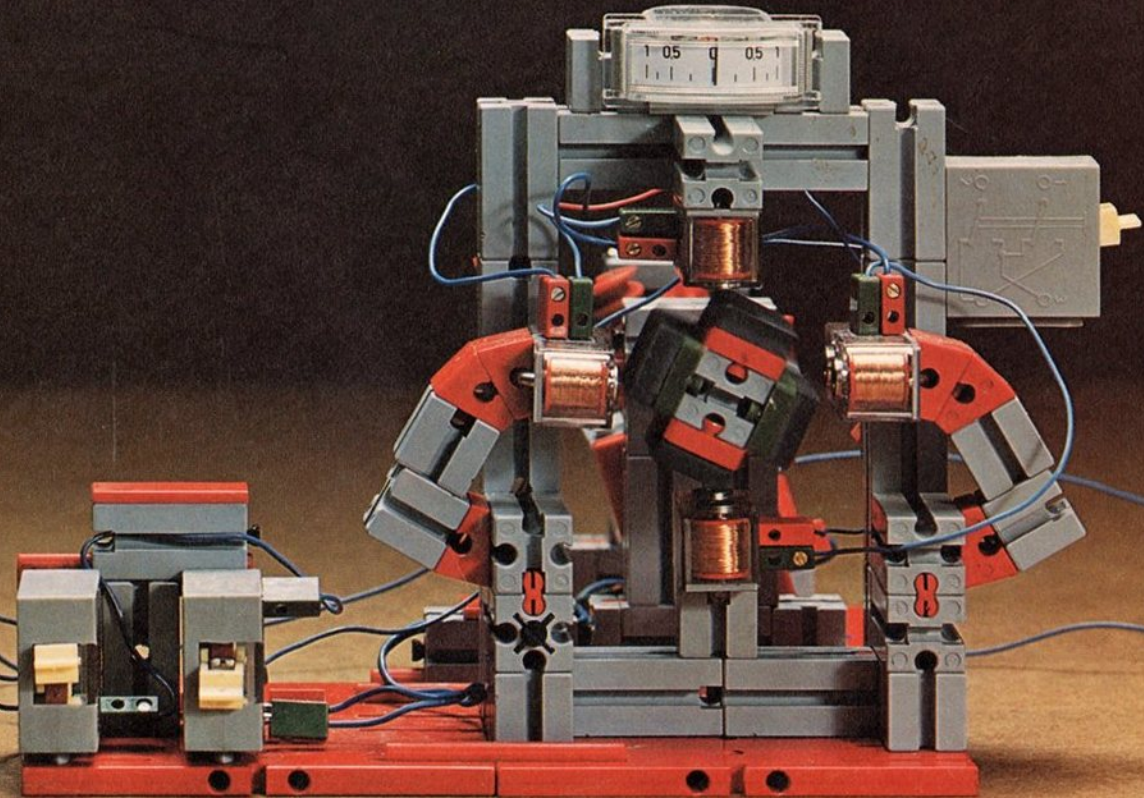
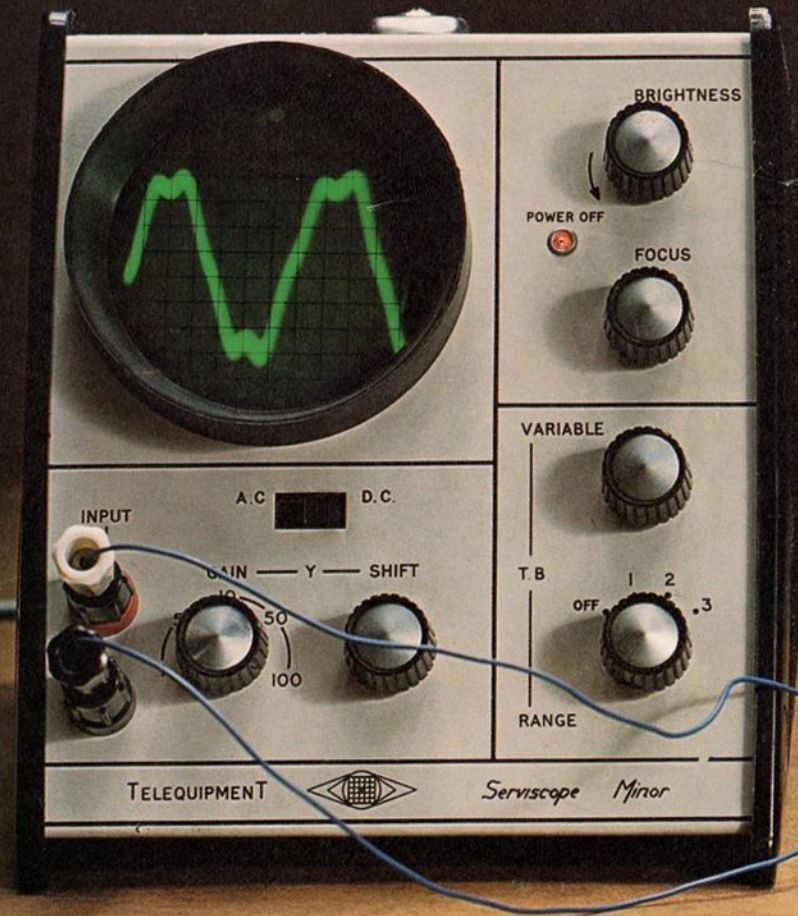


fischer<sup>®</sup>technik



Technische en wetenschappelijke initiatie.  
Experimenten - steekkaarten.





## INHOUD:

1.	INLEIDING	3	3.	<b>ELEKTRICITEIT</b>	24	4.	<b>ELEKTRONICA</b>	45
1.1.	DIDACTISCH GRONDMODEL	4	3.0.	VOORSTELLING VAN DE BOUWDOOS "ELEKTRICITEIT" U-T 3	24	4.0.	VOORSTELLING VAN DE BOUWDOOS "ELEKTRONICA" U-T 4	45
2.	<b>MECHANICA</b>		3.1.	<b>ELEKTRISCHE KRING</b>	25	4.1.	<b>ALGEMEENHEDEN</b>	46
2.0.	VOORSTELLING VAN DE BOUWDOZEN "MECHANICA" U-T 1 EN U-T 2	5 - 6	3.1.1.	GLOEILAMPJE	25	4.1.1.	FOTOWEERSTAND	46
2.1.	<b>TRANSLATIE</b>	7	3.1.2.	VERBINDINGSDRADEN	25	4.1.2.	DIODE EN GELIJKRICHTING	47
2.1.1.	GELEIDING BIJ RECHTLIJNIGE TRANSLATIE		3.1.3.	BEDIENINGSSYSTEMEN	26 - 27	4.1.3.	DE TRANSISTOR EN DE VERSTERKERFUNCTIE	48
2.1.2.	DE KANTOORPONS	8	3.2.	<b>MAGNETEN</b>	28	4.2.	<b>ELEKTRONISCHE MODULES EN DETECTOREN</b>	49
2.2.	<b>KRACHTEN - DYNAMOMETERS</b>	9	3.2.1.	PERMANENTE MAGNETEN	28	4.2.1.	HET GELIJKRICHTERMODULE	49
2.3.	<b>ROTATIE</b>	10	3.2.2.	ELEKTRO-MAGNETEN	28	4.2.2.	HET RELAISMODULE	50
2.4.	<b>WIELEN, KATROLLEN EN TAKELS</b>	11	3.3.	<b>UITWERKINGEN VAN DE ELEKTRISCHE STROOM</b>	29	4.2.3.	TRANSISTOR-POTENTIOMETERMODULE	51
2.5.	<b>ZWENKWIEL VOOR INKOOPWAGENTJE</b>	12	3.4.	<b>PRODUCTIE VAN ELEKTRISCHE ENERGIE</b>	30	4.2.4.	HET VERSTERKERMODULE	51
2.6.	<b>BALANSEN</b>	13 - 14	3.4.1.	PRINCIPE VAN DE ÉÉNFASIGE ALTERNATOR	30	4.2.5.	POTENTIOMETER VAN 1 M $\Omega$	51
2.7.	<b>OVERBRENGING VAN DE ROTATIEBEWEGING</b>	15	3.4.2.	PRINCIPE VAN DE DRIEFASIGE ALTERNATOR	30	4.2.6.	LICHTGEVOELIGE CEL.	51
2.7.1.	SYSTEMEN MET RIEM EN RIEMSCHIJVEN	15	3.4.3.	GEBRUIK VAN DE GELIJKSTROOMMOTOR ALS DYNAMO	31	4.2.7.	NTC-WEERSTAND	51
2.7.2.	TANDRADEREN	15	3.5.	<b>ELEKTRISCHE SCHAKELINGEN</b>	32	4.2.8.	VOCHTIGHEIDSDETECTOR	51
2.7.3.	RONDSELS	15	3.5.1.	RONDDRAAIENDE COMMUTATOR	32	4.3.	<b>ENKELE ELEKTRONISCHE EXPERIMENTEN (U-T 4)</b>	52
2.7.4.	KETTINGTRANSMISSIE	16	3.5.1.1.	EENVOUDIGE MONTAGES	32	4.3.1.	AANTONEN VAN DE TRANSISTOR- EIGENSCHAPPEN	52 - 53
2.7.5.	CARDANKOPPELING	16	3.5.1.2.	COMPLEXE MONTAGES	33	4.3.2.	REGLING VAN DE AANSPEEKGEVOELIGHEID	53 - 54
2.7.6.	DIFFERENTIEEL	16	3.5.2.	GEBRUIK VAN DE HEFBOOMSCHAKELAAR	34 - 35	4.3.3.	MULTIVIBRATOR	55
2.7.7.	GANGWISSEL	17	3.6.	<b>SYSTEMEN VOOR AUTOMATISCHE BESTURING</b>	36	4.3.4.	PRINCIPE VAN HET VERSTERKERMODULE	56
2.7.8.	HYPOCYCLOÏDALE SNELHEIDSREDUCTOR	17	3.6.1.	ROTTERENDE PROGRAMMASCHAKELAAR	36 - 37	4.3.5.	TWEETRAPSVERSTERKER	56
2.7.9.	MECHANISCHE HANDBOORMACHINE	18	3.6.2.	THERMISCHE SCHAKELAAR	38 - 40	4.4.	<b>STRALINGSDIAGRAM VAN EEN GLOEILAMP</b>	57
2.7.10.	EIERKLOPPER	19	3.7.	<b>ELEKTROMAGNETISCH RELAIS</b>	41 - 42	4.4.1.	IJKEN VAN DE LUXMETER	57
2.8.	<b>TRANSFORMATIE VAN BEWEGINGEN</b>	20	3.8.	<b>INLEIDING TOT DE SYMBOLIEK VAN BOOLE</b>	43 - 44	4.4.2.	TEKENEN VAN HET STRALINGSDIAGRAM VAN EEN GLOEILAMP.	58
2.8.1.	SCHROEFLIJNTRACEERAPPARAAT	20				5.	<b>FISCHERGEOMETRIC 1, 2 EN 3</b>	59
2.8.2.	SYSTEEM VAN RONDSEL EN TANDHEUGEL	20						
2.9.	<b>VERBRANDINGSMOTOR</b>	21						
2.9.1.	SCHEMA VAN DE OMTPOFFINGSMOTOR	21						
2.9.2.	KRUK- EN DRIJFSTANGMECHANISME	22						
2.9.3.	WERKINGSPRINCIPE	22						
2.9.4.	KLEPAANDRIJVING	23						



Deze verzameling van steekkaarten in verband met technisch-wetenschappelijke experimenten werd samengesteld met de medewerking van Franse pedagogen ten gerieve van de leraars technologische opvoeding.

Alhoewel de lesroosters en de leerplannen van een land tot het andere kunnen verschillen, is zij universeel bruikbaar voor leerlingen van 12 tot 16 jaar (eerste en tweede graad van het secundair onderwijs). In België werd het leervak "Technologische Opvoeding" in het jaar 1969 in het leerplan van het Vernieuwd Secundair Onderwijs voorzien en wel als algemeen vormend vak dat dus door alle kinderen dient gevolgd. De Belgische leerkrachten die dit vak onderwijzen zullen zeker en vast dit werk van hun Franse collega's met belangstelling doornemen, aangezien het Ministerie van Nationale Opvoeding beslist heeft de rijksscholen, die aan de vernieuwing deelnemen, uit te rusten met het hierna beschreven didactisch materieel. Bovendien kan opgemerkt worden dat de bouwdozen U-T 1 en U-T3a reeds in de lagere school met goed gevolg kunnen gebruikt worden en dat bijzondere bouwdozen (type 1000 V) vanaf de kleutertuin (bij 4-jarigen) kunnen ingezet worden.

Het is immers gebleken uit talrijke experimenten dat de periode van 4 tot 8 jaar van buitengewoon belang is voor de verdere ontplooiing van het kind. Op dat moment gaat de belangstelling van het kind spontaan over van de huiskring naar de wereld rondom hem. De techniek oefent daarbij een enorme invloed uit omdat de technische prestaties tot het kind spreken en zijn nog ongeremde verbeelding op gang brengen. Degelijk speelgoed, en dan vooral dat soort dat creatieve arbeid toelaat, bevordert zeer sterk het ontwaken van intellectuele vaardigheden.

Alle opstellingen zijn uitvoerbaar met telkens slechts één van de vernoemde bouwdozen.

De elementen van de bouwdozen 1000 V, die heel gemakkelijk kunnen gemonteerd worden, bieden onbegrensde mogelijkheden voor creatieve technische vormgeving en zijn heel goed hanteerbaar door jonge kinderen. Vervaardigd uit duurzame grondstoffen die prettig aanvoelen, mooi van lijn en sober maar opgewekt van kleur, sporen ze het kind aan tot de bouw van allerhande - vooral dynamische - technische objecten. Met grote nauwkeurigheid vervaardigd, zetten ze het kind aan nauwkeurig te handelen: het inzicht wordt klaarder, het nadenken voortdurend gestimuleerd; concentratievermogen en volharding verhogen onopgemerkt daar het genot van het spel onvervalst aanwezig is.

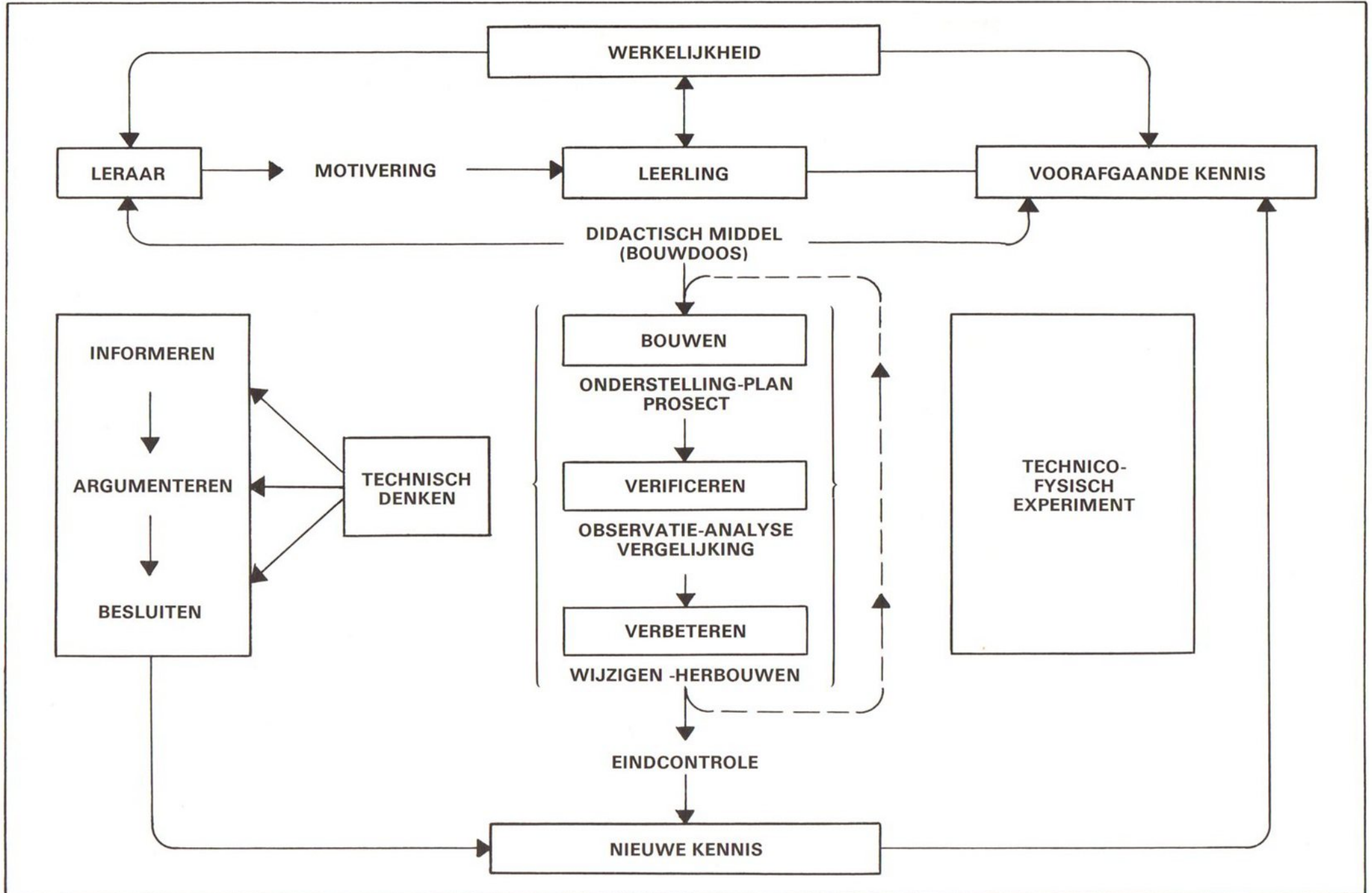
Uit experimenten in de huiskring, in de kleutertuin en op de lagere school is gebleken dat de meisjes even hard "werken" met dit materieel als de jongens. Bij de aanvang moeten enkele montageknepen bijgebracht worden, wat aan de hand van het instructieboek zonder moeite kan gebeuren. Daarna is het wel best het kind totaal niet-directief te laten werken, naar zijn eigen fantasie, ook als de technische realiteit wel eens geweld aangedaan wordt. Later kan, aan de hand van afbeeldingen, modellen en foto's tot een betere benadering van de werkelijkheid overgegaan worden om ten slotte terug te komen tot eigen creatief werk, maar dan technisch veel beter gefundeerd. Kinderen vertonen zeer dikwijls op deze leeftijd een verbazende aanleg en inzicht, gepaard aan grote handigheid en uitvinderstalenten. Deze begaafdheden ontwikkelen zich verder tijdens de tweede en derde graden van het lager onderwijs. Men stelt hier echter een langzaam afremmen van de creativiteit en van de ongebonden fantasie van het kind vast, dit ten gevolge van inhiherende invloeden van de traditionele school. Als men weet hoe belangrijk het verbeeldingsvermogen en de creativiteit zijn voor een succesvolle loopbaan, is het duidelijk dat men de inhiherende factoren moet trachten te neutraliseren door het verstrekken van aangepaste pedagogische middelen die spontaan deze begaafdheden catalyseren: bouwdozen zijn daartoe uitstekend geschikt.

Op het niveau van het secundair onderwijs komen leerlingen uit allerhande middens - platteland of stad, sociaal en cultureel verschillend - weer samen. Alle staan ze weldra voor een beroepskeuze; slechts een beperkt aantal zullen technische richtingen uitgaan. Het is dus belangrijk dit ogenblik te benutten om alle kinderen een iets dieper inzicht te geven in de wereld van wetenschap en techniek waarin ze opgroeien, en meer in het bijzonder ze te initiëren in de technische wijze van denken. Experimenteren en bouwen scherpen hier de zin voor het concrete en het besef van een noodzakelijk nastreven van rendement. Nochtans moet het materieel tegelijk polyvalent en stevig zijn maar ook binnen het bereik van de beschikbare credieten vallen. De reeks bouwdozen U-T 1, U-T 2, U-T 3 en ten slotte U-T 4 beantwoorden aan de behoeften van de leerlingen van 12 tot ca. 16 jaar.

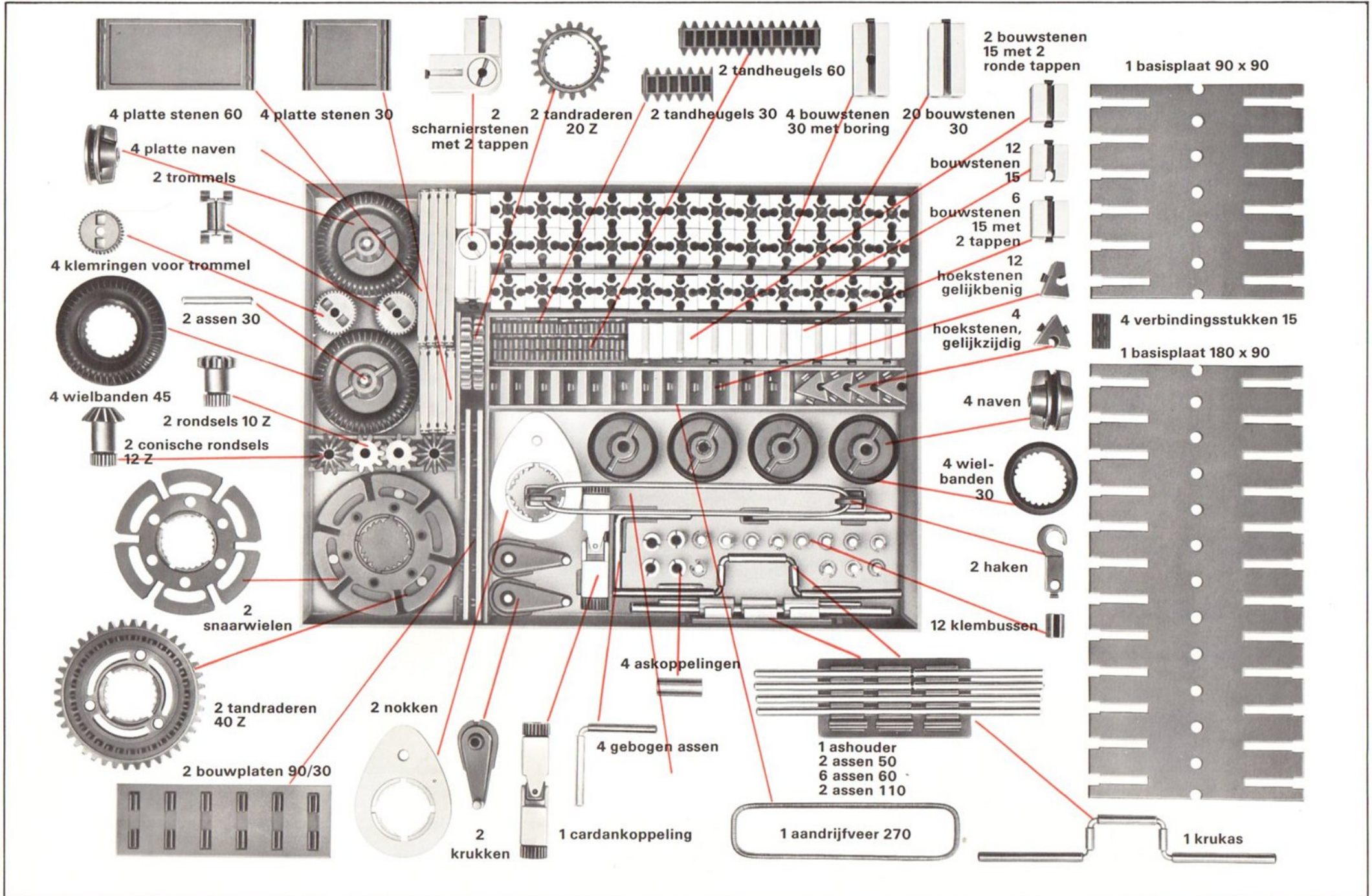
Met uitzondering van de dynamometers en het apparaat om schroeflijnen te traceren is het materieel bedoeld om inzicht te verwerven in allerhande technische principes, en veel minder om exacte metingen te doen. Daarvoor bevindt zich aangepaste uitrusting in het laboratorium van fysica.

De daadwerkelijke verwezenlijking van maquettes die werken volgens de vooropgestelde principes laat duidelijk **de kloof aanvoelen die er bestaat tussen de conceptuele wetenschappelijke kennis (theorie) en de toepassing ervan in concrete realisaties (praktijk)**. Bovendien brengen problemen van uitzicht, stevigheid, houdbaarheid en economie van middelen de leerling nog dichter bij de dagelijkse realiteit. Tenslotte is er nog de initiatie tot het technisch tekenen die een belangrijk onderdeel is van de vorming van de jonge mensen. De moderne wereld is ondenkbaar zonder aangepaste communicatiemiddelen. De diverse media zijn het voorwerp van ongehoorde inspanningen om hun doeltreffendheid te verhogen. De techniek was onleefbaar als ze de hulp van de technische tekening niet had. De conventionele technische tekening, het schema en de grafiek zijn machtige, eenvoudige en efficiënte dragers van informatie die, als een universele taal, overal toepassing vinden. Men moet echter de bijzondere grammatica en syntaxis van deze taal beheersen. Daarvoor werden de drie bouwdozen "Fischergeometric" ontworpen. De eerste bevat kubus- en balkvormige elementen, de tweede prismatische en de derde cilindrische elementen. Men kan aldus, uitgaande van vlakke figuren van constante dikte, komen tot de gestyliseerde voorstelling van machine-onderdelen. Wat echter vooral belangrijk is, is het feit dat zowel het tekenen als het planlezen kan inge oefend worden, zelfs het construeren en tekenen aan de hand van verbale instructies. Als men bedenkt dat slechts weinig - zelfs in de techniek actieve - mensen echt tekenen, maar dat we allen vroeg of laat met technische tekeningen geconfronteerd worden, dan ziet men dadelijk het overwegend belang van het planlezen in. Men kan echter deze vaardigheid niet doelmatig verwerven als men ook niet leert zijn ideeën tot uitdrukking te brengen bij middel van de genormaliseerde grafismen. "Fischergeometric" is hiervoor HET aangewezen middel. Het voorliggend werkje geeft een overzicht van de mogelijkheden die er bestaan met de bouwdozen U-T 1, U-T 2, U-T 3 in de geest van de leerplannen voor "Technologische Opvoeding" en, ter aanvulling, enkele suggesties in verband met elektronica en regeltechniek die thuishoren in het leerplan "Techniek" van de optie techniek-wetenschappen en de technische doorstromingsrichtingen.

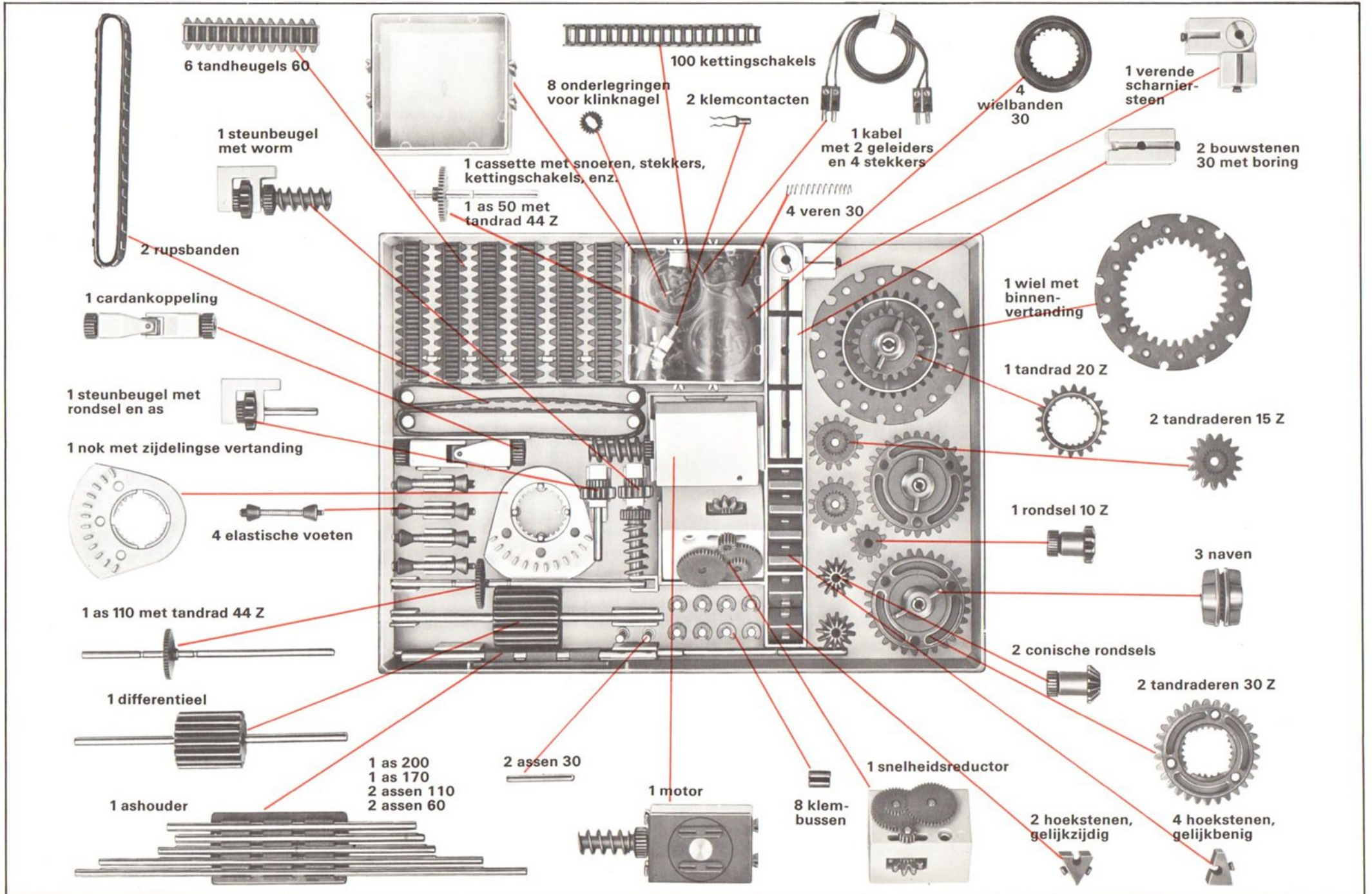






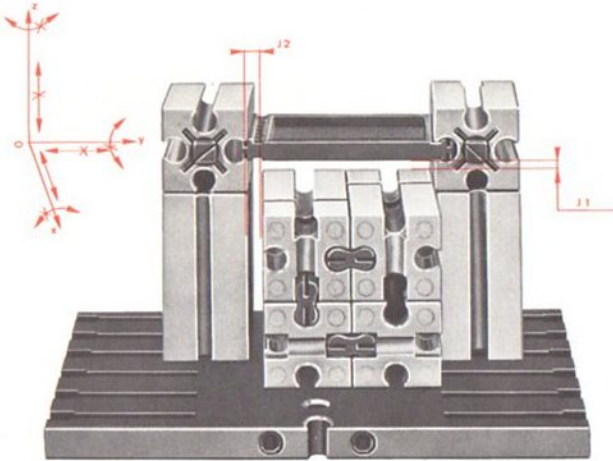




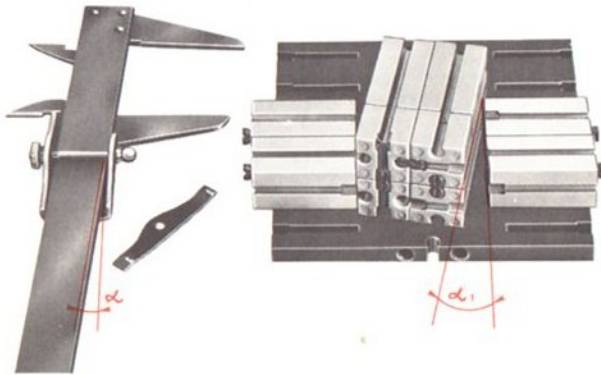




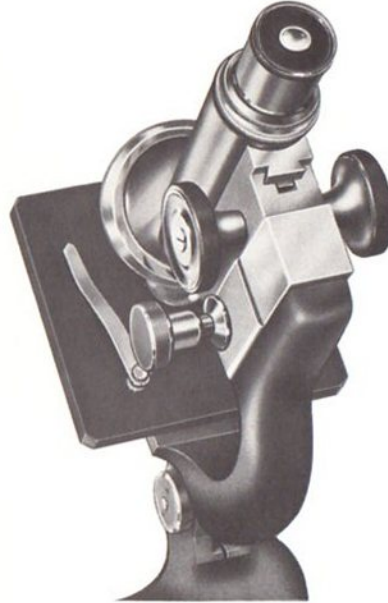
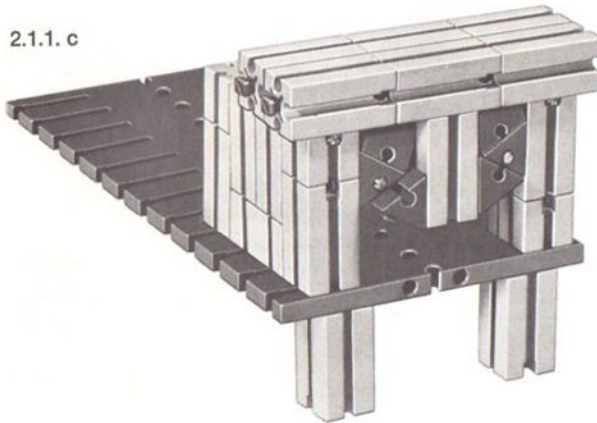
2.1.1. a



2.1.1. b



2.1.1. c



### 2.1.1. DE GELEIDING BIJ RECHTLIJNIGE TRANSLATIE

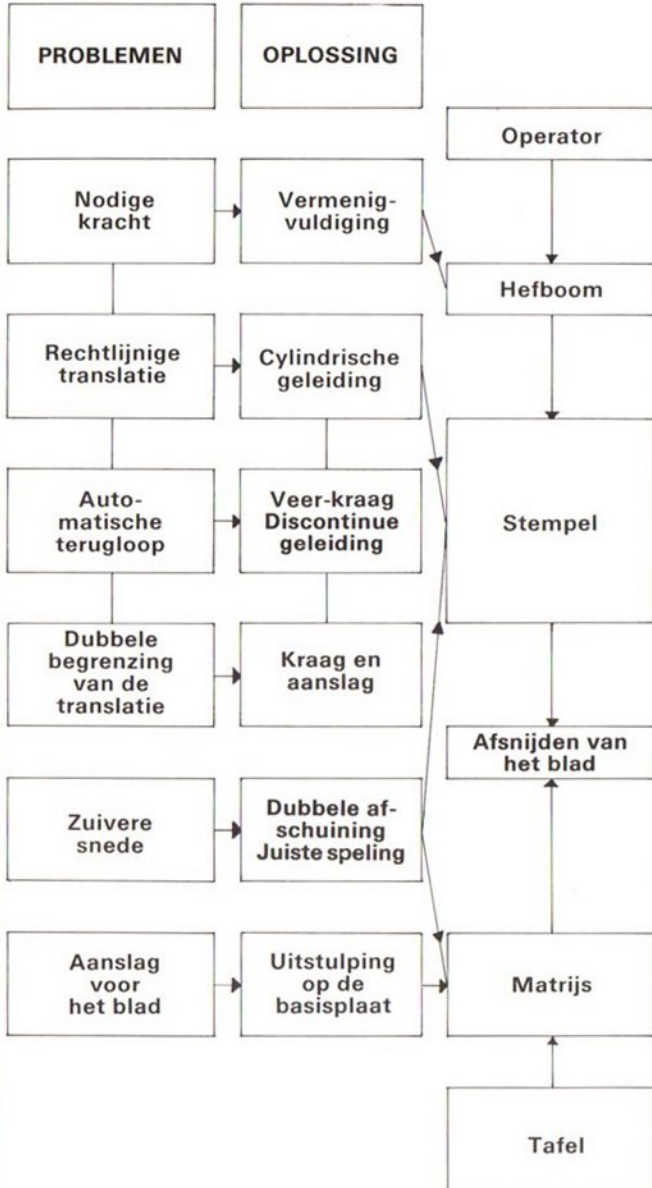
2.1.1. a) Beweging van een glijblok in een prismatische geleiding: speling en mogelijkheid van regeling ervan.

2.1.1. b) Betrekking tussen overhoekse beweging, speling en lengte van de geleiding; noodzakelijkheid de speling op te heffen bij sommige geleidingen: voorbeeld van de schuifmaat.

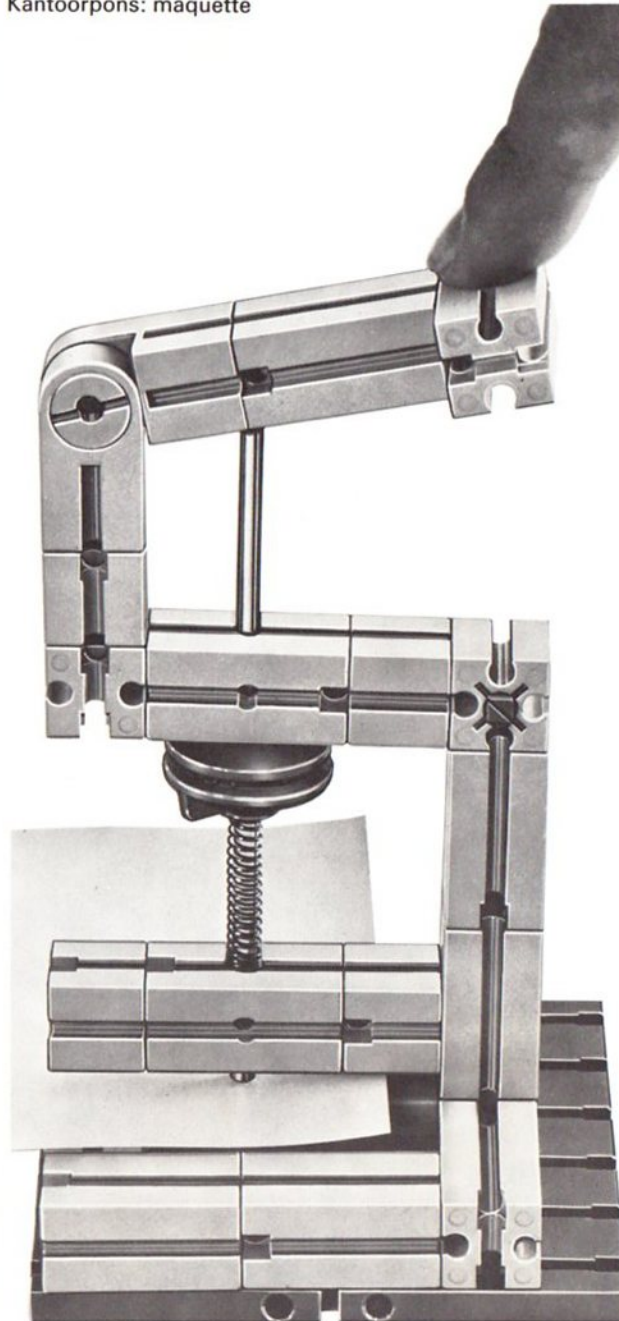
2.1.1. c) Geval van geleiding in zwaluwstaartvorm; toepassing bij precisiemechanismen: voorbeeld: de microscoop.



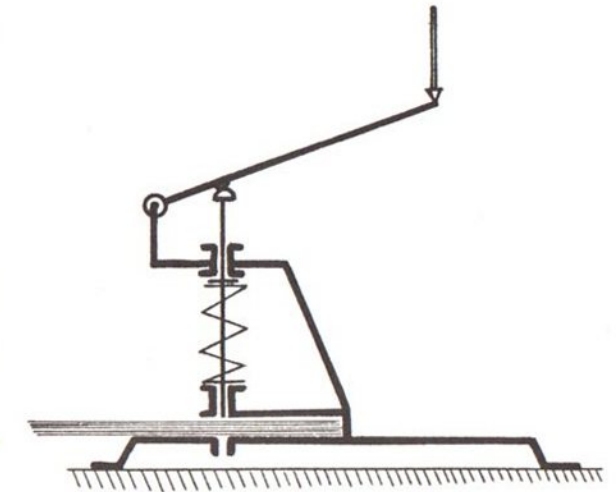
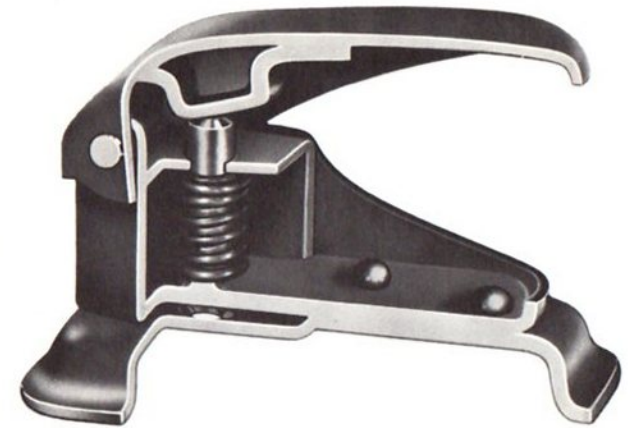
**TECHNOLOGISCHE STUDIE VAN DE PROBLEMEN DIE BIJ DE KANTOORPONS OPTREDEN.**



Kantoorpons: maquette



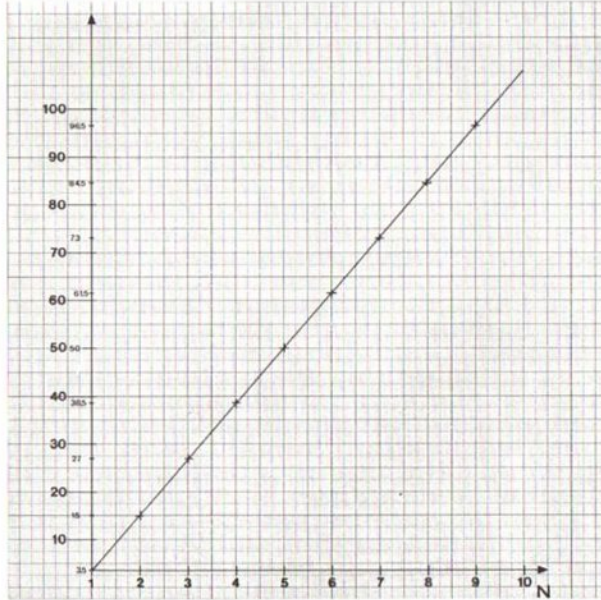
Kantoorpons: voorwerp



Kantoorpons: schema

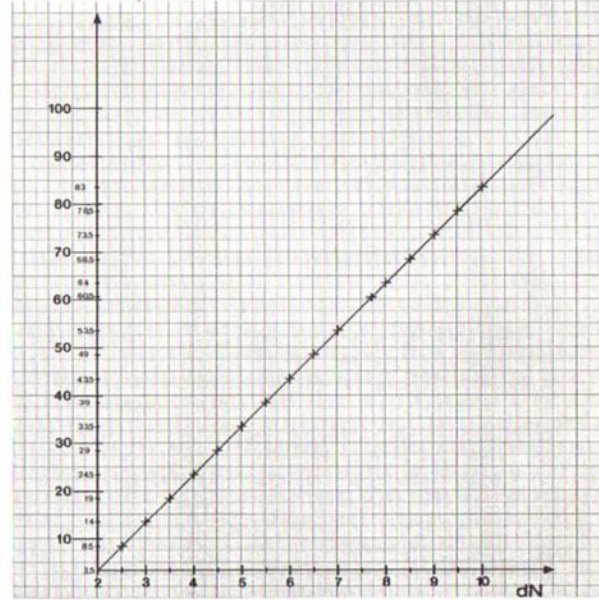


Schaaldelen

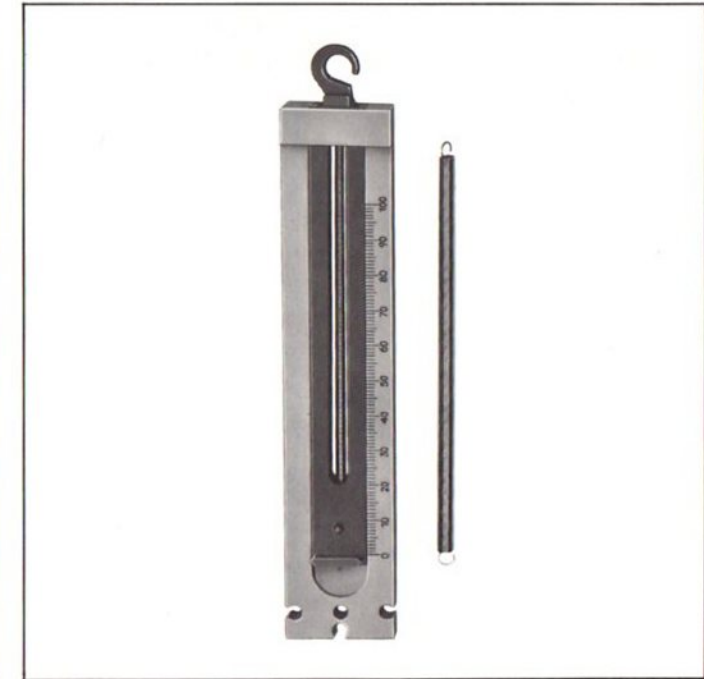


2.2.1 (1)

Schaaldelen



2.2.1 (2)



### 2.1.2. DE KANTOORPONS

Technologische studie van een voorwerp waarbij men op de maquette de problemen oplost die gesteld worden door de geleiding van de stempel en zijn terugloop naar de ruststand; de maquette vergemakkelijkt de overgang van object naar technologisch schema; bovendien laat ze een experimentele studie toe van de invloed van de lengte van de geleiding op de overhoekse beweging van de stempel.

### 2.2.1. DE DYNAMOMETER

De dynamometer en zijn twee onderling verwisselbare veren: mogelijkheid tot ijken, hetzij door vergelijking met een standaarddynamometer, hetzij door het gebruik van het gewicht van geijkte massa's: voorbeeld van curven, bekomen met de twee veren.

2.2.1. (1) veer met veerkracht van ca 1 N/cm

2.2.1. (2) veer met veerkracht van ca 0,1 N/cm

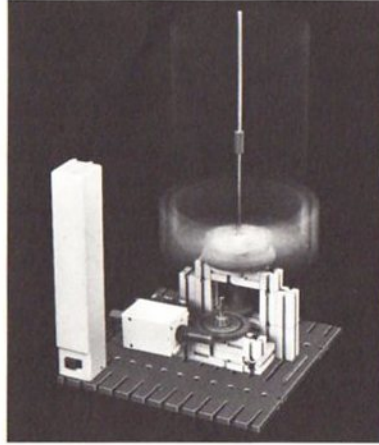
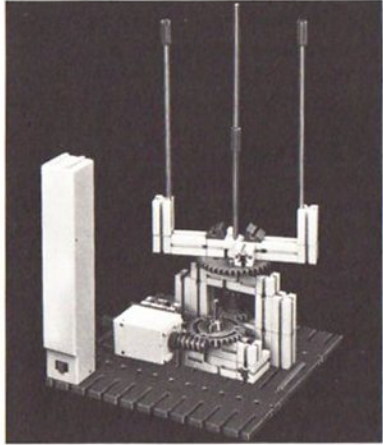
Deze dynamometer met zijn ijkcurve kan in het vervolg gebruikt worden voor alle metingen van krachten: studie van de hefbomen, bepalen van gewichten . . .

Men dient op te merken dat in ruststand de windingen van de veren aaneensluiten en dat de betrekking tussen schaalverdeling en intensiteit van de kracht een affiene functie is en niet een lineaire.

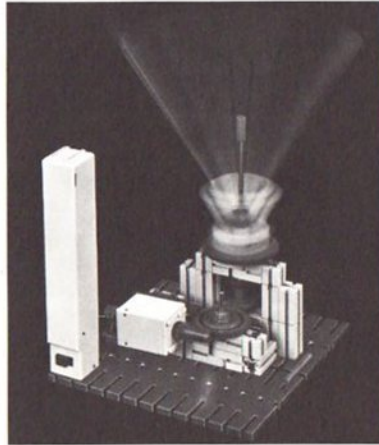
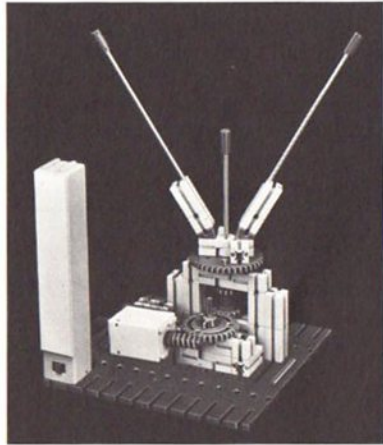


MAQUETTES VOOR DE STUDIE VAN OMWENTELINGSLICHAMEN DIE ONTSTAAN DOOR DE ROTATIE VAN EEN FIGUUR ROND EEN AS.

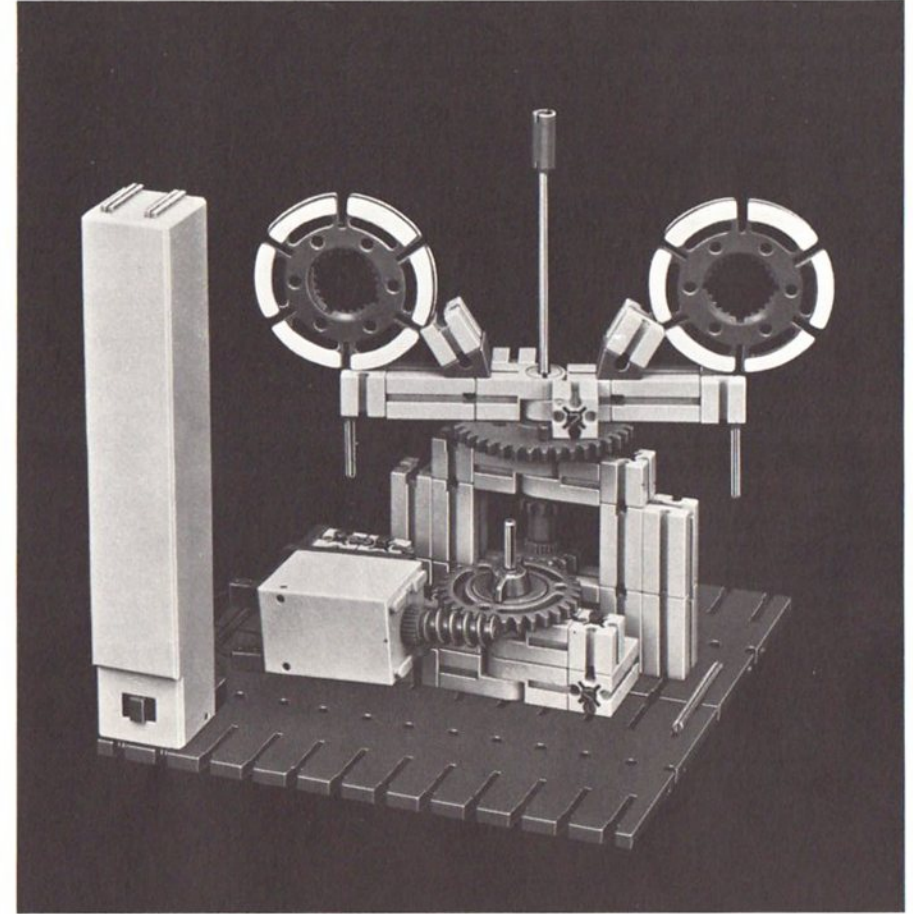
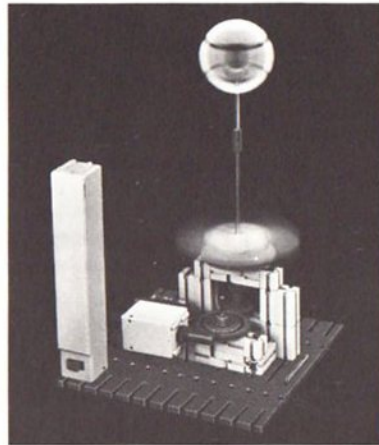
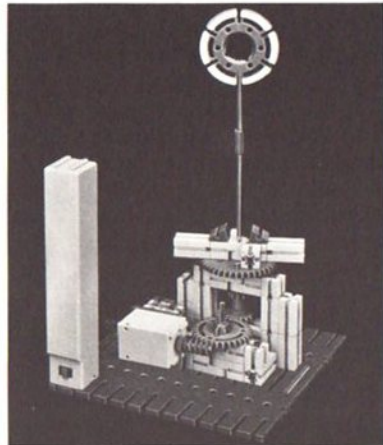
1. segment van een rechte, evenwijdig aan de rotatieas: genereren van een cylinder



2. segment van een rechte dat de rotatieas snijdt: genereren van een kegel

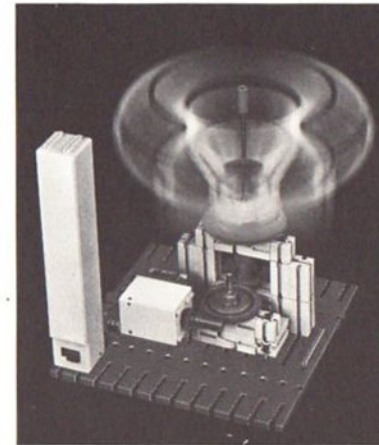


3. ronde schijf rond een diameter: genereren van een bol



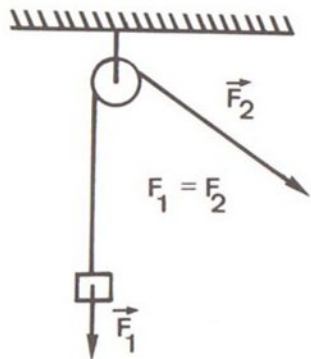
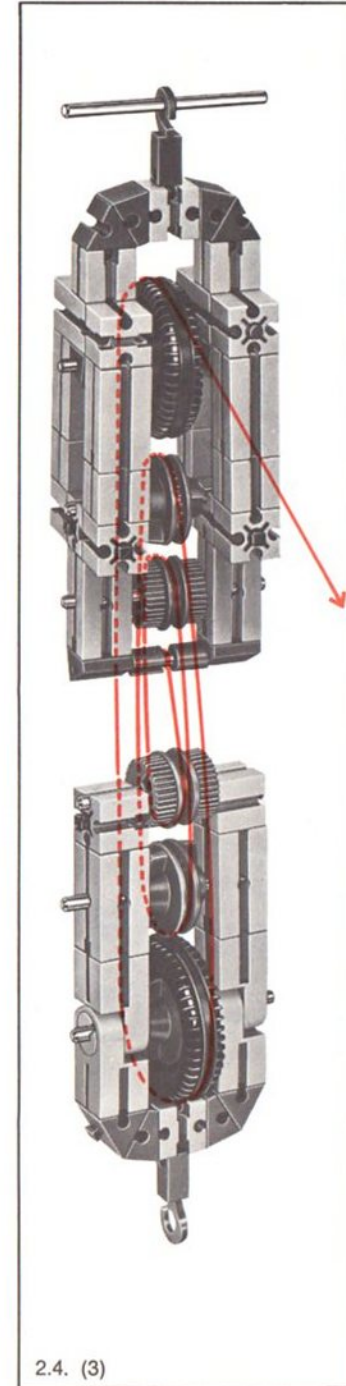
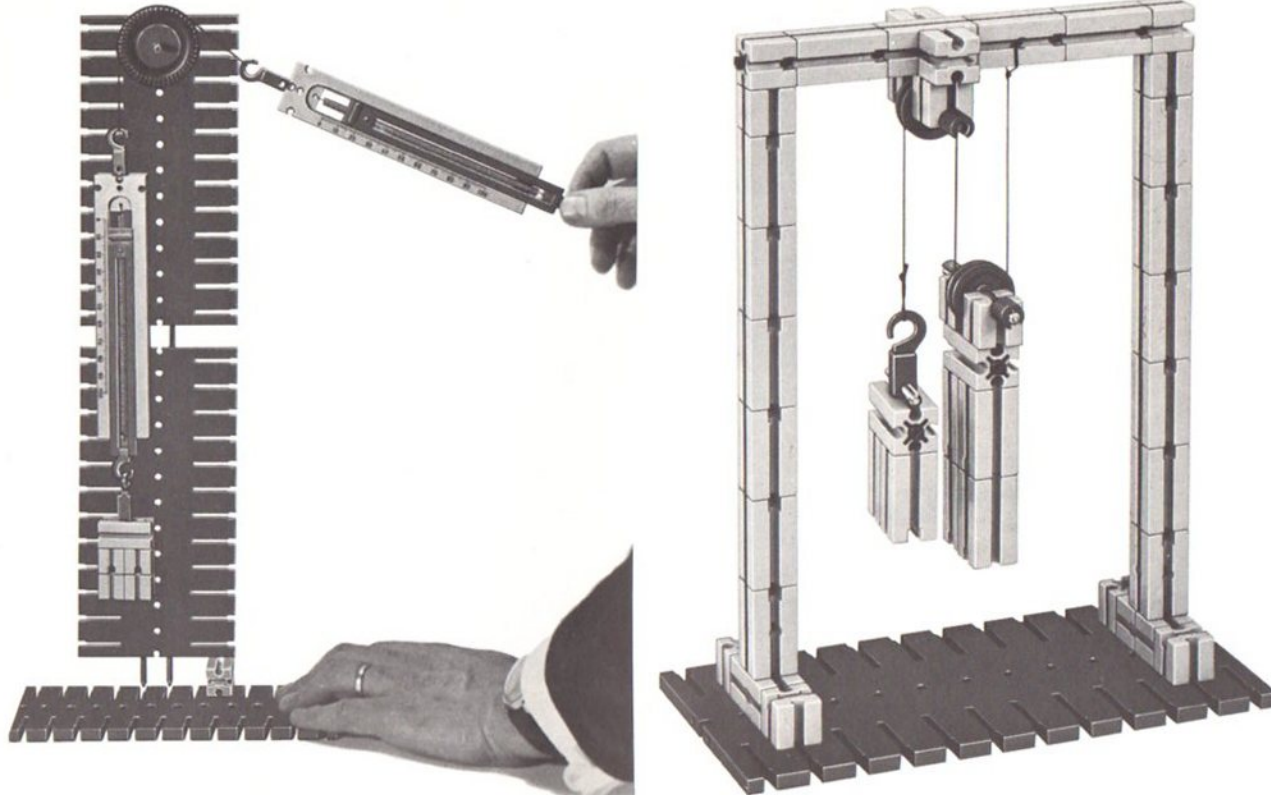
**Nota:** in de gevallen 3 en 4 de velg van het wiel 31019 met witte verf of met wit zelfklevend papier bedekken.

4. ronde schijf rond een as, die ze niet snijdt: genereren van een ring (torus)

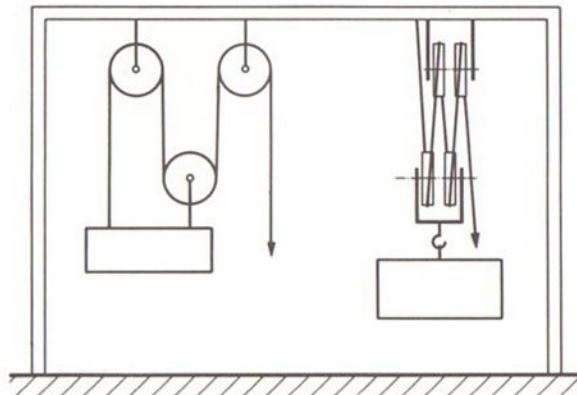




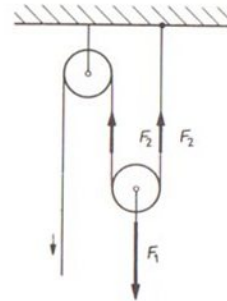
2.4. (1)



2.4. (1)



2.4. (2)



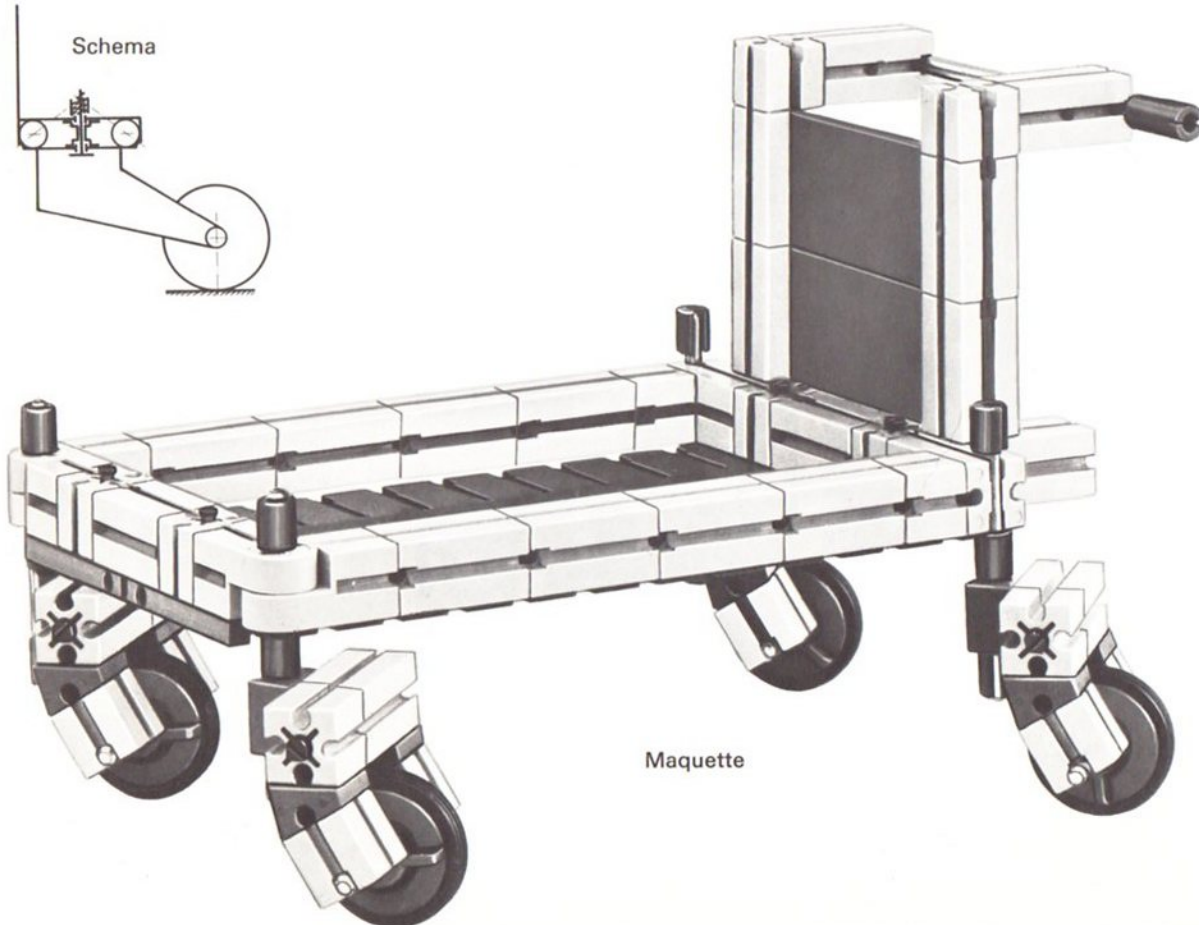
2.4. (2)

Verscheidene toepassingen van de wielen en meting van de krachten. Bouw van verschillende soorten katrollen en takels.



## 2.5. ZWENKWIEL VOOR INKOOPWAGENTJE

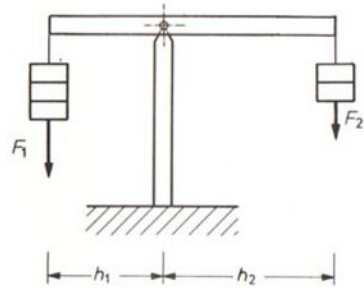
Voorbeeld van een systeem met 2 vrijheidsgraden voor de draaibeweging van de wielen van het wagentje. Men bestudeert het als een systeem dat toelaat aan het wagentje een totale verplaatsingsvrijheid op het horizontaal vlak te geven.



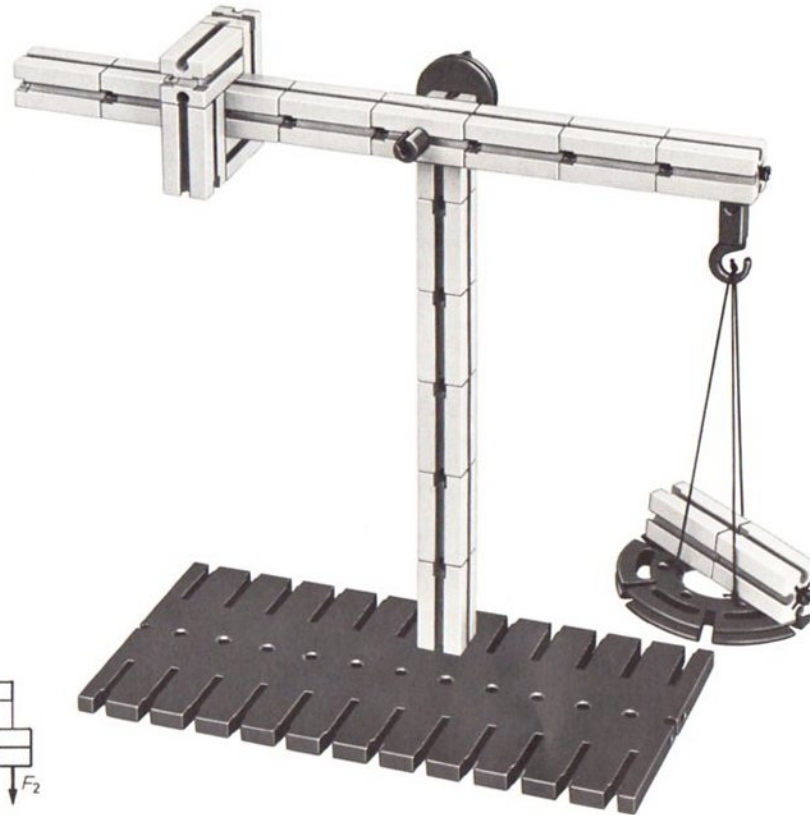
Nr.	Aant.	Benaming	Mat.	Opmerkingen
1	1	Hoed	Z. St.	Diepgetrokken
2	1	Hoeksteun	Z. St.	Diepgetrokken
3	1	Bovenste cup	Z. St.	Diepgetrokken
4	1	Onderste cup	Z. St.	Diepgetrokken
5	1	Tussenstuk	Z. St.	Bewerkt
6	1	Ring	Nylon	Geperst
7	2	Flens	Z. St.	Diepgetrokken
8	2	Wielstijf	Z. St.	Diepgetrokken
9	1	Band	Gummi	Handel
10	1	Bout H M 12-35		NF E 27 311
11	1	Bout H M 10-45		NF E 27 311
12	1	Moer H M 12		NF E 27 411
13	1	Blindmoer M 10		NF E 27 453
14	2	Onderlegging		NF E 27 611
15	1	Onderlegging		NF E 27 611
16	20	Kogel $\varnothing$ 5		
17	40	Kogel $\varnothing$ 2		
				Naam
Zwenkwiel.				Schaal: 1



2.6.2.



2.6.3.

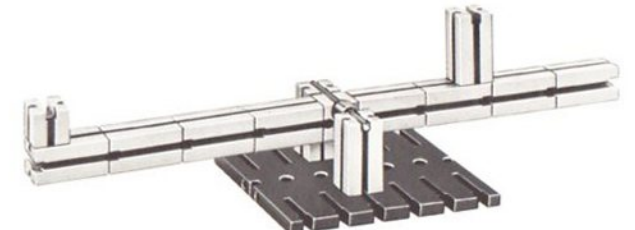
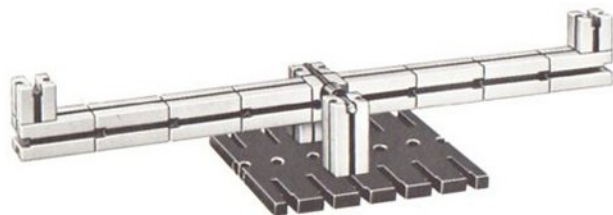


2.6.1. Opsporen van de evenwichtsvoorwaarden van een systeem, draaibaar rond een horizontale as.

2.6.2. Evenwichtsvoorwaarden van een juk.

2.6.3. Romeinse balans: constante tara, veranderlijke hefboomarm.

2.6.1.

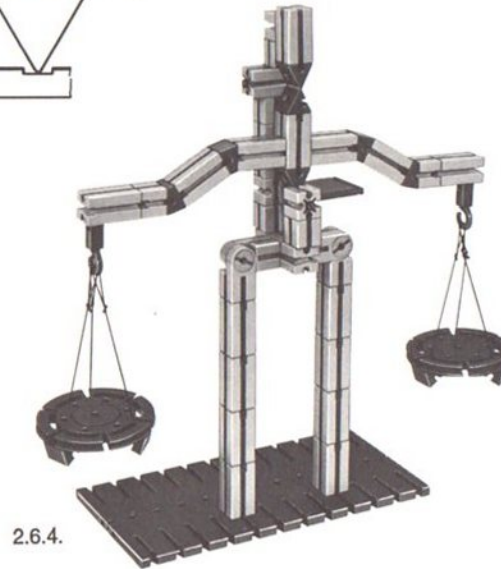
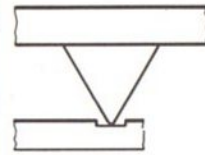




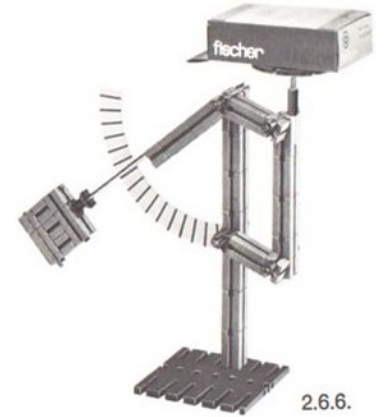
2.6.4. TREBUCHET-BALANS: gelijke hefboomarmen

2.6.5. ROBERVALBALANS: de horizontale positie van de schalen wordt bekomen door een tweede hefboomarm, die met het juk een scharnierend parallellogram vormt.

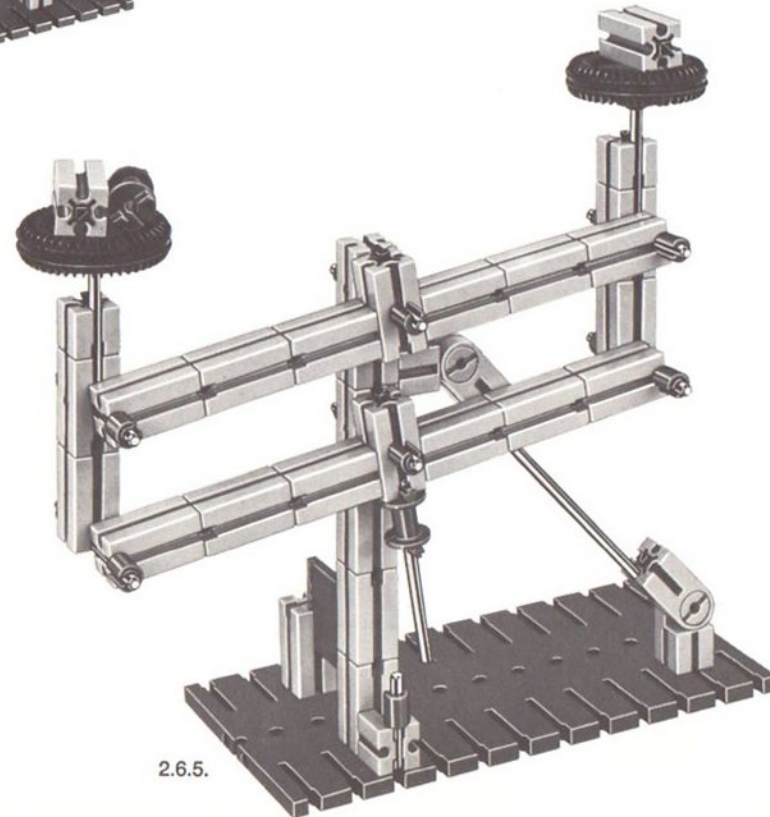
2.6.6. HET BRIEFWEEGTOESTEL: men vindt er de problemen terug van de veranderlijke hefboomarm en van het scharnierend parallellogram.



2.6.4.



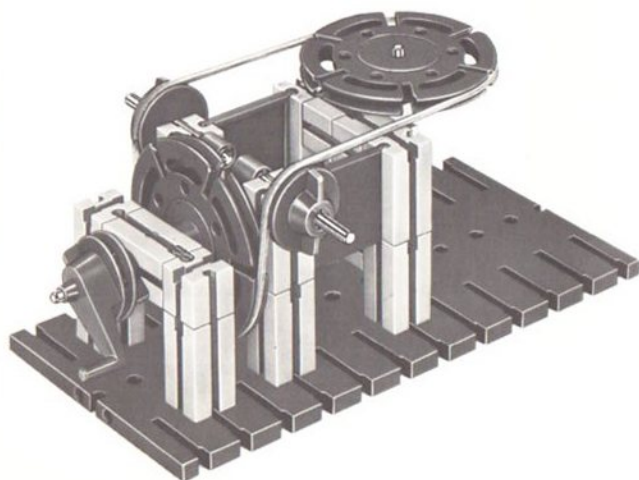
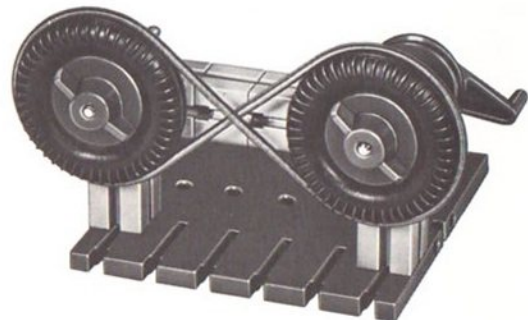
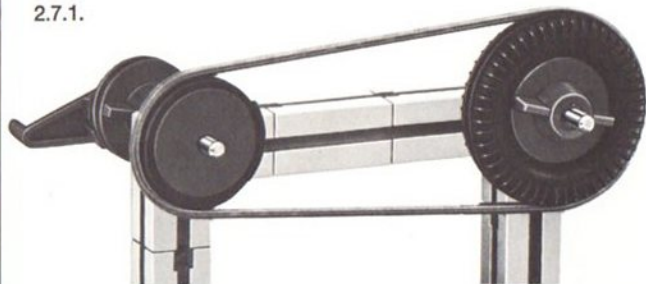
2.6.6.



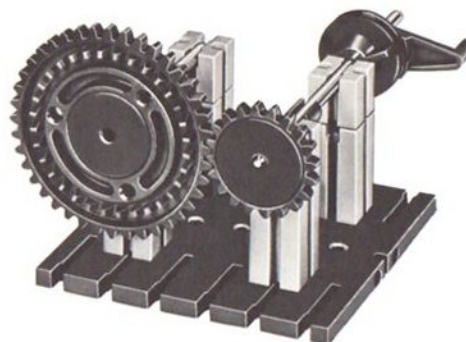
2.6.5.



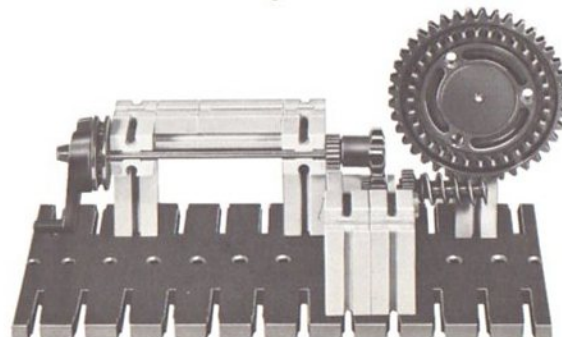
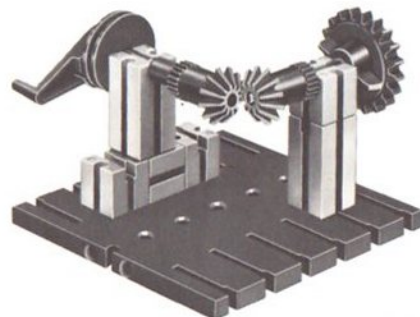
2.7.1.



2.7.2.



2.7.3.



Experimentele studies van de overbrengingsmogelijkheden bij diverse onderlinge standen van de drijvende en de gedreven assen en in functie van de verhouding van de diameters van de wielen en rotatiesnelheden.

2.7.1. SYSTEMEN MET RIEM EN RIEMSCHIJF

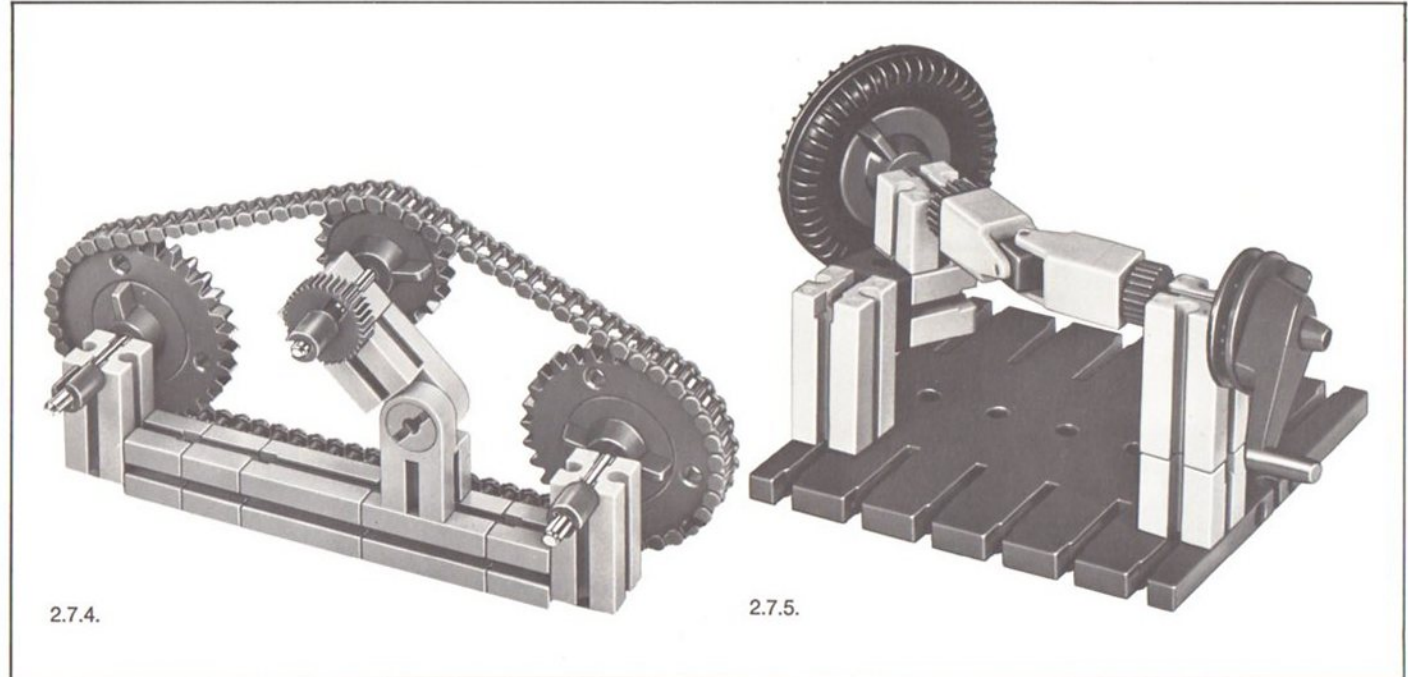
2.7.2. TANDWIELEN MET RECHTE VERTANDING  
(evenwijdige assen)

2.7.3. KONISCHE RONDSELS EN WORM MET WORMWIEL  
(loodrechte assen, respectievelijk snijdend en kruisend)



2.7.4. KETTINGTRANSMISSIE

2.7.5. CARDANKOPPELING:  
transmissie door middel van elkaar snijdende assen die  
onderling een willekeurige hoek vormen



2.7.4.

2.7.5.

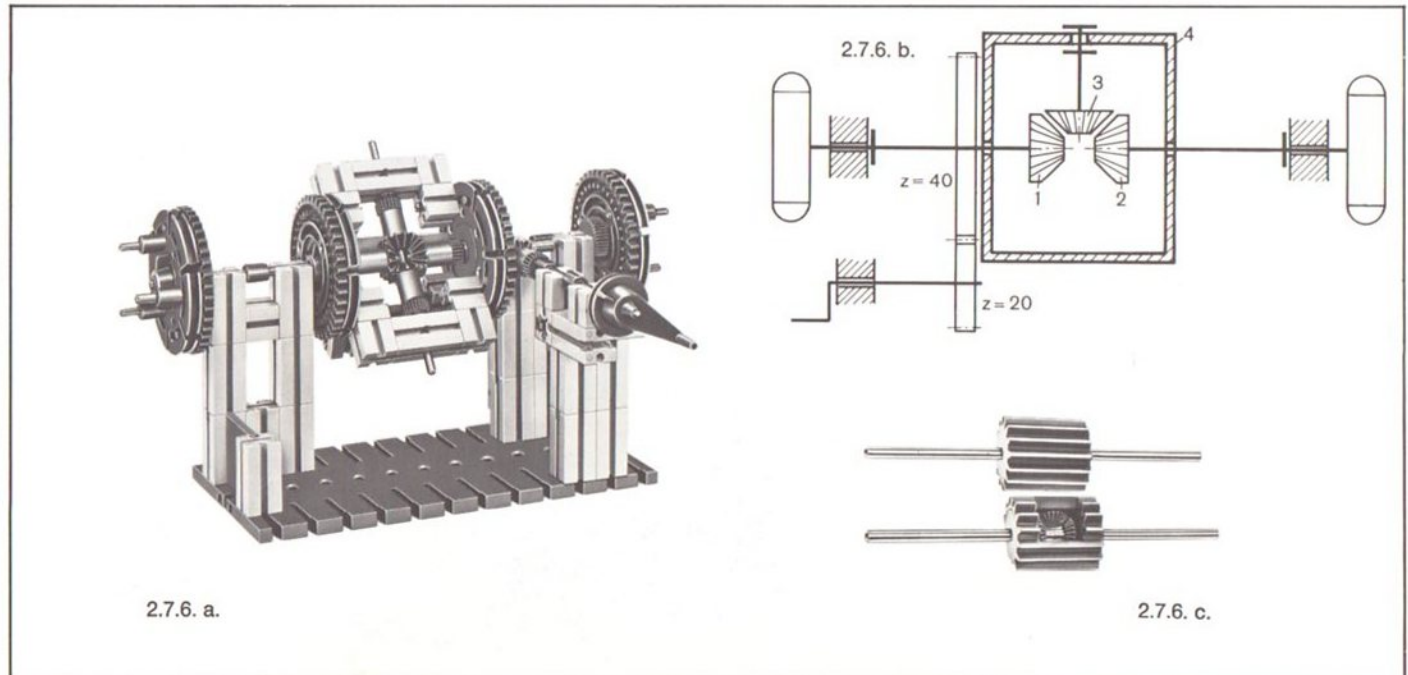
2.7.6. DIFFERENTIEEL

2.7.6.a. Maquette van het differentieel

2.7.6.b. Schema

1 & 2: Conische rondsels - 3: los rondsel - 4: kooi

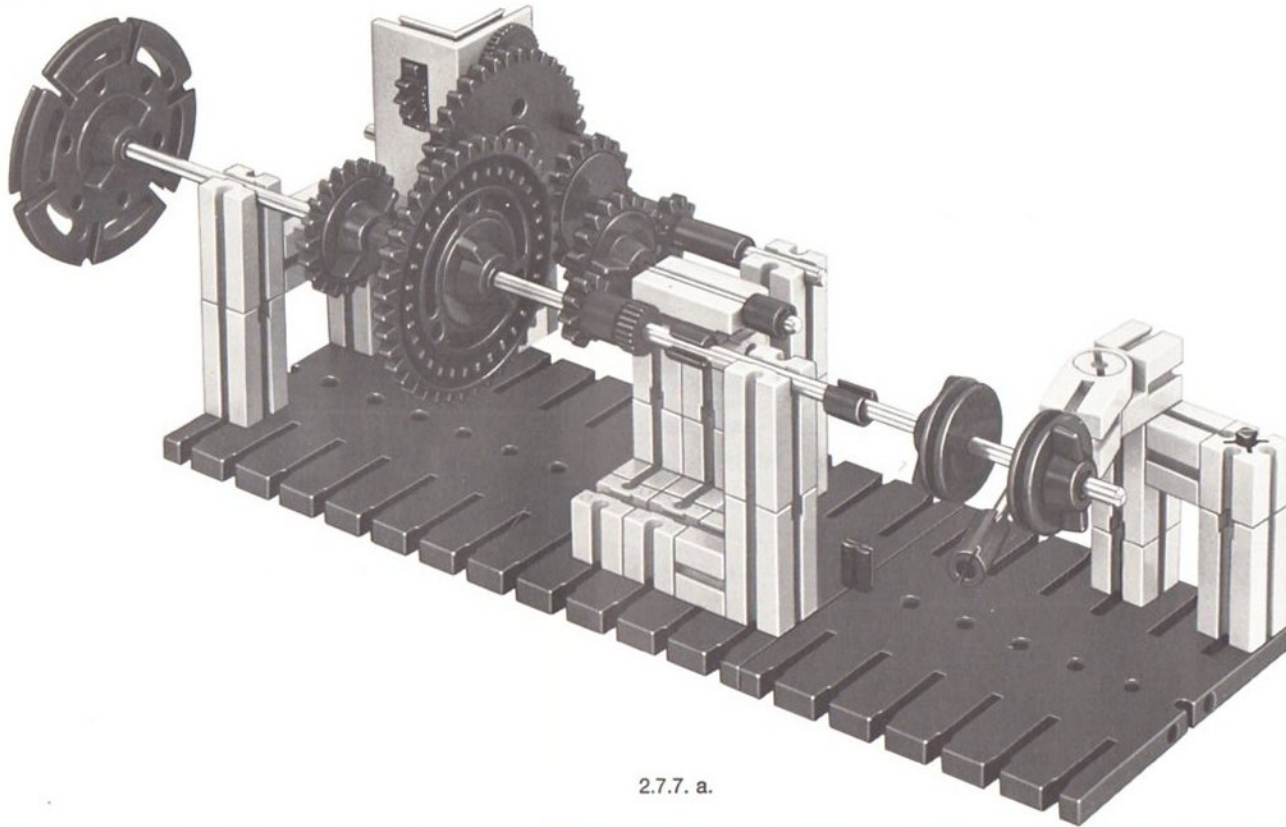
2.7.6.c. Differentieel van de doos U-T 2



2.7.6. a.

2.7.6. c.



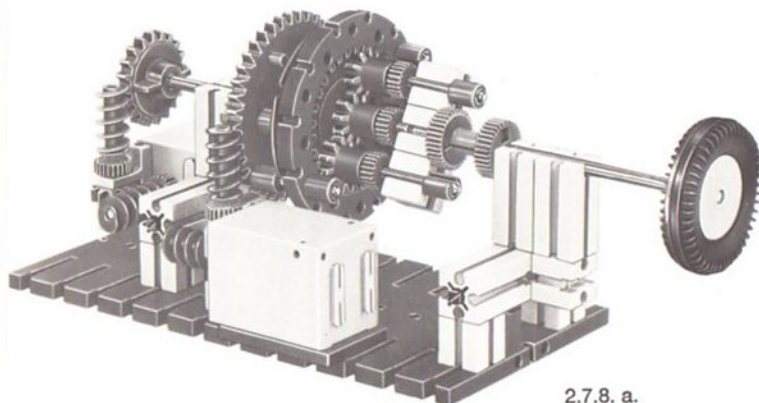
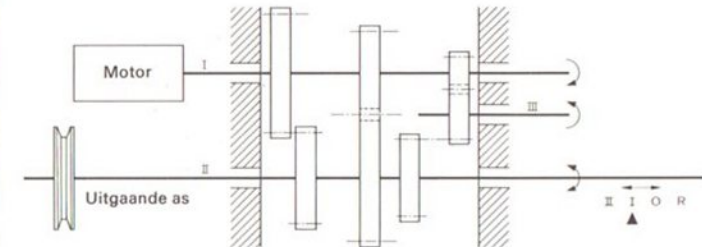


2.7.7. a.

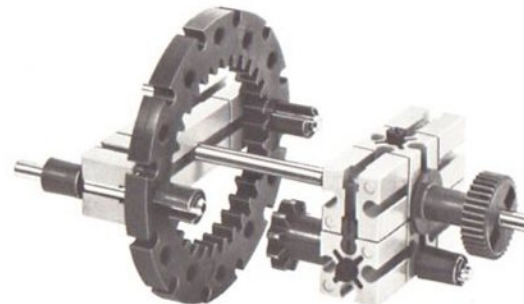
## 2.7.7. GANGWISSEL

2.7.7.a. Maquette van een gangwissel met 2 gangen vooruit -  
1 gang achteruit - 1 dood punt

2.7.7.b. Schema: verhouding in 1e gang  $\frac{1}{2}$   
verhouding in 2de gang  $\frac{2}{1}$   
verhouding in gang achteruit  $\frac{1}{1}$



2.7.8. a.



2.7.8. b.

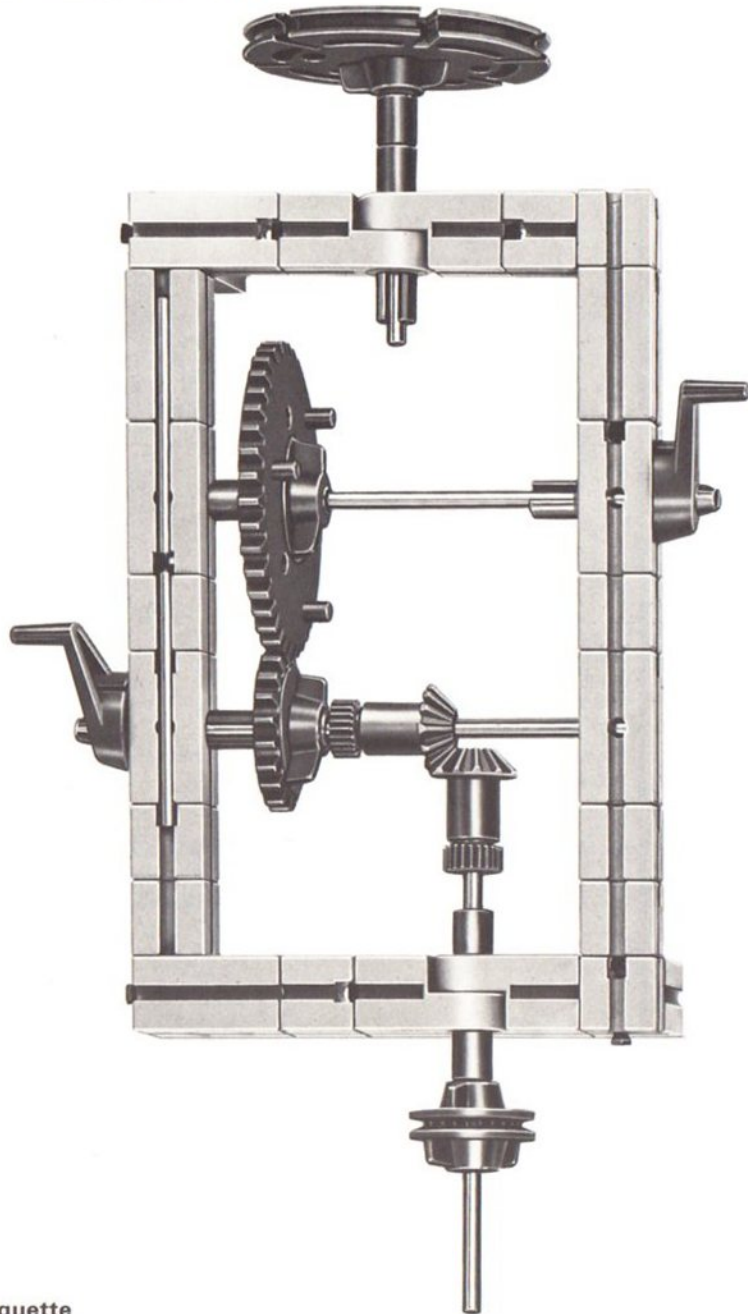
## 2.7.8. HYPOCYCLOÏDALE SNELHEIDSREDUCTOR

2.7.8.a. Ensemble van motor en snelheidsreductor

2.7.8.b. Montage van de satellieten op de planeetkroon

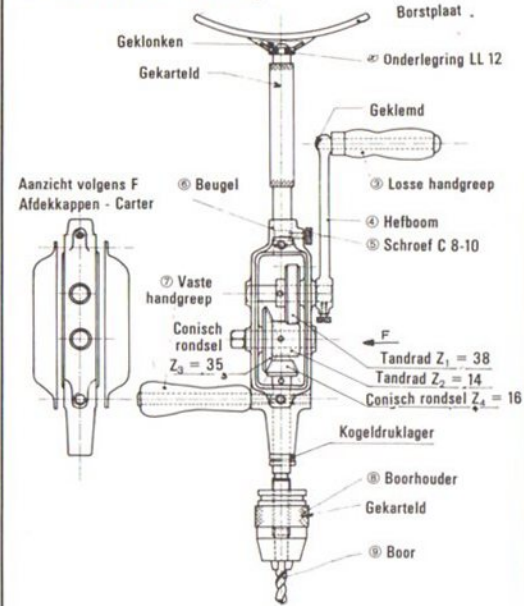


2.7.9. HANDBOORMACHINE

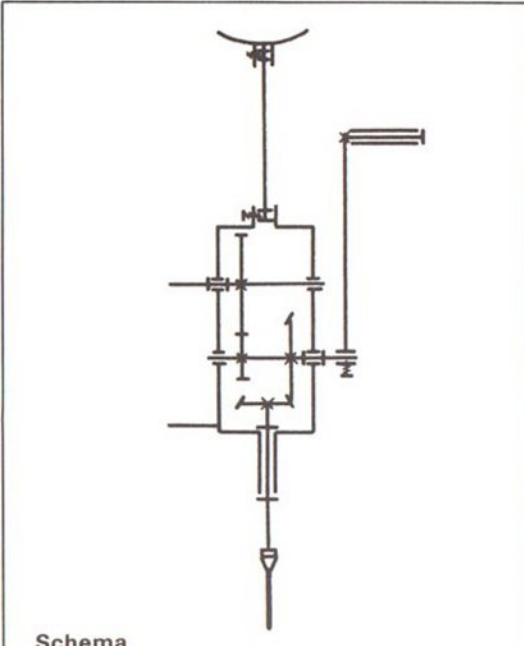


Maquette

technische tekening



Schema



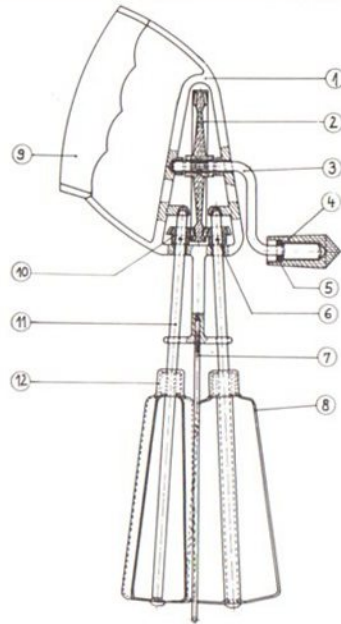
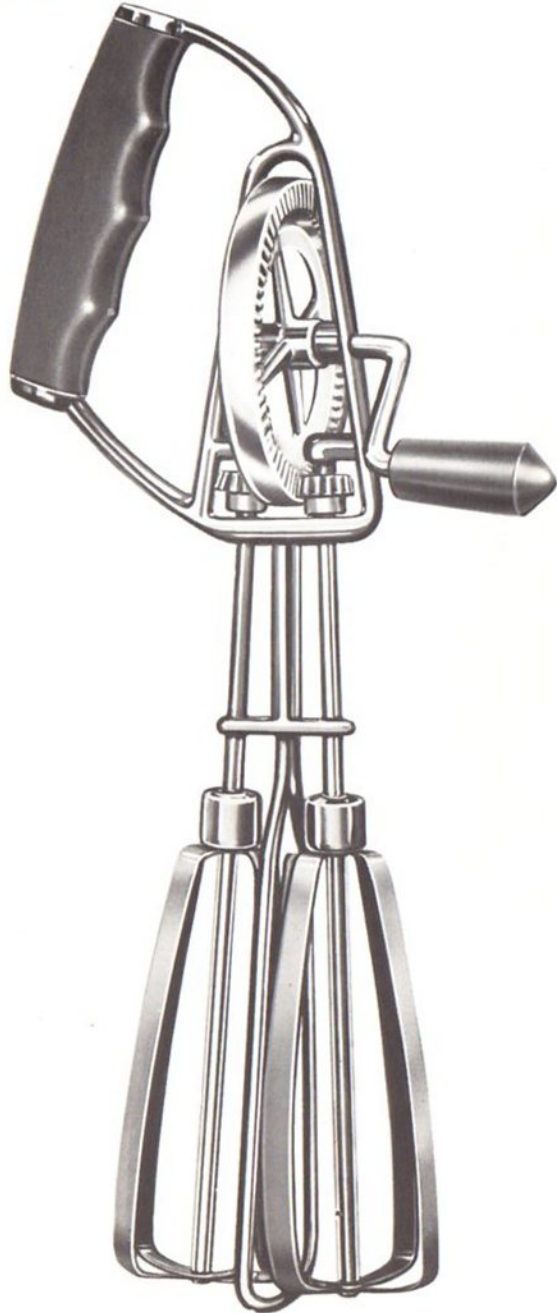
Voorwerp:



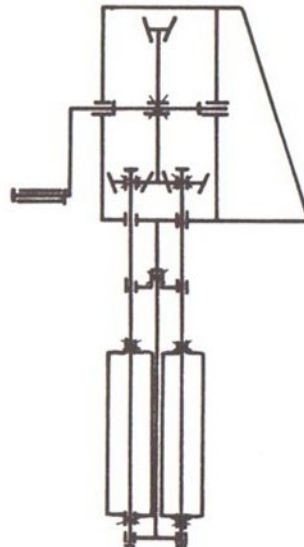
Technisch voorwerp waarbij de overbrenging van de rotatiebeweging naar een evenwijdige en een loodrechte as door tandwielen gebeurt.



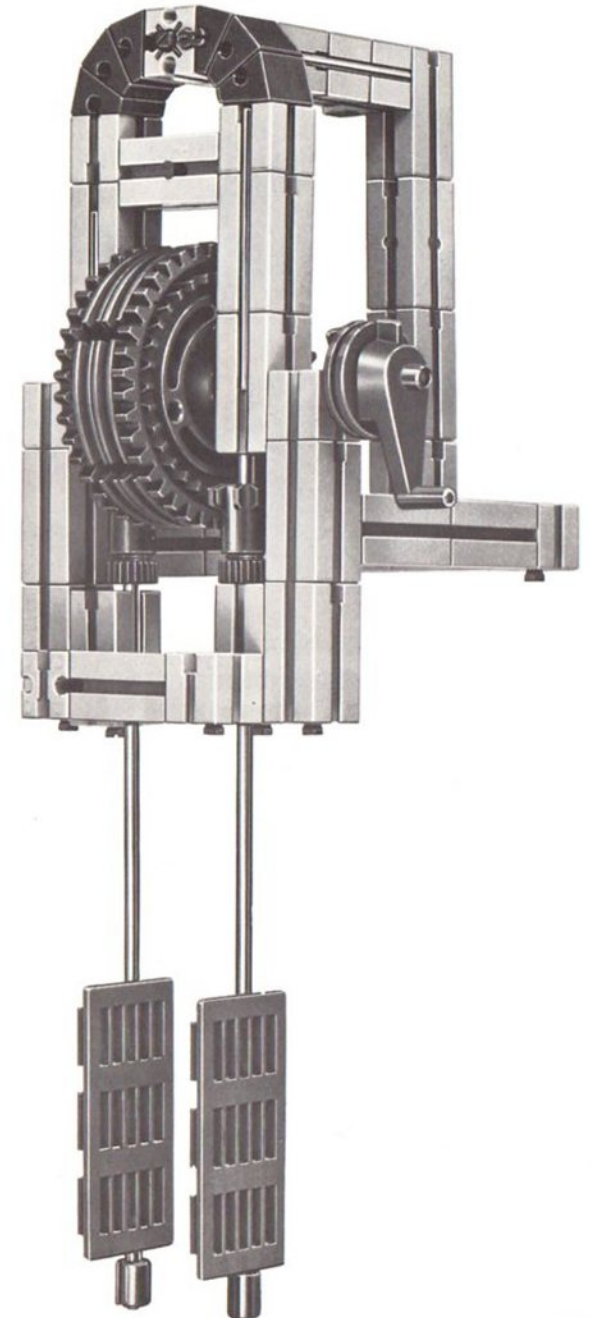
2.7.10. EIERKLOPPER



Technische tekening

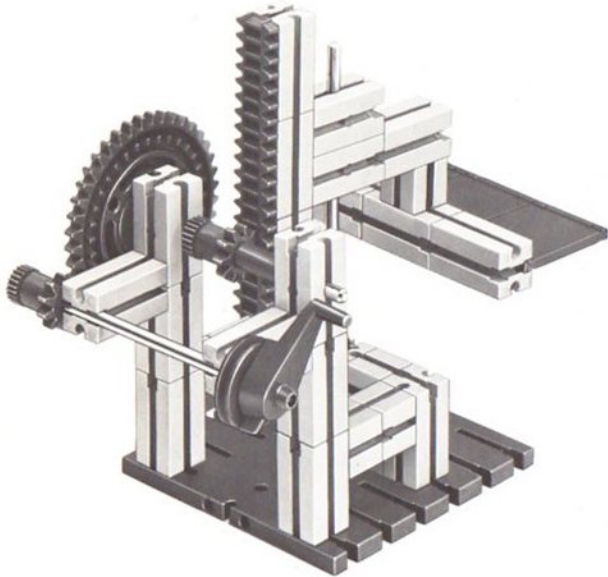


Schema



Maquette

2.8.2. a



## 2.8.2. SYSTEEM MET RONDSEL EN TANDHEUGEL

- a) maquette van een windas
- b) tandheugel van een comparator

## 2.8.1. SCHROEFLIJNTRACEERAPPARAAT

Samenstelling van een translatiebeweging langs de geleidingsstaven en van een rotatie: cirkelvormige schroeflijn.

De experimentele studie van de schroeflijn gebeurt met het oog op het onderzoek naar de vorm van de schroefdraad bij het bout-en-moer systeem.

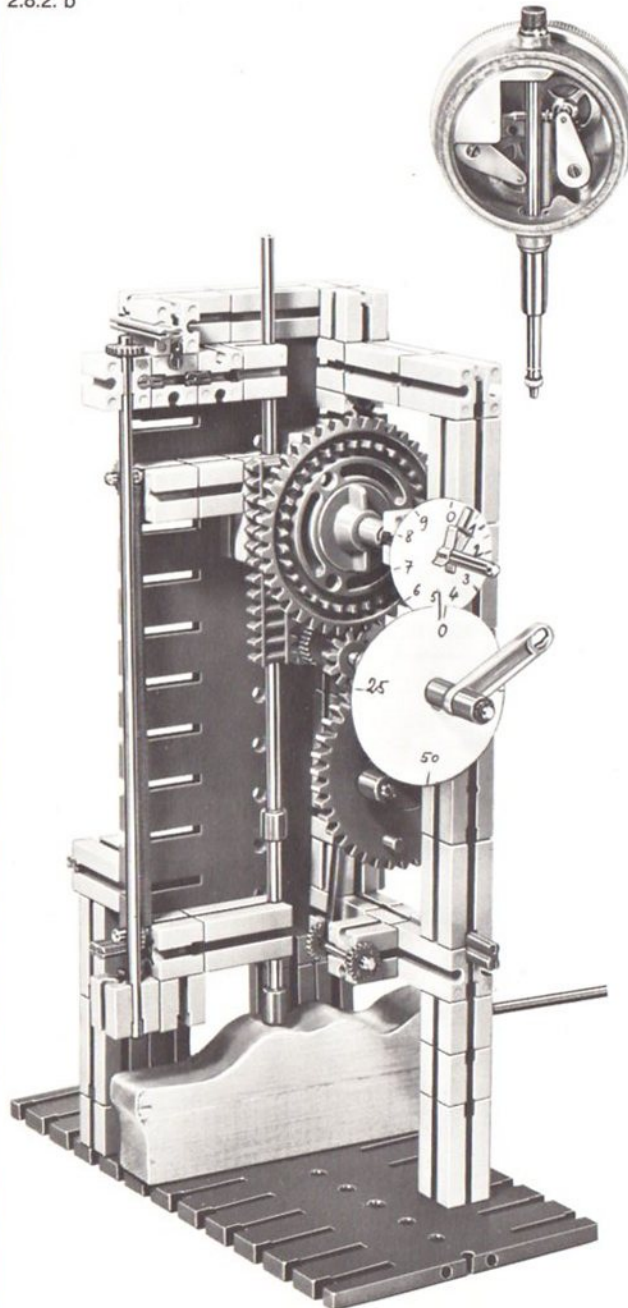
Schroeflijntraceerapparaat, hoofdzakelijk samengesteld uit:

- a) een traceerstift: een passerpotlood, dat tegen de trommel aangedrukt wordt door middel van de Fischertechnik 31308 (U-T 3) verende scharniersteen.

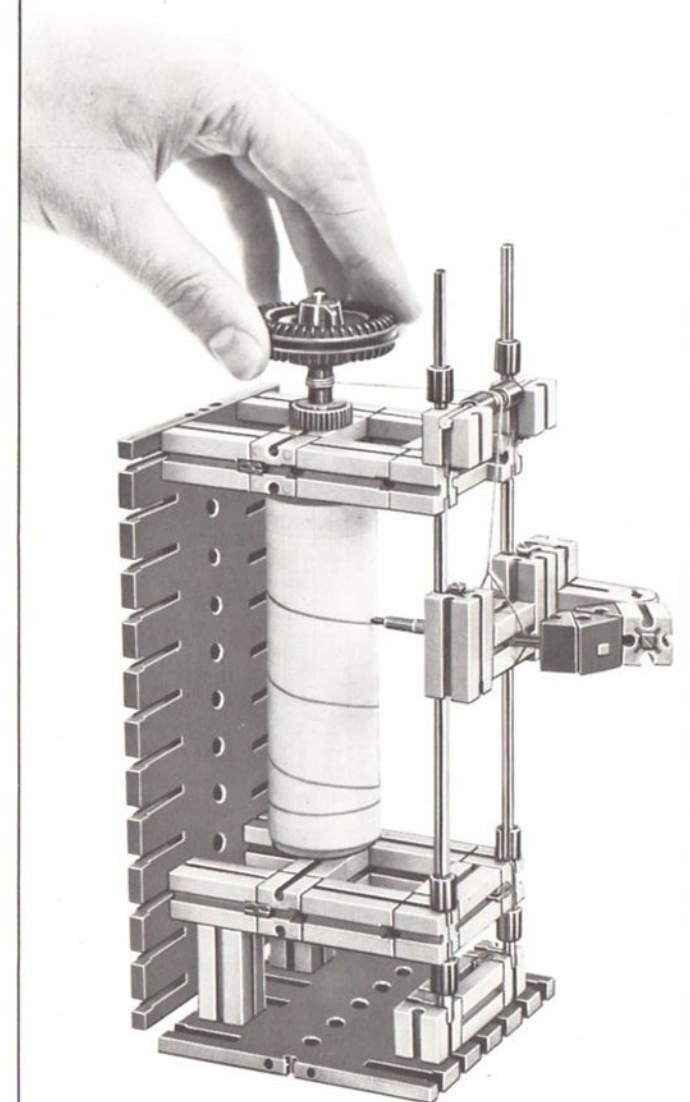
- b) een trommel: plastic buis met een diameter 30, vast gemonteerd op de verticale as bij middel van twee navens met gummi banden (resp. 31015 en 31017 U-T 1).

Het aanspannen van de navens doet de gummibanden uitzetten zodat de plastic buis geklemd wordt en gaat meedraaien.

2.8.2. b

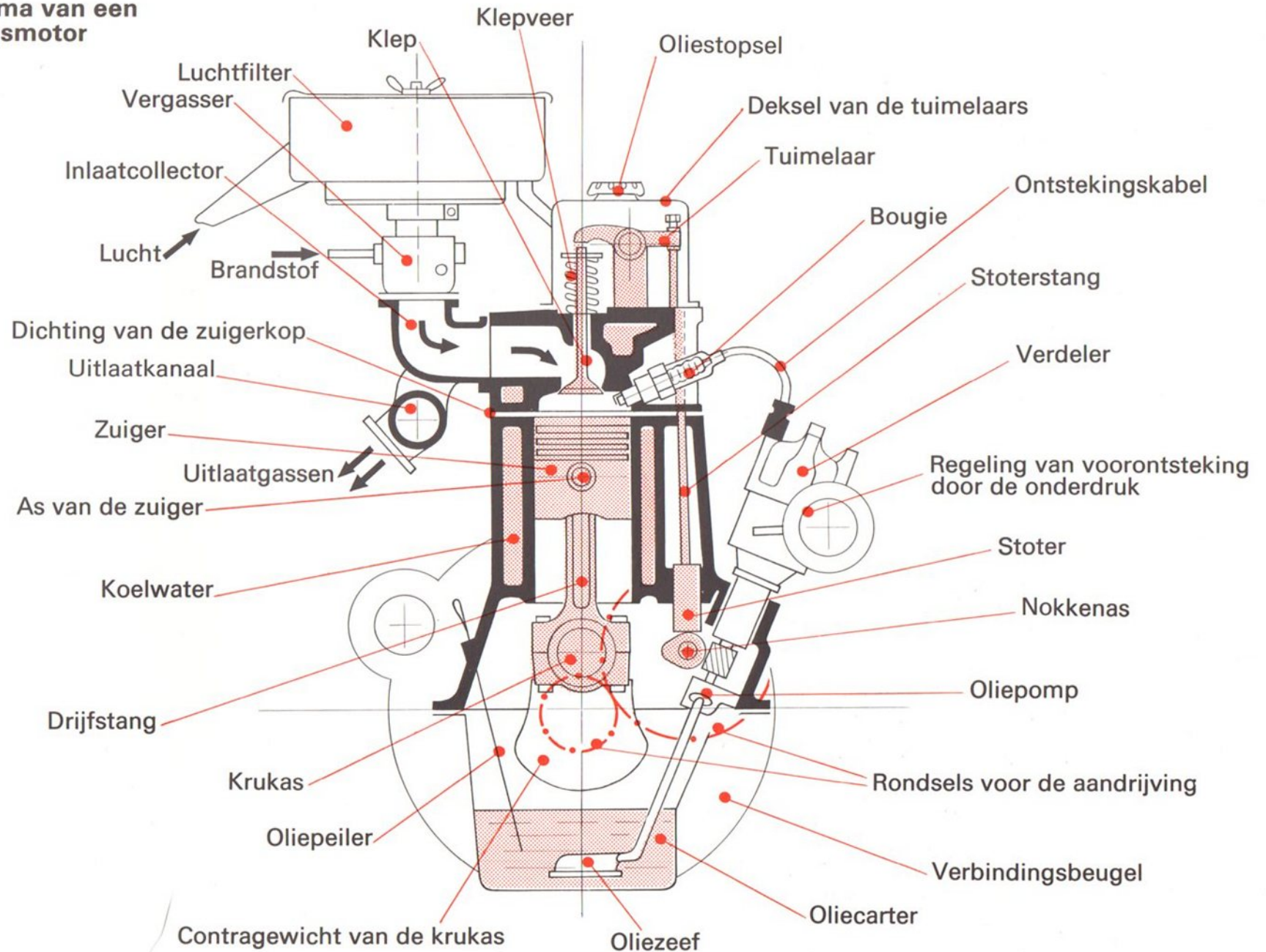


2.8.1.

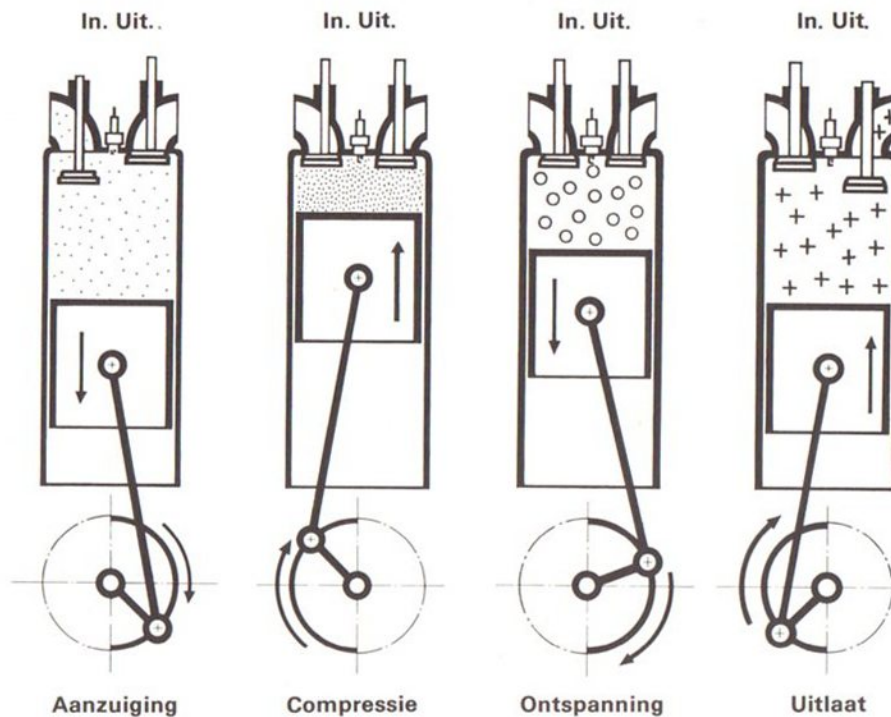




### 2.9.1. Schema van een ontploffingsmotor

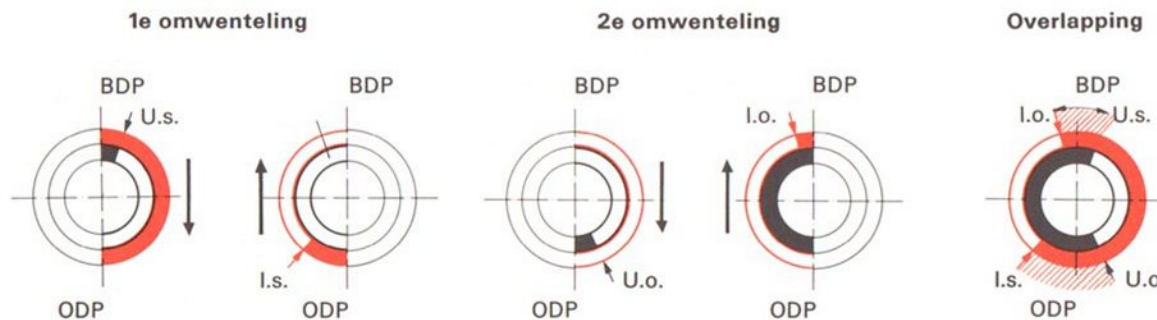


2.9.2. KRUK-DRIJSTANGMECHANISME  
 Studiemaquette voor de beweging van de zuiger  
 in de cilinder



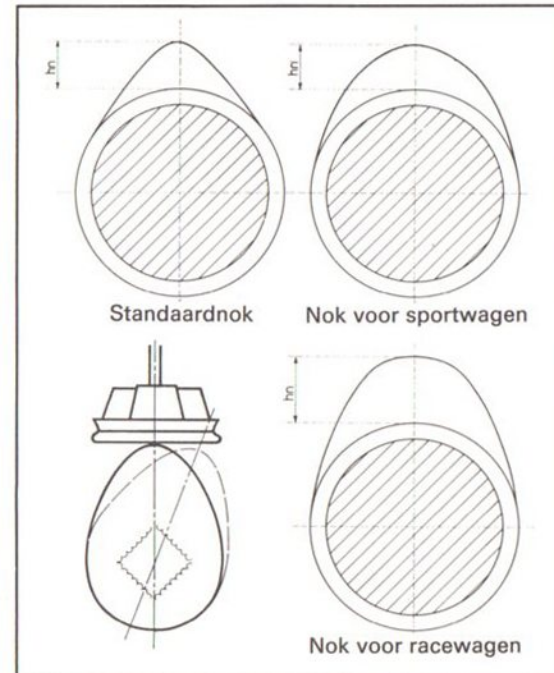
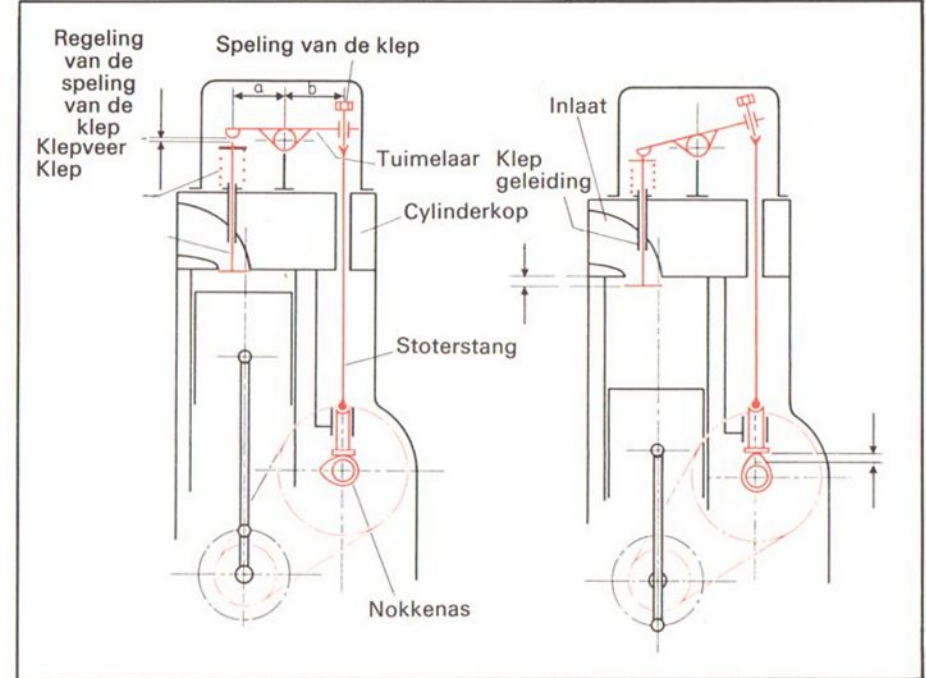
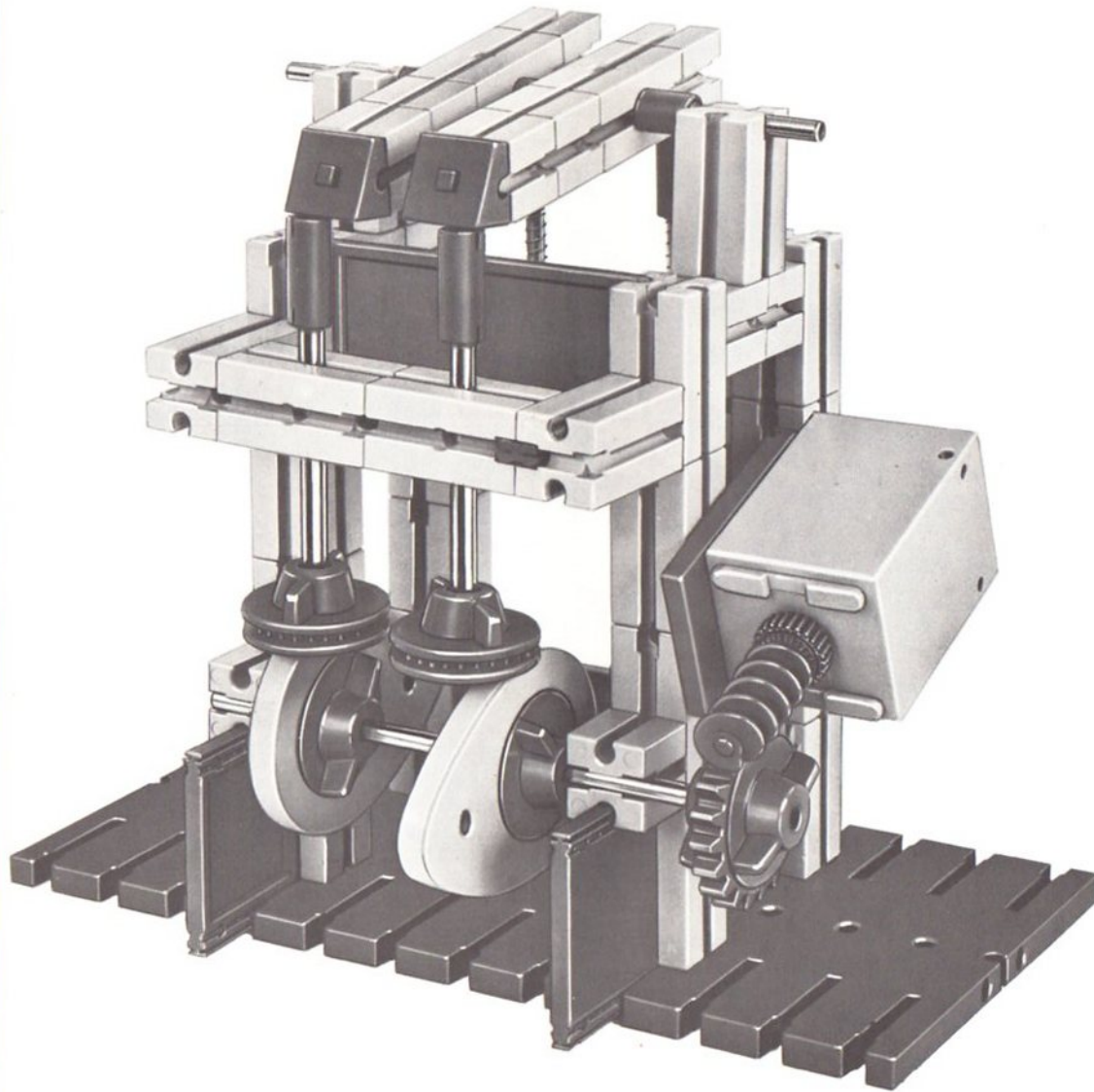
2.9.3. WERKINGSPRINCIPE VAN DE VIERTAKTMOTOR

- In. = inlaatklep
- Uit. = uitlaatklep
- = open inlaatklep
- = open uitlaatklep
- = gesloten inlaatklep
- = gesloten uitlaatklep
- I. o. = inlaatklep opent zich
- I. s. = inlaatklep sluit zich
- U. o. = uitlaatklep opent zich
- U. s. = uitlaatklep sluit zich
- BDP = bovenste dood punt
- ODP = onderste dood punt
- A = ontsteking



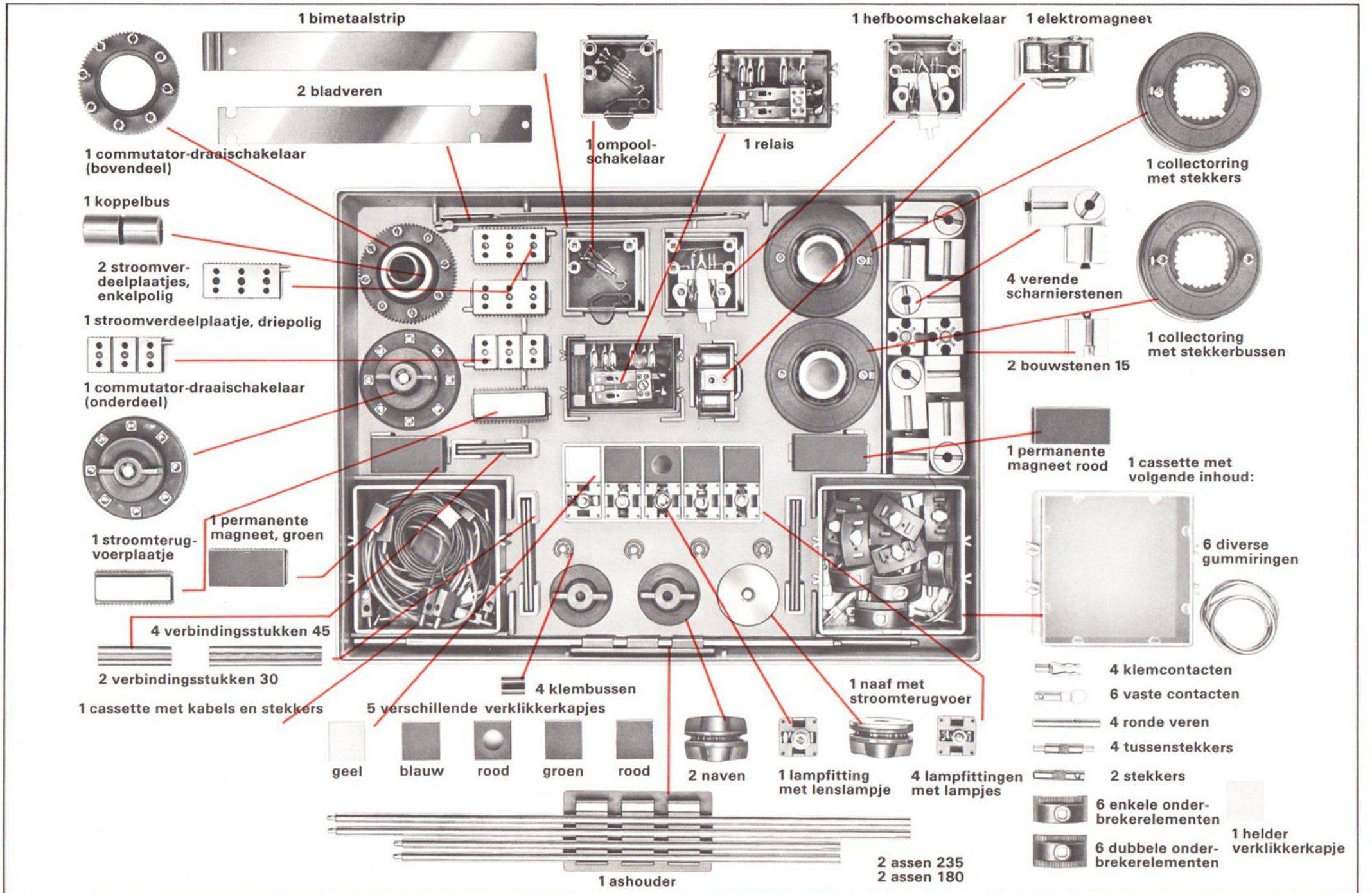


Maquette van een klepaandrijving



**2.9.4. STUDIE VAN DE KLEPAANDRIJVING**  
 Studie van de aandrijving bij opening en bij sluiting door een nokkensysteem waarvan het profiel en de synchronisatiehoek t.o.v. de rotatie van de krukas al naar gelang de vooropgestelde aanwending de inlaat- en uitlaattijden bepalen.







3.1.1. LAMPJES



3.1.1. a

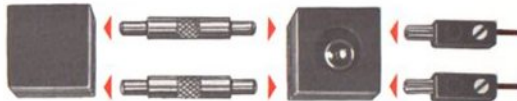
3.1.1. b



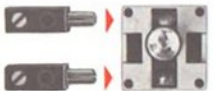
3.1.1. c

3.1.1. d

3.1.1. e



3.1.1. f

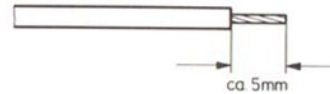


3.1.2. VERBINDINGSDRADEN

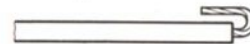


Hoe een stekker verbinden:

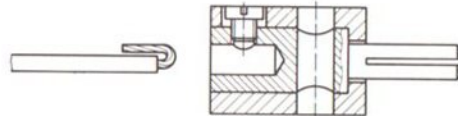
1. Over 5 mm ontmantelen



2. Ontbloom deel ombuigen



3. Stekker opsteken



4. Schroef aandraaien

3.1.1. LAMPJES

- 3.1.1. (a) Lichtkap
- 3.1.1. (b) Lichtkap met opening
- 3.1.1. (c) Gloeilamp met lens 0,2 A 6 V
- 3.1.1. (d) Gloeilamp 0,1 A 6 V
- 3.1.1. (e) Parallelschakeling
- 3.1.1. (f) Mogelijkheden van schakeling

3.1.2. VERBINDINGSDRAAD EN STEKKER

3.1.3. BEDIENINGSSYSTEMEM

3.1.3. 1) Enkelvoudige schakelaar

Het is het meest eenvoudige bedieningssysteem: in één van de standen is de kring open, in de andere gesloten (gemakkelijk te verwezenlijken, zie foto 3.3.1. b) pag. 29

3.1.3. 2) Drukknoppen

1. Druknop "normaal open"

Indien we op de drukknop drukken, is de elektrische kring gesloten. De stroom gaat door. De lamp brandt. Indien we de drukknop loslaten, is de elektrische kring onderbroken. De lamp is gedoofd.

2. Druknop "normaal gesloten"

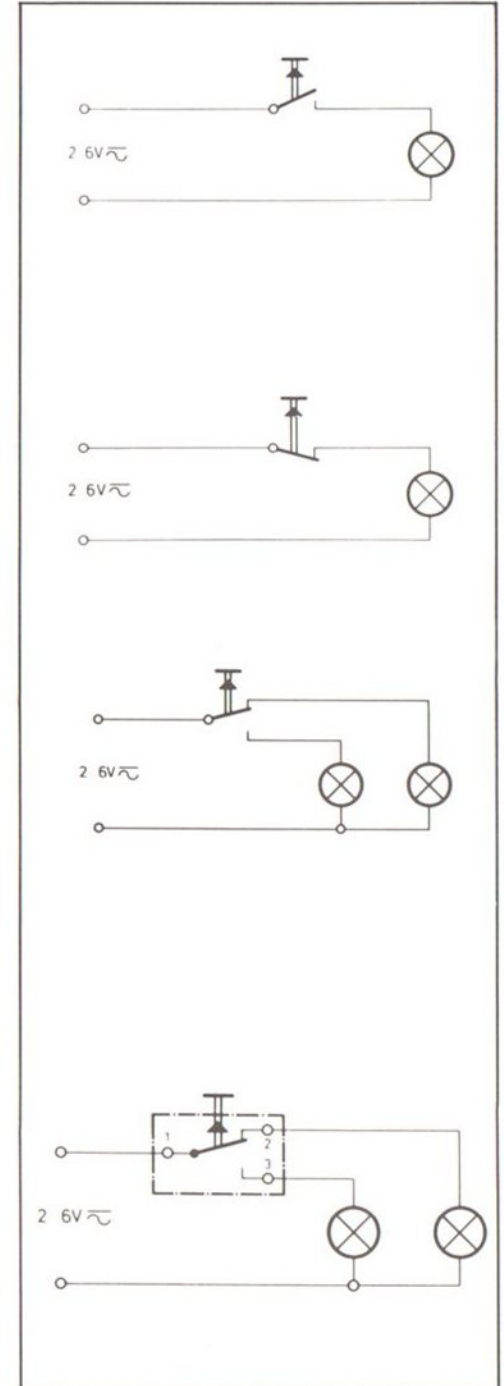
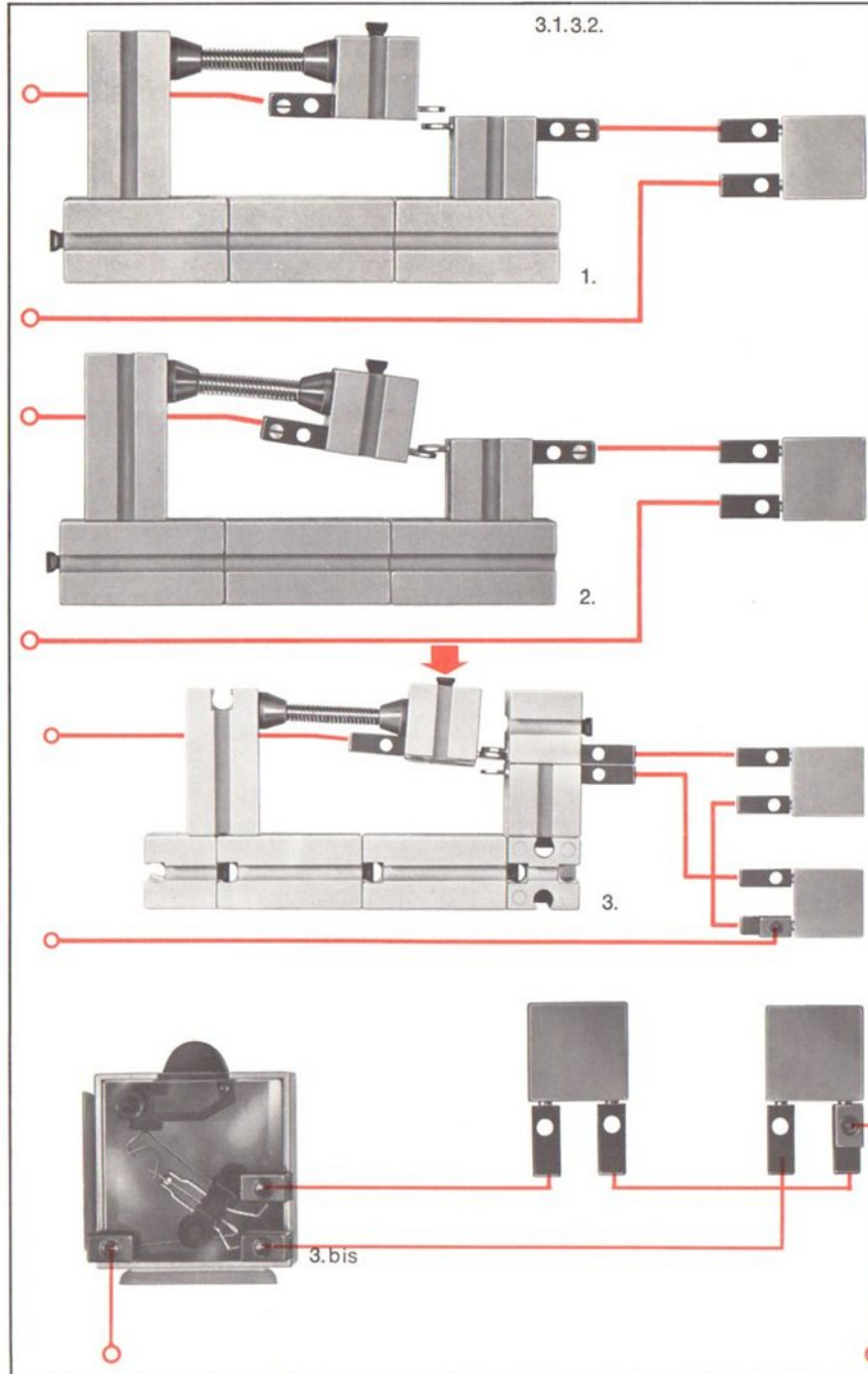
Indien we op de drukknop drukken, is de elektrische kring onderbroken. De lamp dooft. Indien we de drukknop loslaten, is de elektrische kring gesloten. De stroom gaat door. De lamp brandt.

3. Druknop met omschakelcontact

Een tweede vast contact transformeert de drukknop "normaal open" tot een drukknop met omschakelcontact; dit systeem laat toe twee lampen te bedienen die niet ter zelfder tijd branden.

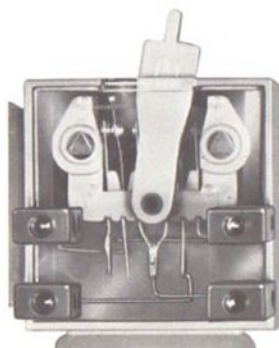
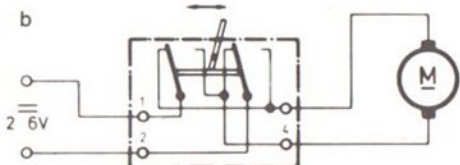
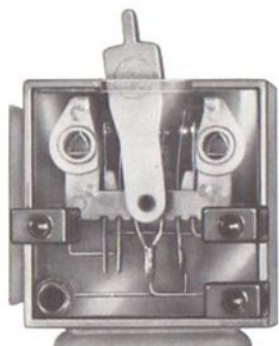
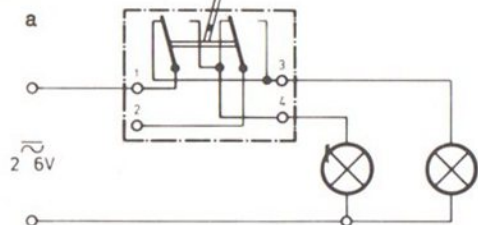
3 bis. Druknop met omschakelcontact

- Men bemerke de contacten met plotse onderbreking die een snel onderbreken of sluiten van de kring toelaten.
- De contactoppervlakken zijn verzilverd.
- Men gebruikt de klemmen 1 en 2 als uitschakelcontact en de klemmen 1 en 3 als inschakelcontact.

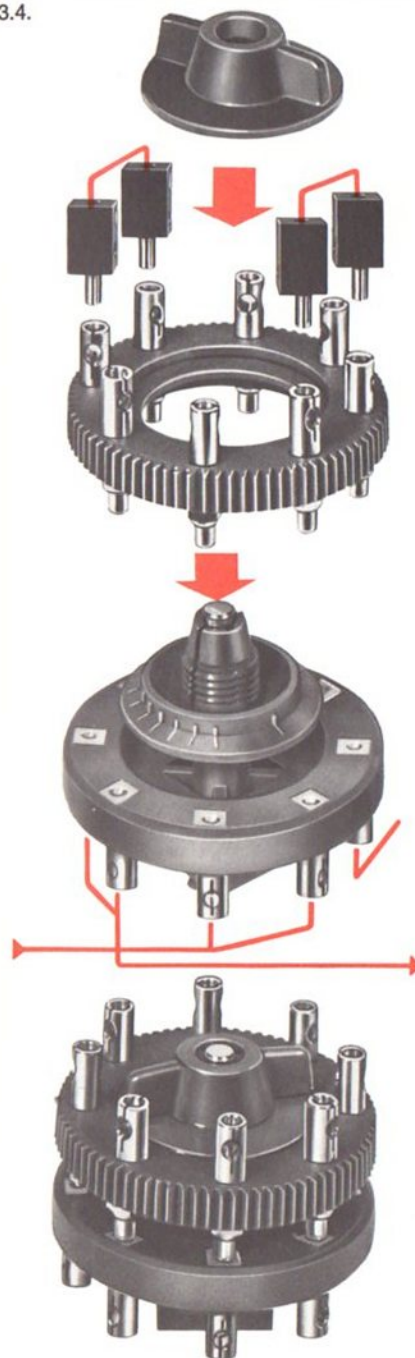




3.1.3.3.



3.1.3.4.



## 3.1.3. BEDIENINGSSYSTEMEN

## 3.1.3. 3) Commutator - omschakelaar.

## a) Gebruik als commutator:

Men gebruikt alleen de klem 1 (of 2). De opstelling laat toe de ene of de andere van de 2 lampen te doen branden.

Ze bevat twee commutatoeren met twee contacten, 1 enkele hefboom bestuurt gelijktijdig de twee. Naargelang de stand, ontstaan de contacten op de volgende manier:

hefboom naar links 1 --- 4 & 2 --- 3

hefboom naar rechts 1 --- 3 & 2 --- 4

Indien we de witte hefboom langzaam verplaatsen van één commutatiestand naar de andere, dan stellen we vast dat de commutatie van de contacten plots gebeurt na ongeveer de helft van de vrijloop. Indien we de hefboom loslaten vóór dat hij het commutatiepunt bereikt heeft, dan springt de hefboom zonder commutatie van de contacten, in de uitgangsstand terug. Deze commutator heeft polyvalente toepassingen. In het model hiernaast gebruiken we hem als commutator.

Welke klemmen kunnen gebruikt worden voor enkelpolige schakeling bij opening of bij sluiting?

## b) Gebruik als ompoolschakelaar:

volgens de stand van de hefboom draait de motor in de ene zin of in de andere. De stroombron moet verbonden zijn met de klemmen 1 en 2 van de commutator, de gelijkstroommotor fischertechnik met de klemmen 3 en 4. Indien we de hefboom overhalen, dan zijn de verbindingen 3 en 4 verwisseld, de motor verandert van rotatiezin.

Bemerking: Het is eveneens mogelijk hem te gebruiken als enkelvoudige schakelaar.

## 3.1.3. 4) Ronddraaiende commutator.

Deze universele draaiende combinatieschakelaar is samengesteld uit een onderste deel, dat voorzien is van acht vaste contacten en uit een beweegbare schijf, voorzien van acht verende contacten.

Bij de samenvoeging van beide delen wordt een draaischijf geplaatst op de naaf van het onderste deel. De vleugelmoer wordt op de naaf geschroefd en aangespannen.

De verbinding met de elektrische kring (generator en verbruiker) moet noodzakelijk op de vaste contacten van het onderste deel gebeuren.

Naar gelang van de verbindingen die tussen de beweegbare contacten gemaakt worden, ontstaan talrijke toepassingsmogelijkheden, die we later zullen behandelen (§ 3.5.1.: gebruik van de ronddraaiende commutator).



## 3.2.1. PERMANENTE MAGNETEN

De permanente magneten hebben hun magnetische polen op de gekleefde en op de tegengestelde kant. De rode en de groene steunstukken dragen magneten, waarvan de polariteiten tegengesteld zijn.

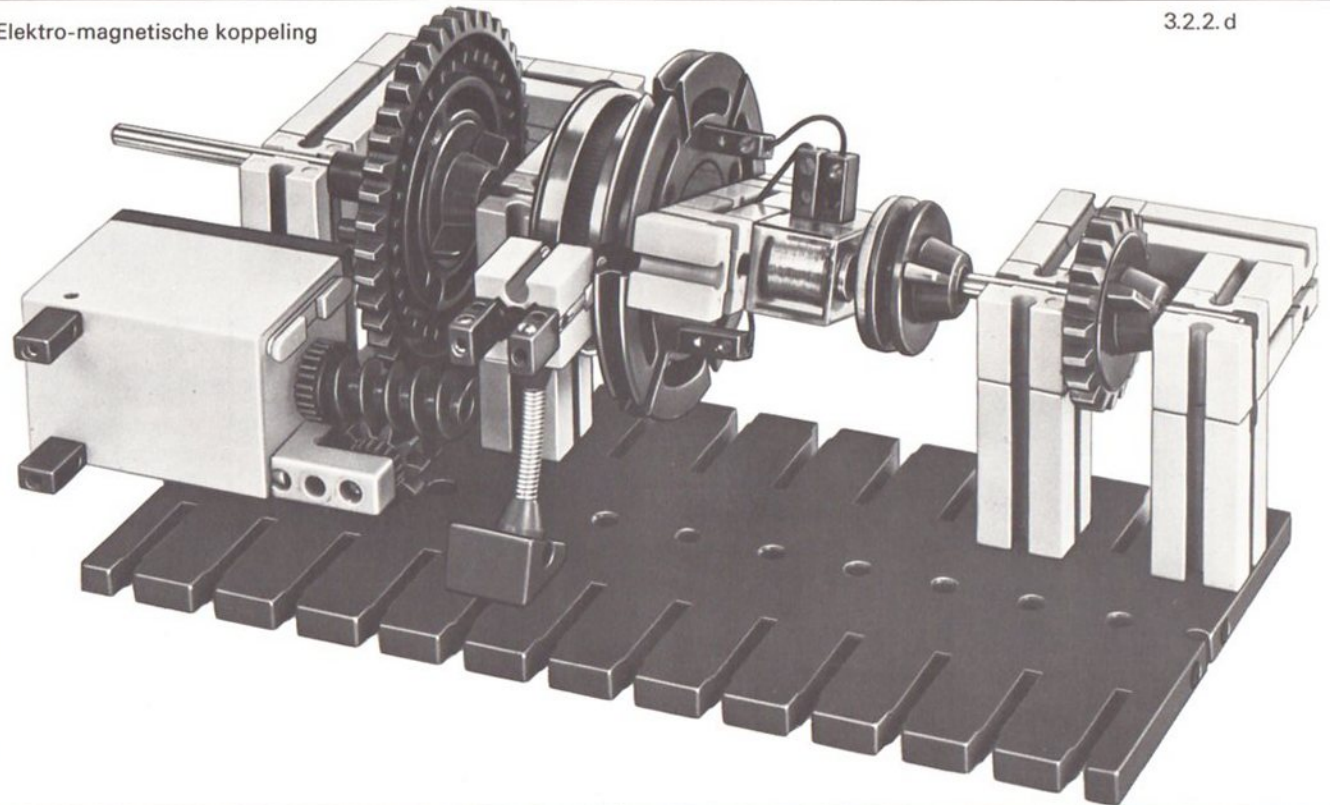
- a) De bovenste magneet "zweeft" in het magnetisch veld van de onderste.  
 b) De aantrekkingskracht van de twee magneten met tegengestelde polariteit kan gebruikt worden als transmissie zonder materieel contact (magnetische koppeling).

## 3.2.2. DE ELEKTROMAGNEET

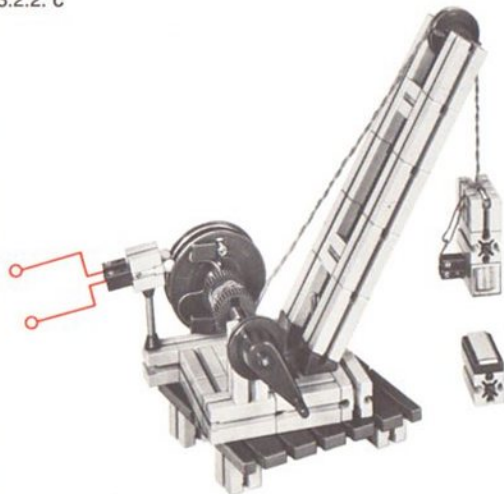
De doorgang van een elektrische stroom in de spoelen magnetiseert de weekijzernen kern. De figuren tonen respectievelijk het principe schema (a), het conventioneel schema (b) en 2 mogelijke toepassingen (c + d).

Elektro-magnetische koppeling

3.2.2. d



3.2.2. c



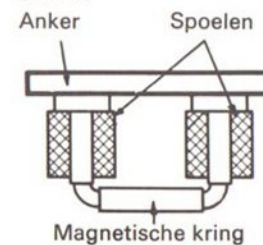
Hef-elektromagneet



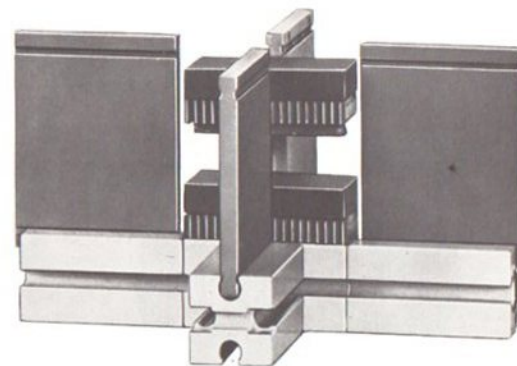
3.2.2. b



3.2.2. a



3.2.1. a

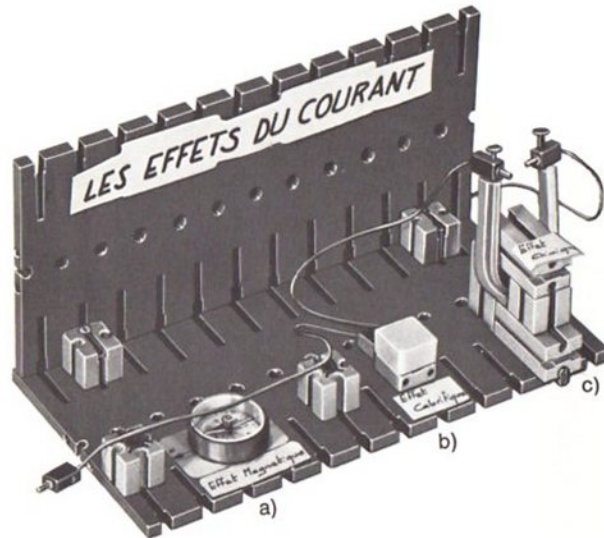


3.2.1. b

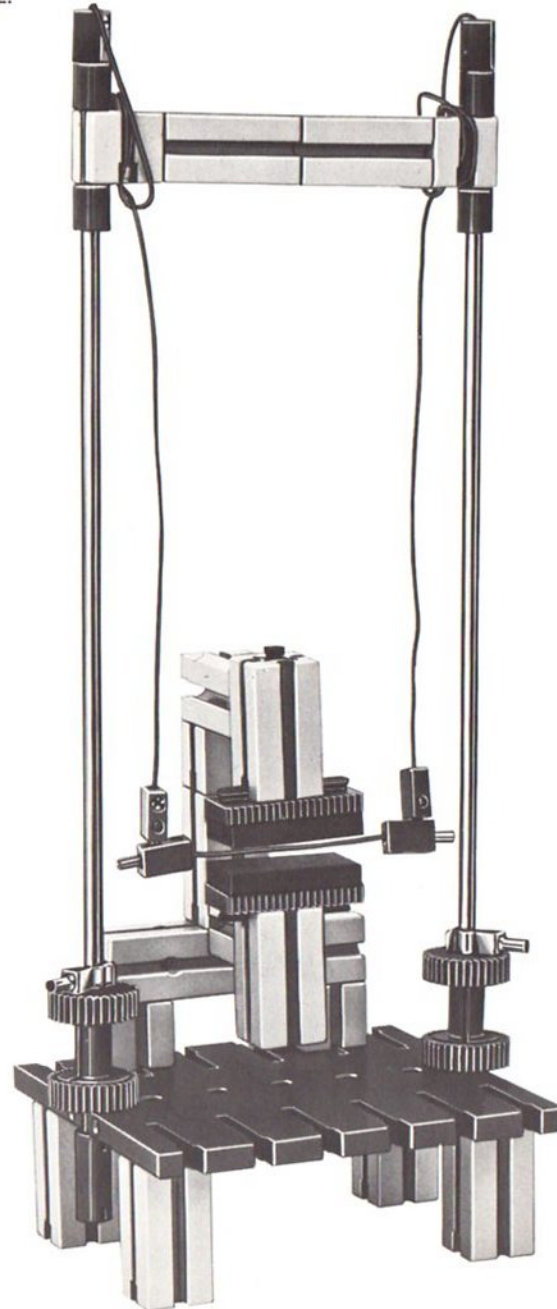




3.3.1. Uitwerkingen van de stroom



3.3.2.



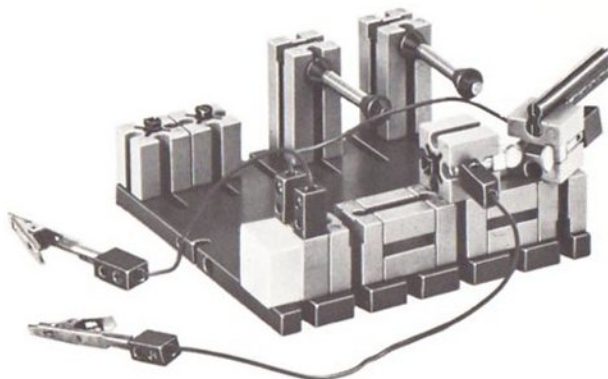
3.3.1.

- a) magnetisch effect
- b) warmte-ontwikkeling
- c) chemisch effect

3.3.2. Werking van het magnetisch veld op een stroomelement.

Een gelijkstroom doorloopt de as, beweegbaar opgehangen aan de twee stroomtoevoerdraden. Dit onderdeel is geplaatst in het vertikaal magnetisch veld, veroorzaakt door de twee magneten. Bij het sluiten van de kring stellen we een lichte verplaatsing van het stroomvoerend element vast; men noemt elektromagnetische kracht, de kracht die uitgeoefend wordt op een stroomelement, dat geplaatst is in een magnetisch veld.

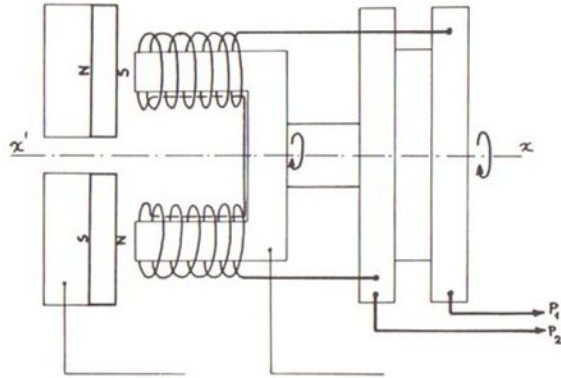
3.3.1. b



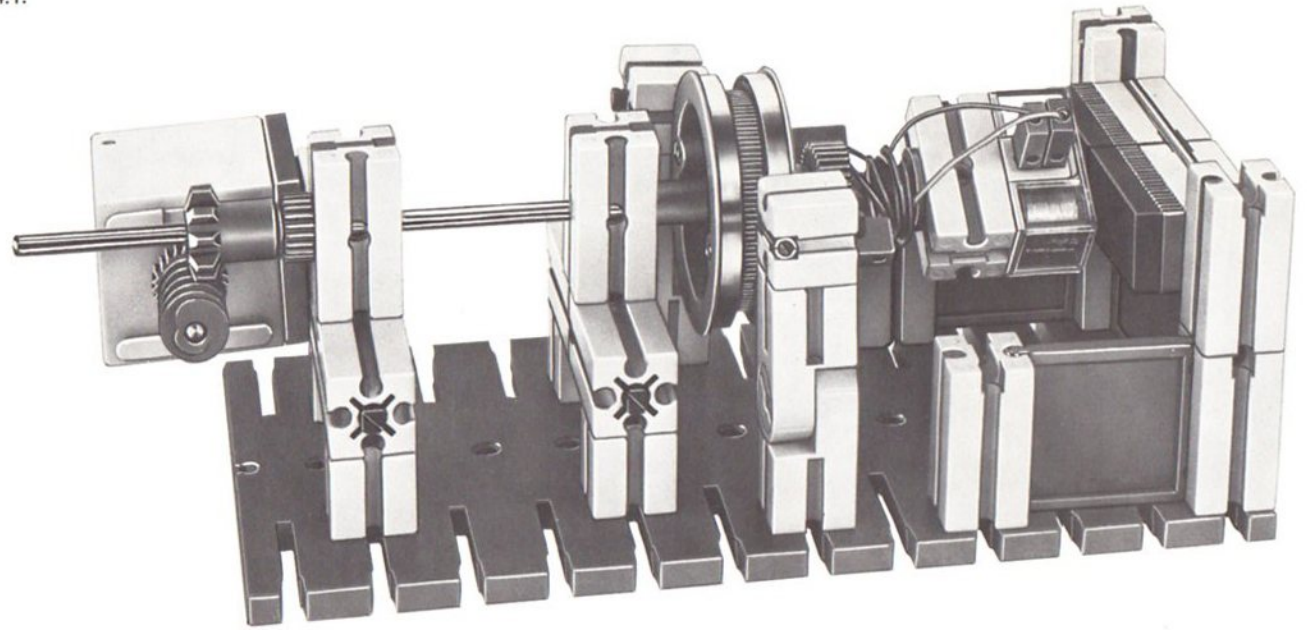
## 3.4.1. PRINCIPE VAN EEN ÉÉNFIASIGE ALTERNATOR.

De rotor is samengesteld uit een elektromagneet, de stator bestaat uit twee permanente magneten met tegengestelde polariteit. Twee borstels slepen op de kollektorringen, die verbonden zijn met de elektromagneet.

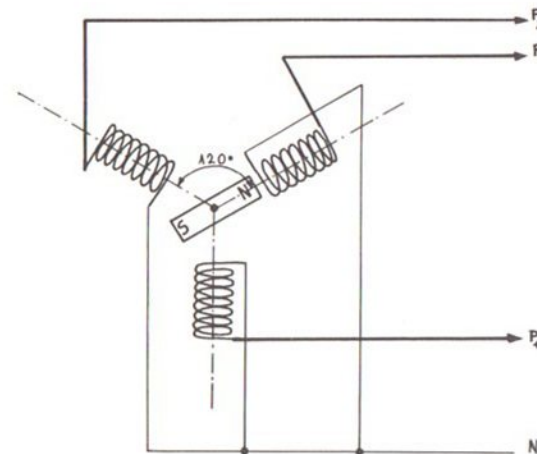
Een cathodestraaloscilloscoop of een Voltmeter, die aangesloten zijn op de borstels, laten toe het ontstaan van een wisselspanning door de verplaatsing van de spoel in het magnetisch veld aan te tonen.



3.4.1.

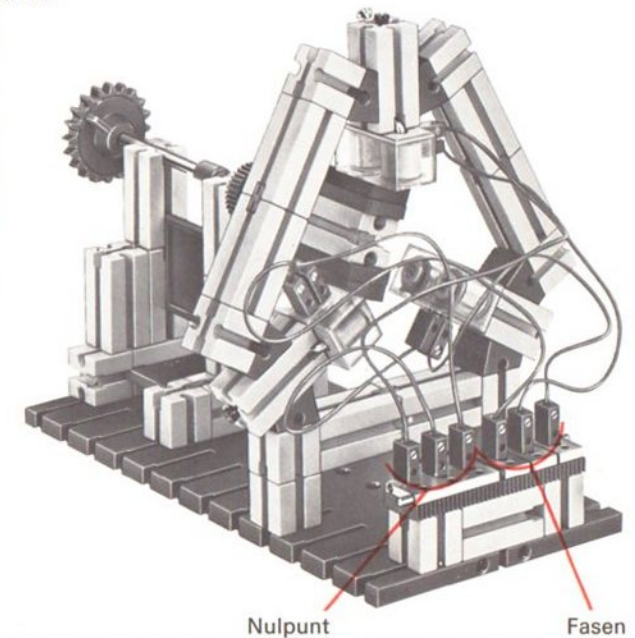


3.4.2.

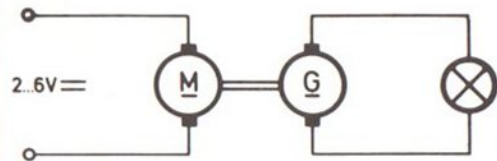


3.4.2.

3.4.2. PRINCIPE VAN EEN DRIEFASIGE ALTERNATOR.  
De rotor draagt twee magneten. De stator draagt drie elektromagneten, die geplaatst zijn onder een hoek van  $120^\circ$ . De drie geïnduceerde spanningen zijn over een zelfde hoek in fase verschoven. De klem die gemeenschappelijk is aan de drie elektromagneten vormt het "NULPUNT". De drie andere klemmen vormen de drie "FASEN".



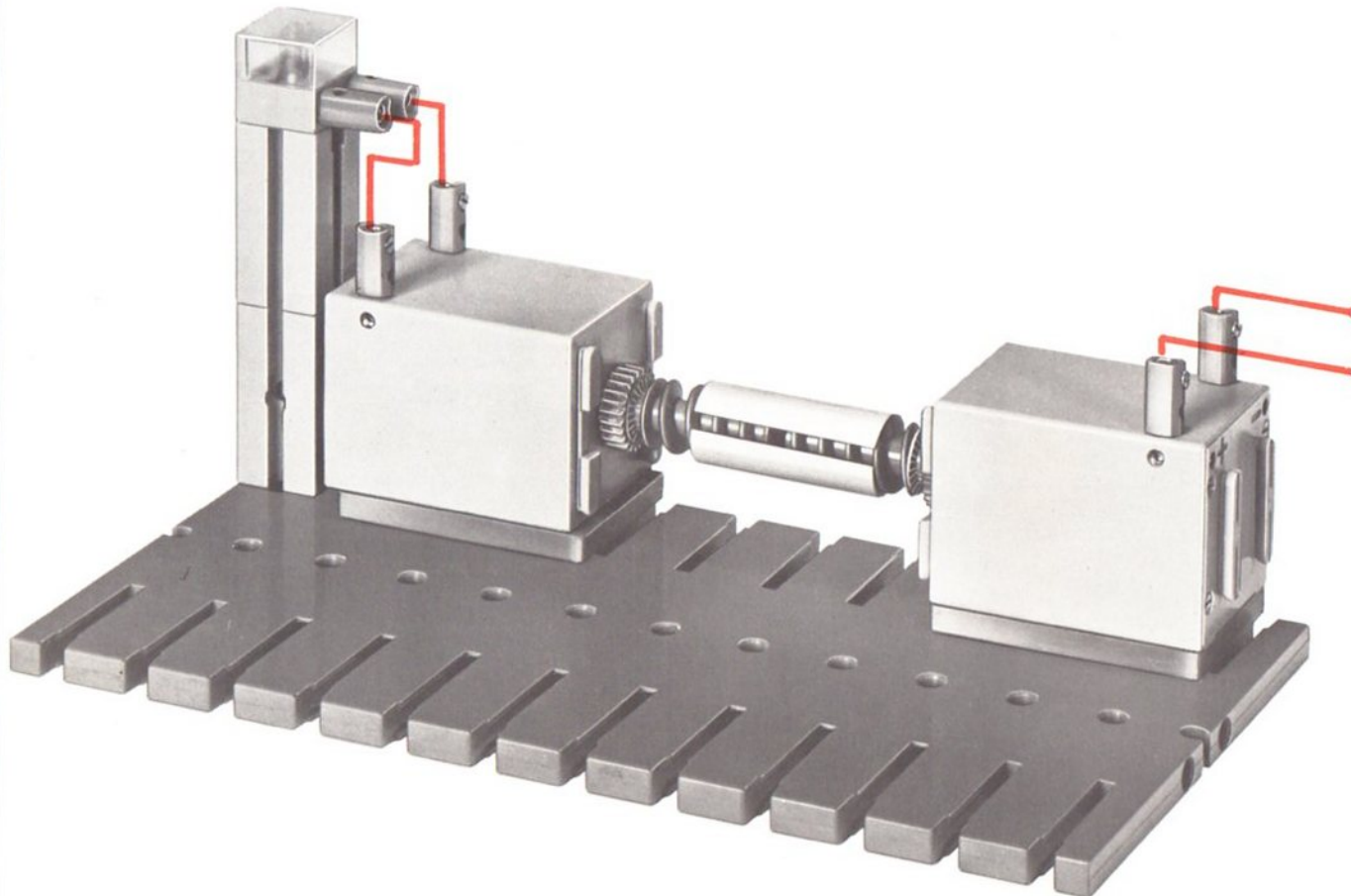




3.4.3.

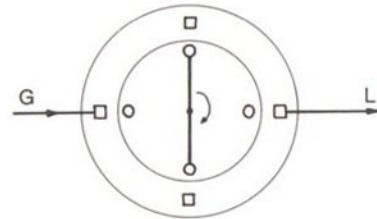
**3.4.3. GEBRUIK VAN DE GELIJKSTROOMMOTOR ALS DYNAMO**  
 Eén van de motoren werkt als dynamo, de andere als motor.  
 De helderheid van de gloeidraad neemt toe met de  
 rotatiesnelheid. De koppeling van de twee motoren gebeurt met  
 een koppelbus.

Opmerking: In de elektrische centrales gebeurt de aandrijving  
 van de rotor door een hydraulische turbine  
 (waterkrachtcentrales) of door een stoomturbine (thermische  
 en kerncentrales).

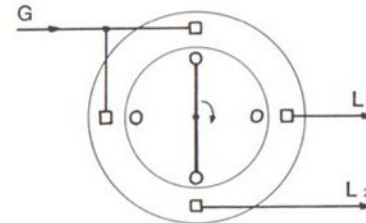


## 3.5.1. GEBRUIK VAN DE RONDRAAIENDE COMMUTATOR.

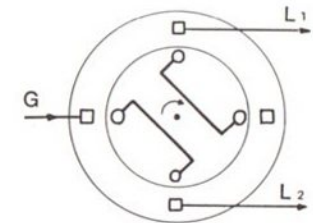
3.5.1.1. Eenvoudige montages: over het algemeen gebruikt men 4 paar contacten, b.v. 1, 3, 5 en 7. De andere veercontacten kunnen verwijderd worden voor deze toepassing. De volgende schema's tonen de interne verbindingen (op het beweegbaar gedeelte) en de verbindingen naar buiten toe (met de generator (G) en de lampen (L)).



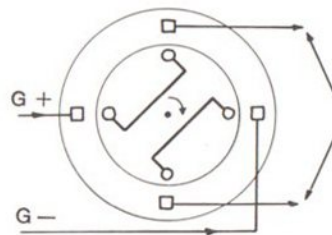
a - enkelvoudige eenpolige schakelaar



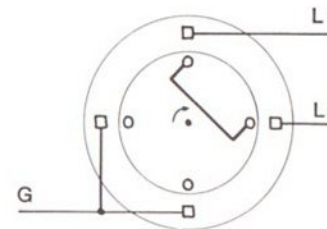
b - eenpolige omschakelaar (twee-richtingen-schakelaar)



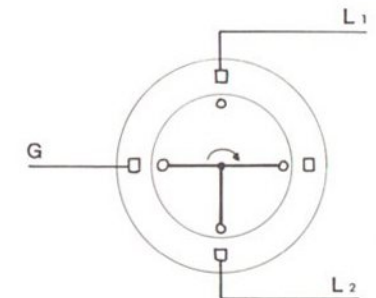
c - eenpolige omschakelaar (zelfde toepassing als b)



d - kruisschakelaar



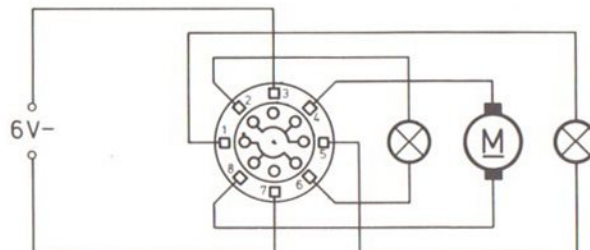
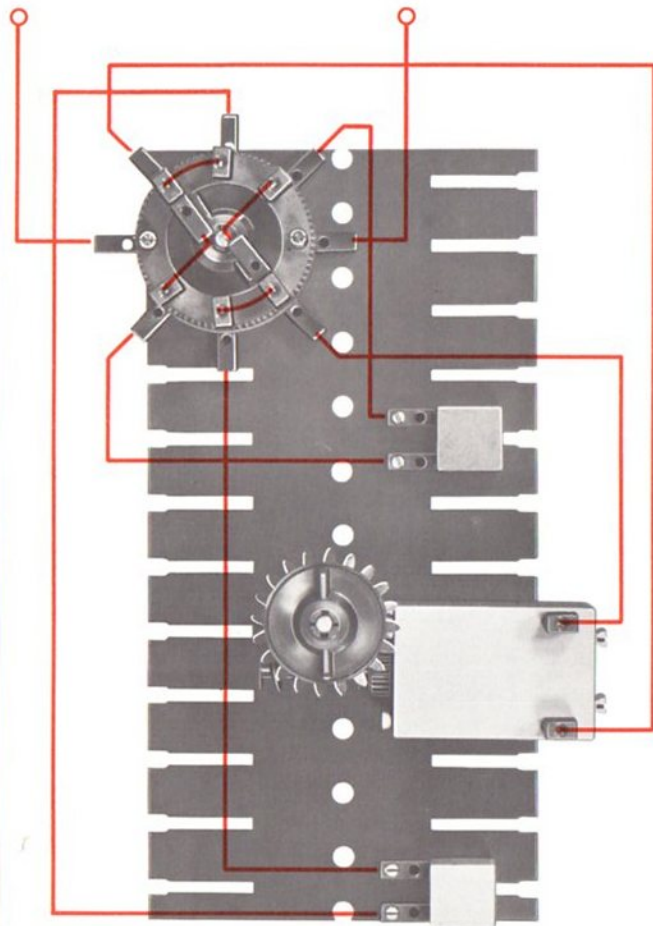
e - eenpolige omschakelaar met ruststanden



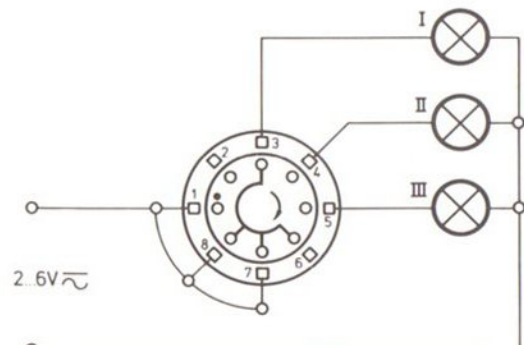
f - schakelaar dubbele aansteking



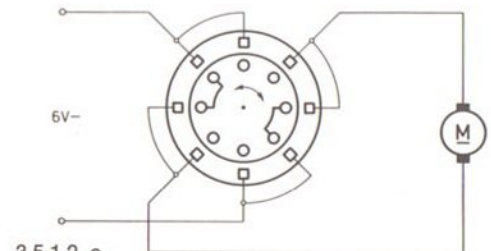
3.5.1.2. a



3.5.1.2. c.



3.5.1.2. d.



3.5.1.2. e.

3.5.1. GEBRUIK VAN DE RONDDRAAIENDE COMMUTATOR.

3.5.1.2. Complexe montages

3.5.1.2. a) Bediening van drie verbruikers met drie commutatiemogelijkheden.

3.5.1.2. b) Tabel van de commutatiefasen

3.5.1.2. c) Schema

	I	II	M
1			
2	⊗	⊗	
3	⊗		↻
4		⊗	↻
5			
6	⊗	⊗	
7	⊗		↻
8		⊗	↻

3.5.1.2. b.

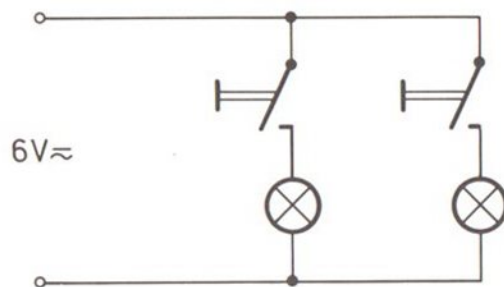
3.5.1.2. d) Ontsteken vanuit een zelfde plaats, van één of meer lampen

3.5.1.2. e) Omkeerschakelaar met stopstand

3.5.2. GEBRUIK VAN EEN HEFBOOMSCHAKELAAR

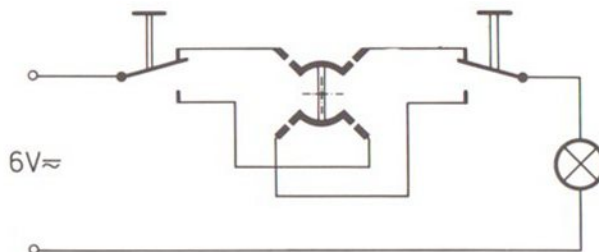
3.5.2.1. Twee montage-mogelijkheden van een schakelaar met twee standen.

3.5.2.3.



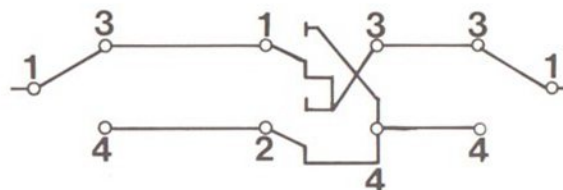
3.5.2.3. Onafhankelijke bediening van 2 lampen (eenvoudige aansteking).

3.5.2.5. a



3.5.2.5. Bediening van een lamp vanuit drie verschillende plaatsen (kring type "trappenhuischakeling")  
a) Met ronddraaiende commutator

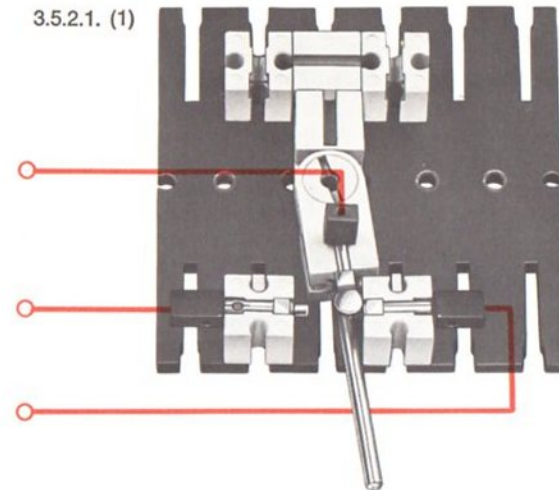
3.5.2.5. b



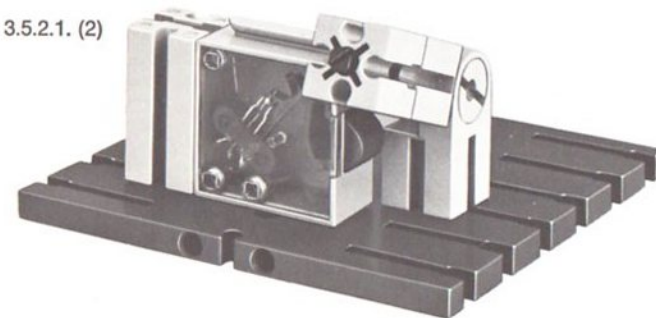
b) Met hefboomschakelaar.

Schema voor de verwezenlijking met omschakelaar "fischertechnik".

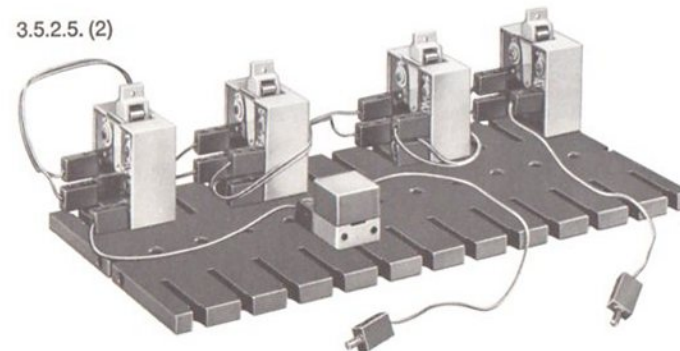
3.5.2.1. (1)



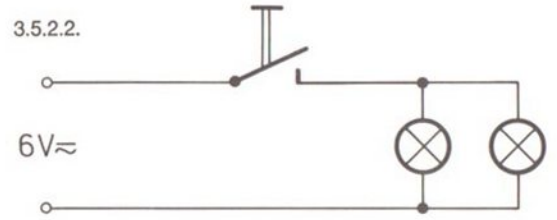
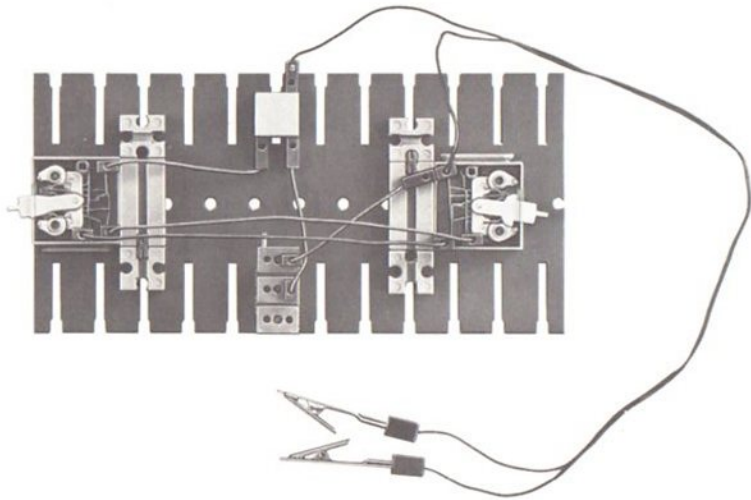
3.5.2.1. (2)



3.5.2.5. (2)

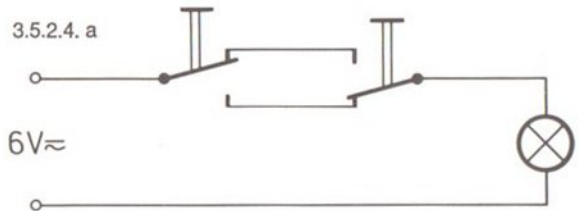
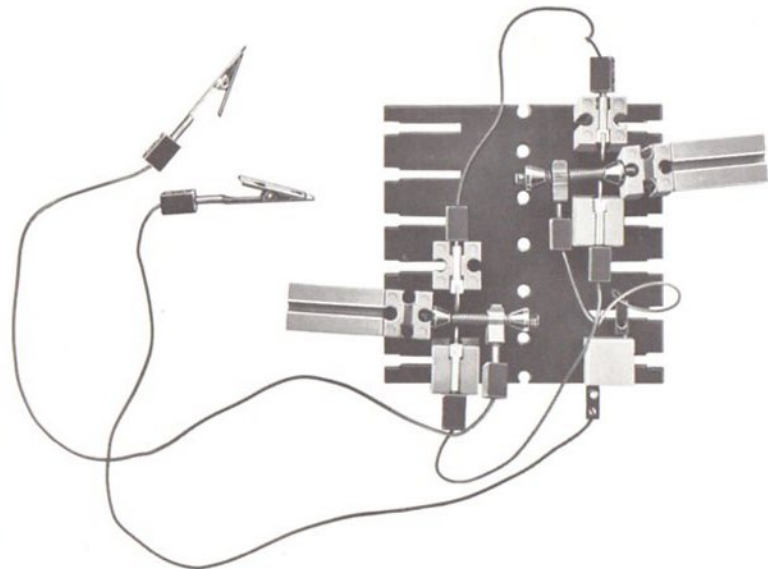




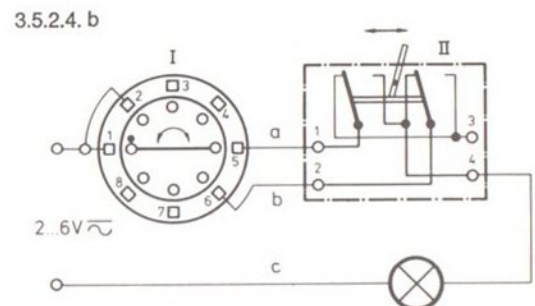


3.5.2.2. Gelijktijdige bediening van één of meer lampen (eenvoudige ontsteking).

3.5.2.4. a



3.5.2.4. Bediening van een lamp vanuit twee verschillende plaatsen (dubbele-richting ontsteking)  
a) met twee hefboomschakelaars, twee uitvoeringsmogelijkheden (zie foto's)

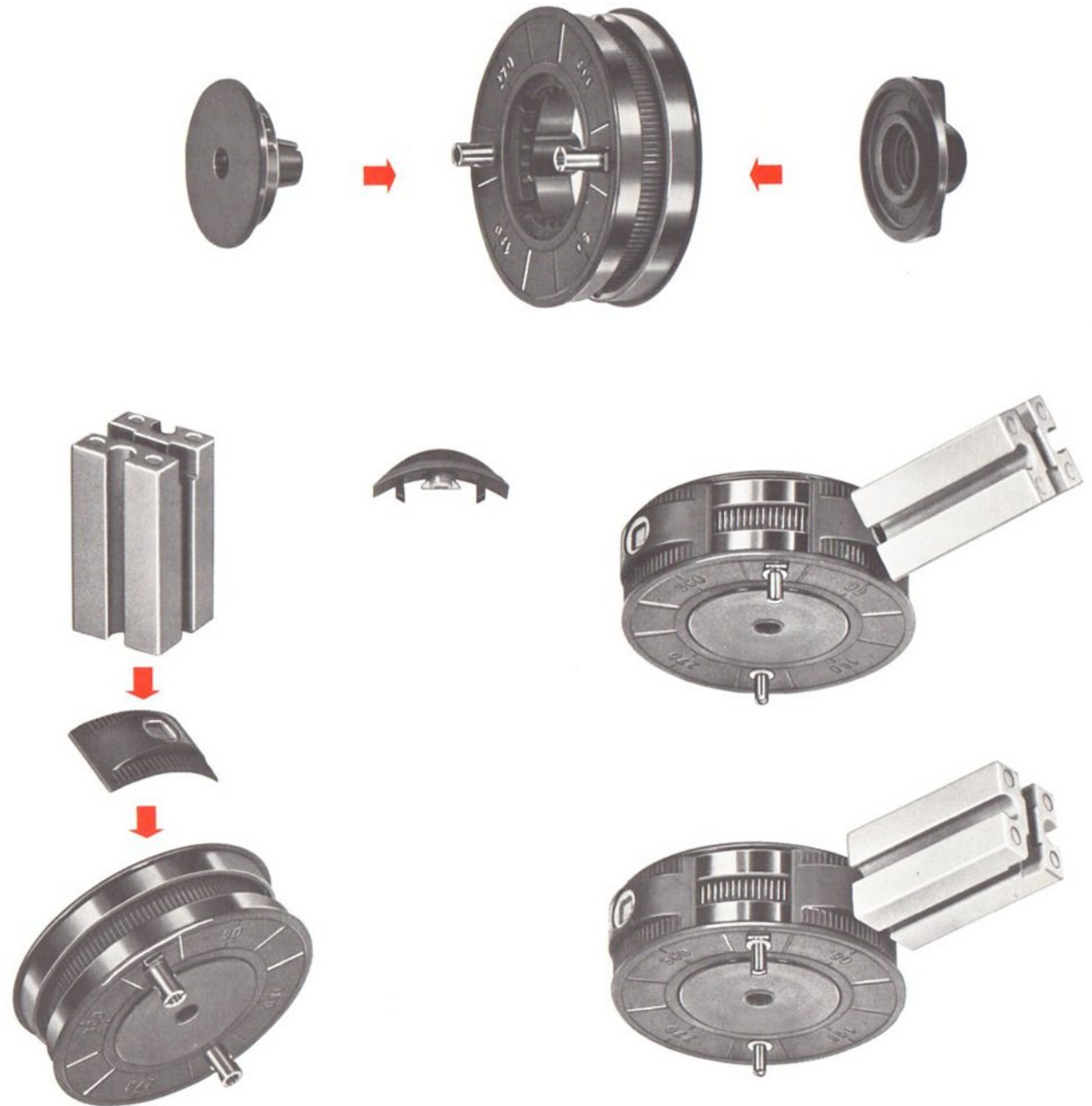


b) met 1 ronddraaiende commutator en 1 omschakelaar (hefboomschakelaar).

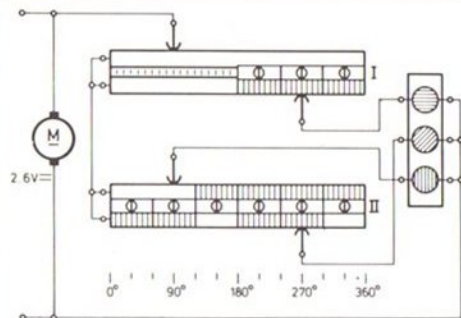
3.6.1. PROGRAMMASCHAKELAAR

3.6.1. (a) Montage van de schakelaarelementen  
(b-c) Schema dat de plaats aantoont van de  
schakelnokken en van de elektrische verbindingen

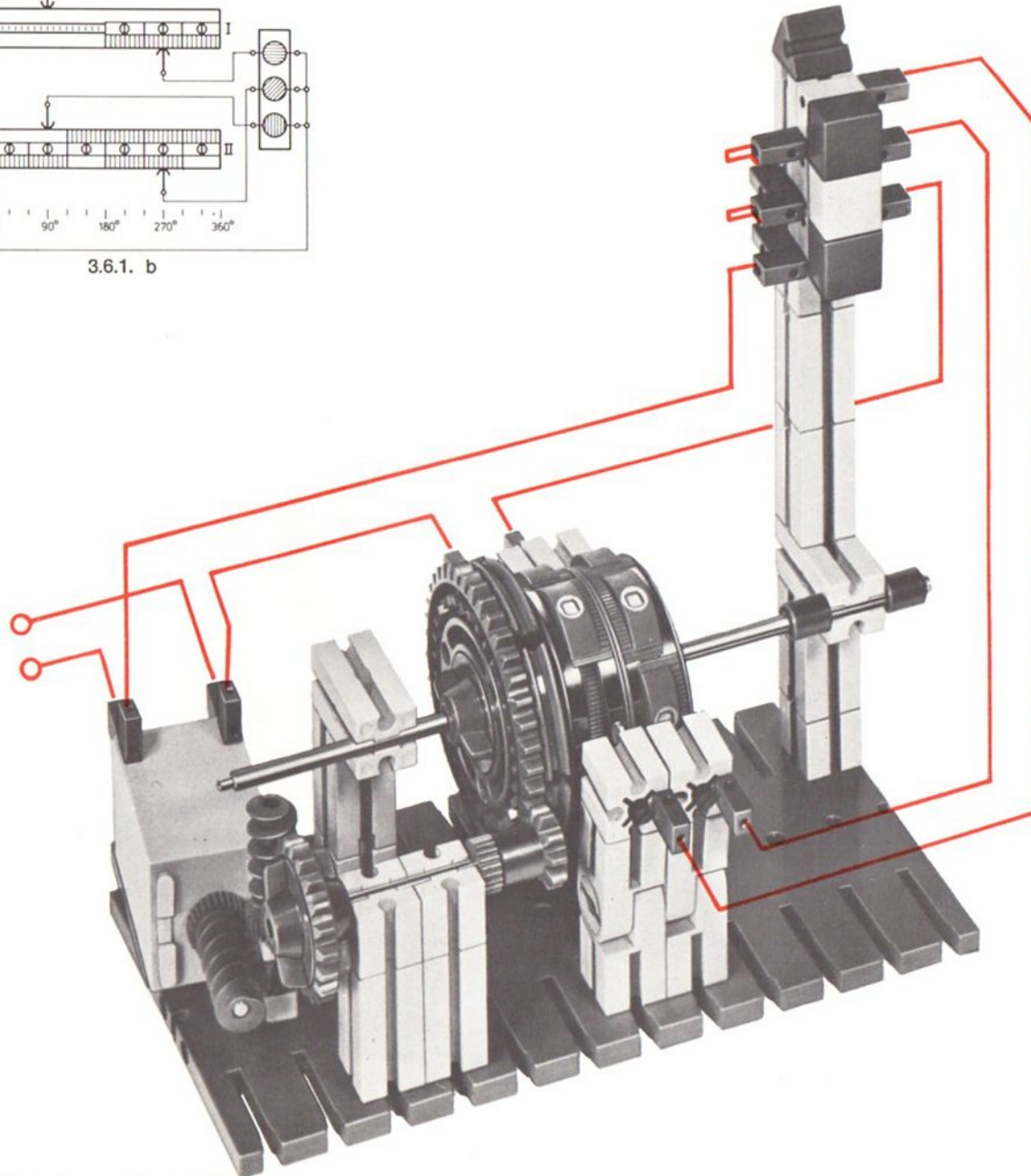
3.6.1. a







3.6.1. b

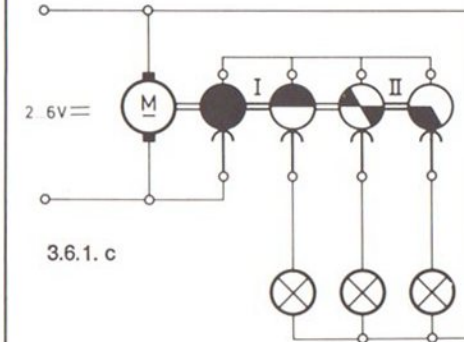


3.6.1. d Maquette van de opstelling

## 3.6.1. DE PROGRAMMASCHAKELAAR

Om processen te besturen, die moeten gebeuren in een bepaalde volgorde, gebruikt men programmaschakelaars die verschillende kringen openen en sluiten in een bepaalde chronologische volgorde.

Het programma kan uit één cyclus bestaan, die zich steeds weer herhaalt, zoals dit het geval is voor de verkeerslichten, of slechts één enkele cyclus omvatten zoals in de automatische wasmachines.



3.6.1. c

Als voorbeeld nemen we het besturen van verkeerslichten.

De drie lampen, groen, oranje en rood moeten branden gedurende tijdspannen die respectievelijk gelijk zijn aan  $\frac{1}{3}$ ,  $2 \times \frac{1}{6}$  en  $\frac{1}{2}$  van de cyclus. De tweede ontstekingsperiode van het oranje licht valt samen met het einde van de rode fase om de groene fase aan te kondigen (cyclus die in de Duitse Bondsrepubliek toegepast wordt).

Men gebruikt de twee collectoren, dus vier ringen die onderling elektrisch verbonden zijn.

De eerste wordt door de bron gevoed. De tweede wordt met drie onderbrekerelementen over de helft van de omtrek bezet; hij voedt het rood lampje. De derde bedient het groen licht en draagt vier onderbrekerelementen. De vierde, verbonden met het oranje licht, draagt vier onderbrekerelementen, twee per twee geplaatst.

De foto's (a) tonen de manier waarop de schakelaarelementen moeten gemonteerd worden.

De schema's (b en c) tonen de juiste plaats van de onderbrekerelementen en van de elektrische verbindingen.

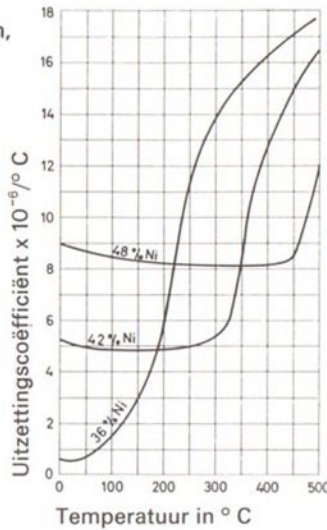
Foto (d) toont de maquette van de opstelling.

3.6.2. THERMISCHE SCHAKELAAR

3.6.2.1. Twee metalen strippen (ijzer-nikkellegering) worden aan elkaar gesoldeerd. De twee strippen hebben verschillende samenstellingen en daardoor ook verschillende thermische uitzettingscoëfficiënten. Het geheel, bimetaal genoemd, vervormt door verhoging van de temperatuur. Dit systeem wordt veelvuldig gebruikt in regelen beveiligingsystemen, die gevoelig zijn voor temperatuurschommelingen.

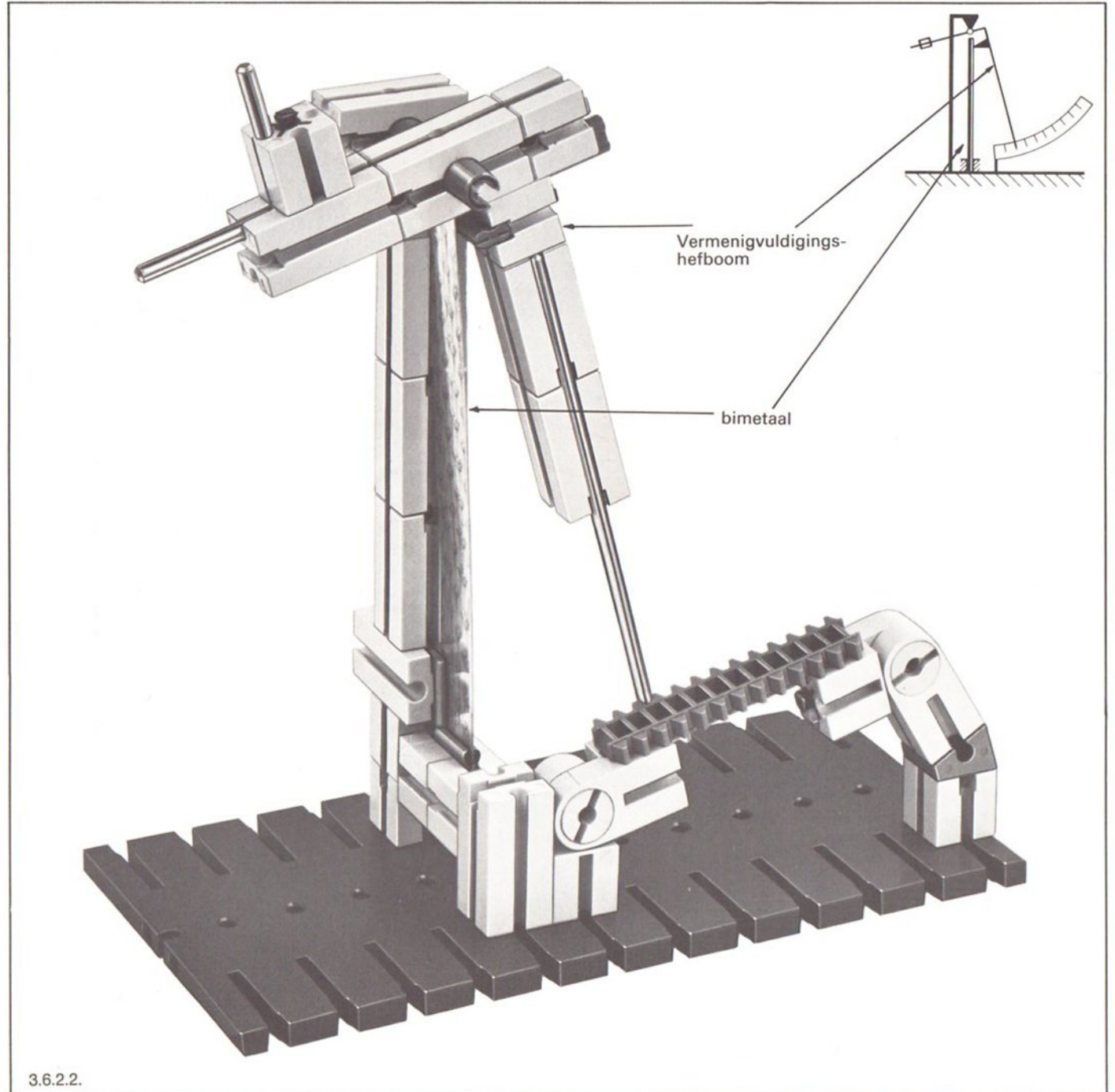
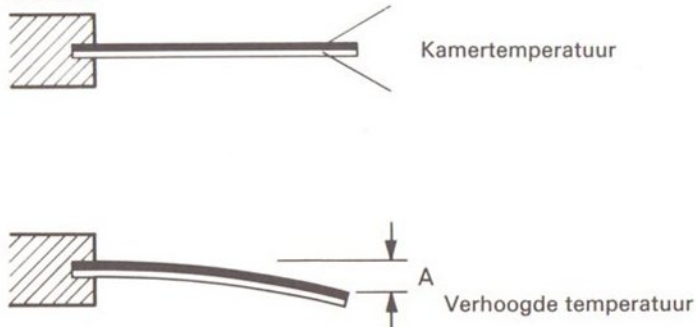
Grafiek (a) geeft de uitzettingscoëfficiënt van de verschillende Fe-Ni-legeringen weer. Men stelt een groot verschil in gedraging vast tussen de legering met 48 % Ni die zich zeer weinig uitzet tussen 0 en 450° C en de legering met 36 % Ni die zich veel meer uitzet. De vervorming A (fig. b) wordt gegeven door de betrekking:

$$A = \frac{a l^2 \Delta T}{S} \text{ in mm,}$$

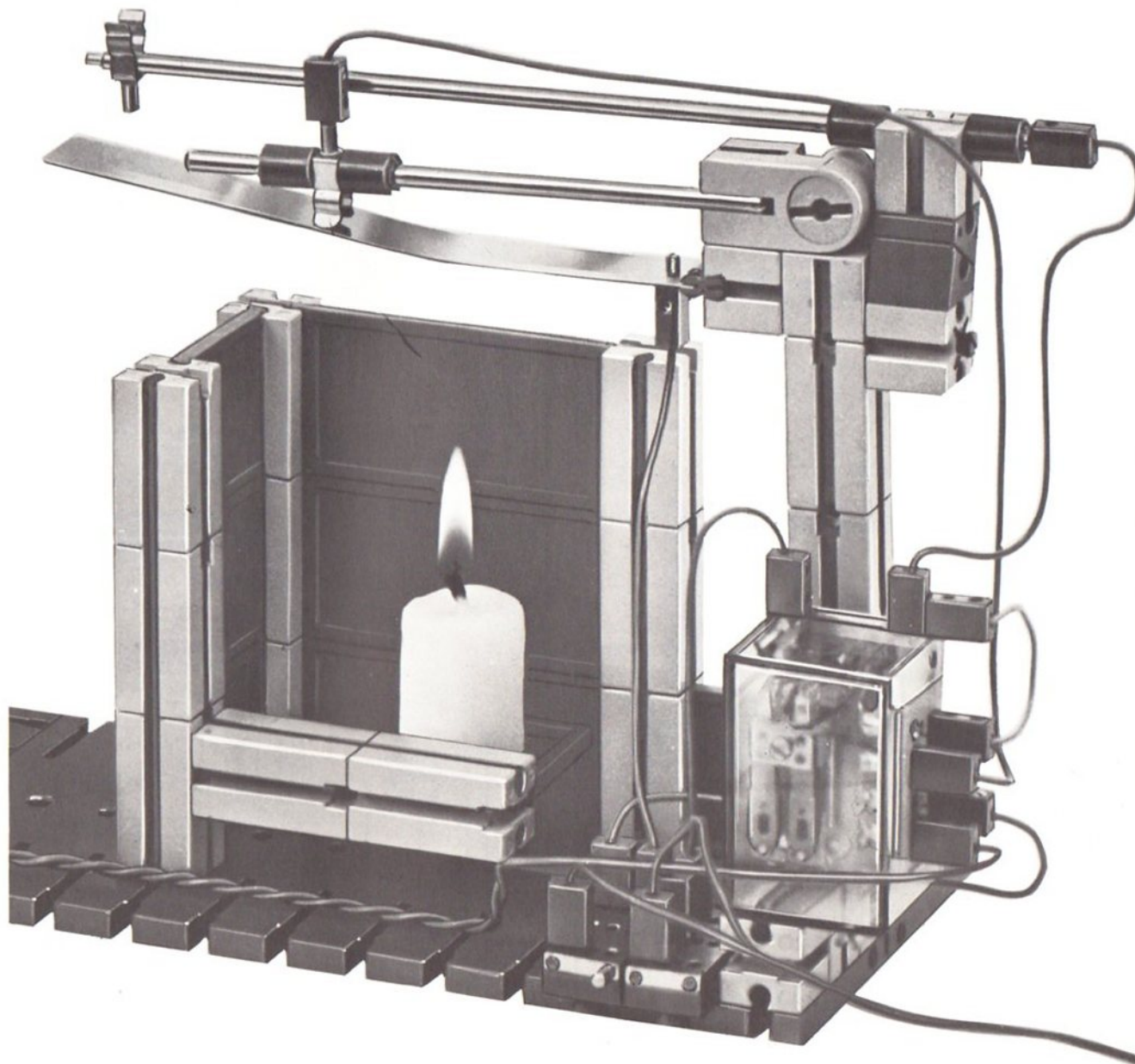


waar l de lengte is,  
S de dikte,  
 $\Delta T$  de temperatuurstijging  
en a een coëfficiënt,  
ongeveer  $15 \cdot 10^{-6}$

3.6.2.1. b







## 3.6.2. THERMISCHE SCHAKELAAR

3.6.2.2. Constructie van een bimetaal thermometer  
De geringe vervorming stelt een vergroting van het fenomeen door een vermenigvuldigingshefboom voorop.  
Men kan het toestel ijken door het te vergelijken met een gewone thermometer.  
Een koelkast laat toe het nulpunt te bepalen.  
Het toestel niet langdurig blootstellen aan temperaturen hoger dan 50° C; dit is nadelig voor de bouwelementen.

## 3.6.2.3. Bimetaalschakelaar

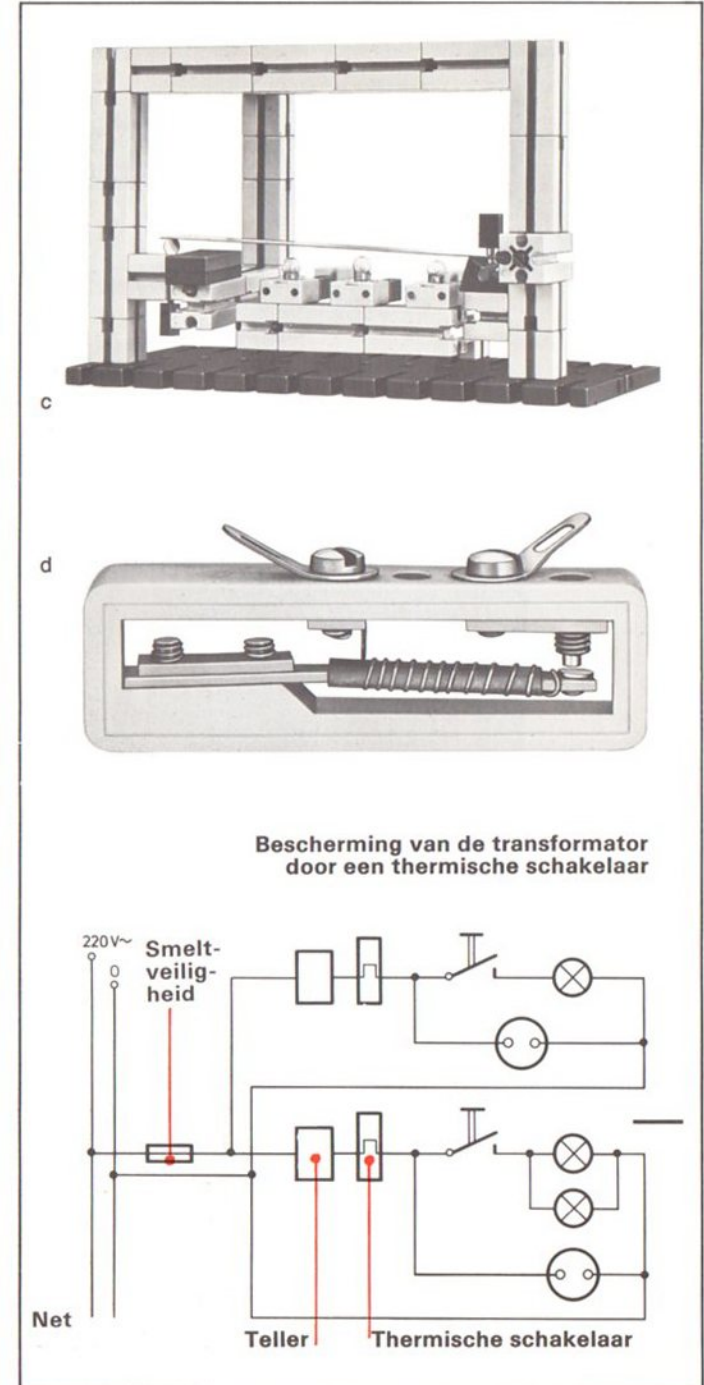
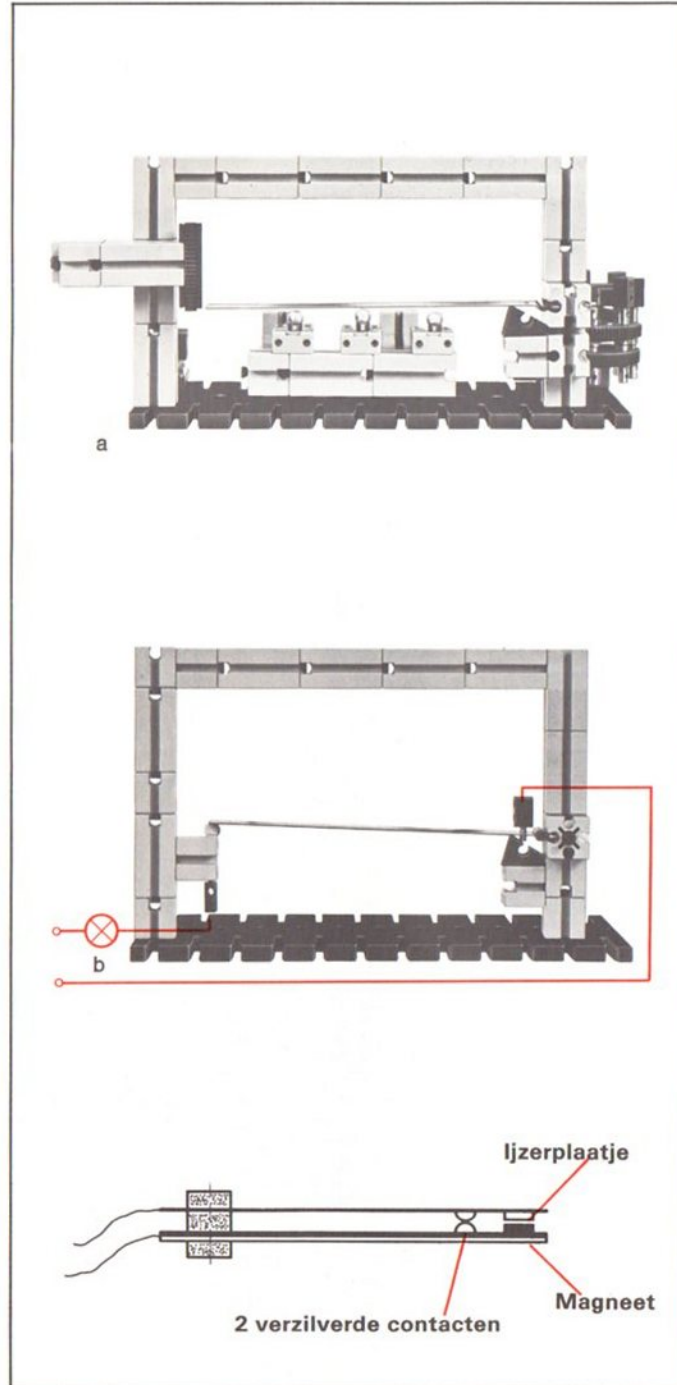
Het bimetaal heeft hier twee functies: het is de detector van de temperatuurstijging en tevens een contact van de schakelaar.  
Nadeel: geen plotse onderbreking van de contacten.

3.6.2. THERMISCHE SCHAKELAAR

3.6.2.4. Thermische schakelaar

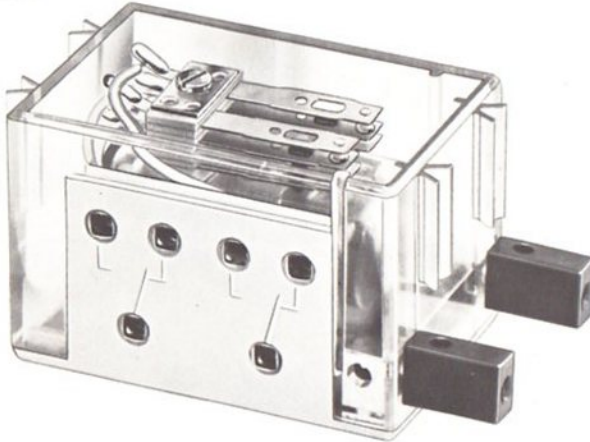
Het bimetaal is gevoelig voor temperatuurstijgingen veroorzaakt door de lampjes (fig. a) of door directe opwarming (fig. b). De aanwezigheid van een magneet (fig. c) geeft aanleiding tot een plotse onderbreking.

Fig. (d) stelt de thermische schakelaar van de voedingstransformator voor. We zien dat de stroom door een draad loopt die rond het bimetaal gewikkeld is. In geval van overintensiteit veroorzaakt de vervorming de opening van het contact en de kring wordt onderbroken. Vanzelfsprekend wordt het contact hersteld, zodra het bimetaal afgekoeld is. Bij de thermische beveiligingsschakelaars werkt de vervorming van de strip op een mechanische vergrendeling die met de hand opnieuw moet ingeklonken worden. Dergelijke systemen beschermen veelal de huishoudtoestellen waarop een dubbele beveiliging voorkomt: smeltveiligheden en een thermische schakelaar.





3.7.1. c



## 3.7.1. PRINCIPE:

Het FT elektromagnetisch relais is een schakelaar met twee ompoolcontacten, die door een elektromagneet bediend worden. Het schema (a) toont het principe: de elektromagneet bestaat uit een spoel (1), een vaste kern (2) en een beweegbaar anker (4) dat kan draaien rond de as (3). Het anker vormt een hefboom die drukt op de centrale contactstrip. In rust, als de spoel niet bekrachtigd is, bestaat contact tussen de strippen (6) en (5). Indien er stroom door de spoel gaat, wordt het anker aangetrokken en er ontstaat contact tussen (6) en (7).

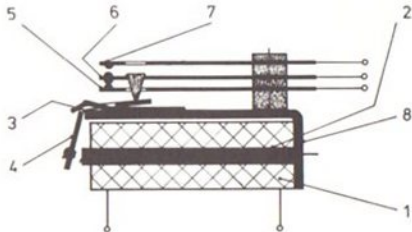
Fig. (b) toont de schematische voorstelling van een relais; meestal bezit een relais meer dan één contactstel. Het relais van de doos U-T 3 bevat twee stellen die men ziet op foto (c).

Weerstand van de spoel	100 $\Omega$
Maximum spanning	12 V =
Aanspreekspanning	< 4 V =
Maximum stroomsterkte door de contacten	1 A
Maximum spanning over de contacten	40 V

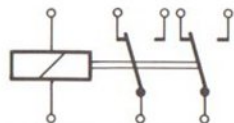
## 3.7.2. FUNCTIE

Een elektromagnetisch relais laat toe kringen te openen en te sluiten bij middel van een elektrisch signaal met gering vermogen. Over het algemeen wordt het relais in de omgeving van het te bedienen toestel geplaatst; zo vermijdt men vermogenverlies tussen de plaats van bediening en het gebruikstoestel, vermits de intensiteit in de stuurkring, die de spoel voedt, zeer gering is (enkele tientallen mA). Een elektromagnetisch relais laat ook het memoriseren van een elektrisch signaal toe.

3.7.1. a



3.7.1. b

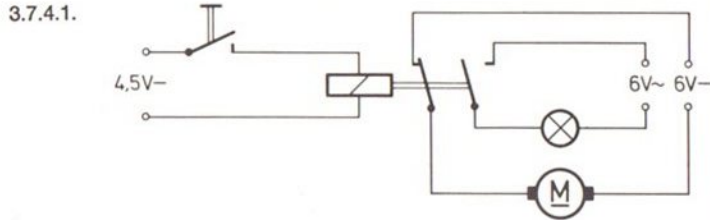


Schema van een relais met dubbel ompoolcontact

3.7.3. Verwezenlijking van een maquette:

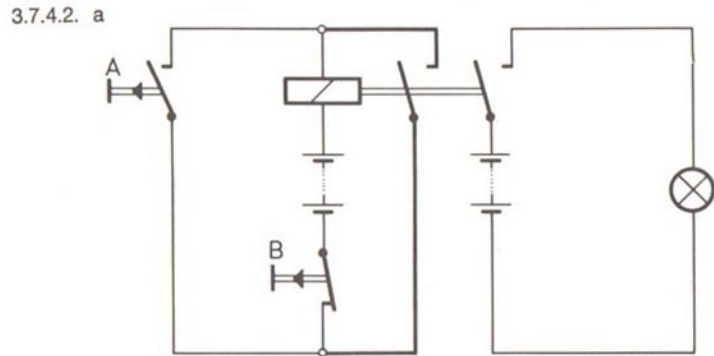
3.7.4. Voorbeelden van toepassing:

3.7.4.1. Besturing van twee onafhankelijke kringen

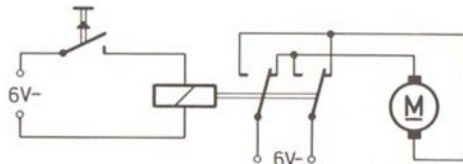


3.7.4.2. Memorisering van een signaal.

Wanneer we A bedienen, spreekt het relais aan; wanneer we A loslaten, blijft het relais bekrachtigd door zijn eigen contact (houdcontact). De lamp blijft branden. Het signaal wordt gememoriseerd. Om weer tot de uitgangstoestand te komen (uitwissen van het geheugen), volstaat het gedurende een kort ogenblik de kring te onderbreken door op B te drukken. Laten we opmerken dat A een drukknop "normaal open" is en B een drukknop "normaal gesloten".

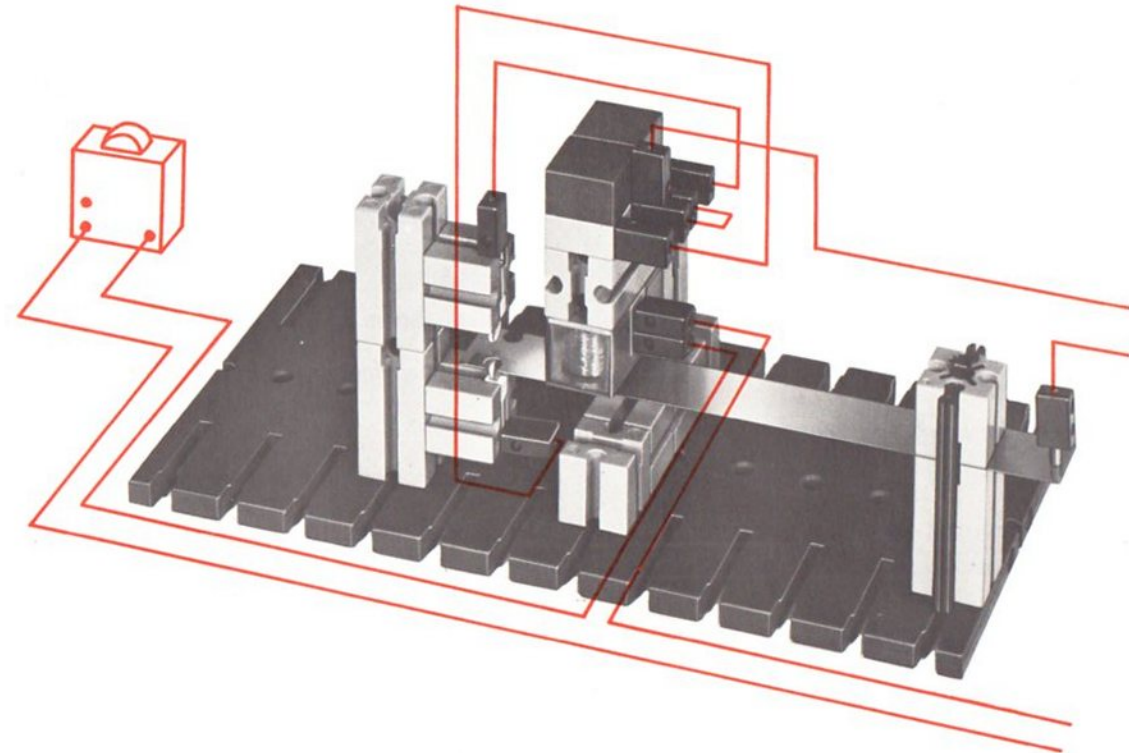


De schema's (b) en (c) stellen twee varianten voor om een geheugen te verwezenlijken. In feite, zijn ze niet precies equivalent: wanneer we tegelijkertijd A en B indrukken, zien we dat in het eerste geval het signaal B voorrang krijgt, in het tweede geval geldt dit voor het signaal A.

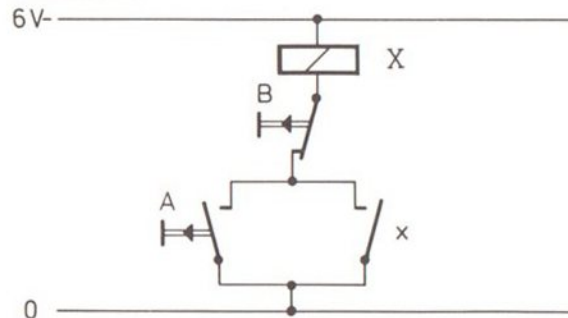


3.7.4.3. Gebruik als omkeerschakelaar voor de draaizin.

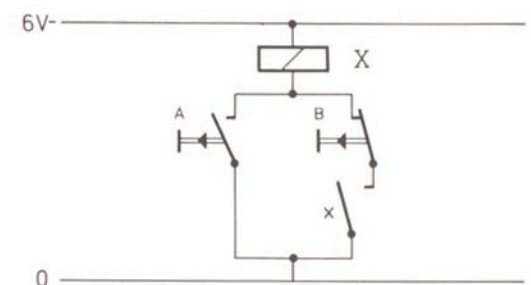
3.7.3.



3.7.4.2. b



3.7.4.2. c



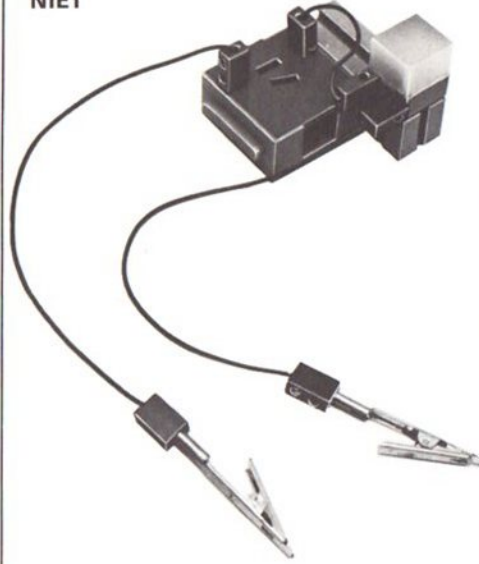


**IDENTITEIT**



In rust brandt de lamp niet. Ze gaat branden, indien we de drukknop bedienen.

**NIET**



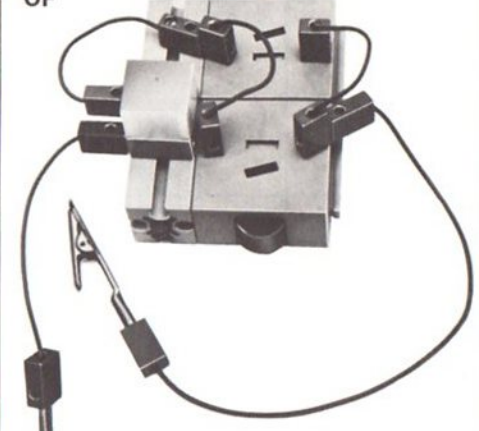
In rust brandt de lamp. Ze brandt niet meer, indien we de drukknop bedienen (NON).

**EN**



In rust brandt de lamp niet. Ze brandt, indien de schakelaars A en B gelijktijdig bediend worden (AND).

**OF**



In rust brandt de lamp niet. Ze gaat branden, indien de schakelaar A of de schakelaar B of de schakelaars A en B samen bediend worden "inclusief - of" A of B, of A en B (INCL. - OR).

**EXCLUSIEF - OF**



In rust brandt de lamp niet. Ze gaat branden, als de schakelaar A of de schakelaar B bediend wordt (maar niet de twee samen) (EXCL-OR)

**NOCH**



In rust brandt de lamp. Ze brandt niet meer, indien de schakelaar A of de schakelaar B bediend wordt (NOR).

**NIET EN**



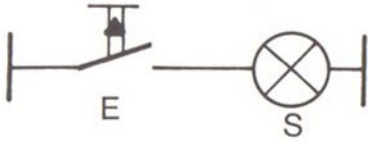
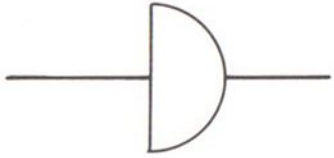
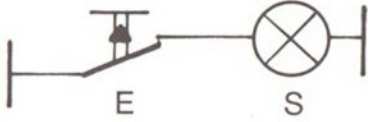
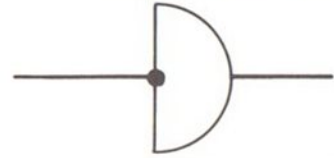
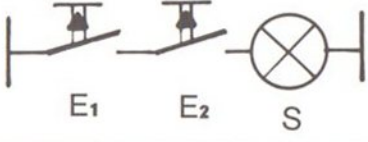
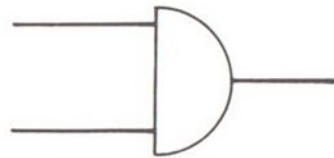
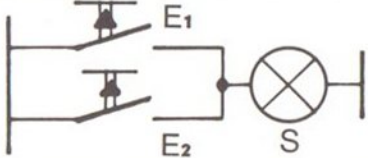
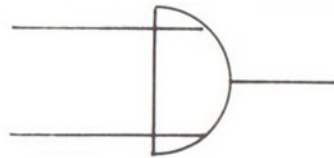
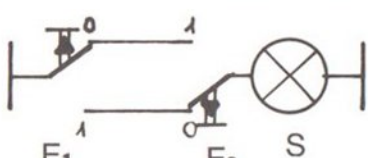
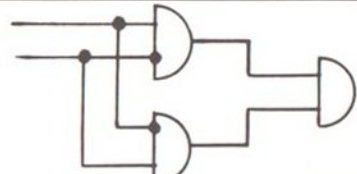
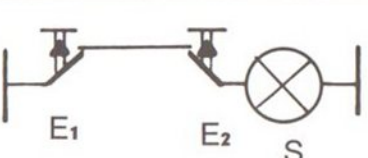
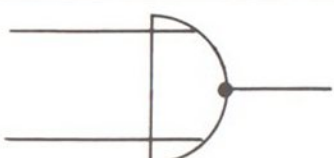
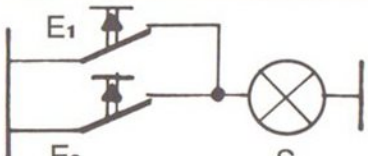
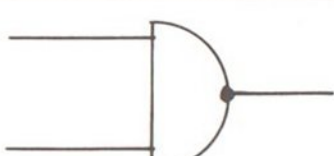
In rust brandt de lamp. Ze brandt niet meer, indien de schakelaars A en B tegeliktijd bediend worden (NAND).

De algebra van Boole vergemakkelijkt de studie van de elektrische kringen, die men ontmoet in de systemen van besturing en van automatisering. We steunen daarbij op het feit dat de parameters, die deze kringen kenmerken, maar twee verschillende waarden kunnen bezitten, die we 0 en 1 noteren.

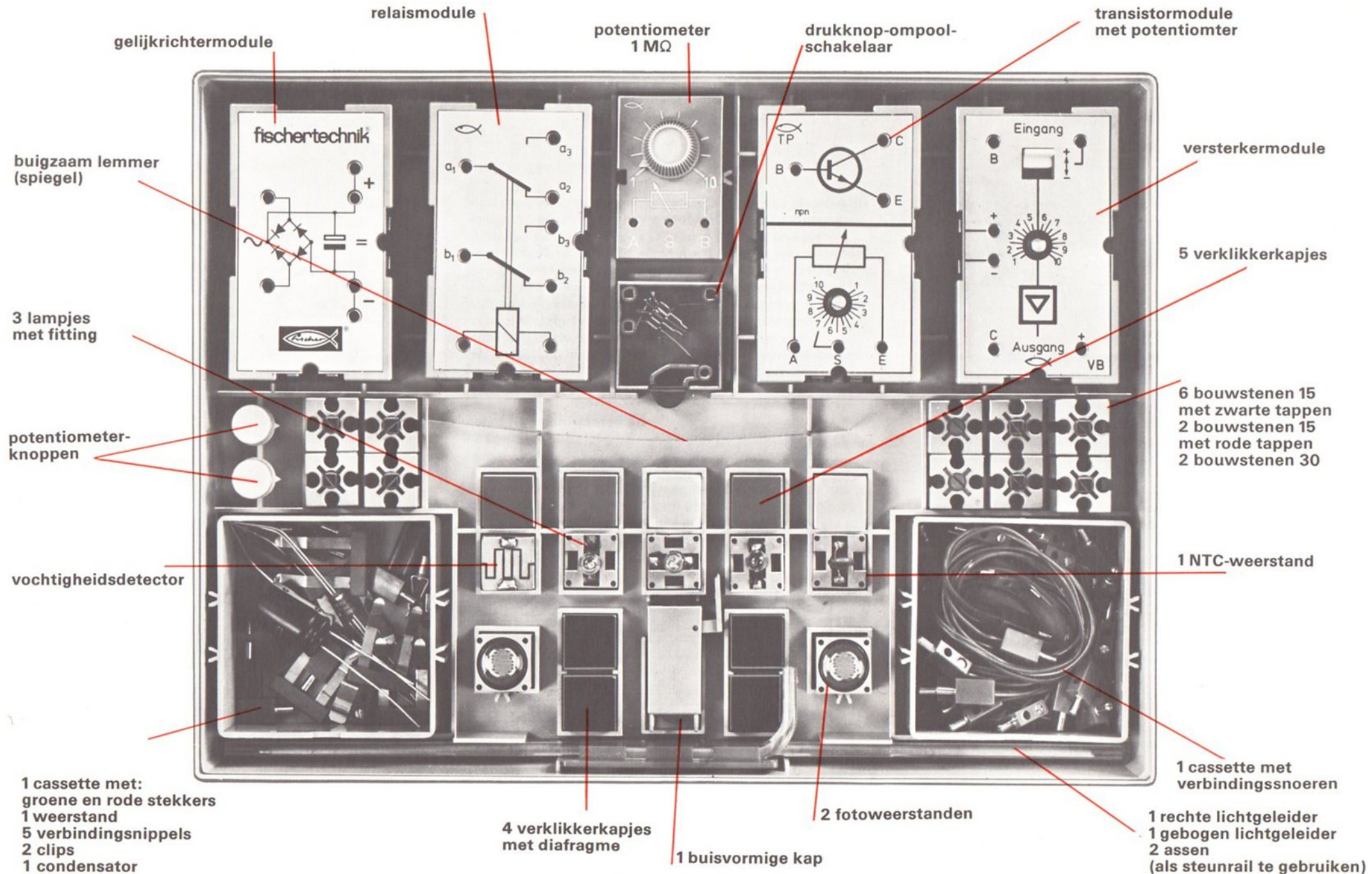
VOORBEELDEN: Het al of niet vloeien van een stroom in een deel van een kring, het openen of het sluiten van een schakelaar of van een drukknop, de toestand van een relais of van een transistor zijn booleaanse veranderingen.

Indien we ons interesseren aan de toestand van een tweepool (gloeilamp, motor . . .), geplaatst aan de uitgang van een complexe kring, zal deze toestand gekenmerkt zijn door de booleaanse veranderlijke S (uitgangsveranderlijke), die zelf functie is van de verschillende parameters, waaraan we de ingangsveranderlijken  $E_1, E_2, \dots$  verbinden. We zullen schrijven:  $S = f(E_1, E_2, \dots)$ . De schrijfwijze, de bewerkingsregels en de vereenvoudigingen van de uitdrukkingen vormen de algebra van Boole.

Met behulp van drukknoppen met ompoolcontact, van een gloeilampje en van een batterij, kunnen we de elektrische schema's van de elementaire functies bestuderen: IDENTITEIT, NIET, EN, OF, EXCLUSIEF-OF, NOCH, NIET-EN. Elke functie wordt hierna gegeven door haar elektrisch schema, haar waardetafel, haar formulering en het conventioneel symbool. Dit deel kan verwezenlijkt worden met de doos U-T "logische kringen", die 4 drukknop-ompoolschakelaars en de gloeilampjes, die noodzakelijk zijn voor de montage, bevat. - Er bestaan eveneens elektronische modules die de logische structuren bevatten die alle elementaire functies bewerkstelligen.

Functie	Elektrische equivalente kring	Formule	Waardetafel	Conventioneel teken															
IDENTITEIT		$S = E$	<table border="1" data-bbox="1181 208 1451 377"> <tr><td>E</td><td>S</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	E	S	0	0	1	1										
E	S																		
0	0																		
1	1																		
NIET (complement)		$S = \bar{E}$	<table border="1" data-bbox="1181 401 1451 570"> <tr><td>E</td><td>S</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	E	S	0	1	1	0										
E	S																		
0	1																		
1	0																		
EN (product)		$S = E_1 E_2$	<table border="1" data-bbox="1181 589 1451 758"> <tr><td>E<sub>1</sub></td><td>E<sub>2</sub></td><td>S</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S																	
0	0	0																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	1																	
OF inclusief (som)		$S = E_1 + E_2$	<table border="1" data-bbox="1181 777 1451 947"> <tr><td>E<sub>1</sub></td><td>E<sub>2</sub></td><td>S</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	1																	
OF exclusief (dilemma)		$S = E_1 \oplus E_2$	<table border="1" data-bbox="1181 965 1451 1135"> <tr><td>E<sub>1</sub></td><td>E<sub>2</sub></td><td>S</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S																	
0	0	0																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	
NOCH		$S = \bar{E}_1 \bar{E}_2$	<table border="1" data-bbox="1181 1154 1451 1323"> <tr><td>E<sub>1</sub></td><td>E<sub>2</sub></td><td>S</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S																	
0	0	1																	
0	1	0																	
1	0	0																	
1	1	0																	
NIET-EN		$S = \bar{E}_1 + \bar{E}_2$	<table border="1" data-bbox="1181 1342 1451 1511"> <tr><td>E<sub>1</sub></td><td>E<sub>2</sub></td><td>S</td></tr> <tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	S																	
0	0	1																	
0	1	1																	
1	0	1																	
1	1	0																	





gelijkrichtermodule

relaismodule

potentiometer  
1 MΩ

drukknop-ompool-  
schakelaar

transistormodule  
met potentiometer

buigzaam lemmer  
(spiegel)

versterkermodule

3 lampjes  
met fitting

5 verklikkerkapjes

potentiometer-  
knoppen

6 bouwstenen 15  
met zwarte tappen  
2 bouwstenen 15  
met rode tappen  
2 bouwstenen 30

vochtigheidsdetector

1 NTC-weerstand

1 cassette met:  
groene en rode stekkers  
1 weerstand  
5 verbindingsnippels  
2 clips  
1 condensator

4 verklikkerkapjes  
met diafragma

1 buisvormige kap

2 fotoweerstanden

1 cassette met  
verbindingsnoeren

1 rechte lichtgeleider  
1 gebogen lichtgeleider  
2 assen  
(als steunrail te gebruiken)

## 4.1. ALGEMEENHEDEN OVER DE HALFGELEIDERS:

De elektronica gebruikt thans vele samenstellingen op basis van halfgeleidende materialen zoals germanium (Ge), silicium (Si), selenium (Se), gallium (Ga). In de doos U-T 4 vinden we hiervan drie soorten onderdelen: de fotoweerstand, de diode en de transistor.

## 4.1.1. DE FOTOWEERSTAND:

Hij bezit de volgende eigenschap: zijn elektrische weerstand hangt sterk af van de belichting van het gevoelig oppervlak.

Hij kan variëren van  $30 \Omega$  voor een intense belichting tot meer dan  $1 \text{ M} \Omega$  ( $1 \text{ megohm} = 10^6 \text{ ohm}$ ) in de duisternis. Indien een dergelijke fotoweerstand zich in een kring bevindt, gevoed door een 6 V-bron, dan zien we dat de waarde van de stroom die erdoor vloeit, stijgt met de belichting van 6 microampere tot 200 milliampere. Deze laatste intensiteit kan de cel beschadigen. Om dit te vermijden wordt een begrenzingsweerstand van  $100 \Omega$  in serie geplaatst. Men beperkt aldus de maximum stroomsterkte tot minder dan 50 milliampere.

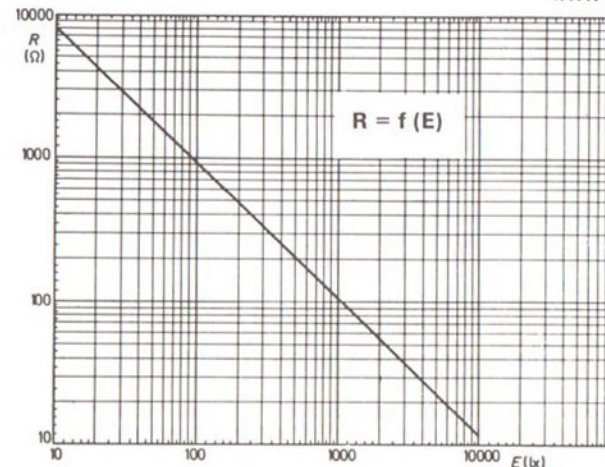
De figuren hiernaast tonen:

a) de weerstand/belichtingscurve. Ze geeft de waarde van  $R$  (in ohm) in functie van de belichting  $E$  (gemeten in lux).

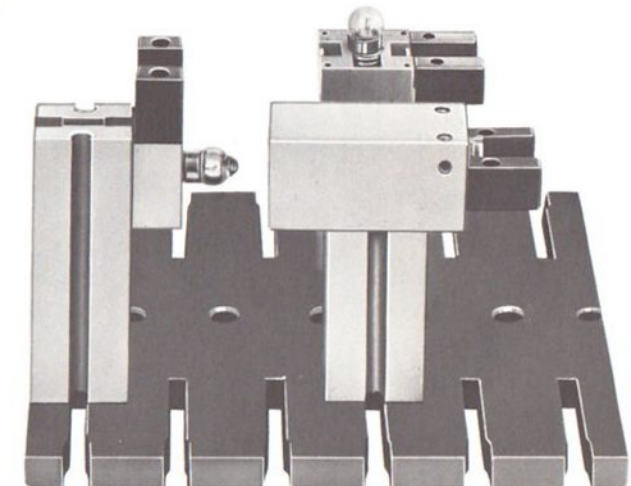
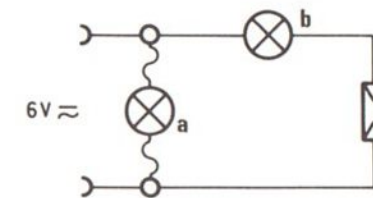
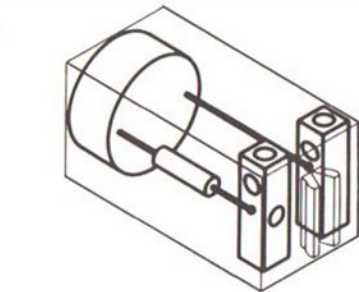
De schaal is logaritmisch (fig. 4.1.1.a).

b) een voorafgaand experiment (fig. 4.1.1.b) toont kwalitatief de eigenschappen van de fotoweerstand: de gloeilamp "b" dient als stroomaanwijzer (ze kan vervangen worden door een milliampere-meter); haar helderheid verandert naargelang van de afstand van de gloeilamp "a" tot de cel.

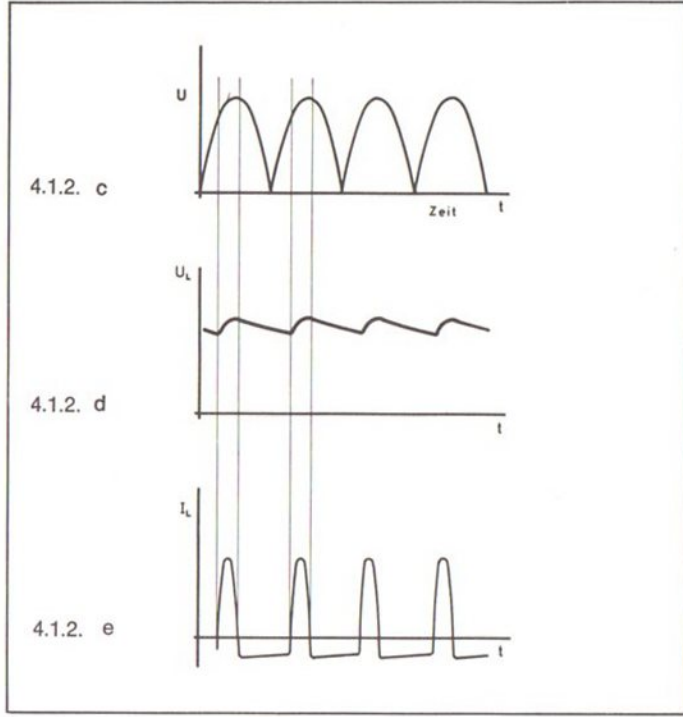
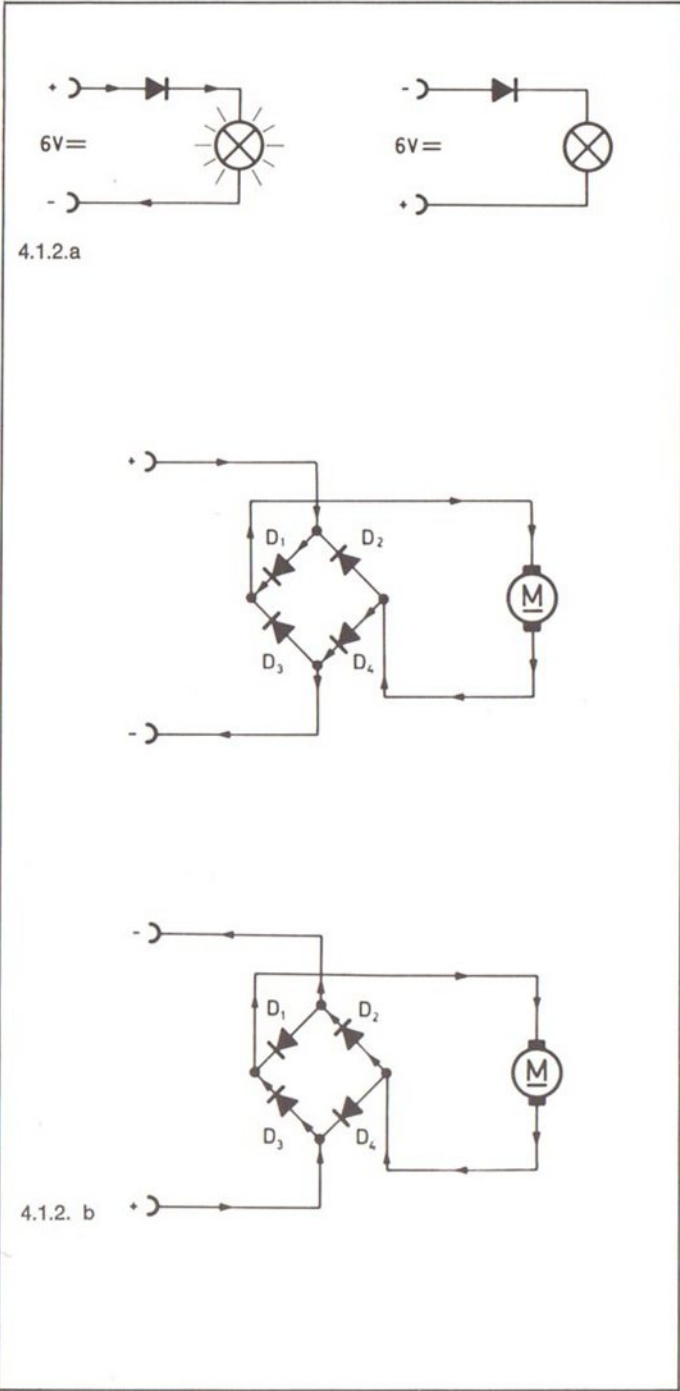
4.1.1. a



4.1.1. b







4.1.2. DE DIODE EN DE GELIJKRICHTING

Een diode is als het ware een elektrische klep, die de stroom in één richting doorlaat, en hem in de tegengestelde richting spert. We mogen ook zeggen, dat haar weerstand afhangt van de richting van de stroom:

- in de doorlaatrichting is de weerstand zeer gering, over het algemeen minder dan 1 ohm
- in de sperrichting bedraagt de weerstand verscheidene megohms.



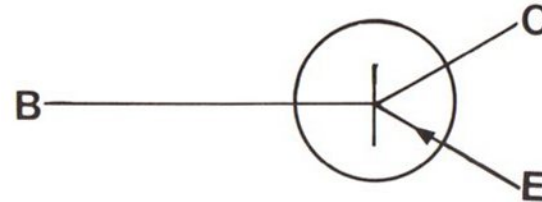
We kunnen deze eigenschap aantonen door een zeer eenvoudig experiment: we schakelen in serie een diode, een gloeilamp en een gelijkstroombron (batterij of gelijkstroomuitgang van het transformatorblok). Voor een zekere stroomrichting brandt de gloeilamp normaal, alsof de diode niet bestond; ze brandt niet meer als we ofwel de diode, ofwel de aansluiting aan de polen van de bron omkeren (fig. 4.1.2.a).

De diode wordt gebruikt om de wisselstroom gelijk te richten. Over het algemeen gebruikt men 4 diodes die in brug geschakeld worden, zoals figuur 4.1.2.b aantoont. Deze kring laat toe de twee halve perioden van de wisselstroom gelijk te richten.

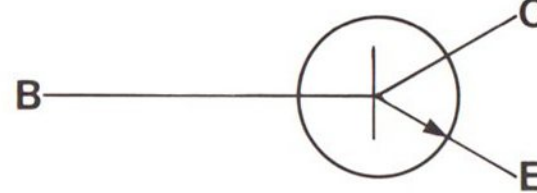
De sinusoidale variatie van de ingangsspanning wordt door de gelijkrichterbrug omgezet in een pulserende spanning, zoals voorgesteld in fig. 4.1.2.c. De polariteit keert niet meer om, maar de ogenblikkelijke waarde verandert van nul tot de maximumamplitude. Men viakt een groot deel van deze variaties af door een condensator over de uitgang te plaatsen. Deze stapelt ladingen op en geeft ze weer af, wanneer de spanning aan de ingangsklemmen te laag geworden is. De figuren 4.1.2.c, d en e geven respectievelijk het uitzicht weer van de uitgangsspanning zonder condensator en met condensator en het stroomverloop door de condensator. In dit laatste geval ziet men duidelijk de opeenvolging van lading ( $I_1 > 0$ ) en ontlading ( $I_1 < 0$ ).

## 4.1.3. DE TRANSISTOR EN DE VERSTERKERFUNCTIE

De transistor is een elektronisch onderdeel, met 3 klemmen, nl. de emitter (E), de basis (B) en de collector (C). Men vindt twee types van transistors: het type PNP, voorgesteld door het symbool



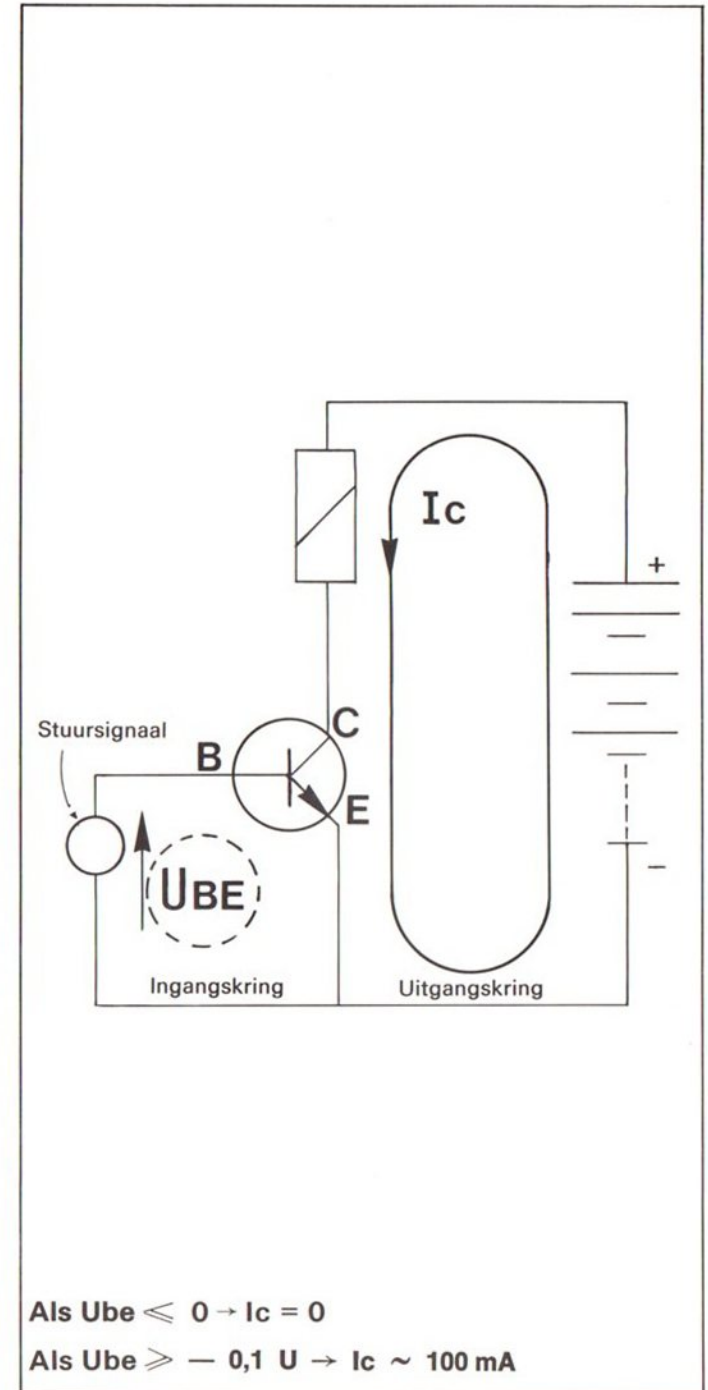
en het type NPN, voorgesteld door het symbool



Het werkingsprincipe van een transistor type NPN is het volgende:

- de pijl duidt de stroomrichting aan in de emitterkring.
- men vormt een elektrische kring, genoemd "uitgangskring" met een bron (6 à 9 V =), een belastingsweerstand (bvb. de spoel van een relais) en de transistor tussen E en C.
- wanneer er geen of een negatieve spanning bestaat tussen de basis B en de emitter E, dan is de stroom ongeveer nul in de uitgangskring. Indien de belastingsweerstand de spoel van een relais is, dan is dit onbekrachtigd.
- indien nu een geringe positieve spanning van de orde van + 0,1 V bestaat tussen B en E, dan vloeit er een belangrijke stroom in de uitgangskring, die tot 100 milliampere kan oplopen bij bepaalde transistoren.

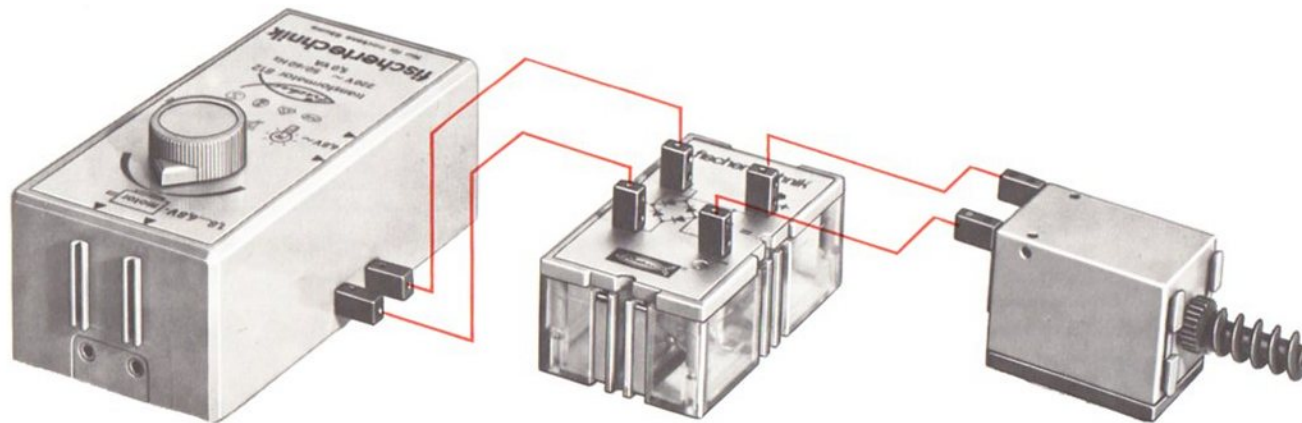
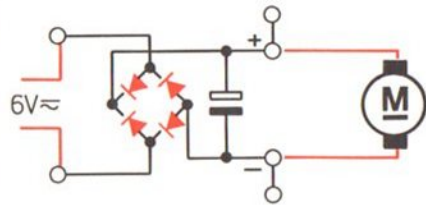
Kortom een zeer zwak positief elektrisch signaal tussen B en E beveelt het sluiten van de "elektronische" schakelaar, gevormd door de transistor tussen zijn klemmen E en C. Het is aldus duidelijk dat een transistor kan dienen als tussenschakel tussen een zwak signaal, bvb. gegeven door een fotoweerstand en een elektromagnetisch relais, dat een minimale stroom van verscheidene tientallen mA nodig heeft om aan te spreken.



$$\text{Als } U_{be} \leq 0 \rightarrow I_c = 0$$

$$\text{Als } U_{be} \geq + 0,1 \text{ V} \rightarrow I_c \sim 100 \text{ mA}$$

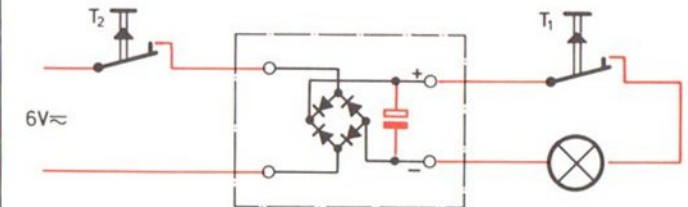




## 4.2.1. GELIJKRICHTERMODULE

Dit module laat toe de andere modules met gelijkstroom te voeden. Men schakelt aan de ingang de wisselspanning van 6 à 8 V  $\sim$ , gegeven door de transformator (\*) (mot. 4 of mot. 8) en aan de uitgang tapt men een gelijkspanning af van 8 à 10 V =; de polariteit is aangeduid op het huis. Dit module kan eveneens een motor voeden, waarvan de draairichting afhangt van de zin waarin de aansluiting gebeurt. Figuur 4.2.1.a toont dit duidelijk aan. Het schema, voorgesteld op het huis, toont aan dat de gelijkrichter is samengesteld uit een "brug" van 4 dioden, die de wisselstroom gelijkrichten en een elektrolytische condensator van 2.200  $\mu$  F die afvlakt, m.a.w. die de overblijvende rimpelspanning reduceert.

Men kan op zeer eenvoudige wijze de eigenschap aantonen die de condensator bezit om elektrische ladingen op te stapelen, door het volgende experiment:



Men schakelt een gloeilampje in serie met een schakelaar  $T_1$  aan de uitgang. Indien we de stroom onderbreken door  $T_1$ , dooft het gloeilampje onmiddellijk. Indien we echter de stroom door  $T_2$  onderbreken, dan dooft het gloeilampje niet onmiddellijk: de geladen condensator speelt gedurende een kort ogenblik de rol van voedingsbron. Indien we nu eerst  $T_1$  indrukken, daarna  $T_2$  en tenslotte  $T_1$  weer loslaten, dan geeft het gloeilampje een zwakke flits. Dit verschijnsel wordt op dezelfde manier verklaard.

(\*) Men mag nooit de contacten "+" en "-" van het module rechtstreeks aan de transformator aansluiten, want dit zou kunnen leiden tot de vernieling van de gelijkrichterbrug.

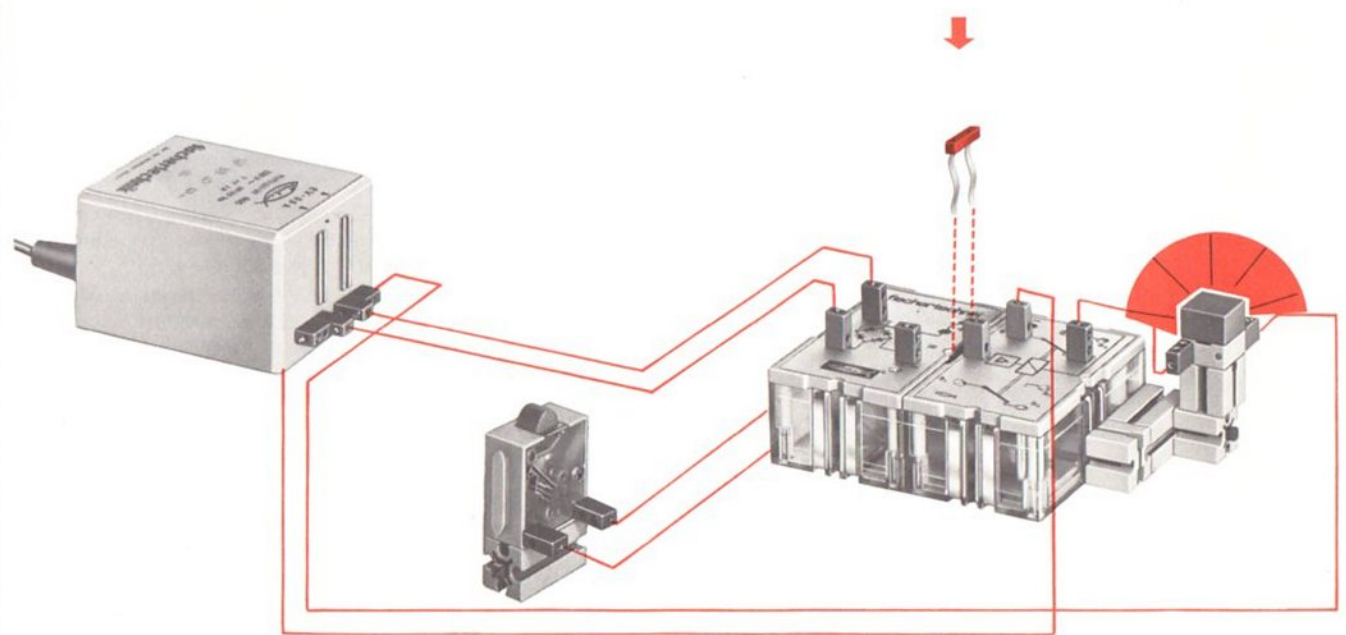
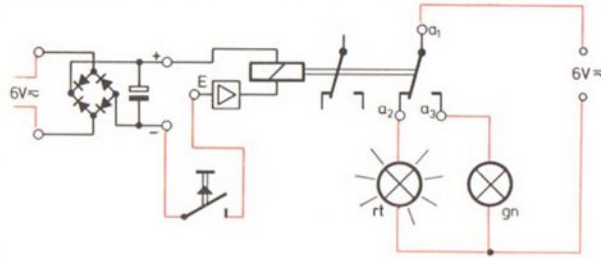
4.2.2. HET RELAISMODULE.

Het relaismodule bevat een elektromagnetisch relais met twee stellen onafhankelijke contacten, wat toelaat twee afzonderlijke kringen te bedienen. Het gaat om een relais van hetzelfde soort als dit van de doos U-T 3.

Om een bediening te verwezenlijken uitgaande van een lichtdetector (fotoweerstand), van een temperatuurgevoelige detector (NTC-weerstand) of van een vochtigheidsdetector, is het noodzakelijk het te doen voorafgaan van het versterkermodule, dat verder zal beschreven worden, en van het gelijkrichtermodule (\*).

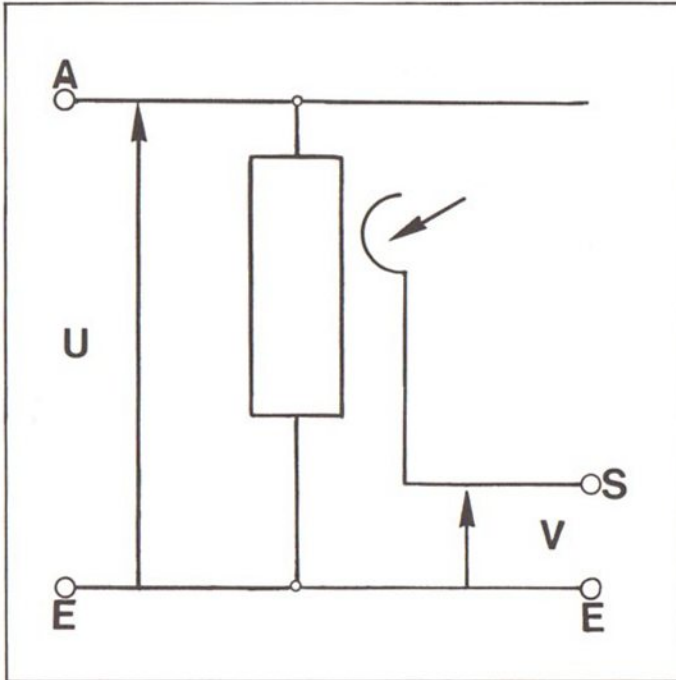
Het schema op het huis duidt aan dat bij rust (relaisspoel niet bekrachtigd), de contacten ontstaan volgens  $a_1 \rightarrow a_2$  en  $b_1 \rightarrow b_2$ .

Een bediening door middel van een drukknop kan zonder versterking gebeuren en het is mogelijk met het relaismodule alle experimenten beschreven in verband met het relais van de doos U-T 3 te verwezenlijken.



(\*) De elektronische modules mogen nooit rechtstreeks op de transformator aangesloten worden. Men moet altijd over het gelijkrichtermodule gaan.





#### 4.2.3. HET TRANSISTOR-POTENTIOMETER-MODULE

Het bevat twee volledig afzonderlijke delen:

- Bovenaan een NPN transistor, waarvan de klemmen C, B en E respectievelijk overeenstemmen met de collector, de basis en de emitter.
- Onderaan, een potentiometer van  $25\text{ k}\Omega$  met 3 klemmen A, S en E. Hij dient om van een spanning een veranderlijk deel af te takken. Indien een spanning  $U$  is aangelegd aan de uiterste klemmen A en E, dan kunnen we tussen de loperklem S en de klem E een spanning  $V$ , variabel tussen 0 en  $U$ , naargelang van de stand van de knop, afnemen.

#### 4.2.4. VERSTERKERMODULE

Het versterkermodule versterkt het signaal dat geleverd wordt door één van de detectoren (licht, temperatuur, vochtigheid), en bedient het relais of rechtstreeks de gloeilamp. Het moet gevoed worden door het gelijkrichtermodule, dat er mee verbonden kan worden bij middel van de rode ruiter met veercontacten, die de elektrische aansluiting bewerkstelligt. Het ingangssignaal wordt aan de klemmen E aangelegd; een knop laat toe dit signaal om te polen indien nodig. Het uitgangssignaal verschijnt aan de klemmen A onderaan het huis.

#### 4.2.5. POTENTIOMETER VAN $1\text{ M}\Omega$ .

Deze potentiometer met grote weerstand is noodzakelijk om een besturing door middel van een vochtigheidsdetector te verwezenlijken.

#### 4.2.6. LICHTGEVOELIGE CEL (zie fotoweerstand).

#### 4.2.7. NTC-WEERSTAND.

De NTC-weerstand bezit de volgende eigenschap: zijn weerstand vermindert wanneer zijn temperatuur stijgt. We zien dat een NTC-weerstand in grote lijnen kan vergeleken worden met een schakelaar die zou gesloten zijn voor hoge temperaturen (zwakke weerstand) en die zou open zijn bij kamertemperatuur (grote weerstand). De weerstandsvaling bedraagt ongeveer 4,6 % voor een temperatuurstijging van  $1^\circ\text{C}$ . De weerstand bij  $20^\circ\text{C}$  bedraagt ca.  $2000\ \Omega$ .

#### 4.2.8. VOCHTIGHEIDSDETECTOR.

Dit element heeft een weerstand die daalt als de vochtigheid neerslaat op zijn gevoelig oppervlak.

4.3.1. AANTONEN VAN DE EIGENSCHAPPEN VAN DE  
TRANSISTOR: VERSTERKING.

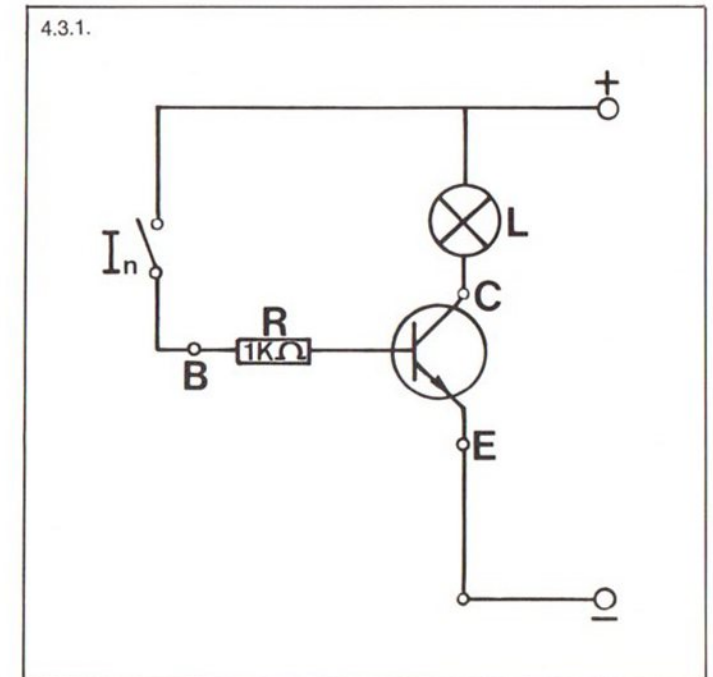
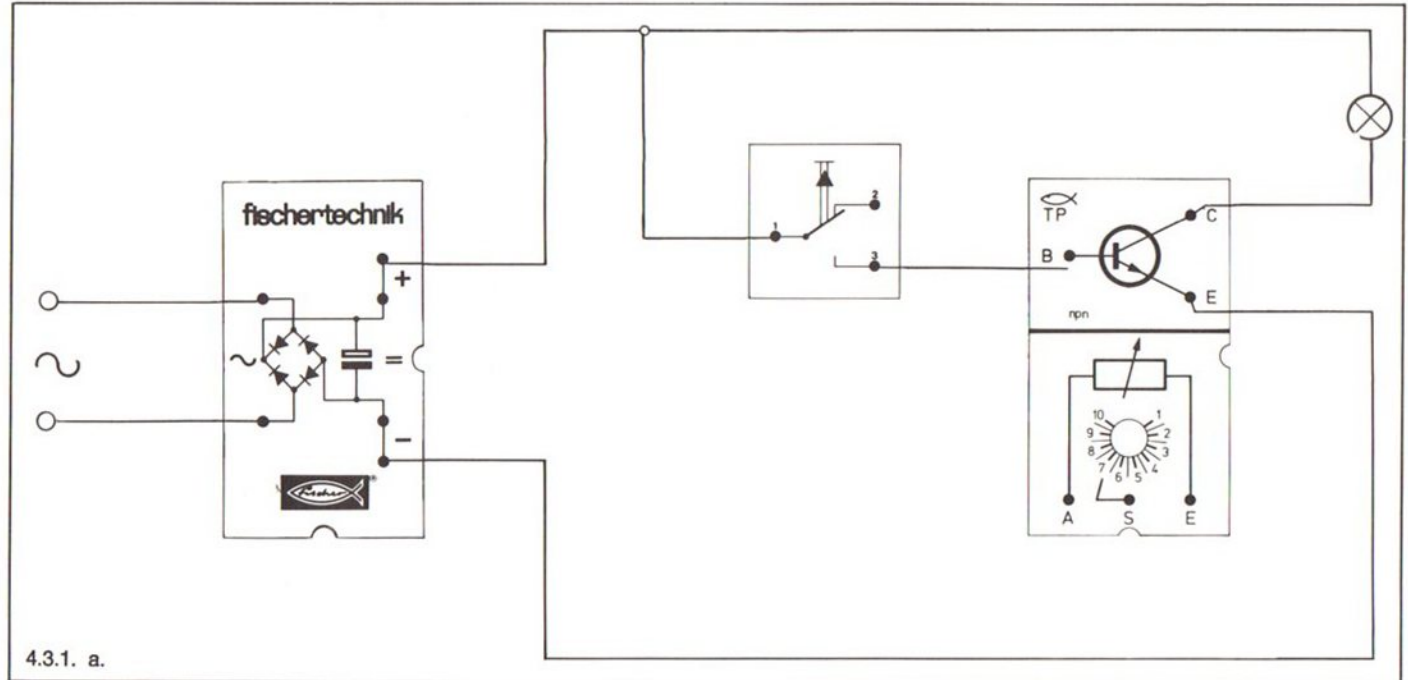
We monteren het schema 4.3.1. en gebruiken hierbij de transistor type NPN die zich in het module bevindt, samen met een weerstand R van  $1\text{ K}\Omega$ , die de eventuele overbelasting vermijdt. Een gloeilampje L vormt de belasting van de collectorkring en maakt de stroomsterkte  $i_c$ , die door dit deel van de kring gaat, zichtbaar. Het kan vervangen worden door het elektromagnetisch relais. Een schakelaar  $I_n$  wordt geplaatst tussen de plus-pool en de basis. De voeding van de transistor gebeurt door het gelijkrichtermodule verbonden met een wisselstroombron of door batterijen ( $9\text{ V} =$ ).

EXPERIMENT 1.

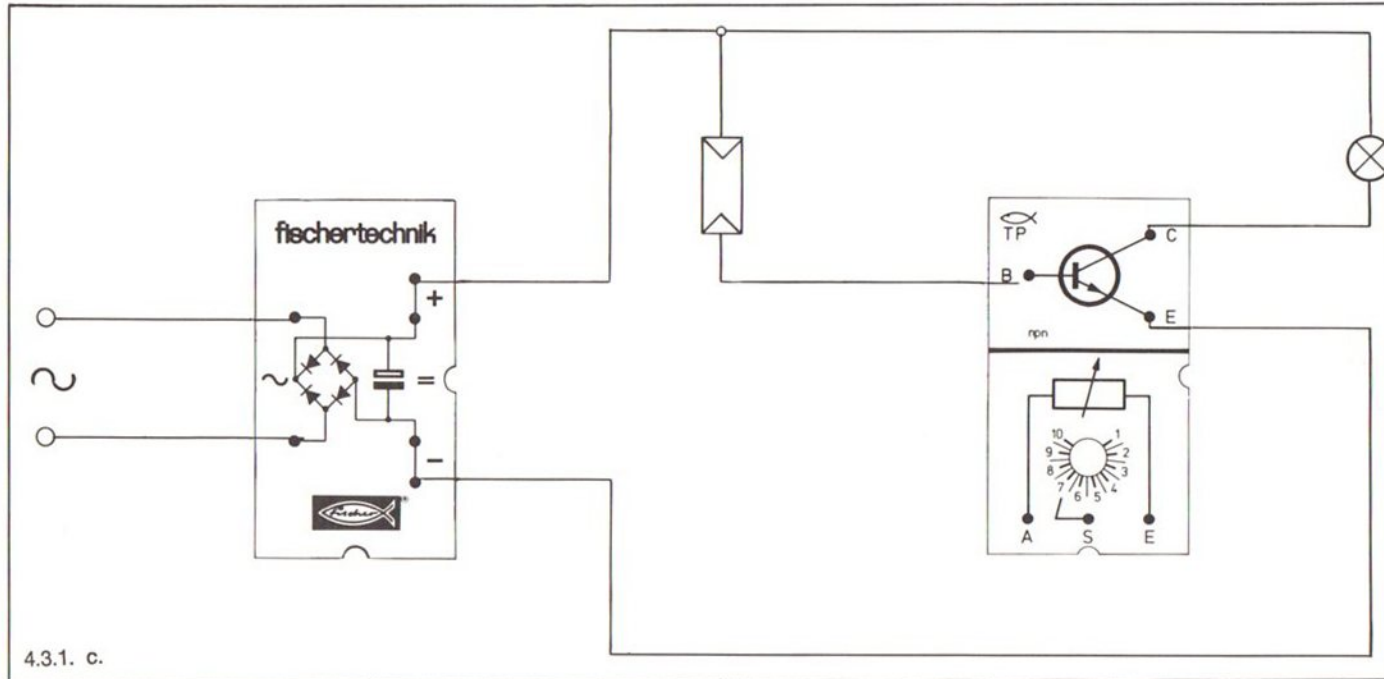
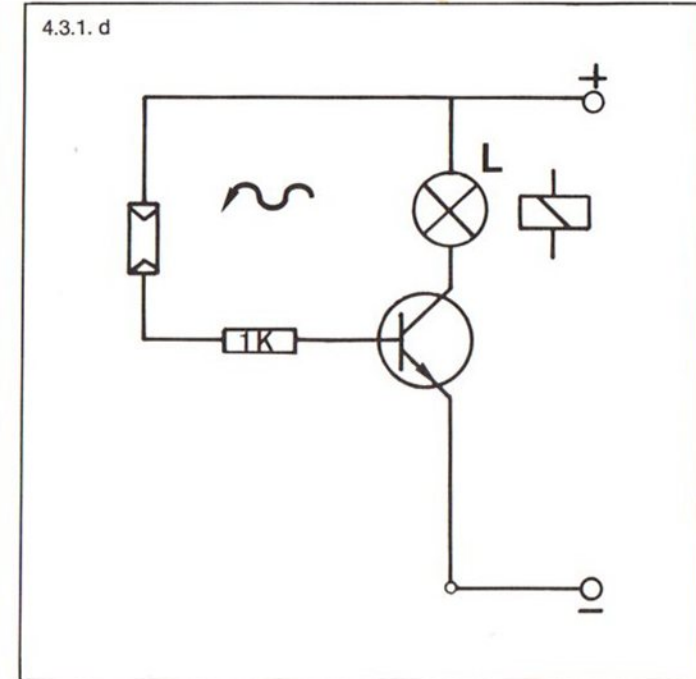
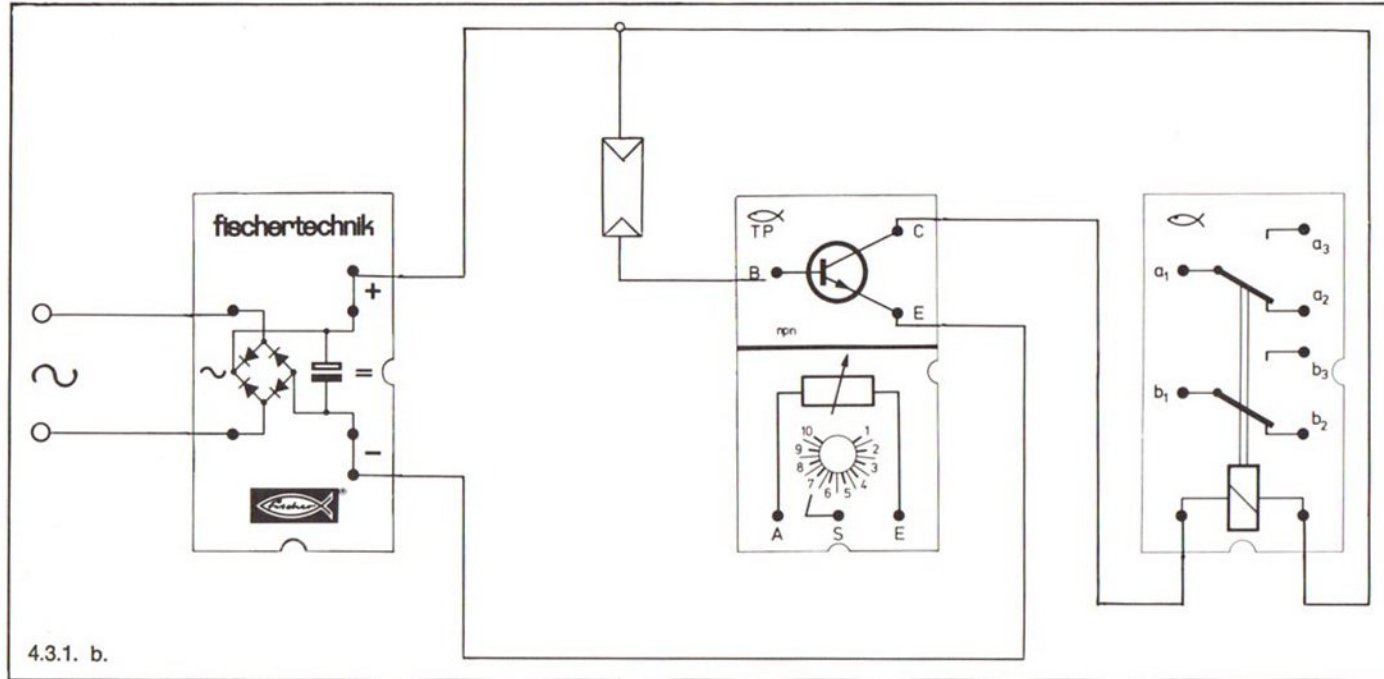
Wanneer  $I_n$  open is, dan komt geen enkele stroom in de basis. Men stelt vast dat L gedoofd is: de transistor geleidt niet. Zijn zeer grote weerstand belet dat een stroom door de lamp L vloeit. Wanneer we  $I_n$  sluiten, brandt L; het bestaan van een basisstroom  $i_B$ , die langs B intreedt (in het geval van de NPN-transistor) wijzigt de eigenschappen van de transistor die op dit ogenblik geleider wordt: zijn weerstand wordt gering tussen C en E; een stroom  $i_C$  kan in L vloeien. De grootte-orde van de stroom is:  $i_B = 8\text{ mA}$  en  $i_C = 120\text{ mA}$ . Men kan de verschillende intensiteiten meten 4.3.1.(a).

EXPERIMENT 2.

Laten we de schakelaar  $I_n$  vervangen door een veranderlijke weerstand; hiervoor gebruiken we twee klemmen van de potentiometer, die gemonteerd is op hetzelfde module als de transistor. Wanneer we de weerstand doen variëren, stellen we vast, dat de helderheid van de gloeilamp eveneens varieert; en meer bepaald, indien de weerstand daalt, neemt de helderheid toe. De weerstand bepaalt de waarde van  $i_B$ .







EXPERIMENT 3 : 4.3.1.b en 4.3.1.c

Laten we nu de weerstand vervangen door de fotoweerstand. De helderheid van L wordt nu afhankelijk van het licht dat valt op het gevoelig oppervlak van de fotoweerstand. Het is aan te raden één van de kapjes met diafragma toe te passen.

EXPERIMENT 4 : 4.3.1.d

Laten we L dichtbij de fotoweerstand plaatsen, waarbij het geheel in de duisternis staat. De gloeilamp L is gedoofd. Een korte flits (van een aansteker of van een zaklamp) doet L branden, die dan de fotoweerstand belicht. L blijft branden. We zeggen dat we een "koppeling" verwezenlijkt hebben tussen de uitgang en de ingang van "de versterkerkring".

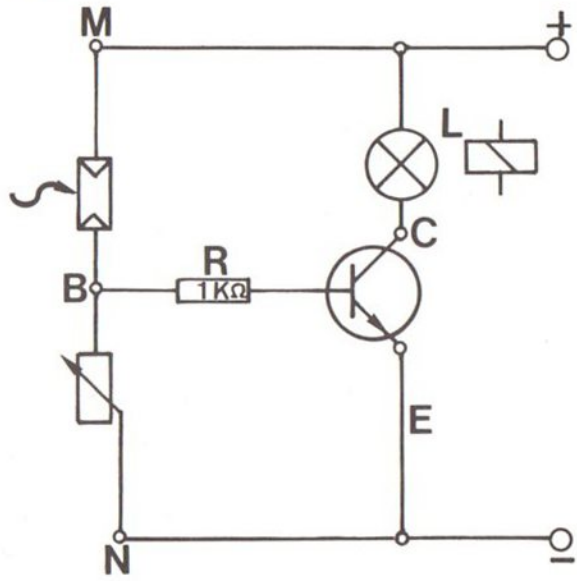
EXPERIMENT 5

De helderheid van L kan ook afhankelijk gemaakt worden van de temperatuur; het volstaat de fotoweerstand te vervangen door de NTC-weerstand.

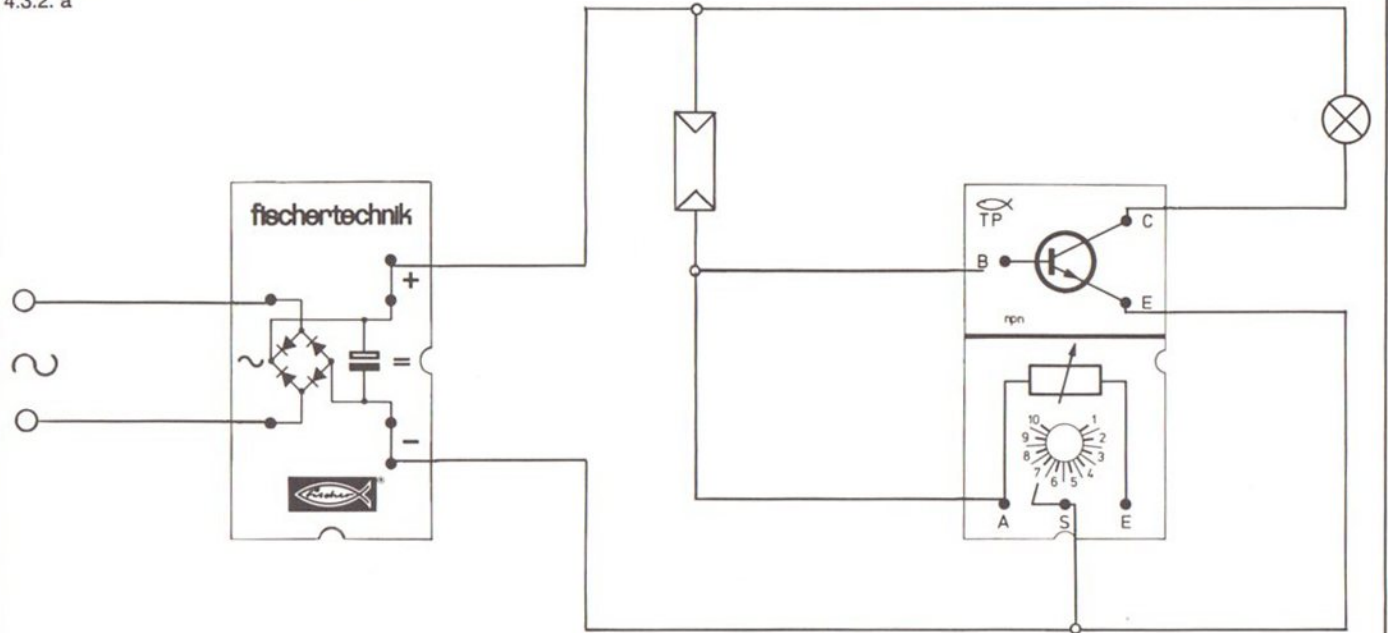
4.3.2. REGELING VAN DE AANSPEEKGEVOELIGHEID

De stroom  $i_C$ , die door de gloeilamp L loopt (of door het relais) hangt af van de intensiteit  $i_B$ , die op haar beurt afhangt van de potentiaal  $U_B$  van het punt B. Om deze potentiaal in te stellen, wijzigen we lichtjes de vorige schakeling door een "spanningsdeler" op te bouwen. Deze wordt gevormd door één van de detectoren (fotoweerstand, NTC-weerstand) in serie te plaatsen met een variabele weerstand.

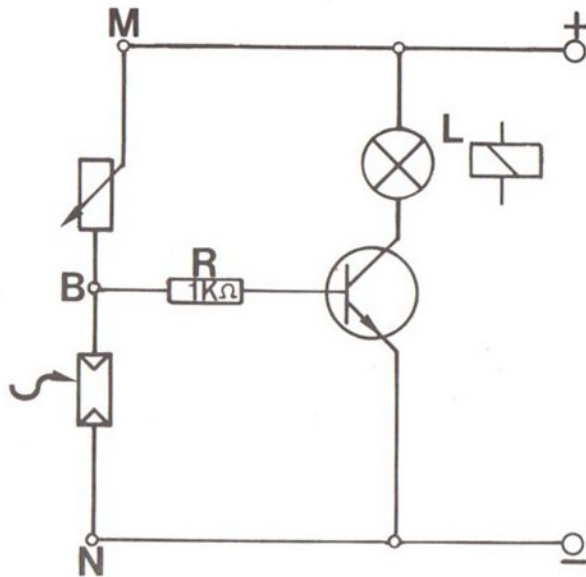
4.3.2. a.



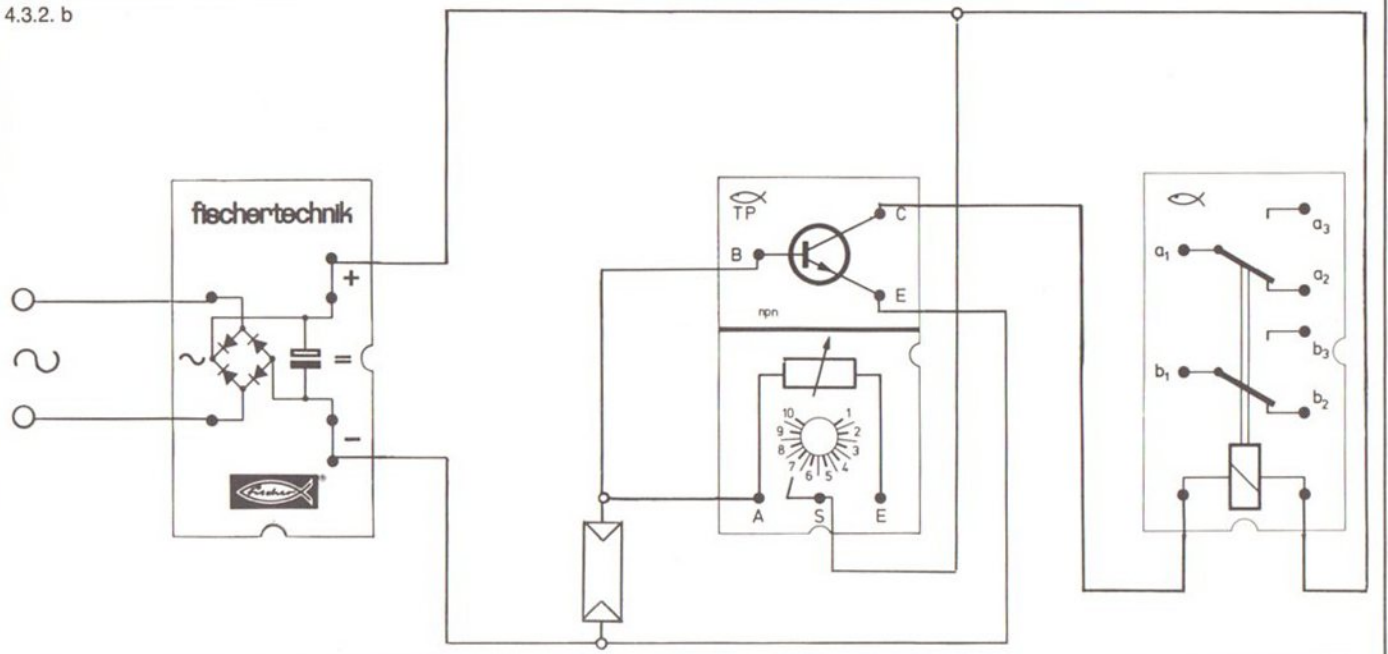
4.3.2. a



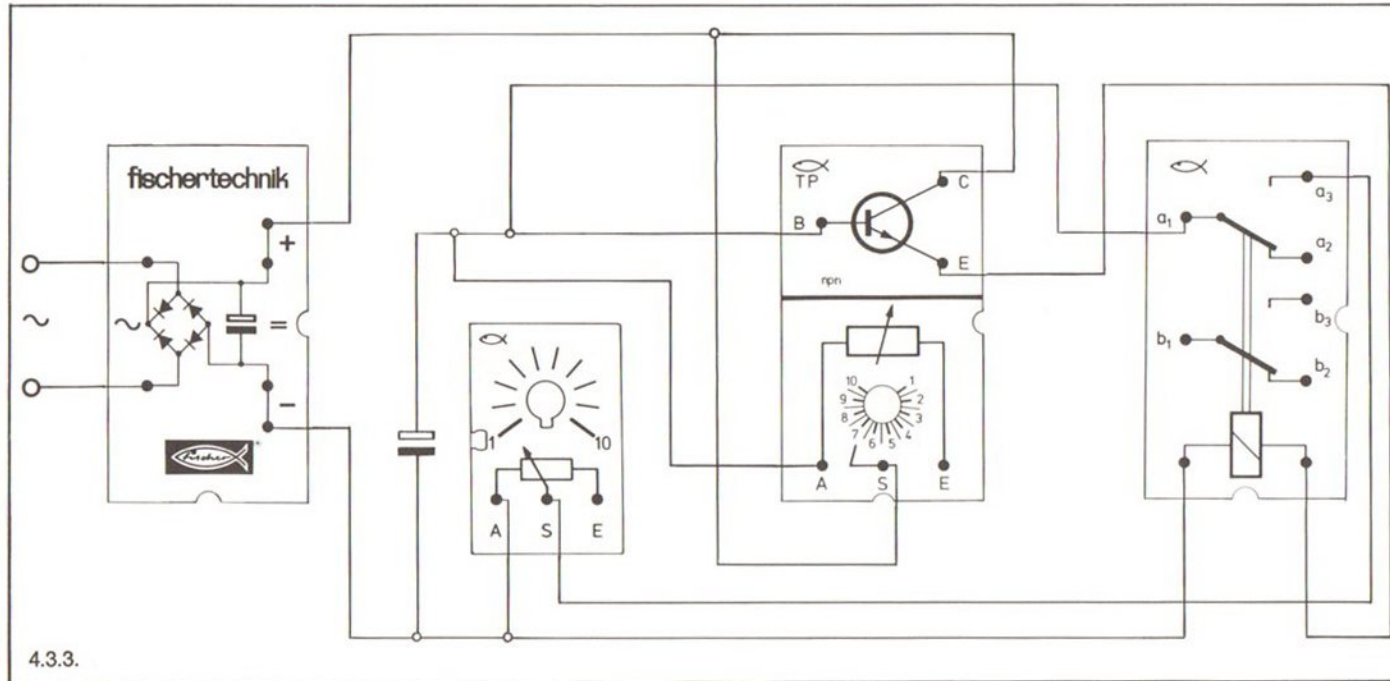
4.3.2. b.



4.3.2. b







4.3.3.

Twee montages zijn mogelijk:

- de montage 4.3.2.a reageert op dezelfde manier als deze van experiment 3, maar bovendien kunnen we de gevoeligheid van het systeem regelen met behulp van de variabele weerstand.
- de montage 4.3.2.b reageert op de tegenovergestelde manier: indien de belichting van de fotoweerstand toeneemt, vermindert de potentiaal  $U_B$  en de helderheid van L vermindert; we kunnen eveneens de gevoeligheid regelen.

VARIANTEN:

- de fotoweerstand wordt vervangen door een NTC-weerstand
- de lamp L wordt vervangen door het relais. In dit geval, kunnen we de aanspreekdrempel regelen: indien we de variabele weerstand verstellen, kunnen we de belichtingsdrempel wijzigen, waarbij de commutatie van het relais plaats vindt.

TOEPASSINGEN:

- lichtregeling
- temperatuurregeling
- automatische bediening, enz.

#### 4.3.3. DE MULTIVIBRATOR

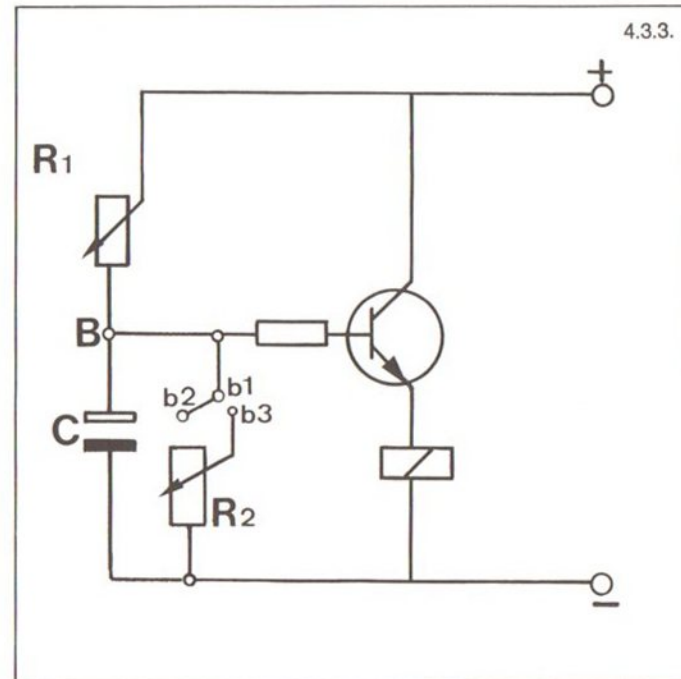
EXPERIMENT 8:

De condensator C (100 à 1000 nF) laadt zich via  $R_1$ ; wanneer de potentiaal van B voldoende is, geleidt de transistor en het relais spreekt aan; dan ontlad zich de condensator via de weerstand  $R_2$ ; het relais valt af en de cyclus herbegint. We kunnen de frequentie van het verschijnsel regelen door  $R_2$  te verstellen.

VARIANTEN:

- tijdsvertraging van een relais bij aanspreken
- tijdsvertraging van een relais bij het afvallen (tijdschakelaar).

In dit experiment mag het relais niet verbonden worden met de interne schakeling van de andere modules met behulp van de rode verbindingsstekker.



4.3.3.

4.3.4. PRINCIPE VAN HET VERSTERKERMODULE.

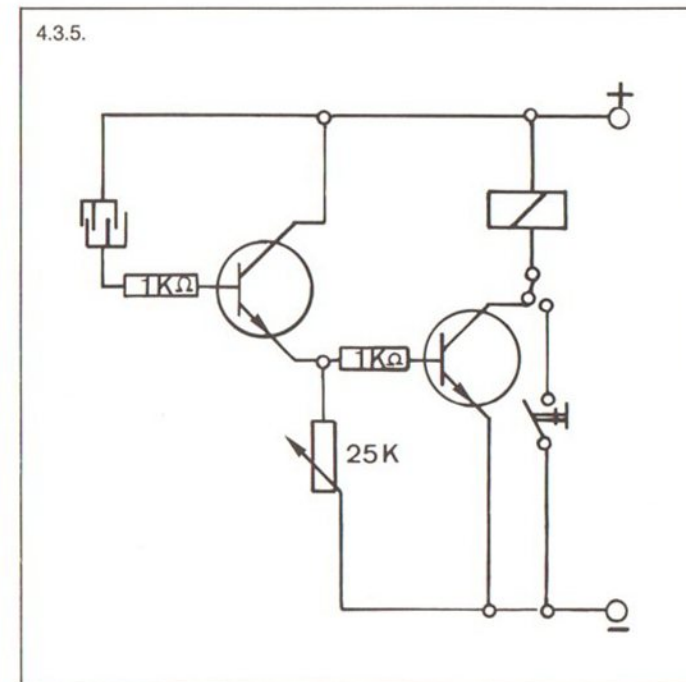
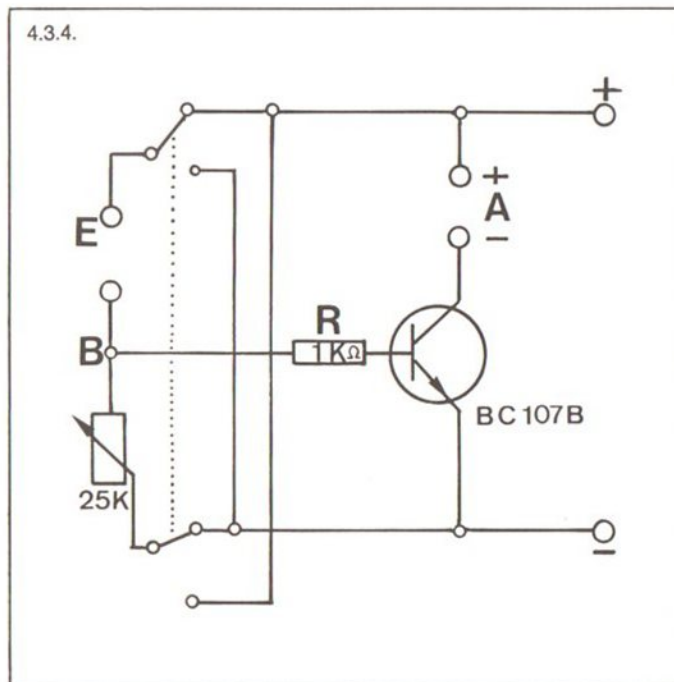
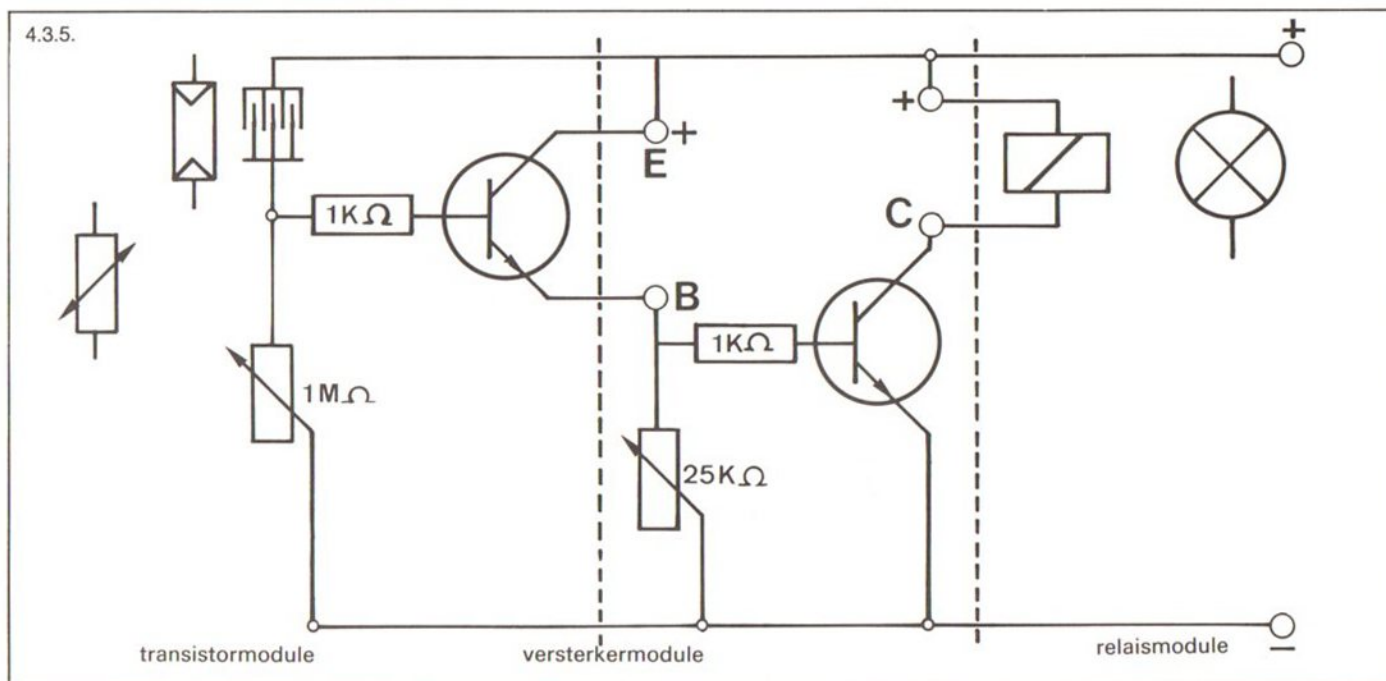
Het schema toont dat het module opgebouwd is zoals de vorige montages: in A mogen we een gloeilamp of een relais schakelen, in E plaatsen we een detector (fotoweerstand of NTC-weerstand). De omschakelaar poolt de spanningsdeler om, zoals we aangeduid hebben in 4.3.2.a en 4.3.2.b.

4.3.5. TWEETRAPSVERSTERKER.

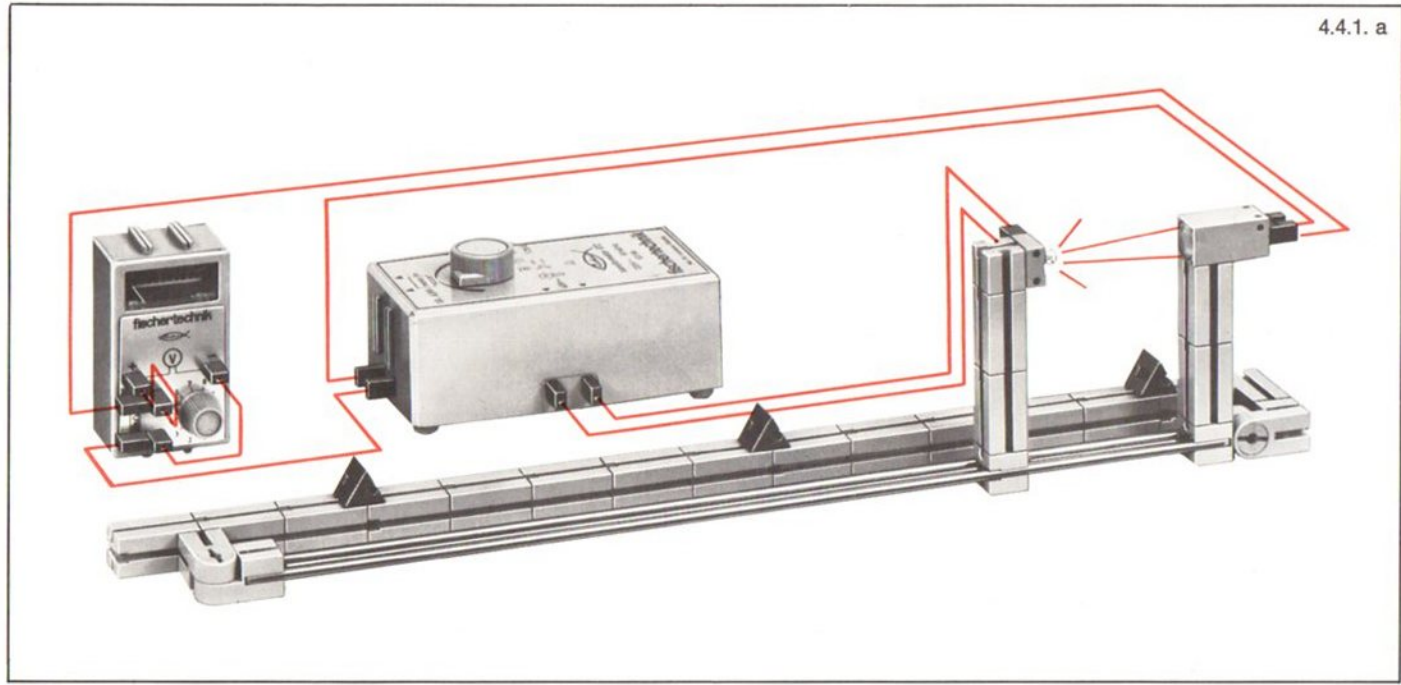
– montage van een tweetrapsversterker, noodzakelijk om een vochtigheidsdetector te bouwen.

VARIANTEN:

- 1) We kunnen de potentiometer van 1 MΩ weglaten; dan kunnen we de gevoeligheid regelen door de potentiometer van het versterkermodule te verstellen.
- 2) We kunnen een houdcircuit voor het relais verwezenlijken bij middel van één van de contactstellen.





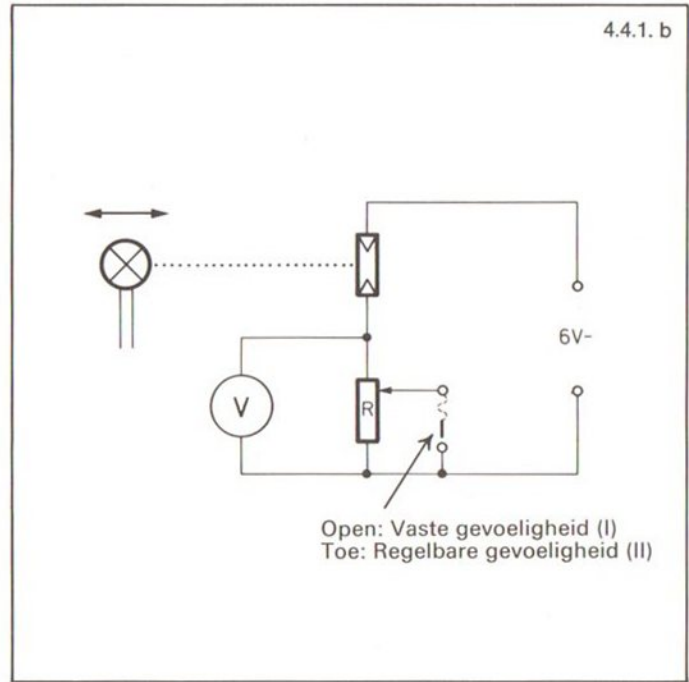
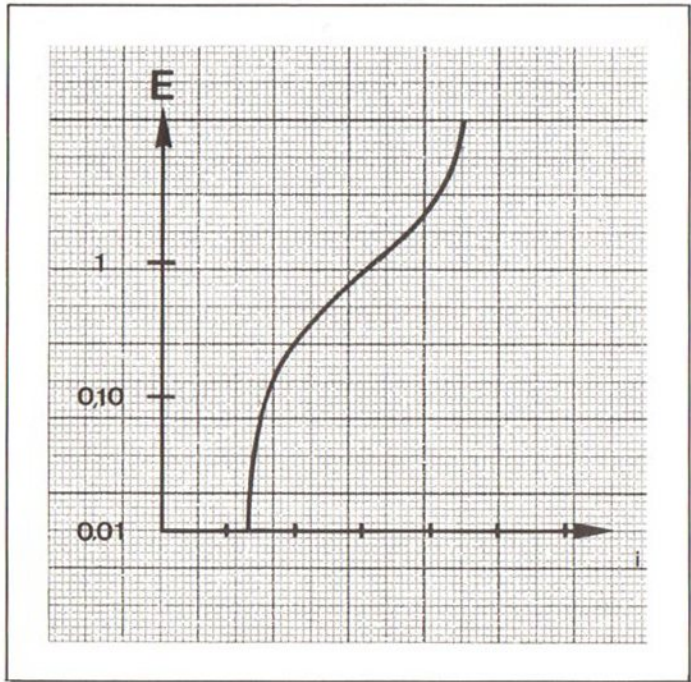


4.4.1. a

**4.4.1. IJKEN VAN EEN LUXMETER.**  
 Men noemt luxmeter een toestel dat dient om de verlichtingssterkte, van een oppervlak te meten. Indien de lichtstralen loodrecht invallen is de verlichtingssterkte evenredig met de lichtsterkte van de bron en omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand van de bron tot het oppervlak.  
 We bouwen de schakeling van fig. 4.4.1.a overeenkomstig het schema 4.4.1.b. Een universeel meettoestel, geschakeld als milliamperemeter kan de voltmeter met shunt vervangen. Laat ons aannemen dat een gloeilampje A, dat we als standaardlichtbron beschouwen, op een afstand  $L_0 = 30$  cm geplaatst van het beschouwde oppervlak, er de eenheid van verlichtingssterkte ( $E_0 = 1$ ) geeft. Indien dit oppervlak op een afstand  $L$  van de bron geplaatst wordt zal de verlichtingssterkte volgens de bovengenoemde wetten bepaald worden:

$$\frac{E}{E_0} = \frac{(L_0)^2}{(L)^2} \quad \text{of} \quad E = E_0 \frac{(L_0)^2}{(L)^2}$$

De ijking bestaat er in het verband te bepalen dat bestaat tussen  $E$  en de aanwijzing van het meetinstrument. Daartoe verplaatst men het lampje over de lengte van de optische bank en leest de aanwijzingen van het meettoestel af. De metingstaat laat toe de ijkcurve te tekenen  $E = f(i)$ .  
 $i$  = aanduiding van het meetinstrument

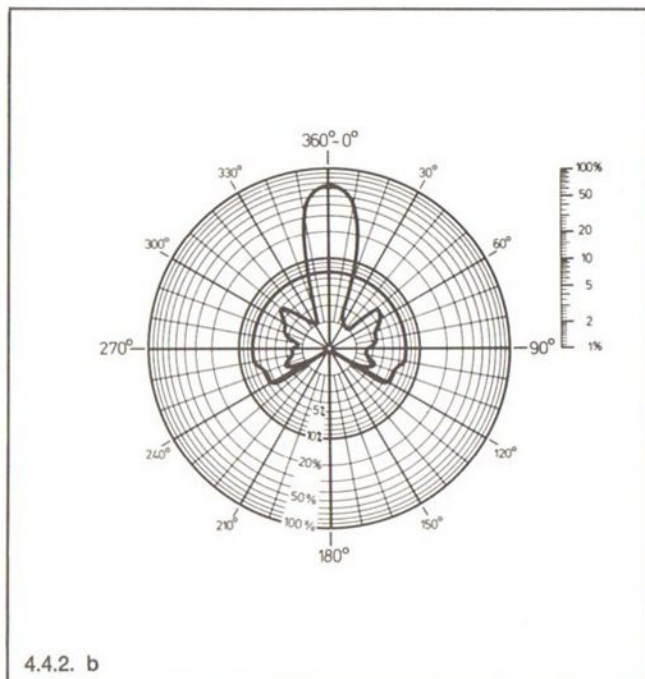


4.4.1. b

$\frac{L}{(cm)}$	$\frac{L_0}{L}$	$E = \frac{(L_0)^2}{(L)^2} i$
30	1	1
45	0,667	0,444
60	0,500	0,250

De gehele schakeling (fotoweerstand en meettoestel met ijkcurve) laat toe de verlichtingssterkte te meten en dus ook de lichtsterkte: men noemt ze gewoonlijk "luxmeter". Ze vertoont veel gelijkis met het toestel dat de fotografen gebruiken.

Open: Vaste gevoeligheid (I)  
 Toe: Regelbare gevoeligheid (II)



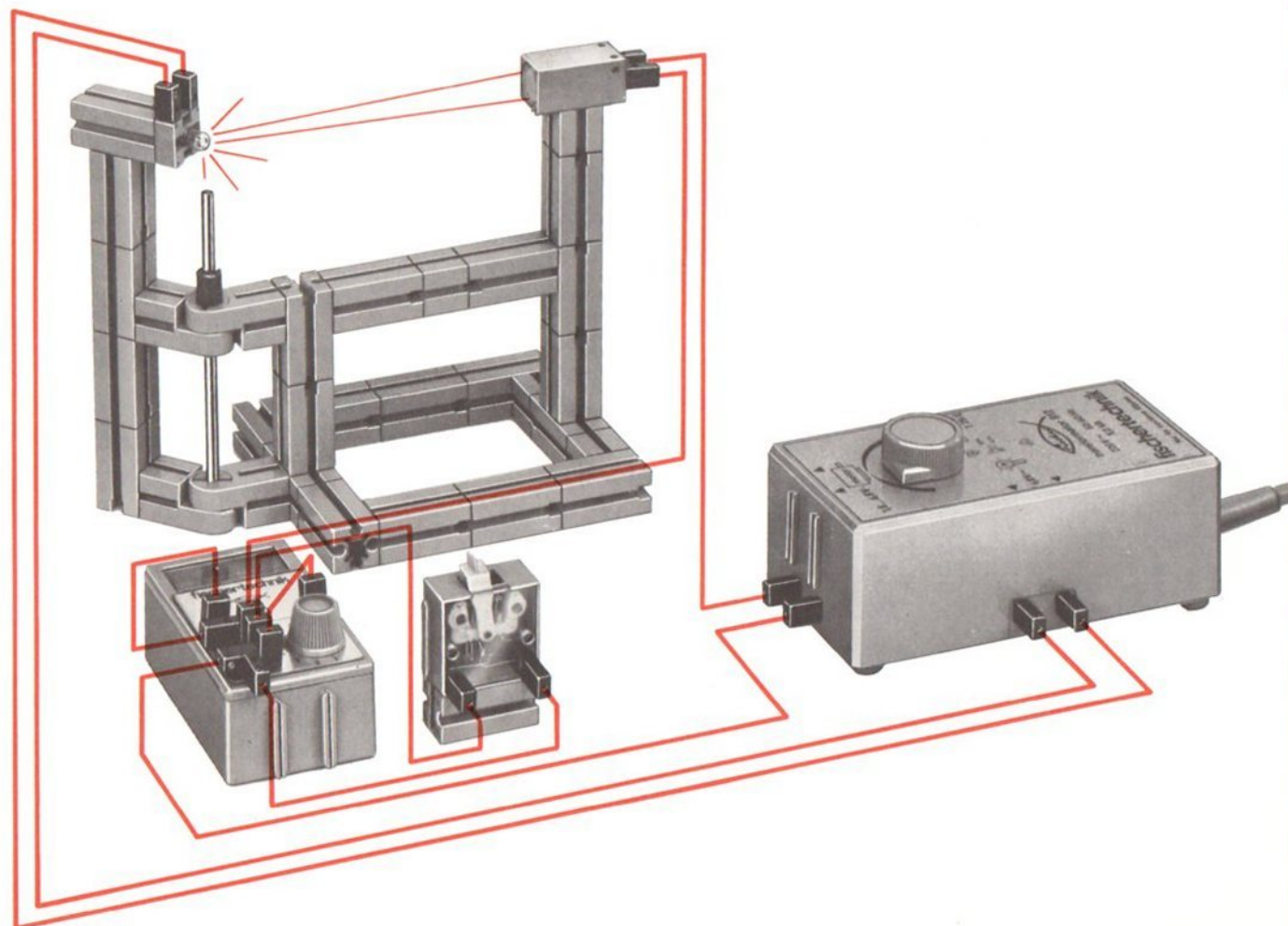
#### 4.4.2. OPSTELLEN VAN HET STRALINGSDIAGRAM VAN EEN GLOEILAMP.

De gloeidraad van het lampje blijft op constante afstand van de cel, zoals figuur 4.2.2.a aan toont.

Het geheel kan draaien rond de verticale as, wat toelaat de lichtintensiteit in de verschillende richtingen te bestuderen.

De resultaten kunnen voorgesteld worden onder de vorm van een diagram in poolcoördinaten. Figuur 4.4.2.b geeft de stralingsdiagrammen weer van een normaal sferisch gloeilampje en van een gloeilampje met lens, dat in een voorkeurrichting straalt, namelijk in de richting van de optische as van de lens.

4.4.2. a

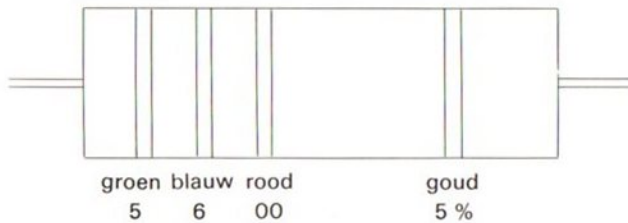




## KLEURCODE VOOR WEERSTANDEN

Kleur	Waarde	Tolerantie
Zwart	0	Bruin 1 %
Bruin	1	Rood 2 %
Rood	2	Goud 5 %
Oranje	3	Zilver 10 %
Geel	4	Geen 20 %
Groen	5	
Blauw	6	
Violet	7	
Grijs	8	
Wit	9	

## VOORBEELD:



Waarde van de weerstand 5600  $\Omega$  à 5 %

- de 1e en 2e ring geven het 1e en 2e cijfer aan
- de 3e ring geeft het aantal nullen aan
- de 4e ring duidt de precisieklasse aan

## OMSLAGFOTO

Vierpolige alternator die de mogelijkheid aantoont de wisselspanning zichtbaar te maken op een oscilloscoopscherm of bij middel van een millivoltmeter.

