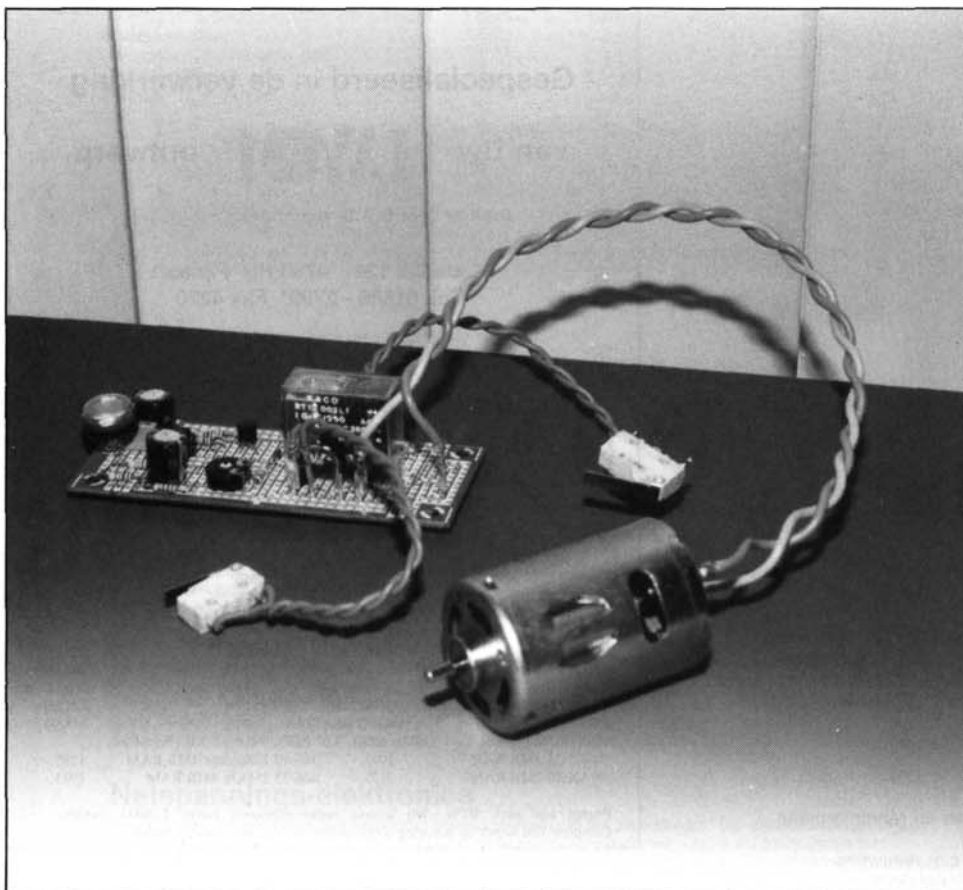


automatische zonwering

lamellen krijgen het heen en weer

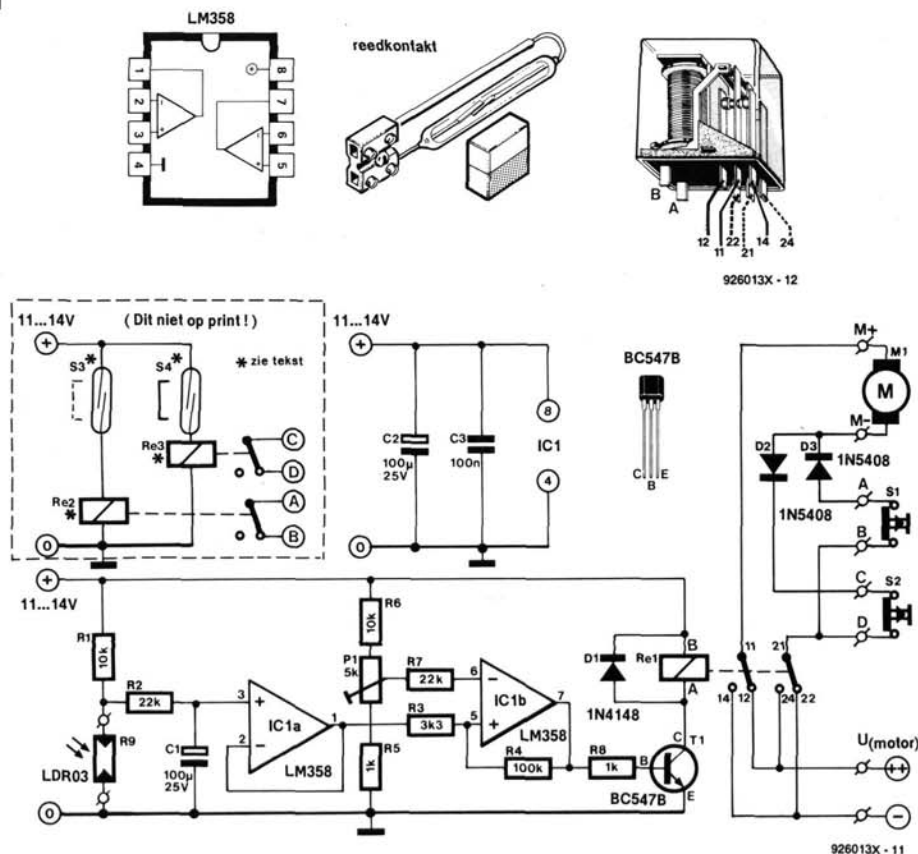


Vertikale lamellen zijn "in" en ouderwetse horizontale jaloezieën zijn "uit". Dat is in elk geval de indruk die wij krijgen als we hier door de omgeving struinen. En dat komt wel zo goed uit, want lichtlopende lamellen zijn veel gemakkelijker te "automatiseren" dan de meestal zwaarlopende jaloezieën.

Lamellen en jaloezieën hebben dezelfde functie: het weren van het felle zonlicht, zodat de goudvissen niet in hun kom gaargekookt worden en de kanariepiet niet aan een hittekollaps bezwijkt. De schakeling die we hier presenteren maakt het mogelijk een lamellengordijn automatisch te laten openen en sluiten. In elektronisch opzicht is dat helemaal niet moeilijk: een lichtgevoelige sensor stuurt via een comparator een motortje dat, al naar gelang de omstandigheden, de ene of de andere kant op draait en zo de lamellen open of dicht schuift. De mechanische kant van de zaak is echter een stuk lastiger dan de elektronica. Daarom een waarschuwing vooraf: begin hier alleen maar aan wanneer u over twee rechterhanden beschikt en met hamer, zaag en boormachine net zo goed overweg kunt als met soldeerbout en oscilloskoop!

De elektronica

In figuur 1 hebben we het schema getekend van het elektronisch gedeelte van de automatische lamellenbesturing: u zult het met ons eens zijn dat dit zoveel voorstelt. We zullen er dan ook niet te veel woorden aan hoeven besteden. Links zien we een spanningsdeler, die bestaat uit een "gewone" ($R1$) en een lichtgevoelige weerstand (LDR , $R9$). Zoals u ongetwijfeld weet, is de weerstand van een LDR laag (enkele honderden Ω) in het licht, en zeer hoog (enkele $M\Omega$) in duisternis. Dat betekent uiteraard dat de spanning op het knooppunt van $R1$ en $R9$ laag zal zijn als de LDR belicht wordt, en hoog als het donker is. Het laagdoorlaatfilter $R2/C1$ houdt snelle spanningsvariaties (als bijvoorbeeld 's nachts de koplampen van passerende auto's de LDR beschijnen) buiten de deur, zodat de schakeling niet al te fanatiek reageert. Opamp $IC1a$ is geschakeld als spanningsvolger. Die heeft een zeer hoge ingangsimpedantie (zodat de spanningsdeler niet belast wordt) en een lage uitgangsimpedantie; de



Figuur 1. Een opamp en een handjevol passieve onderdelen: meer is er niet nodig om uw lamellengordijn te automatiseren (afgezien van een boel mechanisch knutselwerk...).



versterkingsfactor is 1. Op de uitgang van de spanningsvolger (een klassieke opamp-toepassing) vinden we zodoende een getrouwe kopie van deingangsspanning; we kunnen deze uitgangsspanning echter met een gerust hart belasten zonder de goede werking van het geheel te verstoren. Opamp IC1b is een **komparator**, die de detecteerbare spanning op de uitgang van IC1a vergelijkt met de (instelbare) spanning op de loper van P1. Zolang de spanning op de invertende (-) ingang van de komparator hoger is dan op de niet-invertende ingang (+), is de uitgang van de komparator laag (≈ 0 V); in de omgekeerde situatie is de uitgang hoog (≈ 12 V). Weerstand R4 zorgt voor een zekere **hysteresis** om te voorkomen dat de uitgang van de komparator kan gaan "klapperen" met alle desastreuze gevolgen: de lamellen zouden u anders om de oren kunnen vliegen! Als de uitgang van de komparator hoog is, zal tran-

sistor T1 geleiden en relais Re1 aantrekken; als de komparator-uitgang laag is spert T1 en is het relais afgevallen. Diode D1 doet dienst als **vrijlooptiode** om de elektronica te beschermen tegen hoge inductiespanningen bij het afschakelen van het relais.

Relais

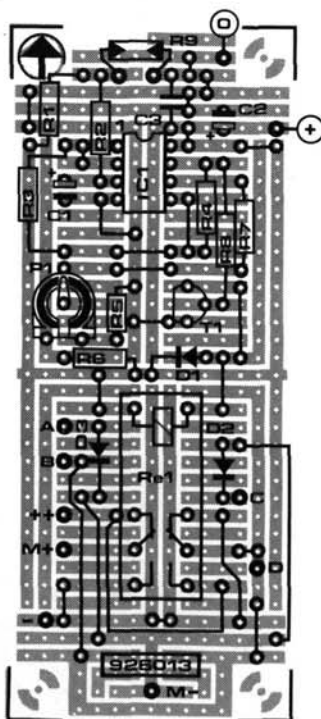
Hiermee hebben we de pure elektronica van de schakeling al gehad. Wat rest is een elektromechanisch gedeelte dat met relais en schakelaars is opgebouwd. Met relais Re1 (met wisselkontakten) wordt de draairichting van (gelijkstroom-) motor M1 omgekeerd. In de getekende stand van het relais (niet aangetrokken: LDR belicht) loopt de motorstroom van ++ (positieve motorspanning) via het relais naar de motor; vandaar via diode D2 en schakelaar S2 terug naar - (negatieve motorspanning). Wanneer het relais is aangetrokken (donker), is de stroomrichting precies omgekeerd: van ++ via S1 en D3 naar de motor en van-

daar weer naar -. Overigens hebben we voor een relaischakeling gekozen omdat er, afhankelijk van de toegepaste motor, tamelijk forse stromen kunnen lopen (in de orde van grootte van enkele A). Zulke stromen kunnen natuurlijk wel met behulp van "zware" elektronica geschakeld worden, maar omdat dat weer de nodige koelproblemen met zich meebrengt hebben we er maar van af gezien. Nog even over de functie van schakelaars S1 en S2. Dit zijn microswitches die als eindstops fungeren. Immers: wanneer het lamellengordijn helemaal open of dicht is geschoven, zal het motortje moeten stoppen om te voorkomen dat de boel stuk draait! De schakelaars zijn uitgevoerd als verbreekkontakt (dus normaal gesloten) en zijn voorzien van een hendeltje o.i.d. dat wordt bediend door de lamel die de grootste afstand aflegt. Laten we eens aannemen dat de lamellen open zijn; als dan de zon gaat schijnen, zal het relais Re1 afvallen en wordt het mo-

torpje bekrachtigd. Zoals we al hebben gezien loopt de stroom door het relais, via D2 en S2. Zodra de lamellen helemaal dicht zijn wordt S2 geopend (ingedrukt!) en is de stroomkring onderbroken: het motortje stopt. Wanneer de lamellen weer open gaan gebeurt precies het omgekeerde tot S1 wordt ingedrukt en de stroomkring onderbreekt.

Reedschakelaars

In de onderdelenlijst hebben we een type microswitch vermeld dat in staat is de forse motorstroom te verwerken; we kunnen ons echter voorstellen dat u die niet te pakken kunt krijgen. Bovendien moet e.e.a. in mechanisch opzicht bijzonder deugdelijk zijn gekonstrueerd om gedurende langere tijd betrouwbaar te functioneren. Wanneer u dat niet zo ziet zitten is het ook mogelijk om in plaats van de microswitches, reedrelais of **reedschakelaars** te gebruiken, zoals boven in het schema van figuur 1 aangegeven. Schakelaars S3 en S4 worden bij de rail



Onderdelenlijst

R1, R6 = 10 kΩ
 R2, R7 = 22 kΩ
 R3 = 3,3 kΩ
 R4 = 100 kΩ
 R5, R8 = 1 kΩ
 R9 = LDR03
 P1 = instelpotmeter 5 kΩ

C1, C2 = 100 μF/25 V radiaal
 C3 = 100 nF

D1 = 1N4148
 D2, D3 = 1N5408
 T1 = BC547B
 IC1 = LM358

Re1 = 12-V-printrelais
 (250 V/8 A), dubbelpolig wissel, bijv. KACO RT12 002L1, of Siemens V23037-A0002-A101 (250 V/5 A)

Re2, Re3 = 12-V-printrelais enkel- of dubbelpolig wissel, bijv. KACO RT12 002L1 (250 V/8 A) *

S1, S2 = microswitch met verbreekkontakt, bijv. ITW 19-403 (5 A)

S3, S4 = reedschakelaar *

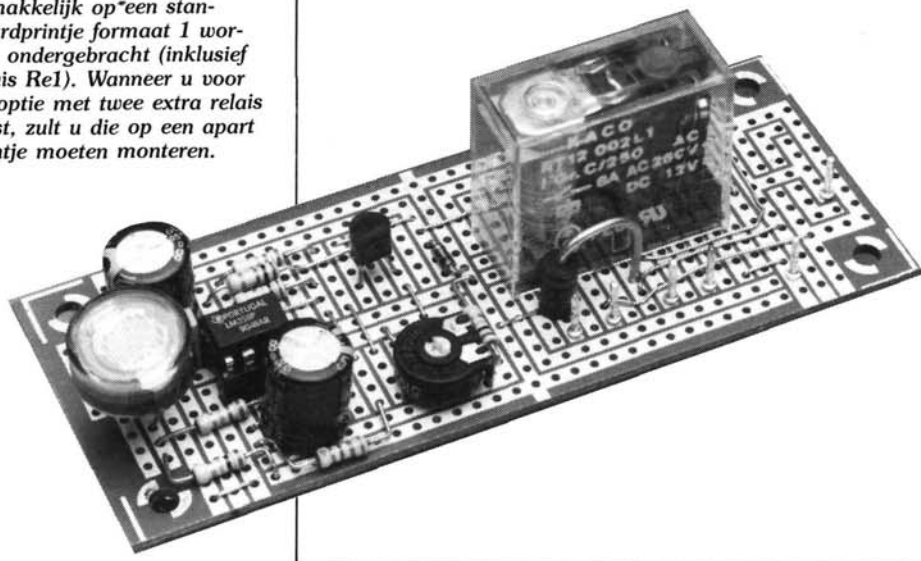
S5 = schakelaar enkelpolig driestanden *

M1 = 2-richtingsmotor, bijv. Mabuchi RS-540 of RS-545

* zie tekst

geschatte onderdelenkosten, exkl. print, voeding, motor en mechanische onderdelen, inkl. 3 relais en reedschakelaars, ca. f 50,-

Figuur 2. De elektronica kan gemakkelijk op een standaardprintje formaat 1 worden ondergebracht (inclusief relais Re1). Wanneer u voor de optie met twee extra relais kiest, zult u die op een apart printje moeten monteren.



aan de bovenzijde van de lamellen gemonteerd en bediend door een magneetje dat op de eerste is bevestigd (zie ook figuur 3). Met de reedschakelaars worden twee relais bekrachtigd die in plaats van S1 en S2 komen. Die relais (Re2 en Re3) zijn nodig omdat de motorstroom groter is dan de meeste reedschakelaars kunnen verwerken (de contacten zouden aan elkaar smelten).

Bouw, test en afregeling

De schakeling kan gemakkelijk worden opgebouwd op een standaardprintje formaat 1. De layout en componentenopstelling ziet u in figuur 2. Om het geheel niet onnodig groot te maken is op de print geen plaats gereserveerd voor de optionele relais Re2 en Re3; wanneer u van die mogelijkheid gebruik wilt maken, kunt u ze op een apart stukje gaatjesprint of een tweede standaardprintje monteren. Het volbouwen van de print zal niemand voor onoverkomelijke problemen plaatsen: begin met de draadbruggen, dan de weerstanden, dioden, instelpotmeter en het voetje voor het IC. Daarna komen de "hoge" onderdelen aan de beurt: de condensatoren, transistor T1, printpennen voor de aansluiting van de LDR, voedingsspanningen, microswitches en motor, en tenslotte relais Re1. Veel meer dan een uurtje zult u er

waarschijnlijk niet voor nodig hebben.

Na een zorgvuldige visuele controle kan de schakeling al "op het droge" getest en eventueel zelfs afgeregeld worden, dus zonder dat de mechanische kant van de zaak gereed is. Daartoe sluiten we de LDR aan op de betreffende printpennen, en een voedingsspanning van 11...14 V (afkomstig van een netadapter) op de punten "0" en "+" (in de buurt van C2). Alle aansluitingen in de buurt van het relais blijven vooralsnog gewoon open.

Met P1 in de middenstand moeten we het relais kunnen horen omschakelen wanneer we de LDR onder een burolamp leggen, en die vervolgens aan- en uitschakelen. Als dat inderdaad het geval is, is de elektronica in orde en kunnen we ons met de mechanische kant van de zaak gaan bezighouden. Desgewenst kunnen we eerst nog met P1 het juiste lichtnivo instellen waarbij de schakeling moet reageren, maar waarschijnlijk is het beter dat pas te doen wanneer de hele zaak compleet geïnstalleerd is.

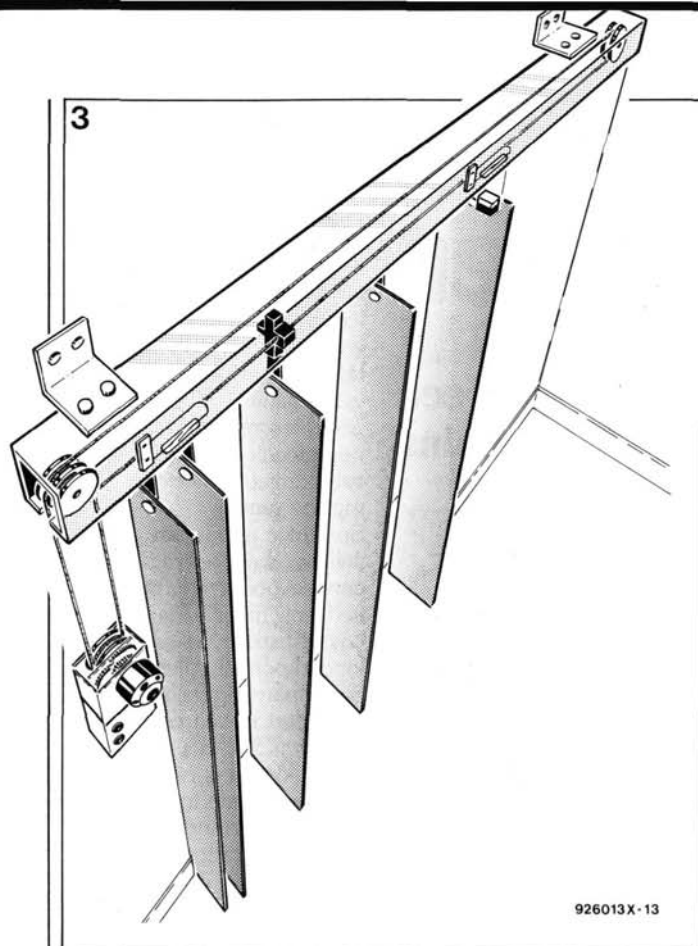
Mechanica

We overdrijven niet wanneer we stellen dat dit project voor 10% uit elektronica bestaat en voor 90% uit grofstoffelijk mechanisch knutselwerk – dus nogmaals, weet waar u aan begint! Temeer daar we geen "panklare" konstruktieteke-

ning kunnen geven omdat die van geval tot geval zal verschillen. We moeten ons noodgedwongen beperken tot enkele algemeen geldige tips en aanwijzingen.

In de eerste plaats de te gebruiken elektromotor. Dit dient een gelijkstroomtype te zijn dat zowel links- als rechtsom kan draaien, en bovendien krachtig genoeg is om de lamellen in beweging te krijgen (die lopen doorgaans gelukkig tamelijk soepel; in geval van twijfel kan een taktisch aangebracht druppeltje olie wonderen verrichten). Waarschijnlijk kunt u het beste een krachtig modelbouwtype nemen, bijvoorbeeld Mabuchi RS-540 of RS-545 (modelbouw-speciaalzaak). Een bandrecordermotor is in elk geval niet geschikt omdat die maar één kant op kan draaien (bij ompoling gaan de koolborstels kapot).

Op de motoras wordt een breed wiel gemonteerd met een diameter van ongeveer 5 cm, en met opstaande randen (flenzen) van ongeveer 1 cm (om te voorkomen dat het koord van het wiel af loopt). Eventueel zou u kunnen proberen iets van PVC-buis en Meccano-onderdelen in elkaar te knutselen. Het bedieningskoord van de lamellen wordt geheel om het wiel gewikkeld. Let op dat er lengte van het koord op het wiel voldoende is om het gordijn geheel te kunnen openen en sluiten! In het midden wordt



het koord met een nietje of iets dergelijks vastgezet. Het geheel doet uiteindelijk denken aan de afsteminrichting van een "oude" radio, met wijzer, snaar en snaarwiel. Nu moeten de microswiches of de reedschakelaars worden geïnstalleerd. Omdat de juiste positie proefondervindelijk moet worden vastgesteld, kunnen we er hier eigenlijk niet veel over vertellen. Zorg in elk geval voor een mechanisch degelijke en betrouwbare constructie! Figuur 3 geeft ongeveer aan wat de bedoeling is.

Voeding

Eerder hebben we al aangestipt dat de elektronica kan worden gevoed uit een netadapter. Zo'n adapter kan echter onmogelijk voldoende ampères leveren voor de motor, zodat die uit een aparte trafo gevoed moet worden. Bij modelbouwzaken die dergelijke motoren verkopen, is meestal ook wel een geschikte trafo annex gelijkrichter verkrijgbaar. Natuurlijk mag u ook zelf iets in elkaar knutselen, maar houd daarbij wel de elektrische veiligheid in het oog! (En voordat we

het vergeten: de schakeling kan natuurlijk ook voor andere doeleinden worden gebruikt dan het openen en sluiten van een lamellengordijn. Maar wat u er ook mee doet: met relais Rel mag onder geen voorwaarde netspanning worden geschakeld zolang dit op de standaardprint is gemonteerd! De printsporen daarvan lopen veel te dicht langs elkaar om te kunnen voldoen aan de veiligheidsvoorschriften.)

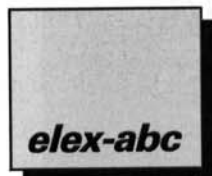
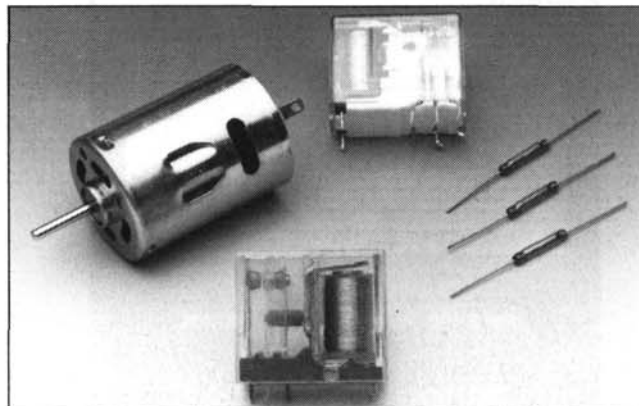
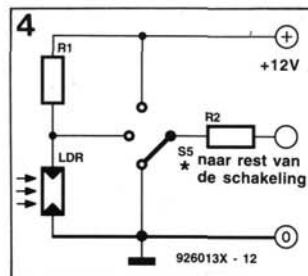
Handbediening

Een geautomatiseerd lamellengordijn is natuurlijk heel mooi en prachtig, vooral 's zomers als op vakantie zijn, maar wat als we het nu toch nog met de hand willen kunnen bedienen? Dat is gelukkig niet zo'n probleem: een driestandenschakelaar is voldoende, zie figuur 4. Met de schakelaar in de middenstand werkt het geheel volautomatisch zoals we boven hebben beschreven, terwijl we door de schakelaar in één van beide andere standen te zetten het gordijn onafhankelijk van de LDR kunnen openen en sluiten.

(926013X)

Figuur 3. Impressie van de mechanische constructie (dit zal van geval tot geval verschillen).

Figuur 4. Met een extra driestandenschakelaar is ook "handbediening" van het gordijn mogelijk.



hysteresis: Bij bijvoorbeeld een komparator, een thermostaat, een relais, etc., dient er altijd een klein verschil te zijn tussen het in- en uitschakelpunt, anders zou het genoemde onderdeel bij de kritische spanning of temperatuur besluiteloos heen en weer gaan klappen. Dit verschil noemt men de hysteresis.

komparator: Spanningsvergelijkingsschakeling, meestal in de vorm van een niet-tegengekoppelde opamp. Als de spanning op de plus-ingang van de opamp groter is dan die op de min-ingang, dan loopt de uitgang vast tegen de positieve voedingsspanning. In de omgekeerde situatie loopt de uitgang vast tegen de negatieve voedingsspanning. De werking berust op het feit dat de opamp het spanningsverschil tussen beide ingangen met een zeer grote faktor versterkt.

LDR: Light Dependent Resistor, oftewel: lichtaf-

hankelijke weerstand. Zoals de naam al zegt, is de weerstand van een LDR afhankelijk van de hoeveelheid licht die er op valt; hoe meer licht, hoe lager de weerstandswaarde ervan.

reed-schakelaar: Dit is een glazen buisje met daarin twee schakelcontacten die met behulp van een magneet bediend kunnen worden (ook wel rietschakelaar genoemd, wegens de gelijkenis met de rietsigaar).

vrijlooppdiode: Bij het onderbreken van een stroom door een spoel ontstaat er een zelfinductie-spanning (bobine-effect). Deze spanning wordt veroorzaakt door het plotselinge afbreken van het in de spoel aanwezige magnetisch veld. De spoel probeert door het opwekken van de nodige spanning de stroom in stand te houden. Om te voorkomen dat deze spanning te hoog oploopt (en daardoor schade kan veroorzaken in de omringende elektronica), wordt een vrijlooppdiode aangebracht, zodat even een stroom kan blijven lopen en het magnetische veld zich kan afbouwen.