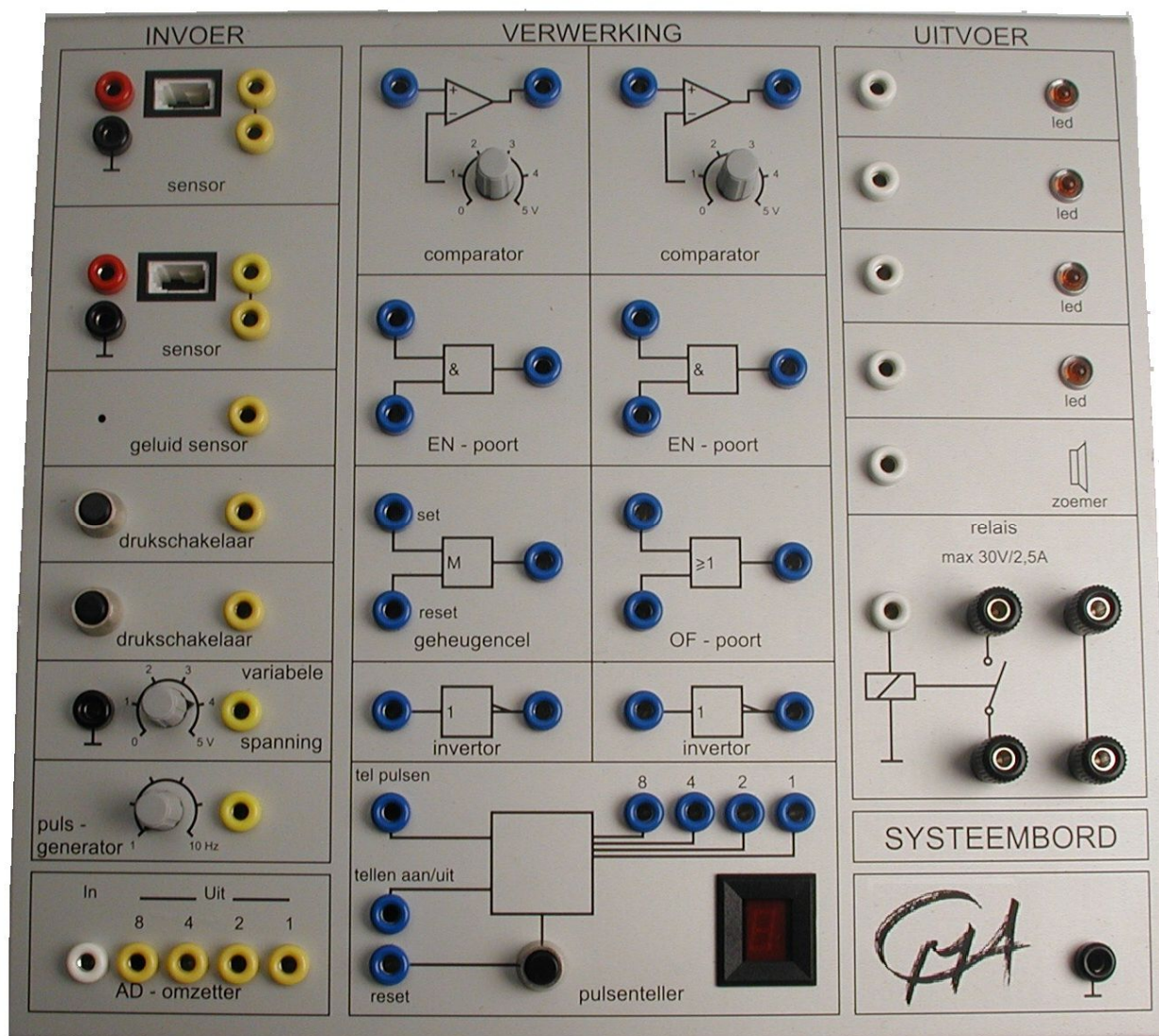


SYSTEEMBORD

GEBRUIKERSHANDLEIDING

Beschrijving 0020



Het Systeembord (art. nr. 0020)

INHOUDSOPGAVE

I. Introductie.....	3
II. Elementen van het Systeembord	3
1. Opbouw van het Systeembord	3
2. Het Invoer-blok	5
3. Het Verwerking-blok	6
4. Het Uitvoer-blok	8
5. Verschillen tussen het oude en het nieuwe Systeembord	9
III. Systemen bouwen	9
1. Introductie	9
2. Voorbeeld: de automatische garagedeuropener	9
3. Ontwerpopdrachten voor Systeembordschakelingen	12
Bijlage A: Garantie / Reparatie.....	15
Bijlage B. Technische gegevens van het Systeembord	16

Gebruikershandleiding Systeembord

Revisiedatum: maart 2011

Cees van Bart, Vincent Dorenbos

Hardware en software worden gedistribueerd via de Stichting CMA.

© CMA, Amsterdam, 2005 - 2013

CENTRUM VOOR MICROCOMPUTER APPLICATIES

<http://www.cma-science.nl/>

Fax: 020 7600929, e-mail: info@cma-science.nl

N.B.: Dit product is gemaakt voor gebruik in het onderwijs. Het is niet bedoeld voor industrieel-, medisch-, onderzoeks- of commercieel gebruik.

I. INTRODUCTIE

Met het Systeembord (art. 0020) laat u leerlingen snel en veilig informatieverwerkende systemen ontwerpen en testen. Hierbij maken ze kennis met het digitaliseren van analoge signalen, de verwerking van digitale signalen middels digitale verwerkers en het gebruik van signalen voor het aansturen van actuatoren.

Via de meegeleverde 230V/9V netadapter (art.nr. 0868) sluit u het Systeembord aan op het lichtnet. Het Systeembord heeft geen aan/uit schakelaar.

Bestudeer de regels voor veilig gebruik van het Systeembord aan het einde van deze handleiding.

II. ELEMENTEN VAN HET SYSTEEMBORD

1. Opbouw van het Systeembord

Een informatieverwerkend systeem is te beschrijven met het blokschema in figuur 1. Als we een mens als voorbeeld van zo'n informatieverwerkend systeem nemen, dan kunnen de functies van de secties worden vergeleken met **kijken**, **denken** en **doen**. De elementen van het Systeembord zijn op soortgelijke wijze gegroepeerd in drie secties: **Invoer**, **Verwerking** en **Uitvoer**.



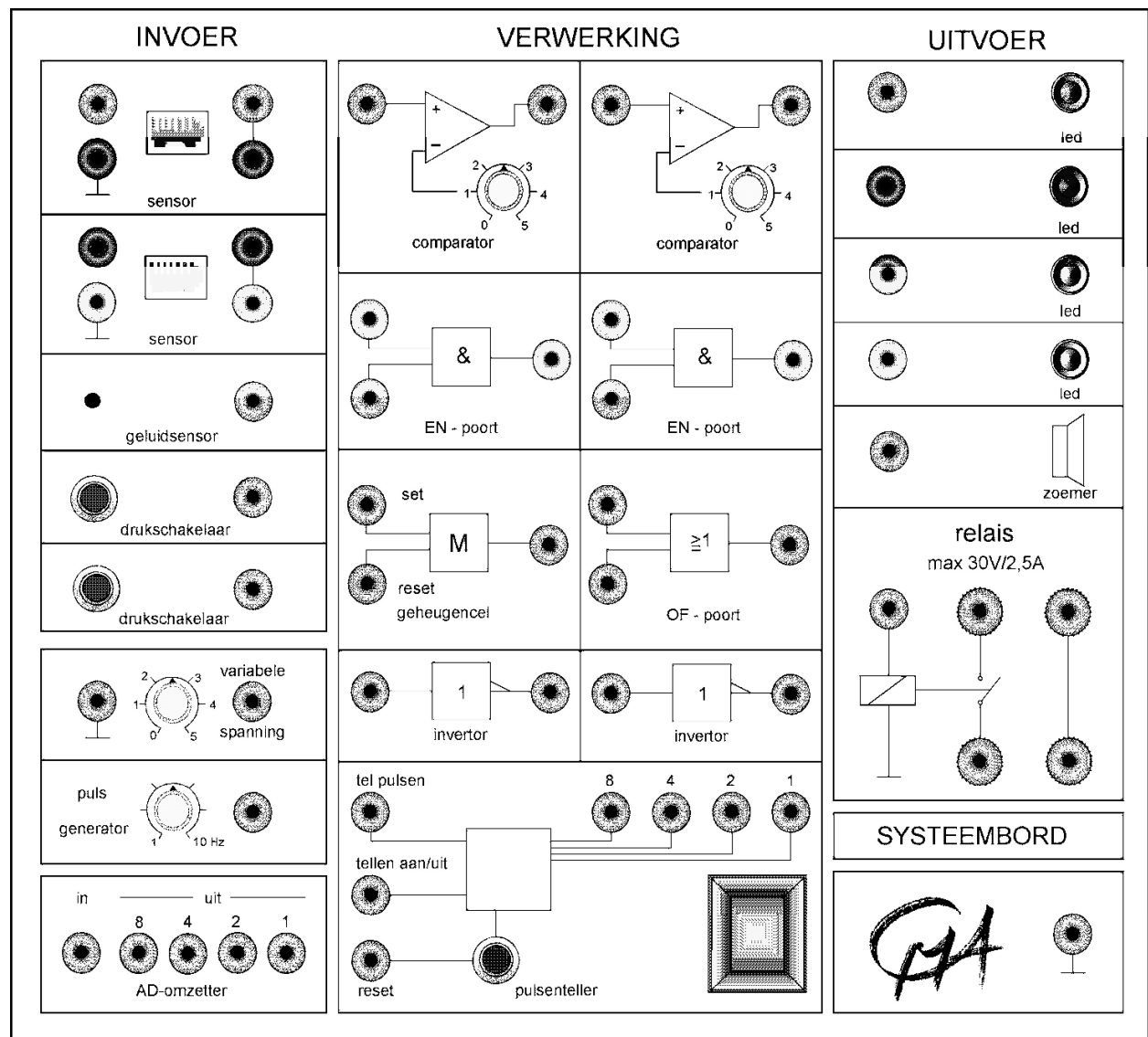
Figuur 1. Een algemeen blokschema voor een informatieverwerkend systeem.

Het **invoerblok** is het subsysteem dat gegevens uit de omgeving (S_0) opneemt en deze verwerkt tot signaal S_1 dat geschikt is voor verwerking. Het invoerblok bestaat uit een geluidsensor, twee drukschakelaars, een variabele spanning, een pulsgenerator en een AD-omzetter. Ook zijn er twee aansluitmogelijkheden voor losse sensoren.

Het **verwerkingsblok** is het subsysteem dat het binnenkomend signaal (S_1) verwerkt tot signaal S_2 met een specifiek doel voor ogen (bijvoorbeeld het vergelijken van twee signalen). Dit blok bevat twee comparatoren voor de verwerking van analoge signalen. En voor de verwerking van digitale signalen zijn er twee EN-poorten, een OF-poort, twee invertors, een geheugencel en een pulsenteller.

Het **uitvoerblok** is het subsysteem dat het signaal S_2 omzet in een nuttig signaal voor de gebruiker (S_3) of dat een actie uitvoert gebaseerd op het binnenkomende signaal S_2 . Het bevat vier LED's (lampjes), een zoemer en een relais. Met het relais zijn diverse elektrische apparaten aan te sturen.

In de volgende sectie wordt per blok een korte beschrijving gegeven van de hierboven genoemde componenten.



Figuur 2. Frontpaneel van het Systeembord.¹

¹ Bovenstaande afbeelding kan gebruikt worden voor het intekenen van verbindingen van schakelingen. U mag deze afbeelding vrij kopiëren en binnen de school verspreiden voor onderwijsdoeleinden. Het tekenvel kan ook worden gedownload van de CMA website (rubriek Producten>Interfaces & Panelen>Systeembord).

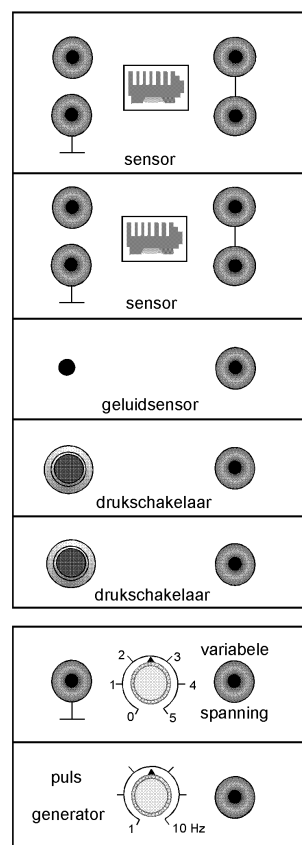
2. Het Invoer-blok

Sensoren zetten fysische grootheden (zoals temperatuur, geluid, licht) om in een elektrisch signaal. Het invoerblok bevat naast een geluidsensor en twee drukschakelaars een tweetal ingangen voor externe sensoren.

De geluidsensor levert een gelijkspanning tussen 0 en 5V. De drukschakelaars geven 5V zolang de schakelaar is ingedrukt. De ingangen zijn afgestemd op het gebruik van CMA-sensoren (zowel met rood/geel/zwarte 4mm pluggen als met een BT-plug).² Ook andere sensoren kunnen worden aangesloten, mits deze aan de specificaties van de ingang voldoen (zie blz. 13).

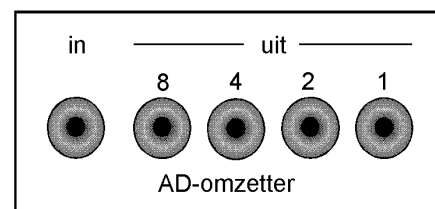
2.1 Regelbare signaalbronnen

Het Systeembord beschikt over een **variabele gelijkspanningsbron** en een **pulsgenerator**. De **variabele spanningsbron** genereert een analoog signaal tussen 0 .. 5V en wordt vaak gebruikt voor het testen van (deel)systemen. Naast de regelknop is een aardbus aangebracht voor meting van de signaalgrootte met behulp van een voltmeter. De **pulsgenerator** levert 5V-blokpulsen met een instelbare frequentie tussen 1 en 10 Hz. De pulsgenerator wordt meestal gebruikt in combinatie met de teller om tijdsafhankelijke reacties mogelijk te maken (bijv.: na vier seconden moet er een alarm aan gaan).



2.2 AD-omzetter

Om leerlingen inzicht te geven in de rol van AD-omzetting en het verlies aan informatie dat daarbij optreedt, is een 4-bits AD-omzetter³ op het Systeembord aanwezig. Leerlingen ervaren daarmee zelf dat de resolutie van de AD-omzetter wordt beperkt door het aantal mogelijke signaalcodes (bits). Een 5V analoog signaal wordt omgezet naar slechts 16 digitale niveaus.

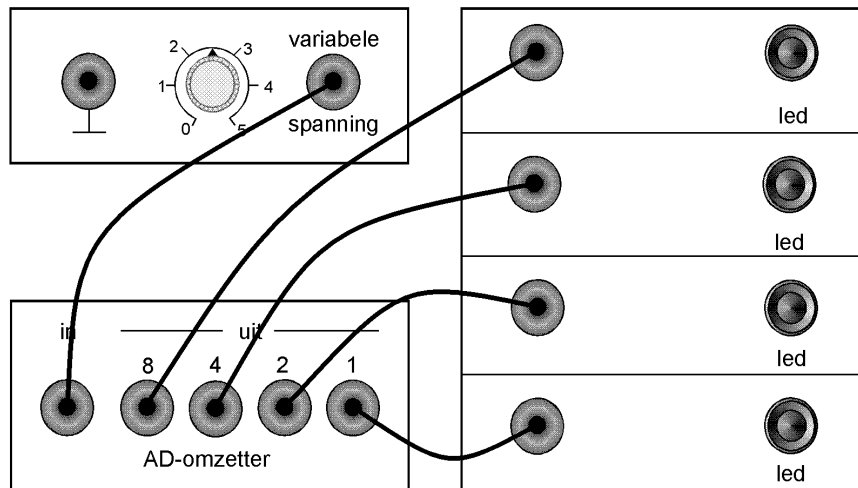


Experiment

Verbind elke uitgang van de AD-omzetter met één van de vier LED's en zet de variabele spanning op de ingang (zie figuur op volgende pagina). Test hiermee de werking van de AD-omzetter.

² Hiervan uitgezonderd is temperatuursensor 0511. Deze kan alleen na aanpassing op het Systeembord worden aangesloten, maar doordat deze sensor zo a-lineair is, is deze niet intuïtief in het gebruik en wordt het gebruik ervan afgeraden. Zie verder de sectie Systeembord in de FAQ Hardware op de CMA website (rubriek *Ondersteuning*).

³ In feite worden de 4 meest-significante bits van de 8-bit converter gebruikt.



3. Het Verwerking-blok

Sommige sensoren in het invoerblok geven een signaal af tussen 0 en 5V, terwijl anderen een binair signaal genereren dat ofwel hoog is (5V) of laag (0 V). Voorbeelden van sensoren die continu-variërende (analoge) signalen afgeven zijn temperatuur- en lichtsensoren. De Reed-sensor of de drukknop genereren binaire signalen. De verwerkingsfuncties van het Systeembord (poorten, geheugen, invertor en teller) werken alleen met binaire signalen. Daarom is een component vereist die een analoog signaal kan omzetten naar een binair signaal.

Dit gebeurt met de **comparator**.

Een comparator vergelijkt de analoge spanning aan de plus-ingang met de referentiespanning aan de min-ingang. Met een potmeter is de referentiespanning in te stellen tussen 0 en 5 V. De uitgang van de comparator is hoog als de spanning op de plus-ingang hoger is dan de referentiespanning.

De comparator heeft twee functies:

1. Converteren van analoge signalen naar binaire signalen
2. Bepalen bij welk spanningsniveau de sprong van laag naar hoog plaatsvindt.

De **logische poorten** (EN- en OF-poort en Invertor) zijn alle TTL-elementen (*Transistor-Transistor Logic*). Daardoor zijn de binaire spanningsniveaus op het Systeembord als volgt gedefinieerd:

Signaal	INGANG	UITGANG
LAAG	0,0 - 0,8 V	0,0 - 0,4 V
HOOG	2,0 - 5,0 V	2,4 - 5,0 V

De EN- en de OF-poort hebben elk twee ingangen en één uitgang. De uitgang van de **EN-poort** is alleen hoog als de beide ingangen hoog zijn. De uitgang van de **OF-poort** is hoog als tenminste één van beide ingangen hoog is. In alle andere gevallen zijn de uitgangen van deze poorten laag. De **Invertor** invertteert een digitaal signaal: een laag signaal op de ingang wordt een hoog signaal op de uitgang en omgekeerd. Met behulp van deze poorten kunnen logische bewerkingen op digitale signalen worden uitgevoerd.

Ingang 1	Ingang 2	EN	OF
Aan	Aan	Aan	Aan
Uit	Aan	Uit	Aan
Aan	Uit	Uit	Aan
Uit	Uit	Uit	Uit

Waarheidstabel voor de En- en OF-poort

Experiment

Maak een waarheidstabel van de EN-poort en de OF-poort. Doe dit door de ingangen aan te sluiten op een drukschakelaar. Verbind zowel de ingangen als de uitgang met een LED.

De **geheugencel** is een set-reset flipflop die op het Systeembord vooral wordt gebruikt om signaalwaarden op een hoog niveau te kunnen houden.

Experiment

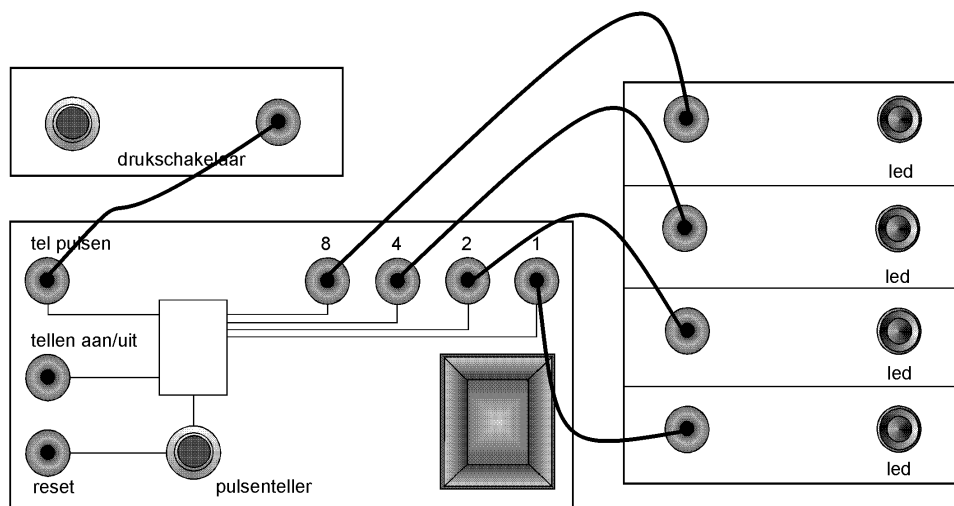
Test hoe de resetingang en de setingang werken door deze te verbinden met de drukschakelaars. Verbind zowel de ingangen als de uitgang van het geheugen met een LED.

De **pulsenteller** dient voor het tellen van gebeurtenissen of het maken van een klok. Het aantal pulsen is af te lezen op het decimale display. Om leerlingen vertrouwd te maken met binair tellen kunnen de uitgangen van de pulsenteller verbonden worden met de vier LED's op het uitvoerblok. De toestand van de vier LED's is dan te vergelijken met het getal op het display van de pulsenteller. De pulsenteller heeft drie ingangen:

- Telpulsen:** De tellerstand wordt verhoogd bij een opgaande flank (van laag naar hoog). Door deze ingang te verbinden met de pulsgenerator kan een tijdsduur worden geteld.
- Tellen aan/uit:** Deze ingang is standaard hoog (teller actief). Een laag signaal op deze ingang stopt het tellen.
- Reset:** Een hoog signaal op de resetingang maakt de tellerstand nul.

Experiment

Bouw de opstelling op de volgende pagina. Dit systeem telt en toont binaire waarden. Gebruik de drukknoppen om de telleringang van pulsen te voorzien.

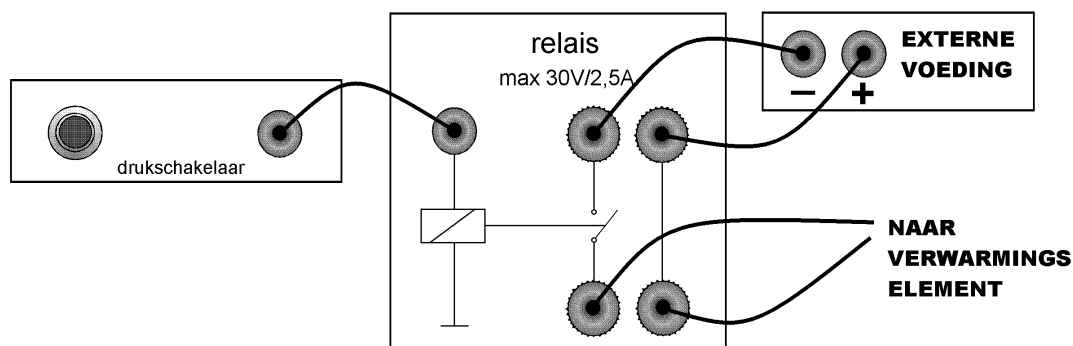
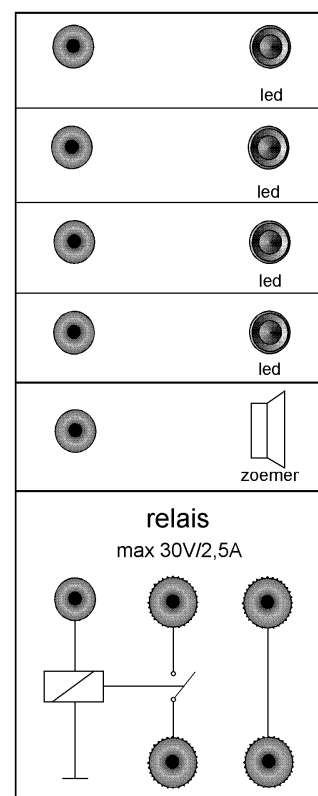


4. Het Uitvoer-blok

Met de verwerkte signalen kunnen de LEDs, een zoemer of een op het relais aangesloten apparaat (actuator) worden aangestuurd. Via het relais kan maximaal een vermogen van 75W (30V/ 2,5A) worden geschakeld; het schakelpunt ligt bij circa 1,4 V.⁴ Zoals al werd beschreven worden de LEDs ook gebruikt om het binair tellen of het principe van AD-omzetting te visualiseren. Bij het bouwen van systemen en het opsporen van fouten kunnen de LEDs worden gebruikt voor het testen van signaalwaarden.

Experiment

Sluit het verwarmingselement (art.nr. 018) en een voeding aan op het relais. Gebruik voor het aansturen van het relais een drukschakelaar (zie onderstaande figuur voor de aansluiting en bestuurder de veiligheidsregels op blz. 13).



⁴ het CMA verwarmingselement (art. nr. 018) ($V_{\max} = 24 \text{ V}$) is met het relais aanstuurbaar.

5. Verschillen tussen het oude en het nieuwe Systeembord

	'Oude' Systeembord	Systeembord vanaf 2003
Voeding	220 V via netsnoer	230V/9V netadapter
Invoerblok	Alleen externe sensoren met 4mm pluggen rood/geel/zwart)	Externe sensoren met 4 mm steekers en sensoren met BT-plug
Verwerkingsblok	1x transistor 1x comparator 1x EN-poort 1x inverter Aansluitbaar op UIA en UIB	Geen transistor 2x comparator 2x EN-poort 2x inverter Geen interface-aansluiting
Overig	Geen extra massa-bus	Massa-bus voor koppelen van twee of meer Systeemborden

III. SYSTEMEN BOUWEN

1. Introductie

In deze sectie wordt een algemene procedure beschreven voor het bouwen van geautomatiseerde systemen met het Systeembord. Gedurende het ontwikkelen van een systeem kan de volgende strategie behulpzaam zijn:

- Ga na welke invoer en welke uitvoer noodzakelijk is om aan de systeemeisen te voldoen (in termen van sensoren (invoer) en actuatoren (uitvoer));
- Splits een ingewikkeld probleem op in deelproblemen;
- Maak voor ieder deelprobleem een deelsysteem en test de werking.
- Ga vervolgens na hoe de deelsystemen op elkaar moeten aansluiten.
- Bouw daarna het volledige systeem.
- Controleer tot slot of het systeem juist werkt.

2. Voorbeeld: de automatische garagedeuropener

Het probleem

Een auto staat voor een garagedeur. Na een druk op de claxon die langer duurt dan 2 seconden moet de deur opengaan. Om geluidshinder te voorkomen moet de deur ook geopend kunnen worden via een knop. Als de deur volledig open is, moet een tweede drukknop de motor van de deur stoppen.

Vinden van in- en uitvoer

- Invoer:
- een geluidsensor voor het detecteren van geluid;
 - twee drukknoppen, één voor het openen van de deur en één voor het stoppen van de motor als de deur geheel open is;
 - een pulsgenerator (voor het aftellen van 2 s)
- Uitvoer:
- een motor nodig aangesloten op het relais (om het simpel te houden zal het relay in de oplossing vervangen worden door een LED).

Het probleem opdelen in deelproblemen

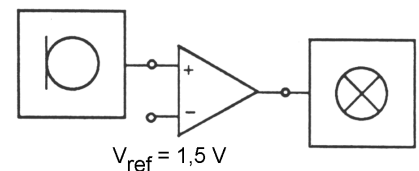
Voor de duidelijkheid splitsen we het probleem op in vier deelproblemen. Het is aan te raden deze stap voor stap uit te werken alvorens het totale systeem in elkaar te zetten.

Deelprobleem 1

Het systeem mag alleen reageren bij voldoende hoge geluidsterkte.

Oplossing

- Sluit de geluidsensor aan op een comparator. Stel de referentiespanning in op 4V
- sluit de uitgang van de comparator aan op een LED.
- Test de reactie van het deelsysteem bij hoge en bij lage geluidsterkte.



Oplossing van deelprobleem 1

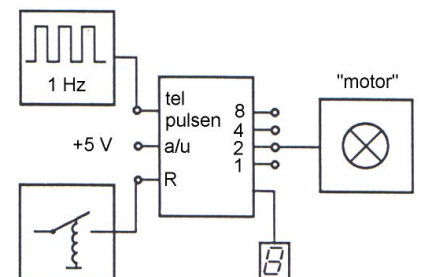
Deelprobleem 2

De deurmotor mag pas reageren als het geluid minstens 2 seconden aanhoudt.

Oplossing

- Zet de pulsgenerator op 1 Hz (1 puls/sec.);
- Verbind de pulsgenerator met de telpulsen-ingang van de teller en tel tot de 2-uitgang hoog is.
- Bij geluid van de claxon moet de teller op nul starten.

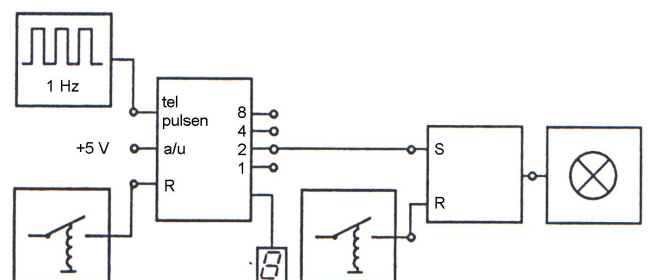
Boots dat in deze fase na met een drukknop op de 'reset' ingang van de teller (indrukken: 'de tellerstand is en blijft nul', loslaten: 'start tellen vanaf nul').



Oplossing van deelprobleem 2

Deelprobleem 3

In deelprobleem 2 stopt de motor weer zodra de teller op 4 springt (dan is de 4-pin hoog). Dit is ongewenst, want dan stopt de deur halverwege. Indien de deur volledig open is moet deze stoppen doordat deze een drukknop indrukt.



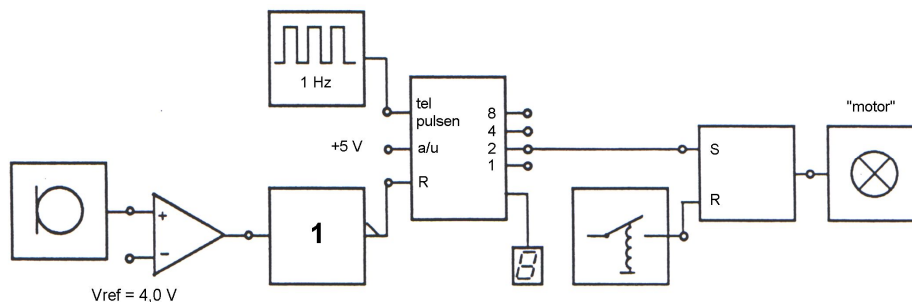
Oplossing van deelprobleem 3

Oplossing

- Verbind de 2-uitgang van de teller met de 'set' ingang van de geheugencel.
- Plaats de tweede drukschakelaar op de 'reset'-ingang van de geheugencel. Deze schakelaar moet door de deur worden ingedrukt zodra de deur weer dicht is.

Koppeling van deelsysteem 1 en 3

Een lage geluidsterkte moet de teller blokkeren via een hoog signaal op de 'reset' ingang van de teller. Deelsysteem 1 levert een laag signaal bij lage geluidsterkte. Deelsysteem 1 moet daarom via een invertor op de 'reset' ingang



Koppeling van deelsystemen 1 tot 3.

van de teller worden gezet.

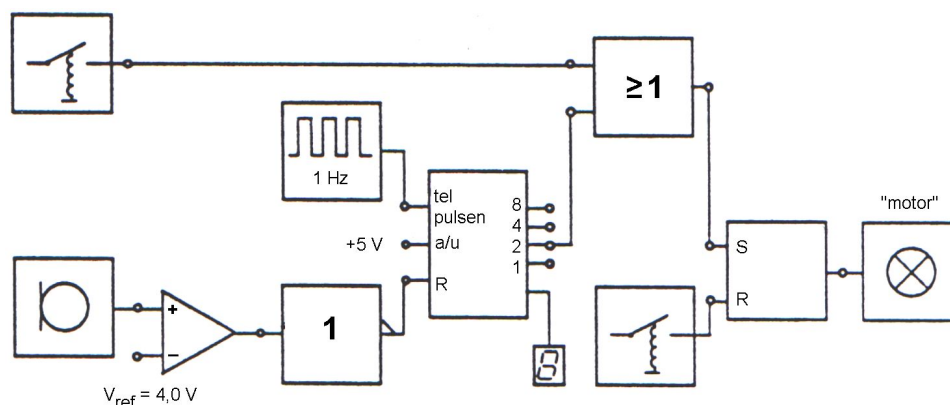
Deelprobleem 4

Het relais moet geschakeld worden via geluid óf via een drukknop.

Oplossing

- Sluit de 2-uitgang van de teller en de drukknop aan op de ingangen van een OF-poort.
- Verbind de uitgang van de OF-poort vervolgens met de 'set'-ingang van de geheugencel.

Dit leidt direct tot 'een' oplossing van het gehele probleem. (N.B. er is niet één goede oplossing, een goed werkend systeem kan ook op andere manieren worden gebouwd.)



Oplossing van deelprobleem 4

Tip:

Leerlingen die enige tijd met het Systeembord hebben gewerkt bedenken steeds complexere problemen. Dikwijls worden dan twee of meer Systeemborden aan elkaar gekoppeld. Het is te overwegen om leerlingen dan de overstap te laten maken naar het automatiseren van een systeem met Coachlab II/II⁺, aangestuurd via een Coach-programma. Het verschil tussen systemen met een vaste taak en systemen met een flexibele taak kan hiermee concreet worden duidelijk gemaakt.

In de volledige versie van Coach 6 treft u hiervoor een serie oefenactiviteiten en een stuurtaal aan. Voor CoachLab I is dit het project 'Drukknopjes & Lampjes' (met twee vervolgp projecten) en bij CoachLab II/II⁺ het project 'Werkplaats'.

3. Ontwerpopdrachten voor Systeembordschakelingen

Hieronder vindt u een aantal ontwerpopdrachten rond problemen die met het Systeembord kunnen worden opgelost. De opdrachten zijn gerangschikt naar toenemende moeilijkheidsgraad. Probeer eerst een paar van de eenvoudiger opdrachten alvorens over te gaan tot de meer complexe opgaven.

Opdrachten voor beginners

1. De "halve" hotelschakeling

Soms wordt een lamp in huis door twee schakelaars bediend: één onder aan de trap en één boven. Dit wordt een 'hotelschakeling' genoemd. Je kunt dit type schakeling ten dele nabootsen met drukknoppen en een LED.

Ontwerp de schakeling. Het licht moet aangaan als drukknop 1 ingedrukt wordt en uitgaan als drukknop 2 wordt ingedrukt.

2. Knipperlicht

Knipperlichten worden vaak gebruikt als waarschuwing voor gevaarlijke situaties in het verkeer. Ontwerp een knipperlicht (ca. 0,5s aan, 0,5s uit, 0,5s aan, enz.).

3. Schoolbel

Een schoolbel moet ca. 3s klinken. Ontwerp een systeem dat de zoemer 3s aanzet na het indrukken van de drukknop. Het systeem moet zichzelf resetten zodat het klaar is voor een volgende druk op de knop.

4. Schakelaar met vertraging

Als je het licht in een kamer uitdoet sta je direct in het donker. Soms is het dan moeilijk om de deur veilig te bereiken. Een goede oplossing hiervoor is een schakelaar die het licht direct aanschakelt na een druk op een drukknop en uitschakelt 6s nadat de drukknop opnieuw is ingedrukt.

5a. Lopende band 1

Op een lopende band worden breekbare pakjes getransporteerd. Deze pakjes moeten worden ingepakt: 8 pakjes in een doos. Als er een probleem tijdens dit proces optreedt is er een knop voor een noodstop om verdere schade aan de pakjes te voorkomen.

Ontwerp een systeem dat de lopende band laat lopen en deze stopt zodra de noodknop wordt ingedrukt.

Hint: Een brandende LED simuleert de lopende band. Drukknop 1 is de noodknop. Zodra deze knop wordt ingedrukt moet de band ogenblikkelijk stoppen. Zodra de knop wordt losgelaten, moet de band weer gaan lopen.

5b. Lopende band 2

Pas het systeem van opdracht 5a zo aan, dat de lopende band stopt na indrukken *én loslaten* van drukknop 1. Met drukknop 2 moet de band weer gestart kunnen worden.

6. Inbraakalarm 1

Als een dief een lichtbundel onderbreekt, moet een alarm klinken. De eigenaar van het huis kan het alarm uitschakelen door indrukken van een knop. Ontwerp een schakeling voor dit anti-diefstalsysteem. Gebruik hierbij een sterke lichtbundel (bijv. een bureaulamp) met een veel hogere lichtintensiteit dan het omgevingslicht.

7. Een wind-ongevoelig zonnescerm

Zonneschermen zijn handig bij zon, maar kwetsbaar voor wind. De windsnelheid kan gemeten worden met een windsnelheidsmeter als sensor. Bij sterke wind moet een motor in werking treden die het zonnescerm inklapt. Zodra het scherm helemaal ingeklapt is drukt één van de armen een knop in waardoor de motor stopt.

Ontwerp dit systeem. De variabele spanning moet gebruikt worden als sensor. Als de spanning groter is dan 2,5V is de wind té sterk. Simuleer de motor met een LED. Als de LED brandt loopt de motor. Zolang de drukknop ingedrukt blijft moet de motor uitschakelen.

Opdrachten voor ervaren gebruikers

8. Autoalarm 1

Een bezorger wil niet langer zijn auto hoeven af te sluiten bij elk adres. Het idee is om een alarm te ontwikkelen dat automatisch inschakelt zodra de autosleutel uit het contactslot wordt gehaald. Het alarm moet bovendien aangaan als de deur langer dan 8s openstaat. We nemen aan dat 8s voldoende tijd is voor de bezorger om in- en uit te stappen (het is een supersnelle bezorger!). Het alarm kan alleen uitgeschakeld worden met de autosleutel.

Ontwerp dit alarmsysteem. Gebruik drukknop 1 als het contactslot. Als deze is ingedrukt zit de sleutel in het slot. Gebruik drukknop 2 als de deur; Is deze ingedrukt dan is de deur open. Gebruik een LED om te laten zien dat het alarm aan/uit is.

9. Lopende band 3

Het blijkt dat in noodgevallen de noodknop bij de lopende band (zie opdracht 5 boven) te laat wordt ingedrukt. Hierdoor is de schade aanzienlijk. Daarom wordt besloten het aantal pakjes op de band te tellen. Na 8 pakjes moet de band automatisch stoppen. Een bediende moet de band opnieuw starten met een druk op de knop. De pakjes worden geteld met een lichtsensor. Als het licht op de sensor door een pakje wordt onderbroken, ligt de sensorspanning tussen 0,5V en 1,5V, en zonder pakje rond de 3V (afhankelijk van de hoeveelheid omgevingslicht).

Ontwerp een systeem waarbij de band volgens dit principe werkt.

Hint: De teller reageert bij signaalveranderingen van laag naar hoog. Je kunt eventueel een lamp gebruiken om de sensor te belichten.

10a. Vuurtoren 1

In vuurtorens wordt het aan-uit-ritme verkregen door periodiek bedekken van de lamp. De lamp brandt dus constant. Tegenwoordig moeten we echter zuinig zijn met energie, dus om energie te besparen moet de lamp daadwerkelijk aan- en uitgezet worden.

Ontwerp een systeem dat de lamp van de vuurtoren op de volgende wijze laat knipperen: 2s aan en 6s uit. Gebruik de LED als lamp.

10b. Vuurtoren 2

Het is niet nodig dat de vuurtoren brandt tijdens daglicht. Pas het systeem van opdracht 10a zo aan, dat de het systeem alleen werkt als het donker is.

Hint: Gebruik een (bureau)lamp om daglicht te simuleren. Neem aan dat het licht is als de lichtsensor een spanning groter dan 3V geeft.

11. Stopwatch

Een stopwatch wordt vaak gebruikt bij sport. Ontwerp een hele simpele stopwatch, die alleen hele seconden kan tellen met een maximum van 9s.

De stopwatch moet worden gestart met een druk op de ene knop en wordt gestopt door een druk op de andere knop. Worden beide knoppen tegelijkertijd ingedrukt, dan moet de stopwatch gereset worden.

12. Een veilige liftdeur

Ontwerp een liftdeur waarvan de deur automatisch sluit na 4s, tenzij er nog iemand/iets in de deuropening staat. Gebruik een lichtsluis (een lichtbundel die op een lichtsensor schijnt) om te testen of er zich iemand/iets in de deuropening bevindt. Simuleer de deur met een LED (LED aan = deur gesloten).

13. Inbraakalarm 2

Breid het inbraakalarm van opdracht 6 uit met een automatische uitschakeling na 8s (voor het geval de huisbewoner niet thuis is). Hierna moet het alarm weer klaar staan voor volgend gebruik.

14. Wasmachine

Een wasmachine moet veel verschillende taken uitvoeren. Hier beperken we ons tot een klein onderdeel van het hele wasproces, namelijk het inschakelen van het verwarmingselement totdat de juiste wastemperatuur is bereikt. Zodra dit het geval is, moet het element uitgeschakeld worden en moet de motor 8s gaan lopen. Na deze 8s moet de motor stoppen.

Ontwerp een schakeling voor dit onderdeel van de wascyclus. Gebruik o.a. een temperatuursensor, een glas met koud water en een glas met warm water.

Bepaal eerst de spanning van de sensor waarbij jij vindt dat het water warm genoeg is. Simuleer het verwarmingselement met LED 1 (LED aan = verwarming aan) en de motor met LED 4 (LED aan = motor aan).

BIJLAGE A: GARANTIE / REPARATIE

Het product heeft een garantie van 12 maanden op fabrieksfouten. Andere storingen kunt u via CMA laten verhelpen. Hierbij worden dan reparatiekosten in rekening gebracht (zie de CMA website, rubriek Ondersteuning>Reparatie voor details). Indien u zelf reparaties uitvoert vervalt de garantie. Mankementen door onzorgvuldig gebruik en gebruik dat in deze handleiding nadrukkelijk wordt afgeraden vallen ook niet onder de garantie.

Veiligheid

- Verbind de hoge stekkerbussen van het relais nooit met een andere bus op het Systeembord.
- Alle andere stekkerbussen zijn zonder probleem met elkaar te verbinden.
- Op een stekkerbus mag nooit meer dan 5V staan (uitgezonderd de hoge stekkerbussen van het relais).
- Gebruik alleen de meegeleverde voedingsadapter voor de voeding van het Systeembord via de aansluiting op de achterzijde.

Afwijken van deze regels kan de elektronica van het Systeembord beschadigen!

Sluit op de hoge stekkerbussen van het relais alleen een voeding aan die maximaal 30V levert. Dit mede in verband met de veiligheid van leerlingen.

BIJLAGE B. TECHNISCHE GEGEVENS VAN HET SYSTEEMBORD

Externe sensoren:	Beschikbare voeding: 5V, 100 mA (totaal). Rood=voeding, zwart=massa, geel=signaal of BT-plug.
Geluidsensor:	Signaal is evenredig met de geluidsterkte. Uitgang: 0-5V; impedantie: 500 Ω .
Drukschakelaar:	Dendervrije uitgang, TTL niveau (LS TTL).
Variabele spanning:	Bereik: 0-5V; impedantie: 330 Ω .
Pulsgenerator:	Bereik: 1-10 Hz; impedantie: 330 Ω .
AD-omzetter:	ADC0804, 8 bits convertor waarvan de 4 meest significante bits naar buiten zijn gevoerd; Meetfrequentie $\approx$ 10 kHz; ingangsimpedantie: 1 M Ω .
Comparator:	Niet inverterend; vergelijkniveau instelbaar 0-5V; Hysteresis 50 mV; ingangsimpedantie: 100 k Ω .
EN-poort, OF-poort, Invertor, Geheugen-cel (S-R-flipflop)	Ingangen: schakelpunt $\approx$ 1,4V; impedantie: 10 k Ω ; Niet aangesloten ingangen zijn LAAG!
Pulsenteller	Decade-teller (74HCT160); 'tel-pulsen' en 'teller aan/uit' (count enable) zijn ingangen met 10 k Ω pull-up (niet aangesloten is HOOG); Resetingang: schakelpunt $\approx$ 1,4V; impedantie: 10 k Ω (niet aangesloten is LAAG).
LEDs:	Schakelpunt $\approx$ 1,4V; impedantie: 10 k Ω ; Niet aangesloten is LAAG (LED uit).
Zoemer:	Ingangsstroom bij 5V in: 0,33 mA; Niet aangesloten is LAAG.
Relais:	Ingang: schakelpunt $\approx$ 1,4V; impedantie: 10 k Ω ; Niet aangesloten is LAAG; Uitgang: DC max. 30V, 2,5A, AC max. 30V, 2,5A; Uitgang beveiligd met Multifuse (automatische zekering).