druknop. Ter afwisseling gebruiken we nu de busen aan de lange zijde van de trafo. Op deze uitgang staat een wisselspanning. Voortaan spreken we daarom van W-uitgang. In de schema's wordt dat aangegeven met een slangetje achter de 7 V.
- Vul nu eerst onderstaande tabel in en controleer je antwoorden met de schakeling.



Wisselkontakt

T niet ingedrukt	La ₂	La ₁
T ingedrukt	La ₂	La ₁

- Je hebt nu 5 kabeltjes nodig. De dikke punt onder La₂ geeft aan dat de beide leidingen elektrisch met elkaar zijn verbonden. Je mag zelf uitmaken of je de stekkers van beide draden bij de trafo in elkaar wilt steken of dat je de lampbusen direct met elkaar verbindt. In dat geval heb je voor de verbinding van de lampen naar de trafo slechts één draad nodig.

De drukknoop T werkt in deze schakeling voor de ene lamp als maakkontakt en voor de andere als verbreekkontakt. Een dergelijke schakeling wordt een wisselkontakt genoemd.

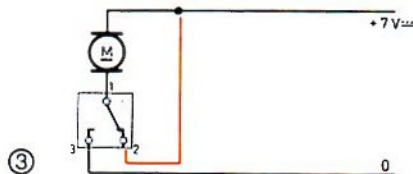
Het symbool van het wisselkontakt staat ook op de zijkant van de mini-druknop. De schakeltong – het kontakt dat beweegt – is in het symbool naar beneden getekend. Dat is de ruststand (T niet ingedrukt). Alle kontakten zijn in deze stand getekend, tenzij uitdrukkelijk anders aangegeven. Het symbool laat zien dat in de ruststand bus 1 en 2 met elkaar zijn verbonden. Druk je nu de rode knop in, dan springt de kontakttong van 1 naar 3. In een richting tegengesteld aan de drukrichting. Uiteraard wordt daarmee de verbinding tussen 1 en 2 verbroken.

Het snel laten stoppen van de motor is in veel modellen noodzakelijk. Met de mini-druknop kant dat heel eenvoudig.

- Sluit de motor aan op de G-uitgang van de trafo, zie fig. 1. Een druk op de knop en de motor loopt. Laat je de knop los, dan loopt de motor langzaam uit.
 - Sluit nu een lampje via 2 kabeltjes aan op bus 2 en de onderste bus, zie fig. 2 de oranje getekende verbinding. Nu staat de motor veel sneller stil als je de knop loslaat. Maar waarom licht het lampje even op?
- Na het loslaten van de knop wordt in de motor voor korte tijd een stroom opgewekt – precies zo als in een fietsdynamo. Dat stroompje doet het lampje branden.
- De motor stopt met een ruk wanneer je het lampje vervangt door een directe verbinding van bus 2 met de motorbus. Dit is de zgn. kortsluitverbinding. De motor verslijkt zich dan zoezegd in zijn eigen stroom en stopt onmiddellijk. Een handig trucje, nietwaar?

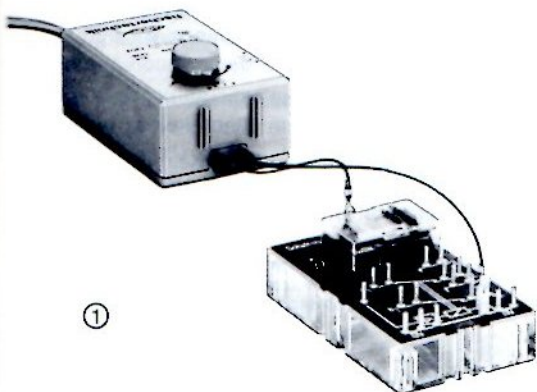


Fig. 3 toont dezelfde snelstop-schakeling maar nu is de motor andersom op de drukknoop aangesloten. Het is duidelijk dat we dan de oranje kortsluitverbinding op de pluspool moeten aansluiten. Het omkeren van de schakeling zal je weinig moeite kosten, de busen van de drukknoop zijn genummerd. De reden waarom we de opstelling in fig. 3 hebben gekozen met de aansluiting op de G-uitgang, komt in het volgende aan de orde.



De schakelsteen

Zoals reeds gezegd, zullen we deze steen voortaan R-steen noemen. Laten we hem maar eens op ons gemak bekijken. Op foto (1) kun je niet zo goed zien

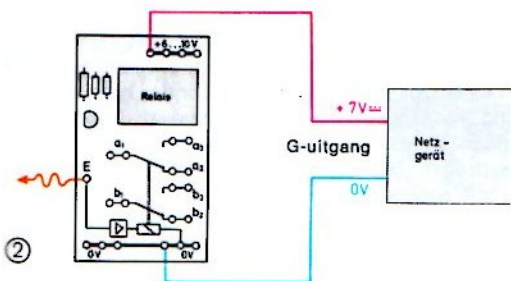


①

welke pennen met de bron moeten worden verbonden. Veel gemakkelijker gaat dat op het schema van fig. 2. Het is precies gelijk aan de tekening op de R-steen zelf. De driehoek in het vierkantje is het symbool voor de versterker die bestaat uit transistors en andere onderdelen. De rechthoek met de schuine streep symboliseert de relaispoel met anker. Tzusamen zorgen deze voor het omschakelen van de kontakten. Die functie wordt aangegeven met de twee dunne lijntjes tussen de rechthoek en de tongen van de beide wisselkontakten.

Aansluiten van de R-steen

In de elektronika is de aansluiting op de juiste polen – de polariteit – erg belangrijk. Ook de R-steen moet op de juiste wijze worden aangesloten op de G-uitgang van de trafo. Hetgeen betekent: de (+6...10 V)-strip op de pluspool en de nulstrip op de minpool. Waarom de strip die we met de min (-) verbinden de nul wordt genoemd, komt later aan de orde. Vraag is natuurlijk: welke bus van de G-uitgang is de plus en welke de min. Daarvoor hebben we het onderstaande



②

blokdiagram nodig. Dergelijke diagrammen worden veel gebruikt om de oplossing van een probleem duidelijk en logisch weer te geven. Het diagram lees je van boven naar beneden. Eerst volg je de aanwijzingen in het bovenste vierkant op. De pijl aan de onderkant wijst naar de volgende stap, die eveneens bepaalde werkzaamheden beschrijft. Als je ook die hebt uitgevoerd, dan volgen er twee pijlen. De ene wijst naar links, de andere naar rechts. Er zijn dus twee mogelijkheden. Al naar wat er gebeurt, volg je de linker- of de rechterpijl.

Rode kabel van stekker voorzien en een pen van de (+6...10 V)-strip verbinden met een bus van de G-uitgang. Fig. 2. Met een blauwe kabel de (0)-strip verbinden aan de andere bus van de G-uitgang. Eén einde van een gele kabel aan pin E.

Volgende stap

Trafo met de klok mee geheel opendraaien. Pin E via de gele kabel met (+6...10)-strip verbinden.

Of

Of

Relaisanker komt zichtbaar en hoorbaar op

Relaisanker beweegt niet

Verbinding E met (+6...10 V)-strip verbreken

Verbinding E met (+6...10 V)-strip verbreken, rode en blauwe kabel van trafobus verwisselen

Relaisanker valt zichtbaar en hoorbaar in beginstand terug = relais valt af

E weer met (+6...10 V)-strip verbinden

Of

Of

Let op: bus van de G-uitgang met de blauwe kabel nu merken met (-) teken = minpool van de bron = 0 Volt

Relaisanker beweegt ook nu niet

Je hebt een fout gemaakt. Bouw de schakeling opnieuw op

Klopt het aan het eind nog niet, dan moet je – mens erger je niet – opnieuw beginnen.

De relaissteen: een elektronische drukknop

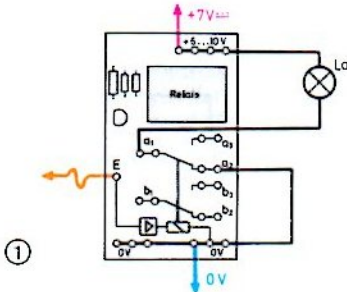
Zoals we hebben gezien en gehoord komt het relais op en valt af, hetgeen precies overeenkomt met wat er gebeurt bij het indrukken en weer loslaten van een drukknop. De contacten worden omgeschakeld. Het verschil is dat je het relais elektrisch bedient, zoals je op de vorige pagina hebt gedaan.

- Wanneer je de proef met de mini-drukknop hebt uitgevoerd, kun je nu foutloos in de volgende tabel noteren of de lamp gaat branden of niet. De a-contacten: $a_1 - a_2 - a_3$ en de b-contacten: $b_1 - b_2 - b_3$ zijn op dezelfde wijze getekend als op de drukknop. Ook nu zijn de contacten weer in de ruststand getekend.

La aangesloten via	Relais	
	afgevallen	opgekomen
$a_1 - a_2$	La	La
$a_1 - a_3$	La	La
$b_1 - b_2$	La	La
$b_1 - b_3$	La	La

En nu de controle op je antwoorden. De R-steen staat waarschijnlijk nog goed op de trafo aangesloten. We draaien die nog niet open! Eerst doe je het volgende.

- De lamp La (fig. 1) sluit je met 2 zwarte kabeltjes aan op de plus en op een pen a_1 . Ook voor de verbinding van a_2 naar nul, neem je een zwart kabeltje met twee kontakthulzen. De lamp is dan aangesloten volgens regel 1 in de tabel. Houd als gewoonte aan zwarte kabels alleen te gebruiken voor de verbinding van de R-steen met lampen of een motor. Dat is gemakkelijk bij het opsporen van een fout in een schakeling.



- Draai de trafo open.
- Ga na of de lamp gaat branden overeenkomstig de antwoorden die je in de tabel hebt genoteerd en waarbij het relais is afgevallen (= E niet verbonden), resp. opgekomen = E verbonden met (+6 V)-strip.
- In plaats van de lamp kun je natuurlijk ook een fischertechnik motor in- en uitschakelen.

De beide wisselcontacten a en b worden wel tegelijk geschakeld, maar zijn elektrisch volkomen van elkaar gescheiden. Dat heeft grote voordelen, zoals je in het vervolg zult zien.

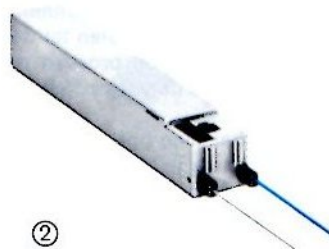
De IC-bouwsteen

De doos bevat 4 verschillende IC's, meikevertjes, elk met 14 pootjes. Die »pootjes« vormen natuurlijk de aansluitingen. Al naar de toepassing worden ze op verschillende wijze met elkaar verbonden. Met behulp van de IC-steen (digitaal-steen) gaat dat heel gemakkelijk en snel. Ook een IC doet niets zonder bron, zonder voeding. Maar je mag nu in geen geval de trafo gebruiken. De IC's kunnen hoogstens een spanning van 5 V verdragen. De trafo met een spanning van bijna het dubbele, betekent de elektrische stoel voor je meikevers. Daarom nemen we een 4,5 V batterij of de batterijhouder met drie 1,5 V staafbatterijen. Ook de IC-steen moet je met de juiste polen op de bron aansluiten.

De platte batterij als bron . . .

- sluit je heel gemakkelijk aan met de beide klemkontakten uit de doos. Zie fig. 1. Je steekt de kontakten gewoon achter de kartonnen strip – niet weghalen – die de koperen kontaktippen op hun plaats houdt en scheidt.
- De minpool van de batterij verbind je – via een lange blauwe kabel – met de (0)strip van de IC-steen, zie fig. 1.
- Nu sluit je de pluspool met de lange grijze kabel op de (+5 V)strip aan.

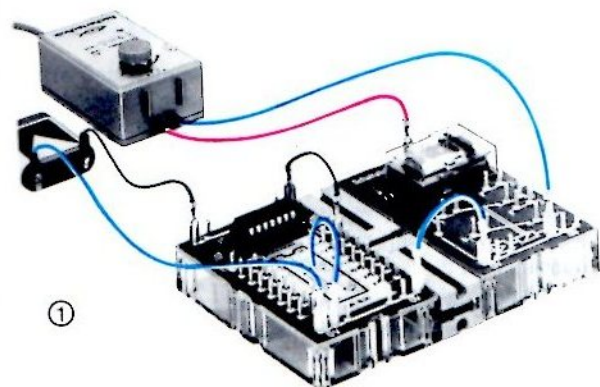
Let op: de met (+) gemerkte strippen van de IC-steen en de R-steen mag je nooit met elkaar verbinden. De nulstrippen (0 V) wel. Logisch, als je kijkt naar de spanningsopgave.



- Om nu te voorkomen dat je per ongeluk toch de bron ompoolt, plak je voor de schuifschakelaar een stukje plakband, zie fig. 2.

De batterijhouder als bron . . .

- In dat geval moet je eerst bepalen welke bus de minpool is. Daartoe verbind je de nulstrip via een lange blauwe kabel met één van de bussen van de batterijhouder. Die bus merk je met een minteken (-). Met een grijs kabeletje verbind je de andere bus met een pen van de IC-steen waar LED bij staat. LED = lichtdiode. De schakelaar van de batterijhouder schuif je nu heen en weer. In één van de beide standen brandt de LED. Dat is dan de stand met de juiste polariteit.
- De grijze kabel verplaats je dan van de LED-pen naar de (+5 V)strip. De IC-steen is dan op de juiste wijze aangesloten op de bron.



Welke bron je ook gebruikt . . .

- Steeds verbind je de nulstrippen van IC-steen en R-steen met elkaar via een korte blauwe kabel. De nulstrippen worden »door«verbonden zoals dat heet.

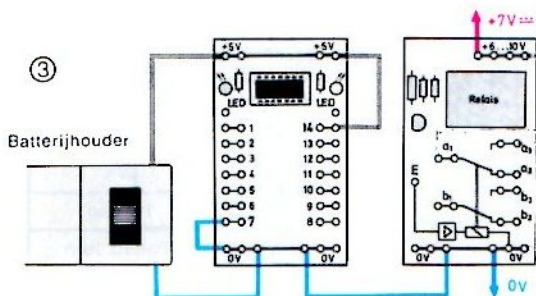
We houden voor gewoonte dat alle kabels die naar een nulstrip voeren, blauw zijn.

- Verbind met een korte kabel de nul (de nulstrip) met pen 7 – uiteraard is de kabel blauw. Daarmee wordt de fitting, de houder waarin je de IC's schuift, op de nul aangesloten.
- Daarna verbind je pin 14 (korte grijze kabel) met de (+5 V)strip. De IC-fitting is nu volledig op de bron aangesloten.

Voor het uitschakelen van de elektronika (en om de batterij te sparen) hoef je alleen de stekker van de pluspool er uit te trekken; de minpool kun je rustig laten zitten.

- Tot slot voeg je de IC-steen en R-steen samen. Dat kan direct met de sluiting aan de zijkanten of met behulp van bouwstenen, zoals in fig. 1 afgebeeld.

Voor het lostrekken van de kontakthulzen nooit aan de kabeltjes rukken. Met de ene hand pak je de kontakthuls vast en trek je die omhoog; met de andere hand houd je de IC- of R-steen tegen.



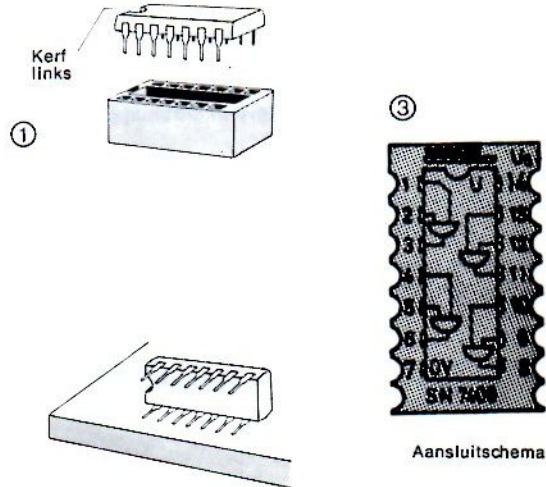
Het inwendige van de meikever

Alle elektronika in zijn binnenste kunnen we hier niet beschrijven. We zullen ons bepalen tot de aansluitingen. Daartoe gaan we een aantal proeven nemen en modellen bouwen. Houd de volgorde aan.

- Voor je een schakeling opbouwt, draai je altijd de trafo op nul en trek je het klemkontakt van de pluspool en de kontakthuls van de +5 V-pen. Er kan dan geen kortsluiting ontstaan.
- We beginnen met de IC nummer 7408. Mocht je die uit de fitting hebben gehaald, de inkeping of kerf moet naar pin 1 wijzen. Als het insteken niet lukt ondanks dat de pootjes recht staan, leg de IC dan op z'n kant, zie fig. 2. Je kunt nu alle 7 pootjes tegelijk iets naar binnen buigen. Het IC moet je zonder veel druk zo in de fitting kunnen steken. Leg nu aansluitschema 7408 (fig. 3) tussen de pennen van de IC-steen, zie fig. 4.

Het schema toont het skelet: 4 dezelfde schotels of sikkels. Ze worden poorten genoemd. Op elke rechte kant van een poort staan 2 aansluitingen, het zijn ingangen. Maar aan de halfronde kant is er slechts 1 aansluiting: de uitgang. We gaan eerst de poort met de ingangen 1 en 2, en de uitgang 3 onderzoeken.

- Alvorens iets op de ingangen aan te sluiten, moet je eerst uitgang 3 met ingang E van de R-steen verbinden. Dat doe je altijd met een gele kabel, zie fig. 4. Het relais vertelt je direkt wat er aan de uitgang van de poort gebeurt.
- Om aan te geven of het relais opkomt of in ruststand staat, sluit je een lampje aan. Zwarte kabel tussen (+6...10 Volt) en een a₁-pen. Verder een zwarte kabel van a₃-pen naar nul. Let op dat nu niet a₂ maar a₃ met nul wordt verbonden.



- Voorlopig verbinden we de beide ingangen 1 en 2 met elkaar, zodat we één ingang (1+2) krijgen. Steek daartoe een groen kabeltje als brug op pin 1 en pin 2.

Wat ons interesseert is wat er aan de uitgang van de poort gebeurt als we de ingang óf met nul óf met +5 V verbinden. Daarvoor neem je een groene kabel, die we de stuurdraad zullen noemen. Voor stuurdraden, leidingen die naar ingangen van poorten voeren, neem je voortaan altijd groene draden.

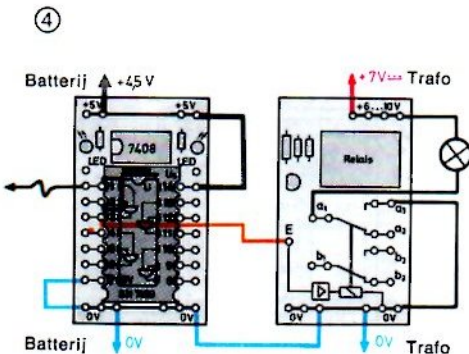
Let op, raak met de stuurdraden nooit de (+ 6 . . . 10 V)strip aan. Die spanning is dodelijk voor de meikevertjes.

- Schakel nu de trafo in en sluit de batterij aan. Verbind de ingang (1+2) met de (0)-strip, door die met de stuurdraad aan te raken. Wat gebeurt er? Tip dan met de stuurdraad de (+5 V)strip aan. Wat gebeurt er nu?

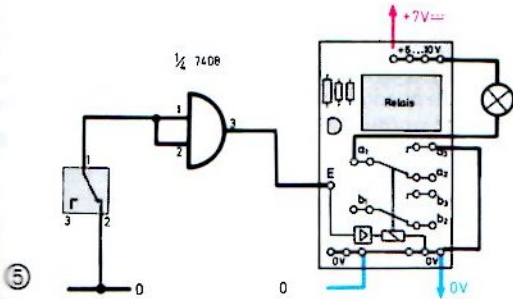
Het relais valt alleen af (of blijft in de ruststand staan) wanneer ingang (1+2) met (0) verbonden is. Verbind je de ingang met plus (+) of met »niets«, dan komt het relais op.

Natuurlijk zullen we de poort voortaan niet door »aantippen« sturen. We doen dat met de drukknop, waarvan we het verbreekkontakt gebruiken; dat zijn de bussen 1 en 2.

- Plaats de mini-drukknop in de schakeling. Ga zelf na dat het relais in de ruststand staat als je de mini-drukknop niet indrukt. Druk de knop in, het relais komt op en de lamp gaat branden.



Een lichtgestuurde drukknop



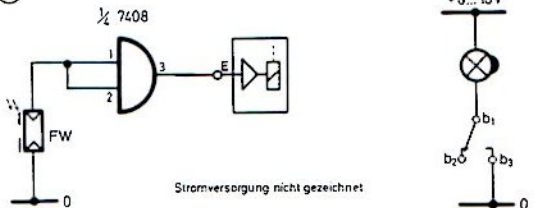
①

In fig. 1 is een fotoweerstand – kortweg FW genoemd – met 3 stoorlichtkappen afgebeeld. De pijltjes in het symbol voor de FW betekenen dat er iets gebeurt als er licht op de FW valt. We kunnen de FW als een elektronische drukknop gebruiken.

- Vervang de drukknop in de laatste schakeling door een FW. Je krijgt dan de nieuwe schakeling volgens fig. 2. Deze keer gebruiken we een lenslamp, dat is het lampje met een verdikking op het glasbolletje. De lens is ook in het symbool als een verdikking, een zwarte knop, getekend. Op de FW plaats je de stoorlichtkap met opening 2,5 mm. Voor de verandering hebben we nu het b-kontakt van het relais gebruikt.
- Draai de trafo open (let op de polariteit) en sluit de batterij aan.
- Dek de opening van de stoorlichtkap met de hand af. Noteer in de 2e regel van de tabel of het relais opkomt of in de ruststand staat. Geef verder aan of b_1-b_3 gesloten of open is.
- Sluit op de W-uitgang van de trafo een gewoon lampje aan en houd dat voor de stoorlichtkap. Wat doet het relais? En wat gebeurt er met het contact? Noteer de antwoorden op regel 1 van de tabel.

Het gedrag van de FW als »lichtgevoelig zintuig« zullen we nu in een model toepassen.

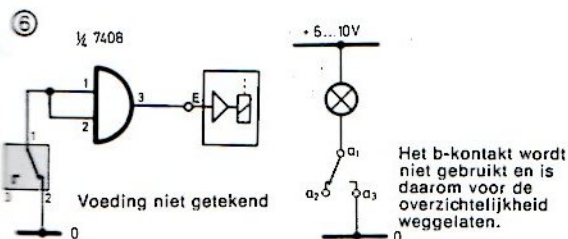
②



Het schema van fig. 4 kunnen we een heel stuk vereenvoudigen, waardoor het veel sneller te lezen en te begrijpen is. De voeding is altijd hetzelfde en alle franje werkt storend. We zullen ons daarom voortaan beperken tot wat echt van belang is – het essentiële – en laten de tekening van de IC-steen, de voedingskabeltjes en de andere poorten weg. We krijgen dan het veel overzichtelijker schema (5). Nieuw daarin is de korte, dikke dwarsbalk, het symbool voor de nul (0), die ook wel massa wordt genoemd. In ons voorbeeld zeggen we dan: bus 2 van de drukknop ligt aan massa.

Ook de R-steen kunnen we een stuk vereenvoudigen. We sturen die immers altijd via pin E, dus hebben we genoeg aan een rechthoek met pin E, alsmede de symbolen voor versterker en relaispoel. Zie fig. 6. Voeding en niet-gebruikte contacten laten we gewoon weg. Belangrijk is natuurlijk wel het relaiscontact, dat daarom vergroot en apart wordt getekend. Problemen bij het schakelen kunnen er niet ontstaan, omdat de aansluitingen in het schema, de tekening, met dezelfde letters zijn aangegeven als op de R-steen.

Nog iets anders: afwijkend van de aansluitschema's voor de IC's worden de poorten in de tekeningen altijd van links naar rechts getekend. De relaiscontacten worden in de tekeningen altijd vertikaal weergegeven. Zie fig. 6. Op deze wijze zijn de schakelingen veel gemakkelijker te lezen. De notitie »1/4 7408« geeft aan dat slechts één van de vier poorten wordt gebruikt.



FW	Relais	b_1-b_3 -Kontakt
belicht		
niet belicht		

Vul in: ruststand (afgevallen) – opgekomen – gesloten – open

Een »schemer«schakelaar

Met behulp van de FW-schakeling die je zopas hebt getest, kun je de straatlantaarn (fig. 1) 's ochtends automatisch uitschakelen en 's avonds bij het donker worden weer aanzetten.

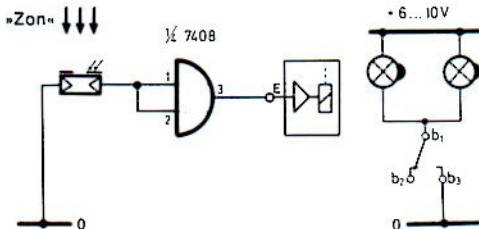
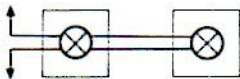
De volgende proef verduidelijkt het principe van een dergelijke »schemer«schakelaar.

- De beide lenslampen van de lantaarn (1) willen we gezamenlijk via contact b_1 – b_3 schakelen, zie fig. 3. Je moet de lampen daarom parallel schakelen, zie fig. 2.
- Als zon dient een lamp in de kamer. De gordijnen heb je dichtgedaan. Het vallen van de avond, de schemering, boots je na door de FW langzaam af te dekken met een krant of je hand.
- Experimenteer eerst zonder stoorlichtkap op de FW. Wat verandert er als je voor de FW de stoorlichtkappen met resp. de opening 6, 4 en 2,5 mm plaatst?



①

②



③

Je zult zien dat je het licht van de lamp (de zon) meer moet afschermen naarmate de opening van de stoorlichtkap groter wordt. Je kunt dus met de grootte van de opening bepalen bij welke lichtsterkte de lantaarn moet worden in- en uitgeschakeld. Jammer genoeg vertoont deze schakeling wel een paar schoonheidsfoutjes. Het relais klappert (aan/uit/aan/uit) wanneer de schemering langzaam invalt. Pas wanneer het goed donker is blijft het relais in de gewenste stand staan.

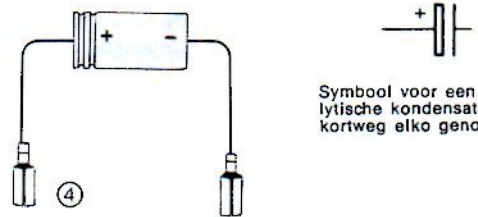
Er komt een vogel aangevlogen . . .

en die gaat over de FW heen. Gevolg? Midden op de dag floept de lantaarn even aan en dan weer uit. Een vliegende groet van een vreedzame duif. Een snelle handbeweging vlak over de FW is voldoende om je te overtuigen. De elko, de condensator uit de doos (zie fig. 4) brengt uitkomst.

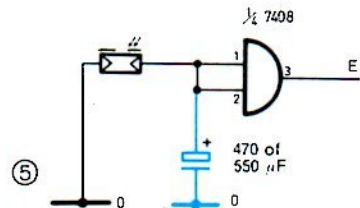
- De draden buig je om, op veilige afstand van de elko zelf. De met een (+) gemerkte poot plaats je op pen 2 en de andere op pen (0). Nooit andersom aansluiten! (Wat er verder op de elko staat is nu niet belangrijk).

Fig. 5 laat de schakeling zien met de elko-aansluiting blauw gekleurd.

- Als je nu je hand over de FW laat vliegen, zal de schakeling niet reageren.
- Maar nu dek je de FW met je hand af. (Onze duif gaat op de FW zitten). Na korte tijd gaat de lantaarn branden. De vertraging wordt veroorzaakt door de elko. Maar helaas is zijn hulp beperkt. Tegen een duif die op de FW gaat zitten, moeten we andere maatregelen nemen.



Symbol voor een elektrolytische condensator, kortweg elko genoemd



⑤

Gescheiden ingangen —

De duif mag rustig blijven zitten. We gaan namelijk de poort volledig gebruiken. Elke 7408 poort heeft namelijk twee gescheiden ingangen. In onze schakeling zijn dat pen 1 en pen 2.

- Verwijder het bruggetje tussen pen 1 en 2, evenals de elko. In plaats daarvan sluit je nu de tweede FW met een groene kabel aan op pen 2 en met een blauw draad op de nul (0). Zie fig. 1. Nu wordt de poort over twee ingangen gestuurd. De FW aan pen 1 noemen we FW_1 en de andere FW_2 .
- De FW_2 monteer je op 2 bouwstenen 30 die je horizontaal bevestigt op de lantaarnpaal. De beide fotowerstanden moeten op dezelfde hoogte staan. Ook de openingen van de stoorlichtkappen moeten even groot zijn.

— sturen tezamen

- Schakel de voeding in, zoals we voortaan het aansluiten van de grijze (+5 V) kabel op de pluspool van de batterij en het opendraaien van de trafo (let op de polariteit) zullen noemen. Laat de »zon« schijnen. Het relais staat in de ruststand en de lantaarn brandt niet. De schakeling funktioneert nu zoals in regel 1 van de funktietabel is beschreven.
- De duif gaat op FW_2 zitten (regel 2 in de tabel). Noteer wat het relais doet!
- De duif vliegt op en neemt plaats op FW_1 . Schrijf in de tabel, regel 3, hoe het relais reageert.
- Tenslotte, hoe toevallig, een tweede duif strijkt neer op FW_2 . Beide FW's worden nu afgedekt (regel 4). Wat doet het relais.

Funktietabel 7408 AND

FW_1	FW_2	Relais
niet afgedekt	niet afgedekt	afgevallen
niet afgedekt	afgedekt	
afgedekt	niet afgedekt	
afgedekt	afgedekt	

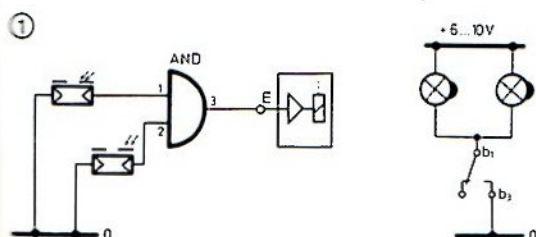
Vul in: afgevallen (ruststand) of opgekomen

In deze proef heb je kennism gemaakt met de eerste belangrijke digitale basisschakeling. Zoals je hebt gezien, kan één enkele duif geen kwaad doen — ongeacht op welke FW hij neerstrijkt. Het relais komt alleen op als beide fotowerstanden tegelijk worden afgedekt; de lantaarn gaat branden. Het relais kan alleen met 2 signalen tegelijk, tezamen, worden gestuurd.

In vaktaal: alleen wanneer FW_1 EN FW_2 afgedekt, zal het relais opkomen. Een dergelijke poort noemen we een EN-poort of op z'n Engels: een AND-poort.

- Ook de andere 3 poorten van het 7408 IC zijn AND-poorten. Je kunt dat gemakkelijk nagaan door de ingangen 4–5 met uitgang 6, of de ingangen 13–12 met uitgang 11, of de ingangen 10–9 met uitgang 8 te gebruiken.

Alvorens de AND-schakeling in de praktijk toe te passen, zullen we ons eerst nog even verdiepen in de lichtstraal-onderbreker.

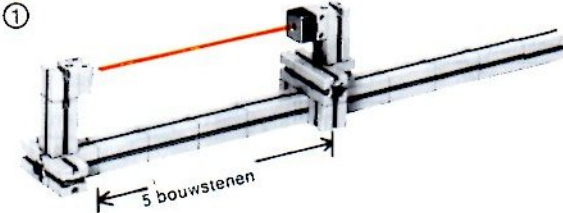
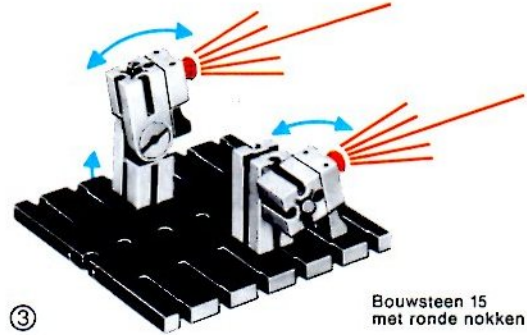


De lichtstraalonderbreker

In fig. 1 is de eenvoudigste lichtstraalonderbreker afgebeeld. Een FW (de lichtgevoelige sensor) wordt permanent belicht door een lampje (de lichtbron). De FW is gemonteerd op een ruiter die over een balk van bouwstenen heen en weer kan worden geschoven. Met behulp van deze opstelling kun je de maximale afstand bepalen waarbij het relais in ruststand (afgevallen) blijft.

Anders gezegd: de afstand waarbij nog voldoende licht op de FW valt.

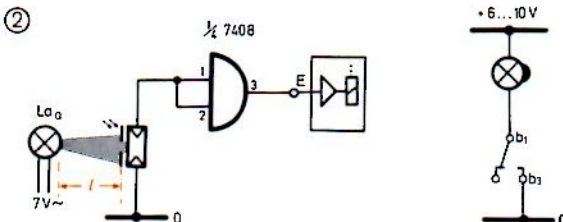
Die maximale afstand gaan we voor verschillende lampjes en de stoorlichtkappen bepalen. Voor het gemak doen we dat niet in centimeters – zo nauw komt het er niet op aan – maar in bouwstenen 30, zie fig. 1



- Bouw de proefopstelling van fig. 1. Plaats het model zo dat de FW geen direct licht ontvangt.
- Proefschakeling (2) is een oude bekende. Pen 1 en 2 zijn weer gekoppeld tot één ingang met behulp van een groen kabeltje. Als lichtbron La_Q nemen we eerst de normale lamp, die op de W-uitgang van de trafo wordt aangesloten.
- Plaats op de FW de stoorlichtkap 6 mm \varnothing . Schuif de FW naar La_Q . Het relais is afgevallen, de lenslamp brandt niet. Vergroot de afstand langzaam maar zeker, het relais begint eerst te klapperen en komt dan op. Stop, schuif de FW terug tot het relais weer vast en zeker in de ruststand blijft staan. Op deze wijze heb je de maximale »straal«breedte

verkregen waarbij het relais goed funktioneert als je de lichtstraal onderbreekt of vrijgeeft. Noteer de afstand in de tabel.

- Herhaal de proef met de 4 mm \varnothing en daarna met de 2,5 mm \varnothing stoorlichtkap.
- Bij een lenslamp wordt een deel van de lichtstralen gebundeld door de lens. De lichtsterkte is daardoor in een bepaalde richting veel groter. Daarom moet je de lenslamp eerst zo instellen dat het gebundelde licht precies in de opening van de stoorlichtkap valt. In fig. 3 zie je twee mogelijkheden hoe je dat kunt doen. Het instellen (justeren) gaat gemakkelijker wanneer je een stukje karton voor de stoorlichtkap houdt, dan wordt de lichtvlek goed zichtbaar. In noodgevallen moet je de lichtsteen met de lenslamp 90° draaien.
- Bepaal de maximale straalbreedtes voor de beide lenslampen. Uiteraard weer voor de verschillende stoorlichtkappen en noteer de resultaten in de tabel.
- Je zult zien dat de FW ongevoeliger voor stoorlicht wordt naarmate de openingen van de kappen kleiner zijn. Vandaar de naam stoorlichtkap. Dat voordeel moet je wel betalen met een kleinere straalbreedte.



Maximale straalbreedte

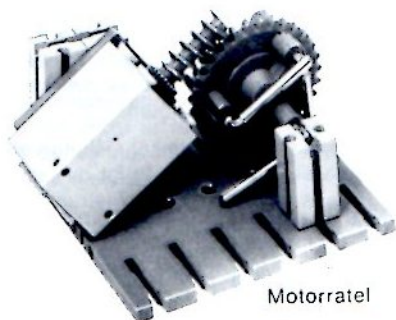
Lichtbron La_Q	Straalbreedte in bst. 30 met stoorlichtkap		
	6 mm	4 mm	2,5 mm
Kogellamp			
Lenslamp 1			
Lenslamp 2			

Akoestische signaalgevers

Moterratel

Stel dat bij een onderbreking van de lichtbundel een alarmsignaal moet worden gegeven. Het oplichten van een lampje is dan meestal niet voldoende – je moet het alarm ook kunnen horen. Het alarmapparaat geeft weliswaar geen door merg en heen gaand signaal, maar maakt het principe wel duidelijk.

De opbouw van de moterratel volgens fig. 1 zal geen probleem voor je zijn. Ook twee haakse assen maken voldoende lawaai.



Moterratel



Bouwfase



- Schakeling (3) laat zien hoe je de ratel moet aansluiten. Bij het onderbreken van de lichtstraal (zie fig. 1, pag. 16) treedt de ratel in werking. Nieuw is het gebruik van het a-kontakt. Tegelijk met de ratel zal ook het lampje gaan branden. Het krijgt zijn stroom van de W-uitgang. Dat lampje kan b.v. in een alarmcentrale worden gemonteerd.

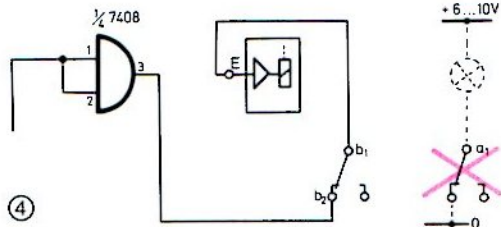
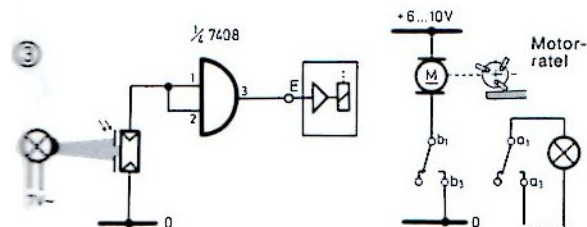
Lenislampen gebruiken we zoveel mogelijk alleen voor lichtstraalonderbrekers. Steeds zonder stoorlichtkappen en bij uitzondering met een rode kap voorzien van een opening.

Het relais als ratel

Het klapperen van het relais is een ongewenst bijverschijnsel wanneer het relais een lamp of een motor moet in- en uitschakelen. We hebben het in vorige schakelingen dan ook verholpen. Maar we kunnen het ook gebruiken als alarmsignaal in modellen. Dat is wel zo gemakkelijk omdat je dan geen extra onderdelen nodig hebt.

- Met schakeling (4) maak je van de relaischakelaar een relaisratel. Sluit de uitgangspen 3 via een gele kabel (10) aan op het b_2 -kontakt van de R-steen. De E-pen verbind je via een zwarte kabel met de b_1 -pen. Een terugkoppeling in feite!
- Mocht het relais na het inschakelen van de stroom (trafo, batterij) al reageren, dan moet je de straalbreedte verkleinen tot het klapperen ophoudt. Het alarmsignaal ontstaat dan als je b.v. met je hand de lichtstraal onderbreekt.
- Je kunt ook nog een lamp (gestippeld getekend) aansluiten via het a-kontakt. In dat geval mag je het relais maar enkele seconden laten ratelen. Op het a-kontakt ontstaat namelijk elke keer – bij elke klik – een vonk die schadelijk is voor de contactveren.

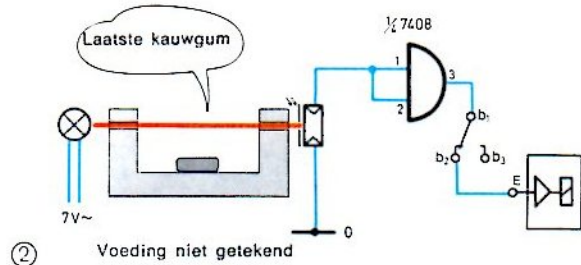
Wil je het relais dus echt als ratel gebruiken, dan mag je op het a-kontakt niets aansluiten!



Een kauwgum-automaat

De kennis opgedaan met de lichtstraalonderbreker en de alarminstallatie gaan we nu toepassen in het model van een kauwgumautomaat. In fig. 1 is het magazijn afgebeeld. Het beschermt je kostbare kauwgum tegen de grijpgrage vingers van broers en zusters.

- Fig. 3 laat zien hoe je de lichtstraalonderbreker moet inbouwen. De lamp en de FW, voorzien van een 4 mm stoorchlichtkap, monteer je met behulp van hoekverbindingstukken of bouwstenen 15.
- In fig. 2 zie je hoe je de FW moet aansluiten op de samengevoegde ingang (1+2) van de AND-poort.
- Als alarminstallatie gebruiken we de relais-ratel.
- Als lichtbron voldoet een gewone lamp uitstekend, gezien de kleine straalbreedte. De lamp wordt aangesloten op de W-uitgang van de trafo. Indien gewenst kun je een rode kap met opening voor de lamp monteren.
- Vul nu het magazijn met kauwgum of een paar bouwstenen. Sluit de elektronika en de lamp op hun resp. stroombronnen aan.
- Probeer nu een stukje kauwgum te pakken. De relais-ratel slaat onmiddellijk alarm.
- Maar de liefhebbers van kauwgum zijn slim. Ze zullen net zolang zoeken tot ze een gaatje vinden in de beveiliging. En helaas, probeer het maar, met een beetje handigheid kun je de lichtstraal omzeilen.



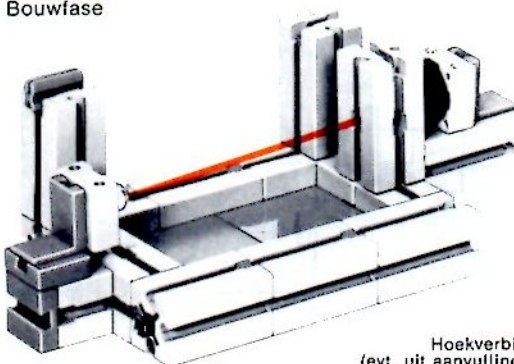
- Of een lenslamp beter voldoet? Of een stoorchlichtkap met een andere opening? Zoek het maar eens uit!

Met enige verbazing en teleurstelling moet je constateren dat het lek in dit beveiligingssysteem niet te dichten is. In elk geval nog niet. We komen er later nog op terug. Je zult dan zien dat het lek met behulp van een andere IC kan worden gesloten.

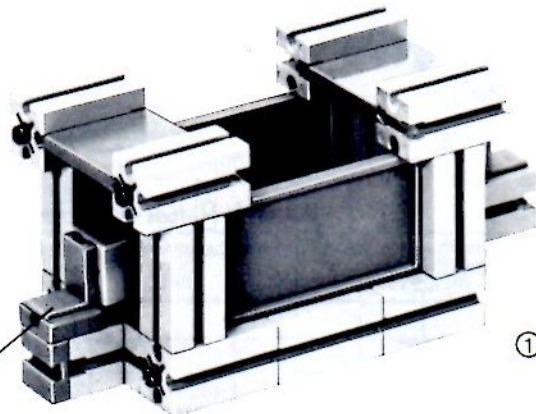
Overigens: het magazijn geheel afsluiten met dekplaten is geen oplossing, want dan krijgt de lamp niet genoeg koeling. In alle modellen met lichtstraalonderbrekers moet je er op letten dat de hete lucht weg kan, anders slaat de lamp in de kortste tijd zwart uit. Verder mag je alleen een rode kap (met opening) en beslist geen zwarte voor een lenslamp monteren. Ten slotte: sluit de lampen alleen op de W-uitgang van de trafo aan.

③

Bouwfase



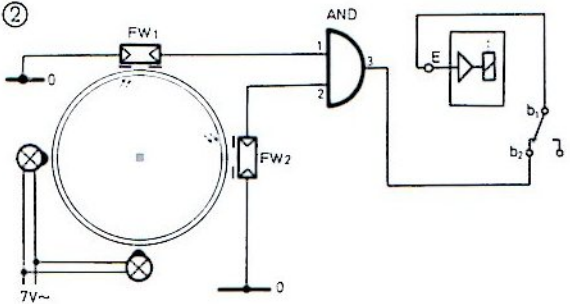
Hoekverbindingstuk
(evt. uit aanvullingsdoos 032)



Werpspel met voltreffersignaal

Het model van fig. 1 is een werp spel dat met behulp van een AND-schakeling elke voltreffer feilloos signaleert.

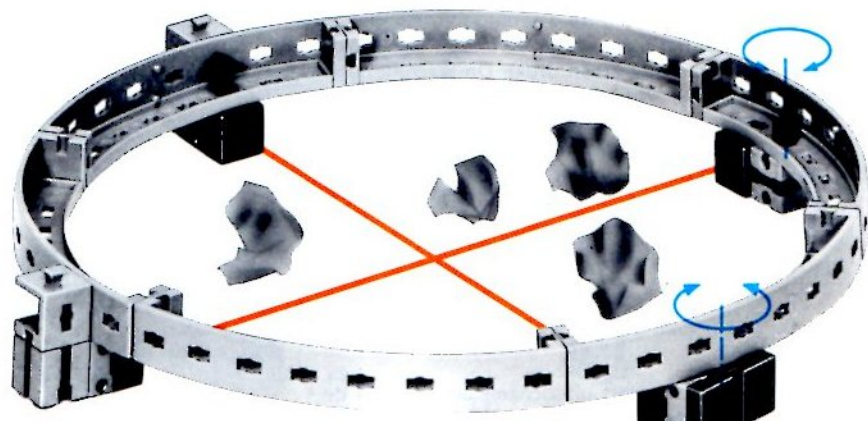
- Bouw de cirkel van 60°-boogstukken. Wie geen statikadoos heeft, kan ook een vierkant van bouwstenen konstrueren, zoals op pag. 52 afgebeeld.
- Op de beide FW's komt een stoorlichtkap \varnothing 6 mm opening. De lenslampen, voorzien van een rode kap, monteer je draaibaar. De normale lampjes zijn te zwak voor het overbruggen van de afstand.
- De beide lenslampen schakel je parallel, zie fig. 2. Ze worden aangesloten op de W-uitgang van de trafo.
- Verwijder het bruggetje tussen pen 1 en 2. Elke ingang wordt nu door een aparte FW gestuurd. De werpring heeft 2 lichtstraalonderbrekers die over een AND-poort de relais-ratel sturen.
- Sluit de lenslampen en de elektronika op hun resp. voedingen aan. Richt de lampen zo, dat de bundels precies op de tegenoverliggende FW's vallen. Het relais mag nu niet klapperen.
- Onderbreek elke lichtstraal apart met je vinger. Wanneer het relais reageert, dan wordt de andere FW te zwak belicht en moet je het lampje daarvan fijner afstellen.
- Als projectielen gebruiken we proppen, gemaakt van 5x5 cm velletjes papier. De spelers moeten de proppen van bovenaf in de ring werpen.



Beide lichtstraalonderbrekers zijn via een AND-poort verbonden met het relais. Het betekent dat het relais alleen zal reageren als de lichtstraal op FW₁ EN de lichtstraal op FW₂ tegelijk worden onderbroken. (Het is dezelfde AND die we ook gebruikt hebben in de schemerschakeling).

Het relais klappert alleen bij een voltreffer! En het is lastiger dan je denkt om de prop precies in het hart van de ring te gooien. Wie een voltreffer scoort, mag een nieuwe ronde beginnen. Veel succes en plezier.

In de meeste speelautomaten worden digitale schakelingen toegepast. Alvorens we aan een andere schakeling beginnen, zullen we de AND-poort eerst nog in een technisch model toepassen.



①

Tussenstuk 5x15x30 (evt. uit aanvullingsdoos 032)

Stempelautomaat

Automaten zijn machines die zelfstandig volgens een vast programma één of meer bewerkingen uitvoeren. Waarschijnlijk heb je wel eens een dergelijke machine gezien. Zodra een werkstuk op de juiste plaats is geschoven, start de machine vanzelf. In fig. 1 is een stempelautomaat getekend. Het stempel, een hoeksteen, gaat automatisch naar beneden zodra het materiaal (een vlakke steen 60 of een stukje karton) op de juiste plaats ligt. We beginnen met een eenvoudige schakeling om het principe duidelijk te maken, daarna gaan we de schakeling perfectioneren.

Bij de bouw van het model

- Als stempelblok dient een verende scharniersteen die in een dwarsligger wordt opgenomen. De dwarsligger schuif je naar beneden tot op ongeveer 3 mm van de basisplaat, zie in fig. 2 de blauwe pijlen. Daarna monteer je het asblok en de motor, zie fig. 3. We krijgen dan het model zoals in fig. 4 en 5 afgebeeld. De twee snaarschijven tussen de draaischijven bewegen de stempelbalk op en neer. Het stempel zelf wordt gevormd door een gelijkzijdige hoeksteen. In plaats van de tweede draaischijf, kun je ook een tandwiel Z 40 of Z 30 nemen. Op het tweede asblok (fig. 6) monteer je de mini-drukknop. Vóór de inbouw steek je gelijk een groene en een blauw kabel in de busen 1 en 2 van de drukknoop. Anders moet je de zaak weer demonteren voor de aansluiting op de IC-steen. Als bovenste aanslag voor de stempelbalk wordt in de twee hoekstenen een as gelagerd.

- Het afstellen van het stempel doe je als volgt. De verbinding tussen de motor en de aandrijfas verbreek je door het tussenwiel uit de transmissie te schuiven. Je kunt de schijven dan met de hand doordraaien. Op de basisplaat leg je nu het materiaal, een platte steen 60 met de holle kant naar boven. Verschuif de dwarsligger naar boven of beneden tot het stempel (de hoeksteen) niet al te zwaar op de platte steen drukt. De machine is dan goed ingesteld. We kunnen het model nu met de motor testen. Tenslotte monteer je nog twee lampen, zoals in fig. 7 aangegeven. Beide worden aangesloten op de W-uitgang van de trafo. De foto-weerstanden aan de onderkant van de basisplaat vergeten we voorlopig.

De elektronika

De stempelautomaat start uit zichzelf als de man de plaat tegen de aanslag schuift. Op de plaat leggen we een stukje karbonpapier, zodat de plaat wordt bedrukt. De aanslag bestaat uit de twee verticale bouwstenen 30

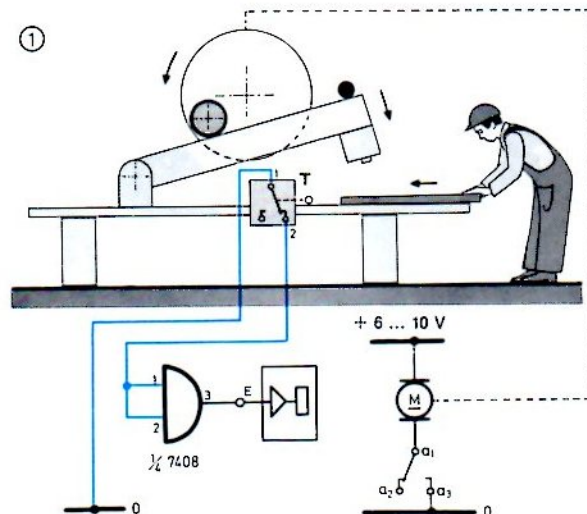
waartussen de mini-drukknop is gemonteerd. De rode knop staat naar voren. Fig. 1 laat zien hoe het mechaniek en de elektronika met elkaar zijn verbonden.

- De mini-drukknop wordt op pen 1 en massa aangesloten, zie fig. 1. Pen 1 en 2 voeg je met een groen kabeltje samen tot één ingang. De drukknoop funktioneert nu als een soort sensor, hij »voelt« of de platte steen op de juiste plaats ligt. De uitgang van de poort (pen 3) verbind je weer met de E-pen van de R-steen. Sluit nu de motor aan over het a- of het b-kontakt. Alles gekontrolleerd? Dan verbind je IC-steen en R-steen met hun resp. stroombronnen.
- Schuif de platte steen (met daarop het karbonpapier) in de machine en druk de steen tegen de aanslag. De mini-drukknoop wordt ingedrukt. Noteer in de funktietabel wat het relais, resp. de motor doet.

Wanneer je de plaat tegen de aanslag heen en weer schuift, kun je een rechte lijn stempelen. En nu een schoonheidsfoutje. Wanneer je de plaat uit de machine trekt, kan hij beklemd raken tussen stempel en basisplaat. Na het vrijgeven van de drukknoop loopt de motor namelijk nog even door.

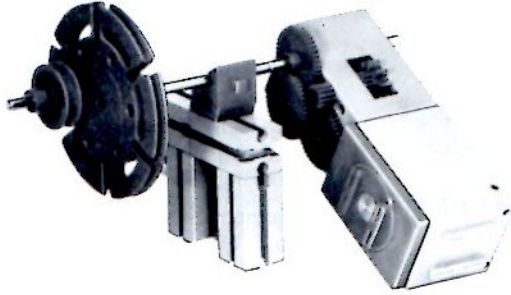
- De oplossing voor dat probleem is de snelstop zoals in het begin van dit boek besproken.

Drukknop	Relais	Motor
Niet ingedrukt		
Ingedrukt		

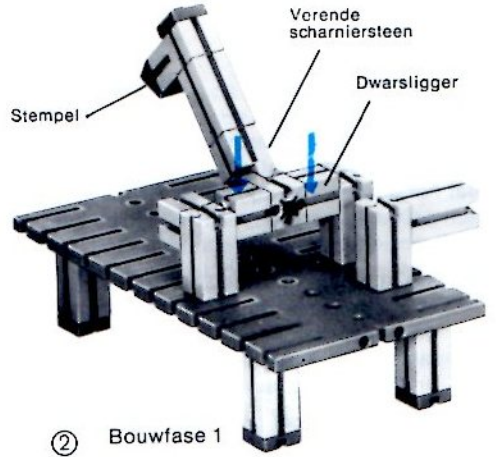




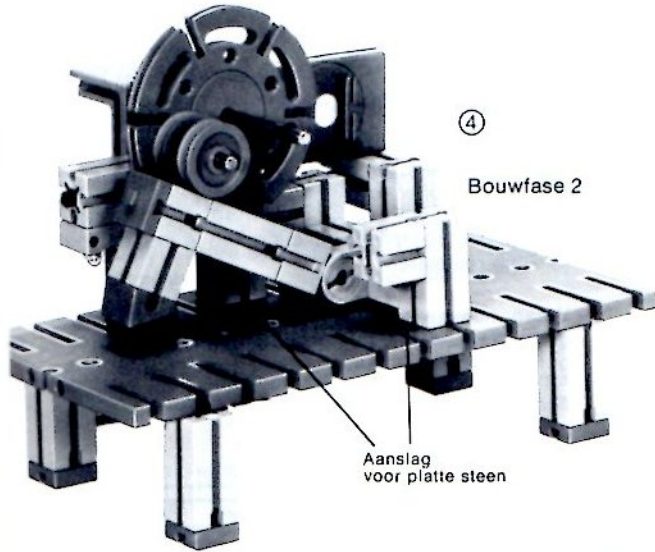
① Mini-drukknop



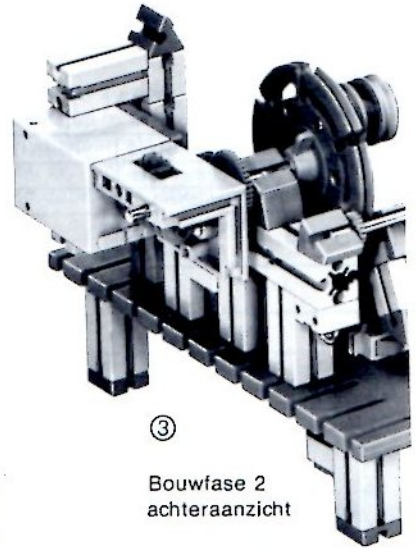
② Asblok links



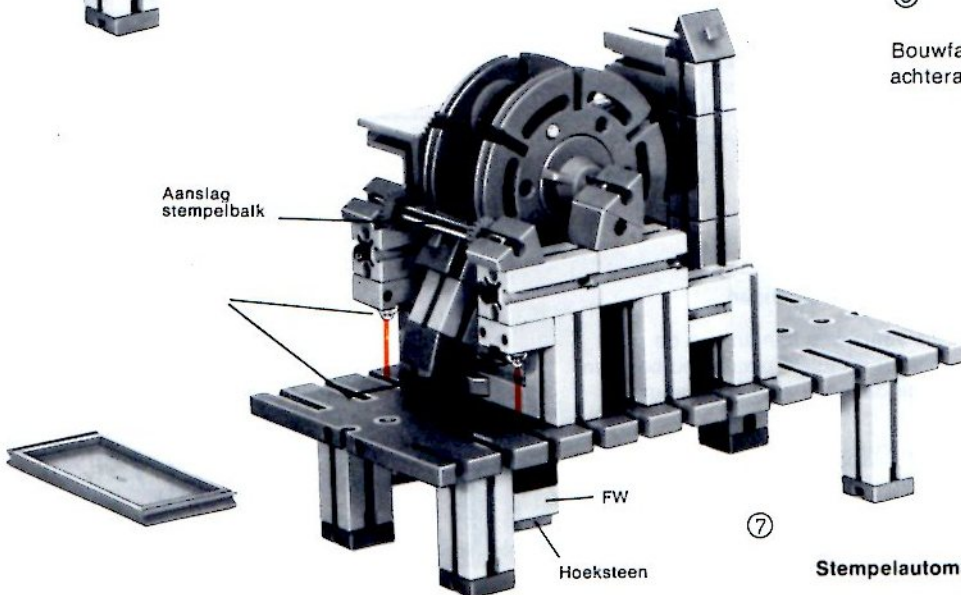
③ Bouwfase 1



④ Bouwfase 2



⑤ Bouwfase 2 achteraanzicht



⑥ Stempelautomaat

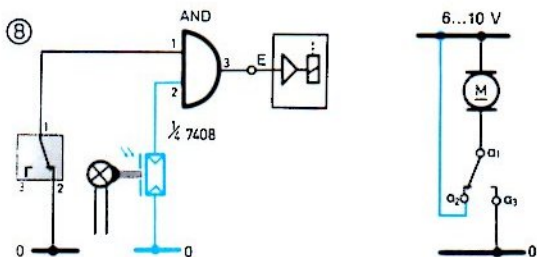
Eerste uitbreiding

In de praktijk moet meestal een merkteken op een bepaalde plaats worden gestempeld. In ons model zal dat het midden van de platte steen zijn. Je kunt daartoe een geleiding bouwen, maar we zullen het probleem elektronisch oplossen.

- We doen dat met een lichtstraalonderbreker. In fig. 7 is een fotoweerstand met stoorkap 4 mm \varnothing gemonteerd onder de basisplaat. Het licht van de lamp valt precies door de gleuf van de basisplaat en de opening van de stoortlichtkap op de FW.
- Verwijder nu het groene bruggetje tussen pen 1 en 2 van de AND-poort. Op pen 2 sluit je nu één kabel van de fotoweerstand aan. De andere wordt aan massa gelegd. Fig. 8 geeft het schema, waarbij tevens de snelstop is getekend.
- De motor zal nu alleen lopen wanneer... Wel, dat mag je zelf uitzoeken. Het resultaat noteer je in de funktietabel.

Schakeling 8

Drukknop	Fotoweerstand	Relais	Motor
Niet ingedrukt	Niet afgedekt		
	Afgedekt		
Ingedrukt	Niet afgedekt		
	Afgedekt		



Tweede uitbreiding: AND met 3 ingangen

Ideaal is natuurlijk als voor twee kanten van de plaat een lichtstraalonderbreker de juiste plaats zou bepalen. De man kan de machine dan veel sneller en nauwkeuriger bedienen.

- Monteer de tweede FW (eveneens met een stoortlichtkap 4 mm \varnothing) onder de tweede lamp, zie fig. 7.
- Maar onze AND-poort heeft toch maar 2 ingangen? Waarop moet dan de tweede FW (de derde sensor) worden aangesloten? Geen probleem. De uitgang van de AND, pen 3, sluit je aan op de ene ingang

van de volgende AND-poort. Bij voorbeeld pen 4 van de IC. Pen 5 is de andere ingang en daarop sluit je de tweede fotoweerstand aan. De nieuwe uitgang is dan pen 6, die je verbindt met de E van de R-steen. Op deze manier heb je een AND-poort met 3 ingangen verkregen. Fig. 9 geeft de schakeling.

- De kombinatiemogelijkheden met 3 sensors (druknop T, FW₂ en FW₅) zijn natuurlijk veel groter dan met 2 sensors. De fotoweerstanden geven we nu gemakshalve aan met het cijfer van de pen waarop ze zijn aangesloten. Onderzoek alle combinaties, zoals vermeld in de funktietabel en noteer de uitkomsten.

Voor een beter overzicht hebben we in de tabel de verschillende kolommen in vakjes verdeeld. Bij de opstelling van dit soort tabellen kun je een handige regel hanteren. Van de laatste sensor (FW₅) verandert de stand in elke regel. De sensor in de kolom daarvoor na elke tweede regel en de sensor in de eerste kolom pas na elke vierde regel.

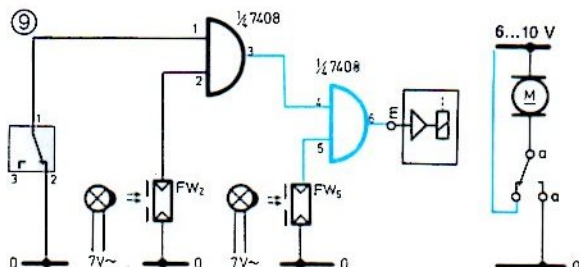
De motor loopt, resp. het relais komt op, alleen dan als **EN T** wordt ingedrukt **EN FW₂** wordt afgedekt **EN FW₅**. Die gekompliceerde schakeling kun je met de »halve« IC 7408 realiseren!

Vraag: hoeveel sensors kun je gebruiken als je alle vier de AND-poorten combineert tot één AND poort?

En hoeveel verschillende combinaties van signalen zijn dan mogelijk? De antwoorden vind je op pag. 66.

Schakeling 9

Drukknop	FW ₂	FW ₅	Relais	Motor
Niet ingedrukt	Niet afgedekt	Niet afgedekt		
		Afgedekt		
	Afgedekt	Niet afgedekt		
		Afgedekt		
Ingedrukt	Niet afgedekt	Niet afgedekt		
		Afgedekt		
	Afgedekt	Niet afgedekt		
		Afgedekt		



De reis van een pakket

In moderne postkantoren gaan pakketten en pakjes van de loketten via een transportband naar verschillende verdeelstations. Dergelijke banden kunnen automatisch worden gestuurd. We bespreken een paar interessante mogelijkheden. Een fischertechnik model is op de volgende pagina afgebeeld. Het beste kun je eerst dat model bouwen en een tijdje laten draaien, waarna je je verdiept in de problematiek van het sturen. Op pag. 25 vind je een aantal aanwijzingen voor de bouw van het model.

Weinig post voor het buitenland

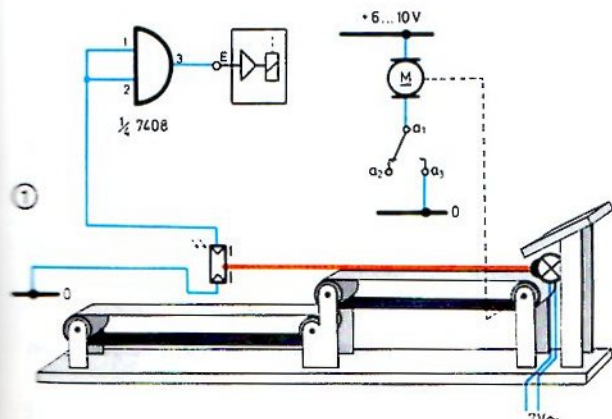
Onze eerste opgave is: de band moet alleen zo nu en dan lopen voor het transport van pakjes (bouwstenen 15) en pakketten (bouwsteen 30). De band mag alleen starten als er iets op wordt gelegd dat de lichtstraal onderbreekt.

Valt het pakket op de onderste band, dan wordt de lichtstraal vrijgegeven en moet de band stoppen. De funktietabel vind je hieronder, zie fig. 1.

- Het schema (1) laat zien dat je hiervoor een AND-poort moet gebruiken, waarvan de ingangen met elkaar zijn verbonden. Dat doe je op de bekende wijze; een groen kabeltje op de pennen 1 en 2. Logisch, we sturen slechts met één sensor, een fotoweerstand.
- Ook de aansluiting van de motor zal geen problemen opleveren. Een kortsluitbruggetje voor een snelstop is niet noodzakelijk.

Buitenlandse pakketpost

Lichtstraal	Motor
Vrij	Loopt niet
Onderbroken	Loopt



- Loop de hele schakeling na en sluit die daarna aan op de voeding. De lenslamp sluit je aan op de W-uitgang van de trafo. De fotoweerstand en de lenslamp moet je nu zo afstellen dat de transportband stilstaat als er geen bouwsteen op ligt. De FW wordt dan belicht. Wanneer je een steen op de band legt, dan moet die de FW afdekken. Let er op, dat er geen stoorlicht uit de omgeving b.v. van een bureaulamp, op de FW valt. In dat geval zal de band niet starten.

In het algemeen funktioneert de schakeling naar wens. Ook als een pakket op z'n kop staat. Maar het kan gebeuren dat een bouwsteen min of meer langs de lichtstraal schuift en dan stopt de motor te vroeg. Hoe je dat kunt voorkomen bespreken we straks.

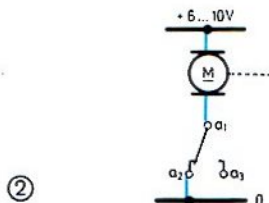
Continu bedrijf

Vóór de kerstdagen is het zo druk dat de band continu moet lopen om alle pakjes te kunnen verwerken. De band mag nu alleen stilstaan als de pakjes er afgehaald worden. Duidelijk zal zijn dat je het stuursignaal van de vorige schakeling daartoe moet omkeren. Vul eerst de funktietabel in.

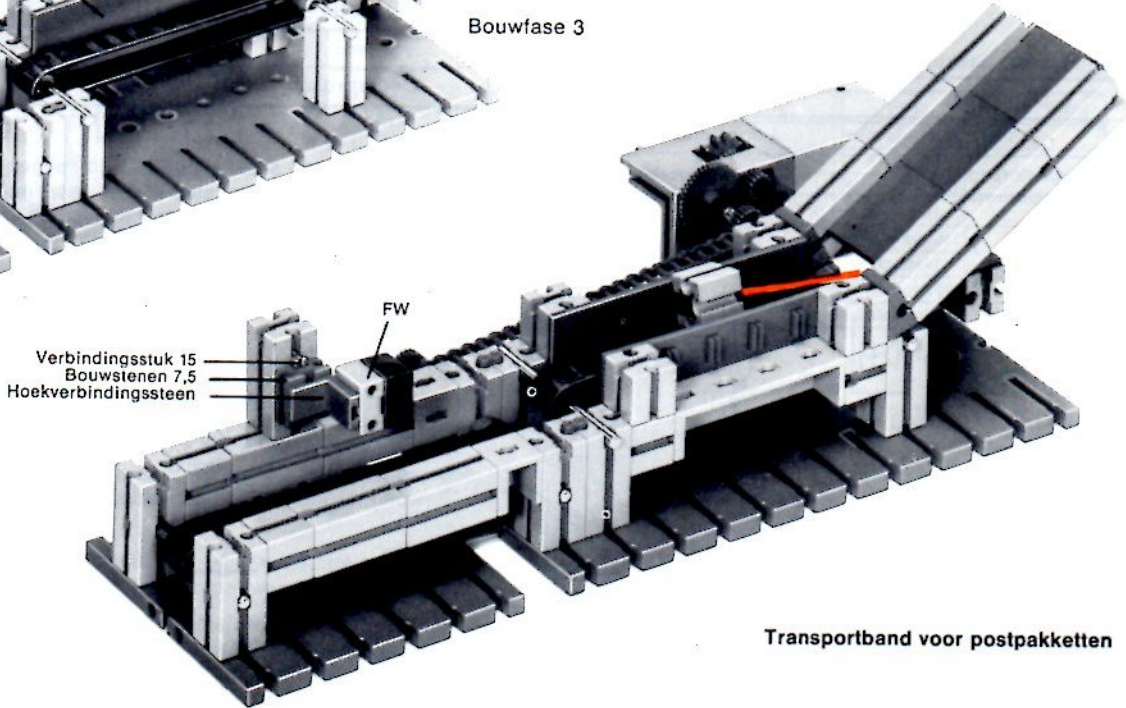
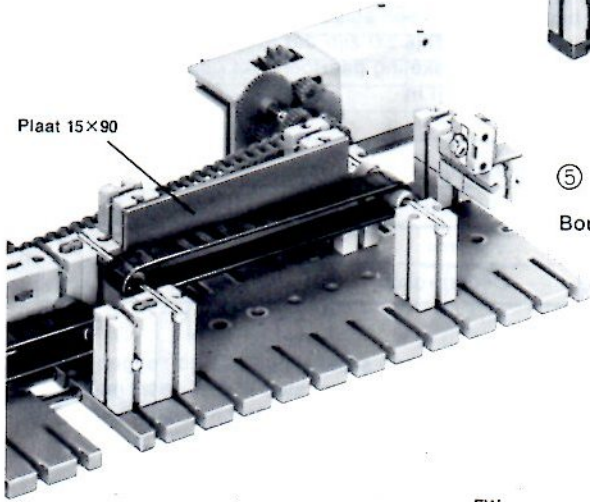
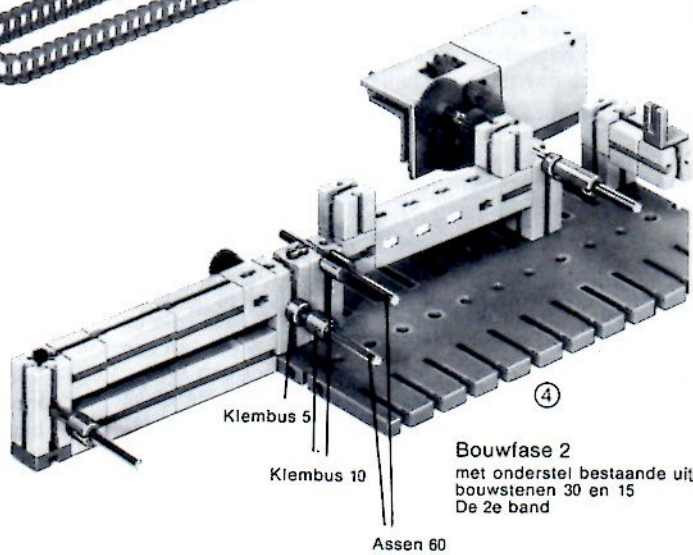
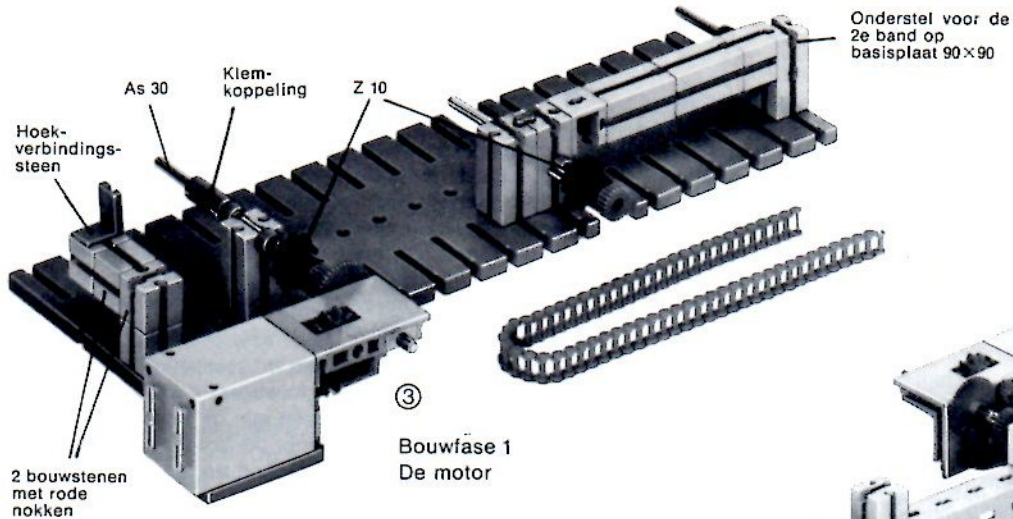
Continubedrijf

Lichtstraal	Motor
Vrij	
Onderbroken	

Na alle voorgaande schakelingen zul je zeggen: »geen probleem. De massadraad sluit ik niet op a_3 maar op a_2 aan, zoals in fig. 2 is getekend. Het maakcontact wordt dan een verbreekkontakt, dat is alles.« Of niet?



Je hebt gelijk, zonder meer. Maar we willen het probleem graag elektronisch oplossen. Je maakt daarbij tevens kennis met een nieuw IC.



Transportband voor postpakketten

Bij de bouw van het model

Het model heeft 2 aparte banden, die gezamenlijk worden aangedreven door de motor. De ene band ligt hoger dan de andere, hetgeen in een besturing met een lichtstraalonderbreker bepaalde voordelen heeft, zoals je straks zult zien. De beide banden lopen ongeveer even snel.

- Verbind de beide basisplaten met 2 assen 50 (bouwphase 1). In plaats van basisplaat 90×90 kun je ook een fundament van bouwstenen 30 maken, zie fig. 4.
- De bovenste band wordt aangedreven door de transmissie-as die je verlengt met een as 30 en een klemkoppeling. Het tandwiel 30 dient voor de aandrijving van de ketting. De as 30 is gelagerd in de groef van de bouwsteen 30 en wordt met 2 klembussen 5 op z'n plaats gehouden.
- De klemkoppeling dient tevens als aandrijfrol voor de bovenste band. Voor de geleiding van de band zorgt een legenrol, een klembus 10 die is gemonteerd op een as 60. Deze wordt met 2 klembussen 5 op z'n plaats gehouden.
- Schuif de band op de assen en monteer de bouwstenen 30, waarvan de groeven als lagers dienen, zie bouwphase 3. De band moet over het midden van de klembussen liggen om te voorkomen dat hij zijdelings verschuift.
- Laat de band proefdraaien. De motor sluit je direct op de trafo aan. Voor de geleiding van de postpakketten kun je in plaats van de platen 15×90 ook platen 30×90 gebruiken.
- De onderste band loopt aan beide kanten over klembussen 10, die op assen 60 zijn geschoven. De assen zijn gelagerd in bouwstenen 30 met asgat. As 60 aan het eind van de band hoef je niet te fixeren (fig. 4).
- Monteer nu de FW en lenslamp met behulp van hoekverbindingstenen 10×15×15 (zie fig. 6 en 5). Op de FW zet je een storlichtkap \varnothing 6 mm. De lamphouder bestaat uit 2 bouwstenen met rode nok, zodat je die gemakkelijk kunt afstellen. Maar dat doe je pas nadat de elektronika is aangesloten.
- Tenslotte monteer je de glijgoot (zie fig. 6) die wordt ondersteund met 2 hoekstenen. Langs de goot glijden de postpakketten op de band.
- Laat de hele installatie nu geruime tijd proefdraaien om te kijken of de banden goed lopen.

En nu de elektronika.

Een nieuw IC

Zorg er voor dat je niets aan de bedrading hoeft te wijzigen, terwijl de band toch voldoet aan de gestelde eis: continu draaien en alleen stoppen als een pakket op de onderste band is aangekomen.

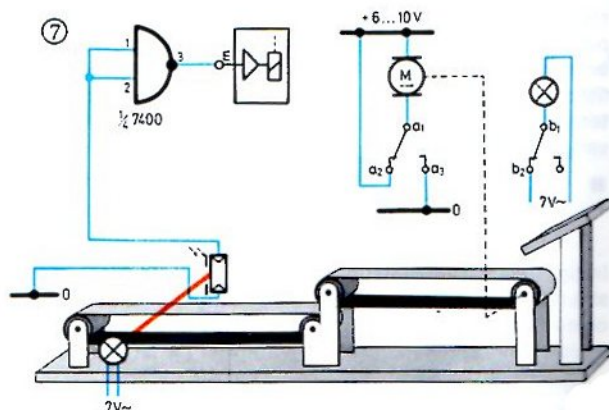
- Neem de IC 7400 en plaats die in de IC-steen met de uitsparing naar pin 1, zie pag. 12. Uiteraard moet je dan ook het schema voor de 7400 tussen de pennen leggen.
- Monteer de lichtstraalonderbreker nu aan het eind van de onderste band, dwars op de loopprieching. Gezien de korte afstand kun je volstaan met een storlichtkap \varnothing 2,5 mm voor de FW.
- Voor het signaal »pakket aangekomen« gebruik je een lamp met b.v. een gele lichtkap. De lamp wordt in- en uitgeschakeld via het b-kontakt en krijgt z'n stroom van de W-uitgang.
- Schakel de stroom in, de band moet nu starten. Wanneer een bouwsteen de lichtstraal onderbreekt, dan stopt de band. Precies volgens het programma. Denk aan de snelstop van de motor!

Op het eerste gezicht zien de poorten van de 7400 er precies zo uit als die van de 7408. Het verschil is alleen (zie fig. 8) dat op de boog een dikke punt staat. Dat betekent: hetzelfde uitgangssignaal als de 7408 maar dan omgekeerd! Technisch heet dat de inversie of negatie, kortweg aangeduid met het Engelse woord: NOT. Daarom spreken we van een »NOT AND«, een NAND-poort.

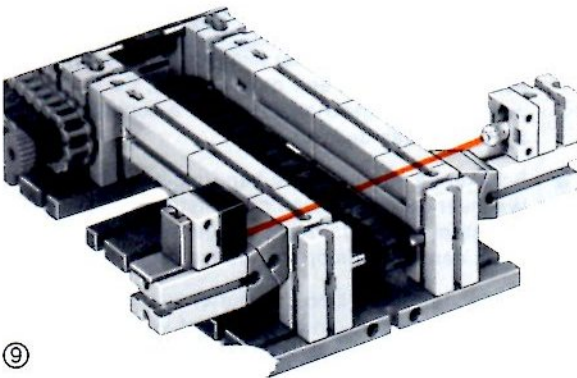
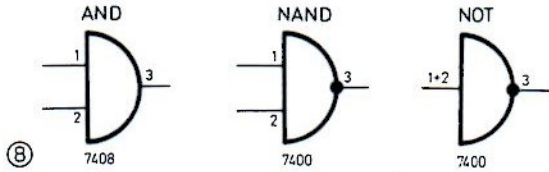
Maar in ons model hebben we NAND nog niet toegepast.

NOT-schakeling 7

Lichtstraal	Motor
Vrij	Loopt
Onderbroken	Loopt niet



Immers ingang 1 en 2 hadden we gekoppeld. We hebben de NAND dus alleen als NOT-poort gebruikt. Fig. 8 toont de symbolen van de tot nu toe behandelde poorten.



⑨

Geen grote pakketten s.v.p.

De volgende opgave. Onze transportband mag alleen kleine pakketten (bouwstenen 15) accepteren. Bouwstenen 30 en groter moeten worden uitgesorteerd. Bij het passeren van een te groot pakket moet de band stoppen en tegelijk een waarschuwingssignaal geven. Twee lichtstraalonderbrekers op de juiste afstand van elkaar tasten feilloos alle pakketten af en scheiden de grote van de kleine.

- Fig. 11 laat zien hoe je de beide fotoweerstanden moet plaatsen. De afstand tussen de beide lampen dient iets korter te zijn dan een bouwsteen.

In fig. 10 is de funktietabel beschreven met de beide stuursignalen. We kunnen de schakeling als volgt omschrijven: alleen als LS_1 EN (= AND) LS_2 tegelijk worden onderbroken, mag de motor niet (= NOT) lopen.

Voor deze schakeling hebben we dan ook een NAND-poort met 2 ingangen nodig.

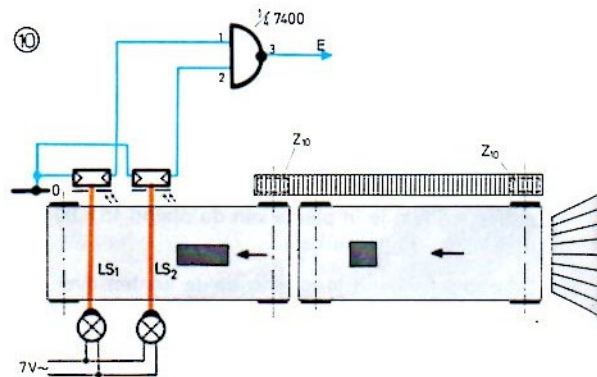
- Verwijder de brug tussen de pennen 1 en 2. Sluit de FW van de tweede lichtstraalonderbreker op pen 2 aan, zie fig. 10. Voor de rest blijft de schakeling hetzelfde. Daarom hebben we in fig. 10 de R-steen en de motor weggelaten. De juiste opstelling van de lichtstraalonderbrekers vind je in fig. 11 afgebeeld.

- Als alarmbel dient een ratel, aangedreven door de mini-motor. Deze wordt in- en uitgeschakeld via het b-kontakt van de R-steen. Voor de voeding sluit je de mini-motor aan op de G-uitgang van de trafo.

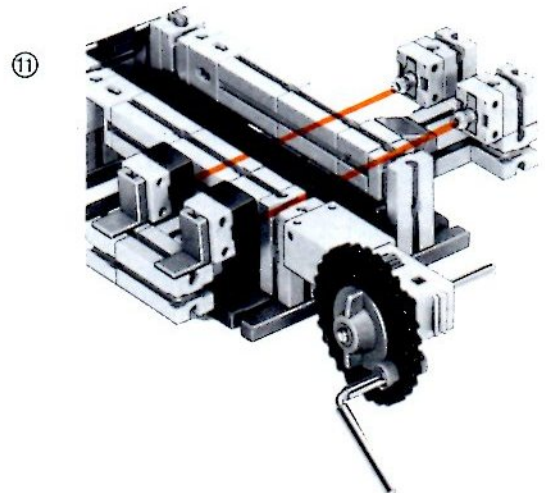
- De snelstop-schakeling voor de motor is in dit model beslist noodzakelijk.

NAND-schakeling 10

LS_1	LS_2	Motor
Vrij	Vrij	Loopt
Vrij	Onderbroken	Loopt
Onderbroken	Vrij	Loopt
Onderbroken	Onderbroken	Loopt niet



⑩



⑪

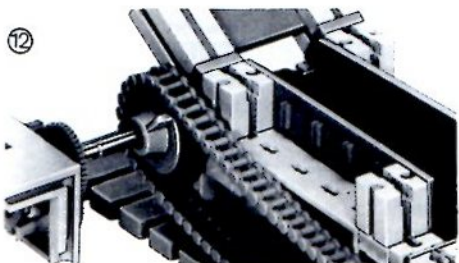
- Schakel de stroom in. Leg verschillende bouwstenen 30 en 15 op de band. Laat ook een aantal bouwstenen 15 zeer dicht op elkaar volgen.

Het blijkt dat het apparaat niet feilloos werkt. Je kunt de sorteerautomaat gemakkelijk in de luren leggen.

Waaruit maar weer blijkt dat een automaat niet meer kan dan waarvoor hij geprogrammeerd is. De automaat laat een rechtopstaande bouwsteen 30 rustig passeren, terwijl 2 bouwstenen 15 vlak achter elkaar voor een bouwsteen 30 worden aangezien, zodat de band stopt.

De eerste fout is gemakkelijk te voorkomen met een beugel over de band. Daardoor vallen de bouwstenen 30 op hun lange kant vóór ze de lichtstraalonderbreker bereiken. Ook de tweede storing kun je gemakkelijk opheffen. Je laat de onderste band eenvoudigweg sneller lopen dan de bovenste. Dan werkt de installatie perfect als sorteerautomaat.

- Je vervangt daartoe het tandwiel Z 10 op de aandrijfas door een tandwiel Z 20, zoals in fig. 12 is afgebeeld. Natuurlijk heb je ook een paar extra kettingschakels nodig. De bouwstenen die op band 1 dicht op elkaar liggen komen op de tweede band, die twee keer zo snel loopt, veel verder van elkaar te liggen.



Sorteren van postpakketten

We kunnen de band ook op hoge en lage postpakketten laten sorteren.

- Lichtstraalonderbreker LS_2 plaats je nu ongeveer in het midden van band 2 en zo hoog dat liggende stenen de lichtstraal niet onderbreken maar staande of op elkaar liggende stenen wel. De opstelling is in fig. 13 weergegeven. LS_1 blijft op z'n oude plaats.

De band moet stoppen wanneer een hoog postpakket LS_2 of een laag pakket LS_1 onderbreekt. De beide lichtstraalonderbrekers staan ver genoeg van elkaar om de juiste man aan de band de tijd te geven het pakket in de juiste postzak te doen.

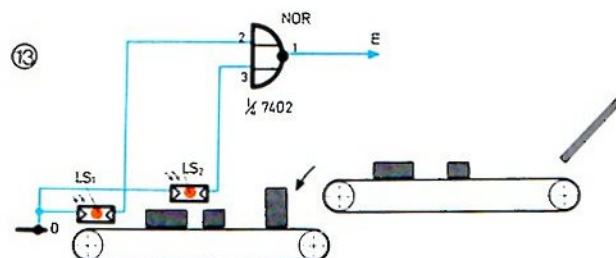
Nu moeten we het volgende schakelprobleem oplossen: wanneer LS_1 OF (= OR) LS_2 wordt onderbroken, dan mag de motor NIET lopen. Een poort die aan deze eis kan voldoen is de NOR-poort. IC 7402 bevat 4 van deze poorten.

- Vervang de IC 7400 door de 7402. Het bijbehorende schakelingsschema laat 2 belangrijke verschillen zien met de voorgaande symbolen. De halve bollen staan nu andersom: van onderen naar boven. Pin 1 is nu de uitgang van de poort, de pennen 2 en 3 vormen de ingangen. Daar moet je in de nieuwe schakeling natuurlijk wel rekening mee houden. Het tweede verschil in het symbool is dat nu de ingangen de rechte lijn snijden en doorlopen tot de boog. Dat is kenmerkend voor elke poort die wordt aangeduid met OR.
- Sluit de NOR-poort aan zoals in fig. 13 getekend, en laat de band lopen. Vul de onderstaande funktietabel verder in.

NOR-schakeling 13

LS_1	LS_2	Motor
Vrij	Vrij	
	Onderbroken	
Onderbroken	Vrij	
	Onderbroken	

Vul in: loopt of loopt niet



2 lichtstraalonderbrekers »zien« meer

In de schakeling op pag. 23 (weinig post voor het buitenland) kon een steen op een bepaalde manier de motor te vroeg uitschakelen. Die onvolkomenheid kun je met behulp van het IC 7402 verhelpen.

Voor start en stop zorgt een flipflop

- Plaats naast de FW boven de onderste rand (zie pag. 24) een tweede FW die eveneens door de lenslamp wordt belicht, zie fig. 14.

Het stuursignaal is nu: als FW₁ of FW₂ wordt afgedekt dan moet de motor lopen. Anders gezegd: wanneer de lichtstraal zus of zo wordt onderbroken. Maar in de definitie van het stuursignaal komt het woord NIET niet voor. Wel het woordje OF (in het Engels OR). Helaas hebben we geen OR-poort, of ...?

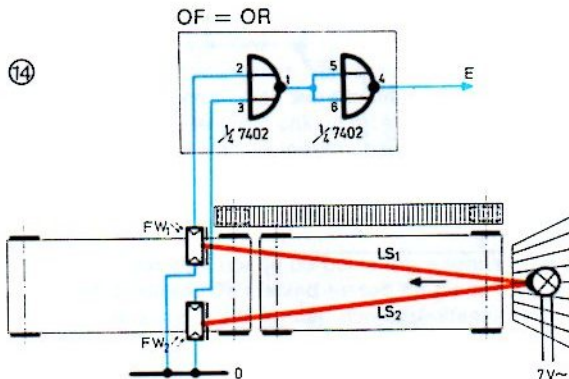
»Kan niet bestaat niet«. Fig. 14 laat zien hoe je van 2 NOR-poorten heel eenvoudig een OR-poort kunt maken. Een typisch schakeltrucje dat we in het vervolg nog vaak zullen toepassen.

- Sluit FW₁ en FW₂ met een lange, groene kabel aan op de ingangen 2 en 3 van de eerste NOR-poort.
- De ingangen 5 en 6 van de tweede poort koppel je met een witte kabel tot één ingang. Uitgang 1 van de eerste poort verbind je nu, weer met een witte kabel, met de ene ingang (5 en 6). De uitgang 4 sluit je aan met een gele kabel op pen E van de R-steen.
- Ga na dat de motor nu niet te vroeg kan worden uitgeschakeld. Vul verder de funktietabel in.

OR-schakeling 14

LS ₁	LS ₂	Motor
Vrij	Vrij	
	Onderbroken	
Onderbroken	Vrij	
	Onderbroken	

Vul in: loopt – loopt niet

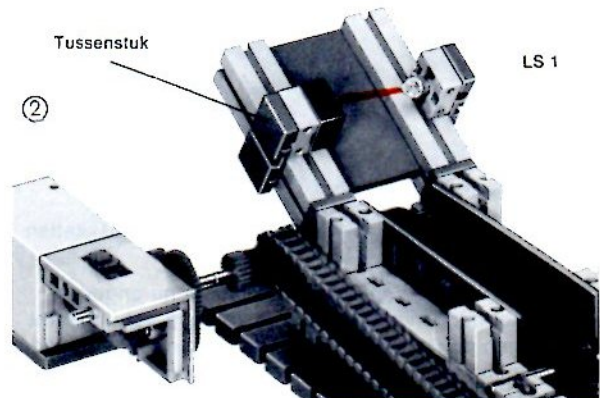
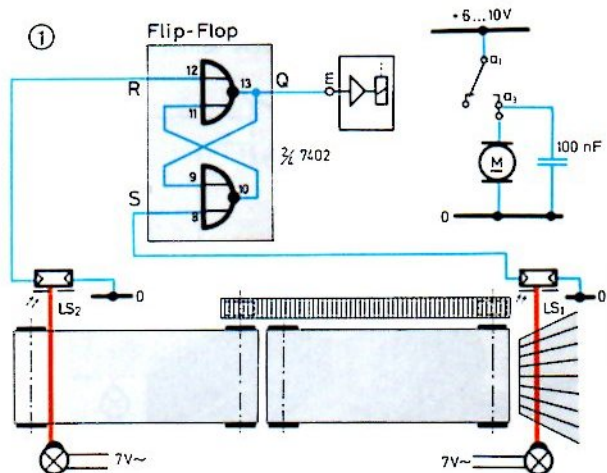


Even terug naar de kauwgomautomaat van pag. 18. Met de bovenstaande schakeling kun je die afdoend beveiligen.

De schakeling die we nu gaan bespreken heeft een heel kenmerkende naam: flipflop. Een Amerikaanse uitdrukking die zoveel betekent als: »klik-klap«.

Wat dat precies inhoudt blijkt vanzelf uit de volgende schakeling. Het probleem: de transportband is zeer lang en gaat om een paar hoeken, zodat de mensen aan het begin en het eind elkaar niet kunnen zien. Het stuursignaal heeft nu de functie: de band moet automatisch starten als er een pakket op wordt gelegd, ongeacht de grootte. De band dient te stoppen als het pakket aan het eindstation is gekomen. Daarbij moet het waarschuwingssignaal »pakket van de band nemen« worden gegeven.

- Lichtstraalonderbreker LS₁ monteren we dwars op de goot (fig. 2). Lichtstraalonderbreker LS₂ staat dwars op band 2 aan het eind, zie fig. 9 op pag. 26.



- Voor de flipflop (in fig. 1 de grijze rechthoek) heb je evenals in de OR-schakeling 2 NOR-poorten nodig. Maar de schakeling is heel anders. Voor de afwisseling gebruiken we nu de twee rechtse poorten, zoals die op het schakelplaatje zijn getekend.
- Steek eerst de beide groene kabels die van de fotoweerstanden komen, op de pennen 8 en 12. Deze worden de ingangen S en R van de flipflop genoemd.
- Daarna verbind je de uitgang Q (pen 13) van de flipflop met ingang E van de R-steen. Gebruik hiervoor een gele kabel.
- Tenslotte de kenmerkende Verbinding voor dat type schakelingen: de kruisverbinding. De uitgangen van de beide poorten sluit je kruiselings aan op de nog vrije uitgangen. Hiervoor neem je kleine witte kabeltjes. Uitgang 13 verbind je met ingang 9 en uitgang 10 met ingang 11.
- De snelstop voor de motor is nu niet nodig. Nieuw in deze schakeling is ook de 100 nF-kondensator (spreek uit als nano-faraad of kortweg en-ef). De kondensator voorkomt dat het relais begint te klapperen. Probeer de schakeling eerst maar eens zonder kondensator. De motor sluit je aan op kontakt a_3 en de nul (0-strip).
- Schakel de voedingsspanning in. Mocht de band meteen starten, dan kun je die stopzetten door LS_2 even te onderbreken.
- Leg nu een bouwsteen op de goot en kijk wat er gebeurt. Door de korte onderbreking van LS_1 start de band en blijft lopen in tegenstelling tot de voorgaande schakelingen. Ook volgende onderbrekingen van LS_1 hebben geen enkele invloed. De flipflop wordt namelijk door LS_1 in een bepaalde stand »geflipt«. De technische term luidt »gezet« of »de flipflop krijgt een setpuls«. Vandaar de letter S van »SET« voor de ingang. De band blijft lopen. Pas wanneer de bouwsteen aan het eind de LS_2 onderbreekt, wordt de band stopgezet.
- Haal de bouwsteen weg, zodat LS_2 wordt vrijgegeven. Er gebeurt niets, ook niet als je LS_2 opnieuw onderbreekt en weer vrijgeeft.

De eerste onderbreking van LS_2 – ook al is die nog zo kort – zet de flipflop terug. Dat is de »flop«. Vandaar dat men spreekt van terugzetten of de »RESET«, aangegeven met de letter R bij de betreffende ingang. Met de »Resetpuls« zet je de schakeling in z'n oude stand (de band draait niet) en die blijft behouden tot je de flipflop opnieuw via ingang S een puls geeft. Dat gebeurt door een nieuwe bouwsteen op de glijbaan te leggen. Deze steen onderbreekt LS_1 en de band start weer.

- Wat gebeurt er als een steen de LS_2 onderbreekt en op de LS_1 een nieuwe »setpuls« wordt gegeven? Neem de proef op de som. De band blijft stilstaan zolang de LS_2 niet wordt vrijgegeven.

De flipflop bestuurt de installatie dus automatisch in het tempo van de man die aan het eind de postpakketten van de band haalt. In volgende hoofdstukken zullen we nog meer toepassingen van de flipflop bespreken.



Let op: ontstoren

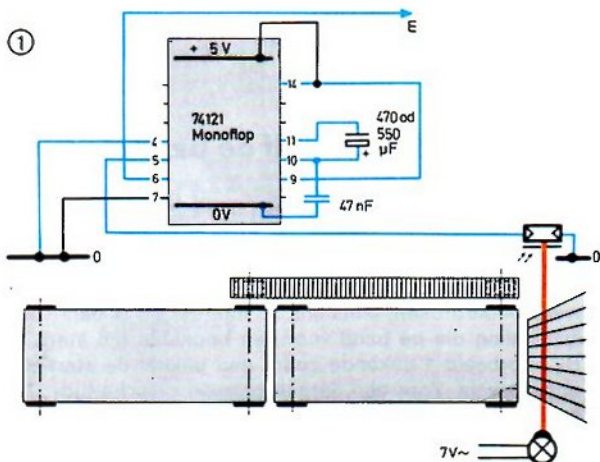
Wanneer je met een wat oudere motor werkt, bestaat het gevaar dat de flipflop- en monoflopschakelingen niet goed werken. Door de hoogfrequente storing zal ook de ontstoringkondensator van 100 nF niet voldoen. Mocht een schakeling worden gestoord, leg dan de leidingen naar de motor zover mogelijk van de draden naar de fotoweerstanden. Vermijd steeds dat de kabels van de motor over de IC-steen komen te liggen.

Een monoflop zet zelf de band stop

De eerste schakeling werkte met één lichtstraalonderbreker in de lengterichting. De band liep dan alleen zo lang de fotoweerstand werd afgedekt. Bij de flipflop bleef de band lopen tot de tweede lichtstraalonderbreker werd onderbroken. Minstens zo interessant is een schakeling die de band voor een bepaalde tijd start. Bij voorbeeld 1 seconde zodra een pakket de start-LS onderbreekt. Voor een dergelijke elektronische tijdschakeling heb je een monoflop nodig. Het is het IC met het nummer 74121.

- Steek de monoflop in de fitting van de IC-steen. Het schemaplaatje heb je niet nodig en kun je voorlopig vergeten. De voeding blijft dezelfde als voor de andere IC's. Via pen 7 naar massa en pen 14 aan +5 V. Bovendien moet je pen 4 aan massa (= 0-strip) leggen.
- Aan de rechterkant van de IC sluit je op pen 10 en pen 11 een 550- of 470 μ F-kondensator aan. De (+)aansluiting van de kondensator moet beslist op pen 10 worden geplaatst. Leg tenslotte nog een bruggetje (korte, witte kabel) van pen 14 naar pen 9 en plaats de ontstoring-kondensator van 47 nF tussen pen 10 en 0 V.
- Ingang E en de R-steen sluit je aan op de uitgang (pen 6) van de monoflop. Hiervoor neem je weer een gele kabel.
- De monoflop wordt gestart – evenals bij de flipflop – door het onderbreken van de LS bij de glijgoot. Op de fotoweerstand plaatsen we een 4 mm stoorlichtkap. De FW sluit je aan op pen 5 en massa.
- Een snelstop is in deze schakeling niet zo doelmatig. Wel moet je nog een ontstoringkondensator van 100 nF aansluiten tussen pen a_3 en 0 V.
- Ga aan de hand van fig. 1 na of je alle verbindingen goed hebt gelegd en schakel daarna de voeding in. Schuif een bouwsteen door de lichtbundel.

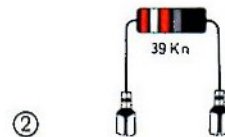
De motor moet ongeveer 1 seconde lopen en dan stoppen. Is dat niet het geval, controleer dan eerst of de FW niet teveel licht ontvangt. Waarschijnlijk moet je een kap met een kleinere opening gebruiken. Als de steen snel door de lichtbundel glijdt, dan reageert een fel belichte FW te traag en wordt er geen plus aan het IC doorgegeven.



Bij deze tijdschakeling wordt een pakket steeds een klein stukje getransporteerd. Het eindstation bereikt het pakket pas nadat enkele volgende pakketten op de band zijn geplaatst. In vele gevallen is dat gewenst.

De looptijd van de band wordt bepaald door de capaciteit van de kondensator die je hebt aangesloten op pen 10 en 11, alsmede door een 2 k Ω -weerstand in het IC. Deze weerstand is via de brug pen 9 – pen 14 ingeschakeld. De schakeltijd van 1 seconde kun je op verschillende manieren verlengen.

- Bijna twee keer zo lang zal de pulstijd – dat is de tijd dat de motor stroom krijgt – duren als je de tweede 470 μ F- of 550 μ F-kondensator parallel schakelt met de eerste. Hiervoor kun je het tweede stel, nog vrije pennen 10 en 11 nemen. Let op de juiste polariteit. De totale capaciteit is nu $550 + 550 = 1100 \mu$ F, resp. $470 + 470 \mu$ F = 940μ F. (Het kan alleen als de 47 μ F-ontstoringkondensator niet wordt gebruikt.)
- Veel langere pulstijden verkrijgen we als je het bruggetje tussen pen 14 en pen 9 vervangt door de 39 k Ω -weerstand (oranje-wit-oranje). Hoe lang is de pulstijd van de monoflop nu? Meet de tijd zowel met als zonder de tweede kondensator tussen pen 10 en pen 11.



Nu is een pulstijd van bijna 20, resp. 35 seconden veel te lang voor de transportband. Een tijd van 1–2 seconden is meer dan voldoende. Tenminste? Wat gebeurt er met de laatste pakketten die aan het begin op de band zijn gegleden, moeten die tot de volgende dag wachten? We passen een trucje toe, zodat de pulstijd kan worden omgeschakeld, zie fig. 3.

- Plaats de 39 k Ω -weerstand tussen pen 14 en pen 9. Parallel zet je een schakelaar waarmee je de weerstand kunt overbruggen. In dat geval werkt alleen de weerstand die in het IC is ingebouwd. Al naar de stand van de schakelaar is de pulstijd dan 1 of 20 seconden. Daar beide pennen 14 al in gebruik zijn, moet je één van de leidingen (van de drukknop) direkt op de (+5 V)strip aansluiten.

Een opwindend flikkerlicht

We gaan het lampje in de schakeling nu gebruiken als lichtbron voor de fotoweerstand die op de ingang van de poort staat.

- Sluit een lamp volgens fig. 1 aan op het verbreekcontact b_1-b_2 van de R-steen. De fotoweerstand met een 4 mm stoorlichtkap wordt aangesloten op de ingang (2+3) van de NOR-poort. Zoals je weet werkt de NOR-poort dan als een hegator. Vergeet de verbindingen met massa niet.

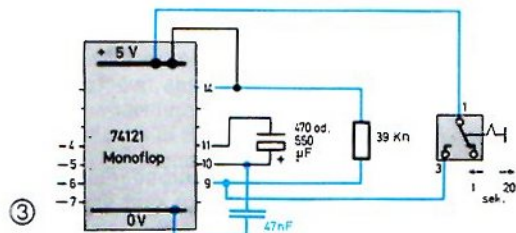
- Leg de fotoweerstand met de opening naar beneden op tafel, er valt dan zeker geen licht op.

- Schakel de voeding in. De lamp gaat branden. Richt de fotoweerstand op de lamp en beweeg de FW heen en weer, naar de lamp toe en er vandaan. Het resultaat is een flikkerlicht.

- Monteer de FW en de lamp met behulp van bouwstenen op een basisplaat. Op de FW mag beslist geen licht van buiten of van de kamerverlichting vallen.

De uitgang van de schakeling stuurt de lamp, maar de lichtstralen daarvan sturen weer de ingang van de schakeling die daarop reageert. Je zou het kunnen vergelijken met een hond die in zijn eigen staart wil bijten en in een rondje blijft lopen.

Interessant is ook dat je de frequentie (aantal lichtflitsen per seconde) kunt regelen door de afstand tussen lamp en fotoweerstand te veranderen.

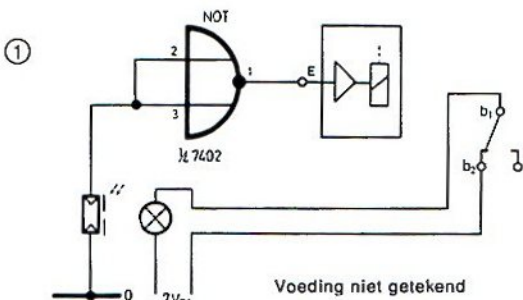
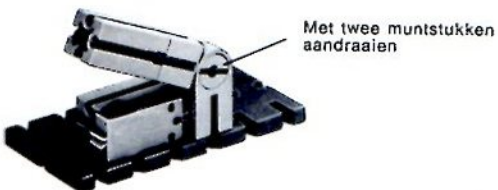


- ③ Van de mini-drukknop maak je een schakelaar met behulp van een scharniersteen, zie fig. 4. Door de schroeven met twee muntstukken iets aan te draaien, blijft de schakelhefboom in elke gewenste stand staan. Druk je de hefboom naar beneden en laat je die daarna los, dan kan de rode knop niet terugspringen. Het verschil tussen een drukknop en een schakelaar is dus dat een schakelaar niet vanzelf terugkeert in de oorspronkelijke stand. Een drukknop doet dat wel zodra je de knop loslaat.

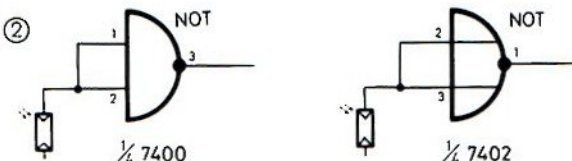
De normale stand van de schakelaar in deze schakeling is dat de 39 kΩ-weerstand wordt overbrugd. De pulstijd bedraagt dan 1 seconde. Vlak voor het einde van de werktijd of langere pauzes zet je de schakelaar in de andere stand. De band loopt dan nog ongeveer 20 seconden. In die tijd kan ook het laatste pakket het eindstation bereiken.

Het symbool van een schakelaar verschilt van dat van een drukknop en wel daarin dat de hefboom met een dwarsstreepje en een driehoekje is getekend. Het driehoekje symboliseert de pal die de hefboom in de gewenste stand vasthoudt.

④ Mini-drukknop als schakelaar



- Ook een NAND-poort met gekoppelde ingangen werkt als een negator. Hetzelfde flikkerlicht-effect ontstaat ook wanneer je in fig. 2 in plaats van het IC 7400 de 7402 neemt. Ga dat na, maar let op: pen 1 is nu geen uitgang maar één van de ingangen.

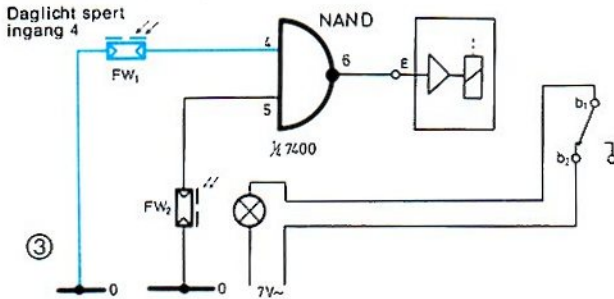


Omkeren van de polariteit

Waarschuwinglicht bij nacht

Automatische knipperlichten worden vaak bij wegwerkzaamheden en boeien gebruikt om gevaarlijke punten aan te geven. Het knipperlicht moet alleen 's nachts of bij dichte mist branden. Overdag is het niet nodig. Daarvoor zorgt een fotoweerstand FW_1 , die in fig. 3 blauw is ingetekend.

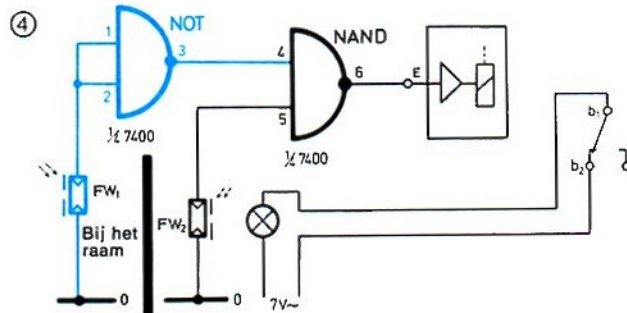
- Sluit de beide fotoweerstanden aan op de ingangen pen 4 en 5 van de NAND-poort. Let er op, dat de FW_1 alleen door daglicht kan worden belicht. Omgekeerd mag op FW_2 alleen licht van de lamp vallen.
- Om van het flinkerlicht een knipperlicht te maken, schakel je een 550-, resp. 470 μ F-kondensator parallel met FW_2 . De plus (+) op pen 5 en de (-) aan de 0 (nul).



De schemeringswaker

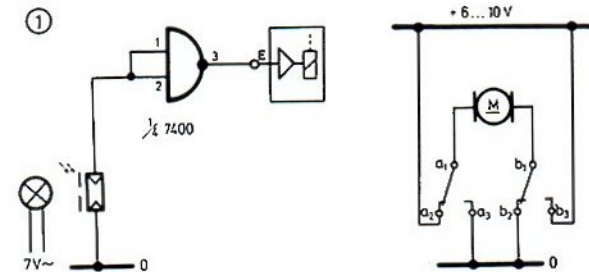
De schakeling volgens fig. 4 maakt je vast en zeker wakker bij zonsopgang, ook al zou je best nog eens lekker willen omdraaien.

- De blauw getekende NOT-poort (een negator) plaats je daartoe tussen de fotoweerstand en de NAND in de vorige schakeling. Het gevolg is dat het knipperlicht niet door het daglicht wordt uitgeschakeld maar juist gaat werken. Daarvoor gebruik je de NAND-poort linksboven.
- De fotoweerstand monteer je voor het raam. Door een juiste keuze van de stoorlichtkap reageert de schakeling wel bij mooi weer, maar niet als de hemel bewolkt is; dan kun je rustig doorslapen.

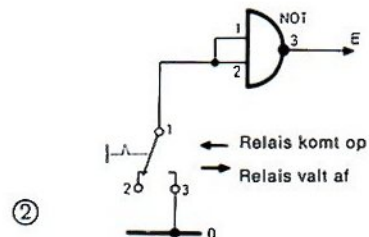


Om de draairichting van de motor te veranderen moet je òf de regelknop van de trafo de andere kant opdraaien òf de aansluitingen verwisselen. Met de R-steen is er een elegantere oplossing: omkeren van de polariteit.

- Sluit de motor op de relaiscontacten aan volgens fig. 1. Is het relais afgevallen dan is de linker aansluiting van de motor met de (+) verbonden, komt het relais op dan wordt deze aansluiting met de (-)pool, de 0-strip, verbonden. De rechter-aansluiting daarentegen wisselt van (-) naar (+). Vandaar de benaming poolomkeerschakelaar.
- Voor de besturing van het relais gebruiken we een lichtstraalonderbreker, zie fig. 1. Neem de proef op de som dat de motor van draairichting verandert als je de lichtbundel onderbreekt en omgekeerd.



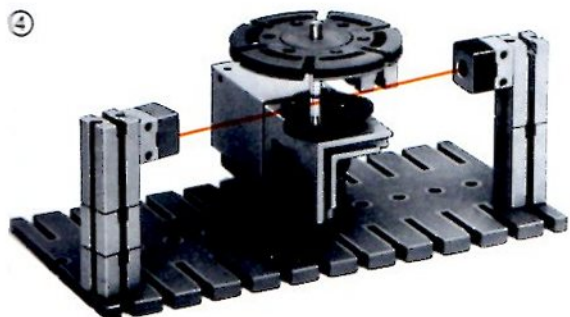
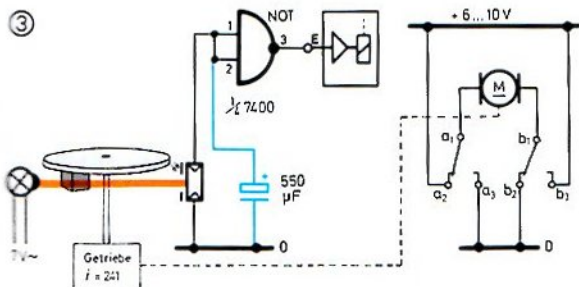
- In plaats van een lichtstraalonderbreker kunnen we natuurlijk ook een drukkноп nemen of de schakelaar van de vorige pagina, fig. 4. In fig. 2 hieronder is het schema getekend.



Reklame en elektronika

Als aandachttrekker in etalages of op toonbanken wordt vaak een apparaatje gebruikt dat een figuur of een lamp voortdurend heen en weer beweegt. Hetzelfde doet het model in fig. 4. Het principe van de schakeling is in fig. 3 getekend. De motor drijft een draaischijf aan waarop een nok is bevestigd. Deze onderbreekt een lichtstraal en geeft die weer vrij, waardoor de draairichting van de motor wordt omgekeerd. Ook in deze schakeling is het uitgangssignaal teruggekoppeld op de ingang, precies zoals bij het knipperlicht.

- De staander bevat een bouwsteen 15 met rode nok zodat je de lenslamp exact kunt richten op de \varnothing 4 mm opening in de stoorlichtkap voor de FW.
- De poolomkeerschakeling zal geen problemen opleveren. De in fig. 3 blauw getekende elko laat je voorlopig weg.
- Schakel de voeding in. De draaischijf beweegt zich nu snel heen en weer. Ongeveer 4 tot 8 keer per seconde.
- Plaats nu de elko in de schakeling. De (+) op pen 2. De draaischijf »trilt« niet meer heen en weer, maar zwaait nu ongeveer 1 keer per seconde heen en weer. Het is de elko die zorgt voor de vertragende werking.



De schuine lift

We gaan nu het model van een lift bouwen, die nog vrij vaak wordt gebruikt. Bij voorbeeld in fabrieken voor het transport van lichte goederen die in een magazijn moeten worden opgeslagen. De lift gaat automatisch op en neer, maar zo langzaam dat er onderweg dozen en pakken op kunnen worden gelegd.

Bij de bouw van het model

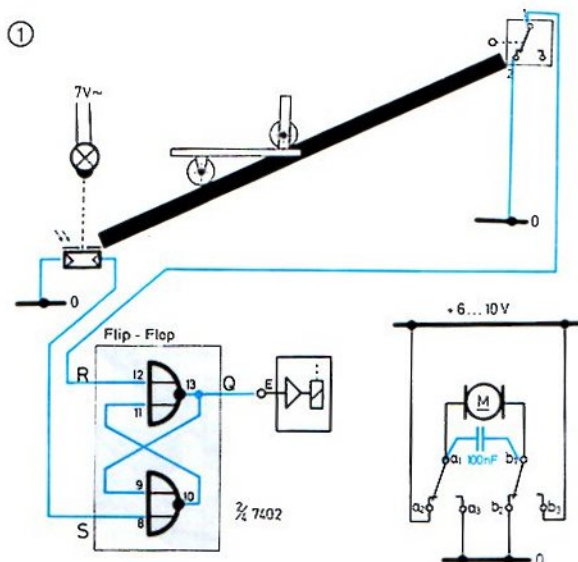
Mocht je geen statikadoos hebben, dan kun je de elektronische besturing ook toepassen op de transportband.

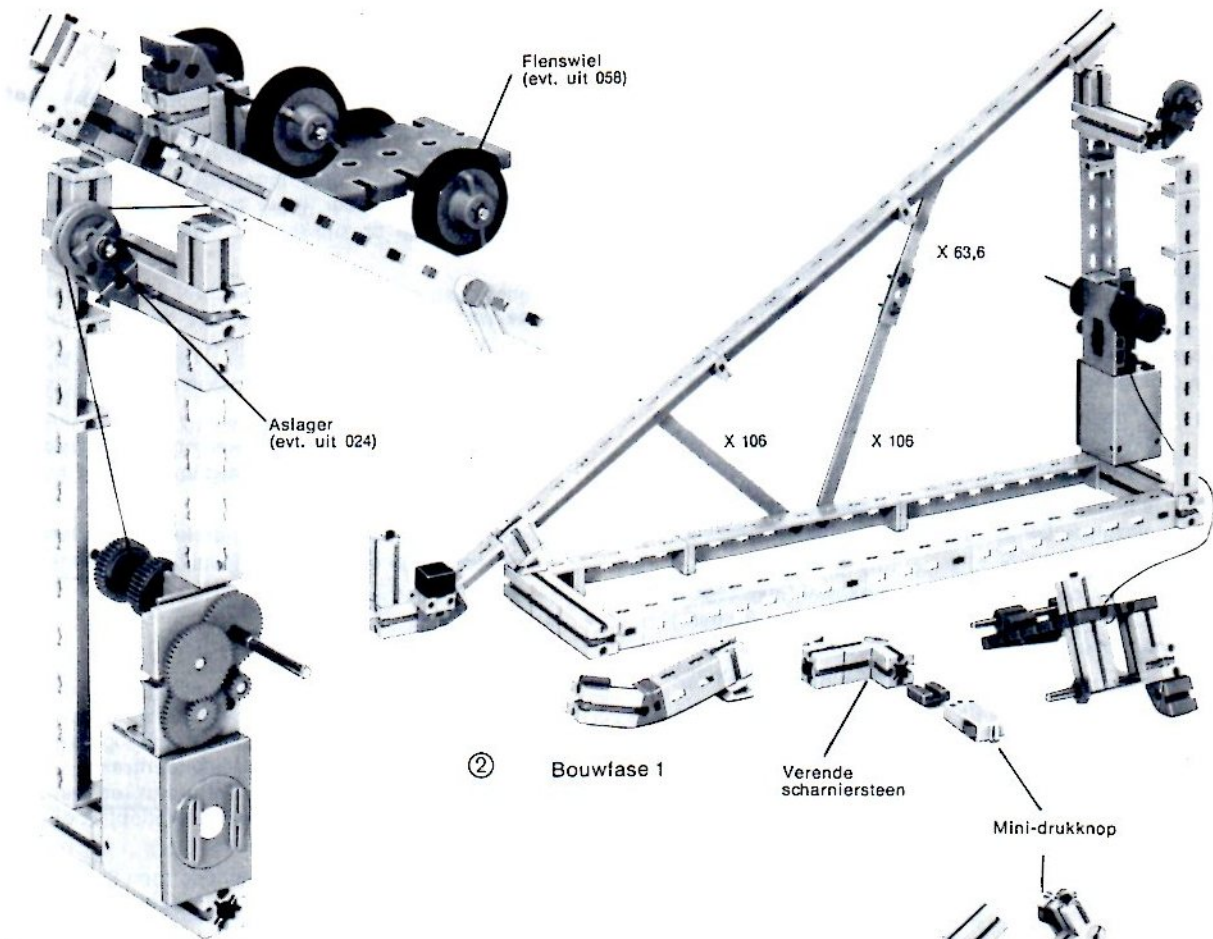
- Voor de lichtstraalonderbreker op het platform neem je de lenslamp. Op de fotowerstand komt een stoorlichtkap \varnothing 4 mm.
- Bovenaan plaats je een mini-drukknop, gemonteerd op een verende scharniersteen die de schok opvangt.

De elektronika

Fig. 1 laat zien dat je een flipflop nodig hebt, die wordt verkregen door 2 NOR-poorten te verbinden. De stuursignalen luiden: de lift moet omhoog gaan na het onderbreken van de lichtstraalonderbreker (= zetten van de flipflop) – na het indrukken van de minidrukknop (= terugzetten van de flipflop) door de lift moet deze naar beneden gaan.

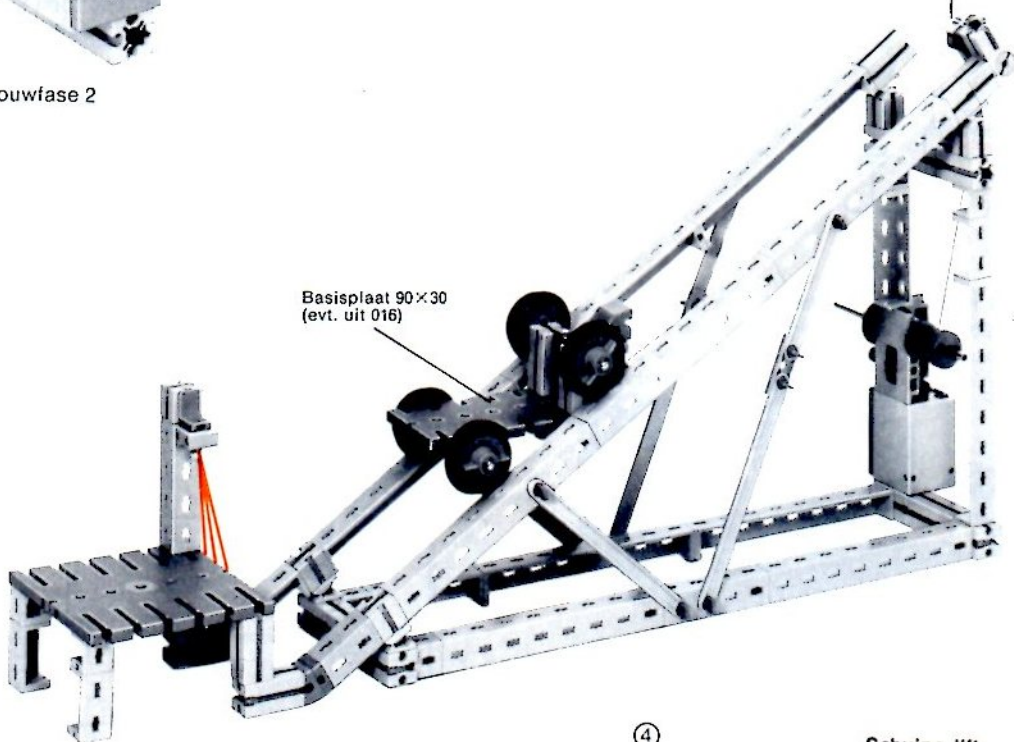
- Sluit de FW aan op de set-ingang (pen 8).
- Bus 1 van de mini-drukknop verbind je met de Reset-ingang (pen 12) van de flipflop. De minidrukknop werkt als verbreekkontakt.





② Bouwfase 1

③ Bouwfase 2



④

Schuine lift

- De lift moet bij elk stuursignaal, resp. elke »set« en »reset« van de flipflop, van richting veranderen. De R-steen werkt daartoe als poolomkeerschakelaar.
- Om te beginnen kun je de lift het beste in het midden op de baan plaatsen en daarna de flipflop pulsen geven door resp. de lichtstraal te onderbreken en de mini-drukknop in te drukken. Gaat de lift de verkeerde kant op, dan verwissel je de aansluitingen van de motor.
- Afhankelijk van het type motor sluit je eventueel een 100 nF-ontstoringcondensator aan op a1-b1. Zie ook de aanwijzingen op pag. 29 voor het geval de motor reeds halverwege wordt omgepoold.
- Tenslotte stel je de lamphouder zo in, dat de lichtstraal op de juiste manier door de lift wordt onderbroken.
- Als het lampje uitvalt dan blijft de lift, vlak voor de drukknop, heen en weer rijden. Dit is als volgt te verklaren: de flipflop krijgt door het indrukken van de drukknop een »reset« puls, maar onmiddellijk daarna weer een »set« puls omdat de lichtstraal in feite konstant is onderbroken. Je kunt dat simuleren door een van de leidingen te onderbreken of je hand voor het lampje te houden.

Omkeren op de helft

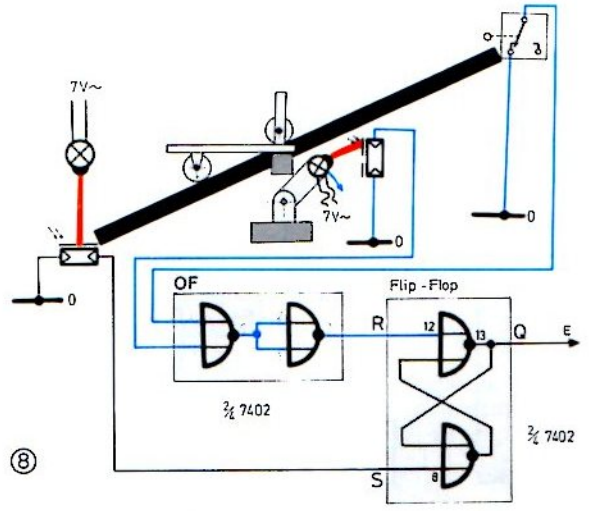
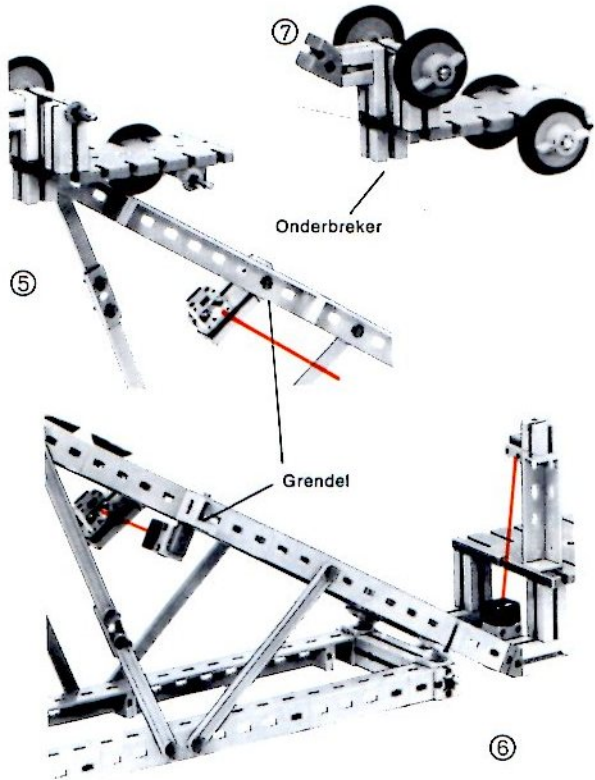
Neem het geval dat de lift zelden helemaal naar boven moet maar meestal bij een laadperron op halve hoogte moet stoppen en omkeren. In dat geval monteren we een lichtstraalonderbreker op de helft van de baan.

- Plaats een tweede lichtstraalbreker (L 5) volgens fig. 5-6. De lamp is gemonteerd op een arm die draaibaar is. De FW wordt vast ingebouwd. Je kunt de arm nu horizontaal of schuin zetten.
- Staat de arm horizontaal, dan kan een bouwsteen 15 aan de onderkant van de lift de lichtstraal onderbreken. De bouwsteen 15 plaats je aan de kant van de lamp, zie fig. 7.
- Moet de lift naar het bovenste eindpunt, dan draai je de arm met de lamp zover naar onderen, dat de bouwsteen 15 de lichtstraal niet meer kan onderbreken.

Het stuursignaal voor »naar beneden« luidt nu: de flipflop moet door het onderbreken van de LS halverwege of door het bedienen van de drukknop worden teruggezet.

- Daartoe moet je vóór de R(ezet)-ingang, pen 12 van de flipflop, een OR-poort plaatsen. Zie fig. 8. In het model van de transportband hebben we gezien hoe van een NOR-poort met daarachter een NOT(negator) een OR-poort is te maken. De negator zelf bestaat uit een NOR-poort met gekoppelde ingangen (zie fig. 14, pag. 28).

- De drukknop en de nieuwe FW sluit je aan op de ingangen pen 2 en pen 3. De lift keert nu, al naar de stand van de LS, halverwege of boven van richting om.



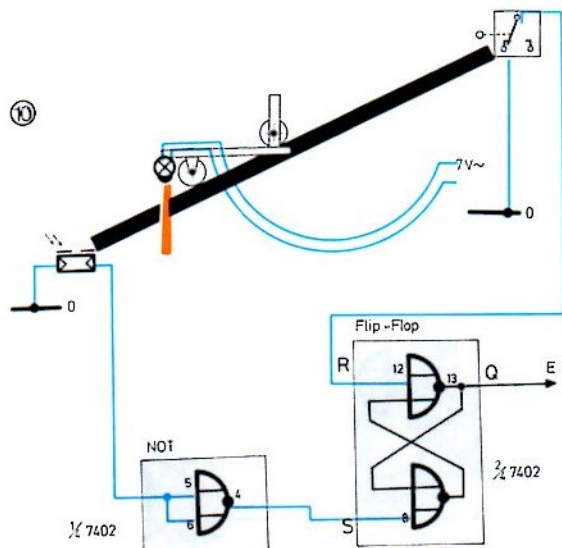
Het kan ook zonder lichtstraalonderbreker

We gaan nu weer het hele traject gebruiken. De LS halverwege kun je slopen. Op de lift komt nu een lamp, zodat hij ook 's nachts kan rijden. Het licht van de lamp dient tevens voor het geven van een stuursignaal.

- Verwijder de lenslamp van de onderste lichtstraalonderbreker en monteer in plaats daarvan een lamp aan de onderzijde van de lift, zie fig. 9. De draden naar de trafo voor de voeding van de lamp haal je door een gat in de liftbodem. De fotoweerstand voorzie je van een stoorlichtkap 6 mm ϕ en schuif je iets naar boven. Fig. 10 toont de schakeling.



⑨



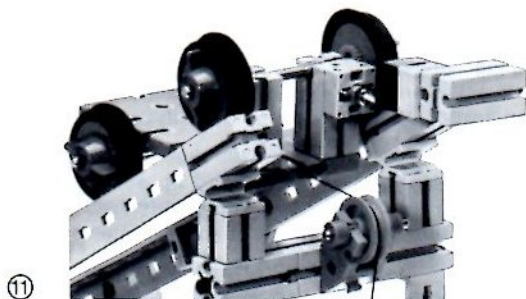
⑩

Bij deze besturing moet de flipflop een »set« puls (naar beneden rijden) krijgen als de FW wordt belicht door het lampje op het wagentje. Precies omgekeerd dus als in de voorgaande schakelingen toen de flipflop een »set« kreeg als de FW werd afgedekt. Een dergelijke omkering – negatie geheten – van het signaal verkrijgen we met een NOT-poort. Het is de in fig. 10 getekende NOR-poort met gekoppelde ingangen, de pennen 5 en 6, waarop de FW is aangesloten. De uitgang, pen 4, staat op de S-ingang (pen 8) van de flipflop.

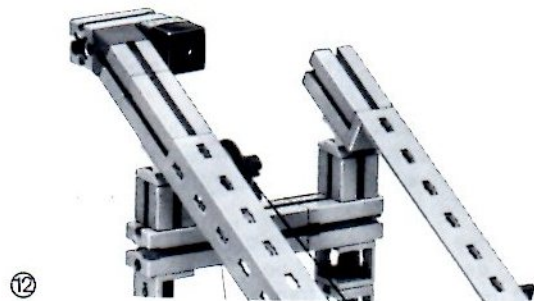
Ook de drukknop kunnen we missen

- Met een tweede lamp op de lift, zie fig. 11, en een FW op het bovenste keerpunt (fig. 12) kunnen we de flipflop een R-puls geven.
- In dat geval moet je voor de R-ingang (pen 12) ook een NOT-poort plaatsen, zie fig. 13.

De lampen op de lift hebben een dubbele functie, ze geven de nodige stuursignalen en de nodige verlichting, zodat men 's nachts kan doorwerken.



⑪

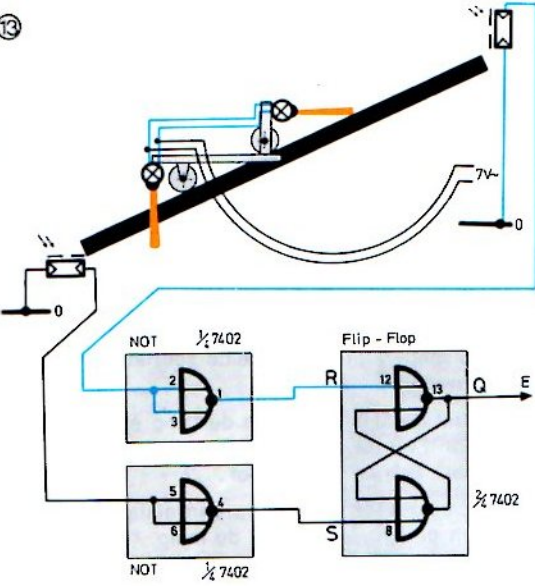
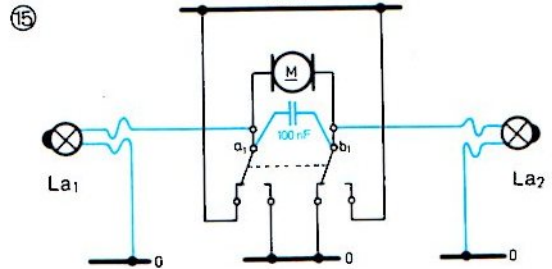


⑫

Signaalgeven – verlichten – richting aangeven

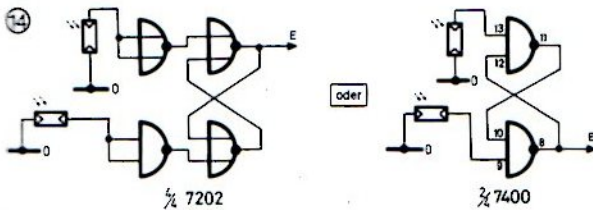
In de nu volgende schakeling vervullen de beide lampen op de lift alle drie bovengenoemde functies tegelijk. De lamp aan de top van het wagentje mag niet branden als de lift naar beneden gaat en de lamp aan de onderkant moet gedoofd zijn als de lift naar boven rijdt.

- We sluiten de lampen niet parallel aan op de wisseluitgang van de trafo maar de ene via het a-kontakt van het relais en de andere via het b-kontakt. Zie fig. 15.
- Probeer aan de hand van het schakelschema na te gaan of La₁ of La₂ in de getekende stand van de kontakten brandt.
- Zoek zelf uit welke lamp je op a₁ en welke op b₁ moet aansluiten zodat de juiste richting wordt aangegeven.



Kan dat nu niet allemaal wat simpeler? Is dat omkeren van de signalen echt nodig? Je hebt gelijk, later zullen we er nog op terugkomen; nu laten we alvast zien hoe je het probleem met een flipflop van NAND-poorten kunt oplossen.

Fig. 14 laat beide schakelingen zien.



- Let op: de pennen 11 en 8 zijn nu de poort-uitgangen. De E-pen van de R-steen moet je met de uitgang van de onderste poort, het is pen 8, verbinden. De onderste FW sluit je aan op pen 9, de andere FW op pen 13. Over de vraag of we deze ingangen als normale S- en RS-ingangen kunnen beschouwen, zullen we ons op dit moment niet bekommeren. Op de geelgerande pagina's wordt dat precies behandeld.

Een pulsgenerator

De fietsdynamo is een generator. Generator is het latijnse woord voor stroomopwekker. De fietsdynamo levert onafgebroken stroom zolang het aandrijfwielje draait.

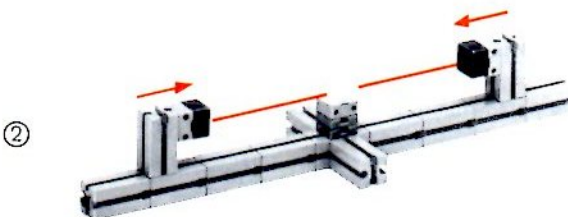
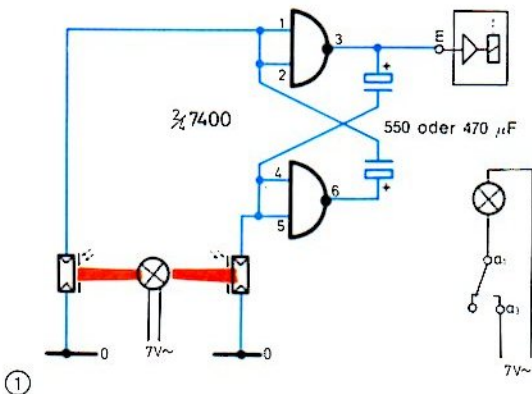
Maar een pulsgenerator werkt anders.

- In schema (1) is een schakeling getekend die veel op een flipflop lijkt gezien de gekruiste verbindingen, maar er zijn twee belangrijke verschillen:

- 1) De kruisverbindingen bevatten elk een elko;
- 2) er worden twee invertors of negators (in dit geval twee NAND-poorten met verbonden ingangen) gebruikt.

Het geheel komt overeen met een flipflop die zichzelf zet en terugzet.

- Verbind eerst de pennen 1-2, resp. 4-5 met elkaar (groene kabeltjes). Daarna leg je de kruisverbindingen met de beide elko's (550 μ F). Let op de juiste aansluiting van de (+)poten. Deze sluit je aan op resp. pen 3 en pen 6.
- Tenslotte moet je nog de beide fotoweerstanden, FW₁ en FW₅, op de ingangen pen 1 en pen 5 van de pulsgenerator aansluiten en de andere polen van de FW's aan massa leggen.
- De beide fotoweerstanden (4 mm stoorlichtkap) worden konstant – dat is belangrijk – door slechts één lamp belicht. Om te voorkomen dat de ene FW meer licht ontvangt dan de andere, neem je een normaal lampje met een melkwitte (opaal) lichtkap. De afstand tot de lamp moet in onze eerste proef ongeveer 5 cm zijn voor elke FW.
- Schakel de voedingsstroom in. Als je de schakeling goed hebt opgebouwd, dan wordt de lenslamp regelmatig in- en uitgeschakeld door de R-steen.



De generator laat het relais nu voortdurend opkomen en afvallen door achter elkaar impulsen (stuursignalen) te geven. Vandaar dat een dergelijke schakeling een pulsgenerator heet. Na elk stroomstootje, een puls, is er even een rust, waarna er weer een stroomstootje volgt.

Knipperlicht en onderbrekerlicht

Vuurtorens langs de kust, boeien in het water en lichtinstallaties op klippen zenden lichtsignalen uit om schepen te waarschuwen en de juiste weg te wijzen. Een knipperlicht kenmerkt zich doordat het lichtsignaal korter is dan de pauzes tussen de lichtsignalen. Bij een onderbrekerlicht is dat precies andersom. Met een pulsgenerator kun je beide soorten lichtsignalen opwekken.

- Handhaaf de afstand tussen de lamp en FW₅ maar schuif de FW₁ tot vlak bij de lamp. Wat is het resultaat? Een knipperlicht of ...?
- Nu het omgekeerde: FW₁ op een afstand van 5 cm en de FW₅ vlak tegen de lamp.
- De tijd van lichtsignaal + pauze heet de periode. Je kunt de periode en de verhouding lichtsignaal/pauze binnen ruime grenzen veranderen door de afstanden van FW₁ en FW₅ tot de lamp, te wijzigen. Voor het starten van de schakeling moet je eventueel FW₁ even afdekken.
- Je kunt met de ene pulsgenerator tegelijk een knipperlicht en een onderbrekerlicht besturen. De tweede lamp sluit je aan via b₁-b₂. Echt goed werkt een dergelijk wissellicht pas als je de lampen op ruime afstand van elkaar plaatst of op de ene een rode en op de andere een groene lichtkap zet.

Als door een wesp gestoken ...

draait een motor heen en weer wanneer je die op een »zwenkschijf« zet volgens fig. 3. De motor sluit je aan op (+ 6...10 V) en via a₁-a₃ op massa.

- De zwenkschijf is snel gebouwd. De motor monteer je zo dat het wormwiel precies door de opening van de draaischijf valt. De motor loopt vrij – hij drijft niets aan!
- Schakel de voedingsstroom in. De motor met zwenkschijf draait met een ruk in een bepaalde richting, stopt dan en bij het uitlopen draait het hele geval weer terug.

Een motor voor elektrische schakelklokken

Elektrische schakelklokken zijn tijd- of programma-schakelaars. Een programmaschakelaar schakelt b.v. automatisch de verlichting in een trappenhuis aan om 18.00 uur en weer uit om 06.00 uur. Een ander voorbeeld is de klok die in school na elk lesuur een geluidssignaal geeft.

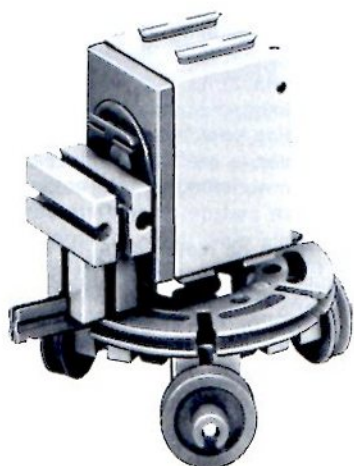
Tijdschakelaars vind je b.v. in elektrische eienkokers. Ze kunnen worden ingesteld tussen 3 en 8 minuten en schakelen dan automatisch de elektrische verwarming uit, waarna een zoemer gaat. Deze moet met de hand worden uitgeschakeld. Op dezelfde manier werkt de z.g. keukenwekker, die alleen een signaal geeft dat de ingestelde tijd is verstreken, zonder een of ander apparaat uit te schakelen.

We gaan nu allereerst een dergelijke keukenwekker bouwen.

- Bouw het model aan de hand van fig. 1 en 2 en controleer of de nok de drukknop goed indrukt.



Onderaanzicht

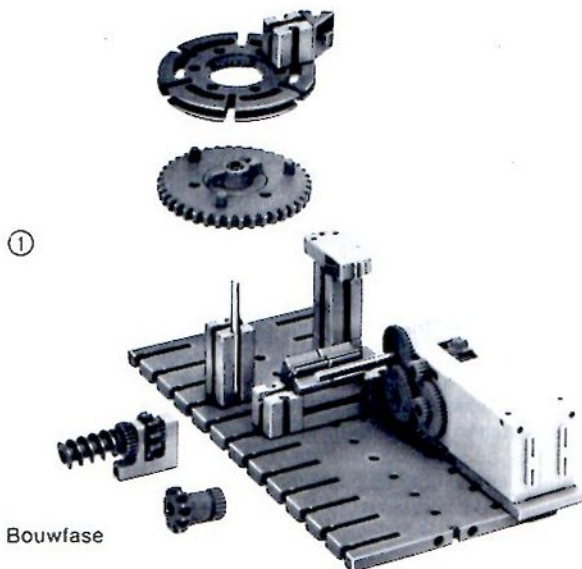


③

- Als je de motor voorziet van een kortsluitstop, zal de zwenkschijf ook met een ruk terugdraaien.

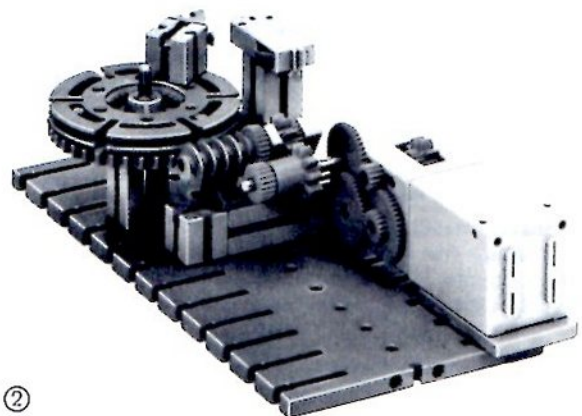
Maar nu komt de grap. Iedereen neemt aan dat de motor en de zwenkschijf in dezelfde richting draaien. Wees eens eerlijk – had je dat zelf ook niet verwacht?

Het tegendeel is echter het geval, zoals je zelf gemakkelijk kunt nagaan. Tegelijk echter met de kracht die het motoranker doet draaien, ontstaat een reactiekracht die het motorhuis en de vast daarmee verbonden zwenkschijf in de tegenovergestelde richting dwingt. Natuurkundigen zeggen dan: actie = reactie. In het normale spraakgebruik heet dat een terugstoot. Het is hetzelfde principe als dat van de ruimteraketten. Bij het uitschakelen van de motor ontstaat weer een kracht met een reactiekracht, maar in tegenovergestelde richting. Bij de kortsluitstop gaat alles wel sneller, maar de afgelegde weg, het aantal omwentelingen, blijft de zelfde.



①

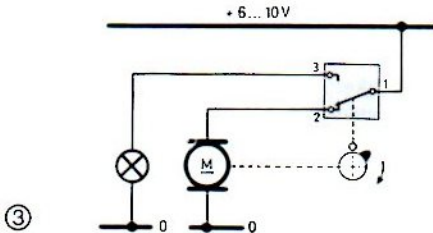
Bouwfase



②

Keukenwekker

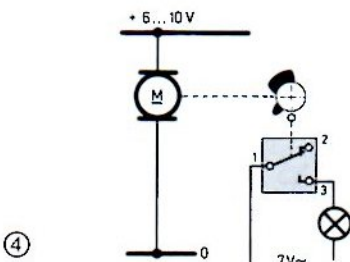
Fig. 3 toont het principe van de schakeling. Met een tweede motor kun je een ratel bouwen, die het signaallampje vervangt. (De R-steen kun je hier niet gebruiken want die is nodig voor de volgende schakeling.)



- Draai de nokkenschijf zodanig dat de nok (bouwsteen 15 met hoeksteen) de drukknop niet indrukt. Na het inschakelen van de trafo loopt de motor tot de nok de drukknop bedient. De motor stopt en het signaallampje of de ratel waarschuwt dat de tijd voorbij is.
- De gewenste tijd kun je gemakkelijk instellen. Til de nokkenschijf (Z 40 met draaischijf en nok) met 2 vingers omhoog, zodat het tandwiel niet langer in het wormwiel grijpt, draai de schijf in de gewenste stand (de looptijd) en laat hem weer zakken. Stel de nokkenschijf zo in, dat een volle omwenteling wordt gemaakt voor de nok weer tegen de drukknop stuit. Hoelang duurt dat? Maak een papieren schijf die precies op de draaischijf past en teken een sekondenschaal. Je kunt de wekker dan precies op de gewenste tijd instellen.

Van tijdschakelaar naar programmaschakelaar

Bij een programmaschakelaar stopt de motor niet na één omwenteling van de nokkenschijf, maar blijft hij lopen. Elke keer als de drukknop wordt ingedrukt, gaat b.v. een lamp voor korte tijd branden. Zie fig. 4.

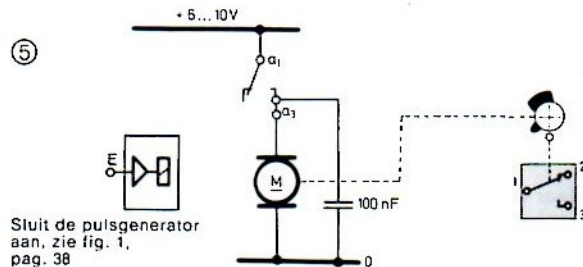


- En echte programma-schakelklok ontstaat pas als je nog een nok op de draaischijf zet. Plaats je die nok vlak achter de eerste, dan wordt de drukknop bij elke omwenteling twee keer snel achter elkaar ingedrukt, gevolgd door een lange pauze, waarna hetzelfde programma weer begint. Je kunt de nokken ook een verschillende breedte geven, zoals in fig. 4 getekend.

De motor loopt stap voor stap

De nokkenschijf legt in minder dan een minuut een hele omwenteling af. Dat is vrij snel. Heb je een uurwerk met een langere omwentelingstijd nodig, dan kun je natuurlijk nog een transmissie tussen motor en nokkenschijf plaatsen. Er is ook een elektronische oplossing voor het probleem: de motor moet stap voor stap – met lange pauzes – draaien, dan duurt een omwenteling van de nokkenschijf ook langer. Dat kan met de pulsgenerator.

- Sluit de motor via a₁-a₃ van de R-steen aan op de (+6...10 V)strip, zie fig. 5 en neem de pulsgenerator weer in de schakeling op. Verander de afstanden van de fotowerstanden zodanig dat de pauzes zo lang mogelijk zijn en de draaitijden zo kort mogelijk. Hoelang duurt nu één omwenteling van de nokkenschijf?



Sluit de pulsgenerator aan, zie fig. 1, pag. 38

- Met een snelstop op de motor duurt een omwenteling nog langer. De schakeling van de snelstop laten we graag aan je over, zie eventueel fig. 8, pag. 22.

Als je de afstanden van de fotowerstanden tot de lampen goed uitkiest, dan kan de omwentelingstijd meer dan 5 minuten bedragen. De elektronika vervangt in dat geval een transmissie waarvan de overbrenging op z'n minst 7:1 zou moeten zijn voor hetzelfde resultaat.

De monoflop »triggert« zichzelf

Bij het model van de transportband bleek dat we met een monoflop pulstijden van 20 seconden en langer konden verkrijgen. Daarvan kunnen we ook gebruik maken om langere pauzes te verkrijgen in ons model van de schakelklok.

Probleem is dat de monoflop niet vanzelf van de ene in de andere stand tuimelt, maar in één stand blijft staan. We gaan daarom een truc toepassen.

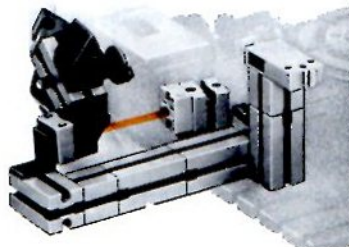
- We voorzien het model van een lichtstraalonderbreker, zie fig. 7. De in fig. 6 afgebeelde onderbreker laat je nog even weg. Plaats het IC 74121 – zonder aansluitschema – in de IC-bouwsteen. Leg de verbindingen zoals in fig. 8 getekend. De motor krijgt voorlopig nog geen snelstop. Vergeet echter de 100 nF-ontstoorcondensator niet. In tegenstelling met de voorgaande schakeling wordt als output van de monoflop nu pen 1 gebruikt. Het resultaat is dat de motor tijdens de pulstijd van de monoflop **geen** stroom krijgt.

Na het inschakelen van de voedingsstroom start de motor onmiddellijk. Onderbreek de lichtstraal met de hand, de monoflop tuimelt. We zeggen: de monoflop wordt »getriggerd«. De motor stopt en blijft tot het einde van de pulstijd uitgeschakeld. De pauze duurt ongeveer 20 seconden, waarna de motor weer start. Wil je de monoflop opnieuw »triggeren«, dan moet je de lichtstraal weer onderbreken. Dat »triggeren« van de monoflop moet automatisch gaan en zo snel mogelijk na het opnieuw starten van de motor om een schakelklok te krijgen.

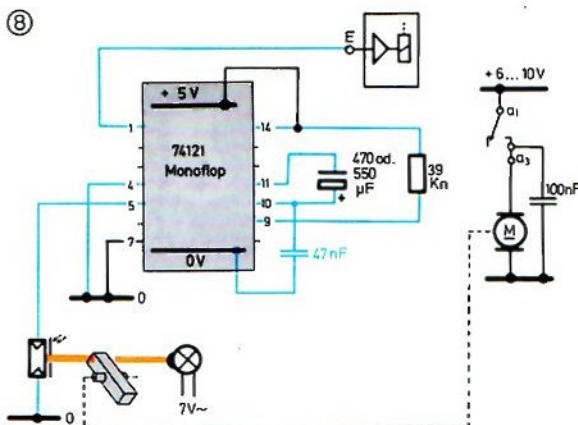
- Daartoe dient de onderbreker van fig. 6, bestaande uit een ft. kabeltrommel, een bouwsteen 30 met

⑦

Onderbreker



⑧



asgat en twee hoekstenen. Vergeet de ene vleugel (een gelijkbenige en een gelijkzijdige hoeksteen) voorlopig, dat is gemakkelijker. Plaats de onderbreker volgens fig. 7 op de aandrijfas en draai hem zo dat de lichtstraal niet wordt onderbroken. Na het starten van de motor zal de onderbreker de lichtstraal onderbreken tijdens de volgende halve omwenteling van de aandrijfas. De monoflop wordt dan getriggerd. Belangrijk is dat de lichtstraal wordt vrijgegeven vóór de motor stilstaat. Vandaar dat we geen snelstop toepassen. Wat is de omwentelingstijd van de nokkenschijf? Bepaal de tijd voor een kwart van de omwenteling en vermenigvuldig de uitkomst met 4.

- Nog langere tijden zijn te verkrijgen door op de onderbreker vier vleugels te monteren. Je plaatst daartoe op elke zijde van de bouwsteen 30 een gelijkbenige en een gelijkzijdige hoeksteen, zie fig. 6. De lichtstraal moet je door verschuiven van de FW zo afstellen dat alle vier de vleugels de lichtstraal onderbreken.
- Wanneer de 47 nF-ontstoorcondensator niet nodig is, dan plaats je de tweede elko op de pennen 10–11. De nokkenschijf heeft dan een »eeuwigheid« nodig om een omwenteling te maken.

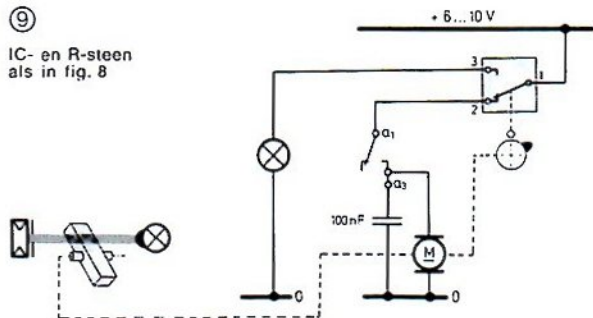
Nogmaals de tijdschakelaar

In het begin hebben we het model als tijdschakelaar gebruikt. De nok drukte, na afloop van een vooraf ingestelde periode, de mini-drukknop in, waardoor de motor werd uitgeschakeld en een signaallampje ging branden.

Fig. 9 laat zien hoe we het hierboven beschreven schakelprincipe ook voor een tijdschakelaar kunnen toepassen.

⑨

IC- en R-steen als in fig. 8



- De mini-drukknop plaats je tussen de (+6...10 V)-strip en de motor. Zolang de mini-drukknop niet wordt ingedrukt loopt de motor als voorheen. Zodra de nok (uiteraard nu slechts één) de mini-drukknop indrukt, wordt de verbinding naar de motor onderbroken en tegelijk het signallampje ingeschakeld. Je moet nu een hele tijd wachten voordat de schakelklok afloopt.

Wanneer je de monoflop (die zichzelf via de lichtstraalonderbreker triggert) hebt gebruikt, dan blijft die na afloop staan. Neem je het IC 7400, dan tuimelt het relais konstant heen en weer. In dat geval kan het signallampje als flinkerlicht werken. Hoe moet je het dan aansluiten?

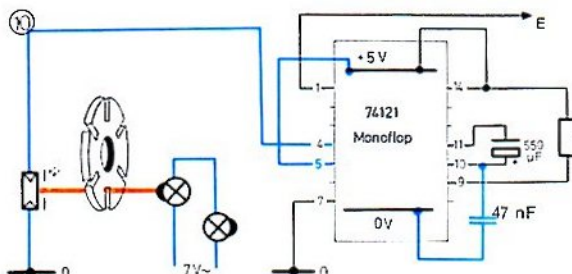
Voor de oplossing zie pag. 66.

- Nu hebben we een brug van pen 5 naar de (+5 V)strip nodig. De fotoweerstand sluiten we niet aan op pen 5 maar op de vrijgekomen pen 4. De monoflop wordt dan getriggerd door de overgang van »geen licht op de FW« naar »wel licht op de FW«. Anders gezegd, het triggeren volgt op het vrijgeven van de lichtstraal.
- Laten we de proef op de som nemen. Verwijder de onderbreker en dek de fotoweerstand met de hand af. Haal je hand weg en kijk wat er gebeurt. De monoflop wordt getriggerd want de motor stopt voor een zekere tijdsperiode. Herhaal de proef een aantal malen.
- Natuurlijk is er een elegantere oplossing dan het met de hand afdekken en vrijgeven van de FW. We nemen de draaischijf die zes gleuven heeft. Monteer die op de aandrijfas in de plaats van de onderbreker met de vier vleugels, zie fig. 10. Nu moet de motor van een kortsluitstop worden voorzien, die voorkomt dat de volgende gleuf tot voor de 4 mm stoorlichtkap draait. Tevens moet je er op letten dat er door de andere uitsparingen van de draaischijf geen stoorlicht op de fotoweerstand kan vallen.

Naar keus: »licht aan« of »licht uit« triggert de monoflop

In de tot nu toe besproken monoflop-schakelingen was het een onderbreking van het licht op de FW die de monoflop triggert.

De fotoweerstand werd daartoe steeds op pen 5 en massa aangesloten. Bovendien was er een brug tussen pen 4 en massa.



De »lampsparende« lichtstraalonderbreker

Gloeilampen hebben een beperkt leven. Aan de binnenkant van de glasbol vormt zich een neerslag die steeds minder licht doorlaat. Met geblakerde lampjes is het slecht lichtstraalonderbrekers bouwen. Lampen gaan korter mee naarmate hun voedingspanning hoger is en de afkoeling door de omringende lucht slechter.

Een 4,5 V batterij levert de juiste spanning maar met de lichtopbrengst kun je alleen kleine lichtstraalonderbrekers bouwen. Voor onze experimenten is dat voldoende.

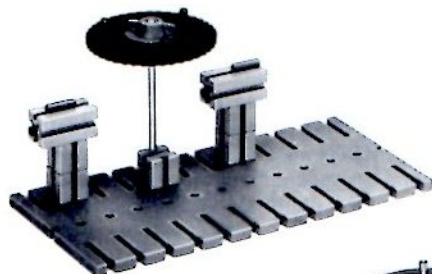
Met een trucje kun je ook de trafo als voedingsbron voor lampen gebruiken. We raden je beslist aan deze proef te nemen.

- Sluit een gewone lamp en een lenslamp in serie aan op de W-uitgang van de trafo, zie fig. 10. De helderheid van het gewone lampje is dan net groot genoeg voor de lichtstraalonderbreker als je de afstand lamp – FW zo klein maakt dat de draaischijf er precies tussendoor kan. Het model kan dan zeer lang als programmaschakelaar werken.

Het toeval beslist!

In geluksspelletjes en vele gezelschapsspelen beslist het toeval – met behulp van een dobbelsteen – over winst en verlies van de spelers. Als ware elektronikus vraag je je af of je in plaats van de dobbelsteen niet een elektronisch apparaat zou kunnen bouwen. Hiernaast een »toevalsgenerator«, elektronisch en snel te bouwen.

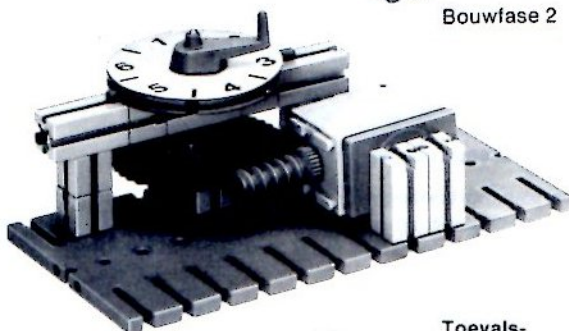
- In fig. 1 de bekende monoflop IC 74121. Maar nu met twee fotoweerstanden. FW₅ heeft geen stoorlichtkap; we richten hem naar de lamp in de kamer of naar het raam.
- In plaats van de 39 kΩ-weerstand sluiten we nu op de pennen 9 en 14 de fotoweerstand FW₇ aan (6 mm stoorlichtkap). De FW₇ wordt op een zogenaamde optische bank gemonteerd tegenover een lamp. Zie pag. 16, fig. 1. De afstand tussen de FW en de lamp kun je gemakkelijk veranderen door de ruiter (met de FW) te verschuiven. Begin met een afstand van 3 cm.
- De R-steen met de motor (+ snelstop) sluit je aan op de uitgangspen 6 van de monoflop. De motor loopt dan gedurende de pulstijd.
- De motor drijft de as 40 met tandwiel Z 40 en kruk (als wijzer) aan. De draaischijf zet je met verbindingstukken vast op de balk. De papieren schijf met 6 even grote velden en de cijfers 1 t/m 6 plak je op de draaischijf. De opening in het midden moet zo groot zijn dan de as met kruk vrij kan draaien.
- Na het inschakelen van de voedingsstroom dek je FW₅ even af om de monoflop te triggeren.



Bouwphase 1

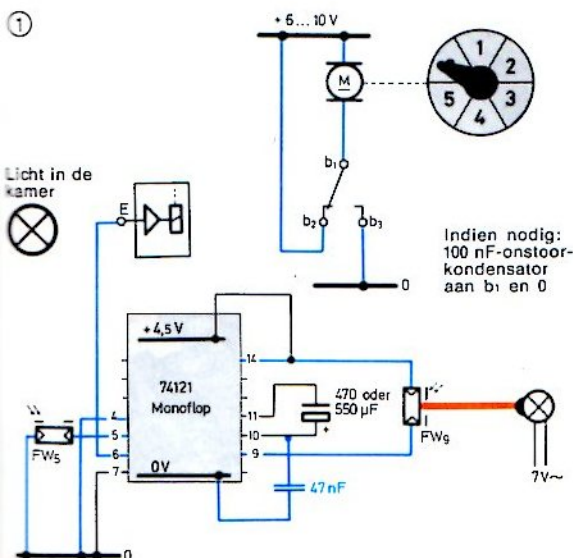


Bouwphase 2



②

Toevalsgenerator



De pulstijd – en dat is de truc in deze schakeling – hangt af van de hoeveelheid licht op de FW₇. Hoe groter de afstand tot de lamp des te langer loopt de motor. Ga dat zelf na. Er is natuurlijk wel een grens, als je die overschrijdt weigert de monoflop dienst. De grens ligt ongeveer bij 20 seconden.

- Veel plezier met deze elektronisch-mechanische dobbelsteen. Voor elke »worp« of beurt moet je de afstand tussen FW₇ en de lamp veranderen. Logisch, anders is het geen »toevalsgenerator« meer, maar een schakelklok met een vaste schakeltijd. Wanneer je de ene pool van de FW₉ niet op pen 9 maar op pen 11 aansluit, worden de tijden veel korter.
- Je kunt op de cijferschijf natuurlijk ook 9 velden met de cijfers 0 t/m 8 tekenen, dan krijg je een lotto-generator. Voor elk cijfer moet je natuurlijk weer de afstand tussen FW₇ en de lamp veranderen.

Transportband met meenemers

Een normale transportband kan slechts geringe hoogteverschillen overwinnen. Wordt de helling – de schuine stand – te groot, dan glijden de pakjes steeds terug over de band. Om dat te voorkomen wordt de band of ketting voorzien van zogenaamde meenemers. In dat geval kan de band grote hoogteverschillen overwinnen en zelfs bijna loodrecht worden gezet. In ons model gebruiken we de platte beslagstenen 30 van een rupsband als meenemers die de goederen naar een platform (een platte steen) transporteren.

Bij de bouw van het model

De schakels en de beslagstenen zijn te verkrijgen met de aanvullingsdoos 020. Twee tandwiel Z 10 drijven de ketting aan. De ketting bouw je op uit gelijke stenen van elk 9 enkelvoudige schakels gevolgd door een schakel met nok, waarop je een beslagsteen schuift.

- Controleer de stukken op gelijke lengte en monteer ze daarna aan elkaar. Alvorens de elektronica in te schakelen laat je het model eerst een tijd proefdraaien.

Met tussenpozen en pulsgenerator

De transportketting wordt nu gebruikt voor het vervoer van slechts weinig maar wel zwaar materiaal. De band moet nu niet konstant maar met grote tussenpozen lopen.

- Daarvoor kunnen we de pulsgenerator, zoals besproken op pagina 38, gebruiken. Vergeet de 100 nF-ontstoorcondensator niet.

Met zelf-triggerende monoflop

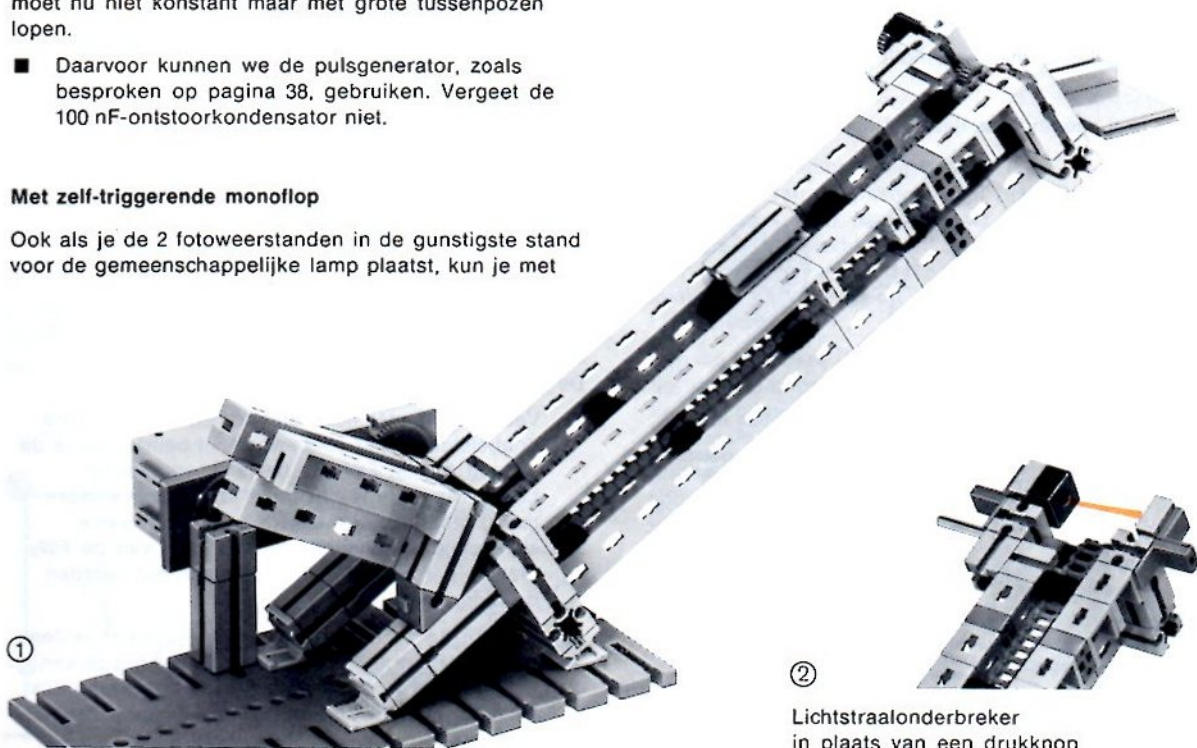
Ook als je de 2 fotoweerstanden in de gunstigste stand voor de gemeenschappelijke lamp plaatst, kun je met

de pulsgenerator geen lange tussenpozen verkrijgen. Daarom gebruiken we de monoflop als pauze-pulser, op dezelfde wijze als in de tijdschakelaar die een motor gedurende korte tijd liet lopen. De onderbreking van de lichtstraal zorgde toen voor het opnieuw triggeren van de monoflop, nu is het een mini-druknop die daarvoor zorgt.

- De mini-druknop werkt als een verbreekkontakt. Op de bovenste aandrijfas zit een nok (fig. 3) die het contact opent, waardoor de monoflop wordt getriggerd.
- Plaats de mini-druknop zo dat de nok de rode knop indrukt, daar overheen glijdt, de knop weer vrijgeeft en pas daarna tot stilstand komt. Gebeurt dat te vroeg, dan begint de monoflop te hikken. Om die reden kun je ook geen snelstop met kortsluiting gebruiken.

Pauzes afgestemd op de produktie

De transportketting moet nu met regelmatige tussenpozen materiaal aanvoeren naar een produktiemachine, b.v. een pers. De periode (transporttijd + pauze) moet afgestemd zijn op de tijd die de man nodig heeft om het materiaal met de machine te verwerken, waarna er een nieuwe bouwsteen moet worden

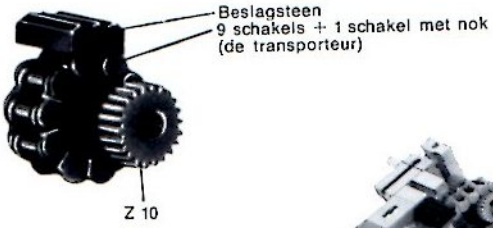


②

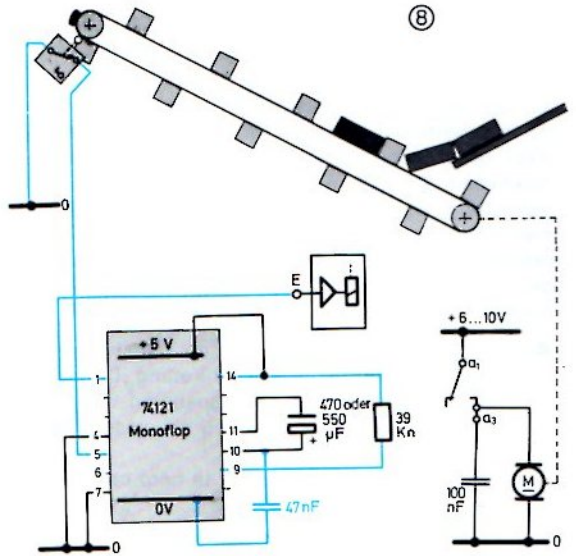
Lichtstraalonderbreker
in plaats van een drukknoop

①

③ Nok



Z 10



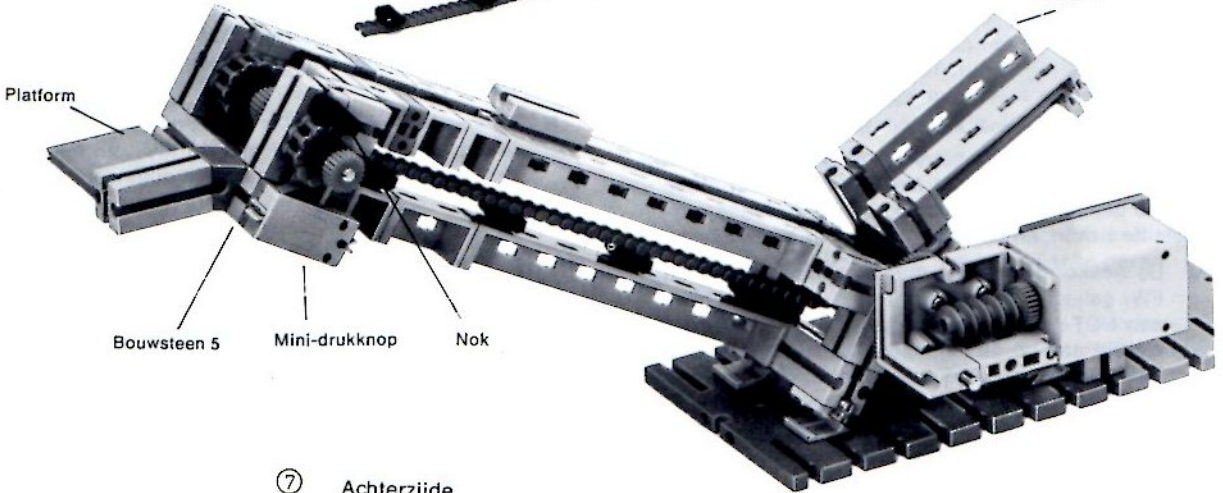
⑤ Bouwfase 2



⑥ Onderbouw van glijgoot



④ Bouwfase 1



⑦ Achterzijde

aangevoerd. Helaas mankeert er voor dit doel iets aan de transportband. Stel, dat de band aan het begin – waar de glijgoot eindigt – geen bouwsteen meeneemt. De man aan de pers krijgt dan na 5 periodes geen nieuwe steen. De besturing moet daarom niet met een nok maar met een sensor werken die reageert op de bouwstenen die van de glijgoot op de band vallen. Dat kan met een lichtstraalonderbreker.

- Fig. 2 toont de montage van de lichtstraalonderbreker aan het begin van de ketting. De lamp sluiten we aan op de wisselspanning van de trafo. De fotoweerstanden op pen 5 en massa.

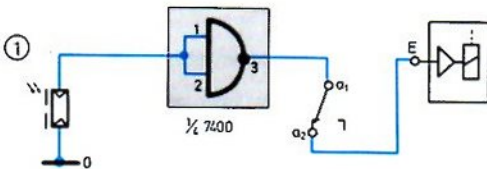
NB. Breek het model nog niet af, je hebt het nog één keer nodig.

Wakker worden door het ochtendgloren

Als IC-expert zul je met de volgende schakelingen voor een wekker geen moeite hebben. De opgaande zon simuleer je met een lamp die je heen en weer beweegt.

Simpele schakeling met het relais als rate!

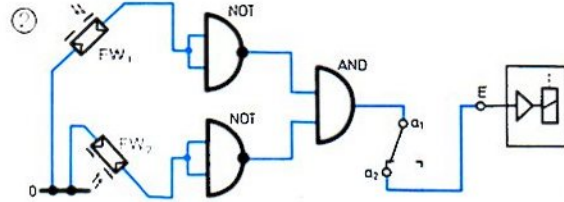
Schakeling (1) is een oude bekende. De NOT-poort bestaat uit een 7400 of 7402. Probeer beide.



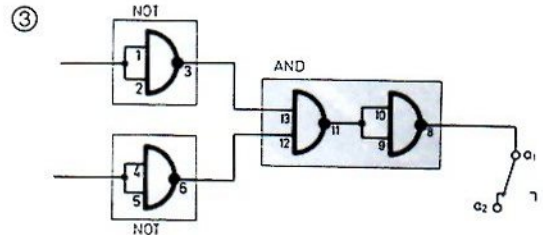
Tweemaal NOT en éénmaal AND

Een fotoweerstand kan het verschil tussen de zon en een koplamp van een auto niet onderscheiden. We passen daarom een trucje toe: 2 FW's in tegenovergestelde richtingen opstellen.

- De wekker mag alleen reageren wanneer FW₁ en FW₂ gelijktijdig worden belicht. Bij elke FW hoort een NOT-poort; de uitgangen van de NOT-poorten sluit je aan op de ingangen van de AND-poort, daarachter komt de R-steen. De drie poorten vormen tezamen een AND-poort met 2 geïnverteerde ingangen. Inverteren betekent niets anders dan omdraaien. In fig. 2 is de schakeling getekend.



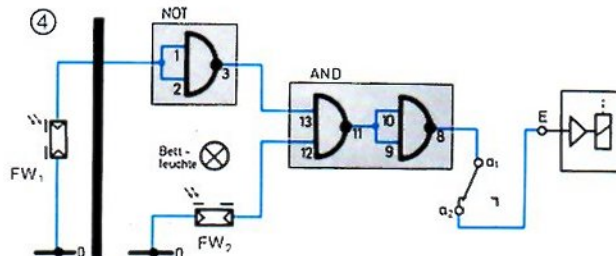
- Maar zul je zeggen: »AND en NOT zijn voorhanden (de NAND), maar er is geen tweede IC-bouwsteen.« De oplossing? Zoals je in een vorige schakeling van 2 NOR-poorten een OR-poort hebt gemaakt, schakel je nu 2 NANDS tot een AND-poort.



Kalm aan, dan breekt het lijntje niet

Niemand springt graag direct uit zijn bed om een »zenuwslopende« wekker het zwijgen op te leggen. Met schakeling (4) kun je met behulp van een bedlampje de wekker snel afknijpen zonder weer in slaap te vallen. Vooropgesteld dat de gordijnen dicht zijn en de fotoweerstand FW₁ niet door een koplamp van een auto kan worden belicht.

- De NOT-poort tussen FW₂ en de ingang van de AND moet je verwijderen, daar de schakeling op het licht van het bedlampje omgekeerd moet reageren.
- En wanneer het 's nachts onweert? Heel eenvoudig, je zet een elko parallel met de FW₁, en het probleem van het bliksemlicht is opgelost.



De gele pagina's

Bij de bouw van de modellen op de voorgaande pagina's hebben we gezien hoe veelzijdig een enkel IC is wat betreft de schakelfuncties. Het waren overigens slechts enkele voorbeelden om enigszins met digitale of logische schakelingen vertrouwd te raken. Waarschijnlijk zijn al die nieuwe begrippen als NOT, AND, OR, enz. je ook nog niet precies duidelijk. Dat is niet erg, de bedoeling van het eerste deel was alleen om je een algemene indruk te geven van de vele mogelijkheden van de meikevers en er in de praktijk enige ervaring mee op te doen.

Het tweede deel – de pagina's met de gele kleurband – beschrijft de kenmerken en functies van de poorten op een andere manier, namelijk met de notatie, de schrijfwijze, die de elektronikus gebruikt om snel en begrijpelijk de verschillende functies weer te geven op papier.

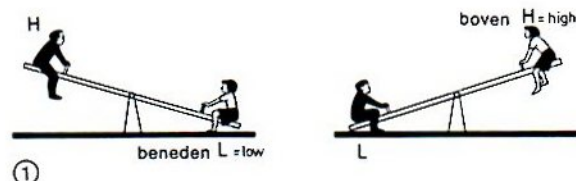
Vroeger of later zul je zelf ontworpen en gebouwde modellen elektronisch willen besturen. De vraag is dan: welke IC's heb je daarvoor nodig? Lees de gele pagina's goed door, neem alle proeven in de aangegeven volgorde en dan weet je precies hoe je de IC's moet schakelen voor de gewenste functies. Veel plezier en succes.

L- en H-signalen

Het noteren in tabellen van »drukknop ingedrukt« resp. »niet ingedrukt«, »LS vrij« en »LS afgedekt« is omslachtig. In de digitale elektronica wordt daarom een verkorte wijze toegepast. In alle schakelingen gaat het steeds om 2 standen: een lamp brandt óf hij brandt niet, een fotoweerstand wordt afgedekt óf niet – hetzelfde principe geldt ook voor alle andere componenten of onderdelen. Motoren, drukknoppen, lampen, relais, enz.: ze kennen slechts twee standen. Zou het nu niet mogelijk zijn om met 2 tekens, symbolen, heel kort alle verschillende standen te beschrijven? Dat kan inderdaad. We krijgen dan een soort algebra voor digitale schakelingen.

Digitale schakelalgebra

In plaats van standen spreken we voortaan heel algemeen van signalen. Die worden aangeduid met L-sigitaal en H-sigitaal of kortweg: L en H. Met L en H kun je elke stand van de wip in fig. 1 weergeven, waarbij we er van uitgaan dat de wip alleen één van deze beide standen kan innemen.



In de linker tekening zit het meisje beneden, aangeduid met L van het Engelse woord »low« dat laag betekent. In de rechter tekening is het andersom. Het meisje is nu boven, aangegeven met de H van »high« (het Engelse woord voor hoog).

Daarmee is elke mogelijke stand eënduidig beschreven. Misverstand is onmogelijk. Het uiteinde van een wip kan niet tegelijk in de stand L en H zijn, net zo min als een lamp kan branden en tegelijk uit kan zijn, of dat iets waar én onwaar is.

In vele boeken vind je in plaats van L en H, de notatie met 0 en 1 en soms ook 0 en L. Wij geven de voorkeur aan de moderne methode die met L- en H-sigitaal werkt. De hobbyboeken 4 hanteren de »0-1«-notatie. Dat zal verder geen problemen geven als je het principe eenmaal begrijpt.

De betekenis van L en H

Om met L en H te kunnen werken moeten we wel een paar afspraken maken over de betekenis. Namelijk wanneer we L en wanneer we H gebruiken voor de 2 verschillende standen die onze componenten kunnen innemen. Allereerst moeten we de standen van de sensors definiëren met behulp van L en H. Deze vind je in tabel 2 beschreven en we zeggen dat het signaal op de bijbehorende ingang van de poort of schakeling staat.

②

Sensor	L-sigitaal	H-sigitaal
Lichtstraalonderbreker (LS)	Vrij	Onderbroken
Fotoweerstand (FW)	Belicht	Afgedekt
Drukknop	Verbinding met 0-strip	Verbinding met 0-strip onderbroken of Verbinding met (+5 V)strip
Geen		geen signaal op de ingang, deze is nergens op aangesloten

Voorbeeld: vroeger zeiden we »Als de LS op ingang pen 2 van de poort wordt onderbroken, dan ...« of we zeiden »als de FW op de ingang ... wordt afgedekt, dan ...«

Nu kunnen we beide mogelijkheden in één zin samenvatten: »als op de poortingang (pen 2) een H-sigitaal staat, dan ...«.

Meestal sluiten we op de uitgang van een poort de ingang E van de R-steen aan. Afhankelijk van het uitgangssigitaal dat de poort levert op de ingang E van de R-steen, zal het relais opkomen of afvallen. Alvorens het verband tussen de ingangssignalen en de stand van het relais te onderzoeken, moeten we nog afspreken welke letter (L of H) we voor elke stand van het relais en de daarop aangesloten apparaten gebruiken. Deze zijn in tabel 3 beschreven.

③

Apparaat	L-sigitaal	H-sigitaal
Relais	Afgevallen	Opgékomen
Lamp	Brandt niet	Brandt
Motor	Staat stil	Draait

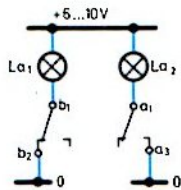
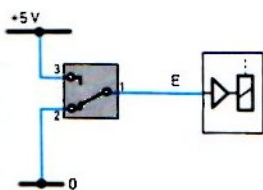
Voorbeeld: in plaats van »het relais is afgevallen en de lamp brandt niet«, zeggen we nu: »Relais en lamp voeren L-sigitaal.«

L- of H-sigitaal op de ingang van de R-steen

Wat er gebeurt blijkt uit de volgende proef:

- Bouw schakeling (4) van pagina 49. De stuursignalen voor de R-steen geef je met de mini-drukknop. Je weet dan precies welk signaal op ingang E van de R-steen komt te staan, en of het relais dan opkomt of afvalt.

Aangeven van signalen



Het relais schakelt weer de beide lampjes – aan of uit. Let op de verbinding van de relaiscontacten. Voor Lamp La₁ is pen 2, en voor lamp La₃ is pen 3 van het betreffende kontakt met de 0-strip verbonden.

Schakel de voeding in. Je zult zien, dat het relais nu afgevallen is (de ruststand) waarbij La₁ brandt en La₂ uit is. De met deze standen overeenkomende notatie (zonder het woord »signaal«) vind je in tabel 5, op de eerste regel: op ingang E staat een L-signaal, wanneer de niet-ingedrukte drukknop (ruststand als getekend in fig. 4) zorgt voor de verbinding met de 0-strip. Deze situatie is overeenkomstig de afspraken vastgelegd in tabel 2.

Ingang E voert	Relais	La ₁	La ₂
L-signaal	L	H	L
H-signaal			

Druk nu de drukknop in. Noteer de resultaten op de tweede regel, alleen met L en H.

Het relais komt dus op wanneer E een H-signaal voert of anders gezegd als op E een H-signaal staat. Beide uitdrukkingen zeggen hetzelfde. Het relais valt af als op E een L-signaal staat. Uit de tabel blijkt verder dat het relais en lamp La₂ steeds hetzelfde signaal voeren als op ingang E staat. Lamp La₁ daarentegen geeft steeds het omgekeerde signaal.

Voor volgende experimenten is het echter praktischer als de aangesloten lamp (of een motor) hetzelfde signaal voert als het relais en de ingang E, daarom spreken we af:

Een lamp of motor sluiten we altijd – precies als in het voorbeeld lamp La₂ – via de pennen 1–3 van het relaiskontakt aan!

In de techniek speelt het optisch (met licht) of akoestisch (met geluid) aangeven van signalen een belangrijke rol. Bij voorbeeld de centrale regel- en controlekamers in geautomatiseerde fabrieken of reuzetankers. Op de televisie heb je vast wel eens de flikkerende lichtjes van de enorme schakelpanelen gezien. Ook in onze modellen is het aangeven van de signalen vaak noodzakelijk, b.v. in het werpspel van pag. 19. En een alarminstallatie die geen signaal geeft, is geen alarm-installatie!

Signaal L en H aangeven met behulp van de R-steen

Neem het relais, de klik die je hoort, geeft aan dat het relais opkomt. In onze digitale notatie of schakelalgebra: wanneer op ingang E van de R-steen een H-signaal staat. Wanneer we ons houden aan onze afspraak (aansluiten via a₁–a₃ resp. b₁–b₃) dan reageren lamp en motorratel precies zo. Dit gedrag van al onze signaalmelders kunnen we benutten voor het aangeven van een L- resp. een H-signaal: wanneer het relais klikt, de motorratel klappert of een lamp brandt – in al die gevallen moet op ingang E een H-signaal staan. In het andere geval voert E een L-signaal.

Er zijn ook digitaal systemen waarbij het signaal de omgekeerde betekenis heeft. Dat hangt van de toepassing van het betreffende digitaal systeem af. Voor de praktijk geldt dus niet zonder meer een éénduidige afspraak, maar voor elk systeem moet de betekenis van L en H worden gedefinieerd, anders gezegd, de afspraken moeten eerst op papier worden vastgelegd.

Aangeven van L en H met behulp van de LED

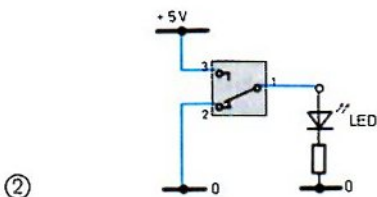
Voor de volgende experimenten, maar ook in vele modellen, gebruiken we een signaalmelder die niet via de R-steen maar direkt op de ingangen resp. de uitgangen van een poort wordt aangesloten. Het zijn de beide LED's (lichtdioden) op de IC-steen. Het beetje stroom dat ze nodig hebben, kunnen de IC's gemakkelijk missen.

Pas op: gloeilampen mag je nooit direkt op de uitgangen van de poorten aansluiten. Ze gebruiken zoveel stroom dat de IC's in korte tijd defekt zouden raken. In de fabriek zijn de LED's al op de juiste wijze aangesloten. Elke LED is via een ingebouwde beveiligingsweerstand (de kleine rechthoek in het schema) met de 0-strip verbonden, zie fig. 1.



De twee schuine pijltjes geven aan dat de diode licht kan uitzenden. Bij een FW zijn de pijltjes naar het FW-symbool toe getekend, hetgeen betekent dat de FW reageert op opvallend licht.

De vraag is: geven de LED's een H-sigitaal aan door te gaan branden? De volgende proef geeft het antwoord.



②

- Bij dit experiment gebruiken we als signaalgever weer de drukknop.
- Verbind de LED-pen van één der LED's met bus 1, de uitgang van de drukknop. Schakel de voedingsstroom in. Druk de knop in en laat die weer los. En?
- Ga volledigheidshalve na dat ook de andere LED oplicht bij een H-sigitaal.

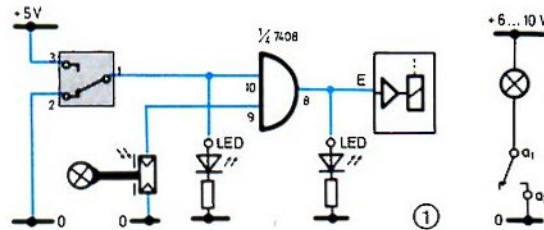
Maar in tabel 2 op pag. 48 staat dat de drukknop om een H-sigitaal te geven, niet met de (+5 V)strip behoef te worden verbonden zoals in deze proef, maar dat het voldoende is als de verbinding met de 0-strip wordt onderbroken. Hoe reageert de LED op dat H-sigitaal.

- Verwijder de verbinding tussen drukknop en (+5 V)strip. Druk de knop in . .

Geen zorgen – de LED leeft nog. We zullen het resultaat – geen licht – voor kennisgeving aannemen. »Komt tijd, komt raad«, zei de technikus toen de antenne van het dak was gevallen.

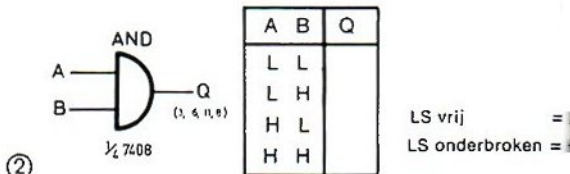
Testen van een poort

Met de AND – IC 7408 – hebben we verschillende modellen bestuurd, b.v. het werpspel. Wanneer daarbij de ene En de andere lichtstraalonderbreker wordt onderbroken door een prop, dan klikt het relais, het sigitaal dat je een voltreffer hebt gescoord. Met behulp van onze digitale symbolen kunnen we nu de funktietabel voor een AND-poort veel korter weer-geven. Een ander groot voordeel is dat een dergelijke tabel in de »L-H«notatie altijd geldt, ongeacht wat we op de ingangen of de uitgang van een poort aansluiten. Allereerst zullen we de funktietabel voor een 7408 poort opstellen met behulp van de schakeling in fig. 1.



- Als signaalgever voor ingang pen 10 van de AND-poort gebruiken we de mini-drukknop (fig. 1). De LED die op de tweede pen 10 is aangesloten, geeft aan welk sigitaal de mini-drukknop levert. Bus 3 van de mini-drukknop verbinden we met de (+5 V)strip.
- Het sigitaal op ingang pen 9 wordt geleverd door de lichtstraalonderbreker LS. Hoe het sigitaal van de LS wordt aangegeven, vergeten we voorlopig, dat zien we later wel. Wat betreft de aard van de signalen (L en H) houden we ons aan de afspraken van tabel 2, pag. 48. Een L komt overeen met een niet onderbroken LS. Door LS te onderbreken, de FW af te dekken, komt op ingang pen 9 een H-sigitaal (of kortweg een H) te staan. Neem de afstand tussen FW en lamp zo klein mogelijk.
- De LED, aangesloten op uitgang pen 8, geeft het sigitaal aan dat op pen 8 ontstaat.

De funktietabel waarin we de testresultaten noteren, vind je in fig. 2. Deze tabel geldt niet alleen voor de poort met de pennen 8-9-10, maar voor elke AND-poort. We voeren daarom de volgende afspraak in: de ingangen van een poort of van een hele schakeling duiden we aan met de letters A en B, enz. De uitgang van een poort of schakeling geven we met de letter Q aan. De uitgang kan weer de bron voor het ingangsigitaal van een volgende trap in een schakeling zijn. Pen 10 krijgt de letter A, pen 9 de letter B en pen 8 de letter Q. Noteer de letters in het schema (1), een en ander korrespondeert dan met de kop van de funktie. Tabel (2).



②

De test kan nu beginnen.

- Schakel de voedingsstroom voor de schakeling en de lamp van de LS in. De eerste regel in de funktietabel wil zeggen: zorg er voor dat de signaalgevers op de ingang A EN de ingang B een L geven. Daarvoor hoef je niets te doen.

De LED van ingang A toont dat de mini-drukknop in de ruststand een L-sigitaal afgeeft. Hetzelfde doet de LS die niet wordt onderbroken. Wat zegt nu de LED op uitgang Q als resultaat voor deze beide signalen? Wanneer de LED niet brandt, dan vul je onder Q een L in op de eerste regel; brandt de LED dan noteer je een H op deze plaats.

Nu de tweede regel. Deze geeft aan welk signaal uitgang Q zal voeren als op ingang A weer een L-sigitaal staat maar op ingang B een H-sigitaal komt. Dit laatste betekent dat je de FW moet afdekken. Het resultaat noteer je op de tweede regel in de Q-kolom, een L of een H, al naar wat de LED op de uitgang aangeeft.

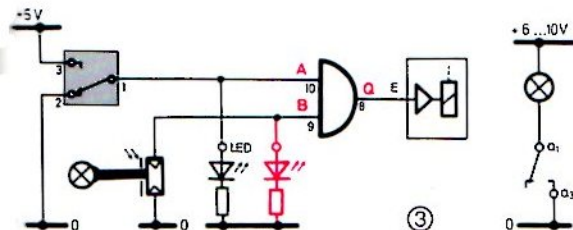
- De derde regel geeft de volgende combinatie van ingangssignalen. De H in kolom A betekent dat je de drukknoop moet indrukken, de L in kolom B dat je de LS moet vrijgeven. Het signaal op uitgang Q noteer je in de Q-kolom op de derde regel.
- De vierde regel vereist op beide ingangen een H-sigitaal. Welk signaal geeft de LED nu aan voor de uitgang?

Vergelijk je resultaten met de tabel op pag. 62. Klopt het? Zo ja, wel dan beheers je één van de belangrijkste regels van de digitale »schakeltaal«. Mocht je tabel niet overeenkomen met het antwoord van pag. 62, herhaal de test en ga na wat je fout hebt gedaan.

H-sigitaal melden van een lichtstraalonderbreker

Zoals beloofd zullen we nu de LED signaalmelder voor ingang B bespreken. Deze werkt als volgt; zoals je waarschijnlijk al zult begrijpen.

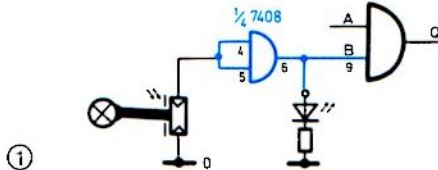
- Sluit de tweede LED niet op de uitgang pen 8 aan, maar op de nog vrije pen 9, zie fig. 3. Voor het aangeven van het uitgangssigitaal gebruiken we nu de R-steen met een lampje dat via a_1 - a_3 is aangesloten.



- Onderbreek de LS... pech gehad. De LED geeft geen melding van het H-sigitaal dat de LS levert. Het is duidelijk, er zit iets fout met de melding door de LED van een H-sigitaal afkomstig van lichtstraalonderbrekers. De oorzaak is dat foto-weerstand en LED parallel geschakeld staan. Het volgende hoofdstuk geeft de oplossing.

De scheidingstrap

Het trucje dat we nu leren kun je steeds gebruiken als het om het aangeven van een signaal gaat met behulp van een LED. Probeer het maar gelijk.

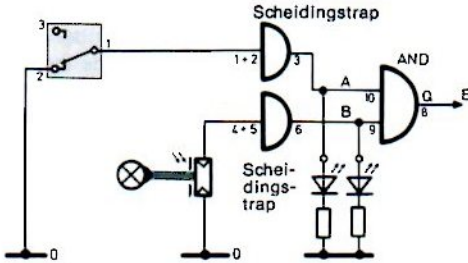


- Plaats in de schakeling tussen de FW en ingang B van de AND-poort een tweede poort, volgens fig. 1. De ingangen verbind je met elkaar tot één ingang (4+5) – op dezelfde wijze als we in het begin van de proeven met de IC's hebben gedaan.
- Onderbreek de LS en nu doet de LED wat hij moet doen: een H-sigitaal melden. Als je er zin in hebt, kun je de funktietabel van de AND-poort nu opnieuw doornemen.

Door de nieuwe poort er tussen te schuiven, hebben we de signaalgever (de lichtstraalonderbreker) of sensor en de ingang van de AND-poort van elkaar gescheiden – en daarmee ook de FW van de LED. Daarom noemen we de tussengeschoven poort (met de ene ingang) wel een scheidingstrap; vaak spreekt men ook van een ontkoppelingstrap. Deze kan ons ook helpen bij het probleem met de drukknoop, waarbij de verbinding met (+5 V) is verbroken.

- Verwijder de verbinding tussen bus 3 en de (+5 V)strip. Plaats een scheidingstrap tussen drukknoop en de A-ingang van de AND-poort, zie fig. 2 op de volgende pagina. Ga na dat de LED nu het signaal perfect aangeeft.
- Laat deze schakeling staan – je hebt die zo direct weer nodig voor een praktische toepassing. Maar eerst even iets anders.

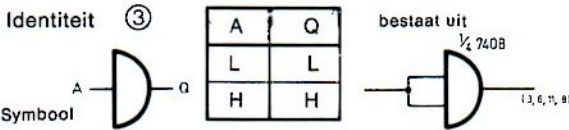
②



De identiteit

De besproken scheidingstrap heeft nog een eigenschap die je misschien niet is opgevallen: ingangssignaal en uitgangssignaal van de trap hebben steeds dezelfde waarde. Beide L of beide H. Ze zijn identiek. Daarom spreekt men van een identiteitspoort of kortweg ID-poort (spreek uit: i-de-poort).

Fig. 3 geeft het algemene symbool met daarnaast de funktietabel.

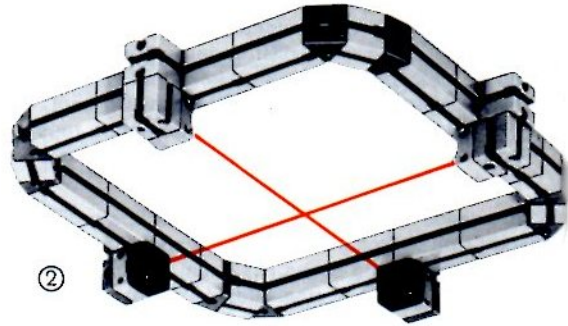
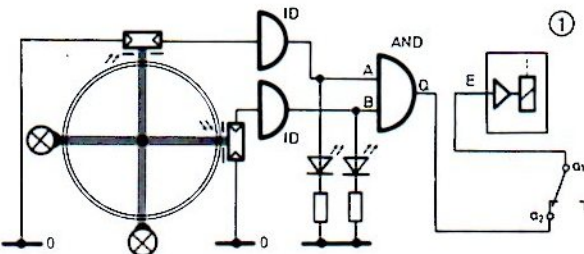


Voor een signaal dat van een sensor naar een poort loopt is de tussenliggende ID-poort niets meer dan een stuk draad – de poort zou ook mogen ontbreken. Omgekeerd: een stuk draad kunnen we vervangen door een ID-poort. Dat is geen theoretisch hersenspinsel zonder nut, want zoals we hebben gezien vervult de ID-poort een belangrijke funktie.

Na al die theorie een praktische toepassing van de LED als signaalmelder.

Hoofdprijs en troostprijzen

Eén van de vervelende dingen bij het werpspel (pag. 19) is dat het zo lang duurt voor je met een voltreffer de beide lichtstralen tegelijk onderbreekt. Met de hiervoor besproken signaalmelder kun je het spel afwisselender maken.



②

Onderaanzicht

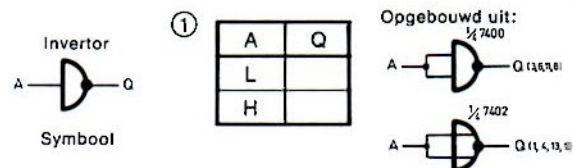
- Fig. 2 toont het speelveld – deze keer een vierkant. De beide lichtstraalonderbrekers moet je zo monteren dat het snijpunt in het midden van het speelveld ligt.
- Voor de besturing gebruiken we de schakeling (2), links bovenaan deze pagina. De drukknop vervang je door de tweede LS die je aansluit op de ID-poort voor de A-ingang van de AND-poort. Voor de melding van een voltreffer nemen we weer de relaisratel in plaats van een lamp, zie fig. 1.
- En nu biedt het spel meer kansen. Elke speler mag 5 keer gooien. De hoofdprijs voor een voltreffer wanneer beide lichtstralen tegelijk worden onderbroken. De relais-ratel meldt dat.

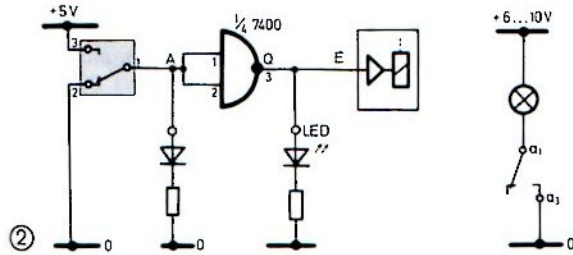
Een eerste troostprijs voor een worp die de LS op ingang A onderbreekt; de betreffende LED licht op. Een tweede troostprijs voor het onderbreken van de LS op ingang B.

Of een tijdelijke onderbreking – de bal kan verder rollen – ook telt, kun je zelf bepalen.

De invertor

Invertor is een nieuwe naam voor een oude bekende: de NOT-poort. Een andere naam die je ook vaak zult tegenkomen in vakliteratuur is: negator of negatie. De invertor heb je al eens opgebouwd door de beide ingangen van resp. een NAND- of een NOR-poort met elkaar te verbinden tot één ingang. We herhalen die proef en noteren de resultaten in de onderstaande funktietabel 1.





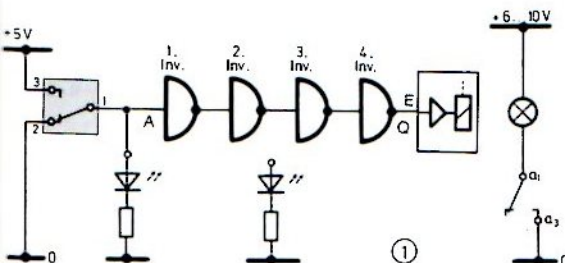
■ Fig. 2 laat de schakeling zien met een drukknop als signaalgever. De ingang van de NOT-poort (deze heeft evenals de ID-poort slechts één ingang) krijgt weer de letter A en de uitgang de letter Q.

De beide LED's geven aan welk signaal op beide staat. Noteer je bevindingen in de Q-kolom van de tabel (1) op pag. 52, naast het symbool voor de inverter. Uit dat symbool blijkt overigens niet of de inverter is verkregen met een NAND- of een NOR-poort. Ingang en uitgang van een inverter voeren altijd het omgekeerde signaal. Omkeren is in het Engels »to inverse«, vandaar de naam inverter die als het ware de tegenspeler van de ID-poort is. De inverter kan in bijna geen enkele elektronische schakeling worden gemist.

Een signaal wordt om- en omgekeerd

We gaan nu een interessante proef nemen die het antwoord moet geven op de vraag: wat gebeurt er als een signaal door een hele serie, een keten, van invertors loopt? De uitkomsten noteer je weer in een funktietabel.

■ In fig. 1 is het principe van de schakeling weer gegeven. Je kunt zelf bepalen of je de serie invertors uit de vier NAND- of de vier NOR-poorten van een IC wilt opbouwen. Begin in elk geval met de pennummers van de met elkaar te verbinden ingangen te noteren in fig. 1. Hetzelfde doe je met de pennummers van de uitgangen.



- De LED aan ingang A meldt of er een L- of een H-signaal op A staat. Voor de uitgang Q geeft het lampje, geschakeld via a_1 – a_3 van de R-steen, het signaal aan. De tweede LED heb je voor een ander doel nodig.

Vóór je de voedingsstroom inschakelt: zal de uitgang aan het eind van de keten invertors hetzelfde of het omgekeerde signaal voeren als de ingang?

- Schakel de voedingsstroom in en druk de knop een aantal keren in. En was je antwoord juist?

De uitkomst is verrassend: in- en uitgang voeren steeds hetzelfde signaal. Werken de invertors niet meer? Laten we de zaak eens nauwkeurig onderzoeken.

- Om het raadsel op te lossen gebruiken we de tweede LED als signaaltester. Steek een kabeltje op de LED-pen, het andere uiteinde gebruik je als aftaster voor de uitgangen.
- Laat de drukknop in de ruststand staan, op ingang A van de keten staan dan een L-signaal. Nu gaan we de signalen aftasten. Plaats de aftaster (het vrije uiteinde van het kabeltje) op de uitgang van de eerste inverter. Die uitgang is tevens de ingang van de tweede inverter en voert dus hetzelfde signaal. De LED licht op en dat betekent dat de eerste inverter het ingangssignaal L heeft omgekeerd in een H op de uitgang. Noteer een H in de tabel (2) in de kolom van de eerste inverter.
- Zonder het ingangssignaal op A te veranderen, tast je nu de uitgangen van de volgende invertors af. De resultaten noteer je in de tabel.
- Houd nu de drukknop ingedrukt terwijl je opnieuw de uitgangssignalen van de 4 invertors aftast en noteert op de tweede regel van de tabel.

Het signaal dat door de keten loopt wordt door elke inverter één keer omgekeerd. Uit de tabel blijkt dat uitgang 2 en 4 (tevens uitgang Q van de keten) hetzelfde signaal voeren als de ingang A.

Hieruit volgt: een even aantal van elkaar opvolgende invertors kun je even goed – precies als een ID-poort – vervangen door een stuk draad. Dat is een belangrijke konklusie, die vooral bij het ontwerpen van ingewikkelde logische schakelingen van belang is om met het kleinste aantal poorten de gewenste besturingsfuncties te realiseren.

②

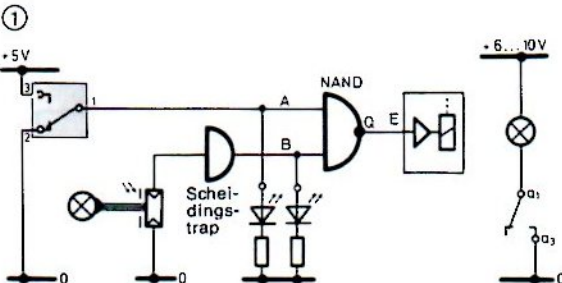
Ingang	Uitgangen			
	1. Inverter	2. Inverter	3. Inverter	4. Inverter Q
A				
L				
H				

Omgekeerd: wanneer je voor een LED-signaalmelder een stuk draad moet vervangen door een scheidings-trap, dan zet je 2 invertors achter elkaar. Het resultaat is een ID-poort! De tabel laat verder zien dat de eerste en de derde invertor op hun resp. uitgangen het omgekeerdeingangssignaal voeren. Dat geldt natuurlijk voor elke »oneven« invertor in een keten. Het heeft dus weinig zin voor het omkeren van een signaal meer dan één invertor te gebruiken.

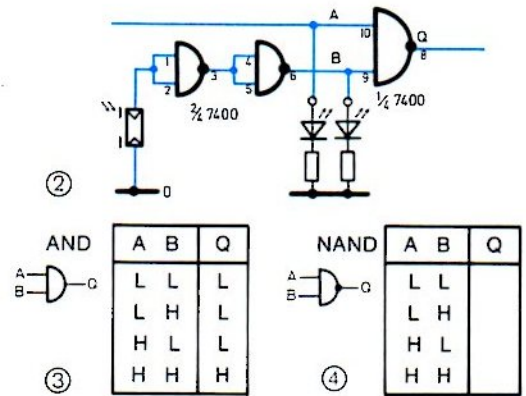
De NAND-logische schakeling

Waarom spreken we nu opeens van logische schakeling in plaats van poort? Wel, een poort is een component, iets tastbaars. Elke IC (behalve de 74121) bevat 4 van die componenten. Logische schakeling – de naam zegt het al – is een begrip in de digitale techniek. Heel algemeen gezegd: »de uitgang van een poort is op een bepaalde wijze met de ingangen verbonden«. Het uitgangssignaal is door die verbindingen volkomen afhankelijk van de signalen op de ingangen. Een 7408-poort is een logische AND-schakeling. Op welke wijze deingangssignalen het uitgangssignaal bepalen hebben we al op pag. 50 uitgezocht en vastgelegd in een algemeen geldende funktietabel met L en H's. Hetzelfde zullen we nu gaan doen voor de logische schakelingen NAND, NOR en OR. Je zult daarbij zien hoe deze funktietabellen uitstekende diensten bewijzen bij het ontwerpen van besturings-schakelingen voor modellen. We beginnen met de tabel van de NAND, waarvoor je een 7400-poort nodig hebt.

■ Fig. 1 geeft de schakeling. De signalen op ingang A geef je op de gebruikelijke wijze met de mini-drukknop. De LED op ingang A geeft het betreffende signaal aan. Een lamp, via a_1 – a_3 van de R-steen, laat zien welk signaal de uitgang Q voert.



- Voor de LED die de LS-signalen aangeeft hebben we weer een ID-poort nodig. Ook dat is niets nieuws.
»Maar alles goed en wel, in welke fitting moet ik het 7408-IC zetten?« zul je zeggen. Geen probleem, je hebt dat IC niet nodig; denk eens aan de invertorketen. In fig. 2 zie je de oplossing.
- De scheidings-trap bestaat uit twee invertors achter elkaar, waarbij van elke invertor de ingangen met elkaar zijn verbonden. Op dezelfde wijze als bij de AND (pag. 50) test je nu deze schakeling en noteer je regel voor regel in tabel 4 de uitkomsten voor de vier mogelijke combinaties van ingangssignalen.

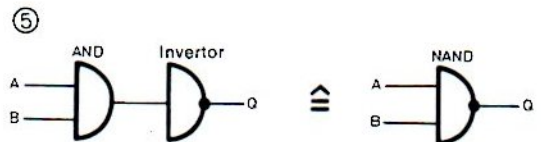


Ter vergelijking zijn naast elkaar de funktietabel van de AND en de NAND afgedrukt.

De volgorde van de ingangssignalen (kolommen A en B) is voor beide tabellen dezelfde. Beide kolommen beginnen met een L, in de B-kolom wisselen L en H elke regel, in de A-kolom wordt pas na 2 regels gewisseld en hebben de derde en vierde regel hetzelfde signaal, een H.

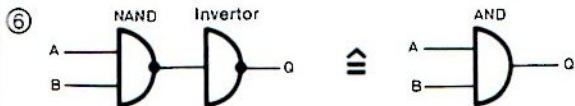
Deze volgorde is al eerder toegepast; we zullen die ook konsekvent (zonder uitzonderingen) handhaven.

Verder zien we dat de uitgang van een NAND-poort steeds het omgekeerde signaal van de AND-poort heeft voor dezelfde combinatie van ingangssignalen. Dat is ook logisch, want een NAND-poort is niets anders dan een AND-poort met daarachter een invertor, zie fig. 5. De N van NAND is die van het Engelse woord NOT of NEGATED dat hier »omkeren« betekent. En zoals gezegd, een ander woord voor invertor is negator.



Een NAND wordt een AND als ...

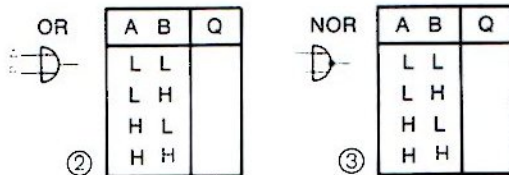
je het uitgangssignaal van de NAND met een inverter omkeert. Logisch nietwaar? Fig. 6 brengt een en ander in beeld hoe dat moet, maar neem zelf de proef op de som.



■ Zet achter de schakeling van fig. 2 (pag. 54) een inverter. De NAND-poort met de pennen 13-12-11 is nog vrij, waaruit je op de bekende manier een inverter maakt. Sluit de ingang daarvan (13+12) aan op de uitgang (pen 8) van de NAND-poort. De ingang E van de R-steen komt op de uitgang (pen 11) van de inverter.

■ Ga met behulp van de AND-tabel (pag. 54) na dat nu tussen de nieuwe uitgang Q (pen 11) en de onveranderde ingangen inderdaad een logische AND-relatie bestaat. Het resultaat moet dus met tabel 3 overeenkomen.

■ Test daarna de schakeling op de bekende wijze en noteer de uitkomsten in tabel 3. De kolommen A en B zijn reeds in de goede volgorde ingevuld.



Een OR-schakeling verkrijgt je door het uitgangssignaal van de NOR om te keren. Hiervoor heb je een inverter nodig, zie fig. 4.



■ Voor de inverter gebruik je de nog vrije poort die je tussen de NOR-uitgang en de R-steen schakelt.

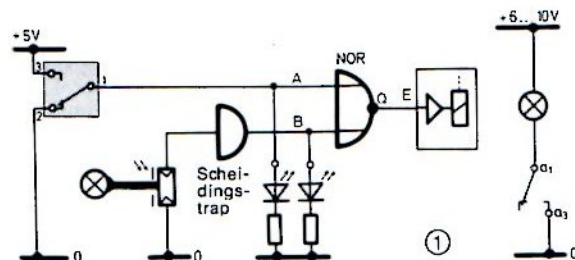
■ Maak het schema van fig. 5 af en schrijf ook de pennummers op.

■ Test deze OR-schakeling op de gebruikelijke wijze en noteer de uitkomsten in de OR-tabel 2.

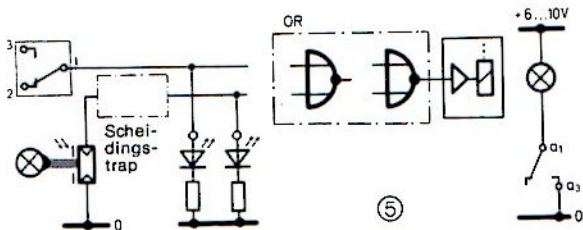
De logische schakelingen OR en NOR

We beginnen met de tabel voor de NOR-schakeling daar we geen OR-IC hebben.

■ Fig. 1 geeft het principe van de schakeling. Verwissel het IC, de aansluitingen van de 7402 zijn anders dan die van de 7400.



■ Voor de LED die het signaal van ingang B met de LS aangeeft, is natuurlijk weer een scheidingstrap nodig. Deze bestaat nu uit 2 NOR-poorten. Teken het schema en noteer daarin alle pennummers.



Een interessante vergelijking

Nu we alle funktietabellen van de zogenoemde logische basisschakelingen hebben verkregen, gaan we die eens met elkaar vergelijken. Daartoe noteren we alle uitkomsten in de vergelijkingstabel 6 op de volgende pagina. Je hoeft daartoe alleen de Q-kolommen in te vullen, daar de volgorde in de A- en B-kolommen voor alle schakelingen dezelfde blijft.

Vergelijkingstabel

Ingangen		AND	NAND	OR	NOR
A	B	Q	Q	Q	Q
L	L				
L	H				
H	L				
H	H				

Bij vergelijking van de vier Q-kolommen blijkt:

- AND en NAND hebben steeds tegenovergestelde uitgangssignalen. De reden daarvoor is reeds besproken.
- Hetzelfde geldt voor OR en NOR.
- Het verschil tussen AND en OR is: de AND heeft 3×L en 1×H als uitgangssignaal, de OR 1×L en 3×H. Bij NAND en NOR is dat precies andersom.
- En voor alle vier poorten geldt: de uitgangssignalen in de 4e en 1e regel zijn elkaars omgekeerde; 2e en 3e regel voeren altijd hetzelfde uitgangssignaal.

Dat doen we natuurlijk met een funktietabel, waarbij we nu in de Q-kolom het gewenste uitgangssignaal plaatsen voor elke combinatie van ingangssignalen. De uitgang Q moet een H-signaal voeren (relais klikt) wanneer: op ingang A OF ingang B OF beide ingangen een H-signaal staat (LS onderbroken). Anders gezegd: het relais heeft alleen niets te melden (Q = L) wanneer geen van de beide lichtstralen wordt onderbroken (L-signaal op beide ingangen). In de eerste regel krijgen we achter LL, onder Q daarom een L. Alle volgende combinaties krijgen voor Q een H.

Wenstabel

A	B	Q
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

①

Uit de vergelijkingstabel blijkt dat hiervoor een OR-poort nodig is.

In fig. 2 zien we de schakeling die de gewenste functie in principe kan vervullen. Op de ingangen worden de fotoweerstanden aangesloten. De beide LED's zorgen voor de melding van de treffers; dat is noodzakelijk om hoofdprijs (voltreffer) en troostprijs (enkele treffer) te kunnen onderscheiden. Het relais meldt zonder meer elke treffer.

NAND- of NOR-poorten zijn voldoende

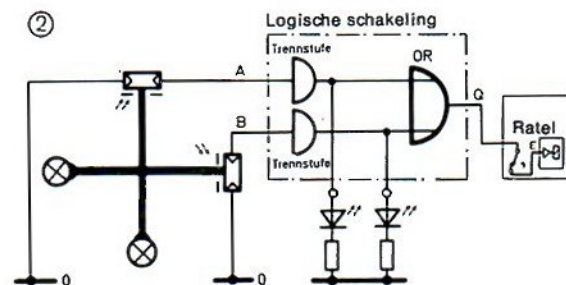
NAND- en NOR-poorten zijn universeel logische basis-schakelingen, je kunt er in principe elke andere logische schakeling mee opbouwen. De AND-IC zullen we daarom voorlopig maar vergeten.

Nogmaals het werpspel

Een voltrefter bij het werpspel van pag. 19 werd gemeld met behulp van een AND-schakeling. Met scheidings-trappen konden we tevens het onderbreken van één LS signaleren – de z.g. troostprijs-treffers.

Het oplichten van een LED wordt in het vuur van het spel gemakkelijk over het hoofd gezien. Een ratel zou veel beter zijn om ook het onderbreken van slechts 1 LS te melden. Hoe is aan die wens te voldoen? Alvorens iets te gaan bouwen, moeten we eerst die wens vertalen in de tekens van de digitale taal: L en H.

②



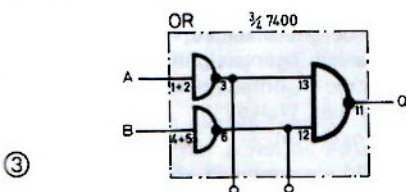
N. B.

De gewenste funktietabel is natuurlijk lang niet altijd zo gemakkelijk in de schakeling te verwezenlijken. Soms zijn er veel meer poorten tussen de ingangen en de uitgang vereist. In fig. 2 zijn 2 ID-poorten tussen de fotoweerstanden en de ingangen van de OR-poort gevoegd. De hele IC-schakeling wordt vaak logische schakeling genoemd. Vanaf nu zullen we alleen die ingangen met A en B aangeven, welke direkt met de betreffende sensors zijn aangesloten. Met Q wordt in dit systeem steeds de uitgang bedoeld waarop de R-steen moet worden aangesloten. Bij het lezen van de funktietabellen kan dan geen enkel misverstand ontstaan.

OR-schakeling in NAND-techniek

De gewenste OR-schakeling kun je natuurlijk met 2 NOR-poorten achter elkaar opbouwen (zie fig. 4 en 5 op pag. 55). Helaas de 7402 biedt niet nogmaals 4 poorten. Met een tweede IC-steen en de 7408 zou er geen probleem zijn.

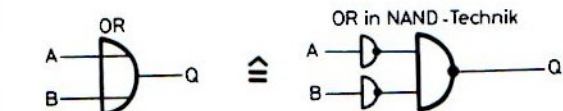
Maar het kan ook allemaal wat simpeler als we bereid zijn te aanvaarden dat de LED's een treffer signaleren door uit te gaan in plaats van op te lichten. Fig. 3 geeft het principe van de schakeling. Neem daarmee de proef op de som.



- Schrijf de pennummers bij de verschillende NAND-poorten van de 7400. FW's, LED's en R-steen sluit je aan volgens fig. 2. Ga na dat het relais op elke onderbreking van een LS reageert en daarmee een treffer meldt.

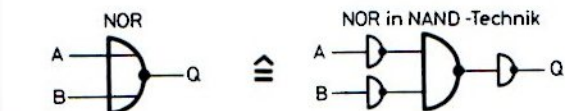
Konklusie: een OR-schakeling is met NAND-poorten op te bouwen, of in vaktaal: in NAND-techniek uit te voeren.

Onthoud het volgende regeltje voor de praktijk:
OR = NAND met inverter-ingangen



NOR-schakeling in NAND-techniek

Dat is vrij simpel: een inverter op de uitgang van de OR in de NAND-techniek.



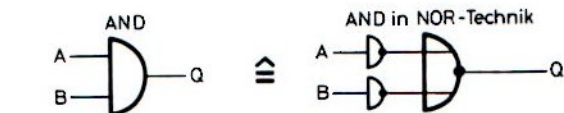
Vraag: hoe worden de treffers aangegeven als je in plaats van een OR-schakeling een NOR-schakeling toepast? Eerst het antwoord geven en het dan controleren met de schakeling.

AND-schakeling in NOR-techniek

Ook een AND kunnen we in de NOR-techniek opbouwen, anders gezegd alleen met NOR-poorten verkrijgen.

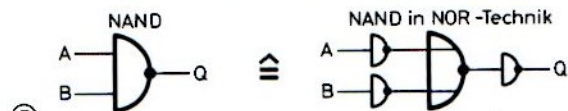
De regel luidt:

AND = NOR-poort met 2 inverter-ingangen



NAND-schakeling in NOR-techniek

Een uitleg is bijna overbodig als je even denkt aan de zo even besproken omzetting van een AND in de NOR-techniek. Hieronder in fig. 7 de oplossing: de



AND in NOR-techniek krijgt op de uitgang een inverter; zie ook de vergelijkingstabel.

Grotere schakelingen worden tegenwoordig meestal in de NAND- of de NOR-techniek uitgevoerd. Dat is praktischer dan wanneer voor een aparte OR of AND een extra IC moet worden genomen. Bovendien is het goedkoper.

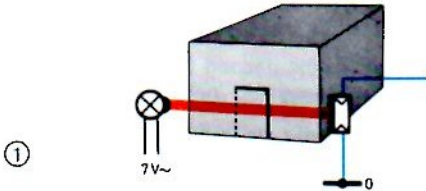
Poorten met tegengestelde ingangen

Het verschil met de schakelingen in het vorige hoofdstuk is dat nu één van de ingangen is voorzien van een inverter. In het eerste deel hebben we al met dergelijke schakelingen gewerkt, op pag. 46 b.v. in de »wakker door het ochtendgloren« wekker. We zullen dit probleem van de ingang met inverter bespreken aan de hand van 2 interessante toepassingen. Uiteraard doen we dat – met het oog op het verkrijgen van de nodige vaardigheid in het zelf ontwerpen van schakelingen – met de bijbehorende funktietabellen.

Een slimme alarminstallatie

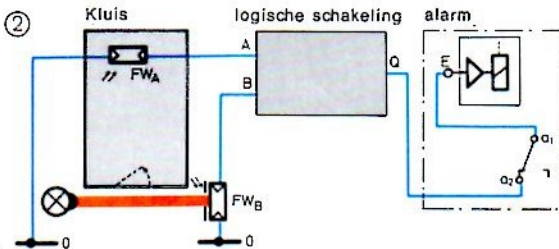
Eerst de kluis zelf:

- Wie geen zin heeft een brandkast te bouwen van fischertechnik, kan ook een kartonnen doos nemen en die met de opening naar beneden op tafel zetten. In de zijkant knip je een deur, zie fig. 1.
- Monteer de lichtstraalonderbreker voor de deur.



Inbrekers zijn ook niet gek. De één schijnt met een zaklantaarn op de fotowerstand, de ander kan dan op z'n gemak de deur openbreken. Of niet?

- We bouwen achter de deur een tweede fotowerstand die de inbrekers niet kunnen zien. Die FW krijgt geen licht, maar slaat alarm zodra er licht op valt door het opengaan van de deur. Fig. 2 laat het schema van de hele installatie zien.



Helaas kun je nu niet verder – de schakeling zit in een zwarte doos (black box) met het opschrift »logische schakeling«. Je weet dus niet op welke wijze de poorten, invertors, enz. de ingangen A en B verbinden met de uitgang. Maar door logisch redeneren kun je nagaan welke verbindingen vereist zijn om aan de gewenste alarmfuncties te kunnen voldoen.

- De FW in de kluis is met ingang A verbonden en krijgt de naam FW_A . De FW vóór de deur wordt aangeduid met FW_B , hij staat op ingang B. Op de uitgang Q is de R-steen aangesloten.
- We moeten nu vastleggen welke signalen de FW's normaal geven en welke wanneer er wordt

ingebroken. Zoals afgesproken geeft FW belicht = L en FW krijgt geen licht = H.

Normaal	Inbraak
LS vrij = FW _B belicht = L-signaal op ingang B	LS onderbroken = FW _B geen licht = H-signaal op ingang B
en deur dicht = FW _A geen licht = H-signaal op ingang B	of/en deur open = FW _A belicht = L-signaal op ingang A

Tabel 3 geeft weer in de gebruikelijke volgorde de vier mogelijke combinaties van ingangssignalen. Voor sommige combinaties moet een alarmsignaal worden gegeven, voor andere niet. Welke? Wel, dat staat in het overzicht.

③

A	B	Q
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

Tabel met gewenste functies

In de Q-kolom moet je het gewenste signaal L of H invullen.

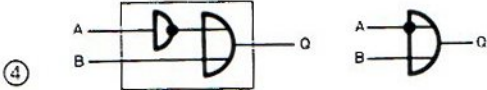
Daartoe nemen we de tabel regel voor regel door:

1. regel: onder A staat een L, we schrijven kortweg $A = L$. Dat betekent op ingang A staat een L-signaal, waaruit volgens het overzicht volgt dat de deur openstaat; er moet alarm worden geslagen. In de Q-kolom noteren we daarom een H. Of $B = L$ het geval is, doet er niet toe; meer dan alarm kennen we in dit systeem niet.
2. regel: ook hier is alleen een H onder A van belang, maar $A = L$ en dat betekent, net als in de eerste regel: de deur is open. Vul in de Q-kolom nu een H in. $B = H$ is niet interessant.
3. regel: nu geldt $A = H$. Op ingang A staat dus een H-signaal. Volgens het overzicht is de deur in dat geval gesloten. $B = L$ betekent: een L-signaal op ingang B wat volgens het overzicht inhoudt dat de LS vóór de deur vrij is. Dat is het normale geval. Q moet dan L zijn. In de Q-kolom op de derde regel noteren we dan een L.
4. regel: $A = H$ en $B = H$. Het betekent dat op beide ingangen een H-signaal staat. Dat betekent: FW_A krijgt geen licht en FW_B evenmin. Iemand morrelt dus aan de gesloten deur van de kluis. Ook in dat geval moet er een alarmsignaal volgen. In de Q-kolom schrijf je daarom een H.

Daarmee hebben we exact bepaald hoe de schakellogica (de logische schakeling) moet functioneren. Namelijk volgens kolom Q, van boven naar beneden $H - H - L - H$. De schakeling met de verbindingen tussen de ingangen (A en B) en de uitgang Q die deze functies verricht, is nog niet besproken.

In fig. 4 is deze schakeling getekend. Het is een OR met geïnverteerde ingang A, zoals de vakuitdrukking luidt. In plaats van inversie spreekt men ook wel van negatie, in de zin van omkering.

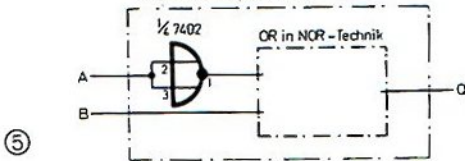
Logische schakeling



De invertor voor een ingang wordt meestal niet volledig afgebeeld, maar precies als bij de uitgang van een NOR of een NAND, met een dikke punt aan de poort-ingang weergegeven, zie fig. 4 rechts.

- Bouw nu de nieuwe schakeling met het 7402 IC. Maak het schema van de schakeling (5) af en schrijf ook de pennummers bij de in- en uitgangen. Ga na of de schakeling werkt volgens de funktietabel 3.

Logische schakeling

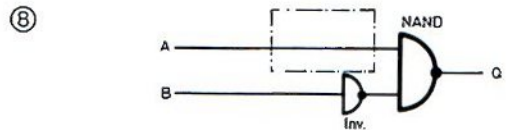
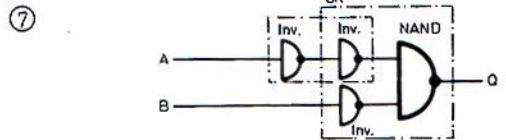
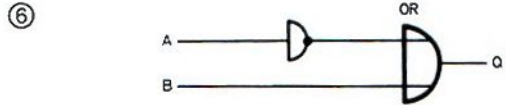


Vergelijken we de nieuwe funktietabel met de OR-funktietabel op pag. 56, dan zien we dat in beide slechts eenmaal een L voorkomt. Bij de OR met geïnverteerde ingang A staat de L niet in de bovenste regel van de Q-kolom, zoals bij de normale OR maar op de derde regel. Die verschuiving, zonder dat het totale aantal L en H's verandert, is kenmerkend voor een poort met één geïnverteerde ingang. Iets wat we later ook voor een AND zullen zien.

Een elektronikus zou deze schakeling in de NAND-techniek hebben uitgevoerd omdat daarvoor maar 2 poorten nodig zijn. Dat gaat als volgt: fig. 6 toont de OR met de geïnverteerde ingang A. Deze kan volgens pag. 57 worden gebouwd met een NAND-poort met een invertor op de beide ingangen, zie fig. 7. Daar het signaal niet behoeft te worden aangegeven, kunnen we de beide in serie geschakelde invertors vervangen door een stuk draad. Denk aan onze proefnemingen met de invertorketen! Op deze wijze ontstaat de uiteindelijke schakeling van fig. 8.

- Bouw deze schakeling en ga na dat zij dezelfde gewenste funktietabel (Q-kolom) heeft.

In de praktijk moet in de centrale meld- en regelkamer een LED aangeven waar en op welke plaats een sensor een bepaald waarschuwingssignaal geeft. In dergelijke gevallen heb je een tweede IC-steen nodig. ID-poorten zorgen dan voor de scheiding en dat het stuursignaal ongewijzigd op de betreffende ingang komt te staan.



Situatie-gestuurde transportband

In de schakeling van de transportband (pag. 44 tot 46) bepaalde de pulstijd van de pulsgever resp. de monoflop de tijd dat de band stilstond. De man op het platform moest zijn werktempo daarop aanpassen. Veel doelmatiger is natuurlijk dat de band alleen dan start wanneer de man een bouwsteen van de band heeft genomen. De transportband wordt dan niet tijdgestuurd, maar naar de stand van zaken, de situatie, op het platform.

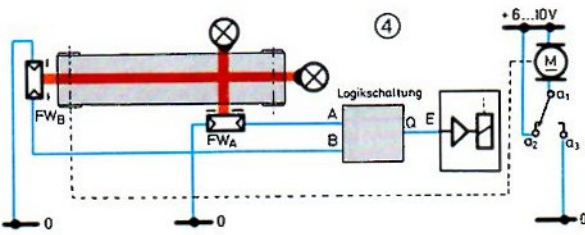
Maar de logische schakeling moet nog meer kunnen. De man op het platform werkt met z'n rug naar de band en weet dus niet of de lopende band wel een nieuwe bouwsteen aanvoert. Er kan best iets fout gaan, een opstopping b.v., of de mensen beneden houden een pauze die wat lang duurt. Dat moet de man op het platform weten vóórdat hij een nieuwe steen nodig heeft. De nieuwe schakeling moet de band alleen dan starten als er tenminste nog één steen op ligt. Start de band niet, dan zal de man op het platform dat onmiddellijk merken en gaan kijken wat er aan de hand is.

- We hebben 2 lichtstraalonderbrekers nodig. De ene, LS_A , staat dwars op de band aan het eind (het platform), de andere, LS_B , in de lengterichting van de band. Zie fig. 1.



■ Fig. 2 en 3 laten zien hoe je de lichtstraalonderbrekers monteert. Gezien de grote afstand waarover de LS_B moet functioneren, werkt de schakeling alleen goed wanneer je een lenslamp neemt zonder zwarte aanslag. Eventueel kun je ook een extra bureaulampje opstellen.

De IC-schakeling die de LS-signalen moet verwerken, is nog niet bekend. Daarom is de schakellogica in schema (4) weergegeven met de zgn. »black box«.



We beginnen weer met een funktietabel op te stellen. Voor elke combinatie van ingangssignalen noteer je of de motor moet stilstaan of starten. Dat doen we in de Q-kolom van tabel 5.

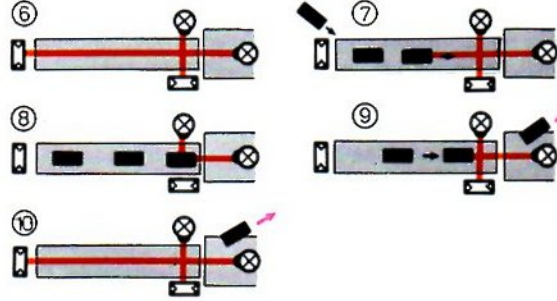
Funktietabel

A	B	Q
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

⑤

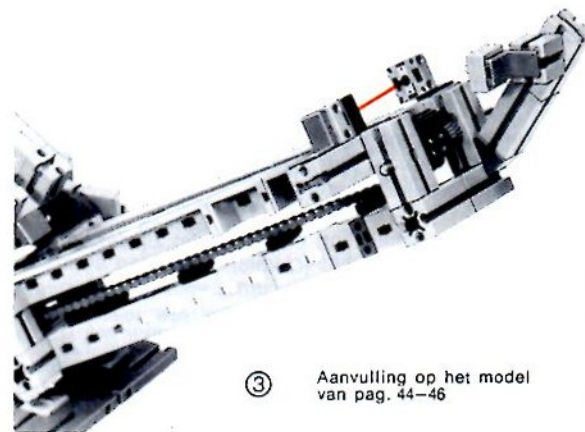
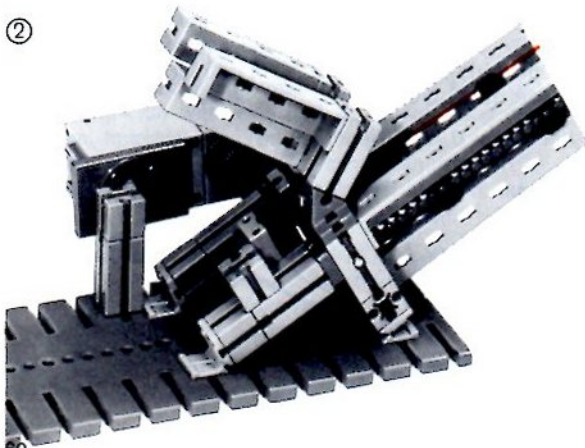
Er geldt:
 L = LS vrij
 H = LS onderbroken
 L = motor staat stil
 H = motor draait

We zouden op dezelfde manier kunnen werken als bij de alarmschakeling voor de kluis. Er is echter een andere methode om het gewenste doel te bereiken. Je gaat daarbij niet uit van de funktietabel maar van de afzonderlijke werksituaties en beslist voor elk of de motor moet lopen of stilstaan. De kenmerkende werksituaties zijn in de fig. 6 t/m 10 weergegeven.



1. Start van het werk. De voedingsstroom wordt ingeschakeld. De band is nog leeg; beide LS zijn vrij (fig. 6). De bijbehorende combinatie $A = L$ en $B = L$ staat (toevallig) als 1e regel in de tabel. Daar er niets te transporteren is, moet de motor stilstaan; in de Q-kolom noteer je een L.
2. De eerste bouwsteen wordt op de band gelegd en LS_B onderbroken. Er ontstaat dan de combinatie $A = L$ en $B = H$. Weer toevallig staat deze combinatie op de 2e regel in de tabel. De band moet starten, dus $Q = H$. Dat er daarna nog meer stenen op de band worden gelegd, verandert daaraan niets (fig. 7).
3. Wanneer de eerste steen het platform bereikt (fig. 8) en LS_A onderbreekt, dan moet de band stoppen. De bijbehorende combinatie $A = H$ en $B = H$ staat in de laatste regel van de tabel, in de Q-kolom plaats je een L.
4. De steen wordt weggenomen (fig. 9) en LS_A vrijgegeven. Verkort weergegeven betekent dat: $A = L$ en $B = H$. Wel, die combinatie zijn we al onder punt 2 tegengekomen en deze moest toen resulteren in een H. Ook nu is dat het geval. De motor moet lopen, de band transporteert de volgende steen naar het platform – zie regel 2 van de tabel.
5. Op deze wijze zal de besturing functioneren tot op een bepaald moment na het wegnemen van een steen, er geen steen meer op weg naar boven is.

②



③

Aanvulling op het model van pag. 44-46

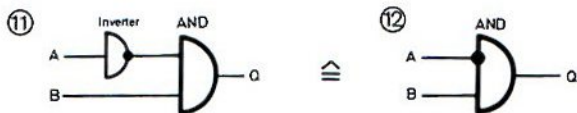
LS_B is vrij en B = L. Maar in tegenstelling tot de voorgaande situaties is nu ook LS_A vrij en dus A = L. Deze situatie komt overeen met die in punt 1 beschreven. De motor moet stoppen, dat betekent een L in de Q-kolom. Wel deze functie vind je op de eerste regel in de tabel.

De man op het platform merkt natuurlijk direkt dat de band stopt en zal dan maatregelen nemen.

Waarna het proces weer verloopt als onder punt 2 beschreven.

6. Je kunt het hele proces in gedachten nog zo vaak herhalen – de combinatie in de derde regel A = H en B = L komt in werkelijkheid niet voor. Dat kan niet, gezien de opstelling van de lichtstraalonderbrekers. Wanneer een steen namelijk LS_A onderbreekt, dan wordt ook LS_B onderbroken. We hoeven ons over deze combinatie verder geen zorgen te maken – ook voor deze regel vul je Q = L in, want de band moet, hoe dan ook, bij A = H stilstaan. In grotere schakelingen zal men Q = L of H noteren. Bij het zoeken naar het laagste aantal poorten voor de schakeling kan dat tot een vereenvoudiging leiden.

In fig. 11 is de vereiste logische schakeling afgebeeld: een AND-poort met een geïnverteerde ingang A. Evenals in de funktietabel van de AND komt in de opgestelde tabel slechts één H voor. Deze is echter verschoven en blijkt bij de combinatie L – H – te horen



en niet bij H – H. Daaruit volgt dat we de L van ingang A moeten omkeren met een invertor. Deze kunnen we weer met een dikke punt aangeven, zie fig. 12.

- Voor de opbouw kiezen we de NAND-techniek. Hoe je van een NAND-poort met een invertor een AND maakt, is oude kost. Teken het schema met de pennummers. Sluit de sensors en de motor aan volgens fig. 4 en stel de transportband in werking. Zorg dat de LS in langsricting voldoende licht krijgt.
- Behalve in NAND-techniek kun je de schakeling ook in de NOR-techniek opbouwen. Als je dat lukt – prima. Zo niet, dan vind je die schakeling op pag. 62.

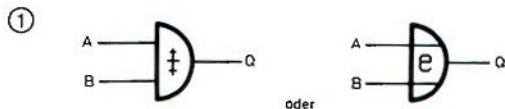
Overigens: wanneer je de groene draden naar de beide FW's verwisselt, dan wordt de LS_A een LS_B en omgekeerd. Ook de signalen in de Q-kolom moeten dan van plaats veranderen, daar de schakeling anders niet op de gewenste wijze funktioneert.

Q = H moet dan op de 3e regel in plaats van op de 2e regel staan. Let dus op de kleur van de draden.

»Maar hoe moet je dat allemaal uit je hoofd onthouden?« zul je je misschien afvragen. Dat is ook niet nodig. Op pagina 64 vind je een overzicht van alle basisschakelingen met symbolen en funktietabellen, die tot nu toe zijn behandeld. Bovendien is zowel de opbouw in NAND-techniek als in NOR-techniek vermeld. Ben je iets vergeten, dan kun je het in dat overzicht terugvinden. Ook de nu volgende schakeling staat er in, deze wordt in de digitale techniek zeer veel toegepast.

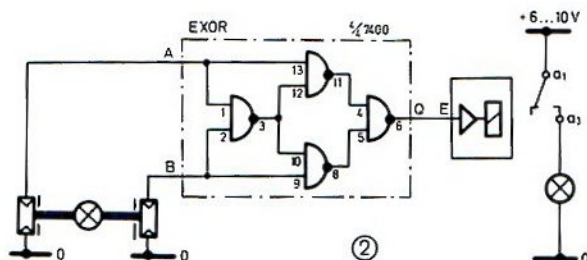
De exclusieve OR

In het Engels: Exclusive OR of kortweg EXOR is een logische schakeling die qua functie in het gewone spraakgebruik luidt: »of dit of dat, maar niet beide.« De EXOR sluit één mogelijkheid van de OR uit. Exclusive betekent in het Engels: uitgesloten. Het symbool voor de EXOR is in fig. 1 afgebeeld.



Wat er, vergeleken met de OR-schakeling, wordt uitgesloten blijkt uit de volgende proef.

- In fig. 2 is de vrij gekompliceerde schakeling van de EXOR getekend. Er zijn 4 NAND-poorten voor nodig. Houd je bij de opbouw aan de aangegeven pennummers. De laatste poort ligt dan linksonder op de IC-steen. Let er op dat aan de ingang van de schakeling de ingangen van twee poorten met elkaar verbonden zijn.

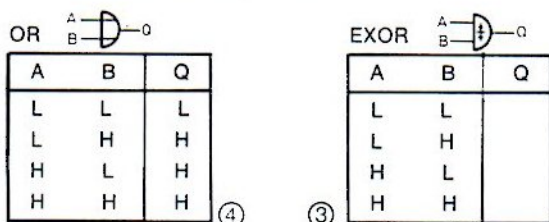


- De opbouw van twee fotoweerstanden met een gemeenschappelijke lamp is niets nieuws.
- Het met de LED's aangeven van de LS-signalen is met slechts één IC-steen niet mogelijk. Maar dat

Groen tegen rood

geeft niets. Je weet LS vrij = L en LS onderbroken = H. Het uitgangssignaal geeft de lamp die door de R-steen wordt in- en uitgeschakeld.
L = Lamp brandt niet.

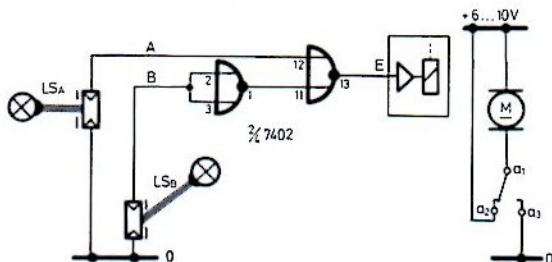
- Met behulp van de LS geef je nu de ingangssignalen als in tabel 3 genoemd. Het overeenkomende uitgangssignaal noteer je weer in de Q-kolom.
- Laat de schakeling staan, we zullen hem zo dadelijk opnieuw gebruiken.



Vergelijken we de funktietabellen van de EXOR (3) en de OR (4), dan blijkt het verschil in de 4e regel te zitten. De OR geeft op de combinatie H-H een H als uitgangssignaal, de EXOR sluit die functie uit. Q is hier L. Je kunt het verschil met OR ook zo uitdrukken: de EXOR geeft alleen een H wanneer de ingangen een tegengesteld signaal voeren. OR = inklusief H-H, EXOR = eksklusief H-H.

Nog een verschil is dat alle voorgaande logische basis-schakelingen in de Q-kolom één H en drie L's hadden of omgekeerd. Bij de EXOR is de kans op een L en een H fifty-fifty, 1:1, bij alle andere 1:3. Wel, die 1:1 verhouding kunnen we goed voor een elektronisch spelletje gebruiken.

Schakellogika van pag. 60, fig. 4



Oplossing
van pag. 57-51

AND

A	B	Q
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

Het volgende geluksspel is even eenvoudig als »kruis of munt«, waarbij de kant die boven komt te liggen wint of verliest al naar de afspraak. Kruis en munt zijn in ons spel een groene en een rode lamp. Of je bij »groen tegen rood« het geluk met een beetje handigheid toch niet kunt beïnvloeden? Laten we maar eens kijken.

Bij de bouw van het model

- Het beste kun je eerst de aanwijzer volgens fig. 1-4 bouwen.
- Een as 30 dient als nok voor het indrukken van de mini-drukknop. Op de draaischijf bevestig je een tandwiel Z 40. De as 30 steek je voor de helft door het tandwiel en de draaischijf. Op de as zet je een koppelstuk dat als merkteken dienst doet. Draait de motor dan zal bij het passeren van de vaste wijzer (een verbindingsstuk 30) het andere eind van de as 30 de mini-drukknop even indrukken.

De schakeling

- De elektronika bestaat uit de EXOR-schakeling, zie fig. 5, overeenkomstig fig. 2 op pag. 61. Op de IC-steen hoeft je dus niets te veranderen.
- Een lamp voor de FW's is niet nodig. Voor het verkrijgen van een signaal gebruiken we het daglicht of de normale verlichting. De stoorlichtkappen op de FW's haal je weg.
- Monteer de rode lamp links en de groene lamp rechts op de aanwijzer.
- De R-steen verbindt bus 3 van de mini-drukknop met de rode lamp wanneer de EXOR-uitgang Q een L-signaal voert. Bij een H-signaal wordt de groene lamp met de mini-drukknop verbonden. Een lamp brandt alleen zo lang de as 30 de knop indrukt.
- Schakel de voedingsstroom in. De motor loopt permanent. Elke keer dat de as 30 de vaste wijzer passeert, wordt tevens de mini-drukknop ingedrukt en zal de rode lamp oplichten. Deze is op dat moment namelijk via a₁-a₂ van de R-steen en bus 1-3 van de mini-drukknop met de (+)strip verbonden. Dat is echter alleen het geval wanneer beide FW's voldoende licht krijgen of tegelijk worden afgedekt – we werken immers met een EXOR-schakeling!
- Wordt één FW afgedekt en de andere niet, dan zal Q = H zijn; het relais komt dan op en de groene lamp zal oplichten – vooropgesteld dat de as 30 de mini-drukknop indrukt.

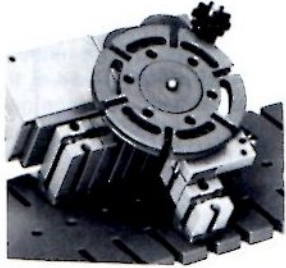
Het spel

- Elke speler heeft zijn eigen FW die hij naar keuze kan vrijgeven of afdekken, waarmee hij resp. een L- of een H-signaal op zijn EXOR-ingang geeft. Natuurlijk mogen de spelers niet van elkaar zien wat de ander doet. Om dat te voorkomen zet je een scheidingswand tussen beide FW's, b.v. een boek.

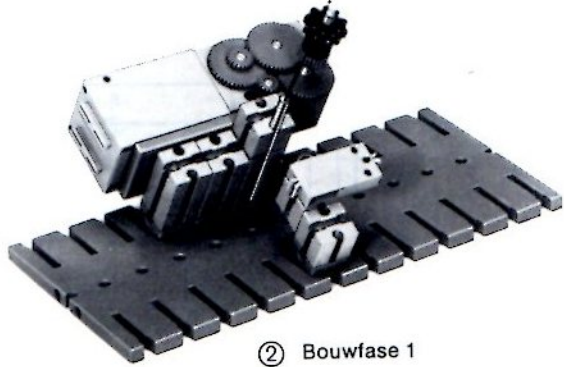
⑥ Wanneer het spel sneller moet gaan



○ Onderaanzicht



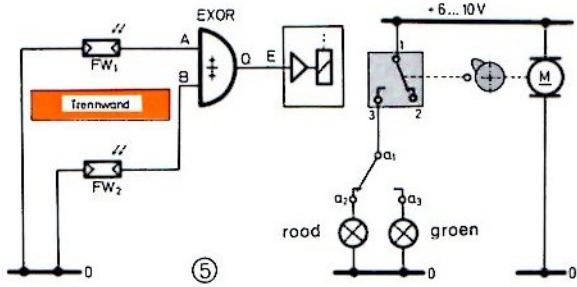
③ Bouwfase 2



② Bouwfase 1

- Beide spelers moeten de aanwijzer goed kunnen zien. De motor blijft gedurende het hele spel draaien. Vlak vóór de as 30 de vaste wijzer zal passeren volgt: »Opgepast – FW afdekken of vrijgeven«. Hebben beide spelers hetzelfde gedaan op het moment dat de mini-drukknop wordt ingedrukt – beide FW's afgedekt of vrijgegeven – dan licht de rode lamp op. De groene partij moet dan een fiche of iets dergelijks in de pot storten. Als daarentegen op het beslissende moment één speler zijn FW heeft afgedekt en de andere niet, dan voeren de ingangen tegengestelde signalen en licht de groene lamp op. De rode partij moet dan betalen. Na 10 ronden wordt om de pot gespeeld. Wie de 11e ronde wint, krijgt de pot.

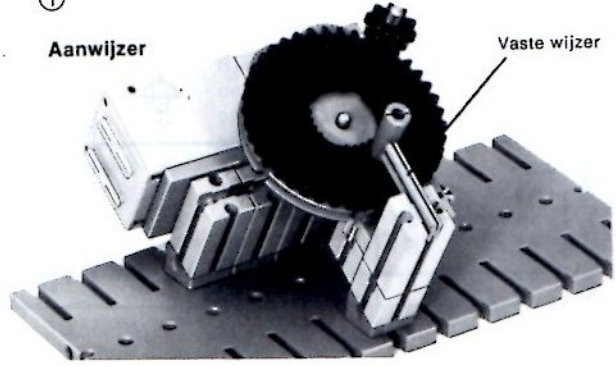
- Wanneer de spelers met hun handen over de FW's wapperen dan kan het gebeuren dat de lampen kort na elkaar oplichten. De lamp die het eerst oplicht is natuurlijk winnaar.
- De omlooptijd van de schijf en de tijd dat de knop ingedrukt blijft, kun je verkorten door twee tandwielen uit de transmissie te verwijderen, zie fig. 6. Dat maakt het spel een stuk spannender.
- Met een tweede, veel langzamer draaiende nokkenschild en een extra drukknoop kun je de motor automatisch stopzetten na een bepaald aantal spelletjes.



⑤

①

Aanwijzer



Verknüpfungstabelle

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																					
a	Naam	Identiteit	Invertor	AND	OR	NAND	NOR	AND met ge-inverteerde ingang A	OR met ge-inverteerde ingang A	EXOR = Exclusive OR																																																																																																					
b	Symbol																																																																																																														
c	Opbouw in 7402-IC																																																																																																														
d	Opbouw in 7402-IC									dezelfde schakeling in NOR geeft NEXOR = Equivalentie = Q = H als A = B = L of A = B = H																																																																																																					
e	Opbouw in 7408-IC																																																																																																														
f	Funktie-tabellen	<table border="1"><tr><td>A</td><td>Q</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td></tr></table>	A	Q	L	L	H	H	<table border="1"><tr><td>A</td><td>Q</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td></tr></table>	A	Q	L	H	H	L	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Q</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>L</td></tr></table>	A	B	Q	L	L	L	L	H	L	H	L	L	H	H	L	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Q</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>H</td></tr></table>	A	B	Q	L	L	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Q</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>L</td></tr></table>	A	B	Q	L	L	H	L	H	H	H	L	L	H	H	L	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Q</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>L</td></tr></table>	A	B	Q	L	L	L	L	H	L	H	L	L	H	H	L	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Q</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>H</td></tr></table>	A	B	Q	L	L	L	L	H	L	H	L	H	H	H	H	<table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>Q</td></tr><tr><td>L</td><td>L</td><td>L</td></tr><tr><td>L</td><td>H</td><td>L</td></tr><tr><td>H</td><td>L</td><td>H</td></tr><tr><td>H</td><td>H</td><td>L</td></tr></table>	A	B	Q	L	L	L	L	H	L	H	L	H	H	H	L
A	Q																																																																																																														
L	L																																																																																																														
H	H																																																																																																														
A	Q																																																																																																														
L	H																																																																																																														
H	L																																																																																																														
A	B	Q																																																																																																													
L	L	L																																																																																																													
L	H	L																																																																																																													
H	L	L																																																																																																													
H	H	L																																																																																																													
A	B	Q																																																																																																													
L	L	L																																																																																																													
L	H	H																																																																																																													
H	L	H																																																																																																													
H	H	H																																																																																																													
A	B	Q																																																																																																													
L	L	H																																																																																																													
L	H	H																																																																																																													
H	L	L																																																																																																													
H	H	L																																																																																																													
A	B	Q																																																																																																													
L	L	L																																																																																																													
L	H	L																																																																																																													
H	L	L																																																																																																													
H	H	L																																																																																																													
A	B	Q																																																																																																													
L	L	L																																																																																																													
L	H	L																																																																																																													
H	L	H																																																																																																													
H	H	H																																																																																																													
A	B	Q																																																																																																													
L	L	L																																																																																																													
L	H	L																																																																																																													
H	L	H																																																																																																													
H	H	L																																																																																																													
g	Nieuw symbool¹																																																																																																														

L-signaal		H-signaal	
ontstaat op de ingang wanneer	geeft op de uitgang	ontstaat op de ingang wanneer	geeft op de uitgang
LS = vrij FW belicht Verbinding met 0 V	relais valt af = motor stopt = lamp gaat uit ratel stopt	LS onderbroken FW afgedekt Verbinding met +5 V niet aangesloten	relais komt op = motor stopt = lamp brandt ratel werkt

- 1) In de praktijk wordt de invertor met een dikke punt aangegeven.
- 2) De symbolen in regel b volgens de Duitse norm zullen binnen alziensbare tijd worden vervangen door de internationale symbolen in regel g.

De juiste logische schakeling

Voor het vinden van de juiste logische schakeling voor een bepaalde toepassing is het op de juiste wijze invullen van de funktietabel het belangrijkste.

Een en ander is uitvoerig behandeld met de voorbeelden van de alarminstallatie voor de kluis (pag. 58) en de transportband (pag. 59 e.v.). Wat nog ontbreekt is een algemeen toepasbare methode voor het vinden van een juiste logische schakeling. We zullen die nu behandelen aan de hand van het voorbeeld »wekken bij het ochtendgloren«, zie het model op pag. 46. Lees deze pagina nog eens goed door.

Kort samengevat: in geval **a** (fig. 2, pag. 46) moet de opkomende zon de wekker starten. In geval **b** moet de wekker door het inschakelen van een bedlampje tevens kunnen worden afgezet (fig. 4, pag. 46).

1. Welke en hoeveel sensors gebruiken we?

Alleen fotoweerstanden daar uitsluitend met licht wordt gestuurd. In beide gevallen zijn 2 FW's vereist.

2. Wat moet de R-steen besturen?

Iemand wekken doe je met geluid, daarom nemen we een motorratel of het relais zelf.

3. Welk signaal hoort bij wat?

Welke signalen een FW geeft en welke signalen de R-steen tot klikken of ratelen brengen, weet je nu wel uit je hoofd. Bovendien is de betekenis van de signalen nog eens in onderstaand overzicht vastgelegd. Dat maakt het invullen van de funktietabel gemakkelijker. Voor ons model geldt:

L = FW = zon opgekomen
belicht = koplamp van een auto
= bedlampje brandt

H = FW = buiten is het donker
afgedekt = zon is nog niet op
= geen koplamp van auto
= bedlampje brandt niet

4. Welke funkties zijn gewenst?

We gaan nu de funktietabellen voor geval **a** en **b** invullen.

Geval a

A	B	Q

Geval b

A	B	Q

- Noteer eerst in beide tabellen de 4 mogelijke combinaties van ingangssignalen onder A en B.

De voorgeschreven volgorde moet je nu uit je hoofd kennen.

- Daarna vul je de Q-kolom van de tabel voor geval **a** in:

1e regel: onder A en onder B staat een L. Tenminste als je de A- en de B-kolom op de juiste wijze hebt ingevuld.

In verkorte schrijf- en spreekwijze krijgen we dan:

$A = L$ en $B = L$ Nu moet je voor deze combinatie bepalen welk signaal de uitgang Q dient te voeren. Beide FW's worden belicht, hetgeen betekent dat de zon is opgegaan en de wekker moet ratelen. Dus $Q = H$. Vul een H in onder Q. (Wanneer 2 auto's uit tegen-gestelde richtingen toevallig de FW's tegelijk belichten? Geen probleem, gewoon doorslapen).

$A = L$ en $B = H$ De koplamp van een auto heeft de FW belicht. Geen reden om te wekken, dus in de 2e regel komt onder Q een L.

$A = H$ en $B = L$ Dat was een auto uit de andere richting. Ook op de 3e regel vullen we in $Q = L$.

$A = H$ en $B = H$ Geen zon, geen auto. De wekker moet z'n mond houden. Op de 4e regel noteer je $Q = L$.

Voor het geval **a** krijgen we als Q-kolom:
 $H - L - L - L$.

- Op dezelfde wijze gaan we te werk voor geval **b**. Hierbij moet de FW op de A-ingang reageren op het zonlicht, de FW op de B-ingang op het licht van het bedlampje.

$A = L$ en $B = L$ $A = L$ betekent de zon schijnt en $B = L$ dat het bedlampje brandt. Moet de wekker ratelen? Toen het zonlicht op de FW van A viel, ging de wekker ratelen, je bent wakker geworden en hebt het bedlampje aangedaan. Daardoor moet de wekker afgezet worden. Dus komt in de Q-kolom een L!

$A = L$ en $B = H$ De zon komt op; in de kamer is het nog donker. Bij zonsopgang wil je gewekt worden daarom moet $Q = H$ zijn! (2e regel)

Antwoorden en oplossingen

A = H en B = L Buiten is het donker. Maar het bedlampje brandt omdat je voor het slapen gaan nog wat wilt lezen. Dus Q = L (3e regel).

A = H en B = H Het is nacht. Het bedlampje heb je uit gedaan en je slaapt nog. Het is nog te vroeg om te worden gewekt. Dus Q = L (4e regel).

Voor geval b krijgen we als Q-kolom: L - H - L - L.

5. Maar welke schakelingen zijn dat?

Het antwoord vind je door de funktietabellen te vergelijken met die in het overzicht (regel f) op pag. 64. Funktietabel a vind je in kolom 7, het betreft dus een NOR-schakeling. Funktietabel b staat alleen in kolom 8 onder AND met geïnverteerde ingang A.

6. Welke IC is het beste?

In de grote tabel vind je behalve de schakelingen zelf ook de IC's waarmee je die kunt realiseren. Je kunt daarbij kiezen tussen de NAND- en de NOR-techniek, resp. het 7400- en het 7402 IC.

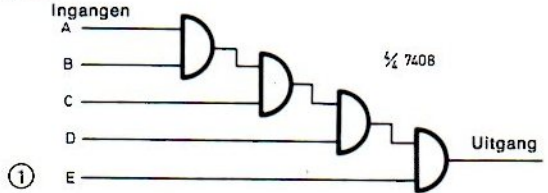
Geval a vereist een NOR-schakeling. Destijds heb je die in NAND-techniek met het 7400-IC uitgevoerd. Nu zul je natuurlijk de voorkeur geven aan de elegantere oplossing in NOR-techniek (regel d).

Hetzelfde geldt voor de schakeling van geval b. De AND met geïnverteerde ingang A voeren we niet meer in NAND-techniek met 3 poorten uit, maar natuurlijk in NOR-techniek, want dan zijn slechts 2 poorten nodig. Men kiest natuurlijk altijd het IC met de eenvoudigste oplossing.

Of ook andere, reeds besproken schakelingen in een andere techniek zijn te verwezenlijken? Wel, met de hierboven behandelde methode kun je dat zelf nagaan.

Pagina 22

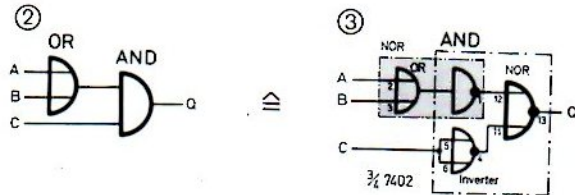
Gebruik je alle vier uitgangen van het IC 7408, dan krijg je een NAND met 5 ingangen. Er zijn dan $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$ verschillende combinaties van ingangssignalen. Slechts in één geval wordt de motor gestart.



Pagina 40

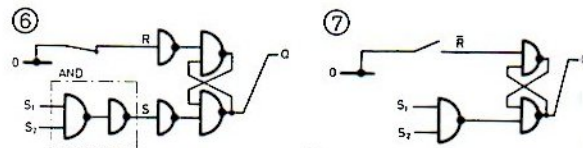
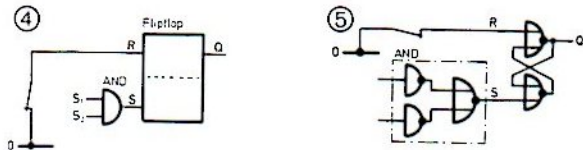
De verbinding lamp - (0)strip dient via het relaiscontact $b_1 - b_2$ te lopen.

Pagina 68



Pagina 77

Voor de Set-ingang moet je een AND-poort plaatsen. Alleen wanneer de lichtstraalonderbrekers op de ingangen van deze AND tegelijk worden onderbroken (door een bouwsteen 30) wordt de FF gezet. Voor het principe zie fig. 4. Opbouw in NOR-techniek zou nog 3 NOR-poorten vereisen, zie fig. 5. Daarom passen we de NAND-techniek toe. Fig. 6 toont de opbouw met een verbreek-drukknop voor het terugzetten van de FF. De beide invertors in de onderste tak vallen weg. De invertor in de bovenste tak kunt je uitsparen door het verbreekkontakt te vervangen door een maak-kontakt, zie fig. 7.



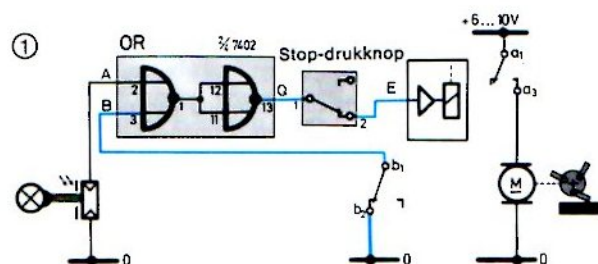
Aanwijzing: In de funktietabel voor de besturing van de transportband (pag. 59 e.v.) was er een regel met een combinatie van ingangssignalen die in het model in feite niet kan voorkomen. Dat kan meer gebeuren. Noteer in dergelijke gevallen in de Q-kolom: L/H. Veelal zijn er dan ook 2 oplossingen, t.w. één met L en één met H. Kies voor de oplossing met het minste aantal poorten. (In plaats van L/H schrijft men ook vaak X).

Permanent alarmsignaal

De alarmschakelingen die tot nu toe zijn behandeld, hebben een groot gebrek. De indringer kan het alarm-signaal bliksemsnel uitschakelen. Hij hoeft alleen de LS vrij te geven of de kluisdeur weer te sluiten en dan de lichtstraalonderbrekers of fotoweerstanden buiten werking te stellen. De oplossing voor dat probleem is dat een eenmaal veroorzaakt alarmsignaal door de schakeling wordt vastgehouden, zoals dat in vaktaal heet.

Vasthouden met relais

Een schakeling die het signaal kan vasthouden is getekend in fig. 1. Ze bestaat uit een OR, waarbij twee dingen opvallen: het verbreekkontakt (1-2 aansluiting van de mini-drukknop) tussen uitgang Q van de OR-poort en de R-steen; ten tweede is de OR-ingang B via het relaiscontact b_1-b_2 met de (0)strip verbonden.



- Na het inschakelen van de voedingsstroom blijft de motorratel zwijgen. Logisch, de vrije LS geeft op A een L-signaal en het afgevalen relais zorgt via b_1-b_2 voor een L-signaal op B. De uitgang Q van de OR voert dan eveneens een L-signaal.
- Dek nu de FW af. De ratel slaat alarm. Geef de LS vrij, de ratel blijft doorgaan. Alleen jij kunt het alarmsignaal stopzetten door de verdekt opgestelde drukknoop in te drukken.

Het vasthouden van het signaal gaat als volgt. Zo lang de LS vrij is staat op A een L, via b_1-b_2 is B met (0) verbonden, zodat $B = L$. Er wordt niet voldaan aan de OR-voorwaarde. Deze zegt dat voor $Q = H$ tenminste één van de ingangen een H-signaal moet voeren.

Wordt de LS onderbroken, dan komt op ingang A een H-signaal te staan. Aan de OR-voorwaarde (of OR-konditie) wordt voldaan het relais komt op en de ratel slaat alarm.

En nu de truc: het opkomende relais sluit niet alleen a_1-a_3 , maar opent tegelijk het b_1-b_2 contact, zodat ingang B niet langer met de (0)strip verbonden is. Geeft

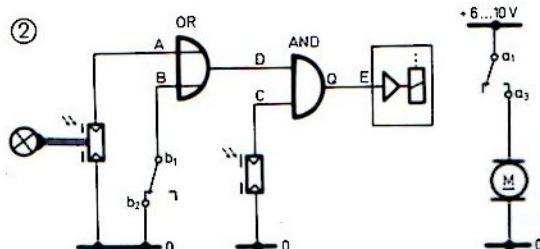
de geschrokken indringer snel de LS vrij, dan krijgen we $A = L$, maar op B staat nog steeds een H-signaal en dat zorgt er voor dat $Q = H$ blijft. De ratel gaat gewoon door.

Het relaiscontact b_1-b_2 houdt het uitgangssignaal $Q = H$ vast en daarmee het alarm. Maar op het moment dat je de stopknop indrukt, wordt de verbinding tussen de OR-poort en de R-steen onderbroken. Het H-signaal op de ingang van de R-steen valt weg, het relais valt af; de verbinding b_1-b_2 wordt hersteld en ingang B ligt weer aan 0 V. $B = L$. De LS is vrij en dus ook $A = L$.

Een stukje logica-denksport

Stel dat een slimmerik het opgewekte alarm liever niet met een drukknoop wil stopzetten maar met behulp van een lichtflits op een verdekt opgestelde tweede fotoweerstand. Hij heeft daartoe de schakeling van fig. 2 ontworpen. De redenering die daaraan ten grondslag ligt, vind je hieronder waarbij je op de opengelaten plaatsen het juiste antwoord moet invullen. Veel plezier.

- De stopknop van schakeling 1 is in fig. 2 vervangen door een FW en een ... poort. Wanneer alles veilig is, dan staat op de ingangen en de uitgang van de OR-poort een ...-signaal. Dat staat natuurlijk ook op de ingang D van de daaropvolgende AND-poort. De FW (met stoortlichtkap kleinste opening) die op de ingang C is aangesloten, krijgt geen licht en geeft dus een ...-signaal op C. De AND-uitgang voert dan een ...-signaal; de ratel zwijgt.
- Onderbreekt iemand de LS, dan zal het ...-signaal op A via de OR-poort aan de ingang D van de AND worden doorgegeven. Op beide AND-ingangen staat dan een ...-signaal. Daarmee wordt voldaan aan de AND-konditie. Deze zegt dat $Q = H$ alleen ontstaat als beide ingangen een H-signaal voeren. Uitgang Q van de



schakeling voert dus een ...-signaal en er wordt alarm geslagen. Tegelijk gaat het relaiscontact b_1 - b_2 open. Ingang B voert nu ...-signaal.

- De indringer geeft de LS vrij, met als gevolg $A = L$. Toch blijft het alarm aanstaan, want ingang B van de OR-poort voert nog steeds het ...-signaal. Aan de OR-konditie ($Q = H$ wanneer op één van de ingangen ...-signaal staat) wordt nog steeds voldaan.
- Wanneer alles weer veilig is, kun je het alarm stopzetten. Een felle lichtflits op de FW en alles wordt stil. De FW levert namelijk heel kort een ...-signaal op C. Aan de AND-konditie ($Q = H$ alleen dan als op beide ingangen een H-signaal staat) wordt niet meer voldaan, het relais valt af.
- En dat blijft zo, want bij het afvallen van het relais wordt ook het ...-contact gesloten en B voert weer ...-signaal.

De LS is vrijgegeven, ook ingang A voert ...-signaal. Aan de OR-konditie ($Q = H$ wanneer op minstens één ingang ...-signaal staat) wordt niet voldaan en het alarm stopt.

- Bouw nu de schakellogica in de NOR-techniek. Vervang de AND-poort door een NOR-poort. Voor de ingangen heb je twee invertors nodig. Met de ene maak je van de OR een NOR; waar de andere invertor moet komen mag je zelf uitzoeken. Teken het schema en noteer de pennummers. Vergelijk je schema met de oplossing op pag. 66.
- Bouw de schakeling en controleer of deze dezelfde functie heeft als de eerste.

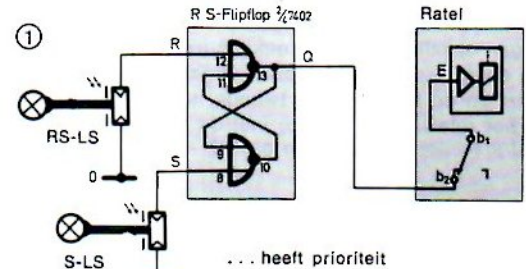
De RS-flipflop met NOR-poorten

De RS-flipflop dankt zijn naam aan het feit dat deze in tegenstelling tot andere types FF's (afkorting voor flipflop) slechts 2 ingangen heeft; een terugzettingang R en een zettingang S (S van het Engelse Set).

Een RS-flipflop hebben we gebruikt voor de besturing van de transportband (pag. 28) en de schuine lift (pag. 33). We zullen de »houd«-schakeling met het relaiscontact nu geheel elektronisch met een RS-FF opbouwen en wat dieper op zijn functies ingaan.

Zetten en terugzetten door onderbreking van een LS

- Fig. 1 toont de bekende FF-schakeling met 2 NOR-poorten. Pen 8 is de zet- en pen 12 de terugzet- ingang. De bijbehorende lichtstraalonderbrekers noemen we resp. de S-LS en de RS-LS. Houd voor alle zekerheid de afstanden tussen lampen en FW's klein. In de normale stand zijn S-LS en RS-LS vrij en leveren zij L-signalen resp. op S en R.



- Ga na dat een korte onderbreking van de S-LS voldoende is om de R-steen permanent te laten klikken; een korte onderbreking van de RS-LS is genoeg om de R-steen tot zwijgen te brengen.
- Ga verder na dat het twee of meer keren achter elkaar onderbreken van dezelfde LS geen enkele uitwerking heeft.

We zullen de verschillende signalen en mogelijke standen nu kort weergeven. Onthoud deze goed, dan maak je later geen vergissingen.

Zetten (van »to set«). In ons voorbeeld gaat het relais permanent klikken. Op de uitgang Q van de FF moet dus een H-signaal ontstaan. In de schakeling van fig. 1 moet je daartoe op de S-ingang in plaats van een L-signaal een H-signaal (LS onderbroken) geven. Zetten = H-signaal geven op de S-ingang. Het signaal hoeft maar heel even te duren.

Houden of vasthouden wil zeggen dat het H-signaal op Q wordt vastgehouden als op S weer een L-signaal komt te staan (de LS wordt vrijgegeven).

Terugzetten (van »to reset«) betekent dat op uitgang Q van de FF weer een L-signaal ontstaat. In de schakeling van fig. 1 doe je dat door op ingang R in plaats van een L-signaal (LS vrij) een H-signaal (LS onderbroken) te geven. Ook dat hoeft maar heel even te duren.

Houden. Ook nu houd de FF het L-signaal op Q vast, zowel wanneer op R weer het oorspronkelijke L-signaal komt te staan als wanneer je volgende H-signalen zou geven.

Konklusie: de FF tuimelt van de ene in de andere stand door afwisselend te »zetten en terugzetten«,

In vaktaal: De FF is een bistabiele multivibrator. Onthoud dat voor de RS-flipflop geldt: zetten en terugzetten doen we door een sprong van een L- naar een H-sigitaal op resp. de S en de R-ingang. Of kortweg: zetten en terugzetten met L-H-sprong.

Tegelijk onderbreken van beide LS

We gaan nu onderzoeken welke ingang de sterkste is: de R- of de S-ingang.

- Houd de RS-LS onderbroken ($R = H$) en probeer de FF te zetten door de S-LS te onderbreken.

Het lukt niet de FF te zetten zolang op de R-ingang een H-sigitaal staat. Blijft natuurlijk de vraag: kunnen we de FF terugzetten als de S-LS onderbroken blijft ($S = H$).

- Zet de FF door het onderbreken van de S-LS, het relais blijft klikken. Houd deze LS onderbroken en onderbreek tevens de RS-LS, houd ook deze onderbroken. Wat gebeurt er?

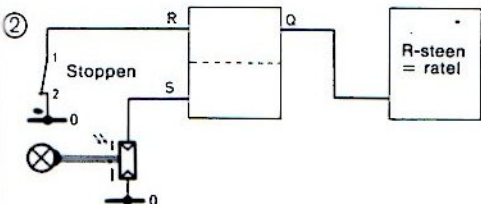
Het H-sigitaal op de R-ingang heeft tot gevolg dat het relais stopt met klikken. Natuurlijk alleen zo lang je de RS-LS onderbroken houdt, ofwel zolang er een H-sigitaal op de R-ingang staat.

De elektronikus zegt dat voor deze RS-flipflop van NOR-poorten de R-ingang dominant is. Dat betekent zoveel als beslissend, overheersend, bepalend.

Noteer in fig. 1: terugzetten heeft prioriteit.

De stopknop

Bij alarminstallaties wordt het H-sigitaal op de R-ingang natuurlijk met een druk op een knop gegeven. Een vereenvoudigd schema voor een alarminstallatie met stopknop en LS is in fig. 2 getekend. Van de mini-drukknop is alleen het verbreekcontact 1-2 opgenomen. In plaats van de NOR-poorten met kruislings teruggekoppelde uitgangen is het algemene symbool voor een RS-flipflop getekend. Ook de ratel is alleen symbolisch aangegeven.



We zullen in het vervolg vaker deze vereenvoudigde symbolen gebruiken.

De flipflop heeft nog een 2e uitgang: \bar{Q}

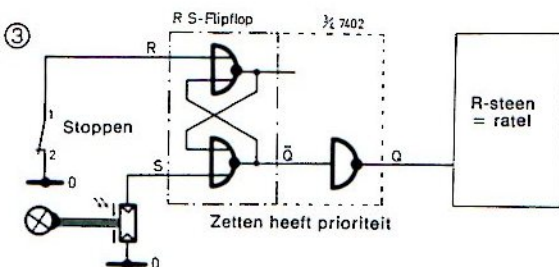
Bij het onderzoek naar de FF bestaande uit 2 NOR-poorten (fig. 1) werd pen 13 als uitgang Q genomen. Daar de schakeling symmetrisch is opgebouwd moet er een bepaalde reden zijn waarom we pen 10 niet als uitgang hebben gekozen.

- Sluit de R-steen niet op pen 13 aan maar op pen 10. Herhaal het experiment van het zetten en terugzetten van de FF. Nu klikt het relais alleen wanneer er niets aan de hand is en komt tot rust wanneer je de LS onderbreekt. De nieuwe uitgang voert namelijk het omgekeerde signaal van de uitgang Q (pen 13). We geven dit aan met een streep boven de Q van de onderste NOR-poort. Deze uitgang wordt dan ook \bar{Q} = niet-Q genoemd.

Hoe krijgt het zetten prioriteit?

Voor alarminstallaties is het van belang dat juist het H-sigitaal op de S-ingang prioriteit heeft ofwel domineert. Dat kan met het volgende schakeltrucje.

- Je gebruikt nu de uitgang \bar{Q} van de flipflop en plaatst daarachter een inverter. Het voor de R-steen vereiste H-sigitaal komt dan weer overeen met het zetten en terugzetten. Ga met de schakeling van fig. 3 na dat het signaal op de S-ingang nu prioriteit heeft.

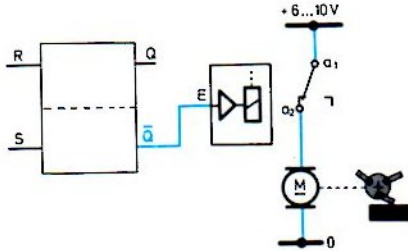


- Geef een permanent H-sigitaal op S door de LS onderbroken te houden en probeer het alarm door het indrukken van de knop uit te schakelen.

Het lukt niet, zolang LS onderbroken is. In deze schakeling domineert de S-ingang.

- Overigens als je de motorratel gebruikt kun je de inverter uitsparen. Je hoeft daartoe alleen de motor volgens fig. 4 via het relaïskontakt a_1 - a_2 aan te

sluiten en niet over a_1 – a_3 . Deze tip voor het omkeren van een signaal door een verbreek- in plaats van een maakkontakt te gebruiken, kun je goed toepassen in modellen.



De funktietabel van de flipflop

Dit hoofdstuk is in een kleinere letter gedrukt om aan te geven dat de modelbouwer het mag overstaan. Wie in de digitale theorie is geïnteresseerd zal graag willen weten hoe je een funktietabel voor een FF moet maken. Voor de opstelling van een FF-funktietabel splitsen we de beide processen Zetten en terugzetten, en leggen voor elk de signalen in een L-H tabel vast.

- Sluit de R-steen aan op uitgang Q (pen 13). Daar we tevens willen weten welk signaal op Q staat, sluiten we op pen 10 een LED aan, die oplicht als $\bar{Q} = H$.
- Om je handen vrij te hebben, geef je de signalen voor Zetten en terugzetten met het model in fig. 12. De scharnierstenen draai je met een paar muntstukken vast, zodat ze in de gewenste stand blijven staan. Je kunt het signaal op de ingang zo lang laten duren als je wilt. Voor het Zetten gebruik je de LS, voor het terugzetten de mini-drukknop met de bussen 1 en 2.
- We beginnen met de ruststand van de FF, deze is dan »teruggezet«. De LS moet vrij zijn en de mini-drukknop niet ingedrukt. Mocht de FF nog in de zetsstand staan, dan geef je met de mini-drukknop (even indrukken) een H-signaal op de R-ingang. Voor de ruststand geldt tabel 5.

⑤

R	S	Q	\bar{Q}
L	L	L	H

FF teruggezet
(alarm uitgeschakeld)

- Onderbreek nu de LS en laat de scharniersteen in die stand staan, dan wordt $S = H$. De FF is gezet en het relais blijft klikken, de LED gaat uit. We voegen nu een 2e regel aan de tabel toe voor deze toestand.

⑥

R	S	Q	\bar{Q}
L	L	L	H
L	H	H	L

Zetten

- Geef de LS vrij: dan wordt $S = L$. Aan de uitgangen verandert niets. Q blijft H en \bar{Q} blijft L. We noteren een en ander op de 3e regel van tabel 7:

⑦

R	S	Q	\bar{Q}
L	L	L	H
L	H	H	L
L	L	H	L

Zetten
Vasthouden

Nu het terugzetten van de flipflop:

- Daar de LS geen rol speelt bij het terugzetten, laten we deze vrij. Op ingang S staat dan een L-signaal. Druk de drukknop in – dan wordt $R = H$. Het relais valt af, de LED licht op. De FF wordt teruggezet. In fig. 8 is de bijbehorende 4e regel opgenomen.

⑧

R	S	Q	\bar{Q}
L	L	L	H
L	H	H	L
L	L	H	L
H	L	L	H

Zetten
Vasthouden
Terugzetten

- De volgende stap: laat de drukknop los; dan wordt $R = L$. Op de uitgangen verandert niets. Een en ander komt op de 5e regel, zie tabel 9.

⑨

R	S	Q	\bar{Q}
L	L	L	H
L	H	H	L
L	L	H	L
H	L	L	H
L	L	L	H

Zetten
Vasthouden
Terugzetten
Vasthouden

Na het terugzetten van de FF ontstaat dezelfde situatie als waarmee we zijn begonnen en die op de 1e regel van de tabel staat. Streep regel 1 door.

Tabel 9 heeft twee regels voor »vasthouden«. In beide gevallen is $R = L$ en $S = L$. Daarentegen stemmen de kolommen Q en \bar{Q} niet overeen. En dat klopt ook, want in het ene geval ontstaat een H-signaal door het Zetten en wordt dat vastgehouden. In het andere geval ontstaat een L-signaal door het terugzetten en wordt dat vastgehouden. We schrijven tabel 9 nu in een nieuwe vorm, zie tabel 10. (In vaktiaal schrijft men Q_n resp. \bar{Q}_n voor vasthouden).

R	S	Q	\bar{Q}
L	L	Q_n	\bar{Q}_n
L	H	H	L
H	L	L	H

Zetten
Terugzetten

De volgorde van de ingangssignalen in de FF tabel is nu dezelfde als in de funktietabellen voor poorten. Alleen de 4e regel met de ingangssignalen $R = H$ en $S = H$ ontbreekt nog.

- Laat de scharniersteen de drukknop ingedrukt houden. Op ingang R staat dan een permanent H-signaal. De andere scharniersteen houdt de LS onderbroken, op ingang S hebben we dan eveneens een permanent H-signaal. Het resultaat op Q en \bar{Q} is verrassend. De uitgangen voeren geen tegengestelde signalen, maar hetzelfde signaal. Voor een RS flipflop van 2 NOR-poorten blijkt: $Q = L$ en $\bar{Q} = L$. Het relais klikt niet en de LED brandt niet. En dat is kenmerkend voor het domineren van de R-ingang bij deze RS-flipflop. We kunnen de tabel nu compleet maken, zie fig. 11.

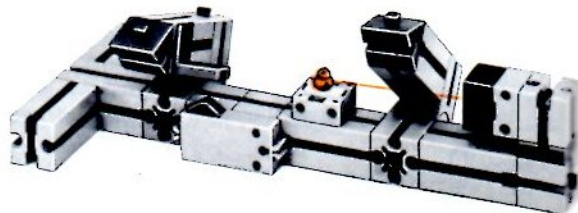
RS-flipflop

⑪

R	S	Q	\bar{Q}
L	L	Q_n	\bar{Q}_n
L	H	H	L
H	L	L	H
H	H	L	L

Zetten
Terugzetten
R-prioriteit

Het lezen van de FF-tabel is nu niet moeilijk meer omdat je weet hoe die tot stand komt. Uit regel 2 en 3 blijkt dat het zet- en het terugzetsignaal een H is. Maar dat behoeft gezinsins altijd het geval te zijn, zoals we zullen zien.

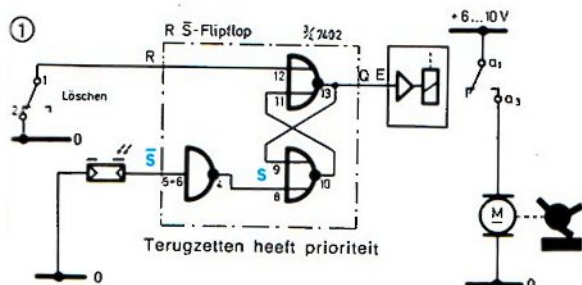


Zetten en terugzetten met H of L

Natuurlijk hebben we ook een flipflop nodig die met L-signalen kan worden gezet, resp. teruggezet, waarbij het uitgangssignaal wordt vastgehouden.

Zetten met licht van RS-Flipflop

De besproken RS-flipflop wordt gezet door de LS te onderbreken. Even belangrijk is een FF die wordt gezet door een FW waarop licht valt, b.v. in het model van de kluis, zie pag. 58. De FW geeft dan een L-signaal dat moet resulteren in een alarm. »Zo moeilijk is dat ook weer niet« zul je zeggen. »Met een invertor keren we het L-signaal om vóór het op de S-ingang komt.«



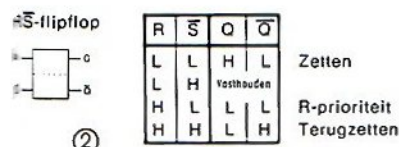
In fig. 1 is die schakeling getekend. De flipflop is afgebeeld binnen het vierkant. Als teken dat een L-signaal vereist is, wordt de S-ingang aangeven met \bar{S} .

De schakeling werkt perfect: wanneer de fotoweerstand wordt belicht komt op \bar{S} een L-signaal te staan dat de FF zet, waarna het alarmsignaal klinkt.

Ga na dat ook in deze schakeling de R-ingang prioriteit heeft. Hoe zou je de S-ingang dominant kunnen maken?

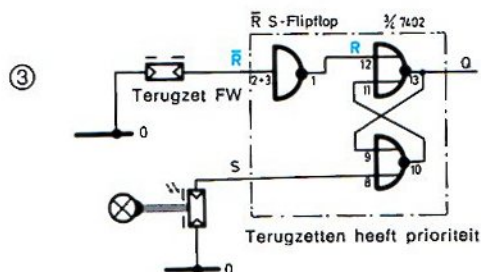
Fig. 2 toont het algemene symbool voor een RS-flipflop. Alleen uit de streep boven de S (dus \bar{S}) blijkt dat voor het zetten van deze FF een L-signaal nodig is.

Tevens is naast het algemene symbool de funktietabel voor een RS flipflop afgebeeld. In fig. 1 is de opbouw in NOR-techniek getekend.



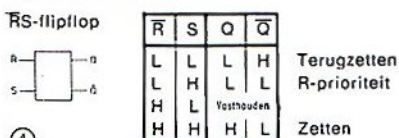
Terugzetten met licht van een RS-Flipflop

Logischerwijs moet de invertor nu voor de R-ingang liggen, zie fig. 3. De terugzettingang wordt dan met \bar{R} aangegeven.



Vervang in fig. 1 de RS-flipflop door de RS-flipflop van fig. 3. Ga na dat ook nu de R-ingang prioriteit heeft.

In fig. 4 vind je het symbool voor de RS-flipflop en de bijbehorende funktietabel.



Zetten en terugzetten met licht van een RS-Flipflop

Niets eenvoudiger dan dat: een invertor voor elke ingang, resp. pin 12 en 8. De ingangen van deze FF zijn dan \bar{R} en \bar{S} . Maak fig. 5 af en vul tevens de pennummers in.

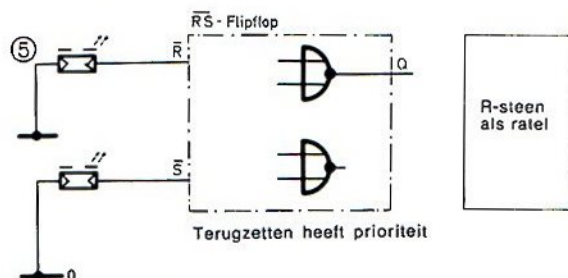
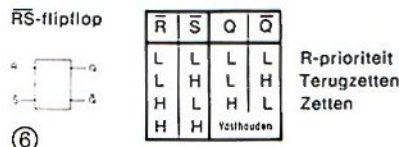


Fig. 6 geeft het symbool voor deze FF met de bijbehorende funktietabel.



Ook deze schakeling test je in de praktijk. We zullen die spoedig nodig hebben voor een interessante toepassing.

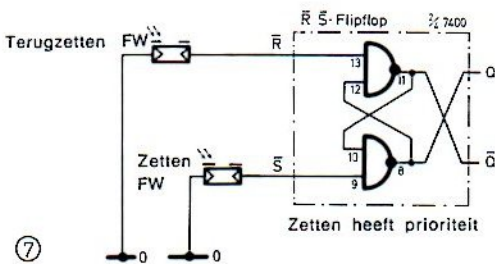
RS-flipflop met twee zettingen

Maar wat te doen wanneer bij deze FF niet de \bar{R} maar de \bar{S} -ingang prioriteit moet hebben? Het IC heeft geen poort meer voor de invertor achter de Q-uitgang. We gaan daarom een trucje toepassen.

De $\bar{R}\bar{S}$ -flipflop in NAND-techniek

Een $\bar{R}\bar{S}$ -flipflop kunnen we niet alleen uit 4 NOR-poorten samenstellen maar ook met 2 NAND-poorten.

- Fig. 7 geeft de uitvoering in NAND-techniek. Let op: de uitgangen Q en \bar{Q} liggen in de NAND-techniek precies andersom dan in de NOR-techniek. Je moet de R-steen daarom op pen 8 aansluiten.



⑦

- Je zult zien dat ook deze flipflop met een L-signaal wordt gezet en teruggezet. Het is dus een echte $\bar{R}\bar{S}$ -flipflop. Het bijbehorende symbool (fig. 8) is dan ook gelijk aan dat in fig. 6.
- Ga tevens na dat de zetting van deze flipflop domineert; schakeltechnisch heb je daarvoor geen extra component (invertor) nodig zoals bij de flipflop in de NOR-techniek.

$\bar{R}\bar{S}$ -flipflop



R	S	Q	\bar{Q}
L	L	H	H
L	H	L	H
H	L	H	L
H	H	Vasthouden	Vasthouden

S-prioriteit
Terugzetten
Zetten

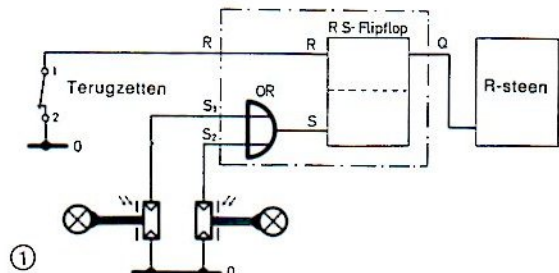
De tabellen van fig. 6 en 8 verschillen alleen in de uitgangssignalen op de eerste regel. Q en \bar{Q} in tabel 8 zijn beide H en daaruit blijkt dat de \bar{S} -ingang prioriteit heeft.

- Wie daar zin in heeft kan van deze FF met behulp van invertors voor de ingangen een $R\bar{S}$ -, een $\bar{R}S$ - en ook een RS-flipflop maken.

Zoals uit de volgende voorbeelden blijkt worden ook vaak flipflops met 2 zettingen gebruikt. Al naar het doel moeten deze dan via een OR of een AND op de eigenlijke S van de FF worden aangesloten. Dergelijke schakelingen kun je met de IC's zonder meer realiseren.

RS-flipflop met een OR voor de S-ingang

Een dergelijke flipflop zou je bij voorbeeld goed voor de kauwgumautomaat van pag. 28 kunnen gebruiken. Of nu de ene of de andere LS wordt onderbroken, in beide gevallen moet er een alarmsignaal klinken.

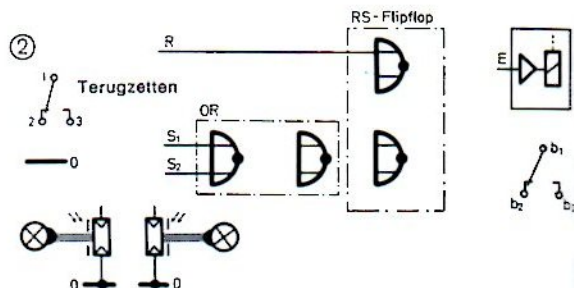


①

Fig. 1 toont de schakellogica. Een H-signaal van S_1 of S_2 komt via de OR op de S-ingang van de flipflop; Q wordt H en de R-steen gaat klikken. Elke onderbreking van een LS (H-signaal) moet resulteren in een alarmsignaal ($Q = H$), daarom gebruiken we de S-ingang en niet een \bar{S} -ingang.

Het terugzetten van de FF en daarmee het afzetten van het alarmsignaal gebeurt door het indrukken van een drukknop.

- De opbouw in NOR-techniek zal geen probleem zijn. Maak het schema van fig. 2 af en vul tevens de pennummers in. Vergelijk je schema met dat op pag. 82. Ga na dat de schakeling perfect werkt.



②

In fig. 3 is het symbool van dit type FF afgebeeld. De OR is om praktische redenen getekend in het gebied van de S-ingang.

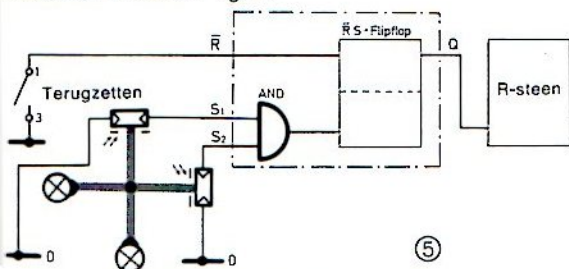
Hoe snel is de zeepkistenauto?

Natuurlijk kun je voor het zetten ook de drukknop en voor het terugzetten van de FF de beide lichtstraalonderbrekers gebruiken. De OR-poort plaats je dan voor de R-ingang. Een dergelijke schakeling bewijst b.v. uitstekende diensten in een model met een voertuig dat op rails loopt. Met een druk op de knop moet het voertuig starten, het stopt als het de ene of de andere LS onderbreekt, die dwars op het baanvak staan opgesteld.



RS-flipflop met AND-ingang

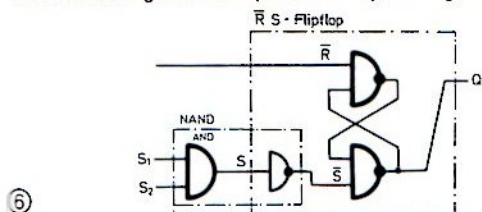
Bij het werpspel van pag. 19 is het vervelend dat de bal na een voltreffer doorrolt, waardoor het signaal »voltreffer« uitgaat. Met een $\overline{R}S$ -flipflop voorzien van een AND op de S-ingang kun je dat signaal vasthouden. Het symbool van een dergelijke FF vind je in fig. 4. Het schema staat in fig. 5.



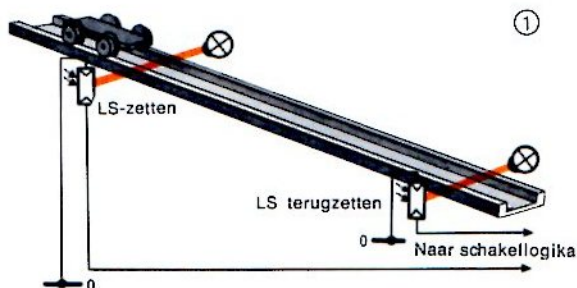
Door de AND-poort ontstaat het signaal »voltreffer« alleen wanneer de bal de beide lichtstralen onderbreekt, anders gezegd wanneer tegelijk op S_1 en S_2 een H-signaal komt te staan.

We bouwen de schakeling in NAND-techniek. Een FF bestaande uit 2 NAND-poorten is, zoals je weet, een $\overline{R}S$ -flipflop. Deze kan alleen met L-signalen worden gezet en teruggezet, zoals we hebben gezien. Maar de lichtstraalonderbrekers leveren H-signalen, de FF moet daarom een S-ingang hebben. Achter de AND plaatsen we daarom een inverter, zodat we een NAND krijgen die het juiste signaal (L) op de \overline{S} -ingang levert, zie fig. 6.

Het terugzetten van de FF moet eveneens met een L-signaal gebeuren. Dit is geen probleem. Op de \overline{R} -ingang sluiten we een drukknop aan, waarvan we het maakcontact gebruiken (bus 1 en 3), zie fig. 5.

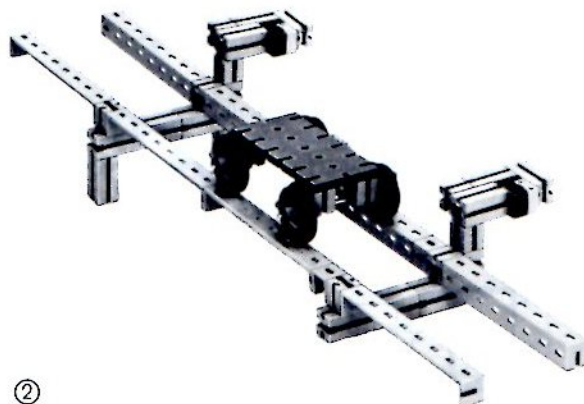


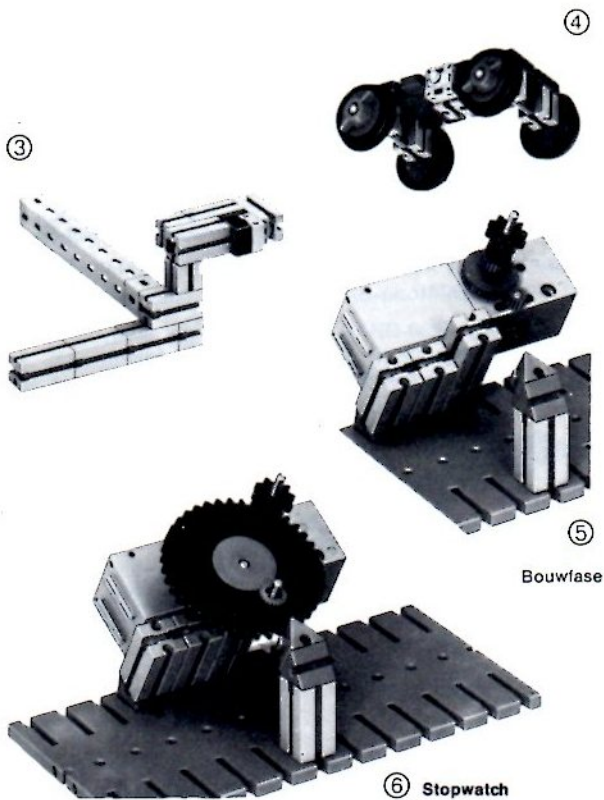
Een interessante toepassing van de besproken FF-schakelingen vind je in het volgende model. Eerst enkele achtergronden. Op de televisie zie je bij het schaatsen en hardlopen boven of onder in het beeld de verspringende cijfers van de klok. Een dergelijke elektronische tijdmeting kunnen we ook toepassen in ons model van een zeepkistenauto. Fig. 1 geeft het principe weer. Bij het onderbreken van de LS-zetten start de klok, door het onderbreken van de LS-terugzetten wordt de klok stilgezet.



Bij de bouw van het model

- In fig. 2 is de baan met het wagentje afgebeeld. Je kunt de baan natuurlijk net zo lang maken als je wilt. De lamp op het wagentje (fig. 4) vergeet je voorlopig. Je monteert 2 lichtstraalonderbrekers dwars op de baan. Ze bestaan elk uit een FW met 4 mm stoorlichtkap en een lenslamp. De lenslampen monteert je op bouwstenen met rode nokken, zodat je ze nauwkeurig kunt afstellen.

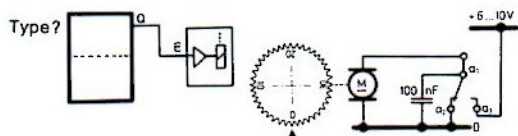




- Fig. 5 en 6 laten zien hoe je de elektrische stopwatch bouwt. De tussenas van de transmissie is vervangen door een as met rondsel Z 10.
- Zet de stopwatch op nul: tandwiel Z 40 optillen zodat het loskomt van het rondsel Z 10, daarna het merkteken (as 30) voor de hoeksteen draaien en het tandwiel Z 40 terug laten vallen.
- Laat de klok proefdraaien. Een volle omwenteling moet ongeveer 2 seconden duren als de trafo geheel opengedraaid is.

De elektronika

- Duidelijk is dat alleen een FF die een signaal kan vasthouden in aanmerking komt. Maar welk type mag je zelf uitzoeken.



Overleg bij jezelf: met welk signaal moet de FF gezet resp. teruggezet worden? Het antwoord is bepalend voor de FF die je zult kiezen.

- De motor van de stopwatch stuur je via a_1 – a_3 van de R-steen; vergeet vooral niet de kortsluitstop, deze is in dit geval beslist noodzakelijk.
- De lichtstraalonderbrekers sluit je aan op de ingangen van de gekozen FF, vergeet daarbij de verbindingen tussen de FW's en de (0)strip niet.

Start vrij?

- Schakel de lampen en de voeding in. Zet de stopwatch op nul en start de wagen.
- Tel voor de eerste rit het aantal tanden dat de as 30 heeft afgelegd ten opzichte van het vaste nulpunt.
- Zet de klok weer op nul en herhaal de proef een aantal keren. Je zult verbaasd staan over de nauwkeurigheid van deze meetmethode.

Hoe snel is de zeepkistenauto?

»De tijd van het wagentje is 14 tanden« – met een dergelijke opgave van de tijdsduur doe je natuurlijk niet zo veel. Daarom een beetje rekenwerk. Zoals vastgesteld is de tijd van één omwenteling – 40 tanden – 2 seconden. Per tand is dat: $2:40 = 0,05$ seconden. De zeepkistenauto deed er dus $14 \cdot 0,05 = 0,7$ seconden over om de baan af te leggen. Dat klinkt al beter.

Hoe groot is nu de snelheid in km per uur van het wagentje geweest? Wat denk je? De afstand in fig. 2 is 27 cm, de tijd bedroeg 0,7 seconden. Bij een eenparige (gelijkblijvende) snelheid zou het wagentje in 1 seconde een afstand van $27 \text{ cm} : 0,7 = 38,6 \text{ cm}$ afleggen. Per uur is dat $60 \cdot 60 \cdot 38,6 = 138960 \text{ cm} =$ bijna 1,4 km. Had je dat gedacht? De berekende waarde is natuurlijk een gemiddelde snelheid. Aan het eind, bij het onderbreken van de 2e LS is de snelheid hoger, aan het begin lager. Verleng de baan naar boven en bereken nogmaals de snelheid.

Met dit meetinstrument kun je even goed de snelheid meten van je elektrische trein. Of b.v. die van de autootjes op een model autobaan.

Maar hoe meet je de snelheid van een voertuig dat niet op rails loopt? Dat kan alleen met lichtstraalonderbrekers die een grote reikwijdte hebben. In het laatste deel, de pagina's met de blauwe kleurband, wordt beschreven hoe je een dergelijke LS moet bouwen. Voor grotere afstanden is een langzaam lopende klok handiger.

In zo'n geval neem je de grootste overbrenging van de transmissie. Je moet dan de tussenas weer op z'n plaats zetten. De omlooptijd van het tandwiel Z 40 bedraagt dan ongeveer 5 seconden.

Een andere meetmethode

We kunnen de metingen ook andersom verrichten. Het wagentje is voorzien van een lamp, zie fig. 4, die in het voorbijgaan de FW belicht. In dat geval moet je een FF gebruiken die L-signalen verwerkt. Dat is natuurlijk geen probleem.

- We moeten de FW's goed afschermen, anders kan het licht van de lamp zijdelings op een FW vallen, waardoor de FF te vroeg gezet of teruggezet wordt. Monteer voor de FW een bouwsteen, zodanig dat de groef precies doorloopt in de 4 mm opening van de stoorlichtkap, zie fig. 3. De groef fungeert dan als een soort buis waarin pas licht valt als de lamp er recht vóór komt. Alleen dan is een nauwkeurige meting mogelijk.

Deze methode past men bij voorbeeld toe als de snelheid van een voertuig bij nacht moet worden gemeten.

Een automatische sorteermachine

Sorteerautomaten nemen tegenwoordig een hoop stompzinnig werk over. Ze sorteren grote hoeveelheden onderdelen b.v. op grootte. Ons model van een dergelijke automaat, zie fig. 1, werkt met een sorteerschijf. De bouwstenen die van de glijgoot komen, worden naar hun grootte in het linker of het rechter magazijn gedeponeerd.

Als fischertechnicus en -elektronicus kun je dit model zeker bouwen en daarbij de juiste RS-flipflop voor de besturing ontwerpen. Fig. 1 geeft het principe, de volgende pagina's beschrijven de bouw van het model.

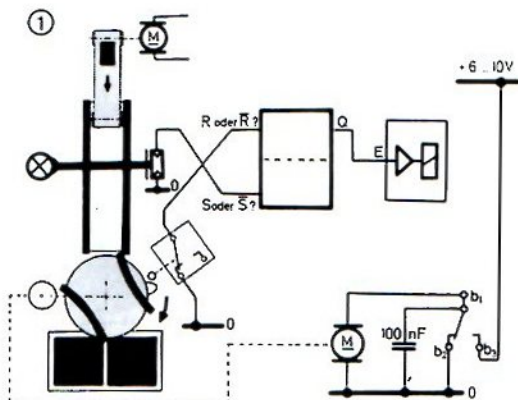
Principe

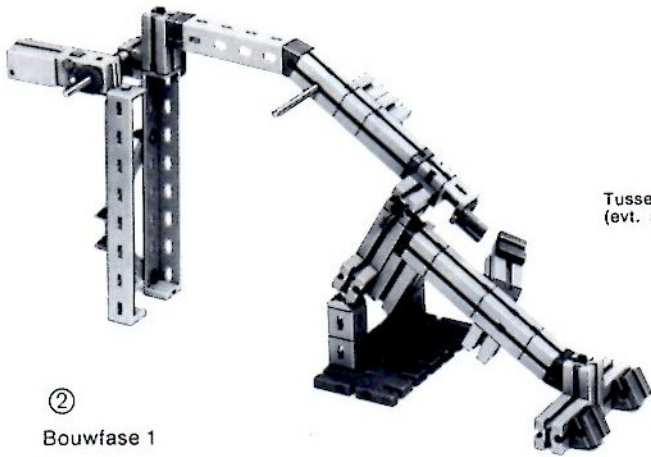
Een transportband (ft-rupsband) transporteert bouwstenen van verschillende grootte naar het begin van de glijgoot. Elke bouwsteen passeert als hij naar beneden glijdt een aftaster die uit 1 of 2 lichtstraalonderbrekers bestaat. Een kleine bouwsteen passeert zonder de

sorteerschijf in werking te stellen. De steen valt dan in magazijn II. Passeert een grote bouwsteen de aftaster, dan wordt de FF gezet, de daarop aangesloten R-steen start de motor die de sorteerschijf aandrijft. Deze draait zo snel dat de bouwsteen niet in magazijn II maar in magazijn I terechtkomt. De schijf draait door en zet na één omwenteling de FF terug. De motor stopt en de volgende bouwsteen is aan de beurt.

Bij de bouw van het model

- Mocht je geen mini-motor hebben, dan kun je het model ook zonder transportband bouwen. Je moet de bouwsteen dan wel steeds bovenaan in de glijgoot leggen. Elke steen moet namelijk bij het bereiken van de LS dezelfde snelheid hebben.
- De sorteerschijf bestaat uit een draaischijf met daarop geleiders, zie fig. 5 en 6. In één van de 6 gleuven van de draaischijf zit een verbindingstuk 15, zie fig. 4, 5 en 9. Het werkt als schakelnok die kortstondig de mini-drukknop bedient aan het einde van de omwenteling die de sorteerschijf maakt. Van bovenaf gezien moet de sorteerschijf met de klok meedraaien, let dus op de juiste poling van de motor.
- De sorteerschijf moet snel draaien, verwijder daarom de tussenas uit de transmissie, zie fig. 5.
- De mini-drukknop moet je nauwkeurig afstellen. Na het uitschakelen van de motor moeten de stenen weer beslist in magazijn II vallen. Bovendien moet de nok van de draaischijf de drukknoop weer hebben vrijgegeven.

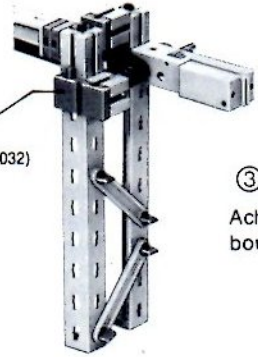




②

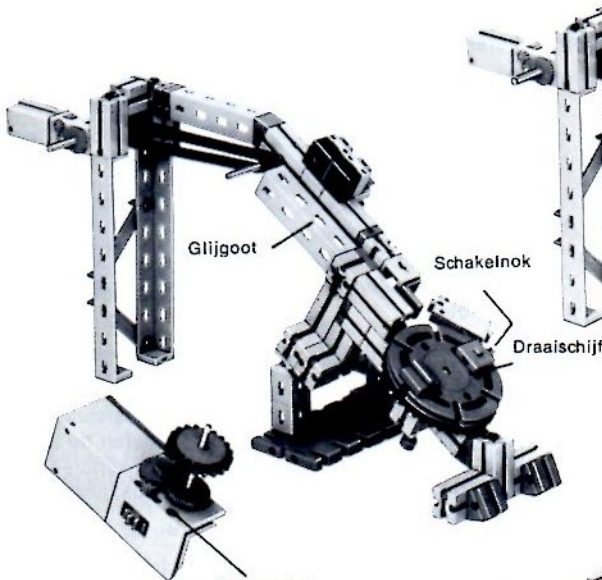
Bouwfase 1

Tussenstuk 5×15×30
(evt. aanvullingsdoos 032)



③

Achterzijde
bouwfase 1



Glijgoot

Schakelnok

Draaischijf

Schakelnok
(verbindingsstuk 15)

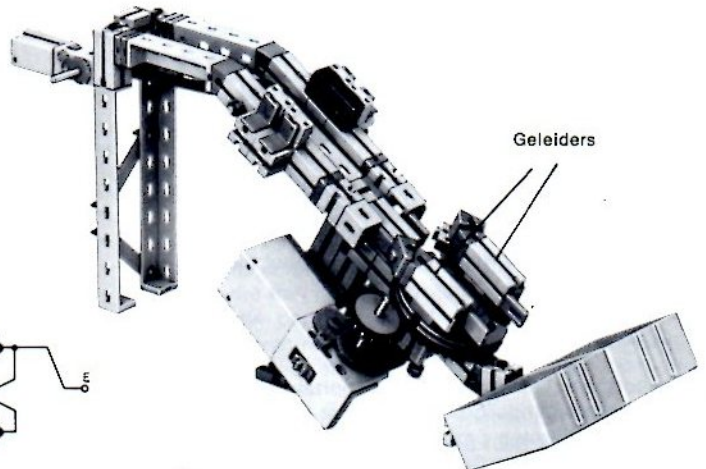
④

Bouwfase 2

⑤

Bouwfase 3

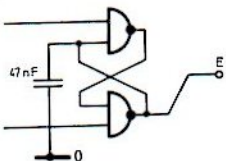
Tussenwiel
er uit nemen



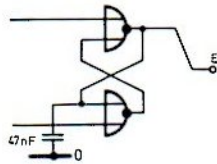
Geleiders

⑥

⑦



⑧



De elektronika

- In het model met 1 LS sorteren we de bouwstenen op hoogte: hoger of lager dan 15 mm. De FW wordt voorzien van een 4 mm stoorlichtkap en belicht door een gewone lamp. De opbouw geeft fig. 9, maar dan met 1 LS. Deze moet je zo monteren dat alleen bouwstenen 15 of 30 de lichtstraal onderbreken, lagere bouwstenen, b.v. no 5, glijden er onder door.

Welke flipflop hebben we nodig? Het antwoord vinden we als volgt.

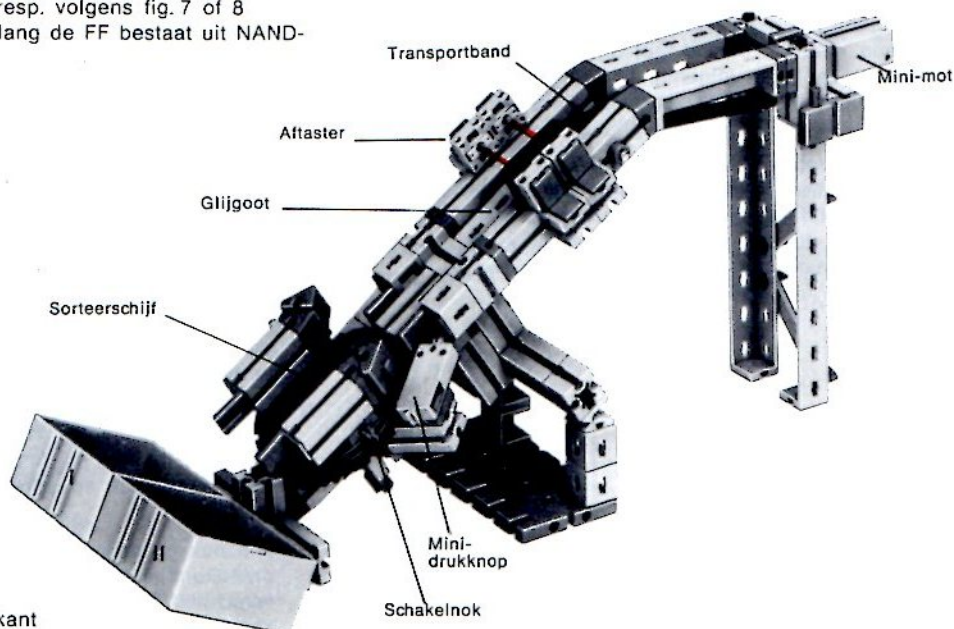
- Welk signaal van de LS moet de FF zetten? En welk signaal levert de mini-drukknop als deze wordt ingedrukt door de schakelnok? Je kunt het maak- of het verbreekkontakt gebruiken. Op de pagina's 68 tot 72 kun je de juiste FF vinden.
- Sluit nu de FW en de drukknoop aan, resp. op de zet- en de terugzettingang. De R-steen uiteraard op de Q-uitgang van de betreffende FF.
- Belangrijk is de kortsluitbrug voor de snelstop van de motor. De schakelnok moet heel soepel over de knop glijden. Mocht de motor te snel stilstaan, zodat de drukknoop nog niet is vrijgegeven, dan neem je in de kortsluitverbinding $b_2-(0)$ strip een lenslampje op. De motor loopt daardoor iets langer door.
- Ontstoorkondensatoren: voor de motor als gebruikelijk een 100 nF-kondensator, die je aansluit op 0 V en b_1 . Het kan gebeuren dat de motor bij een zeer korte onderbreking van de LS, maar heel even start zonder dat de sorteerschijf een volle omwenteling maakt. Neem dan een 47 nF-kondensator. Deze moet je resp. volgens fig. 7 of 8 aansluiten al naar gelang de FF bestaat uit NAND- of NOR-poorten.

- Door de LS langs de glijgoot te verplaatsen kun je het moment waarop de draaischijf start zodanig kiezen dat de grote bouwstenen zeker in magazijn I vallen.
- Wil je het helemaal goed doen, dan bekleed je de glijgoot en de geleiders van de sorteerschijf met karton. Elke bouwsteen glijdt dan zonder haperen in dezelfde tijd naar beneden.

Sorteren op lengte

Het principe ken je van het model op pag. 26, waarin onderscheid wordt gemaakt tussen kort en lang. Dat gebeurt met twee lichtstraalonderbrekers naast elkaar, zie fig. 9. Een bouwsteen 30 onderbreekt ze tegelijk, een bouwsteen 15 na elkaar.

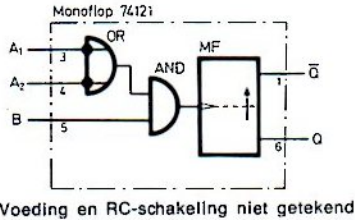
- Monteer de 2e LS. Tevens is een andere FF nodig. Alleen wanneer de ene EN de andere LS wordt onderbroken, wordt de FF gezet. Door het juiste kontakt van de mini-drukknoop te gebruiken, kun je met 3 poorten van het betreffende IC volstaan. Kom je er niet uit, dan vind je op pag. 66 de oplossing.



⑨ Achterkant

Triggeren van de monoflop

Wat triggeren van een monoflop (MF) is, weet je. In principe is het hetzelfde als het zetten van een flipflop. In beide gevallen is het resultaat een H-signaal op de Q-uitgang. Het terugzetten van een MF gaat echter vanzelf na een bepaalde tijd, de zgn. pulstijd. Bij een MF is alleen de ruststand stabiel, vandaar dat we van een monostabiele vibrator spreken (mono = 1). Bij een FF verandert het uitgangssignaal echter niet vanzelf. Beide standen zijn stabiel; een FF wordt daarom een bistabiele multivibrator genoemd (bi = beide).



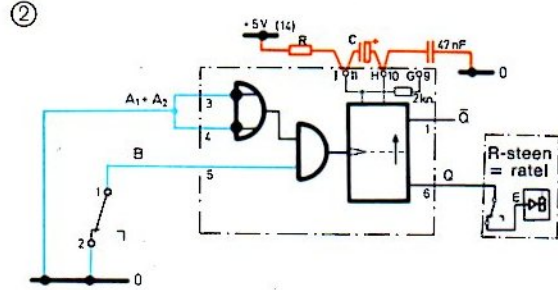
①

We gaan er van uit, dat je nu zoveel ervaring hebt, dat je het aansluitschema op het IC 74121-plaatje zonder meer zult begrijpen. In fig. 1 is alleen de logica getekend. Om te beginnen is er de staande rechthoek met twee velden en hun bijbehorende uitgangen Q en \bar{Q} , in omgekeerde volgorde als die bij de FF. Twee symbolen vallen op: de pijl omhoog en de spitse driehoek naar rechts. De pijl betekent dat de schakeling vanzelf terugvalt in de ruststand. De pijl wijst altijd naar de uitgang die in de ruststand het H-signaal voert. Voor deze MF is dat de \bar{Q} -uitgang; de Q-uitgang voert dan een L-signaal. Een MF heeft in tegenstelling tot een FF geen R-ingang nodig. De kleine driehoek aan de ingang, overeenkomend met S-ingang van een RS-flipflop, heeft de volgende betekenis: deze MF wordt getriggerd (= gezet) wanneer het L-signaal op de ingang overgaat in een H-signaal.

Zoals uit het totale symbool blijkt is deze MF-ingang van buitenaf niet toegankelijk. De MF moeten we sturen via de ingangen A₁, A₂ en B met de daarop aangesloten schakellogika die eveneens ontoegankelijk is. Welke mogelijkheden tot triggeren er zijn, zullen we nu onderzoeken.

Instellen van de pulstijd

Alvorens het gedrag van de MF te onderzoeken, moeten we eerst voor een goed waar te nemen pulstijd zorgen. De aansluitingen die daarvoor dienen waren in het logische symbool weggelaten omdat ze geen invloed hebben op het principe van de MF-schakeling.



Ook is het niet nodig de permanente verbindingen pen 7 met 0V en pen 14 met +5V te tekenen. In fig. 2 zijn de componenten en verbindingen voor het instellen van de pulstijd oranje getekend. De duur van de pulstijd hangt af van de μF -waarde van de elko (C) en de $\text{k}\Omega$ -waarde van de weerstand (R). Hoe groter deze waarden hoe langer ook de pulstijd. R en C vormen tezamen de zogenaamde RC-schakeling.

- Voor het triggeren van de MF gebruik je de drukknop die je op ingang B (pen 5) aansluit, zie fig. 2. De aansluitingen A₁ en A₂ verbind je met de (0)strip. Voor het aangeven van het signaal op uitgang Q (pen 6) kun je de R-steen gebruiken als ratel of een lampje dat via de R-steen wordt in- en uitgeschakeld. Nog eenvoudiger is het een LED te nemen. De in fig. 2 getekende 47 nF-schijfcondensator is niet noodzakelijk, deze dient voor het ontstoren als je een motor via de R-steen stuurt.
- De RC-schakeling: neem voor C een dikke elko (550 μF resp. 470 μF). De (+)aansluiting moet beslist op pen 10 komen. Wanneer je geen haast hebt, plaats je de 39 $\text{k}\Omega$ -weerstand (oranje-wit-oranje; de 4e ring is voor ons niet belangrijk) op de pennen 11 en 14. De pulstijd is dan ongeveer 20 seconden.
- Wanneer je in plaats van de weerstand een bruggetje van pen 14 naar pen 9 maakt, dan is alleen de ingebouwde weerstand van 2 $\text{k}\Omega$ in de RC-schakeling opgenomen. De pulstijd is dan ca. 1 seconde en dat is voor onze proeven te kort. Let op: ... naar pen 9!
- Het beste kun je op pen 11 en 14 een FW als weerstand aansluiten. Dan kun je de pulstijd, zie ook het model op pag. 43, door een juiste belichting en verschillende stoorlichtkappen naar wens instellen.
- Wie ook in het bezit is van het Elektronika-praktikum beschikt tevens over weerstanden met verschillende $\text{k}\Omega$ -waarden waarmee hij proeven kan nemen.

Triggere door het onderbreken van een LS

- Vervang de drukknop in fig. 2 door een FW met 4 mm stoorlichtkap. De afstand tot de lamp mag niet meer dan 3–4 cm bedragen om problemen te voorkomen.
- De met de (0)strip verbonden ingangen A₁ en A₂ voeren permanent een L-sigitaal. Voor het triggeren blijft dan alleen ingang B over. Door de LS even te onderbreken, ontstaat op B een H-sigitaal dat de MF triggert.
- Onderbreek de LS een aantal keren direkt na het triggeren. Verandert de pulstijd?
- Houd de LS onderbroken na het triggeren. Zal de MF ondanks het H-sigitaal op B in de ruststand terugvallen – en dan opnieuw worden getriggert?

Al deze experimenten tonen aan dat wanneer de MF eenmaal is getriggert, je de pulstijd niet meer kunt beïnvloeden. Ook een permanent H-sigitaal op B kan niet voorkomen dat de MF terugvalt in de ruststand na de ingestelde pulstijd. De MF wordt ook niet opnieuw getriggert. Eerst moet op B een L-sigitaal (LS = vrij) worden gegeven, pas daarna kan een H-sigitaal de MF weer triggeren. De MF kunnen we dus niet zonder meer met een H-sigitaal triggeren, daar is de overgang van een L- naar een H-sigitaal voor nodig. Kort gezegd: een L-H sprong. Daar is een apart teken voor dat we in tabellen gebruiken om het triggeren aan te geven. Zie tabel 3.

③

A ₁	A ₂	B	Q
L	X	┌	┌
X	L	┌	┌

┌ = L-H sprong
 ┌ = uitgang Q voert H-sigitaal tijdens pulstijd
 X = gelijk, L- of H-sigitaal

A₁ en A₂ zijn geïnverteerde ingangen van een OR-poort. Voert één van beide een L-sigitaal, dan staat op de bovenste ingang van de AND-poort (zie fig. 1) een H-sigitaal, ongeacht het sigitaal op de andere ingang. Vindt nu op B een L-H sprong plaats, dan staat op beide ingangen van de AND een H-sigitaal en wordt de MF getriggert.

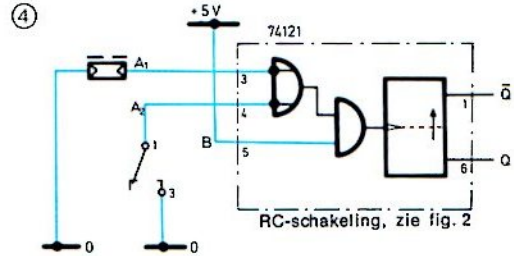
»Maar« zul je zeggen: »als op B dan permanent een H-sigitaal staat, dan kan ik de MF ook via A₁ of A₂ triggeren, met dit verschil dat daarop een H-L sprong moet komen!«

Laten we het maar eens proberen.

Triggere met licht

Daar we aan de RC-schakeling (aansluitingen G tot I) niets veranderen, tekenen we in het vervolg alleen de ingangen met de daaropvolgende MF-schakeling.

- Sluit de FW volgens fig. 4 op ingang A₁ aan. Neem de stoorlichtkap met de kleinste opening en zorg dat er zo weinig mogelijk licht op de FW valt. Deze levert dan een H-sigitaal op ingang A₁.



- De drukknop sluit je op A₂ aan. In de ruststand levert deze eveneens een H-sigitaal omdat dan de verbinding met de (0)strip is verbroken.
- De ingang B verbinden we met de (+5)strip.
- In deze schakeling beschikken we over 2 ingangen om te triggeren: A₁ of A₂. Laat een lichtflits op de FW vallen. Op A₁ ontstaat dan een H-L sprong – de MF wordt getriggert. Je had dus gelijk.

Het is ook logisch: de invertor op ingang A₁ keert de H-L sprong om in een L-H sprong op de ingang van de bovenste AND. En die is nu precies vereist voor het triggeren, want B voert al een permanent H-sigitaal.

- Ga na dat je de MF op dezelfde wijze met de drukknop kunt triggeren. Klopt dat ook als je tegelijk de FW belicht?
- Uiteraard kun je ook nu de pulstijd niet meer beïnvloeden als de MF eenmaal getriggert is.

Deze mogelijkheden tot triggeren zijn in de laatste drie regels van de onderstaande funktietabel 5 beschreven:

MF 74121

A ₁	A ₂	B	Q
L	X	┌	┌
X	L	┌	┌
┌	X	H	┌
X	┌	H	┌
┌	┌	H	┌

X = gelijk, L- of H-sigitaal
 ┌ = L-H sprong
 ┌ = H-L sprong
 ┌ = uitgang Q voert gedurende de pulstijd H-sigitaal

⑤

Alle andere kombinaties kunnen de MF niet triggeren.

- Je kunt de MF via A_1 of A_2 ook triggeren met behulp van een LS. De vereiste H-L sprong op de ingang ontstaat dan niet bij het onderbreken van de LS maar . . . wel, dat mag je zelf uitzoeken.

- B als instelingang: triggeren van de MF door een H-L sprong op A_1 of A_2 , wanneer B een H-signaal voert. Staat op B een L-signaal, dan is de MF gesperd.

De MF kan ook worden gesperd

Tot nu toe hebben we er voor gezorgd dat de ingangen die niet voor het triggeren worden gebruikt, een H-signaal geven op de bijbehorende ingang van de AND. We hebben met deze ingangen de MF als het ware ingesteld op het triggeren, vandaar dat we ze de instelingangen zullen noemen.

Leveren ze echter een L-signaal aan de AND-poort, dan kan op de uitgang daarvan geen H-signaal ontstaan. Elke sprong op één van de andere ingangen (B, resp. A_1 of A_2) heeft dan geen enkel resultaat. De MF is gesperd.

Een L-H-sprong ontstaat door	Een H-L-sprong ontstaat door
Onderbreken van een LS Indrukken van een verbreekkontakt ¹ Loslaten van een maakkontakt ²	Vrijgeven van een LS Loslaten van een verbreekkontakt ¹ Indrukken van een maakkontakt ²

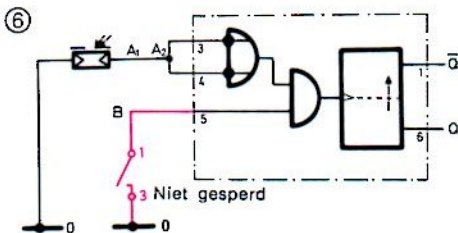
¹ Bus 2 met (0)strip verbonden
² Bus 3 met (0)strip verbonden

Triggeren met een drukknop

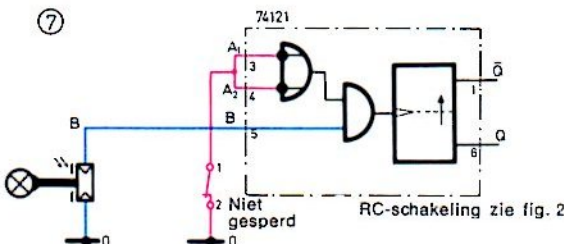
Bij het sluiten van een drukknop of een relaiscontact treedt een probleem op. De contacttongen sluiten met hoge snelheid, maken contact en springen dan even terug. Ze trillen na, waardoor ongewenste L-H sprongen ontstaan.

De ingangen A_1 – A_2 –B van de MF 74121 reageren namelijk op triggersignalen, die korter dan éénduizendste seconde duren. Daarom is het beter drukknoppen of relaiscontacten op A_1 of A_2 aan te sluiten. In dat geval heb je een maakkontakt nodig. De MF reageert op het eerste contact van de tongen, slaat om, waarna volgende L-H sprongen veroorzaakt door het natrillen verder geen uitwerking hebben.

- In schakeling (6) wordt de MF gesperd als je de drukknop ingedrukt houdt. De hier als instelingang gebruikte ingang B levert een L-signaal op de AND en via A_1 – A_2 gegeven triggerimpulsen (H-L sprongen) blijven zonder uitwerking.



- Hetzelfde geldt voor schakeling (7). Probeer het maar.



De twee algemene triggerregels voor de MF 74121

- A_1 en A_2 als instelingangen: triggeren van de MF met een L-H sprong op ingang B, wanneer op A_1 of A_2 een L-signaal staat. De MF is gesperd wanneer op beide ingangen (A_1 en A_2) een H-signaal staat.

De pagina's met de blauwe kleurband

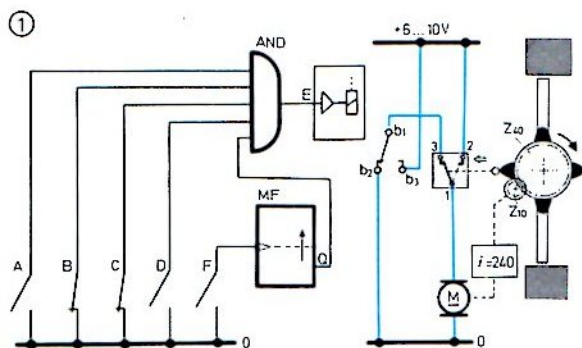
vormen het laatste deel en een voorlopige afsluiting van het fischertechnik IC-digitaal praktikum. Besproken worden welke combinaties in principe mogelijk zijn met het fischertechnik elektronika praktikum en de elektronika bouwstenen van resp. het ec- en het hobby-programma. Natuurlijk kunnen we slechts een selectie, een keuze uit de grote rijkdom aan schakelingen, modellen en besturingen maken. Van alle mogelijkheden met meer IC's en een tweede R-steen kunnen we er uiteraard slechts enkele bespreken. Anders zou het boek minstens twee keer zo dik worden. We zullen daarom alleen een aantal belangrijke en interessante basisschakelingen behandelen. Tezamen met de hiervoor behandelde digitale theorie vormen ze de basis waarop je zelf talrijke schakelingen voor het besturen van modellen kunt ontwerpen.

Het slot op de kluisdeur

Je hebt natuurlijk wel eens van geheime sloten gehoord. Niemand kan ze openen behalve wie de cijfer- of letterkombinatie kent, de geheime code. Een dergelijk slot kun je met een IC-7408 konstrueren en nog verfijnen met de monoflop 74121. Je hebt daarvoor een tweede IC-steen nodig, die in een aanvullingsdoos verkrijgbaar is. Bovendien heb je in totaal 6 drukknoppen nodig (mini-drukknop em 9 of de grote drukknop em 5) alsmede enkele kabeltjes. De drukknoppen kun je ook zelf bouwen.

Bij het model

Fig. 1 toont het schema van een stalen draaideur die alleen door een sterke motor kan worden bewogen. De deur sluit een grote kluis van een bank af. De deur kun je naar eigen idee en fantasie bouwen.



- Op de as waar de deur op draait, plaats je een schijf met 4 nokken. Fig. 2 laat een voorbeeld zien. Tussen de motortransmissie en de nokkenschijf moet een extra overbrenging 4:1 worden ingebouwd. Als de deur stilstaat moet een nok de drukknop ingedrukt houden. Dat blijkt in fig. 1 uit het pijltje naast de drukknop en de gestippeld getekende ruststand van de kontakttong (bus 1-2).

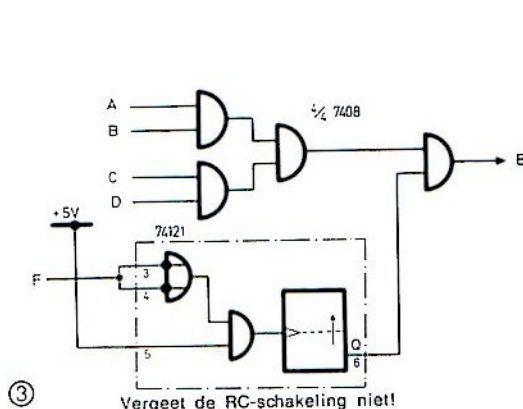
De motor kan alleen starten en de deur openen wanneer het relais (R-steen) is opgekomen. Daarvoor is een H-sigitaal op E vereist. De stroom loopt dan van +6...10 V via b_3-b_1 en bus 3 van de drukknop door de motor naar de (0)strip. Zodra de nok de drukknop



vrijgeeft, loopt de stroom van +6...10 V direkt via bus 2 van de drukknop en de motor naar de (0)strip. Na een kwartslag is de deur open en wordt de drukknop weer ingedrukt. Wanneer het relais intussen is afgevallen stopt de motor.

De elektronika

De schakellogika in fig. 1 bestaat uit een AND met 5 ingangen; vier worden direkt gestuurd door de drukknoppen A t/m D, de vijfde via de monoflop. Voor een dergelijke AND hebben we genoeg aan de 4 poorten van het IC 7408. Er zijn 32 mogelijke combinaties van ingangssignalen, zie ook pag. 66. Slechts één combinatie geeft een H-sigitaal op de AND-uitgang, namelijk wanneer op alle ingangen tegelijk een H-sigitaal staat. En daarvan zullen we gebruik maken.



- In fig. 3 is de AND-schakeling iets anders getekend dan op pag. 66; de logische functie blijft hetzelfde. Laat voor de eerste test de MF weg. Het zou natuurlijk veel te gemakkelijk zijn als je de deur zou kunnen openen door tegelijk op alle drukknoppen te drukken. Daarom werken A en D met een verbreekkontakt. Deze mogen dus niet worden ingedrukt – in dat geval leveren ze een L-sigitaal. De geheime code luidt dus: alleen B en C indrukken.

Natuurlijk kun je de code veranderen door dan de ene, dan de andere drukknop resp. als verbreekkontakt te schakelen. Om te voorkomen dat anderen dat onmiddellijk in de gaten hebben, steek je in alle drie bussen een kabel, één daarvan is steeds een »blinde«. Maar het echte geheim van het slot zit in de MF. Door een druk op de knop F triggeren we de MF die dan een H-sigitaal op de F-ingang van de AND levert.

Als door een onzichtbare hand...

- Sluit de (+5 V) en (0)strip van de tweede IC-steen aan, als je die hebt. Vergeet de verbindingen met pen 1 resp. pen 14 niet. De pulstijd moet ongeveer één seconde zijn; sluit daartoe een 470 μF aan op pen 10 (+) en pen 11 (-). Verder een bruggetje van 14 naar 9 en een ontstookcondensator 47 μF op pen 10 en (0).

Het geraffineerde van het slot is dat de code binnen de pulstijd van de MF moet worden ingevoerd. Daarna heeft dat geen enkele zin meer. Bovendien moet binnen de pulstijd ook de nok de drukknop voor de deur hebben vrijgegeven, anders geeft de deur alleen een ruk. De tijd voor het »intoetsen« van de code is dus nog korter dan een seconde. Dat maakt het dubbel moeilijk achter de code te komen.

- Wanneer je helemaal zeker wilt zijn, kun je niet alleen de code veranderen maar ook de triggerdrukknop voor de schijn enkele keren indrukken. Geen van de vrienden komt er dan ooit achter hoe ze de deur moeten openen en sluiten. (De deur moet uiteraard met dezelfde code worden gesloten.)

Iets voor de hele slimmerikken

De MF kun je in plaats van met een drukknop ook met een FW triggeren – of sperren. Een lange pulstijd en \bar{Q} als uitgang kunnen ook de nodige hoofdbrekers bezorgen!

wordt het volgende model van een garagedeur geopend wanneer het licht van een koplamp op de rechter deurpost valt. Natuurlijk, het is een fotoweerstand die daarop reageert. Het model is eenvoudig, maar de besturing in de combinatie van elektronika met elektro-mechanica is bijzonder interessant. Je hebt 2 extra drukkoppem em 5 of mini-drukkoppem em 9 nodig.

Bij de bouw van het model

- De FW monteer je volgens fig. 4, precies achter het kruislingse asgat van de bouwsteen 30. Er kan dan geen daglicht op de FW vallen. Alleen het recht naar binnen komende licht van de koplamp stuurt de elektronika.
- Op de foto's zie je een lange FW-bouwsteen. De kleine bouwsteen bevat dezelfde FW, elektrisch is er geen verschil. Je kunt beide in dit model en alle andere gebruiken, alleen de montage is iets anders.

De besturing

Beginnen we met de mechanische besturingselementen: de R-steen werkt als poolomkeerschakelaar, zoals je in fig. 1 kunt zien aan de gebruikte kontakten. Deze worden ingedrukt door de garagedeur als deze zijn eindstanden heeft bereikt (open of gesloten). De drukknop onderbreekt dan de stroomkring met de motor. Het contact dat wordt geopend moet natuurlijk in een leiding liggen die niet nodig is voor het in tegengestelde richting draaien van de motor.

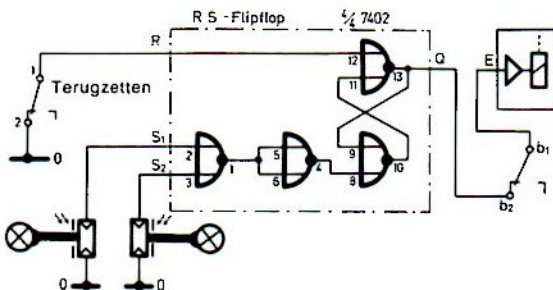
- Bouw dit deel van de schakeling en voer de test uit. Wanneer je ingang E van de R-steen met +5 V verbindt, moet de deur dichtgaan. Is E niet aangesloten, dan dient de deur zich te openen. Is dat niet het geval, dan moet je de motor ompolen.

Voor het openen is dus een L-sigitaal en voor het sluiten een H-sigitaal nodig. Voor het zetten van een FF met licht (precies gezegd: het begin van de belichting van een FW) en het terugzetten met een verbreekcontact hebben we steeds een RS-flipflop gebruikt. De uitgang Q van een dergelijke flipflop levert bij het zetten een H-sigitaal en bij het terugzetten een L-sigitaal.

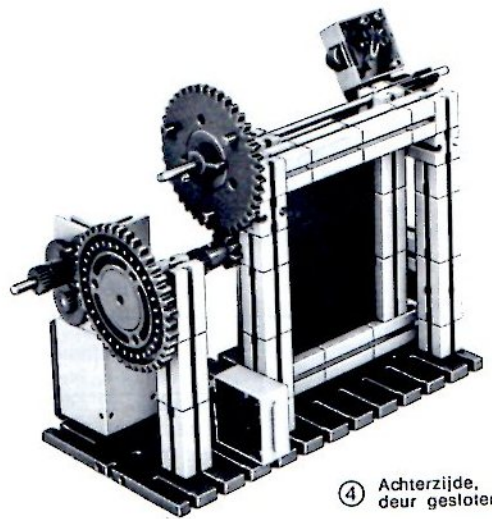
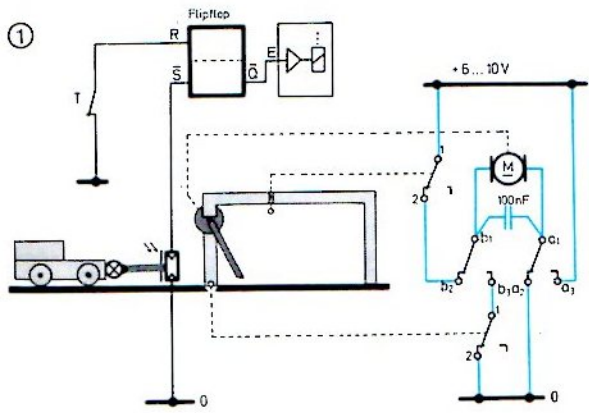
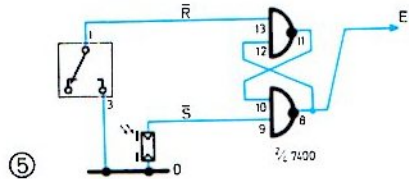
Zouden we de R-steen op uitgang Q aansluiten, dan zou bij het belichten van de FW de deur niet worden geopend. We hebben een L-sigitaal nodig voor het openen. Daarom nemen we niet uitgang Q maar \bar{Q} , die het gewenste sigitaal levert.

- In NOR-techniek heb je 3 NOR-poorten nodig. In NAND-techniek is het eenvoudiger, zie fig. 5. Zoals je weet is voor het terugzetten het contact 1-3 van de drukknop nodig.

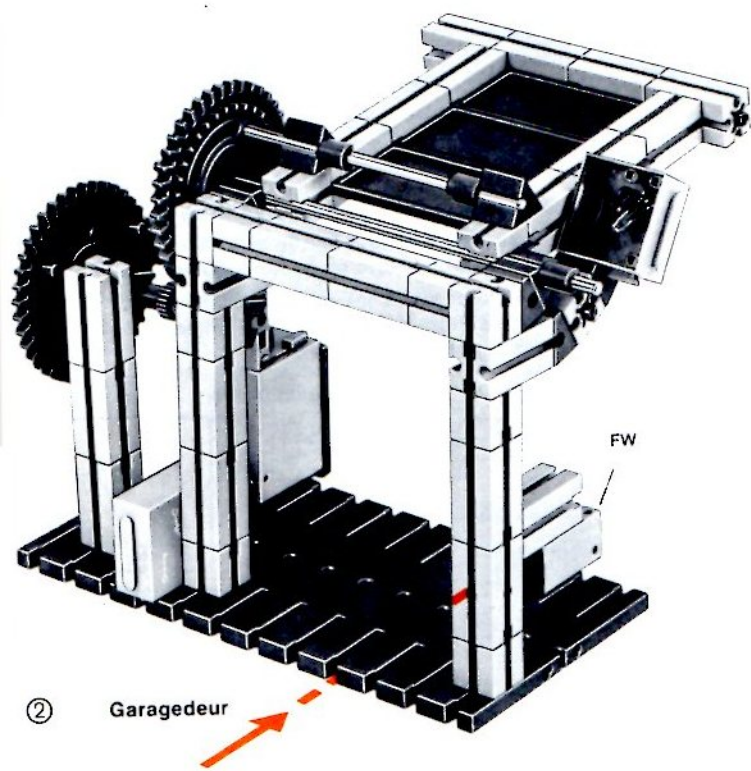
Oplossing van pag. 72



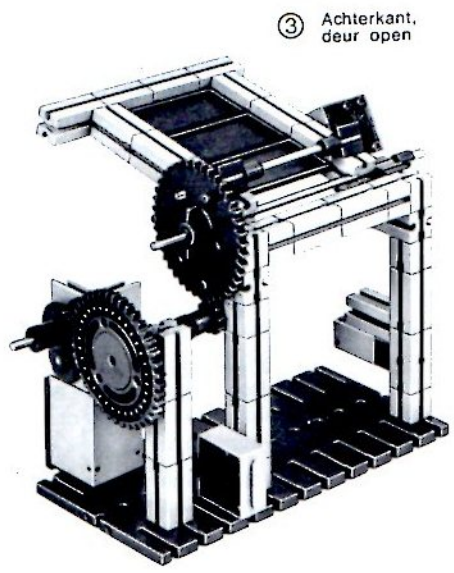
■ Bouw de schakeling in beide technieken en ga na wat de gevolgen zijn van resp. de prioriteit van het zetten en terugzetten. Zoals je weet ligt dat voor de NOR- en de NAND-techniek verschillend. Let er wel op dat we nu niet de Q-, maar de \bar{Q} -uitgang gebruiken voor de besturing.



④ Achterzijde, deur gestloten



② Garagedeur



③ Achterkant, deur open

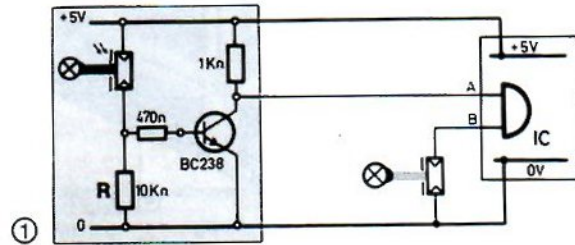
Transistoren en de IC's tezamen

Wie het elektronika praktijkum heeft kan daarmee de mogelijkheden van IC's belangrijk uitbreiden.

Verbindingsdraden en voeding

- Je hebt 3 of 4 verbindingskabeltjes tussen de IC-bouwstenen en de transistorschakeling op het experimenteerpaneel nodig. Op het ene blanke eind van een kabeltje klem je een kontakthuls van het elektronika praktijkum, op het andere eind soldeer je een steekhuls van het IC praktijkum. Hoe je moet solderen wordt beschreven op pag. 90.

Anders dan in het elektronika praktijkum wordt de transistorschakeling nu met 4,5 V gevoed; je sluit de schakeling aan op de (0)- en de (+5 V)strip van de IC-bouwsteen, zie fig. 1. Een hogere spanning is niet toegestaan in verband met de IC's.



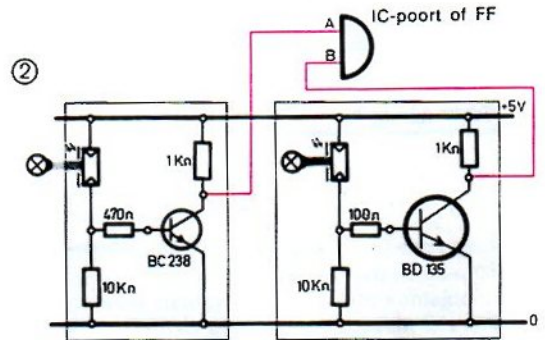
Transistortrap als voorversterker

In fig. 1 is weergegeven hoe je tussen de ingang van een willekeurig IC en een LS een transistortrap voegt. Daarmee kunnen we de reikwijdte tussen de lamp en de FW veel groter maken.

- A en B kunnen de ingangen van een willekeurige poort zijn. Om twee lichtstraalonderbrekers te vergelijken zou het b.v. een OR-poort kunnen zijn. Op ingang B wordt de LS aangesloten zoals besproken in dit boek. Ingang A sluit je aan op de uitgang (de collector) van de transistortrap die als voorversterker werkt. Voor het aangeven van de signalen op uitgang Q gebruik je een LED.
- Signaaltechnisch verandert er niets door de transistortrap. Onderbreek je de LS, dan ontstaat er evenals vroeger een H-sigitaal op ingang A zoals je gemakkelijk kunt nagaan.
- Neem de proef op de som dat de voorversterker de reikwijdte van de LS enorm vergroot. Het IC is dank zij de transistortrap om zo te zeggen veel gevoeliger geworden.

- Bepaal ook de maximale reikwijdte van de LS voor $R = 5 \text{ k}\Omega$ (10 parallel 10) en $R = 22 \text{ k}\Omega$ in plaats van $R = 10 \text{ k}\Omega$.

Wanneer je de poort niet met een onderbreking van de LS wilt sturen maar door het belichten van de FW, dan plaats je tussen transistor en de IC-poort een invertor. In het elektronika praktijkum wordt van een andere mogelijkheid tot signaalomkeer gebruik gemaakt. De voorversterker werkt dan tevens als invertor. We houden ons aan het tot nu toe gevolgde systeem en kiezen daarom voor de opstelling van de FW in fig. 1. Ook voor ingang A van een IC-poort kunnen we een voorversterker plaatsen, bij voorbeeld met de BD 135, zie fig. 2.

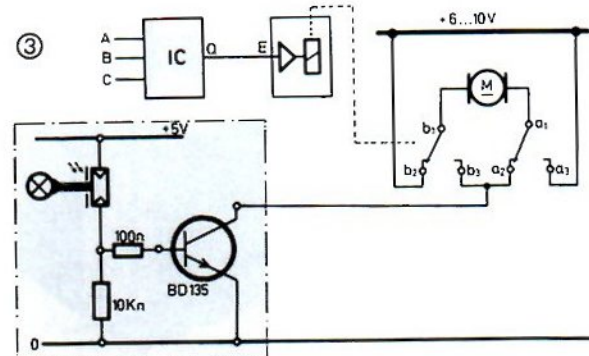


Voor het sturen van een poort met een vochtigheids-sensor moet je een Darlington-transistor inschakelen in plaats van een enkelvoudige transistortrap. Een ander is beschreven op pag. 29 van het elektronika praktijkum. Welk signaal komt overeen met resp. »droog« of »nat«?

R-steen als poolomkeerschakelaar – BD 135 als „In-uit“-schakelaar

De schakeling van fig. 3 kun je voor vele doeleinden gebruiken.

- De motor wordt in- en uitgeschakeld door de transistorschakelaar (het grote grijze vierkant) die wordt gestuurd met licht.



De lift stopt automatisch

De IC-schakeling bepaalt de draairichting van de motor, die uiteraard alleen draait als er veel licht op de FW vóór de BD 135 valt. Houd er rekening mee dat de transistor heet (zelfs te heet) kan worden als er niet genoeg licht op de FW valt.

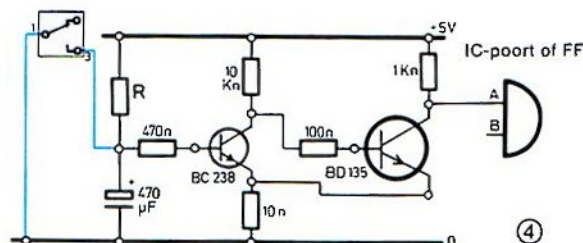
- Je kunt daarom beter de triggerschakeling in fig. 2, op pag. 75 van het elektronika praktikum nemen. Voor de voeding zou je nu de gelijkstroomuitgang van de trafo kunnen gebruiken, maar voorzichtigheidshalve houden we ons aan 4,5 V.
- Met behulp van een FW (in plaats van een LS) als lichtsensor kun je de lift van pag. 33 programmeren voor gebruik overdag. De motor start als het licht wordt en stopt als de avond valt. Om »stotteren« van de motor te voorkomen gebruik je natuurlijk de zo juist genoemde triggerschakeling met de gemeenschappelijke 10 Ω-emitterweerstand voor beide transistors.

Helaas kun je met de transistor geen snelstop konstrueren. Daarvoor is een tweede R-steen nodig, zie het volgende hoofdstuk.

Een monoflop die is na te triggeren

Ook voor wie het elektronika praktikum nog niet heeft, is de volgende schakeling interessant. Zoals je weet, kun je de pulstijd van MF 74121 niet beïnvloeden nadat deze is getriggerd. De MF is niet na te triggeren, zoals dat heet. De schakeling van fig. 4 werkt als een MF en is bovendien na te triggeren.

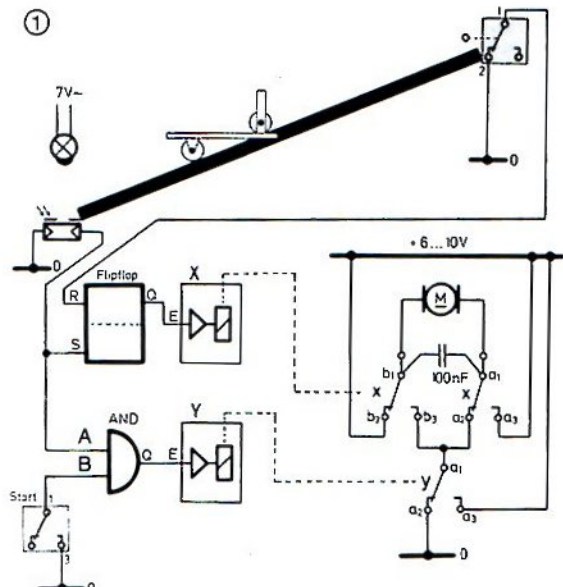
Met een druk op de knop wordt deze MF getriggerd. Er ontstaat gedurende korte tijd een H-signaal op ingang A. Een tweede druk op de drukknop tijdens de pulstijd bewerkt dat deze opnieuw begint. Wie het elektronika praktikum heeft bestudeerd, weet waarom deze schakeling zo werkt. Lees de pagina's 61 t/m 64 nog eens door, dan weet je meteen welke waarde de laadweerstand R moet hebben.



In fig. 1 is nogmaals het principe getekend van de schuine lift met RS-flipflop. Zie ook pag. 33.

Wanneer de lift beneden aankomt, moet hij stoppen. Er worden stenen op geladen en na een druk op de startknop gaat de lift omhoog. Boven aangekomen gaat de lift weer naar beneden. (We nemen aan dat de lift zijn lading automatisch in een magazijn stort.) Voor de besturing hebben we een tweede R-steen nodig. De R-steen die door de flipflop wordt gestuurd, kan namelijk maar 2 opdrachten uitvoeren. Deze luiden: motor linksom draaien en motor rechtsom draaien. Voor het signaal »motor uit« is dus geen ruimte. De tweede R-steen is nodig voor de opdrachten: »motor starten« en »motor stoppen«. In ons model wordt de 2e R-steen gestuurd via een AND-poort.

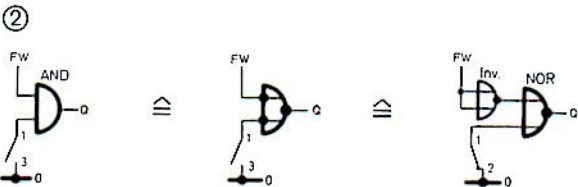
Om niet in de war te raken noemen we het bovenste relais in de tekening X en het onderste Y; de overeenkomstige kontakten heten dan x- resp. y-kontakten. De schakellogika is ondanks deze uitbreiding vrij eenvoudig. De LS verbinden we nu niet alleen met de S-ingang van de FF, maar tevens met de ingang A van de AND. Je mag dus één en dezelfde sensor op meer ingangen aansluiten. (Let op: daarentegen mogen verschillende uitgangen van poorten of een MF niet met elkaar worden verbonden. Daarmee zou je de IC's beschadigen.



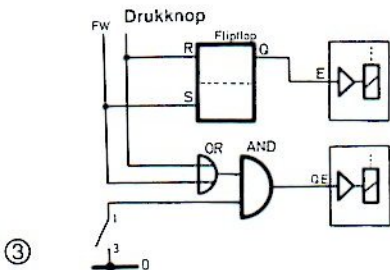
Schakelklok met instelbare pauzes

De tweede ingang van de AND-poort voert een H-signaal zo lang de drukknop niet wordt ingedrukt. De ingang B voert L-signaal zo lang de lift de LS niet onderbreekt. Aan de AND-konditie wordt dan niet voldaan; de uitgang van de AND voert L-signaal. Hetgeen betekent – zie de tekening – dat de motorstroomkring via a_1 – a_2 van het Y-relais is gesloten. Al naar gelang de FF gezet of teruggezet is, rijdt het wagentje naar boven of beneden. Aan het einde van de rit naar beneden wordt de LS onderbroken en de FF gezet. De lift zou dan onmiddellijk weer naar boven gaan als het H-signaal van de LS niet tegelijk op de A-ingang van AND kwam te staan. De B-ingang voert reeds H-signaal (geen verbinding met 0 V). Nu wordt aan de AND-konditie voldaan. $Q = H$, het relais komt op en het Y-kontakt verspringt van a_2 naar a_3 . Daardoor wordt niet alleen de poolomkeerschakeling lamgelegd door de onderbreking naar de (0)strip, maar stopt de motor bovendien onmiddellijk door de kortsluiting a_3 –(+5 V)strip. Druk je nu de startknop in, dan komt op B een L-signaal aan de AND-konditie wordt niet langer voldaan, het Y-relais valt af – het wagentje gaat naar boven omdat de FF reeds gezet was.

- Fig. 2 laat zien hoe je de AND met 2 NOR-poorten kunt bouwen als je voor het starten het 1–2 contact van de drukknop wilt gebruiken.



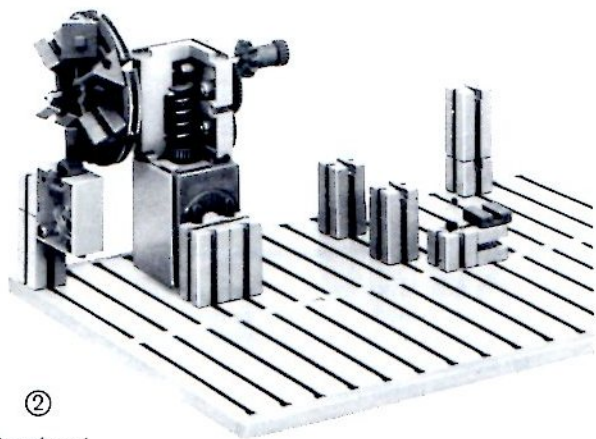
- Als de lift ook boven moet stoppen, dan moet je een OR-poort voor ingang A van de AND plaatsen, zie fig. 3. In dat geval komt op A het H-signaal van de LS of van de drukknop te staan. Daarvoor heb je dan wel een tweede IC-steen nodig. Daar de NOR-IC al bezet is, bouw je de OR-poort in de NAND-techniek.



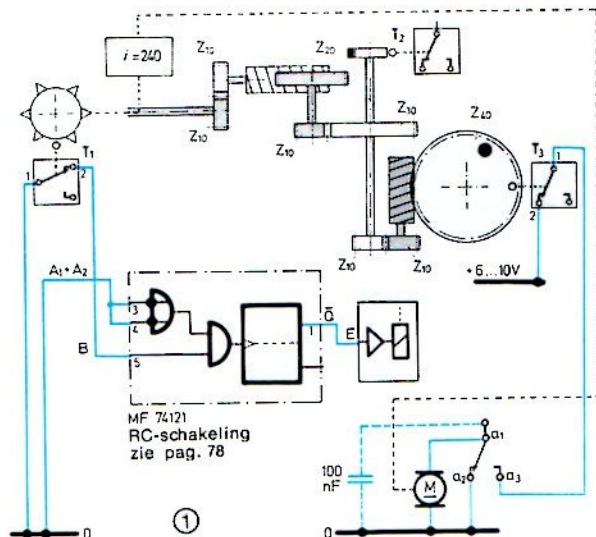
De schakelklok van fig. 2 t/m 6 verschilt in wezen alleen van het model op pag. 41 door de veel omvangrijkere transmissie. De wormas is los verkrijgbaar met aanvullingsdoos mot. 7. De schakelschijf die drukknop T_2 indrukt is afkomstig uit één van de em-dozen. Los is de drukknop in de nieuwe aanvullingsdoos 06 te vinden. De basisplaat komt van het elektronika praktikum. Je kunt ook een grote basisplaat 1000-0 gebruiken.

De monoflop geeft weer de stuursignalen voor de pauzes. Fig. 1 toont de complete schakeling met het bovenaanzicht van de transmissie.

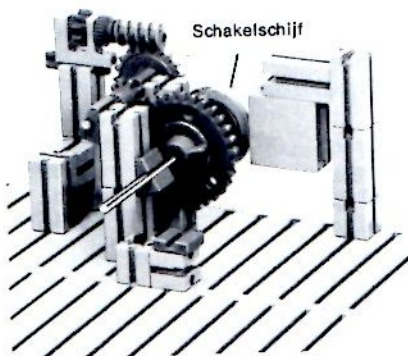
- De drukknop T_1 triggert de monoflop. Na afloop van de pulstijd wordt T_1 voor korte tijd ingedrukt door een van de 6 nokken op de draaischijf. De nokken bestaan uit gelijkzijdige hoekstenen, zie fig. 2 en 6. Door de L-H sprong op ingang B wordt de MF opnieuw getriggerd. Het relais (aangesloten op $Q = \text{pen 1}$) valt af en de motor wordt kortgesloten, de zgn. snelstop.
- Belangrijk is dat de nok ondanks de snelstop toch T_1 weer vrijgeeft. Dat vereist een nauwkeurige afstelling van de nokken op de draaischijf. Je kunt de fijnafstelling bovendien regelen door de draaischijf te verschuiven op de aandrijfas. Eventueel vervang je het kortsluitbruggetje a_2 –(0)strip door een lenslamp, dan stopt de motor niet zo snel.
- De lengte van de pauzes – stilstand van de motor – hangt af van de RC-schakeling, die niet in fig. 1 is getekend. Het beste kun je een dikke elko gebruiken en een FW die je op een optische bank monteert. Deze regelbare instelling van de pulstijd is op pag. 43 besproken. Laat je de schakelklok lange tijd draaien, dan kun je beter twee in serie geschakelde lampen nemen, die houden het wat langer uit.
- Wanneer je de pulstijd van de MF op krap 10 seconden instelt, dan maakt de schakelschijf op de transmissie (fig. 4) één omwenteling per uur. Via drukknop T_2 wordt een apparaat, een lamp, de netvoedingschakelaar em 11 of een fischertechnik-model elk uur voor korte tijd in- en uitgeschakeld.
- Sluit je het los verkrijgbare telwerk em 6 via T_2 aan, dan heb je een tijdschakelklok die digitaal (in cijfers) de uren aangeeft; tenminste zo ongeveer.
- Met de transmissie van fig. 5 compleet je de schakelklok; voor de montage zie fig. 6. Deze transmissie heeft een overbrenging van $i = 40$. De klembus op de as 30 fungeert als nok voor mini-drukknop T_3 die de motor stilzet als de knop wordt ingedrukt. Bij de gekozen overbrenging en een pulstijd van 10 seconden gebeurt dat pas na 40 uur.



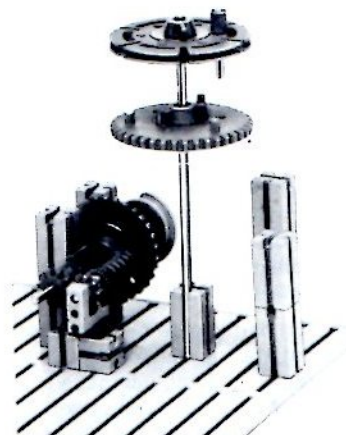
2 Bouwfase 1



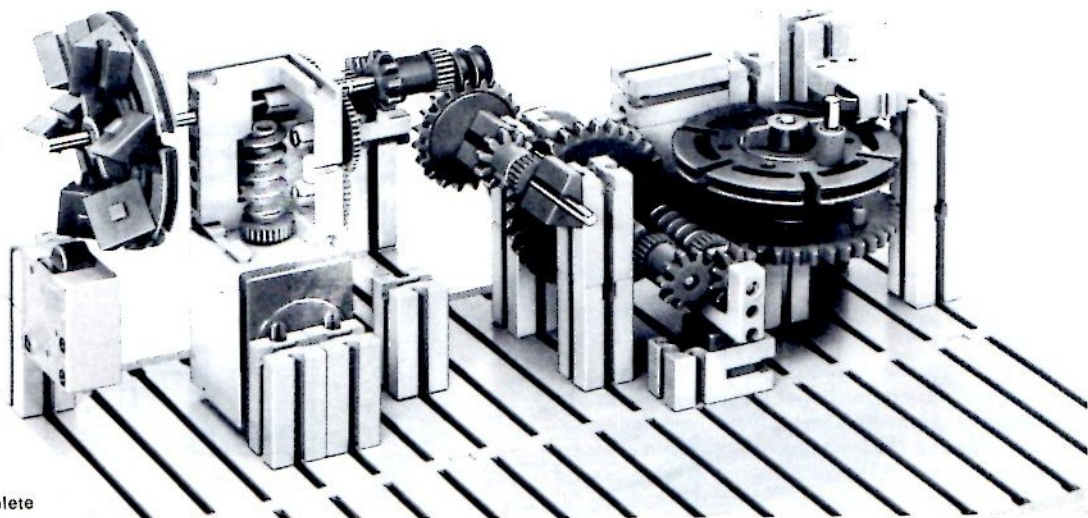
3 Onderdelen van de transmissie



4 Transmissie voor de uren-drukknop



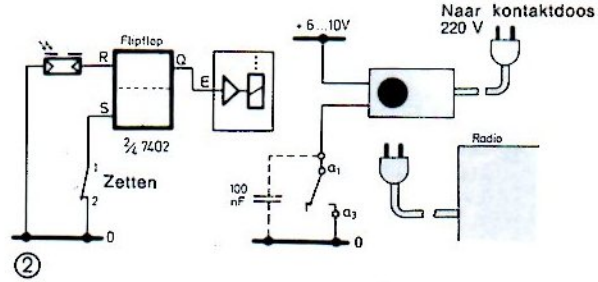
5 Aanvullende transmissie



6 Het complete model

- Neem je de maximale pulstijd van de MF 74121 van ongeveer 30 seconden (2 elko's op pen 10 en 11), dan kun je een looptijd voor de schakelklok van meer dan 100 uur bereiken. Een slak lijkt dan op een Formule 1 racewagen vergeleken met de draaischijf en de nokkenas.

Met meer schakelschijven kun je bijna elke gewenste programma-schakelklok maken.



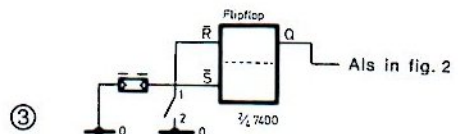
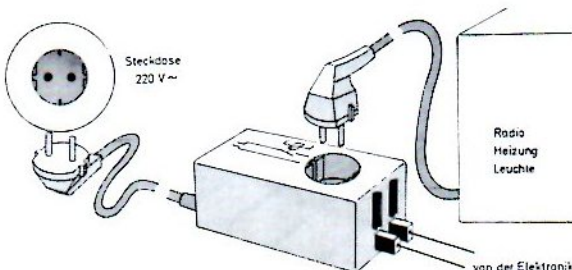
de FW aan, die je op een kleine basisplaat monteert en naast het leeslampje plaatst. De drukknop sluit je aan op ingang S.

Schakelen van sterkstroomapparatuur

Vanuit je bed, onder de warme dekens, de stereo-installatie of een radio 's avonds uitschakelen en 's morgens aanzetten? Dat kan. Een leeslampje bij je bed of de opkomende zon doet het voor je. Je hebt er wat schakellogika en een fischertechniek voedingschakelaar em 11 (fig. 1) voor nodig.

- Het hart van de voedingschakelaar is een relais dat sterkstroom apparaten als een lamp of een radio kan in en uitschakelen. De stekker van de em 11 gaat gewoon in een 220 V kontaktdoos. Die van de radio in de kontaktdoos van de em 11. Deze heeft een speciale beveiliging.
- Het sterkstroomrelais in de em 11 stuur je bij voorbeeld via het a₁-a₃ contact van de R-steen, zie fig. 2. Wanneer het relais van de R-steen opkomt, doet het relais in de em 11 dat ook en wordt de radio aangezet. Uiteraard moet de aan/uitknop van de radio dan op »aan« staan.
- De elektronika bestaat uit de aloude RS-flipflop gebouwd met 2 NOR-poorten. Op ingang R sluit je

- Wil je voor het slapen gaan nog even naar de radio luisteren, dan zet je de FF door de drukknop even in te drukken. Het leeslampje moet natuurlijk aan zijn. De radio, waarvan de knop altijd op »aan« staat, krijgt stroom en begint te spelen. Schakel je het leeslampje uit, dan geeft de FW een H-sigitaal op R; de FF wordt teruggezet – en de radio verstomt.
- Wil je bij zonsopgang door muziek worden gewekt, dan vervang je de drukknop door een FW en die plaats je voor het raam. Tussen FW en de S-ingang van de FF moet je natuurlijk een invertor plaatsen, maar dat is geen probleem.
- Er mankeert nog iets aan deze schakeling. Al schijnt de zon nog zo helder – het L-sigitaal van de FW heeft geen enkele uitwerking zo lang het in de kamer donker is. Je moet er nog voor zorgen dat het zetsigitaal voorrang krijgt. Hoe dat moet? Wel wie dat niet meer weet, kan het op pag. 69 vinden. Ent wat gebeurt er als je eenmaal wakker door de muziek, het leeslampje uitschakelt?
- Interessant is ook de muzikale alarminstallatie in fig. 3. De hele installatie – met de radio – bevindt zich in de kamer die moet worden bewaakt. De radio stem je af op een zender die de hele nacht muziek uitzendt. Bij een goed ingestelde geluidsterkte, wordt de hele familie wakker wanneer een ongewenste gast binnenkomt, want er hoeft slechts een spiertje licht op de »naakte« FW te vallen. Je kunt de FW op elke plaats in het huis opstellen en de alarminstallatie ergens anders.



De combinatie met ec-dozen en hobby-elektronika

Wellicht heb je ook ec-dozen of hobby-elektronika-stenen. Ter onderscheiding van ons nieuwe IC-digitaal-systeem, worden de los verkrijgbare elektronika bouwstenen het h_4 -systeem genoemd.

Nu kun je de IC's en de R-steen van het IC-digitaal praktikum heel goed met elkaar combineren als je je aan een paar regels houdt.

Koppeling alleen via relaiscontacten

In dit eenvoudige en overzichtelijke geval mag er geen enkele direkte verbinding zijn tussen beide systemen. Leidingen van het ene systeem worden alleen via relaiscontacten van het andere systeem gesloten of onderbroken. Elk systeem heeft zijn eigen stroomvoorziening.

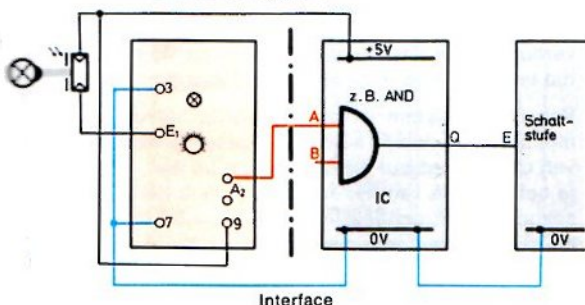
■ Zo kun je b.v. in het model van de lift op pag. 85 in plaats van de 2e R-steen ook de h_4 -relaissteen gebruiken. In geen geval mag deze RB (Relais Bouwsteen) gestuurd worden door één van de sensors of uitgangen van het IC-systeem (LS – drukknop – poorten – FF – MF 74121 – R-steen). De RB dient b.v. op één van de uitgangen A_1 of A_2 van de elektronika basisbouwsteen te worden aangesloten. Deze EL-basisbouwsteen wordt gestuurd door een FW die in het model wordt gemonteerd.

De stroomvoorziening van het h_4 -systeem geschiedt op de normale wijze met de gelijkrichter bouwsteen, die zijn stroom krijgt van de wisselstroomuitgang van de trafo.

Bij deze koppeling van de twee systemen moet je niet alleen de logika van het IC-systeem kennen, maar ook die van het h_4 -systeem. Die is namelijk anders opgebouwd. In de fischertechnik hobbyboeken elektronika (hobby 4-1 t/m hobby 4-5) wordt namelijk uitgegaan van de signalen 0 en 1; 0 (nul) betekent daarin een verbinding met »+« en 1 (één) een verbinding met »-«. Kortweg heet dat de negatieve logika. De moderne IC-logika daarentegen is een positieve logika.

Wie niet voortdurend wil omschakelen van de ene naar de andere logika, kan voor de elektronika bouwstenen ook de logika met de L- en H-signalen toepassen.

① Interface = punt waarop het ene systeem het signaal van het andere accepteert.



Maar dan moet je afzien van de volgende h_4 bouwstenen: de OR/NOR, de AND/NAND en de dyn. AND. Ook de relais bouwsteen met voorversterker kun je dan niet gebruiken. Je kunt die wel ombouwen, maar dan moet je een transistor vervangen door een BC 238. Voor wie goed en nauwkeurig kan solderen is dat niet al te moeilijk. Een handleiding voor de ombouw kun je aanvragen bij Fischer Werke, 7244 Tumlingen-Waldachtal, Abteilung Elektronik. Voeg s.v.p. een lege envelop met je adres bij.

Gemeenschappelijke stroomvoorziening

Extra kabeltjes zijn los verkrijgbaar met aanvullingsdoos »IC-kabels«. De EI-basisbouwsteen, de universele flip-flop en de monoflop van het h_4 systeem werken ook op een voedingsspanning van 4,5 V. De signaallampjes geven bij deze spanning slechts weinig licht. Om de batterijen te sparen kun je de signaallampjes uit de bouwstenen halen. De LED's van de IC-steen vergen veel minder stroom.

■ Fig. 1 laat de vereiste verbindingen zien. De brug +5 V – pen 14 in het IC-systeem komt overeen met de verbinding +5 V – bus 9; de IC-brug 0 V – pen 1 met de verbindingen van bus 3 en bus 7 – (0)strip. Ook de kontakstrips aan de zijkanten van de EI-basisbouwsteen zijn daarmee op de voeding aangesloten.

Je mag daarom in geen geval de EI-basisbouwsteen via de klemclips aan de zijkanten met andere h_4 bouwstenen verbinden wanneer deze op de gelijkrichter bouwsteen zijn aangesloten. De IC's zouden dan een spanning van 12 V krijgen en die is te hoog.

■ Volgende h_4 bouwstenen (zie fig. 2 en 3) kun je met de klemclips verbinden; voor de voeding dezelfde als van de EI-basisbouwsteen – hoeft je dan alleen de rode verbindingsstekker in de opening tussen de stenen te schuiven.

In fig. 2 en 3 zijn de stenen voor een beter overzicht los van elkaar getekend.

Lichtstraalonderbrekers met instelbare reikwijdte

Overeenkomstig de gekozen logika moeten we de FW aansluiten op E_1 en 5 V.

■ Als uitgang Q van de EI-basisbouwsteen gebruiken we de A_2 bussen. De regelknop op de normale wijze instellen. Ga na dat je nu verhoudingsgewijs grote lichtstraalonderbrekers kunt bouwen. Het maakt niets uit of je de FW's van het h_4 - of het IC-systeem neemt.

Elektrisch zijn ze gelijkwaardig. Neem de proef op de som dat bij een onderbreking van de LS de uitgang Q een H-sigitaal op de ingang van de IC-poort levert. Je kunt kiezen of je een AND, een OR of alleen een scheidingsstrap wilt nemen.

Andere sensors

Even goed kun je een warmtesensor of een vochtigheids-sensor op ingang E₁ en de (+5 V)strip aansluiten.

- Onderzoek welke signalen deze sensors leveren en noteer deze in onderstaande tabel.

Warmtesensor	V-sensor	Q (A ₂)
		L
		H

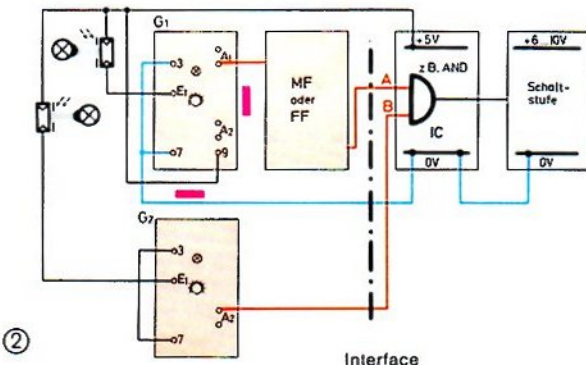
Vul in: koud – warm – droog – nat

Slechts één »interface«

Het punt waar de signalen van het h₄ systeem naar het IC-systeem gaan, noemen we »interface«. Een Engels woord dat veel in de elektronika (vooral bij computers) wordt gebruikt voor een overgangsfunctie van het ene naar het andere systeem.

Fig. 2 geeft een voorbeeld van een toepassing met beide systemen. Twee lichtstraalonderbrekers sturen via de als versterkers werkende EI-basisbouwstenen G₁ en G₂ een IC-poort. Tussen G₁ en de poort is een monoflop of flipflop geplaatst. Het interface tussen beide systemen is met een dikke punt-streep lijn aangegeven.

- Als uitgangen van het h₄ systeem nemen we, om de juiste logika te krijgen, weer de A₂ bussen. Hetzelfde geldt voor de flipflop en de monoflop (de onderste bussen) waarvan de uitgangen op een IC worden aangesloten. Plak eventueel een etiketje Q_{IC} naast de Q van de MF- en FF bouwstenen van het h₄ systeem.
- Binnen het h₄ systeem worden de uitgangssignalen



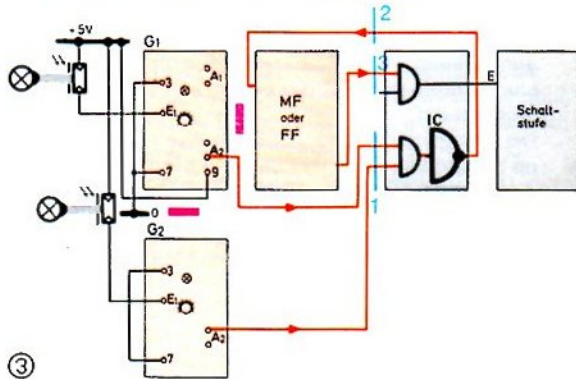
②

van steen tot steen doorgegeven volgens het geldende h₄-schema. Zo wordt b.v. de S-ingang van de FF of de S_p-ingang van de MF op uitgang A₁ aangesloten.

Verscheidene Interfaces

Fig. 3 toont een schakeling waarin de signalen van G₁ en G₂ via het eerste interface naar de IC-poort gaan. De uitgang van deze poort geeft een signaal op de ingang van een MF of FF in het h₄ systeem. Door de systeemwissel (het interface) moet een invertor het signaal voor de MF of FF omkeren. Van de MF of FF gaat het signaal via de uitgang naar een tweede IC-poort. De tweede uitgang daarvan kan b.v. door een derde FW of een drukknop worden gestuurd; uiteraard volgens de IC-logika. De pijlen van de gekleurde lijnen geven de richting van de signalen aan.

De bron voor de voeding van alle h₄ bouwstenen wordt gevormd door de +5 V en de (0)strip van de IC-steen en geschiedt via G₁ en de rode tussenstekkers.



③

Het solderen van kontakthulzen

Het kan gebeuren dat je een kontakthuls lostrekt van het kabeltje. In zo'n geval kan je de huls er weer aan solderen. Bovendien bevat de doos een aantal reserve-hulzen. Gebruik het z.g. hars-soldeer – een tindraad met een kern van hars. Werk beslist niet met een zoutzuur-verdunning of iets dergelijks en staafsoldeer. Want dat is »vergift« voor de elektronika-komponenten.

Verwijder 2–3 mm isolatie en vertin het blanke uiteinde. Dat doe je als volgt. Breng op de hete punt van de soldeerbout een druppeltje tin aan, daarin doop je het uiteinde van het kabeltje. Enkele tienden van seconden zijn genoeg. Niet langer, want dan gaat het isolatiemateriaal ineen schrompelen en kun je opnieuw beginnen. Wacht je te lang met het indopen, dan verdampt de hars en pakt het tin niet.

Proefschakelingen

Dan steek je de losse kontakthuls op een pen van een loodrecht geplaatste IC-bouwsteen of wat nog beter is, op het uiteinde van een omgebogen paperclip. Vertin de lip van de kontakthuls, niet langer dan een halve seconde! Anders kan het in in de huls lopen. Tenslotte soldeer je het vertinde uiteinde van de kabel aan de lip. Als het even kan zonder soldeer toe te voegen. Een tinklont heeft geen enkele zin en zou bij de korte afstanden tussen de pennen van de IC-steen ook kortsluiting kunnen veroorzaken.

Mocht je twifelen of een IC of de R-steen nog wel goed werkt, dan kun je dat met de volgende schakelingen controleren:

R-steen pag. 9+10
IC-steen

Stuklijst

Alle gebruikte elektronische componenten zijn normale industrieproducten. Bij uitbreiding van je digitaal praktikum (of bij het defekt raken van componenten) kun je losse componenten bij de vakhandel verkrijgen. De verschillende hobbybladen op elektronisch gebied bevatten advertenties van verzendhuizen waar je terecht kunt.

Aan-tal	Naam	Art. no.	verkrijgbaar	
			in aanv. doos	aan-tal
1	IC-bouwsteen, 14-polig	3 38616	1	1
	2 LED's		IC 14	
1	Relaissteen	3 38617	1	1
			IC Sst	
1	IC-NAND 7400	4 38491	7	
1	IC-NOR 7402	4 38492	7	
1	IC-AND 7408	4 38493	7	
1	IC-Monoflop 74121	4 38494	7	
1	Aansluitschema voor 7400	4 38495	7	
1	Aansluitschema voor 7402	4 38496	7	
1	Aansluitschema voor 7408	4 38497	7	
1	Aansluitschema v. 74121	4 38498	7	
2	Fotoweerstanden	* 3 38612	1	
2	Stoorlichtkappen 6,0 ϕ	* 4 36532	1	
2	Stoorlichtkappen 4,0 ϕ	* 4 31362	1	
2	Stoorlichtkappen 2,5 ϕ	* 4 36531	1	
2	Lichtstenen met kogellampjes	* 3 35885	1	3
2	Lichtkappen voor lenslampen	* 4 31321	1	1
1	Lichtkap blauw	* 4 31319	1	1
1	Lichtkap geel	* 4 31317	1	1
1	Lichtkap wit	* 4 31320	1	3
1	Lichtkap rood	* 4 31316	1	1

De met * gemerkte onderdelen zijn los verkrijgbaar uit de servicebox.

Aan-tal	Naam	Art. no.	verkrijgbaar	
			in aanv. doos	aan-tal
1	Lichtsteen met lenslamp	* 3 35886	1	
1	Lenslamp	* 4 37875	7	
1	Mini-drukknop	* 3 37780	1	2
			em 9	
2	Kondensators 470 of 550 μ F/16 V	3 38500	6	
1	Kondensator 100 nF/63 V	3 38501	6	
1	Kondensator 47 nF/63 V	3 38854	6	
1	Weerstand 39 k Ω /0,25 W	3 38499	6	
	Kabels met 2 kontakthulzen			
1	60 mm lang, grijs	4 38648	7	} IC-kabel iets andere sortering
2	60 mm lang, blauw	4 38649	7	
4	60 mm lang, wit	4 38650	7	
2	60 mm lang, groen	4 38651	7	
4	60 mm lang, zwart	4 38652	7	
1	100 mm lang, geel	4 38653	7	
	Kabels met 1 kontakthuls			
1	300 mm lang, rood	4 38654	7	
1	300 mm lang, grijs	4 38655	7	
3	300 mm lang, blauw	4 38656	7	
2	400 mm lang, groen	4 38657	7	
4	400 mm lang, zwart	4 38658	7	
2	400 mm lang, blauw	4 38659	7	
	Draad			
4	400 mm lang, bruin	4 38502	7	
1	200 mm lang, blauw	4 38503	7	
4	Kontakthulzen met lip	4 38855	7	
23	Platte stekkers, groen	* 3 31336	1	} em 7 10
	Platte stekkers, rood			
2	Klemkontakten	* 3 31338	1	
1	Praktikumboek, Nederlands	6 39630	1	

fischertechnik kent geen einde

De enkele voorbeelden op de »blauwe« pagina's lieten maar een tipje zien van wat er allemaal met het digitaal praktikum mogelijk is. Alleen al met de beschrijving van de schakelingen met behulp van een tweede IC-steen, zouden we een boek kunnen vullen. Met de combinatie flipflop—monoflop zou je een grote vakantie kunnen doorkomen zonder je een moment te vervelen.

En dan zijn er nog de talrijke experimenten die je kunt opzetten als je het IC-praktikum combineert met één of meer ec-dozen. Praten we nog niet eens over de rijkdom aan modellen die wordt geboden met de basis-, motor- en statikadozen in combinatie met de elektronische besturingen.

Kortom: fischertechnik kent geen einde.

Overigens, losse IC's zijn in elektronische speciaalzaken te verkrijgen. Neem de oude mee.

De elektronische werkplaats

Tezamen vormen elektronika en digitaal praktikum een veelzijdige elektronische werkplaats. Je kunt er experimenten mee uitvoeren, modelbesturingen mee bouwen en je eigen ideeën voor schakelingen mee testen. En met aanvullingsdozen kun je regelmatig uitbreiden.

fischertechnik stelt geen grenzen aan je onderzoekingsdrang.

Wie elektronikus wil worden . . .

komt met hobbylabor een heel eind in de goede richting. Het geeft veel meer theorie — maar wel aan de hand van praktische experimenten. Want zelf doen is nog altijd de beste leerschool.

In het gemakkelijk te lezen en rijk geïllustreerde handboek — bijna 300 pagina's — vind je alle basis-kennis en nog wel iets meer over het gedrag van weerstanden, condensatoren, inductiespoelen en diodes in een gelijkstroomkring.

Uiteraard passen ook alle onderdelen van hobbylabor in het fischertechnik konstruktiesysteem.

Kan het mooier? Daarom: elektronika met fischertechnik!

Het spel met transistoren en diodes

De IC's van dit praktikum behoren tot de TTL-familie. TTL betekent: Transistor-Transistor-logika; de belangrijkste componenten van de geïntegreerde circuits zijn transistors. Maar wat is een transistor? Een component die de wereld meer en sneller heeft veranderd dan de meeste andere uitvindingen. Ja, maar wat is het voor een ding, hoe werkt het en wat kun je er mee doen? Heel in het kort: een kraantje voor elektrische stroom dat je met een klein elektrisch stroompje kunt open- en dichtdraaien. De rest — en dat is heel wat — vind je in het fischertechnik elektronika praktikum. Het behandelt niet alleen de transistor, maar ook zijn »half«-zusje de diode.

Voor het snel en betrouwbaar opzetten en ombouwen van transistorschakelingen zijn de nieuwe fischertechnik kontaktstenen en transistorstenen ontwikkeld. Ze passen precies in het fischertechnik systeem.

De deksel van de doos is tevens bedoeld als experimenteerpaneel. Formaat: 259 × 187 mm. Het paneel kun je gebruiken voor de opbouw van de schakelingen.

Behalve transistoren, dioden en andere elektronische componenten vind je in de doos ook een luidspreker. Deze wordt o.a. gebruikt voor het elektronisch opwekken van allerlei geluiden en zelfs melodieën.

