

Meet en regeltechniek



Over ThiemeMeulenhoff

ThiemeMeulenhoff is dé educatieve mediaspecialist en levert educatieve oplossingen voor het Primair Onderwijs, Voortgezet Onderwijs, Middelbaar Beroepsonderwijs en Hoger Onderwijs. Deze oplossingen worden ontwikkeld in nauwe samenwerking met de onderwijsmarkt en dragen bij aan verbeterde leeropbrengsten en individuele talentontwikkeling.

Meer informatie over ThiemeMeulenhoff en een overzicht van onze educatieve oplossingen: www.thieme-meulenhoff.nl of via de Klantenservice 088 800 20 16

© ThiemeMeulenhoff, Amersfoort, 2014.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16B Auteurswet 1912 j° het Besluit van 23 augustus 1985, Stbl. 471 en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie (PRO), Postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp (www.stichting-pro.nl). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet) dient men zich tot de uitgever te wenden. Voor meer informatie over het gebruik van muziek, film en het maken van kopieën in het onderwijs zie www.auteursrechtenonderwijs.nl.

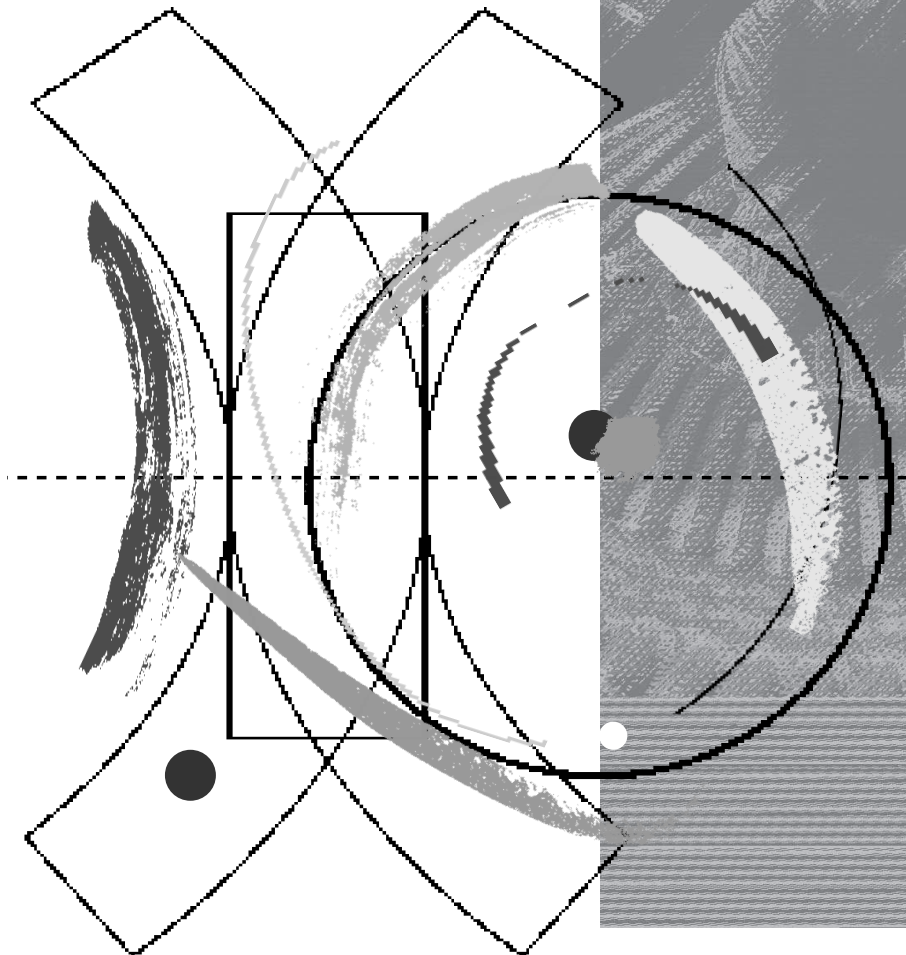
De uitgever heeft ernaar gestreefd de auteursrechten te regelen volgens de wettelijke bepalingen. Degenen die desondanks menen zekere rechten te kunnen doen gelden, kunnen zich alsnog tot de uitgever wenden.

Inhoud

1	Besturingstechniek	5
1.1	Inleiding	6
1.2	Sensoren	10
1.3	Actuatoren	13
1.4	Besturingssysteem	16
1.5	SFC-elementen	19
1.6	De bedieningsconsole	33
1.7	Kernpunten	35
	Opgaven	37

Besturingstechniek

1



1.1 Inleiding

In ons dagelijks leven komen we, vaak onbewust, in aanraking met het begrip besturingstechniek. Bij het begrip besturen kunnen we onderscheid maken tussen handmatig besturen of automatisch besturen. We kunnen bijvoorbeeld onze auto met de hand wassen met behulp van een hogedrukspuit of de auto laten reinigen in een wasstraat. In het laatste geval zeggen we dan: de auto wordt automatisch gereinigd.



Figuur 1.1 Handmatig wassen of in de wasstraat

Bij dergelijke wasstraten moeten we eerst een keuze maken uit de beschikbare wasprogramma's.

Bijvoorbeeld:

- wel of niet laten drogen;
- wel of niet de onderzijde van de auto reinigen;
- wel of niet een beschermende waslaag aanbrengen, enzovoort.

Na het bepalen van de keuze plaatsen we de auto in de wasstraat en laten we de wasinstallatie zijn werk doen.

Bij de wasstraat onderscheiden we twee begrippen:

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1. het proces | het reinigen van de auto; |
| 2. de besturingsinstallatie | de techniek die ervoor zorgt dat de auto gereinigd wordt. |



Figuur 1.2 Keuzemogelijkheden

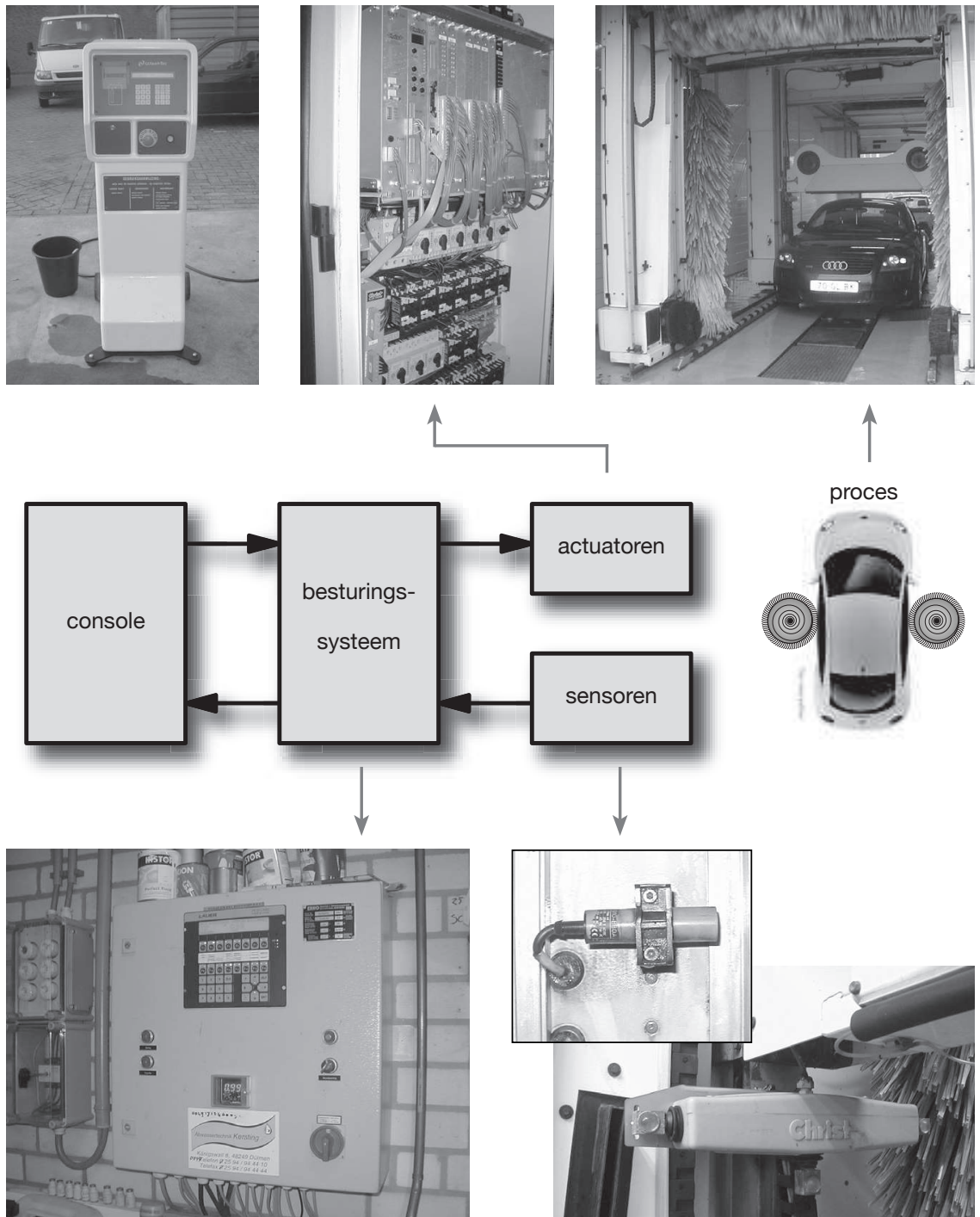
De besturingsinstallatie kunnen we weer onderverdelen in:

- hardware Dit deel bestaat onder meer uit:
 - het besturingssysteem;
 - de bedieningsconsole;
 - de sensoren;
 - de actuatoren.
- software De software bepaalt de volgorde waarin het reinigen van de auto plaatsvindt.

In figuur 1.3 zien we een blokschematische voorstelling van een besturingsinstallatie.

De zwarte pijlen in het blokschema geven de richting van de stuursignalen aan. Zo geeft het besturingssysteem signalen af naar de actuatoren en ontvangt informatie van de sensoren omtrent de status (toestand) van het proces, bijvoorbeeld temperatuur van het water en de positie van de auto.

De console (bedieningspaneel) geeft informatie aan het besturingssysteem, zoals start/stop, noodstop, welk wasprogramma is gekozen (keuzemenu), en ontvangt informatie van hetzelfde systeem omtrent de voortgang van het wasproces. In het keuzemenu wordt in feite gekozen welk deel van de software wordt gebruikt.



Figuur 1.3 Blokschema van een besturingsinstallatie

Het besturingssysteem bevat bijvoorbeeld een PLC (Programmable Logic Controller) of een microcontroller die het programma afwerkt, zoals dit in de console is ingesteld. Tevens verwerkt het besturingssysteem de informatie van de sensoren en stuurt het de actuatoren aan.

Sensoren, ook wel opnemers genoemd, zijn kunstmatige zintuigen die een fysische grootte (temperatuur, druk, snelheid) meten en omzetten in een elektrisch

signaal, bijvoorbeeld een NTC-weerstand die opgenomen is in een elektronica-schakeling. Dit is een sensor om de temperatuur te meten.

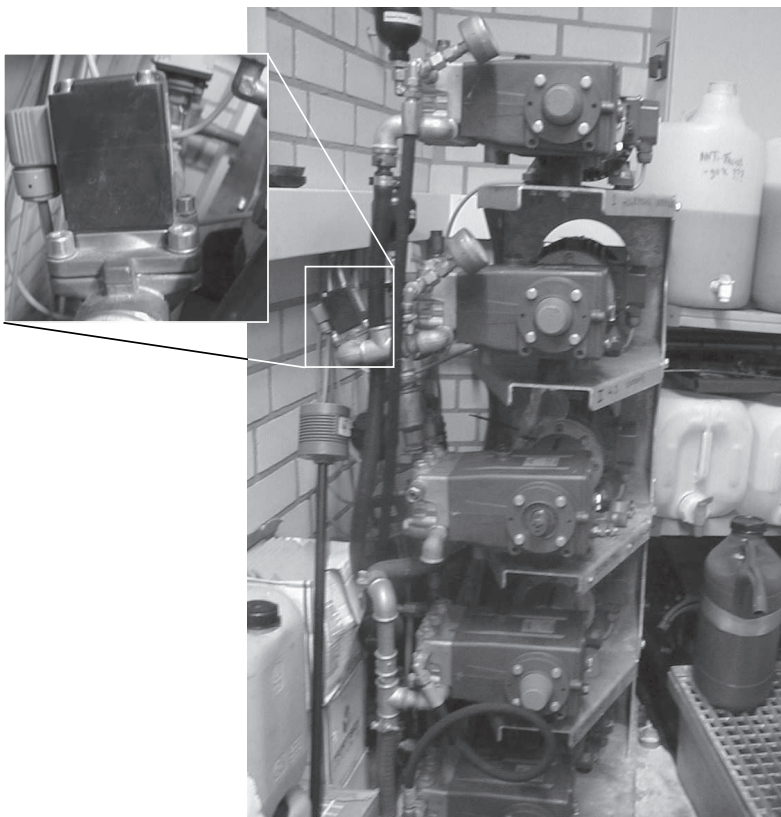
In de wasstraat zijn onder meer de volgende sensoren aanwezig:

- optische naderingssensoren, waarmee de positie en de vorm van de auto wordt bepaald;
- temperatuursensoren, die de temperatuur van water, was of lucht meten;
- druksensoren, die de aanwezigheid van water, wasmiddel of glansmiddel vaststellen.

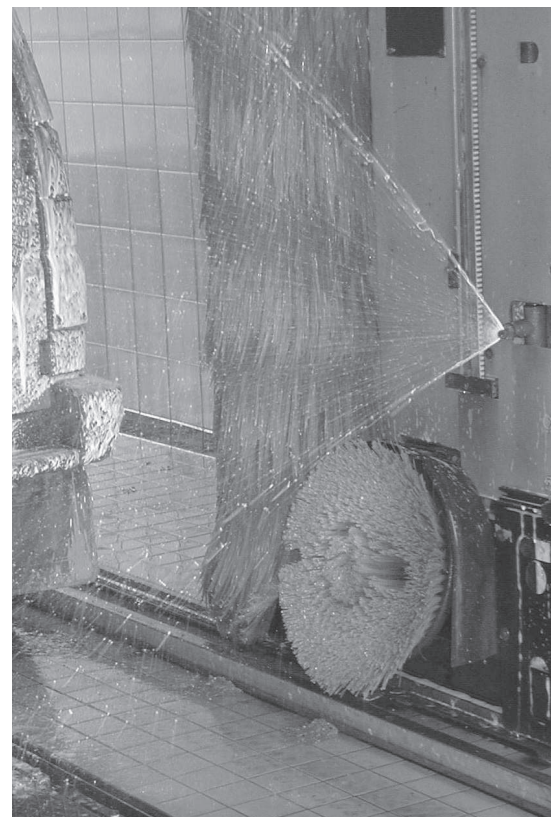
Actuatoren zorgen voor het doorgeven van energie, vloeistof of gas naar het proces. Zie figuur 1.4.

De actuatoren die nodig zijn om de auto te wassen zijn onder meer:

- elektrisch bediende kraan om de watertoevoer te sturen; een dergelijke kraan duiden we aan als klep;
- een sproeikop om de auto van een wasmiddel te voorzien;
- verschillende motoren die onder meer de pompen, borstels en de ventilatoren aandrijven.



a pompen en druksensor



b sproeikop

Figuur 1.4 Actuatoren in een wasstraat

Een wasstraat is een volledig geautomatiseerd reinigingssysteem voor de buitenzijde van de auto. De besturing van deze wasstraat valt ook binnen het vakgebied van de industriële automatiseringstechniek. Automatiseringstechniek kunnen we nog onderverdelen in:

- regeltechniek;
- besturingstechniek;
- aandrijftechniek.

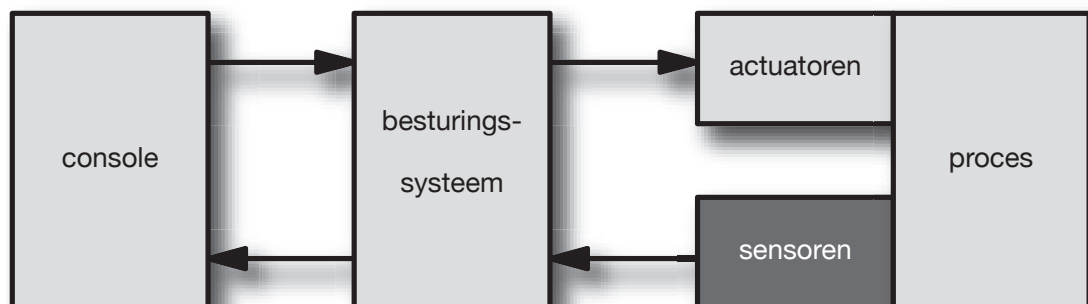
1.2 Sensoren

Sensoren worden vaak de zintuigen van een proces genoemd. Sensoren zetten fysische informatie om in een elektrisch signaal. Zie figuur 1.5.

Sensoren kunnen we op verschillende manieren onderscheiden.

Bijvoorbeeld:

- mechanische sensoren;
- elektronische sensoren.



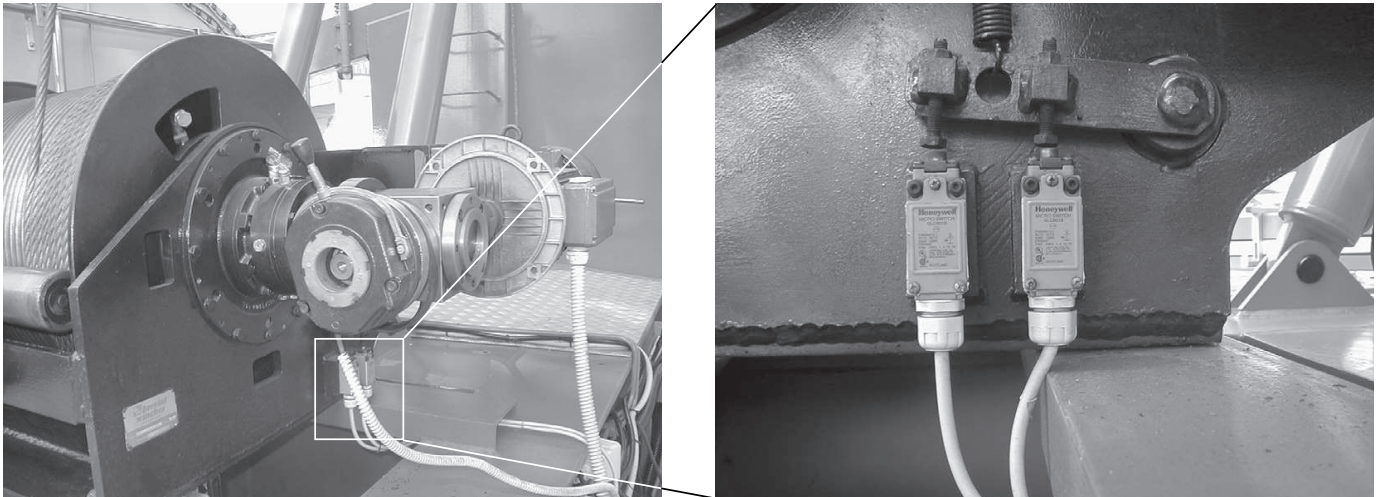
Figuur 1.5 Blokschema besturingssysteem

Mechanische sensoren

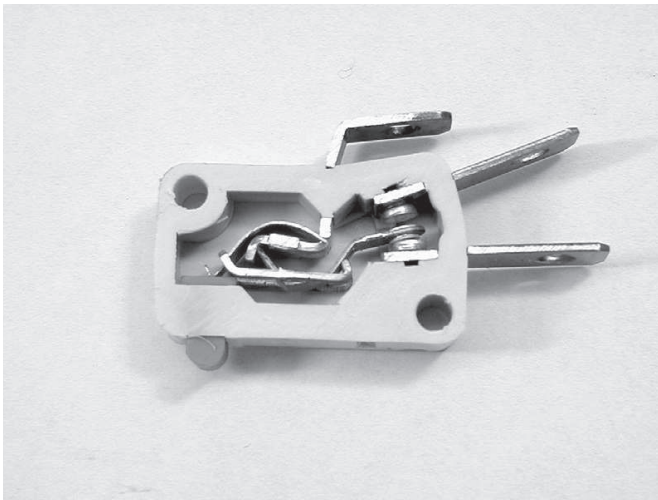
Een bekend voorbeeld van een mechanische sensor is de schakelaar. Om een schakelaar te activeren is kracht nodig. Een bijzondere schakelaar is de microswitch. Bij een microswitch is de schakelsnelheid onafhankelijk van de aangewende kracht. Een schakelaar als sensor in een besturingssysteem wordt ook wel aangeduid als eindschakelaar. Zie figuur 1.6.

Schakelaars bevatten meestal twee contacten, zie figuur 1.7:

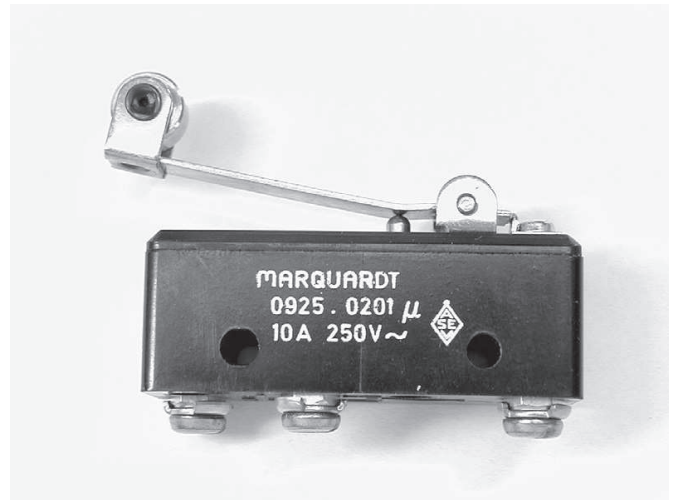
1. NO Normally Open, als de schakelaar niet wordt bediend is het contact *geopend*;
2. NC Normally Closed, als de schakelaar niet wordt bediend is het contact *gesloten*.



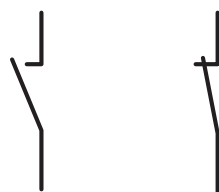
a (Eind)schakelaars



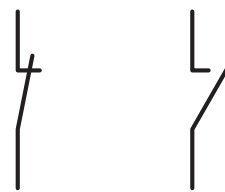
b Microswitch



Figuur 1.6 Mechanische sensoren



in rust geactiveerd
a normally open



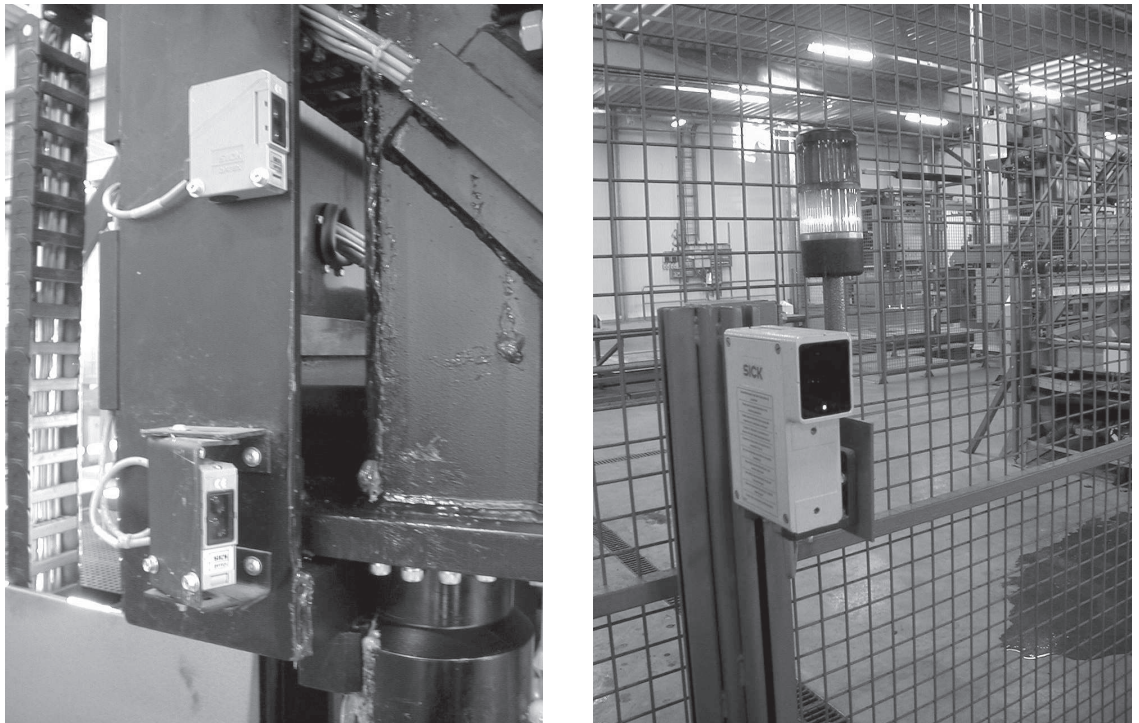
in rust geactiveerd
b normally closed

Figuur 1.7 NO, NC contacten

Elektronische sensoren

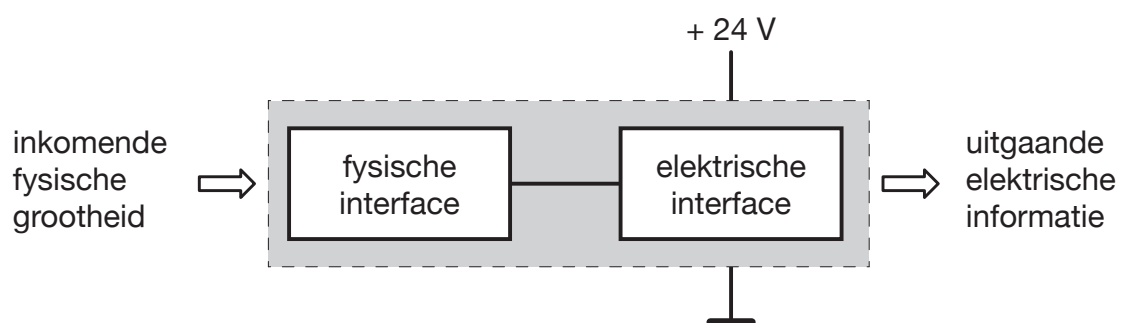
Elektronische sensoren hebben voedingsspanning nodig om te kunnen functioneren. In tegenstelling tot mechanische sensoren hebben elektronische sensoren meestal geen mechanische kracht nodig om een object te detecteren. Doordat

elektronische sensoren meestal geen bewegende delen bevatten, kent deze groep een hoge bedrijfszekerheid en een hoge schakelfrequentie.



Figuur 1.8 Elektronische sensoren

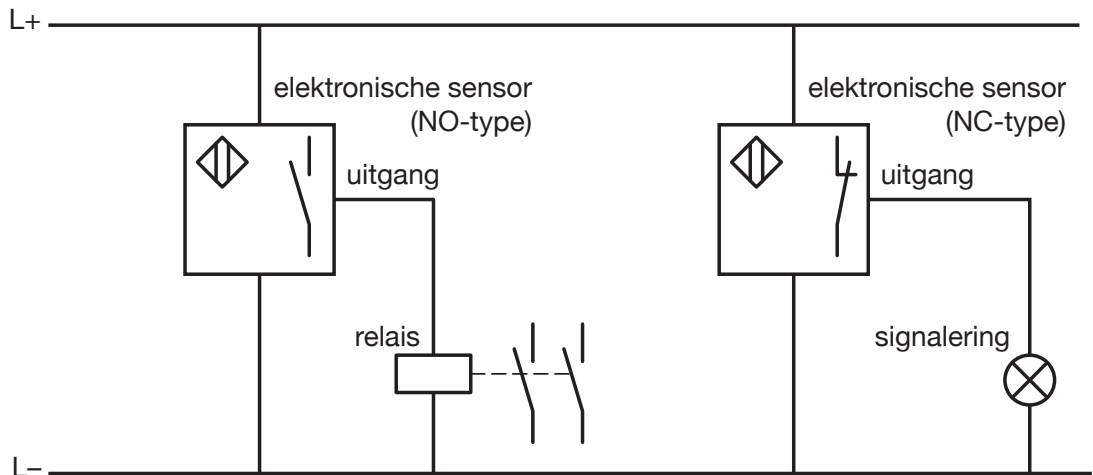
In figuur 1.9 is het blokschema weergegeven van een elektronische sensor. De fysische grootte zoals licht, druk en vochtigheid wordt in de fysische interface omgezet in een elektrisch signaal. Het elektrische signaal wordt in de elektrische interface omgezet naar elektrische informatie.



Figuur 1.9 Blokschema van een elektronische sensor

Elektronische sensoren kunnen we indelen in twee hoofdgroepen:

1. analoge sensoren bij deze sensoren is het uitgangssignaal rechtevenredig met de te meten grootte;
2. binaire sensoren bij deze sensoren is het uitgangssignaal een logische 1 of een logische 0. Een binaire sensor kan uitgevoerd zijn als Normally Open (NO) of Normally Closed (NC) of beide.



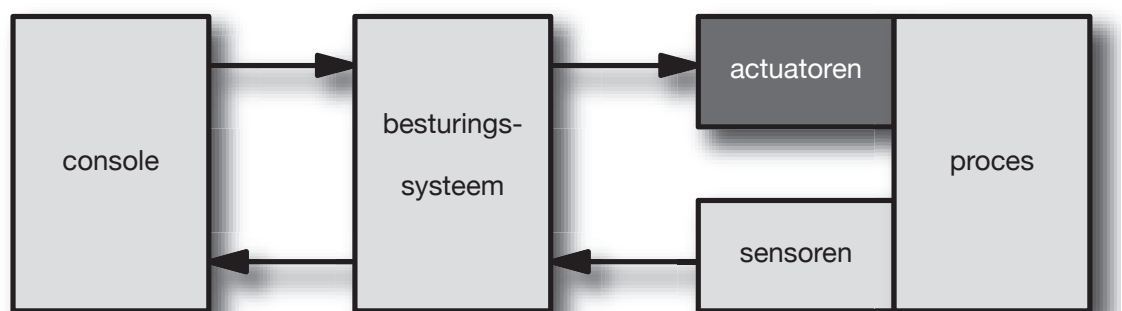
Figuur 1.10 Schakelschema elektronische sensoren

De uitgang van een elektronische sensor kan bijvoorbeeld aangesloten worden op:

- een relais;
- signaallamp;
- een ingang van een besturingssysteem;
- ingang van een PLC.

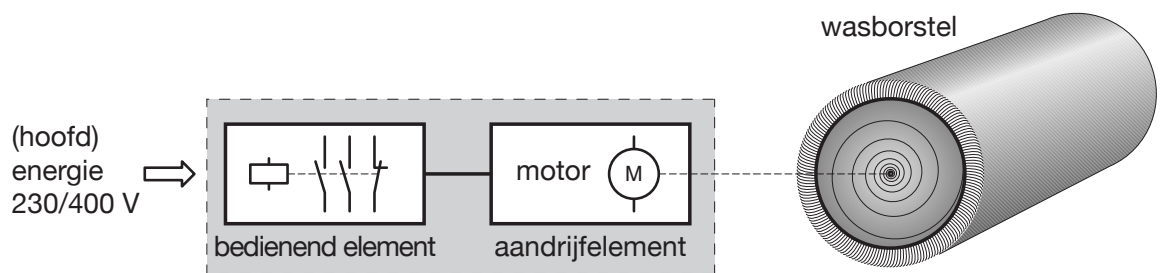
1.3 Actuatoren

Actuatoren worden door het besturingssysteem aangestuurd waardoor elektrische energie, mechanische energie, vloeistof of gas aan het proces wordt doorgegeven. Zie figuur 1.11.



Figuur 1.11 Blokschema besturingssysteem

In figuur 1.12 is het principe weergegeven van een van de actuatoren uit de wasstraat.



Figuur 1.12 Actuator voor aandrijven van de wasborstel

De actuator voor het aandrijven van de wasborstel bestaat uit twee delen:

1. bedienend element;
2. aandrijfelement.

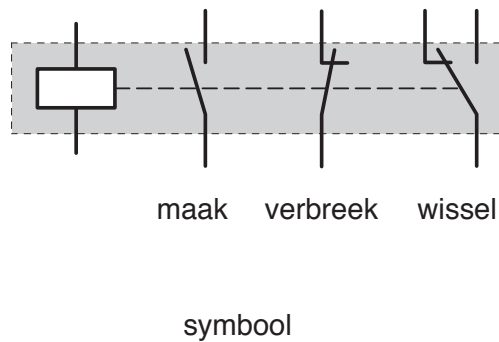
Het bedienend element wordt aangestuurd door het besturingssysteem. Dit element geeft op zijn beurt de energie door aan de motor die de wasborstel aandrijft.

Om elektrische energie aan het proces door te geven, maken we onder meer gebruik van:

- elektromagnetische relais;
- solid state relais.

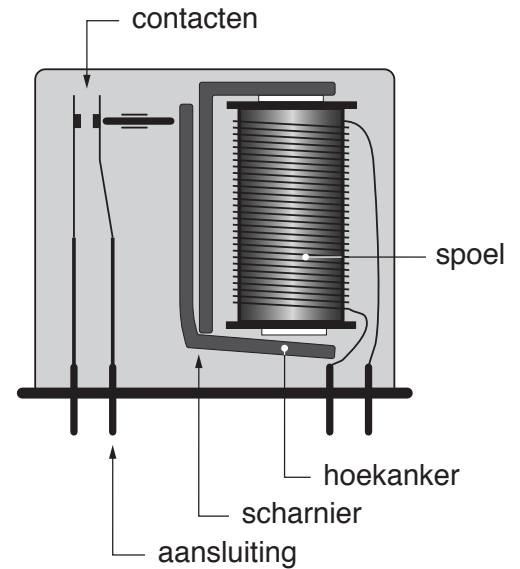
Een relais is een elektromagnetische schakelaar. Het elektromagnetische deel bestaat uit een zachtstalen kern, een spoel en een anker. De schakelaar wordt gevormd door de contacten en contactveren. Zodra er stroom door de spoel loopt, ontstaat er een magnetisch veld, waardoor het anker wordt aangetrokken. De contacten worden nu omgelegd. Een relais kan afhankelijk van de uitvoering een of meer contacten bezitten, zoals maak-, verbreek- en wisselcontacten. De spoel van het relais en de contacten zijn galvanisch gescheiden. De schakelcontacten hebben dus geen elektrische verbinding met de aansluitingen van de spoel. Met een relais kunnen we met weinig vermogen een groot vermogen schakelen. Het relais van figuur 1.14a heeft een spoelspanning nodig van 24 V en gebruikt daarbij slechts 40 mA. Het benodigde vermogen om de contacten om te leggen is dan: $24 \text{ V} \times 0,04 \text{ A} = 0,96 \text{ W}$.

De contacten zelf kunnen 5 A bij 250 V schakelen, dat is maximaal $250 \text{ V} \times 5 \text{ A} = 1250 \text{ W}$.

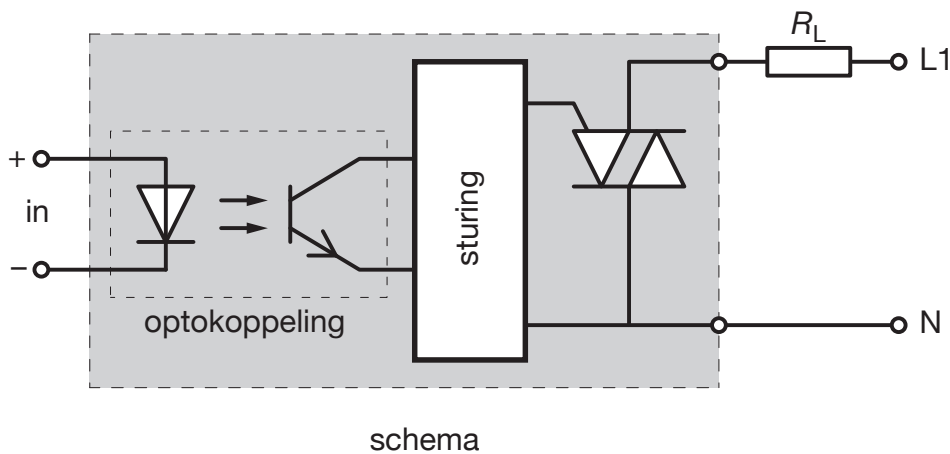


symbol

a elektromagnetisch relais



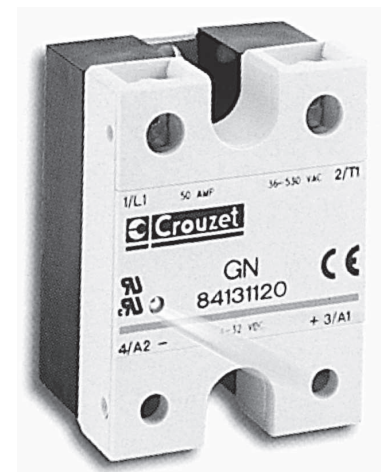
uitvoering



symbol

uitvoering

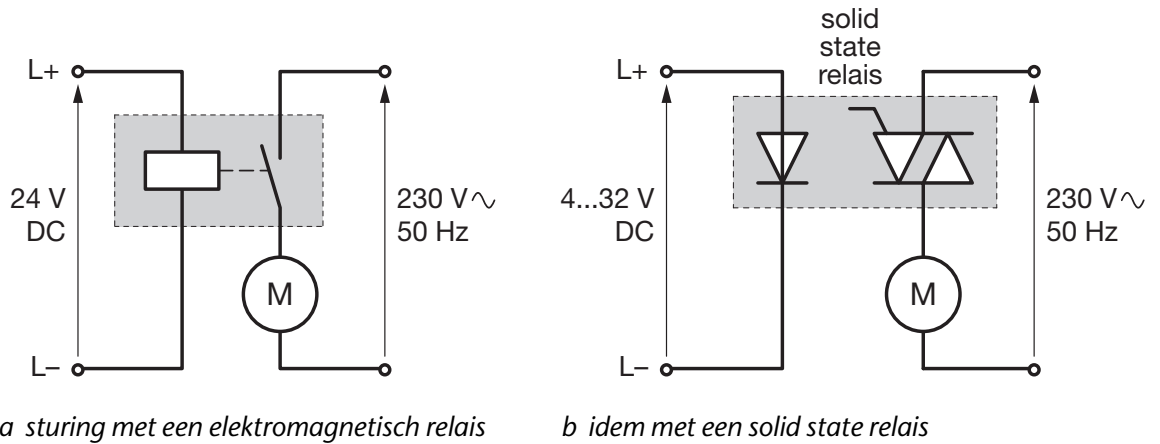
b solid state relais



Figuur 1.13 Relais

Een solid state relais, afgekort SSR, vervult dezelfde functie als het elektromagnetisch relais, maar heeft slechts één schakelfunctie en is duurder in aanschaf. Het ingangscircuit van een solid state relais bevat een optische koppeling waarmee een galvanische scheiding tot stand wordt gebracht. Het uitgangscircuit bevat meestal een triac. Omdat een solid state relais geen bewegende delen bevat, zal de bedrijfszekerheid en de schakelfrequentie hoog zijn.

In figuur 1.14 zien we hoe een elektromagnetisch relais of een solid state relais als bedienend element van de actuator dienst doet.



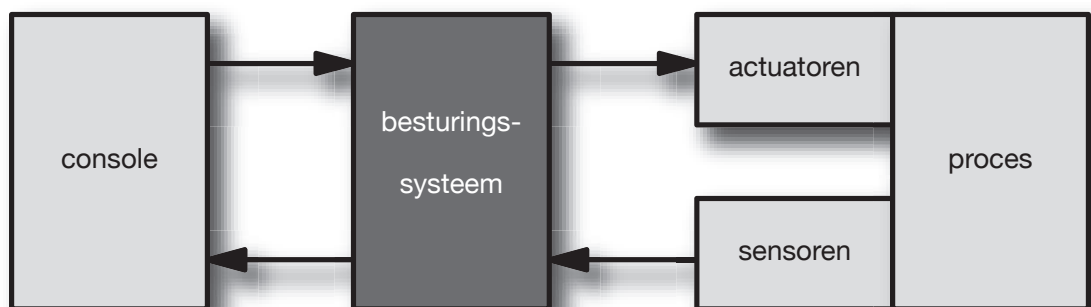
Figuur 1.14 Stuurcircuits

In beide stuurcircuits zien we dat het stuursignaal, 24 V - DC, gescheiden is van de 230 V – 50 Hz.

1.4 Besturingssysteem

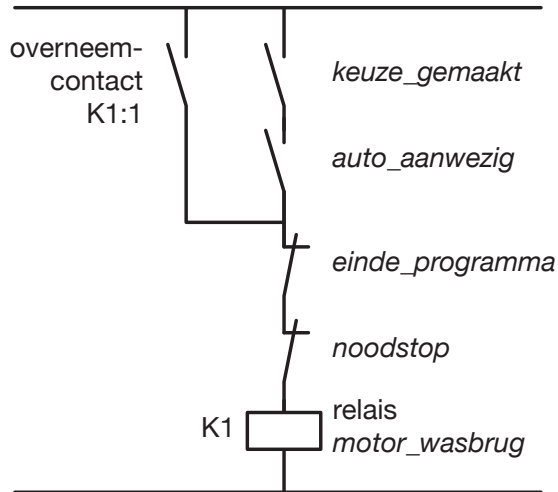
Een besturingssysteem kan gerealiseerd worden met:

- relais;
- pneumatische componenten;
- digitale componenten;
- microcontrollers en computers;
- PLC (programmeerbare besturingen).



Figuur 1.15 Blokschema besturingssysteem

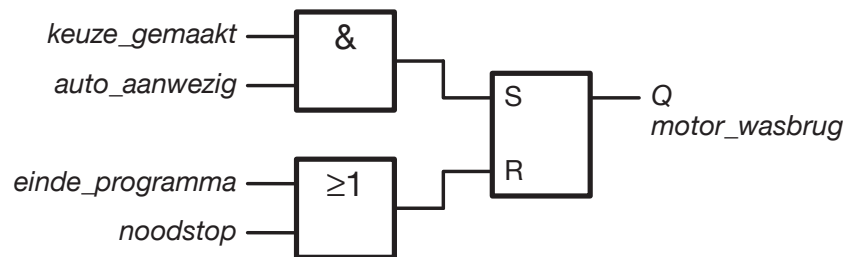
Een voorbeeld van een besturing met behulp van een relais zien we weergegeven in figuur 1.16. Het relais voorziet de motor van de wasbrug van spanning, waardoor de brug langs de auto wordt verplaatst.



Figuur 1.16 Besturingssysteem met een relais

Zodra de auto op de juiste plaats staat en er een keuze is gemaakt, wordt relais K1 bekrachtigd. Contact K1:1 is het overneemcontact, waardoor relais K1 na het maken van de keuze bekrachtigd blijft. Zodra het einde van het programma is bereikt, of de noodstop wordt ingedrukt, valt het relais af.

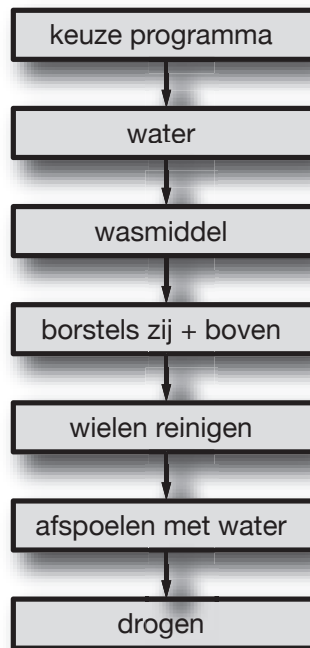
In figuur 1.17 zien we dezelfde besturing, maar dan uitgevoerd met digitale componenten.



Figuur 1.17 Besturingssysteem met digitale componenten

Bij het schema van figuur 1.17 maken we gebruik van een SR-element (SetReset-element). Een SR-element is een geheugenschakeling. Als we de set een korte tijd logisch 1 maken, wordt de uitgang Q logisch 1 (setten). Als we de resetingang een korte tijd logisch 1 maken, wordt de uitgang Q logisch 0 (resetten).

Om een complexe besturing zoals die van de wasstraat te ontwerpen, moet er een besturingsvolgorde worden vastgelegd. Voordat de borstels het vuil mogen verwijderen, wordt de auto eerst natgespoten. Daarna wordt er een wasmiddel over het koetswerk gespreeid waarna de borstels hun werk mogen doen. In plaats van een beschrijving in woorden leggen we de volgorde vast met behulp van een volgordediagram. Hierdoor wordt de weergave van de bewerkingvolgorde van het proces overzichtelijker. Zie figuur 1.18.

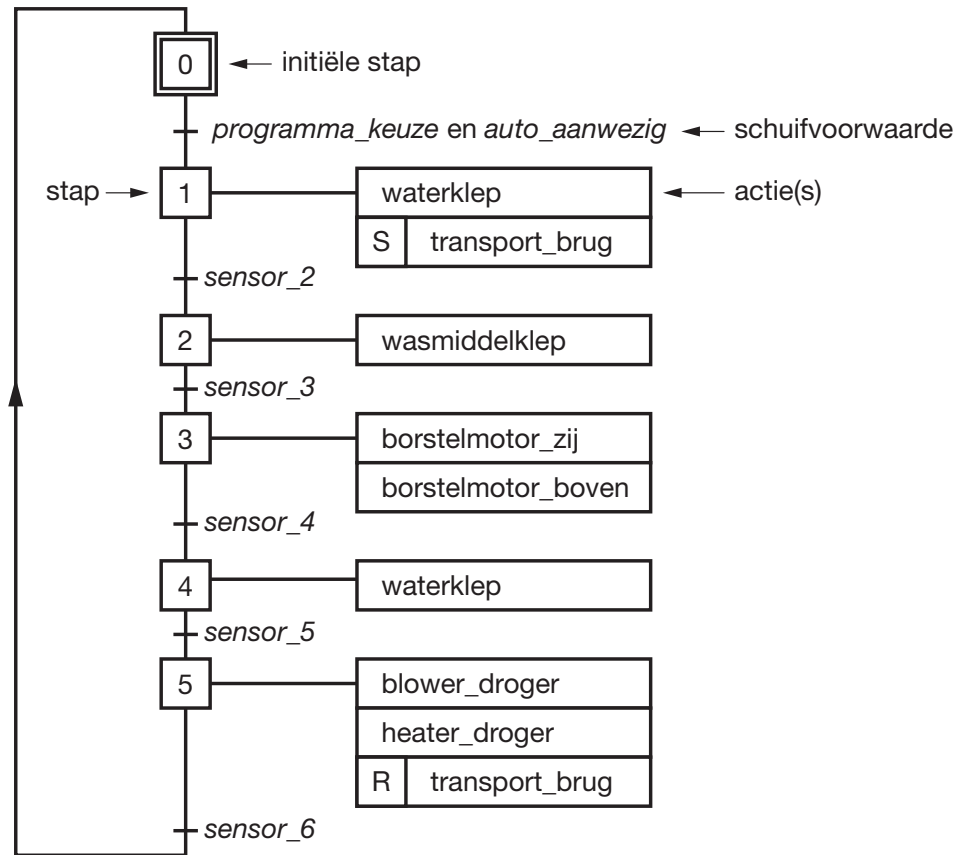


Figuur 1.18 Volgordediagram van een wasstraat

Zo'n volgordediagram beschrijft de bewerkingen en de volgorde van de besturing. Elke bewerking is verbonden met één of meer acties, bijvoorbeeld water sproeien of drogen.

Met behulp van een volgordediagram kunnen we het besturingsprogramma van het proces ontwerpen. Zo'n besturingsprogramma ontwerpen doen we met een Sequential Function Chart, afgekort SFC.

De SFC (Sequential Function Chart) van de wasstraat bestaat uit zes stappen. Zie figuur 1.19.



Figuur 1.19 SFC van een wasstraat

Deze stappen worden gescheiden door *schuifvoorwaarden* (conditions of transitions). Schuifvoorwaarden bepalen wanneer een actie van een stap voltooid is, waarna de volgende stap gestart mag worden.

Een schuifvoorwaarde kan bijvoorbeeld zijn: *programma_keuze* en *auto_aanwezig*. Schuifvoorwaarden worden in de meeste gevallen bepaald door signalen die sensoren aan het besturingssysteem afgeven.

1.5 SFC-elementen

Bij het ontwerpen van een SFC (Sequential Function Chart) maken we gebruik van de IEC 61131-3 norm. Deze norm beschrijft op welke wijze een SFC dient te worden opgebouwd. Veel PLC-programma's voldoen aan deze norm.

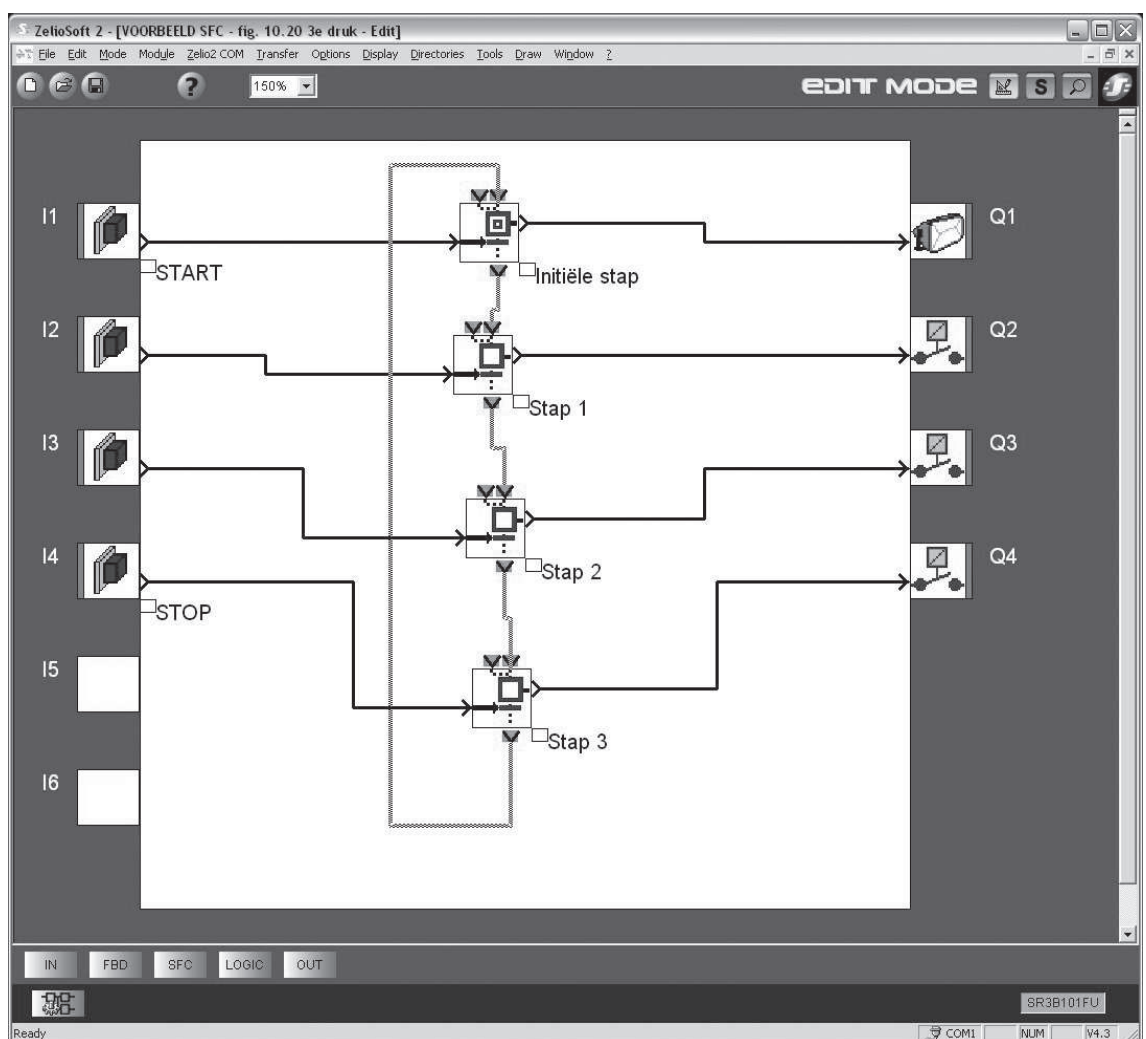
In een SFC onderscheiden we de volgende elementen:

- stappen;
- acties;
- schuifvoorwaarden (conditions of transitions).

Stappen

Een SFC begint altijd met een initiële stap. Deze stap wordt als eerste actief en zorgt voor een gedefinieerde begintoestand van het proces. De stap wordt met een dubbele lijn weergegeven en wordt *alleen* bij het inschakelen van het besturingssysteem actief. Zie figuur 1.20.

Een stap is een stabiele toestand binnen de besturing en vormt meestal een afgeronde procesactiviteit, bijvoorbeeld waterklep openen of borstelmotor starten. Een stap kan *actief* of *niet-actief* zijn. Het wel of niet actief zijn van een stap kunnen we respectievelijk voorstellen door de logische waarde 1 (actief) of de logische waarde 0 (niet-actief).



Figuur 1.20 Principe SFC (Sequential Function Chart)

Acties

Acties in een SFC kunnen bijvoorbeeld zijn:

- Externe aansturingen, zoals inschakelen van een relais.
- Interne acties, zoals teller verhogen, geheugen setten of resetten, tijdivertraging starten, enzovoort.

In figuur 1.20 zijn vier uitgangen (Q1 tot en met Q4) gekoppeld aan een stap van de SFC. Als de initiële stap actief is, zal de lamp op uitgang Q1 branden (stand by). Zodra stap 1 (start) actief is, zal het relais op uitgang Q2 geactiveerd worden.

Schuifvoorwaarden (conditions of transitions)

Schuifvoorwaarden zijn condities die bepalen wanneer een actie van een stap voltooid is en waarna de volgende stap gestart mag worden.

In figuur 1.20 zijn er vier schuifvoorwaarden geprogrammeerd die met de ingangen I1 tot en met I4 zijn verbonden. Deze schuifvoorwaarden kunnen ook sensoren zijn die in een proces aanwezig zijn.

Besturingsvolgorde

Nadat bij het inschakelen van de besturing de initiële stap actief is geworden, zal stap 1 actief worden als de schuifvoorwaarde START logisch 1 wordt.

Een volgende stap wordt dus actief als:

- de voorgaande stap actief is;
- aan de schuifvoorwaarde is voldaan.

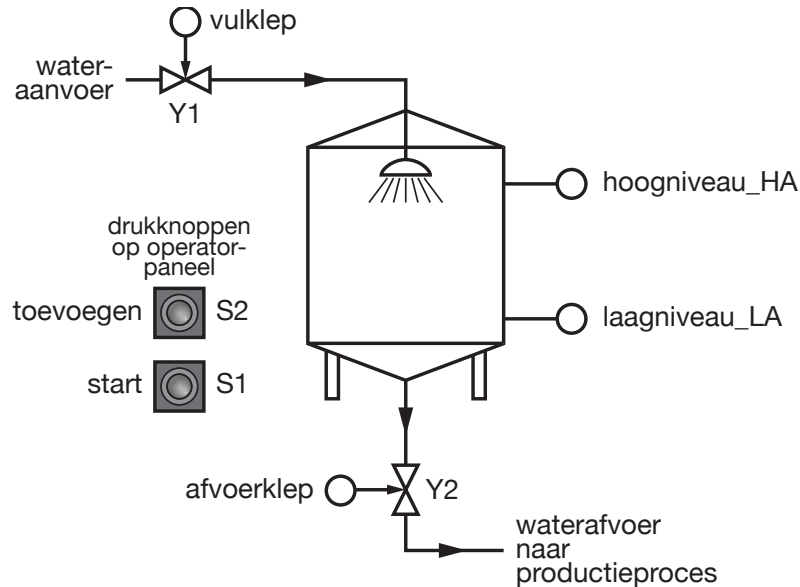
Het vrijgeven van de overgang heeft tot gevolg dat:

- de volgende stap wordt geset;
- de vorige stap wordt gereset.

In de SFC van figuur 1.20 kan dus maar één stap actief zijn.

Als in figuur 1.20 ingang I2 logisch 1 wordt, zal stap 2 geactiveerd worden (geset) en zal stap 1 uitgeschakeld worden (gereset).

In figuur 1.21 zie je een schematische voorstelling van een vulinstallatie.



Figuur 1.21 Schematische voorstelling van een vulinstallatie

In deze installatie herkennen we de volgende onderdelen:

Actuatoren:

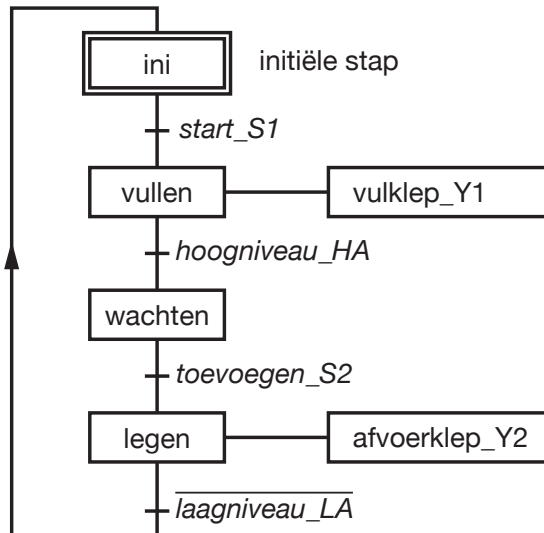
- vulklep Y1;
- afvoerklep Y2.

Sensoren en bedieningselementen:

- drukknop S1 (start);
- drukknop S2 (toevoegen);
- hoogniveau_HA;
- laagniveau_LA.

Het reservoir in deze vulinstallatie wordt eerst gevuld tot het maximale niveau. Dit wordt gedetecteerd door de hoogniveau_HA sensor. De inhoud van het reservoir wordt door middel van het bedienen van drukknop S2 via de afvoerklep Y2 naar het productieproces gevoerd. Zodra het laagste niveau is bereikt, dat door sensor laagniveau_LA wordt gedetecteerd, zal klep Y2 weer gesloten worden.

Uit deze procesomschrijving kunnen we een SFC ontwerpen. Zie figuur 1.22.



Figuur 1.22 SFC van een vulinstallatie

De eerste stap 1 is de initiële stap.

Als de initiële stap actief is (logisch 1) en drukknop *start* wordt bediend, worden de volgende acties uitgevoerd:

- De schuifvoorwaarde wordt logisch 1 (drukknop *start_S1*).
- De stap *vullen* wordt geset en de initiële stap wordt gereset. Omdat de stap *vullen* nu logisch 1 is, wordt de vulklep Y1 geopend. Het reservoir wordt gevuld.

Zodra het reservoir vol is, wordt dit door sensor *hoogniveau_HA* gedetecteerd.

De volgende acties worden nu uitgevoerd:

- De schuifvoorwaarde wordt logisch 1 (sensor *hoogniveau_HA*).
- De stap *wachten* wordt geset en de stap *vullen* wordt gereset. Omdat de stap *vullen* logisch 0 is, wordt de vulklep Y1 gesloten;

Opmerking: tijdens de stap *wachten* worden er in dit voorbeeld geen acties uitgevoerd.

Als drukknop S2 (toevoegen) wordt bediend, worden de volgende acties uitgevoerd:

- De schuifvoorwaarde wordt logisch 1 (drukknop *toevoegen_S2*).
- De stap *leggen* wordt geset en de stap *wachten* wordt gereset. Omdat de stap *leggen* logisch 1 is, wordt de afvoerklep Y2 geopend. Het reservoir stroomt leeg.

Zodra het reservoir leeg is, wordt dit door sensor *laagniveau_LA* gedetecteerd.

Opmerking: omdat de sensor *laagniveau_LA* bij laag niveau geen watercontact heeft, moet de schuifvoorwaarde geïnverteerd worden. Zodra het reservoir weer

gevuld wordt, zal de sensor laagniveau_LA logisch 1 zijn.

De volgende acties worden nu uitgevoerd:

- De schuifvoorwaarde wordt logisch 0 (sensor laagniveau_LA).
- De stap *ini* wordt geset en de stap *leggen* gereset. Omdat de stap *leggen* logisch 0 is, wordt de afvoerklep Y2 gesloten.

De cyclus kan nu worden herhaald.

De setvoorwaarde van een stap bestaat altijd uit twee delen:

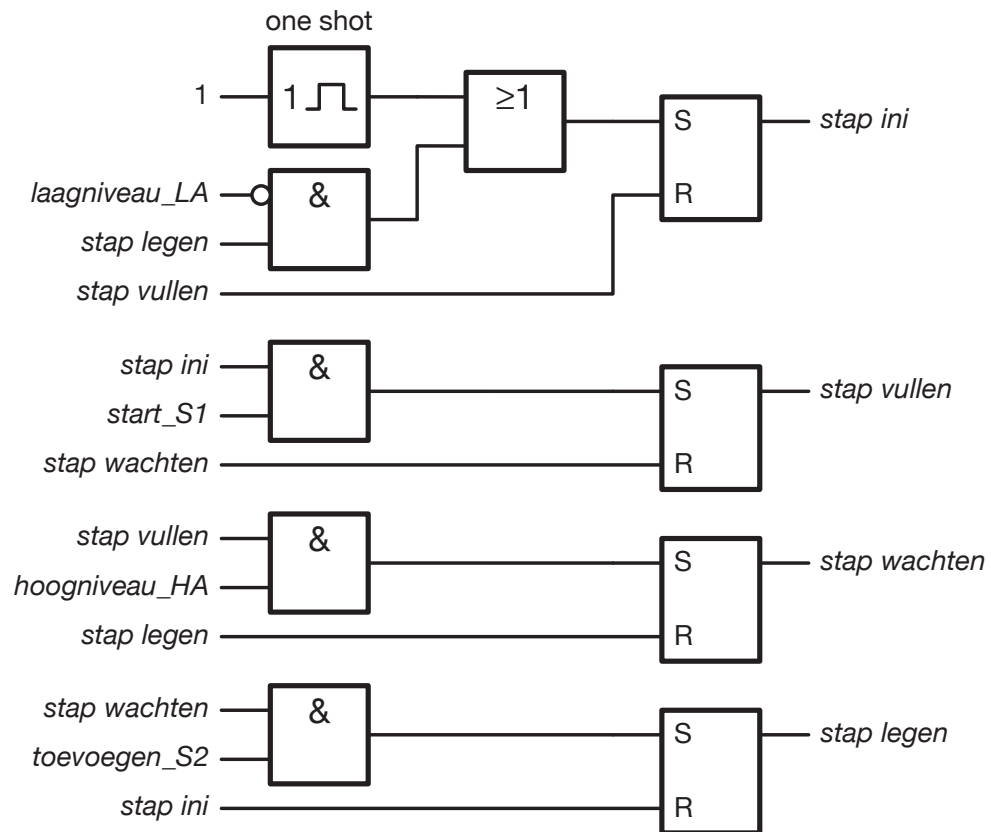
1. De voorgaande stap moet actief zijn.
2. De volgende schuifvoorwaarde moet waar zijn (logisch 1).

Een stap wordt altijd gereset door de volgende stap, maar nooit door een schuifvoorwaarde.

In tabel 1.1 zijn de set- en resetvoorwaarden van de SFC uit figuur 1.22 weergegeven.

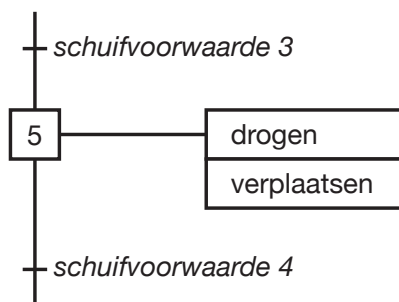
TABEL 1.1 SET- EN RESETVOORWAARDEN		
stap	setvoorwaarden	resetvoorwaarde(n)
ini	one shot (inschakelen) <i>of</i> stap <i>leggen</i> <i>en</i> $\overline{\text{laagniveau_LA}}$	stap vullen
vullen	stap <i>ini</i> <i>en</i> start_S1	stap wachten
wachten	stap vullen <i>en</i> hoogniveau_HA	stap <i>leggen</i>
leggen	stap wachten <i>en</i> toevoegen_S2	stap <i>ini</i>

In figuur 1.23 zijn de set- en resetvoorwaarden van de besturing van het reservoir uit figuur 1.21 weergegeven.



Figuur 1.23 Set- en resetvoorwaarden van de SFC uit figuur 1.22

Bij een stap kunnen verschillende acties gelijktijdig plaatsvinden, bijvoorbeeld droogblazen van de auto en verplaatsen van de drooginrichting. Zie figuur 1.24.



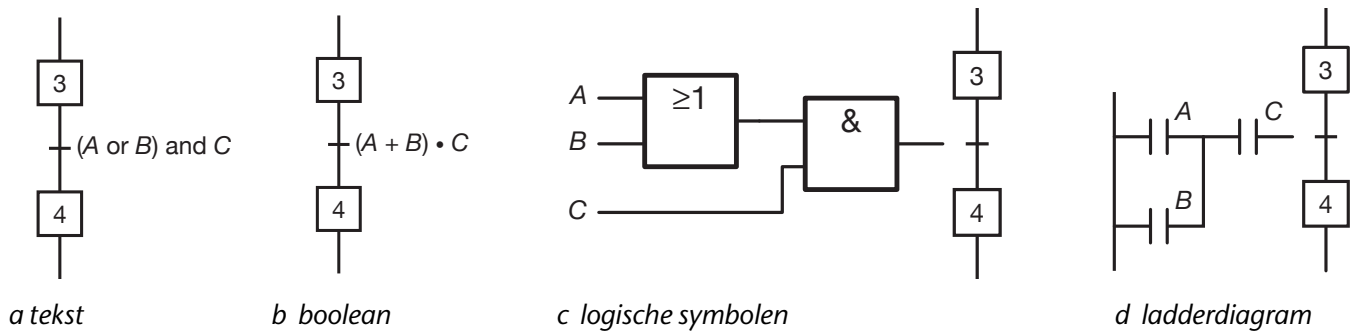
Figuur 1.24 Voorbeeld van verschillende acties bij een stap

Aan de stap 5 zijn nu twee acties weergegeven, drogen en verplaatsen. De twee acties worden uitgevoerd, zolang stap 5 actief blijft.

Schuifvoorwaarden kunnen op vier manieren worden weergegeven:

1. omschreven in tekst;
2. in een booleaanse expressie;
3. met logische symbolen;
4. met een ladderdiagram.

In figuur 1.25 zijn de vier genoemde methoden weergegeven.



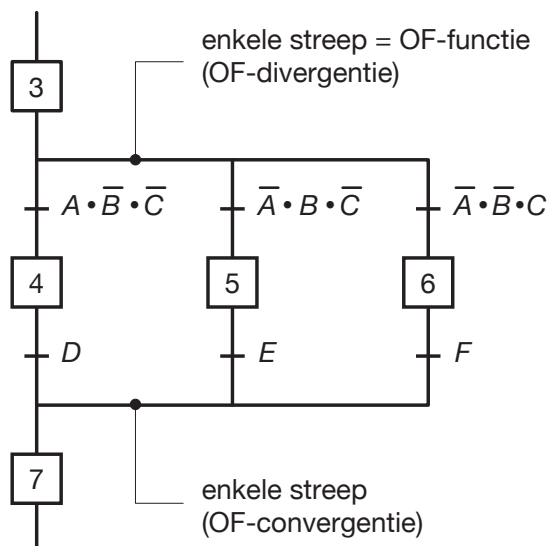
Figuur 1.25 Weergeven van een schuifvoorwaarde

OF-vertakking

Nu kan het voorkomen dat in de procesbeschrijving één of meer keuzemogelijkheden aanwezig zijn. Bijvoorbeeld bij een wasprogramma van een wasmachine voor het reinigen van kleding, waarbij we de keuze hebben tussen drie mogelijkheden:

- hoofdwás;
- fijne was;
- bonte was.

In de SFC komt dan een OF-vertakking voor. Zie figuur 1.26.



Figuur 1.26 OF-functie in een SFC

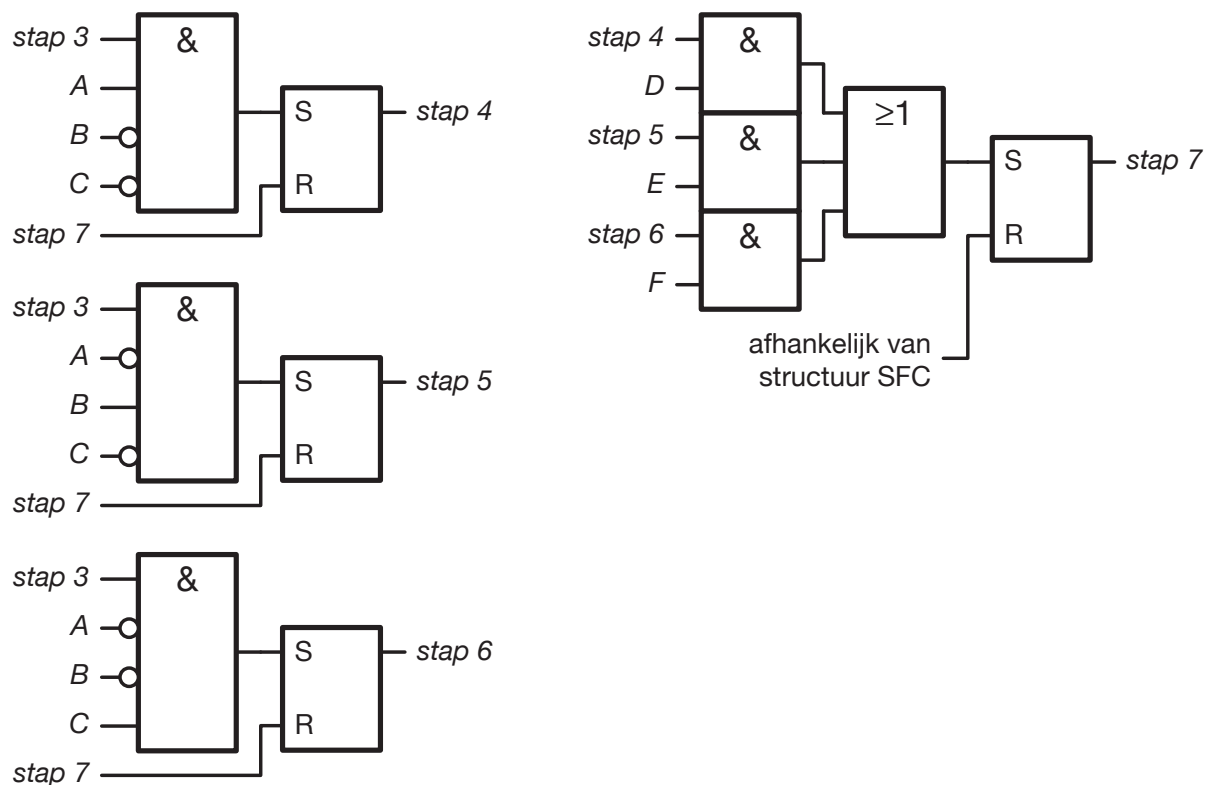
Nadat stap 3 actief is kan afhankelijk van de schuifvoorwaarde stap 4 of stap 5 of stap 6 geactiveerd worden.

Stel dat schuifvoorwaarde $\bar{A} \cdot B \cdot \bar{C}$ logisch 1 wordt, dan zal stap 5 actief worden en zal stap 3 beëindigd worden. Zodra schuifvoorwaarde E logisch 1 wordt, zal stap 7 actief worden en zal stap 5 beëindigd worden. De stappen 4 en 6 worden dan overgeslagen.

We kunnen nu voor elke stap de set- en resetvoorwaarden vaststellen. Zie tabel 1.2.

TABEL 1.2 SET- EN RESETVOORWAARDEN VAN SFC UIT FIGUUR 1.24		
stap	setvoorwaarden	resetvoorwaarde(n)
4	stap 3 en A en \bar{B} en \bar{C}	stap 7
5	stap 3 en \bar{A} en B en C	stap 7
6	stap 3 en \bar{A} en \bar{B} en C	stap 7
7	(stap 4 en D) of (stap 5 en E) of (stap 6 en F)	afhankelijk van vervolgstructuur SFC

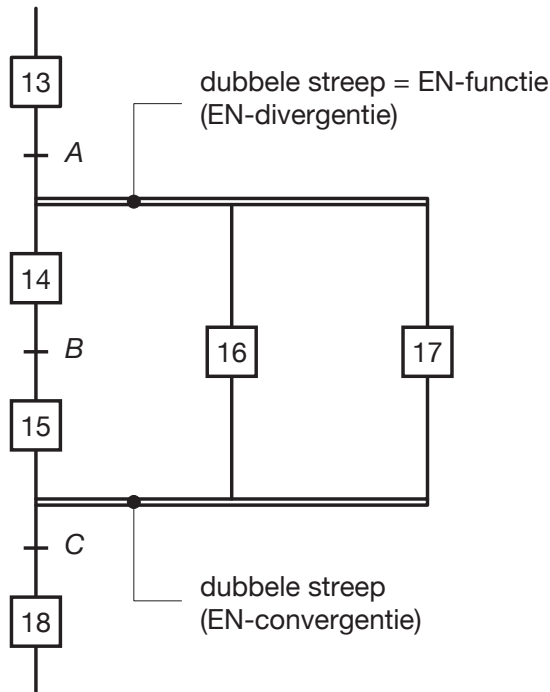
In figuur 1.27 zijn de set- en resetvoorwaarden in een logisch schema weergegeven.



Figuur 1.27 Set- en resetvoorwaarden van SFC uit figuur 1.26

EN-vertakking

Naast een keuzemogelijkheid kan het ook voorkomen dat twee of meer stappen gelijktijdig actief moeten worden. In figuur 1.28 is dit weergegeven met een dubbele streep.



Figuur 1.28 Simultaan werken van stappen in een SFC

Toelichting SFC van figuur 1.28

Als stap 13 actief is en de schuifvoorwaarde *A* logisch 1 wordt, worden de volgende acties uitgevoerd:

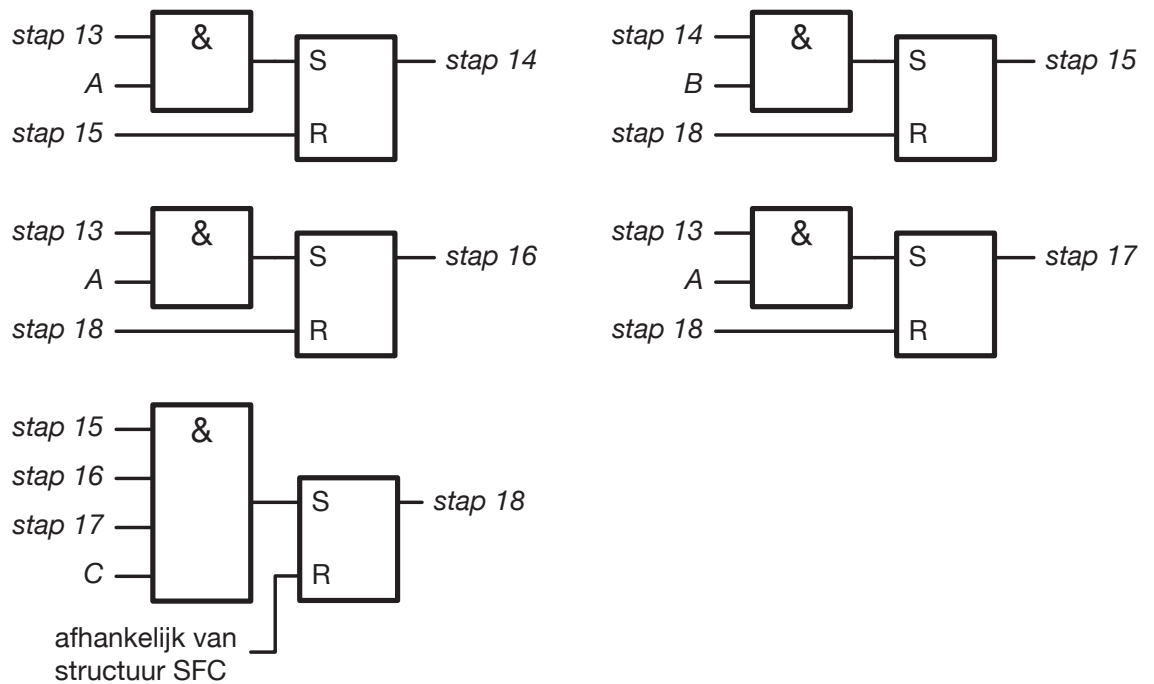
- de stappen 14 en 16 en 17 worden geactiveerd;
- stap 13 wordt beëindigd.

Als schuifvoorwaarde *C* logisch 1 wordt, en de stappen 15 en 16 en 17 actief zijn, wordt stap 18 geactiveerd en worden de stappen 15, 16 en 17 beëindigd.

We kunnen nu voor elke stap de set- en resetvoorwaarden vaststellen, zie tabel 1.3.

In figuur 1.29 zijn de set- en resetvoorwaarden in een logisch schema weergegeven.

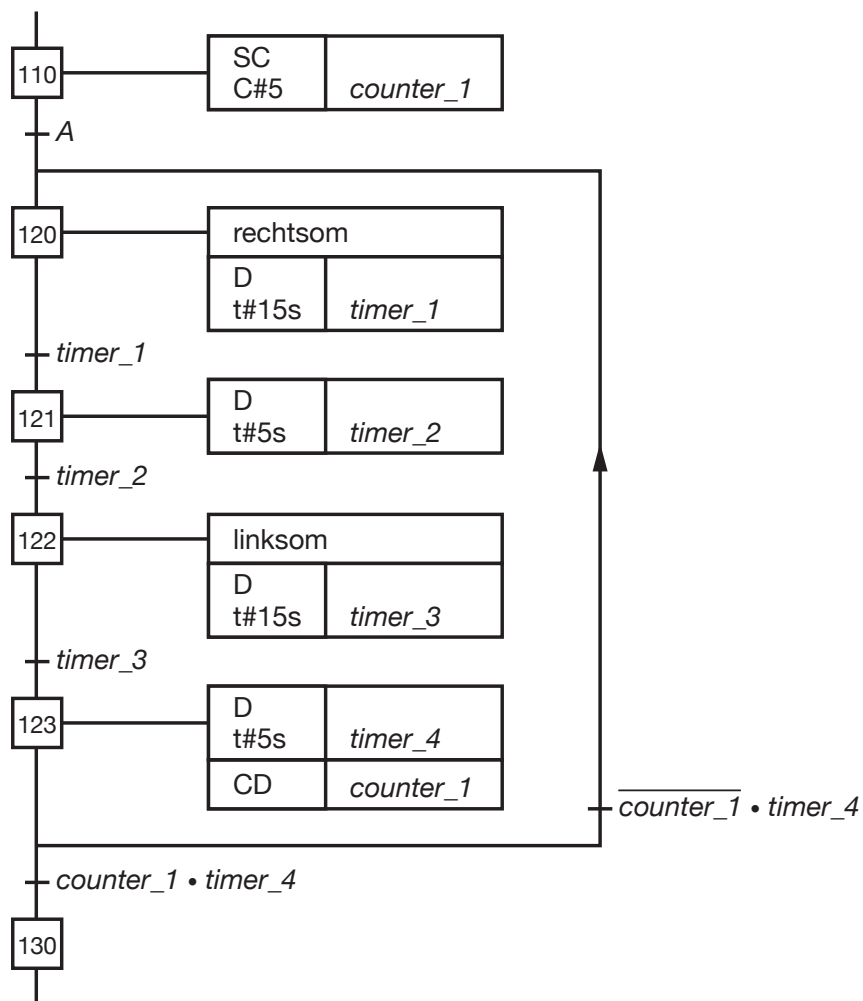
TABEL 1.3 SET- EN RESETVOORWAARDEN VAN SFC UIT FIGUUR 1.26		
stap	setvoorwaarden	resetvoorwaarde(n)
14	stap 13 en A	stap 15
15	stap 14 en B	stap 18
16	stap 13 en A	stap 18
17	stap 13 en A	stap 18
18	stap 15 en stap 16 en stap 17 en C	afhankelijk van vervolgstructuur SFC



Figuur 1.29 Set- en resetvoorwaarden van SFC uit figuur 1.28

Herhalingslus

Nu kan er in een procesbesturing een situatie voorkomen waarin een bepaalde cyclus moet worden herhaald. Dit komen we bijvoorbeeld tegen bij een wasmachine. Tijdens het wasproces moet de motor een aantal malen linksom en een aantal malen rechtsom draaien. In een dergelijk geval maken we gebruik van een herhalingslus. Zie figuur 1.30.



Figuur 1.30 SFC met een herhalingslus

Toelichting SFC van figuur 1.30.

Stap 110

De waarde van $counter_1$ wordt gelijk aan 5.

Als stap 110 logisch 1 is en de schuifvoorwaarde A logisch 1 wordt, zal stap 120 geset worden en stap 110 gereset.

Stap 120

Stap 120 is nu logisch 1, waardoor er twee acties worden gestart:

- De motor van de wasmachine gaat rechtsom draaien.
 - $timer_1$ wordt geactiveerd.
 - Na 15 seconden wordt de uitgang van $timer_1$ logisch 1.
- Opmerking: D betekent delay

Stap 121

De schuifvoorwaarde $timer_1$ is logisch 1 en stap 120 is logisch 1. Stap 121 wordt nu geset en stap 120 wordt gereset.

Stap 121 is nu logisch 1, waardoor er twee acties worden gestart:

- *timer_2* wordt geactiveerd.
- Na 5 seconden wordt de uitgang van *timer_2* logisch 1.

Stap 122

De schuifvoorwaarde *timer_2* is logisch 1 en stap 121 is logisch 1.

Stap 122 wordt nu geset en stap 121 wordt gereset.

Stap 122 is nu logisch 1, waardoor er twee acties worden gestart:

- De motor van de wasmachine gaat linksom draaien.
- *timer_3* wordt geactiveerd.
- Na 15 seconden wordt de uitgang van *timer_3* logisch 1.

Stap 123

De schuifvoorwaarde *timer_3* is logisch 1 en stap 122 is logisch 1.

Stap 123 wordt nu geset en stap 122 wordt gereset.

Stap 123 is nu logisch 1, waardoor er twee acties worden gestart:

- *timer_4* wordt geactiveerd.
- De inhoud van *counter_1* wordt met 1 verlaagd.
- Na 5 seconden wordt de uitgang van *timer_4* logisch 1.

Op het moment dat stap 123 en *timer_4* beiden logisch 1 zijn, zal het van de inhoud van *counter_1* afhangen op welk punt de besturing verder zal gaan.

Op de splitsing, die in de SFC is aangebracht, zien we twee schuifvoorwaarden:

$$a \quad \overline{\text{counter}_1} \cdot \text{timer}_4$$

$$b \quad \text{counter}_1 \cdot \text{timer}_4$$

Zolang *counter_1* ongelijk is aan 0, zal de herhalingslus worden uitgevoerd.

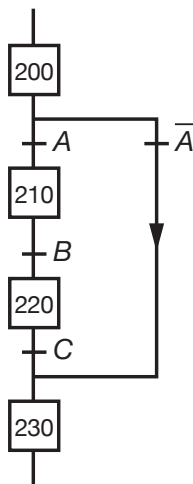
Zodra echter aan de voorwaarde (*counter_1 and timer_4*) wordt voldaan, zal stap 130 geactiveerd worden en wordt de lus verlaten.

Uit de SFC van figuur 1.30 kunnen we nu de set- en resetvoorwaarden van iedere stap definiëren. Zie tabel 1.4.

TABEL 1.4 SET- EN RESETVOORWAARDEN VAN SFC UIT FIGUUR 1.28		
stap	setvoorwaarden	resetvoorwaarde(n)
120	(stap 110 en A) of (123 en counter_1 en timer_4)	stap 121
121	stap 120 en timer_1	stap 122
122	stap 121 en timer_2	stap 123
123	stap 122 en timer_3	stap 120 of stap 130
130	stap 123 en counter_1 en timer_4	afhankelijk van vervolestructuur SFC

Programmasprong (jump)

Behalve een herhalingslus kan een programma ook een sprong (jump) bevatten. Met behulp van deze opdracht kunnen één of meer stappen worden overgeslagen. Zie figuur 1.31.



Figuur 1.31 SFC met een programmasprong (jump)

Toelichting SFC van figuur 1.31:

- Op het moment dat stap 200 actief is en schuifvoorwaarde A waar is (logisch 1), zal stap 210 actief worden.
- Op het moment dat stap 200 actief is en schuifvoorwaarde A niet waar is (logisch 0) is, zal stap 230 actief worden.

De aangebrachte programmasprong is dus een OF-functie.

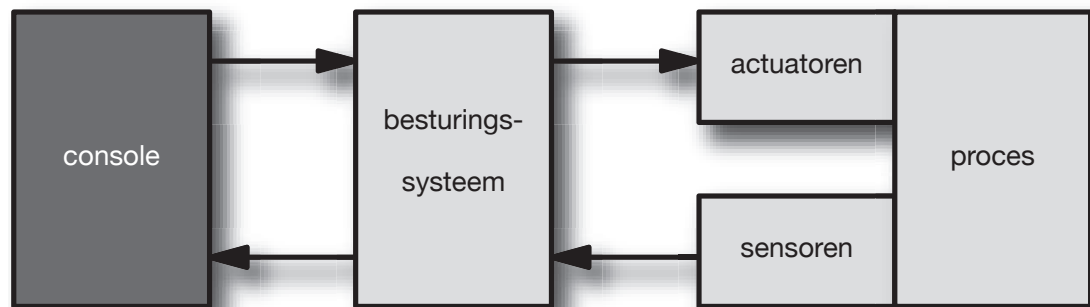
Uit de SFC van figuur 1.31 kunnen we nu de set- en resetvoorwaarden van iedere stap definiëren. Zie tabel 1.5.

TABEL 1.5 SET- EN RESETVOORWAARDEN VAN SFC UIT FIGUUR 1.29		
stap	setvoorwaarden	resetvoorwaarde(n)
200	afhankelijk van voorafgaande structuur SFC	stap 210 of stap 230
210	stap 200 en A	stap 220
220	stap 210 en B	stap 230
230	(stap 220 en C) of (200 en \bar{A})	afhankelijk van vervolgestructuur SFC

1.6 De bedieningsconsole

De bedieningsconsole van een besturingsinstallatie (zie figuur 1.33) bevat meestal de volgende onderdelen:

- bedieningsknoppen;
- controlelampen;
- alarmsignalen (claxon of luidspreker).



Figuur 1.32 Blokschema besturingssysteem

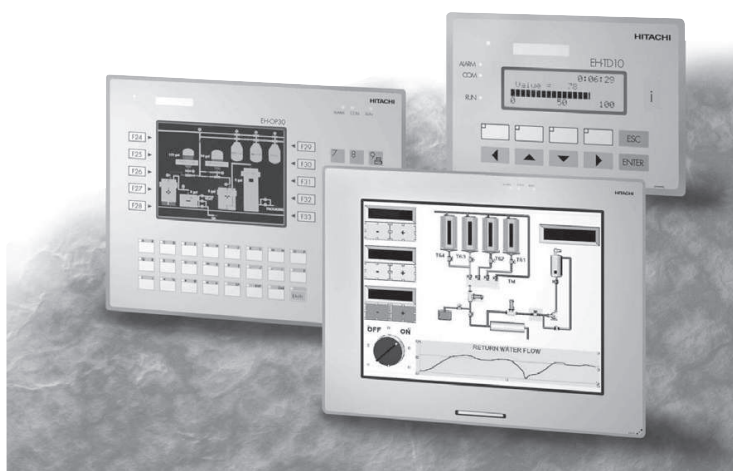


Figuur 1.33 Bedieningsconsole

Moderne systemen bevatten vaak:

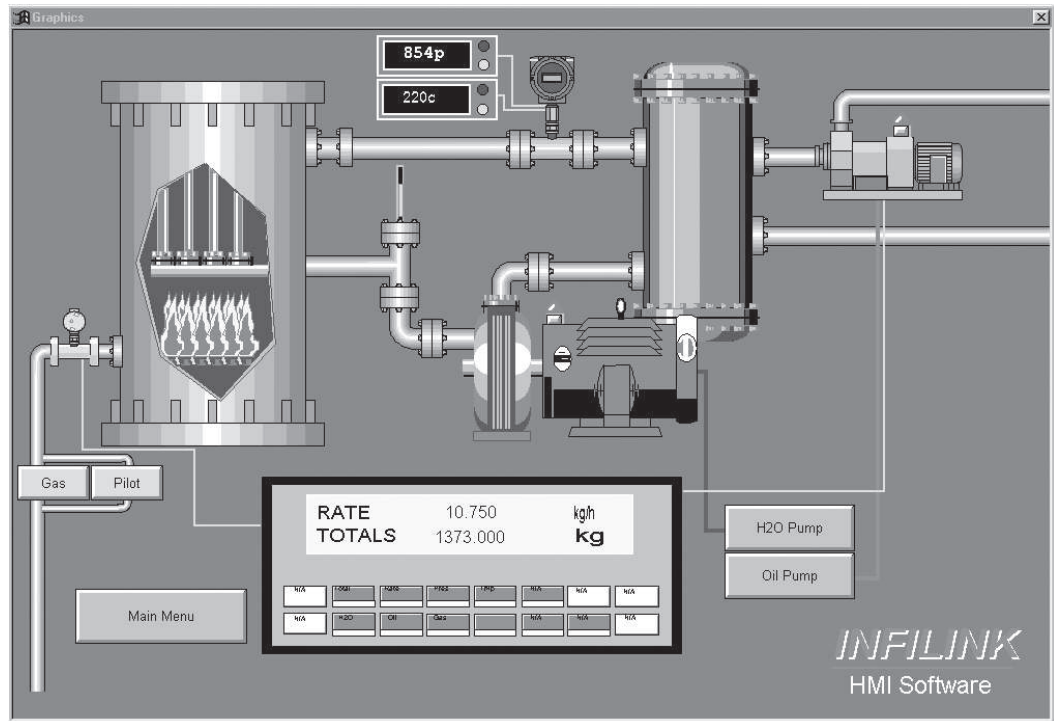
- MMI (man-machine-interface), ook wel HMI genoemd (human-machine-interface), zie figuur 1.34;
- PC met toetsenbord voor SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) toepassingen.

Een MMI is een bedieningspaneel dat we bijvoorbeeld tegenkomen bij de geldautomaat. Op dit paneel krijgen we informatie vanuit het besturingssysteem over de mogelijkheden van de automaat.



Figuur 1.34 MMI (man-machine-interface)

SCADA-toepassingen worden alleen in industriële installaties toegepast. Met een SCADA-pakket kunnen bijvoorbeeld de bediening en visualisatie van een fabriek of proces worden gerealiseerd. Zie figuur 1.35.

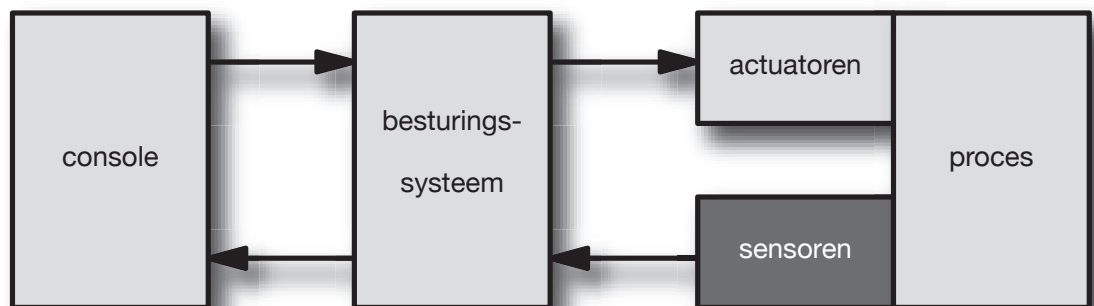


Figuur 1.35 Weergave van een proces met behulp van een SCADA-softwarepakket

1.7 Kernpunten

Blokschema van een automatiseringsinstallatie bestaat uit:

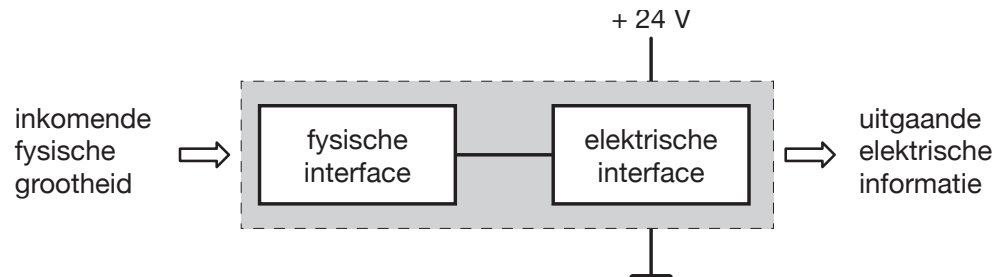
- sensoren;
- actuatoren;
- besturingssysteem;
- eventueel een console (bedieningspaneel)



Figuur 1.36 Blokschema van een automatiseringsinstallatie

Blokschema van een elektronische sensor:

- Deze heeft een voedingsspanning nodig.
- Heeft meestal geen mechanische kracht nodig om een object te detecteren.
- Bezit een hoge bedrijfszekerheid en een hoge schakelfrequentie.



Figuur 1.37 Blokschema van een elektronische sensor

Bij het ontwerpen van een besturingsvolgorde met een SFC (Sequential Function Chart) maken we gebruik van de IEC 61131-3 norm.

In een SFC onderscheiden we de volgende elementen:

- stappen;
- acties;
- schuifvoorwaarden (conditions of transitions).

Een volgende stap in een SFC wordt actief als:

- de voorgaande stap actief is en aan de schuifvoorwaarde is voldaan.

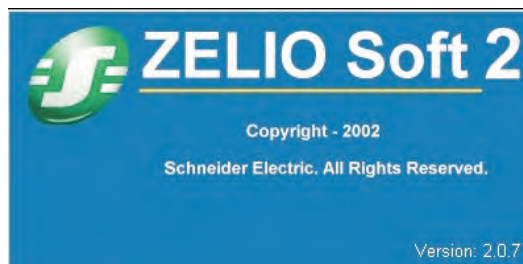
Het vrijgeven van de overgang heeft tot gevolg dat:

- de volgende stap wordt geset én
- de vorige stap wordt gereset.

Opgaven

Hier gaat dit hoofdstuk over:

- Het besturen van een proces.
- De functie van een besturingssysteem.
- De functie van sensoren.
- De functie van actuatoren.
- Ontwerpen van een besturingsvolgorde.
- Ontwerpen van een SFC.
- Het bepalen van de set- en resetvoorwaarden in een SFC.



In dit hoofdstuk moet een aantal opdrachten met behulp van het softwarepakket **ZELIO Soft 2** worden uitgevoerd. In de bijlage achterin dit hoofdstuk vind je uitleg over dit softwarepakket.

Dit moet je weten:

Eigenschappen van:

- elementaire logica;
- logische functies;
- basispoorten;
- digitale rekenregels;
- samengestelde poorten;
- geheugenschakelingen.

Inleiding besturingstechniek

Bestudeer de volgende paragraaf in het kernboek:

- 1 Inleiding

Beantwoord de vragen/opdrachten 1 t/m 7.

1



Figuur 10.1

In veel huishoudelijke apparaten komen we een vorm van besturen tegen. Een bekend voorbeeld is het koffiezetapparaat, zie figuur 10.1. In een koffiezetapparaat bevinden zich (minimaal) één sensor en één actuator.

Geef de soort van de twee onderdelen en hun functie.

	sensor	actuator
soort		
functie		

2



Figuur 10.2

Een ander apparaat in een woonhuis is een magnetron, zie figuur 10.2. Dergelijke apparaten worden bestuurd door een microcontroller. Dit IC verwerkt de gegevens van de sensoren en stuurt de actuatoren aan. In een magnetron bevinden zich (minimaal) één sensor en drie actuatoren. Geef de naam van de sensor en de naam van de drie actuatoren en hun functie.

onderdeel	soort	functie
sensor		
actuator 1		
actuator 2		
actuator 3		

3



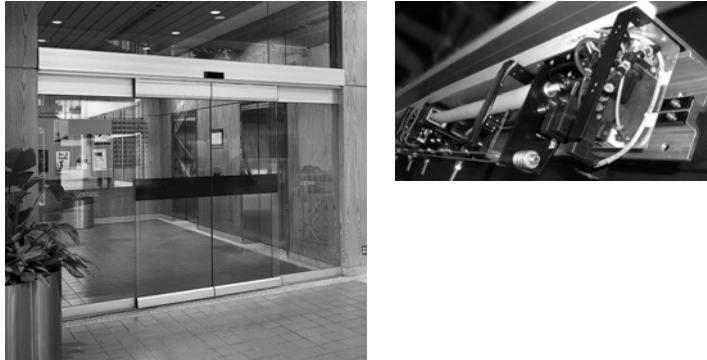
Figuur 10.3

Een snoep- of frisdrankautomaat, zie figuur 10.3, bevat een besturingssysteem en een aantal sensoren en actuatoren.

Noem twee sensoren en twee actuatoren.

onderdeel	soort
sensor 1	
sensor 2	
actuator 1	
actuator 2	

- 4 In figuur 10.4 zien we de ingang van een ontvangstruimte die uitgevoerd is met automatische schuifdeuren. De besturingsinstallatie die zich boven de deuren bevindt, bezit een aantal sensoren en actuatoren.



Figuur 10.4

Noem drie sensoren en één actuator die deze besturingsinstallatie minimaal bezit en omschrijf hun functie.

onderdeel	soort	functie
sensor 1		
sensor 2		
sensor 3		
actuator 1		

5



Figuur 10.5

Een verkeerslichtinstallatie, zie figuur 10.5, bevat ook een besturingssysteem. Dit systeem wordt door middel van sensoren voorzien van data. Noem twee sensoren, die in een verkeerslichtinstallatie aanwezig kunnen zijn.

sensor 1 _____

sensor 2 _____

Zijn de lampen in de verkeerspalen op de ingang of op de uitgang van de PLC aangesloten?
ingang/uitgang

- 6 Gegeven zijn de volgende kernwoorden: *actuator(en)*, *sensor(en)*, *hardware*, *software*, *besturingssysteem*.
Vul deze woorden in op de juiste plaats in de volgende tekst.



Figuur 10.6

Een wasmachine, zie figuur 10.6, bezit een _____.

Dit is meestal een microcontroller die de informatie van de _____ verwerkt en de _____ aanstuurt. De volgorde van het wasprogramma wordt bepaald door de _____ van het besturingssysteem.

De aandrijfmotor van de trommel is een _____ die door het _____ wordt aangestuurd.

Het waterniveau in de wasmachine wordt door een _____ gemeten. De sensoren en actuatoren zijn een onderdeel van de _____, de wasprogramma's zitten in de _____.

- 7 Kruis de juiste bewering(en):
- Een besturingsinstallatie bestaat uit een hardware-deel en een software-deel.
 - De drukknoppen in een bedieningsconsole vervullen dezelfde functie als de sensoren.
 - Actuatoren geven geen informatie door naar het besturingssysteem.
 - De thermostaat in de huiskamer is een actuator.
 - Het wassen van kleding noemen we een proces.



Figuur 10.7

Sensoren en actuatoren

Bestudeer de volgende paragrafen in het kernboek:

- 2 Sensoren
- 3 Actuatoren

Beantwoord de vragen/opdrachten 8 t/m 15.

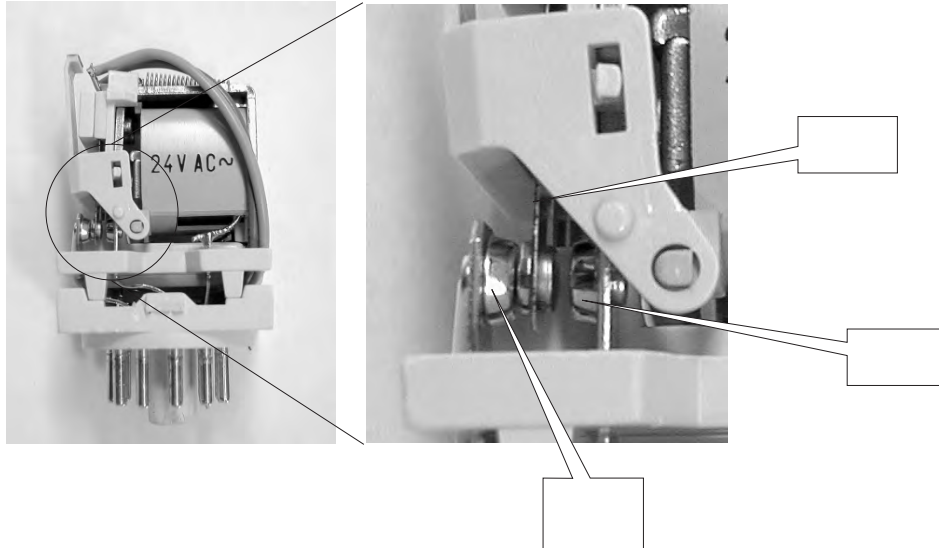
- 8 Welke twee groepen sensoren onderscheiden we?

1 _____

2 _____

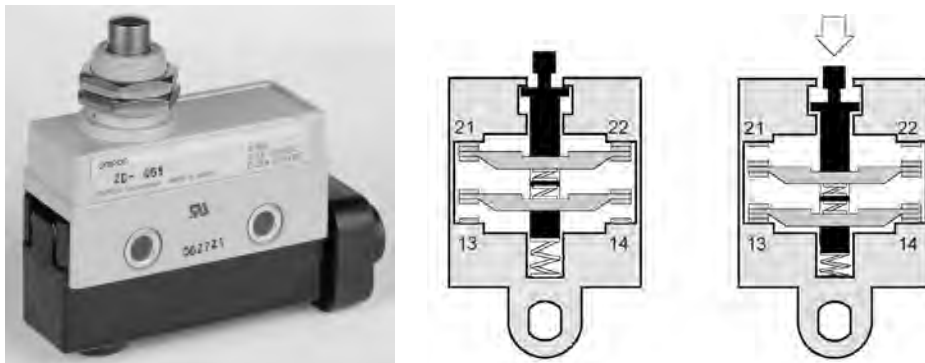
- 9 Kruis de juiste bewering(en) aan:
- Een normally open contact is in rust gesloten.
 - Een normally closed contact dat geactiveerd wordt, verbreekt een verbinding.
 - Een normally closed contact is in rust geopend.
 - Een normally open contact is in rust geopend.
 - Een normally open contact dat geactiveerd wordt, veroorzaakt een gesloten verbinding.

- 10 Veel relais (zie ook paragraaf 3) bezitten meerdere (schakel)contacten. Geef in figuur 10.8 aan waar het P-contact, het NC-contact en het NO-contact zich bevinden.



Figuur 10.8

- 11 De microswitch in figuur 10.9 bevat twee schakelcontacten. Geef aan welk contact NO en welk contact NC is.



Figuur 10.9

contact 13 -14 is _____

contact 21-22 is _____

- 12 Kruis de juiste bewering(en) aan:
- Een elektronische sensor heeft voedingsspanning nodig.
 - Een elektronische sensor bezit een lage schakelfrequentie.
 - Een elektronische sensor bestaat uit een fysische interface en een elektrische interface.
 - Een elektronische sensor kan zowel een analoge als een binaire uitgang bezitten.
 - De uitgang van een elektronische sensor kan een signaallamp aansturen.
 - Elektronische sensoren zijn zowel in NO- als in NC-uitvoering verkrijgbaar.



Figuur 10.10

- 13 Elektronische sensoren en mechanische schakelaars worden beide als sensor in een besturings-systeem toegepast. Toch zal het gebruik van een elektronische sensor, zie figuur 12a, niet in alle gevallen toegepast mogen worden. Met name bij het beveiligen gelden er bijzondere regels. Bijvoorbeeld bij het beveiligen van de aandrijving van een kermisattractie, zie figuur 10.11. Dan moet vaak gebruikgemaakt worden van een mechanische schakelaar, zie figuur 10.12b.



Figuur 10.11

Kruis aan om welk reden(en) een mechanische schakelaar wordt toegepast in plaats van een elektronische sensor.

- Mechanische schakelaars bezitten een langere levensduur.
- Elektronische sensoren kunnen de voeding naar de actuatoren niet uitschakelen.
- Een mechanische schakelaar onderbreekt direct de voeding naar de actuator.
- Mechanische schakelaars kunnen sneller schakelen.



a



b

Figuur 10.12

- 14 Kruis de juiste bewering(en) aan:
- Een actuator meet een van de procesgrootheden en geeft deze door aan het besturingssysteem.
 - Een actuator bestaat uit een bedienend element en een meetelement.
 - Een actuator geeft energie door aan het proces.
 - Een elektrische actuator levert mechanische energie aan het proces.
- 15 In een besturingssysteem worden zowel elektromagnetische relais, zie figuur 10.13, als solid state relais, zie figuur 10.14, toegepast.



Figuur 10.13



Figuur 10.14

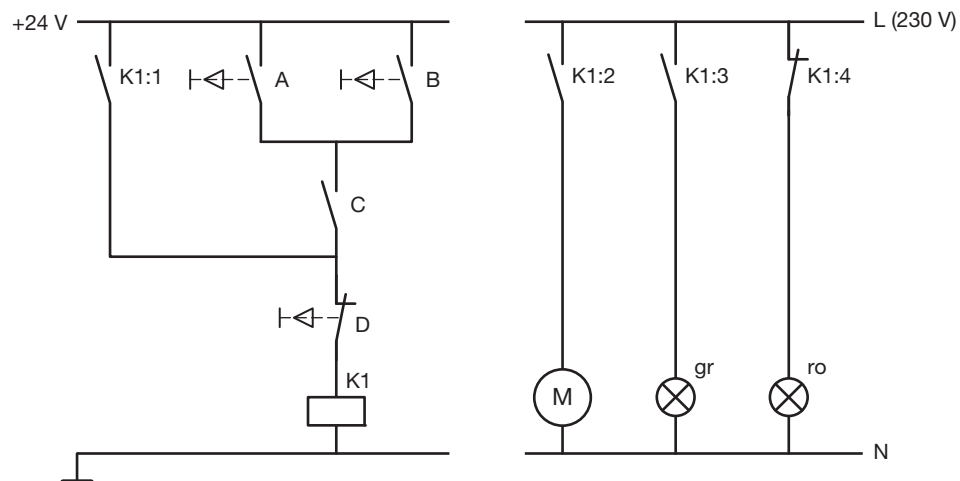
- Kruis de juiste bewering(en) aan:
- Een elektromagnetisch relais kan afhankelijk van de uitvoering meerdere contacten bezitten.
 - Een solid state relais kan afhankelijk van de uitvoering meerdere contacten bezitten.
 - Een solid state relais bezit een hoge bedrijfszekerheid.
 - Het vermogen dat nodig is om de contacten van een elektromagnetisch relais om te leggen is groot.
 - Het stuurvermogen van een solid state relais is gering.
 - Het schakelvermogen van een solid state relais is hoog.
 - Een solid state relais is zowel in een NO- als in een NC-uitvoering verkrijgbaar.

Besturingssysteem

Bestudeer de volgende paragraaf in het kernboek:
 – 4 Besturingssysteem

Beantwoord de vragen/opdrachten 16 t/m 22.

- 16 Kruis de juiste bewering(en) aan:
- Een besturingssysteem kan gerealiseerd worden met relais.
 - Een besturingssysteem ontvangt informatie van de actuatoren.
 - Sensoren geven via het besturingssysteem informatie van het proces door aan de bedieningsconsole.
 - De meeste besturingssystemen bestaan uit twee delen: een hardware-deel en een software-deel.
 - De afstandsbediening van een tv is een besturingssysteem.
- 17 Gegeven is het schema van figuur 10.15. Geef in tabel 10.1 aan welke functie elk onderdeel vervult.



Figuur 10.15 Relaisbesturing

Tabel 10.1

	relais K1	K1:1	K1:2	K1:3	K1:4	A	B	C	D	motor	lamp gr	lamp rd
proces												
actuator												
SR-element												
set-functie												
reset-functie												

- 18 Kruis de juiste bewering(en) aan:
- De uitgang van een SR-element wordt logisch 1 als de reset-ingang permanent actief is.
 - Setten van een SR-element betekent dat de uitgang logisch 1 wordt.
 - De uitgang van een SR-element wordt logisch 0 als de set-ingang even actief is.
 - De uitgang van een SR-element wordt aangeduid met de letter O (output).
- 19 Wat betekenen de letters SFC en waarvoor wordt deze functie gebruikt?

SFC betekent _____

doel _____

- 21 Het programma dat een wasmachine doorloopt is afhankelijk is van de ingestelde keuze.
- De machine heeft de volgende mogelijkheden:
- Bonte was of witte was
 - Beide programma onderdelen kunnen worden voorafgegaan door een voorwas.
 - Aan het einde van het wasprogramma kan de keuze gemaakt worden tussen wel of niet centrifugeren.

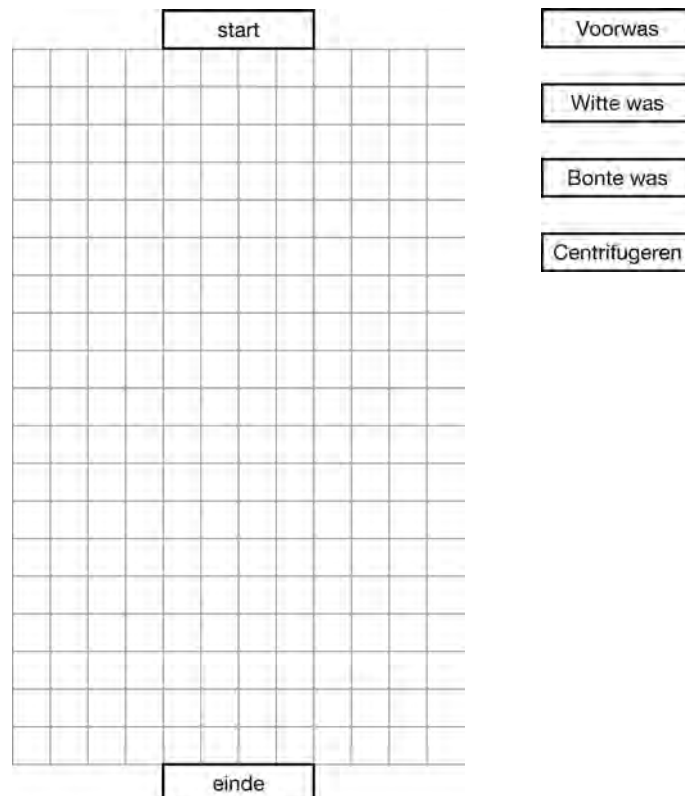


Figuur 10.17 Voor- en achterzijde van een wasmachine

Ontwerp een volgordediagram voor een eenvoudige wasmachine, waarvan de instellingen door middel van een draaiknop kunnen worden gedaan. De wasmachine is verder voorzien van een aan/uit-schakelaar.

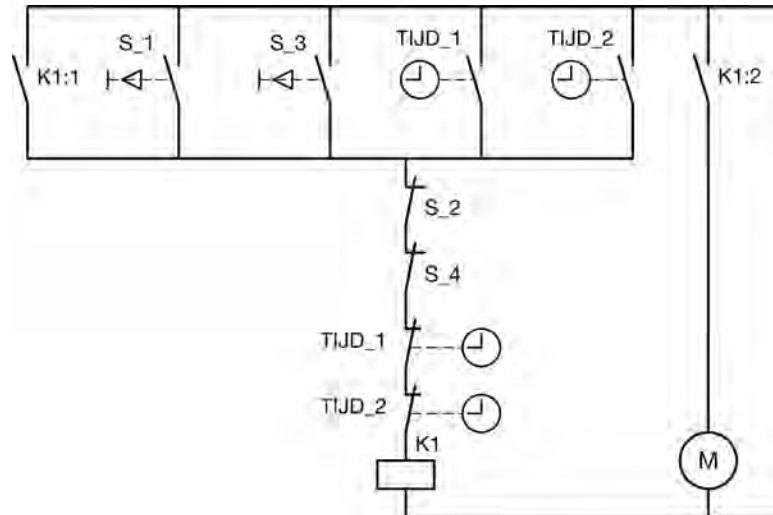
Oplossing

Onderdelen wasprogramma



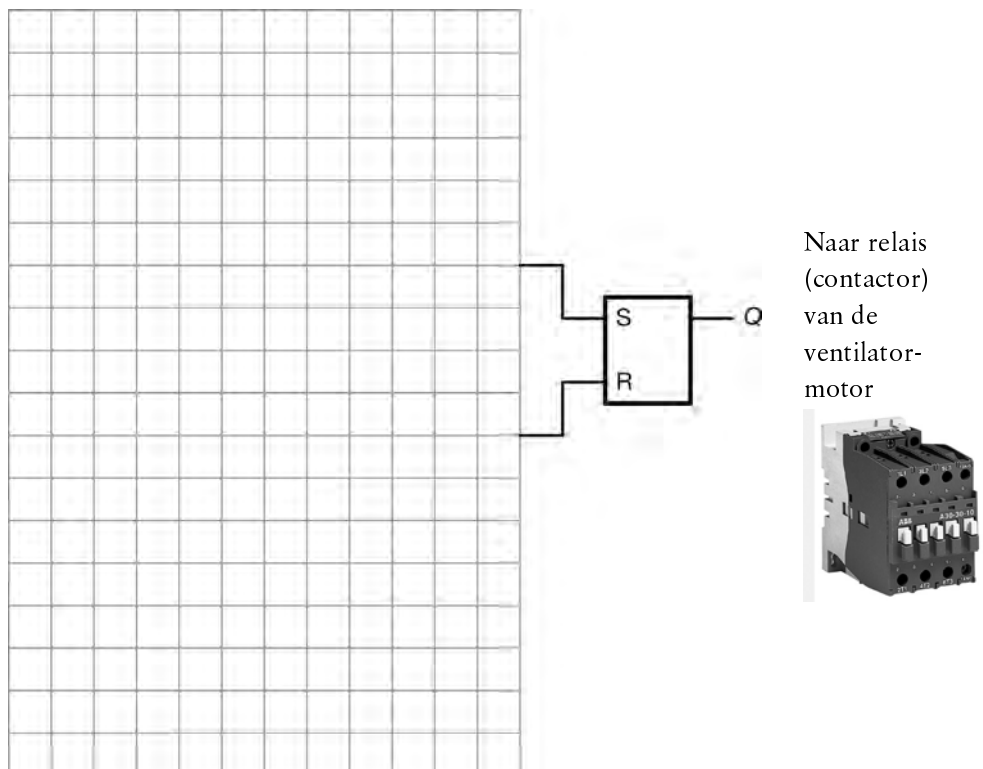
Figuur 10.18 Oplossing van opgave 21

- 22 Een fabriekshal is voorzien van een ventilator. De ventilator wordt 's morgens van maandag tot en met vrijdag om 07.00 uur door een tijdklok ingeschakeld en om 17.00 uur weer uitgeschakeld. Als er naast deze tijden, bijvoorbeeld 's avonds, gewerkt moet worden, kan de ventilator op twee plaatsen ingeschakeld en uitgeschakeld worden. In figuur 10.19 is het stroomkringschema van deze installatie weergegeven.



Figuur 19 Stroomkringschema van de ventilatorbesturing

Teken van dezelfde installatie de besturing in figuur 10.20, maar nu uitgevoerd met digitale componenten.



Figuur 10.20 Besturingsschema met logische poorten

SFC - elementen

Bestudeer de volgende paragraaf in het kernboek:

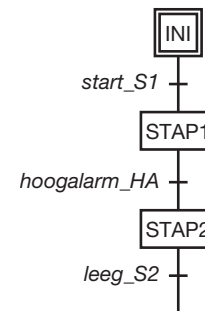
- 5 SFC-elementen

Beantwoord de vragen/opdrachten 23 t/m 36.

23 Welk element komt in een SFC niet voor?

- a stappen
- b schuifvoorwaarde
- c beveiligingen
- d acties

24 Welke functie vervult de initiële stap in een SFC?



Figuur 10.21 SFC

25 Streep de onjuiste antwoorden door.

- Een stap in een SFC kan *actief/niet actief/actief of niet actief* zijn.
- Een schuifvoorwaarde in een SFC kan *logisch 0/logisch 1/logisch 0 of logisch 1* zijn.
- Een stap in een SFC is *soms/altijd* verbonden met een actie.
- Een drukknop wordt in een SFC weergegeven in een *stap/actie/schuifvoorwaarde*.
- Het actief worden van een stap in een SFC noemen we *setten/resetten*.
- Als een stap in een SFC geset is, wordt de bijbehorende actie *wel/niet* uitgevoerd.

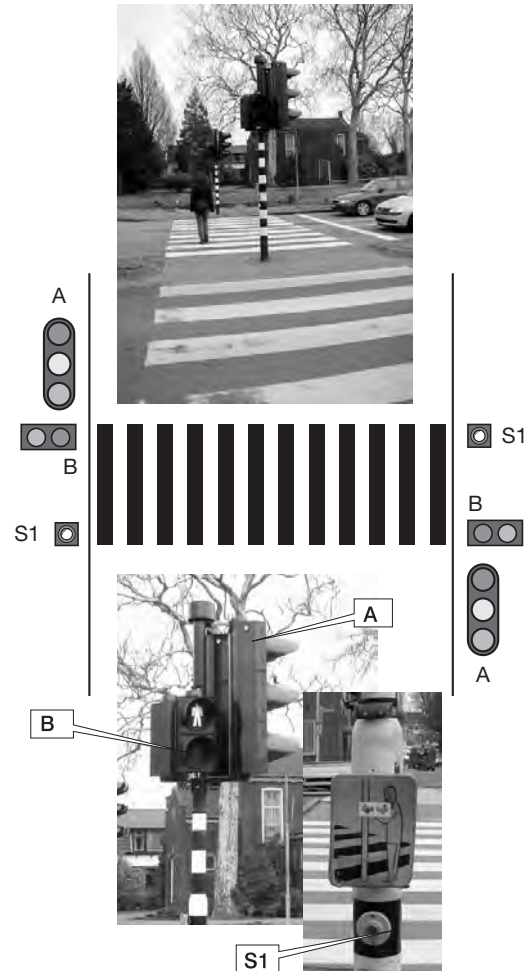
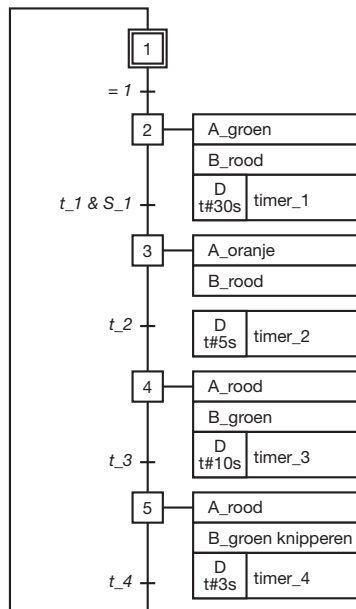
26 Voor welke voorwaarde wordt een stap in een SFC gereset?

- a een schuifvoorwaarde
- b de vorige stap
- c de volgende stap
- d een schuifvoorwaarde + de volgende stap

27 Noem de vier methoden om een schuifvoorwaarde weer te geven.

- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____

- 28 Bij een zebra-oversteekplaats is een verkeerslichtinstallatie geplaatst, zie figuur 10.23. Op het moment dat een voetganger door middel van een drukknop (S1) te kennen geeft dat hij wil oversteken zullen de verkeerslichten A via de stand oranje op rood gezet worden. Na een bepaalde tijd wordt de doorgang van het verkeer weer vrij gegeven. In figuur 10.22 is een *gedeelte* van de besturingsvolgorde in een SFC weergegeven.



Figuur 10.22 SFC van een verkeerslichtinstallatie

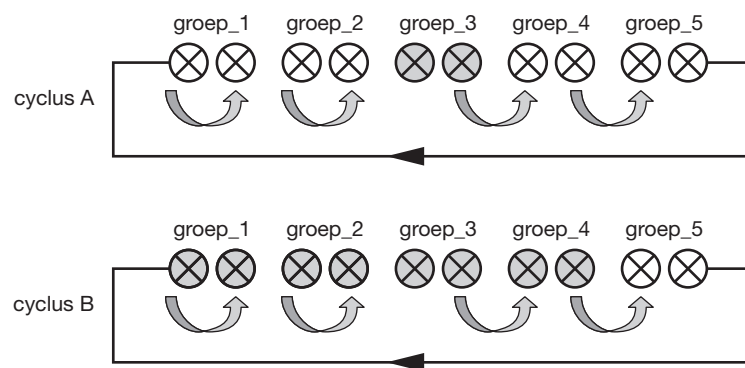
Figuur 10.23 Verkeerslichtinstallatie

- a Hoeveel seconden staat het verkeerslicht A op oranje? _____ seconden
- b Wat is de minimale tijd die een voetganger na het indrukken van drukknop S1 moet wachten voordat hij mag oversteken? _____ seconden
- c Hoeveel tijd krijgt een voetganger om veilig over te steken? _____ seconden
- d Wat is de minimale tijd die het verkeer krijgt om door te rijden, nadat het voetgangerslicht weer op rood staat? _____ seconden
- e Wat is de maximale tijd die een voetganger na het indrukken van drukknop S1 moet wachten voordat hij mag oversteken? _____ seconden

- 29 Een looplicht dat boven een etalage van een winkel is gemonteerd, bestaat uit vijf groepen van elk twee lampen, zie figuur 10.24. Deze worden met behulp van een PLC aangestuurd. De winkelier kan met behulp van schakelaar S1 de installatie starten en met schakelaar S2 een keuze maken tussen:
- cyclus A: de vijf groepen gaan één voor één aan;
 - cyclus B: de groepen blijven na het inschakelen branden en worden weer uitgeschakeld als alle lampen aan zijn geweest.

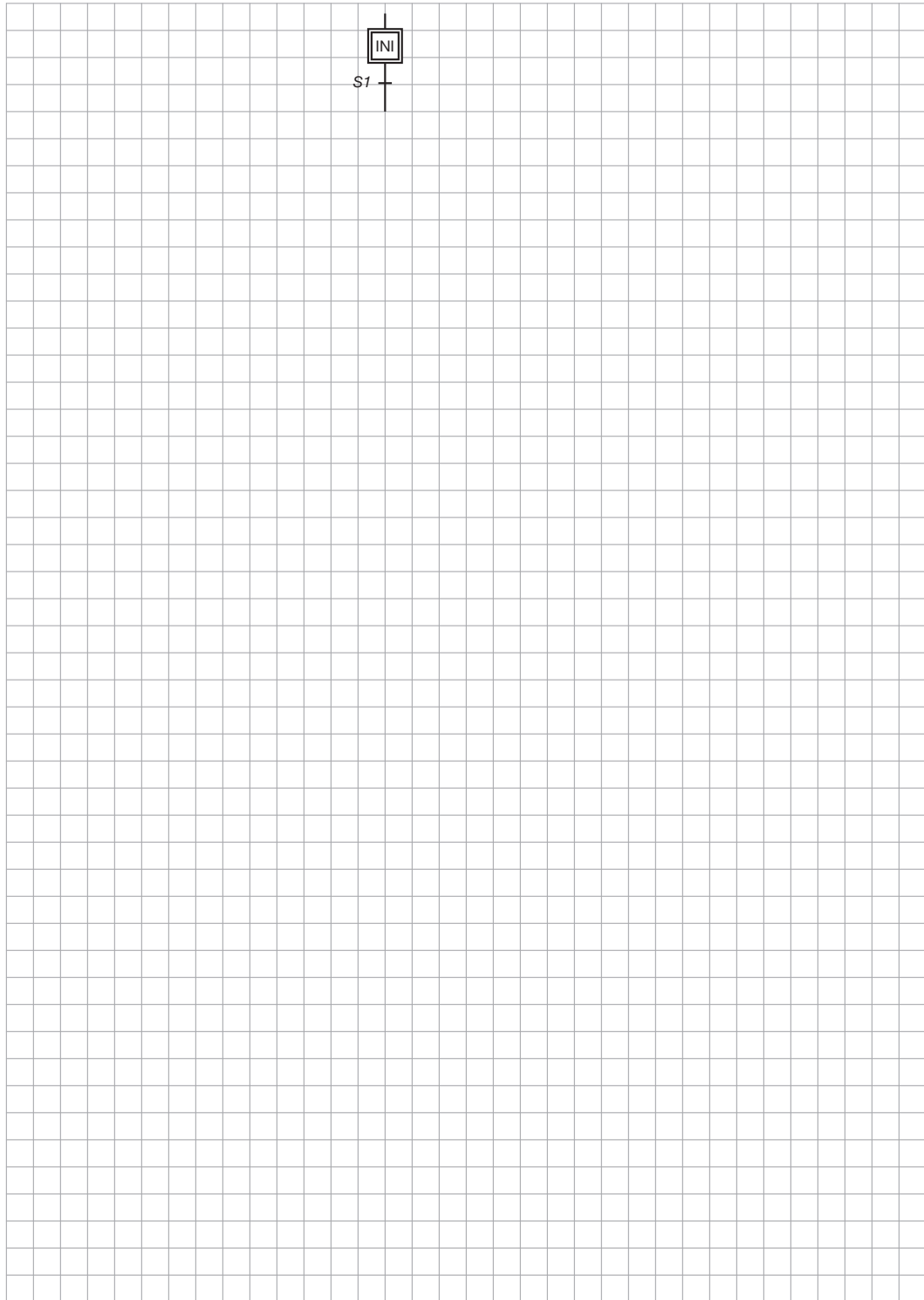
Na het beëindigen van één cyclus wordt gekeken of het proces zich kan herhalen (schakelaar S1) en welke cyclus (A of B) geactiveerd moet worden (schakelaar S2).

De schakeltijd tussen elke opeenvolgende stap is 0,5 s.

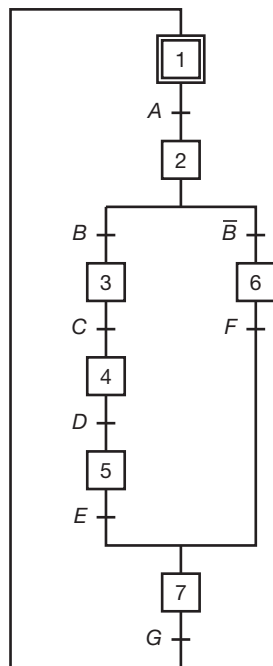


Figuur 10.24 Besturingsvolgorde

Ontwerp in figuur 10.25 een SFC voor deze installatie.

*Figuur 10.25*

- 30 In figuur 10.26 is de SFC van een procesbesturing weergegeven.
 a Bepaal van de stappen 2 t/m 7 de set- en resetvoorwaarden.

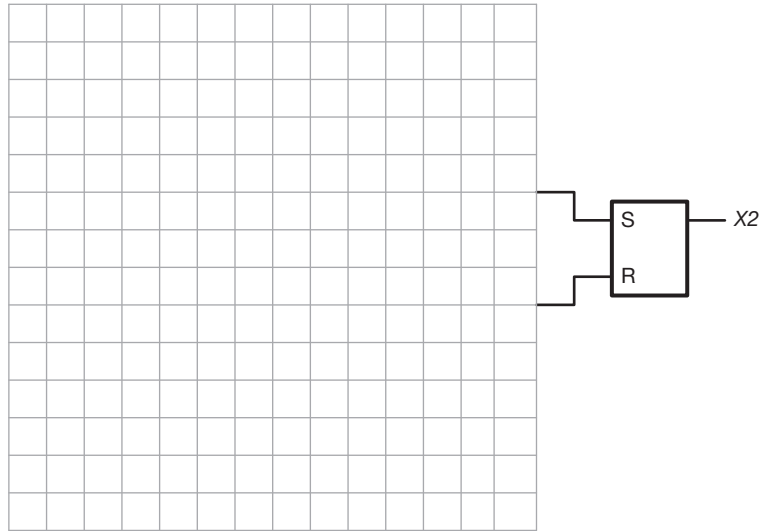


Figuur 10.26

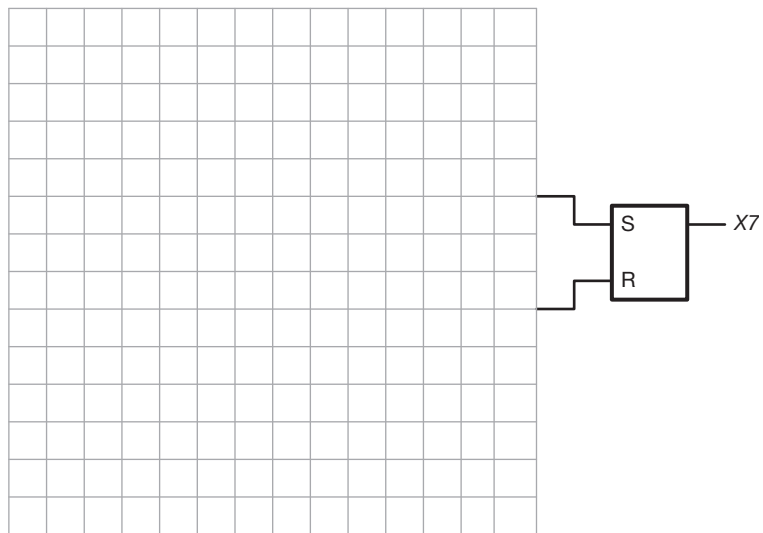
Tabel 10.2

STAP	set	reset
1	INI + (X7 + F)	X2
2		
3		
4		
5		
6		
7		

- b Teken in figuur 10.27 het besturingsschema voor stap X2 met behulp van logische bouwstenen.
 c Teken in figuur 10.28 het besturingsschema voor stap X7 met behulp van logische bouwstenen.

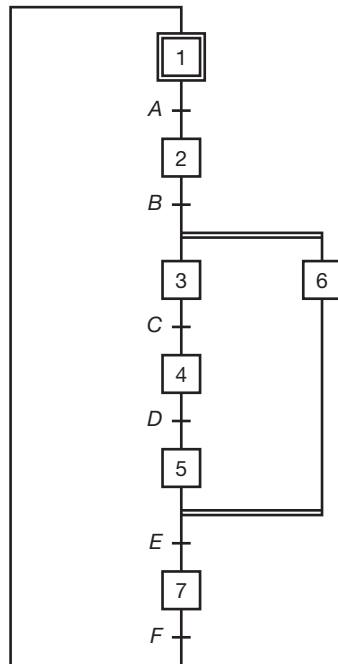


Figuur 10.27 Besturingsschema voor STAP X2



Figuur 10.28 Besturingsschema voor STAP X7

- 31 In figuur 10.29 is de SFC van een procesbesturing weergegeven.



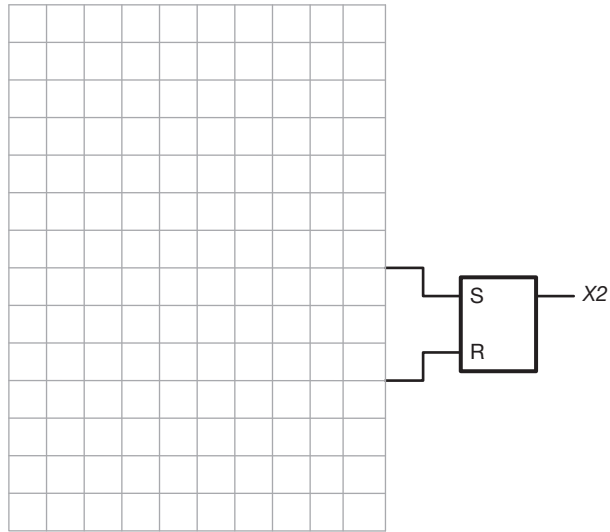
Figuur 10.29

- a Bepaal van de stappen 2 t/m 7 de set- en resetvoorwaarden.

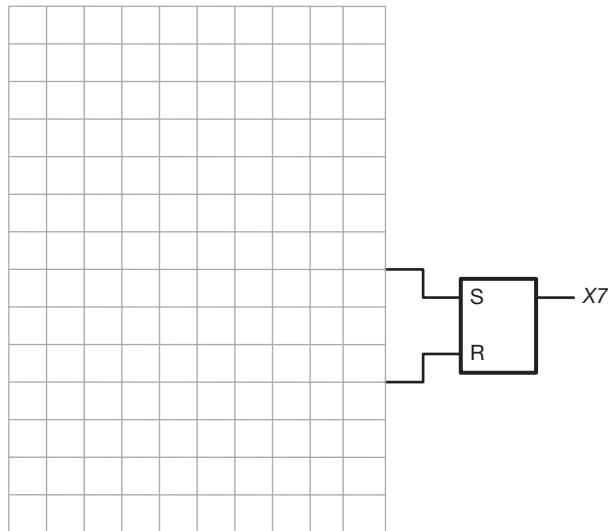
Tabel 10.3

STAP	set	reset
1	$INI + (X7 \cdot F)$	X2
2		
3		
4		
5		
6		
7		

- b Teken in figuur 10.30 het besturingsschema voor stap X2 met behulp van logische bouwstenen.
- c Teken in figuur 10.31 het besturingsschema voor stap X7 met behulp van logische bouwstenen.

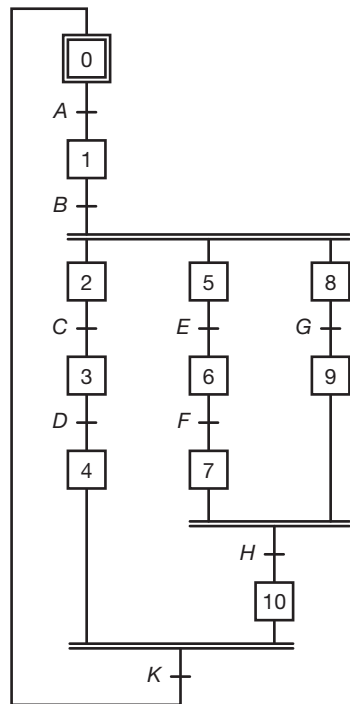


Figuur 10.30 Besturingsschema voor stap X2



Figuur 10.31 Besturingsschema voor stap X7

32 In figuur 10.32 is de SFC van een procesbesturing weergegeven.



Figuur 10.32

- a Kruis de juiste bewering(en) aan.
- STAP2 en STAP6 kunnen gelijktijdig actief zijn.
 - STAP2 en STAP3 kunnen gelijktijdig actief zijn.
 - STAP4 en STAP7 kunnen gelijktijdig actief zijn.
 - STAP2 en STAP10 kunnen gelijktijdig actief zijn.

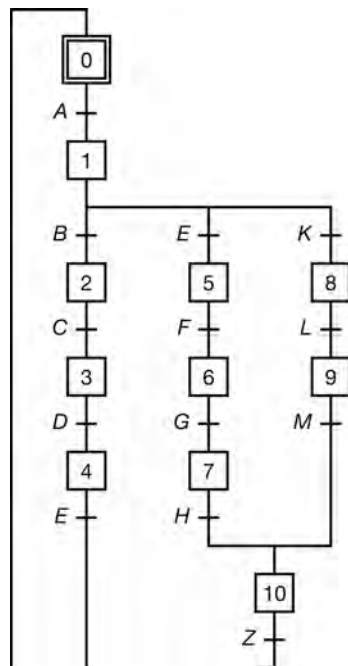
b Wat is de setvoorwaarde voor STAP10?

c Wat is de resetvoorwaarde voor STAP10?

d Wat is de setvoorwaarde voor STAP7?

e Wat is de resetvoorwaarde voor STAP7?

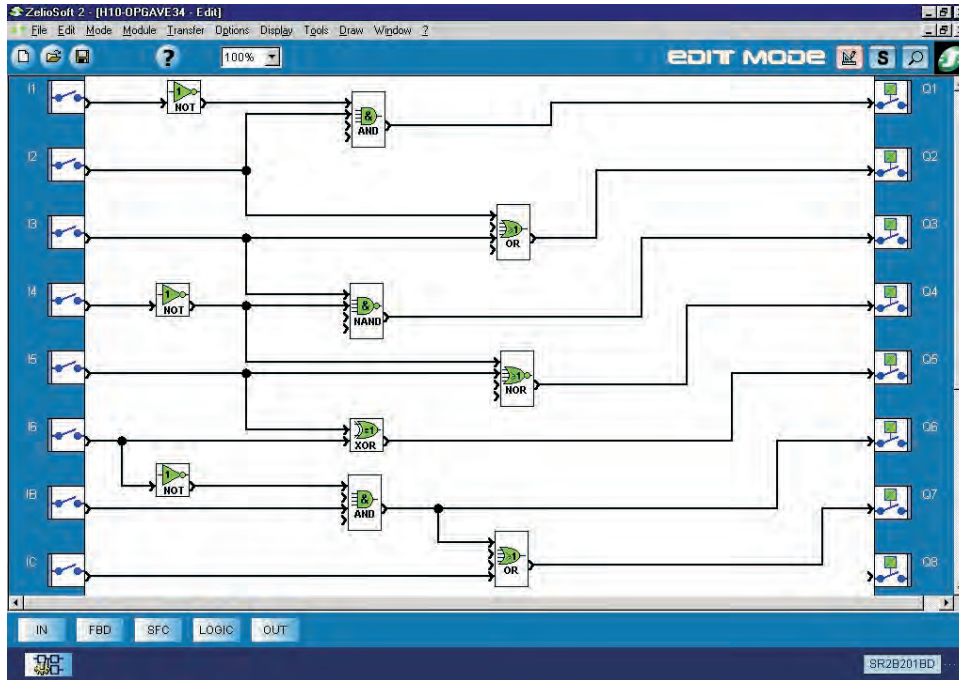
- 33 In figuur 10.33 is van een procesbesturing de SFC weergegeven.



Figuur 10.33

- a Kruis de juiste bewering(en) aan.
- STAP2 en STAP6 kunnen gelijktijdig actief zijn.
 - STAP2 en STAP8 kunnen gelijktijdig actief zijn.
 - Geen van de stappen kunnen gelijktijdig actief zijn.
- b Wat is de resetvoorwaarde van STAP1?
- _____
- c Wat is de setvoorwaarde voor STAP4?
- _____
- d Wat is de resetvoorwaarde voor STAP4?
- _____
- e Wat is de setvoorwaarde voor STAP10?
- _____
- f Wat is de resetvoorwaarde voor STAP10?
- _____

- 34 Van een besturingsinstallatie is het besturingsschema in figuur 10.34 weergegeven. Deze besturing is gerealiseerd met behulp van het softwarepakket **ZELIO Soft 2**. De toegepaste module is de SR2B201BD, zie figuur 10.35.



Figuur 10.34 Besturingsschema

- a Bepaal de schakelfunctie voor de uitgangen Q1 tot en met Q7. Voor uitgang Q1 is dit reeds gedaan.

$$Q1 = \bar{I1} \cdot I2$$

$$Q2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Q3 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Q4 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Q5 = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Q6 = \underline{\hspace{2cm}}$$

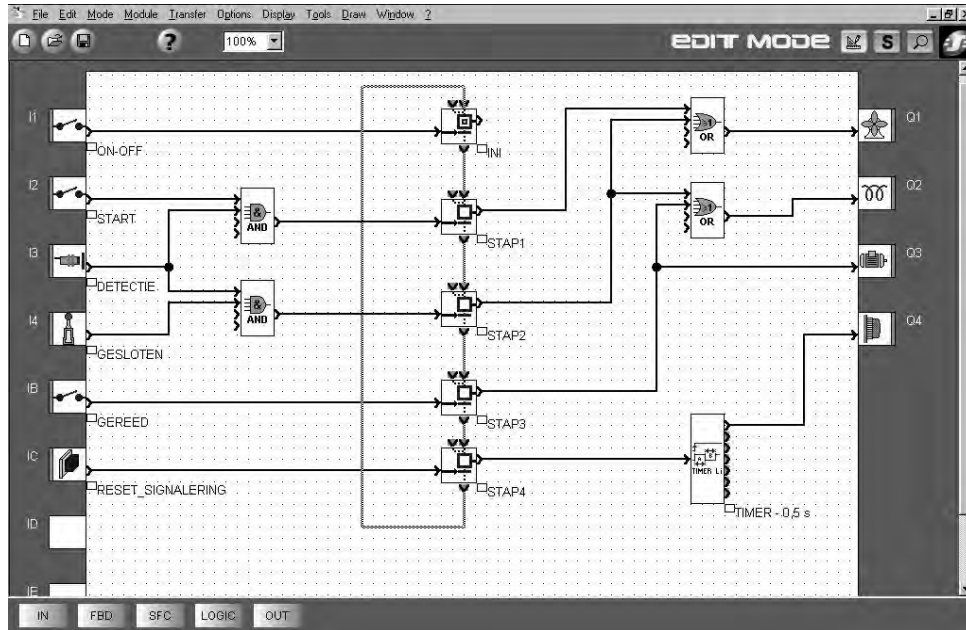
$$Q7 = \underline{\hspace{2cm}}$$



Figuur 10.35

- b Stel deze applicatie samen met behulp van het softwarepakket **ZELIO Soft 2** en controleer de gevonden formules.

- 35 Van een besturingsinstallatie is de besturingsvolgorde in figuur 10.36 weergegeven. Deze besturing is gerealiseerd met behulp van het softwarepakket **ZELIO Soft 2**. De toegepaste module is de SR2B122BD, zie figuur 10.37. Deze module bezit 8 ingangen en 4 uitgangen.



Figuur 10.36 Besturingsvolgorde



Figuur 10.37

- a Bepaal de schakelfunctie voor de uitgangen Q1 tot en met Q4.
- Q1 = _____
- Q2 = _____
- Q3 = _____
- Q4 = _____

- b Bepaal de set- en resetvoorwaarden van STAP1 tot en met STAP4 en vul de tabel in.
- c Stel deze applicatie samen in het softwarepakket **ZELIO Soft 2**.

STAP	setvoorwaarde(n)	resetvoorwaarde(n)
1		
2		
3		
4		

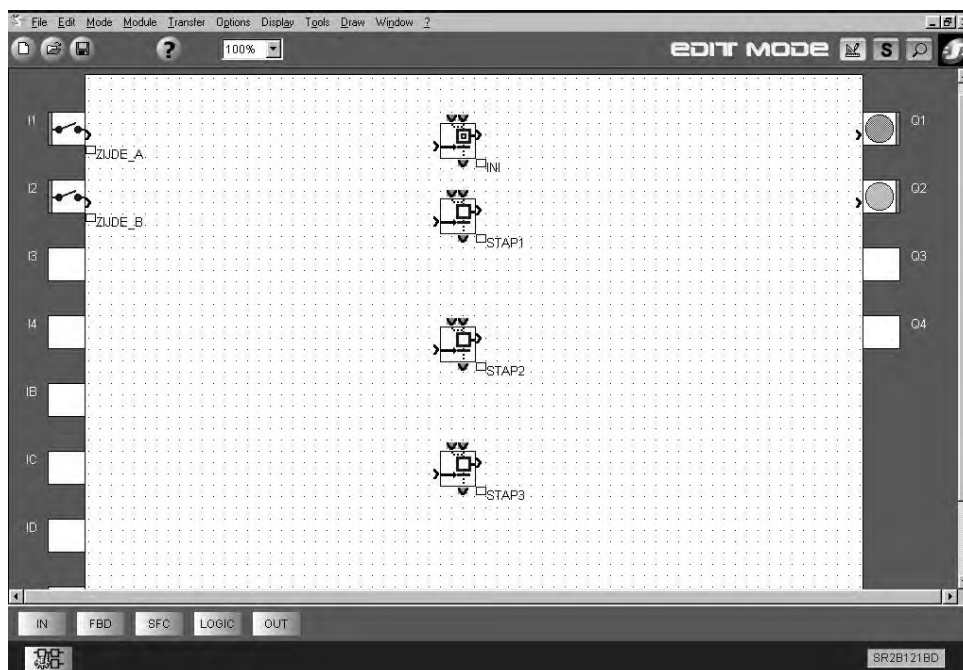
- 36 Een verkeerslichtregeling bevat naast de verkeerslichten op de rijbaan ook een voetgangerslicht, zie figuur 10.38. In de zuilen van de voetgangerslichten bevindt zich een drukknop. Zodra één van de twee drukknoppen (A of B) wordt geactiveerd, zal na 10 seconden het voetgangerslicht gedurende 20 seconden op groen staan. Daarna zullen gedurende 4 seconden de groene lampen knipperen waarna de lichten weer op rood springen. Algemeen: zodra de installatie van spanning is voorzien, staan de voetgangerslichten op rood.

- a Ontwerp een SFC voor deze installatie.
 ingang I1 = drukknop_A
 ingang I2 = drukknop_B
 uitgang Q1 = rood
 uitgang Q2 = groen



Figuur 10.38

- b Stel deze SFC samen in het softwarepakket ZELIO Soft 2. De toegepaste module is de SR2B121BD.



Figuur 10.39 SFC

Bedieningsconsole

Bestudeer de volgende paragraaf in het kernboek:
– 6 De bedieningsconsole

Beantwoord vraag 37.

- 37 Kruis de juiste bewering(en) aan.
- De bedieningsconsole van een besturingsinstallatie behoort bij de groep sensoren.
 - De bedieningsconsole van een besturingsinstallatie behoort bij de groep actuatoren.
 - De bedieningsconsole van een besturingsinstallatie behoort bij de groep sensoren en actuatoren.
 - Een SCADA-pakket (software) komen we ook bij een wasstraat tegen.
 - Een kaartjesautomaat van een parkeergarage bevat een HMI.
 - Een snoepautomaat is vaak voorzien van een HMI.

Zelftoets

- 1
 - a Een besturingsinstallatie bestaat uit een hardware-deel en een software-deel.
 - b Actuatoren geven informatie door naar het besturingssysteem.
 - c De thermostaat in de huiskamer is een actuator.
 - d Actuatoren zijn een onderdeel van het proces.

- 2 Streep door welke uitspraak (uitspraken) in onderstaande tekst *niet* waar is (zijn).

Een wasmachine bezit geen besturingssysteem. Deze bevat vaak een of meer schakelklokken. De sturing van de aandrijfmotor van de trommel is afhankelijk van het waterniveau. De temperatuur van het water wordt door een actuator gemeten. Afhankelijk van de keuze van het wasprogramma wordt een deel van het besturingsprogramma afgewerkt. Sommige wasmachines zijn uitgerust met een of meer microcontrollers.

- 3
 - a Een normally open contact is in rust gesloten.
 - b Een normally closed contact dat geactiveerd wordt, verbreekt een verbinding.
 - c Een normally closed contact kan geen dienst doen als sensor.
 - d Een normally open contact kan draadbreek detecteren.
- 4 Gegeven zijn de volgende kernwoorden: *voedingsspanning, laag (lage), fysisch(e), hoog (hoge), interface, NO* en *NC*. Vul deze woorden in op de juiste plaats in onderstaande tekst.

Elektronische sensoren bezitten een _____ bedrijfszekerheid omdat deze géén bewegende delen bevatten.

Deze groep sensoren heeft _____ nodig om te kunnen functioneren. Daarnaast bezit elke elektronische sensor een

_____ om de te meten grootte om te zetten in een elektrisch signaal. Binaire sensoren kunnen zowel van het type

_____ als van het type _____ zijn uitgevoerd.

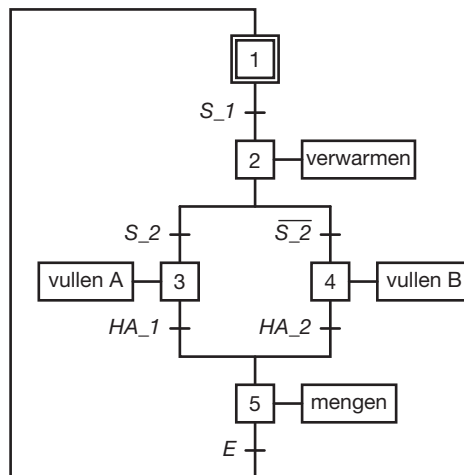
- 5
 - De lichten in een verkeerslichtregeling zijn op de ingang van een PLC aangesloten.
 - De installatie van elektrisch bediende deuren bezitten sensoren en actuatoren.
 - Een elektrische schakelklok is een besturingssysteem.
 - Een sensor voorziet een besturingssysteem van energie.
 - Een solid state relais bezit meestal een NO- en een NC-contact.
 - Een GSM-telefoon bevat vaak één of meer microcontrollers.

- 6 Kruis aan onder welke categorie, sensor of actuator, onderstaande componenten vallen.

	sensor	actuator
toetsenbord van een pc	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
joystick	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
relais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
NTC-weerstand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
solid state relais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- 7 Welke uitspraak is waar?
- Een actie in een SFC is verbonden aan een schuifvoorwaarde.
 - De initiële stap wordt na iedere cyclus geactiveerd.
 - Een SFC begint altijd met een initiële stap.
 - Een stap wordt altijd gereset door een schuifvoorwaarde.

- 8 Gegeven de SFC van figuur 10.40.

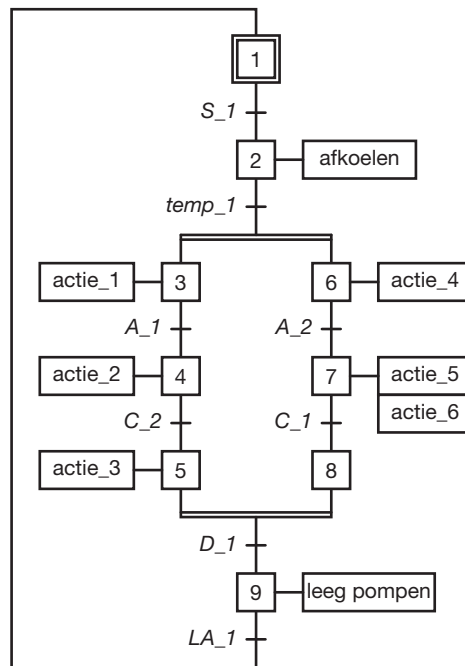


Figuur 10.40

Vul in de tabel de ontbrekende gegevens in.

STAP	setvoorwaarde	resetvoorwaarde
2	$X1 \cdot S_1$	
3		
4		
5		

9 Gegeven de SFC van figuur 10.41



Figuur 10.41

a Kruis de juiste bewering(en) aan

- STAP3 en STAP7 kunnen gelijktijdig actief zijn.
- STAP4 en STAP5 kunnen gelijktijdig actief zijn.
- STAP4 en STAP7 kunnen gelijktijdig actief zijn.
- STAP5 en STAP7 kunnen gelijktijdig actief zijn.
- STAP8 en STAP5 kunnen gelijktijdig actief zijn.

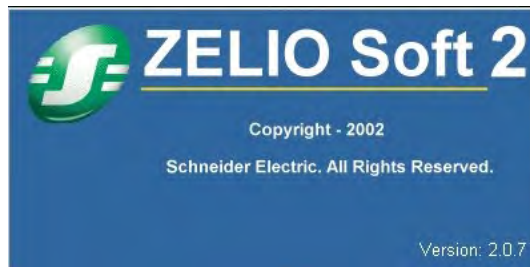
b Geef de resetvoorwaarde voor STAP2. _____

c Geef de setvoorwaarde van STAP9. _____

10 Welke uitspraak is waar?

- a SCADA is een pc met toetsenbord.
- b Een programmasprong (jump) is een OF-divergentiefunctie.
- c Een geldautomaat is vaak voorzien van SCADA-software.
- d De bedieningsconsole bevat meestal de software voor de besturing.

Bijlage Zelio-software beschrijving



Inleiding

Met het softwarepakket ZELIO Soft 2 kunnen besturingsprogramma's voor automatiserings-modules van de firma Schneider Electric worden ontwikkeld. Deze modules worden ook wel smart relais of controllers genoemd. De functionaliteit van de modules benadert die van PLC's.



In het softwarepakket ZELIO Soft 2 kunnen besturingsprogramma's op twee manieren worden ontwikkeld: met behulp van de LD-mode (ladder mode) en met behulp van de FBD-mode (function block diagram). De belangrijkste onderdelen van het softwarepakket worden in deze bijlage toegelicht. Details over onderdelen kun je onder de helpfunctie van het softwarepakket vinden.

Het softwarepakket ZELIO Soft 2 bestaat uit twee delen:

- Edit Mode (in deze mode kun je het besturingsprogramma samenstellen).
- Simulation Mode (in deze mode kun je het besturingsprogramma testen).

Het softwareprogramma kan in combinatie met de controller on line worden getest. Dit noemen we ook wel monitoring.

Opmerking: Voor alle beschikbare functies is in de helpfunctie in het softwarepakket een uitgebreide beschrijving beschikbaar. In dit gedeelte worden alleen de hoofdlijnen van het softwarepakket toegelicht.

Opstarten

Na het opstarten van het pakket kom je in het startscherm Welcome.

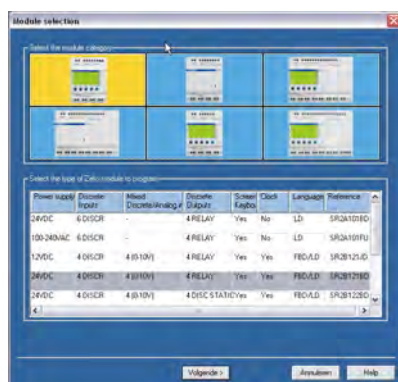
Kies hier het menu Create a new program.

Je komt nu in het scherm Choice of module, zie figuur B1. Klik op de foto van de soort modules die je wilt gebruiken. In het schermgedeelte onder de foto's verschijnen alle modules (met specificaties) van deze soort.

Om een besturingsprogramma samen te stellen, moet je vooraf ten minste weten:

- het aantal ingangen (binair en/of analoog);
- het aantal uitgangen;
- de voedingsspanning.

Klik op Volgende. Je komt nu in het volgende scherm, zie figuur B2.



Figuur B1

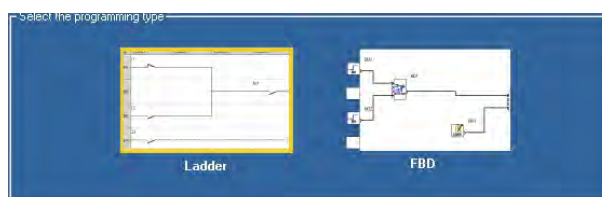


Figuur B2

Na het kiezen van een module moet je aangeven op welke wijze je het programma wilt ontwikkelen.

Er zijn afhankelijk van de gekozen module twee mogelijkheden:

- de ladder mode (LD);
- met behulp van function blocks (FBD).



Figuur B3 Selectie programmeerfunctie

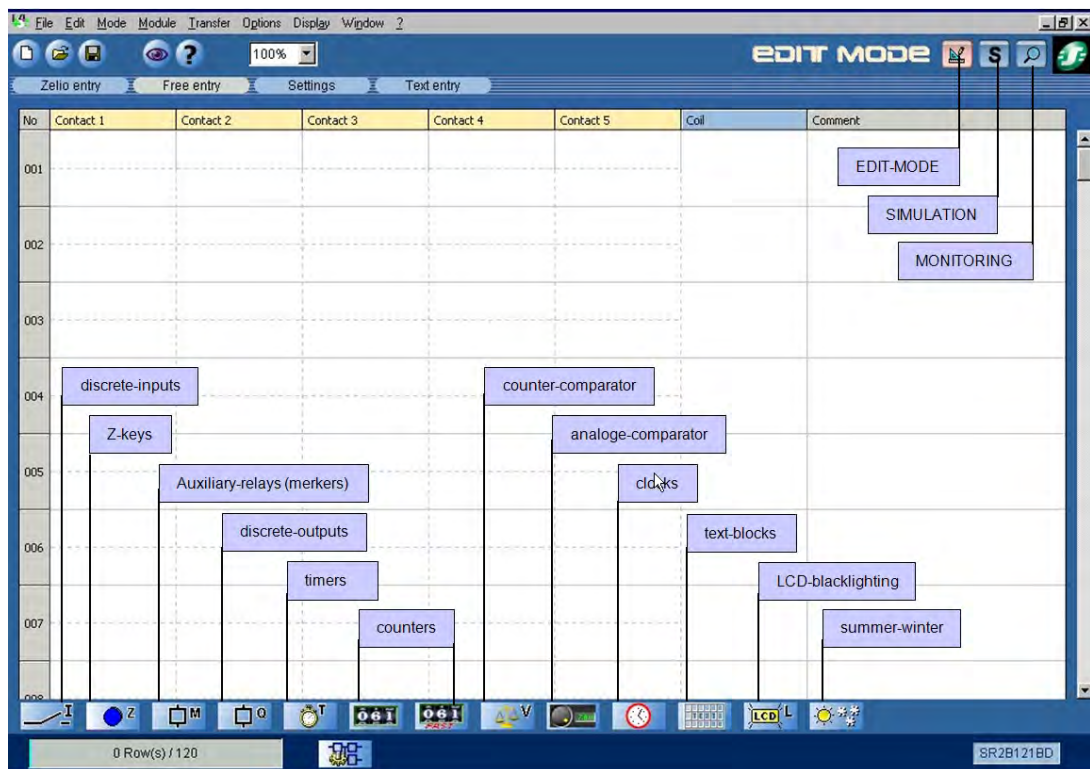
Beide programmeermogelijkheden bestaan uit twee delen:

- Edit mode In dit gedeelte wordt het programma ontwikkeld (engineering);
- Simulatie mode In dit gedeelte kan het programma getest worden.

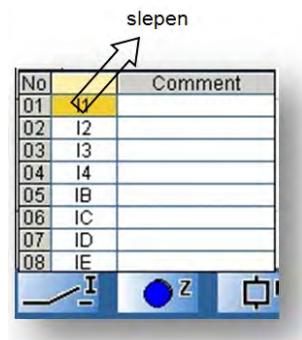
Ladder mode

Onderdeel: Edit Mode

In figuur B4 zijn de mogelijkheden weergegeven die in de Edit-functie aanwezig zijn. Het aantal submenu's en de inhoud van deze menu's zijn afhankelijk van de geselecteerde module.



Figuur B4 Edit Mode



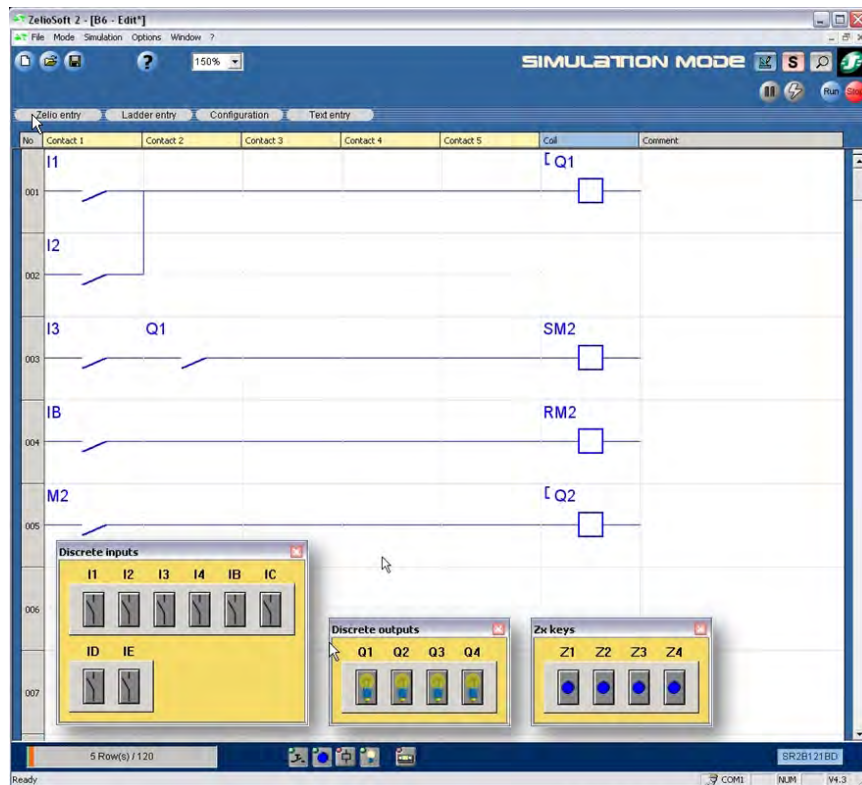
Figuur B5

Functies, zoals ingangen, uitgangen, merkers, enzovoort worden door slepen naar de juiste plaats gebracht.

Bij sommige functies kunnen door middel van dubbelklikken parameters worden ingevoerd.

Ladder mode Onderdeel: Simulation Mode

In de simulatiemodus worden afhankelijk van het besturingsschema een aantal functies beschikbaar gesteld, zoalsingangsschakelaars, timers, uitgangen, enzovoort, zie figuur B6.

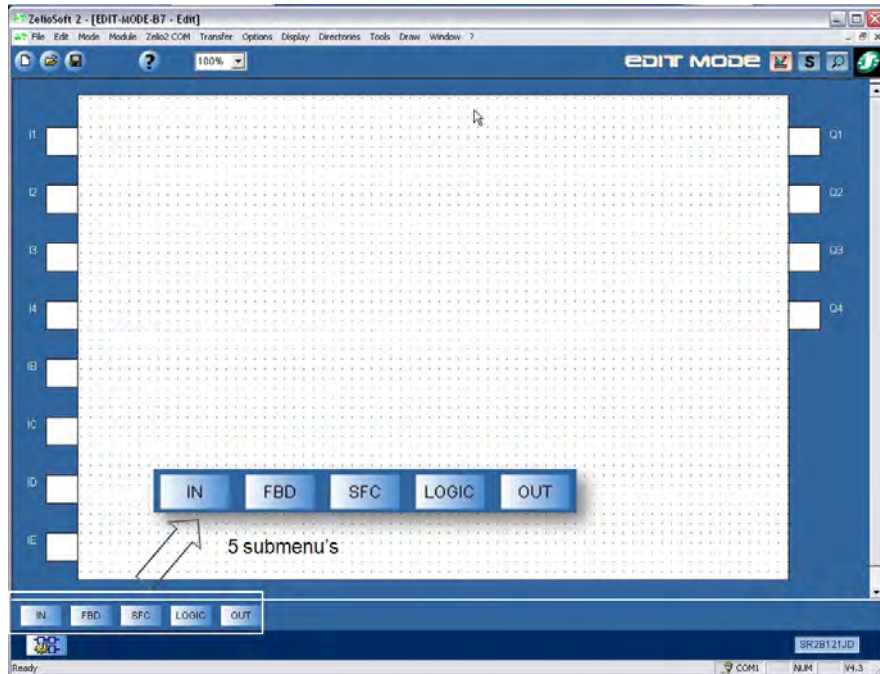


Figuur B6 Simulation Mode

De Simulation Mode kan met de Run- en Stop-functie geactiveerd dan wel gestopt worden.

Function Block Mode Onderdeel: Edit Mode

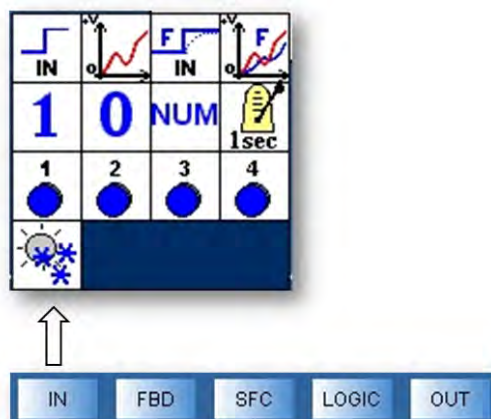
In de Edit Mode zijn vijf submenu's aanwezig. Hiermee kunnen we een besturingssysteem ontwerpen.



Figuur B7 Function Block Mode onderdeel Edit Mode

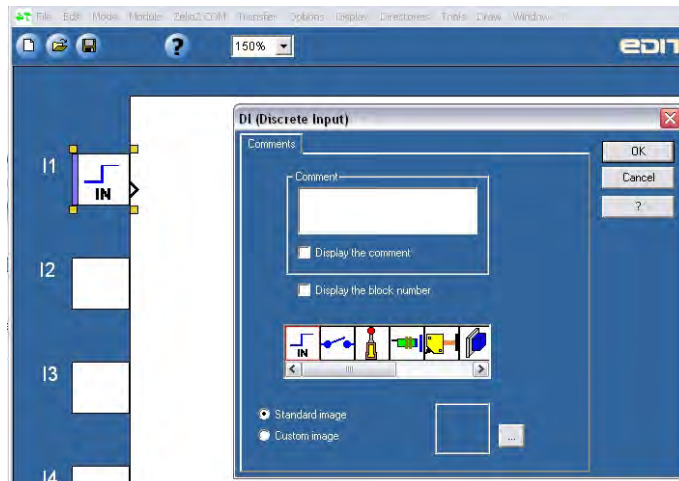
- Function Block Mode - onderdeel Edit Mode - onderdeel IN (ingangen)

De inhoud van dit submenu is afhankelijk van de gekozen module.



Figuur B8 Function Block Mode onderdeel Edit mode submenu **IN**

Door middel van slepen kunnen de beschikbare functies naar een van de ingangen gebracht worden.

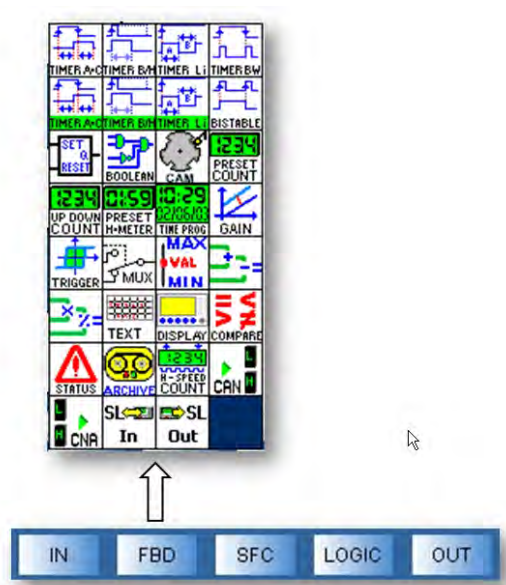


Figuur B9 Benoemen ingangsvariabelen

Als je de functie IN selecteert en deze op een van de ingangen plaatst, kun je daarna (dubbelklikken of met de rechter muisknop) het Parameters window openen. Je kunt onderin het venster een van de aanwezige symbolen selecteren en deze eventueel in het venster Comment voorzien van een toelichtende tekst.

Verder kun je in dit scherm aanvinken of in het programma het Block Number en de toelichtende tekst (Comment) zichtbaar moeten worden gemaakt.

- Function Block Mode - onderdeel Edit Mode - onderdeel **Function Block Diagram**



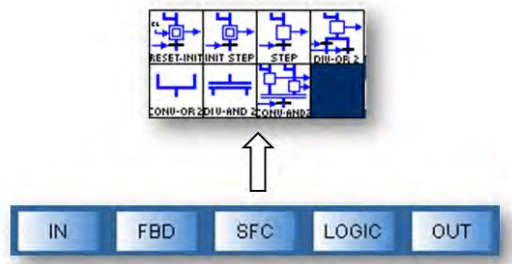
Figuur B10 Submenu Function Block

In het menu van figuur B10 zijn de functies aanwezig die we in het programma kunnen toepassen.

In het programma kunnen bijvoorbeeld aanwezig zijn:

- tijdfuncties;
- set-/reset-element;
- CAM-functie;
- counters;
- tijd klok;
- enzovoort.

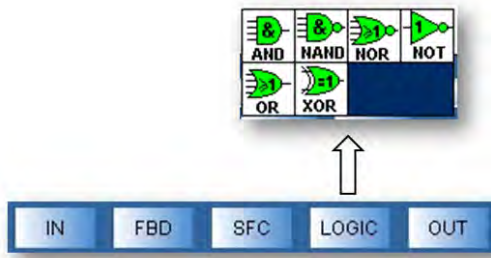
- Function Block Mode - onderdeel Edit Mode - onderdeel SFC



Figuur B11 Submenu SFC (Sequential Function Chart)

In dit menu zijn zeven bouwstenen aanwezig waarmee we een SFC kunnen samenstellen.

- Function Block Mode - onderdeel Edit Mode - onderdeel LOGIC



Figuur B12 Submenu Logic

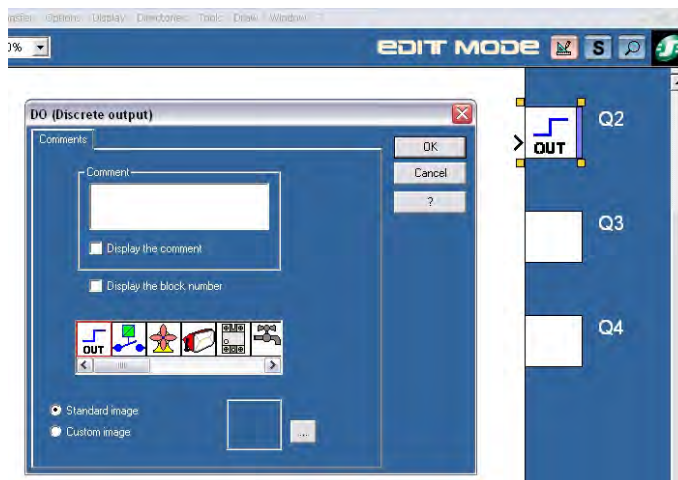
In dit menu zijn zes logische functies beschikbaar.

- Function Block Mode - onderdeel Edit Mode - onderdeel OUT



Figuur B13 Submenu OUT

De OUT-functie kan op één van de aanwezige uitgangen worden geplaatst.

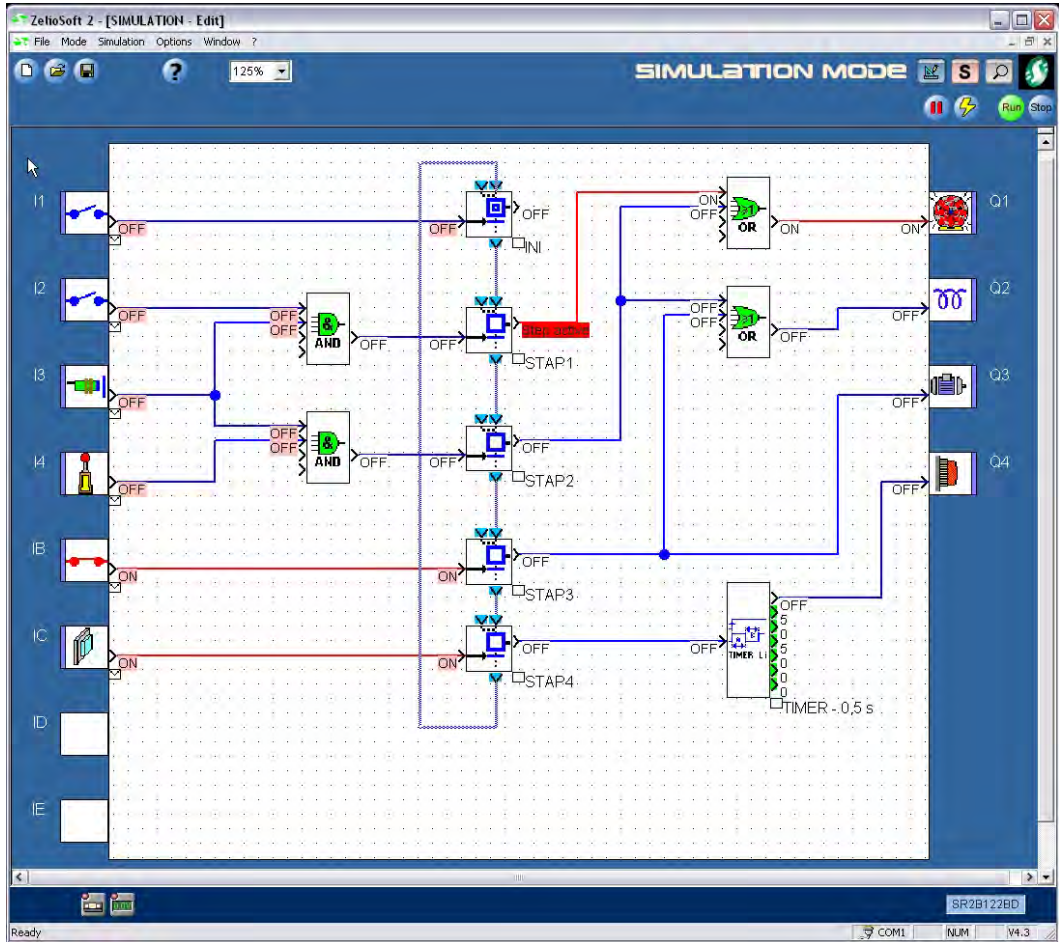


Figuur B14 Benoemen van de uitgangvariabelen

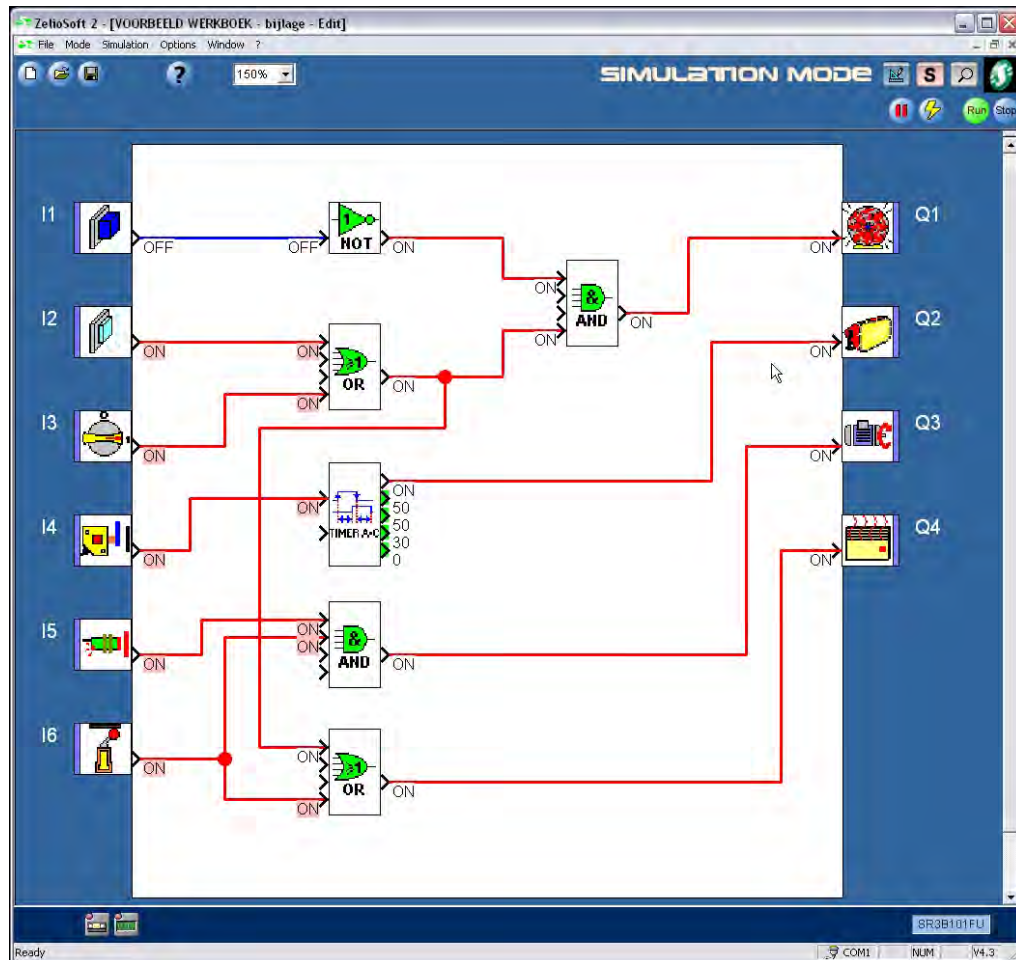
Als we OUT selecteren en deze op een van de uitgangen plaatsen, kunnen we daarna (dubbelklikken of met de rechter muisknop) het Parameters window openen. We kunnen dan één van de aanwezige symbolen selecteren en deze eventueel voorzien van een toelichtende tekst.

Simulation Mode

In de Simulation Mode kunnen alle geprogrammeerde ingangen worden geactiveerd, zie figuur B15.



Figuur B15 Simulation met een SCF



Figuur B15 Simulation met een Function Block Diagram