

2 Elementaire bewerkingen

In dit hoofdstuk leer je hoe werken met binaire getallen en hexadecimale getallen omgezet wordt naar een decimaal getal en omgekeerd. Vervolgens worden de logische operaties behandeld en leer je daarmee eenvoudige schakelingen te maken.

Na verwerking van dit hoofdstuk kun je:

- getallen van het binaire stelsel naar het decimaal stelsel omzetten;
- getallen van het decimaal stelsel naar het binaire stelsel omzetten;
- rekenen met binaire getallen;
- getallen van het hexadecimaal stelsel naar het decimaal stelsel omzetten;
- getallen van het decimaal stelsel naar het hexadecimaal stelsel omzetten;
- de functie uitleggen van de logische poorten AND, OR, NOT en XOR;
- de waarheidstabellen bij logische poorten invullen;
- de waarheidstabel van een eenvoudige schakeling invullen;
- de werking van een vergelijkker uitleggen;
- de werking van een éénbits opteller (half adder) uitleggen;
- de werking van een full adder uitleggen;
- een tweebits opteller bouwen.

1 BINAIRE GETALLEN

VERWERKEN

1

Zet de onderstaande binaire getallen om naar decimale getallen.

- a** 00010101
- b** 10101010
- c** 00111111

2

Gebruik het algoritme uit het informatieboek om decimale getallen om te zetten naar binaire getallen.

- a** 11
- b** 27
- c** 39
- d** 103

3

Reken onderstaande sommen uit in het binair stelsel.

- a** $0101 + 0101$
- b** $00110110 + 01111111$

4

Reken onderstaande sommen uit in het binair stelsel.

- a** 0111×0101
- b** 1011×0011



TOEPASSEN

Van rechts naar links

Het werken met binaire getallen lijkt misschien lastig, omdat je steeds van rechts naar links moet werken. Dat komt omdat we getallen achterstevoren opschrijven! Om te weten wat de waarde van het cijfer 5 in het getal 514 is, moet je eerst kijken hoe lang het getal is. Omdat de 5 op de derde positie staat, weet je dat de 5 de waarde 500 heeft. Het zou veel logischer zijn om bij onze getallen eerst de eenheden, dan de tientallen enzovoort op te schrijven. Dan weet je, van links naar rechts lezend, meteen wat de plaatswaarde van elk cijfer is. Het getal 514 zou dan als 415 genoteerd worden.

Je kunt je afvragen waarom we onze getallen zo onhandig noteren. Misschien komt dit wel omdat we het rekenen van de Arabieren hebben geleerd. Zij schrijven hun getallen én hun teksten van rechts naar links.

5

Reken onderstaande sommen uit in het binair stelsel.

- a** $1101 + 0011$
- b** $1010 + 1111$
- c** Geef de uitkomsten ook als decimaal getal.
- d** Welke uitkomst is een even getal?
Waarom kun je dat zien?

6

Vermenigvuldig het binaire getal 01101111 met 8.
Dit kan zonder te rekenen!

7

Reken onderstaande sommen uit in het binair stelsel.

- a** $1110 / 0010$
- b** $1100 / 0011$

VERDIEPEN

8

Het omzetten van een binair getal naar een decimaal getal kan ook op de volgende manier:

- Begin met het meest linkse cijfer.
- Schrijf dat getal op.
- Zolang er nog een volgend binair cijfer is verdubbel je het getal.
- Tel er het volgend binair cijfer bij op.
- Ga door tot en met het meest rechtse binair cijfer.

Voorbeeld

Zet het getal 10010 om naar een decimaal getal.

stap	actie	resultaat
1	schrijf 1 op	1
2	verdubbel het getal en tel er 0 bij op	2
3	verdubbel het getal en tel er 0 bij op	4
4	verdubbel het getal en tel er 1 bij op	9
5	verdubbel het getal en tel er 0 bij op	18

Je ziet dat het aantal stappen gelijk is aan het aantal binaire cijfers

Zet nu op deze manier de volgende binaire getallen om naar decimale getallen.

- a 111
- b 11010
- c 110110

9

Het eindresultaat van een aftrekking kan negatief zijn. Je zou dan tot in eeuwigheid moeten blijven lenen.

Eigenlijk hebben negatieve binaire getallen oneindig veel "voorloop-enen", zoals positieve getallen oneindig veel voorloop-nullen hebben. Dit heeft geleid tot een afspraak die bekend staat als de **complementmethode**. Het meest linkse bit van een bitrij is daarbij een soort tekenbit. Is het meest linkse bit een 1, dan is het getal negatief. Positieve getallen hebben een 0 als meest linkse bit.

Maak je gebruik van drie bits dan kun je met de complementmethode de volgende acht getallen weergeven:

decimaal	binair
-4	100
-3	101
-2	110
-1	111
0	000
1	001
2	010
3	011

Je ziet dat het anders werkt dan met het minteken dat we bij decimale getallen gebruiken

Schrijf alle getallen van 4 bits in het complementsysteem op.
Hoe zien de overeenkomstige decimale getallen er uit?

10

Als je vóór een positief getal een aantal extra nullen plaatst, verandert de waarde van dat getal niet. Als je vóór een negatief getal een aantal extra enen plaatst, verandert de waarde van dat getal niet.

Ga na of dat klopt.



11

Je kunt -13 op de volgende manier als een binair getal weergeven:

- Schrijf 13 als een binair getal (vergeet het tekenbit niet): 01101
- Verander iedere 0 in een 1 en iedere 1 in een 0: 10010
- Tel bij het resultaat 1 op: 10011

Schrijf de volgende getallen als binair getal:

- a** -15
- b** -22

2 HEXADECIMALE GETALLEN

VERWERKEN

12

Zet de onderstaande hexadecimale getallen om naar decimale getallen.

- a** 48
- b** A3
- c** B5F2

13

Gebruik het algoritme uit het informatieboek om decimale getallen om te zetten naar hexadecimale getallen.

- a** 27
- b** 39
- c** 103
- d** 255

VERDIEPEN

14

In het informatieboek heb je gelezen hoe je binaire en hexadecimale getallen kunt omzetten naar decimale getallen en omgekeerd. Behalve deze talstelsels zijn er ook andere talstelsels, zoals bijvoorbeeld het octaal stelsel (achttallig stelsel).

- a** Geef een algoritme waarmee je een getal uit een willekeurig talstelsel omzet naar het decimaal stelsel.
- b** Geef een algoritme waarmee je een decimaal getal omzet naar een getal uit een willekeurig talstelsel.

15

Gebruik je algoritme om de onderstaande octale getallen om te zetten naar decimale getallen.

- a** 47
- b** 53

16

Gebruik je algoritme om decimale getallen om te zetten naar octale getallen.

- a** 27
- b** 39

3 LOGISCHE OPERATIES

VERWERKEN

Lees de bijlage "WERKEN MET MMLOGIC" en maak vervolgens de opdrachten.

17

- a** Maak de schakeling van de AND-poort. Uit de werkblak **Palette** heb je de volgende extra component nodig:



AND

AND-poort

- b** Vul de waarheidstabel van de AND-poort in.

A	B	lamp
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

18

- a** Maak de schakeling van de OR-poort. Uit de werkblak **Palette** heb je de volgende extra component nodig:



OR

OR-poort

- b** Vul de waarheidstabel van de OR-poort in.

A	B	lamp
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

19

- a** Maak de schakeling voor de NOT-poort. Uit de werkblak **Palette** heb je de volgende extra component nodig:



NOT

NOT-poort



- b Vul de waarheidstabel van de NOT-poort in.

A	lamp
0	
1	

20

- a Maak de schakeling voor de XOR-poort. Uit de werkblak **Palette** heb je de volgende extra component nodig:



XOR

XOR-poort

- b Vul de waarheidstabel van de XOR-poort in.

A	B	lamp
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Verschillende standaarden

Er zijn twee verschillende standaarden voor het tekenen van de logische poorten: de Amerikaanse en de IEC (International Electrotechnical Commission). Bij informatica hanteren we de Amerikaanse symbolen, bij het vak natuurkunde gaat men uit van de IEC symbolen. Wel verwarrend.

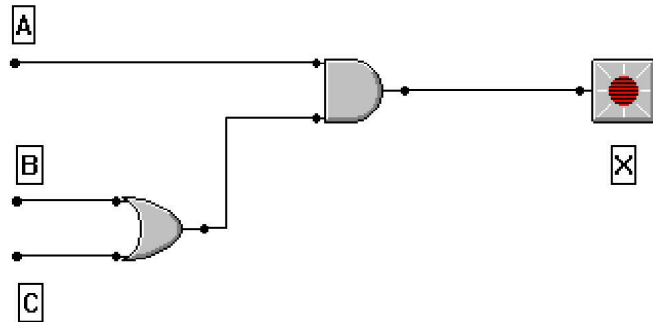
	Amerikaanse symbolen	IEC symbolen
AND		
OR		
NOT		
XOR		

TOEPASSEN

21

a Vul de waarheidstabel van de schakeling hiernaast in.

A	B	C	X
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	



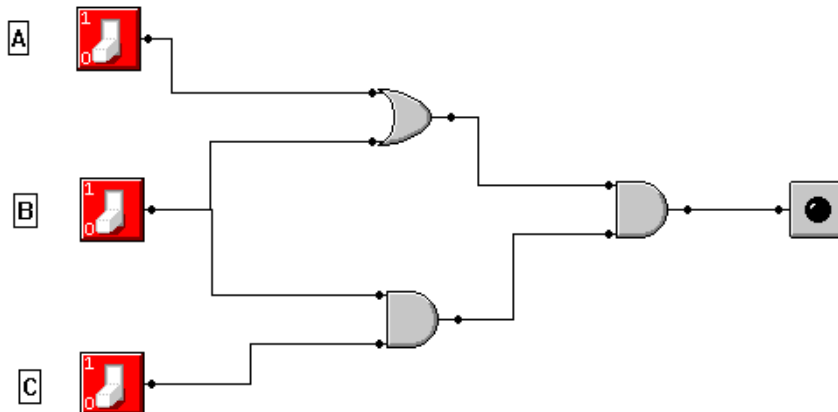
b Maak de schakeling met MMLogic

c Vergelijk de tabel met het resultaat van de test van deze schakeling.

22

a Beredeneer !!

In welke situaties zal de LED gaan branden.



b Maak deze schakeling en controleer of je redenering klopte.

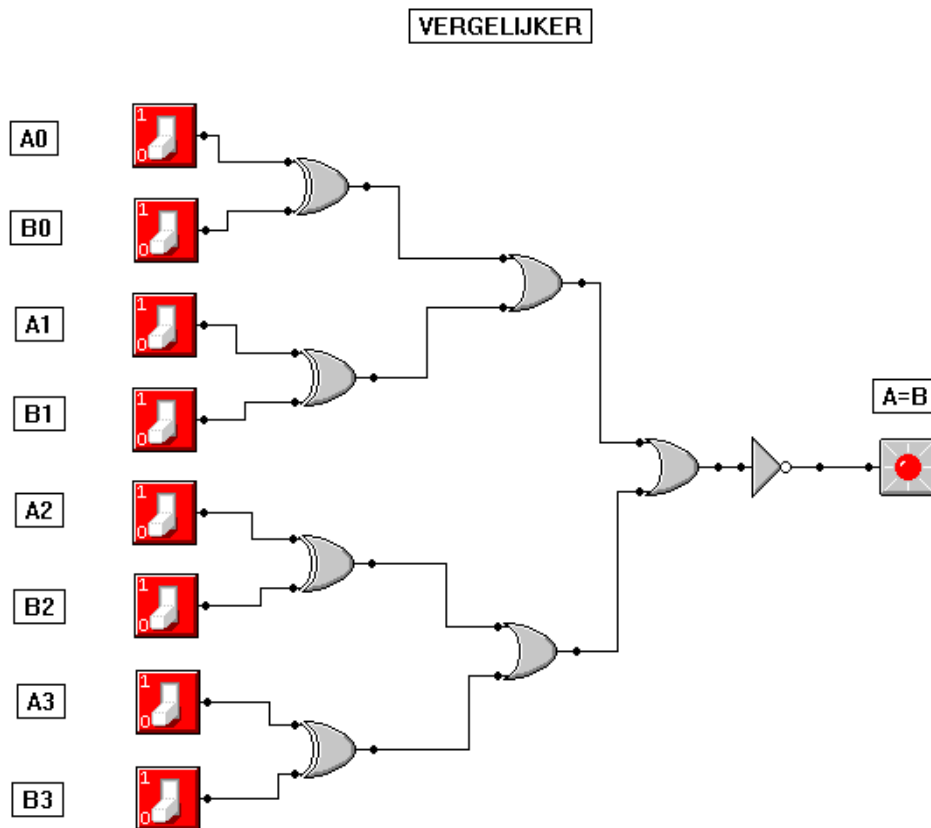


4 CHIPS

VERWERKEN

23

De vergelijker, die hier getekend is, vergelijkt twee invoerwaarden A en B elk met een lengte van 4 bits. Wanneer beiden gelijk zijn zal de LED gaan branden (een 1) en anders niet (een 0).



De basispoort voor deze schakeling is de XOR, die een 0 als uitvoer geeft als de invoer gelijk is en een 1 als ze ongelijk zijn. Als twee waarden gelijk zijn, dan leveren alle vier de XOR-poorten een 0. Deze vier signalen worden met OR-poorten gecombineerd. Als het resultaat van die combinatie 0 is dan zijn de invoerwaarden gelijk, anders niet. Door als laatste poort een NOT te gebruiken wordt het resultaat omgekeerd: is het resultaat een 1 (de LED brandt) dan zijn de waarden gelijk.

Maak deze schakeling en controleer of zij correct werkt.

TOEPASSEN

24

In de volgende schakeling worden de drie OR-poorten en de NOT vervangen door een NOR-poort (NOT-OR-poort) met vier ingangen. Een NOR-poort met vier ingangen maak je door de **Properties** van een OR-poort te wijzigen.

Daarnaast worden de switches vervangen door twee keypads en worden de waarden getoond op twee 7 segment LED's.



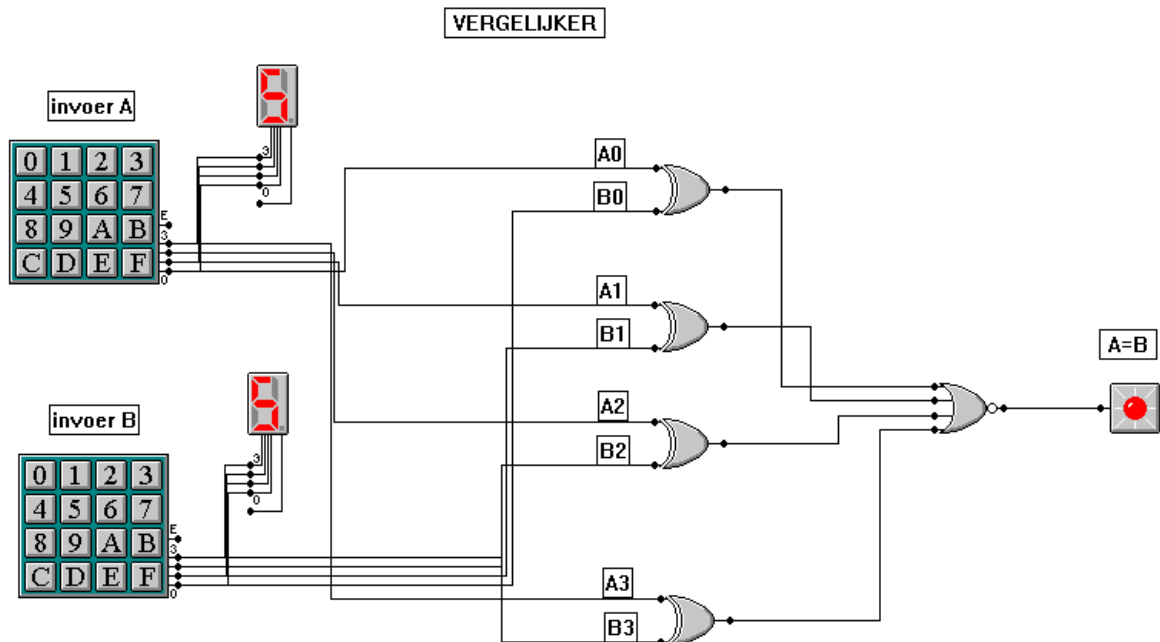
Keypad

Hexadecimaal toetsenbord



7 segment LED

Display voor getallen



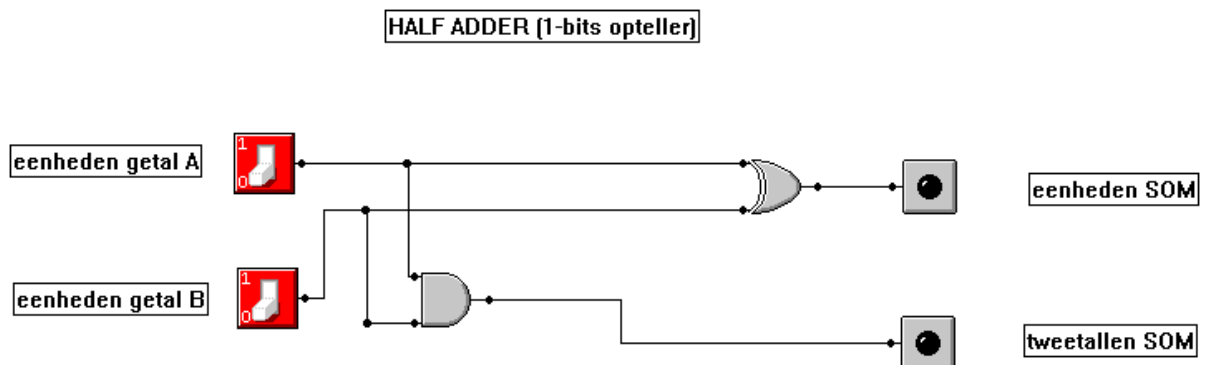
- a Maak deze schakeling en controleer of zij correct werkt. Denk eraan om de juiste uitgangen en ingangen met elkaar te verbinden.
- b Waaraan zie je het verschil tussen een OR-poort en een NOR-poort?
- c Vul de waarheidstabel van de NOR-poort in.
- d Vul de waarheidstabel van de NAND-poort (NOT-AND) in.

25

Een computer, die geen gehele getallen kan optellen, is ondenkbaar. Daarom vormt een schakeling voor het uitvoeren van optellingen het hart van iedere CPU.

In het informatieboek wordt een schakeling voor het optellen van twee 1-bits getallen uitgelegd: de **half adder** (halve opteller).

- a Bestudeer de theorie uit het informatieboek.

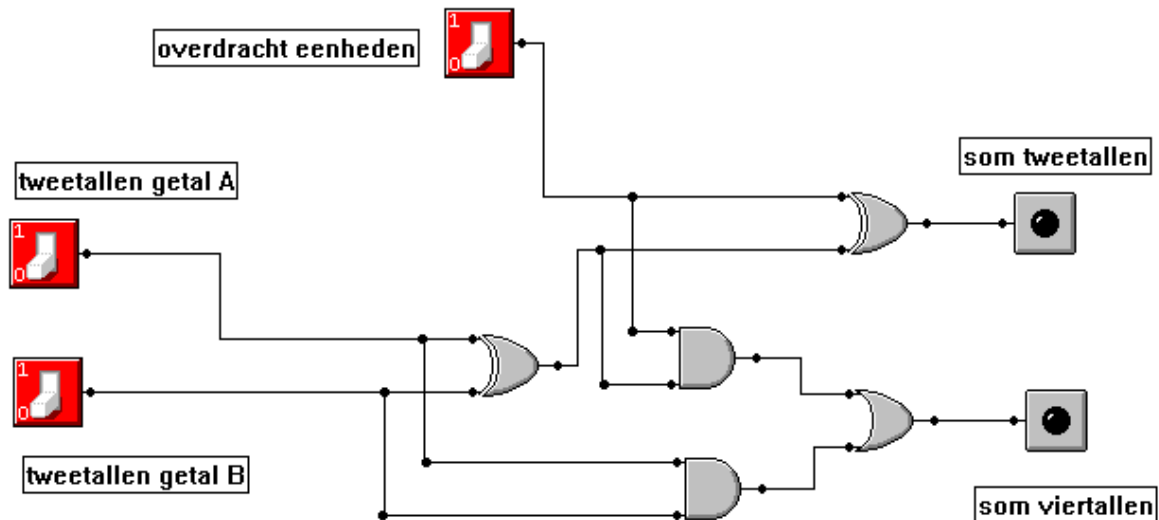


- b Maak de schakeling voor de half adder.
 c Test de schakeling aan de hand van de tabel op pagina 26 van het informatieboek.

26

De half adder is geschikt om twee 1-bits getallen op te tellen en volstaat ook om de meest rechtse bit van twee grotere getallen op te tellen. Voor het optellen van de andere bits heb je per positie een **full adder** (volledige opteller) nodig, omdat er sprake is van overdracht van een bit ("1 onthouden").

- a Bestudeer de theorie uit het informatieboek.



- b Maak de schakeling voor de full adder.
 c Vul voor de full adder de waarheidstabel in.

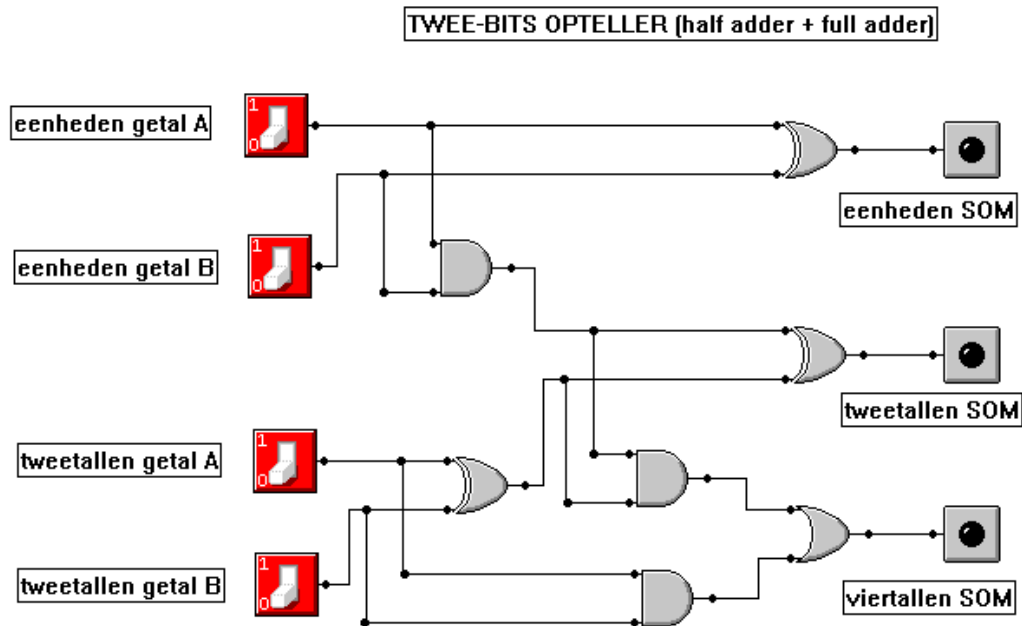
A tweertallen	B tweertallen	Overdracht eenheden	Som tweertallen	Overdracht tweertallen*
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

*Som viertallen

- d Test de schakeling aan de hand van de bovenstaande tabel.

27

We bekijken als voorbeeld een twee-bits opteller. Voor het meest rechtse bit (de eenheden) heb je een half adder nodig. Voor het tweede bit (de tweetallen) een full adder.



- a Maak de schakeling voor de twee-bits opteller.
- b Test de schakeling aan de hand van de volgende optellingen:
 - 1+2
 - 2+2
 - 1+3
 - 3+2
 - 3+3
- c Hoeveel halfadders en hoeveel full addres heb je nodig om een 8-bits opteller te maken.

VERDIEPEN

28

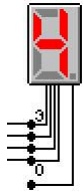
Om twee drie-bits getallen op te tellen maak je een schakeling met een half adder voor het meest rechtse bit (de eenheden) en twee full adders voor de overige twee bits (de tweetallen en de viertallen).

- a Ontwerp en maak de schakeling voor de drie-bits opteller.
- b Test de schakeling aan de hand van de volgende optellingen:
 - 2+3
 - 3+3
 - 1+6
 - 4+2
 - 6+5
 - 7+7

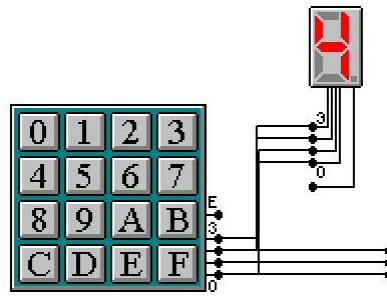


- c Vervang de switches door twee hexadecimale keypads.
Gebruik twee 7 segment LED's om de invoerwaarden te tonen.

Vervang de vier LED's voor de uitvoerwaarden door een 7 segment LED.



7 segment LED



hexadecimaal keypad met 7 segment LED voor invoerwaarden

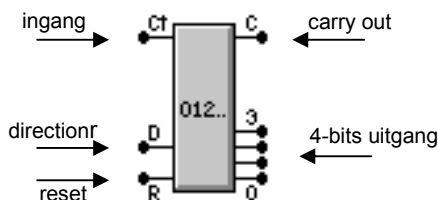
PROJECTOPDRACHT

In de volgende opdrachten vormen een project waarin je een verkeerslicht gaat programmeren met behulp van logische schakelingen. Om te bepalen in welke toestand (groen, oranje, rood) een verkeerslicht zich bevindt, maken we gebruik van een **Counter** (teller).



Counter Een 4-bits teller (eventueel om te zetten naar 8-bits).

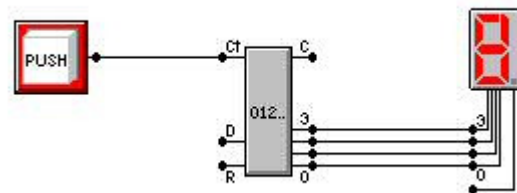
Wanneer op de ingang van de clock het signaal wisselt van 0 naar 1 wordt de counter met 1 verhoogd. Wanneer de teller zijn limiet heeft bereikt, geeft de counter een signaal af via de carry out.



De 4-bits uitgang geeft de huidige waarde van de counter.
Direction bepaalt of de counter oplopend of aflopend telt. De standaardwaarde is 0: oplopend.
Door op de resetingang een 1 te zetten wordt de counter gereset: hij krijgt weer zijn startwaarde.

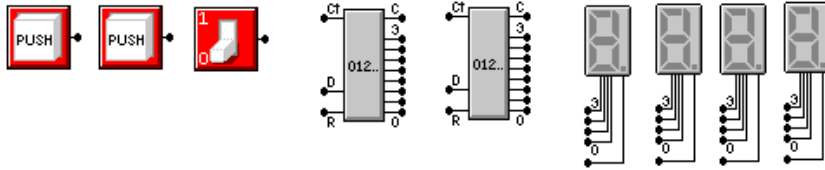
29

- Maak in MMLogic de schakeling hiernaast
Een pushknop maak je door de properties van een Switch te wijzigen van Toggle naar Momentary.
- Waarom geeft de Counter een carry out signaal als de teller groter wordt dan 15?
- Wat is de limiet bij een 8-bits counter?
- Pas de schakeling aan, zodat het een 8-bits counter wordt. (Properties Counter wijzigen).



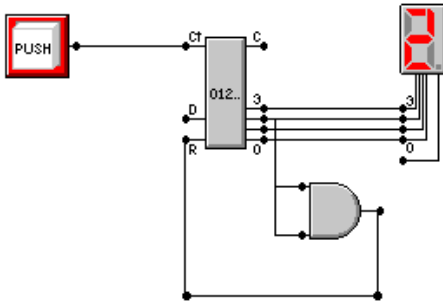
30

Maak een 16-bits counter. Je hebt naast de bedrading de onderstaande componenten nodig.



31

De onderstaande teller is gebouwd met een 4-bits counter. De teller resets als de waarde 5 is bereikt. Deze teller telt dus volgens het patroon: **0 1 2 3 4 0 1 2 3 4 0 1 2 3 4**.



- a Wat is de binaire representatie van het decimale getal 5?
- b Met welke uitgangen moet de AND-poort verbonden worden?
- c Maak de bovenstaande schakeling.

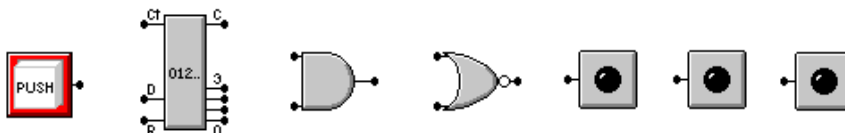
32

Een verkeerslicht doorloopt drie stadia (Rood, 0, 0), (0, 0, Groen), (0, Oranje, 0). Maak een schakeling met behulp van een counter, die de drie stadia doorloopt.

- a Vul de onderstaande tabel in.
Onder binair moet de 2-bits representatie van het decimale getal komen en onder verkeerslicht de binaire representatie van de kleur, zoals hierboven is aangeven.

decimaal	binair	status	verkeerslicht
0		rood	
1		groen	
2		oranje	
3		reset	

- b Welke kleuren kunnen zonder extra poorten verbonden worden?
- c Voor welke kleur geldt dat er een aanpassing nodig is?
- d Met welke schakeling kan de aanpassing gemaakt worden?
- e Hoe kan de counter gereset worden, zodat het verkeerslicht na oranje weer op rood springt?
- f Maak de schakeling met behulp van de onderstaande componenten.
De kleur van de LED's kan in de properties van de LED gewijzigd worden.



33

Op een kruispunt staan vier verkeerslichten. Twee staan er op rood (verkeerslichten A) en twee staan er op groen (verkeerslichten B). Deze verkeerslichten doorlopen vier stadia: rood/groen, rood/oranje, groen/rood, en oranje/rood. Maak een schakeling met behulp van een counter, die de vier stadia doorloopt.

a Vul de onderstaande tabel in.

Onder binair moet de 3-bits representatie van het decimale getal komen en onder beide verkeerslichten de binaire representatie van de kleur, zoals aangegeven is in opdracht 6.

decimaal	binair	status	verkeerslicht A	verkeerslicht B
0		rood/groen		
1		rood/oranje		
2		groen/rood		
3		oranje/rood		
4		reset		

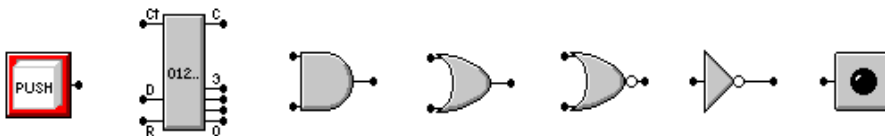
b Met welke schakelingen kunnen de vier stadia gemaakt worden?

Er zijn zes schakelingen nodig: drie voor verkeerslicht A en drie voor verkeerslicht B.

c Hoe kan de counter gereset worden, zodat het verkeerslicht A na oranje weer op rood springt?

d Maak de schakeling met behulp van de onderstaande componenten.

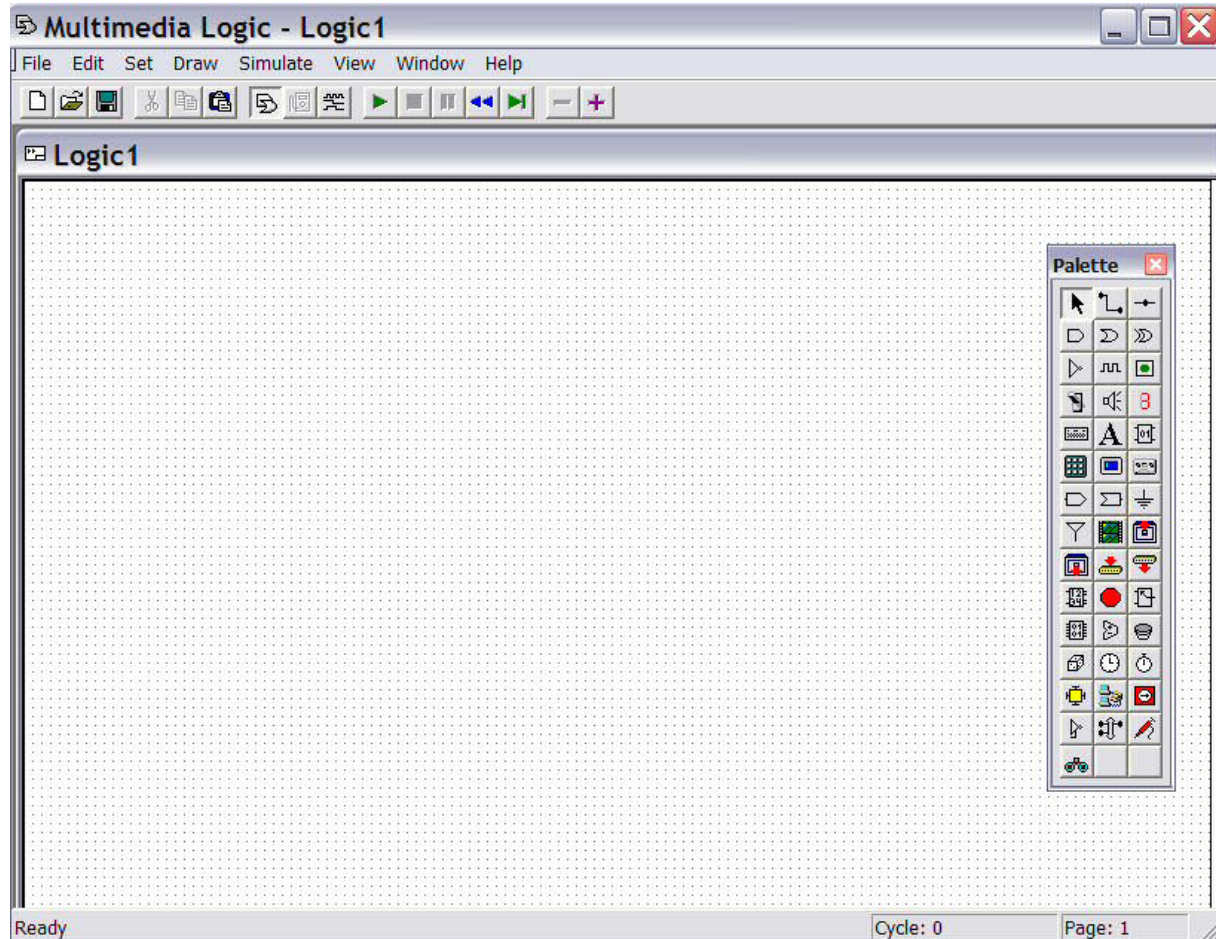
Met behulp van de onderstaande componenten kun je de schakeling maken. Je moet sommige componenten meerdere keren gebruiken.




BIJLAGE: WERKEN MET MMLOGIC

MMLogic is een computerprogramma waarmee digitale schakelingen kunnen worden gesimuleerd op het scherm.

Wanneer je MMLogic start verschijnt het onderstaande venster:



Met behulp van de werkbalk **Palette** maak je de verschillende schakelingen. Mocht de werkbalk niet op het scherm staan, klik dan op de knop **Toggle Palette** 

Wanneer de schakeling klaar is kun je deze testen door op de knop **Run simulation** te klikken. De simulatie kan gestopt worden door op de knop **Stop simulation** te klikken.








1 2 3 4 5







1. Run simulation
2. Stop simulation
3. Pause simulation
4. Reset simulation
5. Step simulation



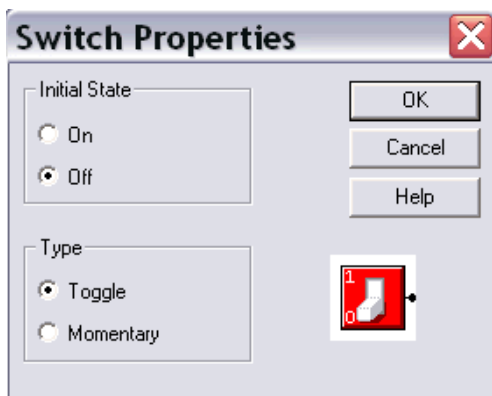
Uit de werkblak **Palette** heb je om te beginnen de volgende componenten nodig:

	Selector	Selecteren van een component
	LED	Light Emitting Diode (zuinig lampje)
	Switch	Schakelaar of drukknop
	Wire	Draad om twee componenten te verbinden
	Text	Blokje om tekst toe te voegen aan het ontwerp

Door met de rechtermuisknop op een component te klikken verschijnt een snelmenu. Met behulp van de keuze **Properties...** kun je de eigenschappen van de component wijzigen.

	Cut	Ctrl+X
	Copy	Ctrl+C
	Paste	Ctrl+V
	Delete	Del
	Properties...	Alt+Enter
	Help	F1

snelmenu Switch



eigenschappen Switch