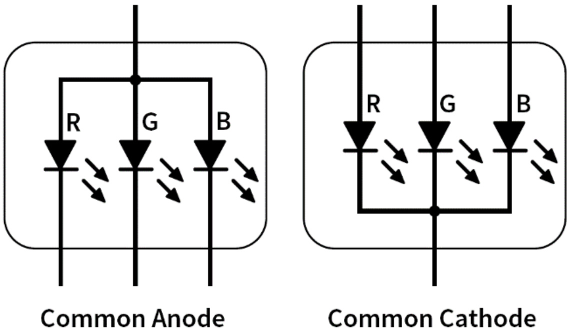
Hoofdstuk 4 – Booleaanse algebra en het 7-segmentsdisplay

Thuisopdracht 1:

a) CA: common anode
CC: common cathode
Het verschil tussen de twee is dat alle LEDs van het 7-segementsdisplay bij de anode (plus) of bij de cathode (min) met elkaar verbonden zijn.

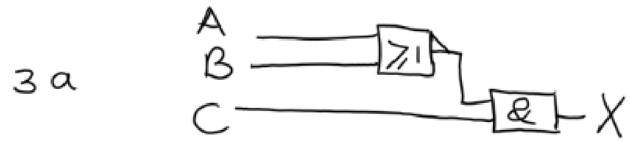


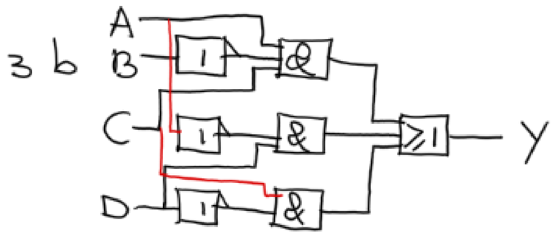
b) Het 7 segment display uit de componentenset is een CC-type.

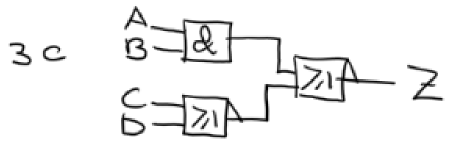
Thuisopdracht 2:

a) $2^3 + 2^1 = 10$
b) $2^5 + 2^3 + 2^2 + 2^0 = 45$
c) $2^7 + 2^4 + 2^2 + 2^1 = 150$
d) De grootste macht van twee die in 23 past is $2^4 = 16$.
We houden over: 23 – 16 = 7, de grootste macht van twee die daarin past is $2^2 = 4$.
We houden over: 7 – 4 = 3, de grootste macht die daarin past is $2^1 = 2$.
We houden over: 3 – 2 = 1, dat is gelijk aan 2^0.
We hebben dus: $2^4 + 2^2 + 2^1 + 2^0 = 10111$.
e) De grootste macht van twee die in 48 past is $2^5 = 32$.
We houden over: 48 – 32 = 16, dat is gelijk aan $2^4 = 16$.
We hebben dus: $2^5 + 2^4 = 110000$.
f) De grootste macht van twee die in 78 past is $2^6 = 64$.
We houden over: 78 – 64 = 14, de grootste macht van twee die daarin past is $2^3 = 8$.
We houden over: 14 – 8 = 6, de grootste macht die daarin past is $2^2 = 4$.
We houden over: 3 – 4 = 2, dat is gelijk aan 2^1.
We hebben dus: $2^6 + 2^3 + 2^2 + 2^1 = 1001110$.

Thuisopdracht 3:







Thuisopdracht 4:

$D = (A \cdot \bar{B}) + (B \cdot C)$

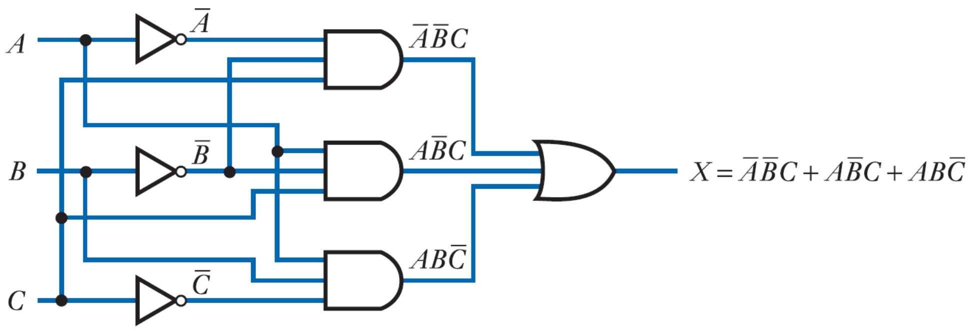
De haakjes zijn in dit geval niet noodzakelijk, maar gebruikt om duidelijk te maken welk deel van de vergelijking de OR poort ingaat.

$X = \overline{\bar{A} \cdot B} + (B \cdot \bar{C})$

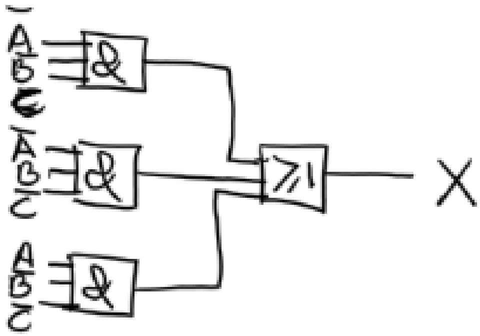
Thuisopdracht 5:

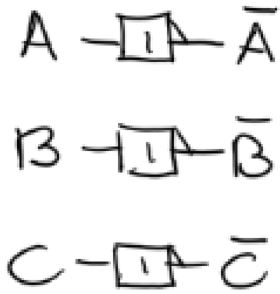
Schrijf eerst de vergelijking bestaande uit minterms op en ga daarna tekenen.

$$X = \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}C + AB\bar{C}$$



$$X = \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}\bar{C}$$





Thuisopdracht 6:

a) $F = A + AB + AC$

Ga op zoek naar formules zoals ze in de tabellen op pagina 44 staan, in dit geval de 'absorption law':

$F = (A + AB) + AC = A + AC = A$

b) $F = \bar{A} + AB + BC$

Gebruik $A + \bar{A}B = A + B$ en de 'absorption law':

$F = (\bar{A} + AB) + BC = \bar{A} + B + BC = \bar{A} + (B + BC) = \bar{A} + B$

c) $F = \overline{A + B} \cdot B$

Gebruik de wet van De Morgan:

$F = \overline{A + B} \cdot B = (\bar{A} + \bar{B}) \cdot B = \bar{A}B + \bar{B}B = \bar{A}B$

d) $F = \bar{A}B\bar{C}D + AB\bar{C}D + \bar{A}BCD + ABCD + \bar{A}BC\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C\bar{D} + ABC\bar{D} + A\bar{B}C\bar{D}$

Zoek termen die grotendeels gelijk zijn, maar waarvan één variabele anders is en combineer die (je mag termen dubben gebruiken):

$F = (\bar{A} + A) \cdot B\bar{C}D + (\bar{A} + A) \cdot BCD + (\bar{B} + B) \cdot \bar{A}C\bar{D} + AC\bar{D} \cdot (\bar{B} + B)$

Gebruik $\bar{A} + A = 1$

$F = B\bar{C}D + BCD + \bar{A}C\bar{D} + AC\bar{D}$

Herhaal de vorige stappen:

$F = BD(\bar{C} + C) + C\bar{D}(\bar{A} + A)$

$F = BD + C\bar{D}$

Labopdracht 1:

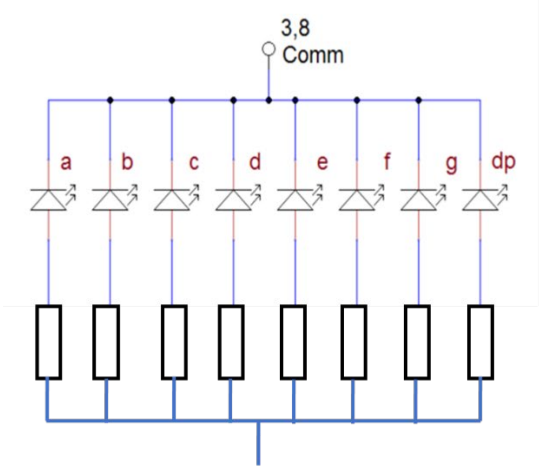
a) Zoek naar maximum forward current per segment. Voor de meeste displays is dit in de orde van 20 mA, we gaan veilig zitten op 10mA voor onze schakeling.

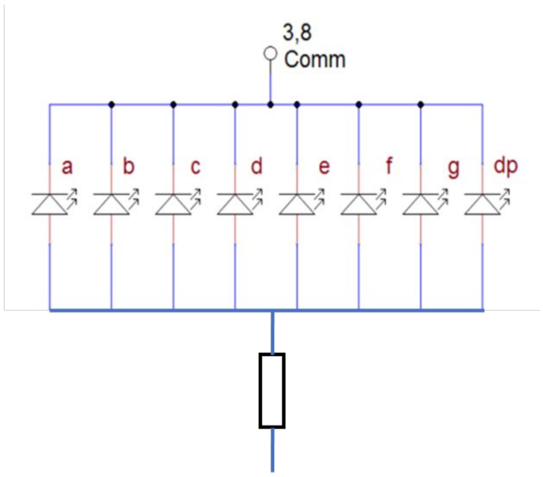
b) De voedingsspanning is 5V, de spanning over de LED moet 1.5V zijn. Aangezien weerstand en LED in serie zijn geschakeld moeten hun spanningen opgeteld gelijk zijn aan de voedingsspanning. Over de weerstand moet dus een spanning van 3.5V staan. Met behulp van de wet van Ohm bereken je dan de weerstand:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{3.5}{0.001} = 350\ \Omega$$

Als het goed is zit er een weerstand van 330Ω in je componentenset, die kan je hier prima voor gebruiken.

c) Hieronder staan de twee beschreven situaties schematisch weergegeven.





In de rechter schets zorgt de voorschakelweerstand ervoor dat de spanning over het deel met de LEDs 1.5V wordt. Tegelijkertijd beperkt de voorschakelweerstand de stroom voordat de schakeling aftakt naar parallel geschakelde LEDs. De stroom per LED hangt vervolgens af van hoeveel LEDs er aan zijn. Is er 1 LED aan, dan gaat alle stroom daarheen, zijn er 7 LEDs aan, dan wordt de stroom over die 7 LEDs verdeeld en is er per LED dus minder stroom beschikbaar. Gevolg is dat cijfers die uit veel LEDs bestaan (de acht bijvoorbeeld) minder fel branden dan cijfers die uit weinig LEDs bestaan (de één bijvoorbeeld).

In de linker schets heeft elke aftakking een spanning van 5 V die wordt verdeeld over een LED en een weerstand. In elke aftakking zijn de weerstand en de spanning even groot, dus de stroom is ook gelijk in elke tak. Het maakt dan niet uit hoeveel LEDs er aan zijn, ze zullen altijd even fel branden.

Wat is dus beter? 1 weerstand per LED, want dan branden alle cijfers even fel.

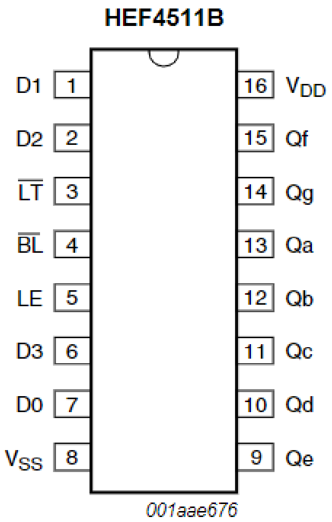
d) Doen.

e) Doen.

f) Als er een 8 op het display staat zullen de LEDs van het display zwakker branden dan als er een 1 op het display staat.

Labopdracht 2:

a)



Symbol	Pin	Description
$\overline{LT}$	3	lamp test input (active LOW)
$\overline{BL}$	4	ripple blanking input (active LOW)
LE	5	latch enable input (active HIGH)
D0 to D3	7, 1, 2, 6	address (data) input
V_{SS}	8	ground supply voltage
Qa to Qg	13, 12, 11, 10, 9, 15, 14	segment output
V_{DD}	16	supply voltage

b) CC, je kunt de aansluitschema's vinden in de datasheet (fig. 9 en 10). Je ziet dat het schema voor CC veel eenvoudiger is.

c) LE staat voor Latch Enable input, deze ingang moet laag zijn om cijfers op het display weer te geven. Dit kan je halen uit tabel 3 (functional table) of uit de general description van de datasheet.
$\overline{BL}$ staat voor 'ripple blanking input', deze moet hoog zijn om cijfers af te beelden.
$\overline{LT}$ staat voor 'lamp test input', deze moet hoog zijn om cijfers af te beelden. Als hij laag is branden alle LEDs van het display (cijfer 8).

d) Als je ze niet aansluit gaan de ingangen zweven. Het is dan niet duidelijk of er een '1' of een '0' op de ingang staat en de schakeling zal onvoorspelbaar gedrag vertonen.

Labopdracht 3:

a) L = Low = 0V
X = Don't Care = het maakt niet uit wat er voor signaal op deze ingang staat
H = High = 5V

b) $\overline{Q_c} = \text{maxterm} + \text{maxterm} + \cdots$

Table 3. Function table[1]

Inputs							Outputs							Display
LE	$\overline{BL}$	$\overline{LT}$	D3	D2	D1	D0	Qa	Qb	Qc	Qd	Qe	Qf	Qg	
X	X	L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	8
X	L	H	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	blank
L	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	0
L	H	H	L	L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	1
L	H	H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	2
L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	3
L	H	H	L	H	L	L	L	H	H	L	L	H	H	4
L	H	H	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	H	5
L	H	H	L	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	6
L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	7
L	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	8
L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	L	L	H	H	9
L	H	H	H	L	H	X	L	L	L	L	L	L	L	blank
L	H	H	H	H	X	X	L	L	L	L	L	L	L	blank
H	H	H	X	X	X	X	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.	N.C.

$$\overline{Q_c} = \overline{D_3}\ \overline{D_2}\ D_1\ \overline{D_0} + D_3\ \overline{D_2}\ D_1 + D_3\ D_2$$

$$Q_c = \overline{\overline{D_3}\ \overline{D_2}\ D_1\ \overline{D_0} + D_3\ \overline{D_2}\ D_1 + D_3\ D_2}$$

c) Gebruik de wet van de Morgan:

$$Q_c = \overline{\overline{D_3}\ \overline{D_2}\ D_1\ \overline{D_0} + D_3\ \overline{D_2}\ D_1 + D_3\ D_2} = \overline{\overline{D_3}\ \overline{D_2}\ D_1\ \overline{D_0}} \cdot \overline{D_3\ \overline{D_2}\ D_1} \cdot \overline{D_3\ D_2}$$

$$Q_c = (D_3 + D_2 + \overline{D_1} + D_0) \cdot (\overline{D_3} + D_2 + \overline{D_1}) \cdot (\overline{D_3} + \overline{D_2})$$

Nu haakjes wegwerken van de eerste twee haakjestermen:

$$Q_c = (D_3\overline{D_3} + D_3D_2 + D_3\overline{D_1} + D_2\overline{D_3} + D_2D_2 + D_2\overline{D_1} + \overline{D_1}\ \overline{D_3} + \overline{D_1}D_2 + \overline{D_1}\ \overline{D_1} + D_0\overline{D_3} + D_0D_2 + D_0\overline{D_1}) \cdot (\overline{D_3} + \overline{D_2})$$

Vereenvoudigen: $A \cdot A = A$ en daarna $A + AB = A$

$$Q_c = (D_3\overline{D_1} + D_2 + \overline{D_1} + D_0\overline{D_3}) \cdot (\overline{D_3} + \overline{D_2})$$

Nog een keer haakjes wegwerken:

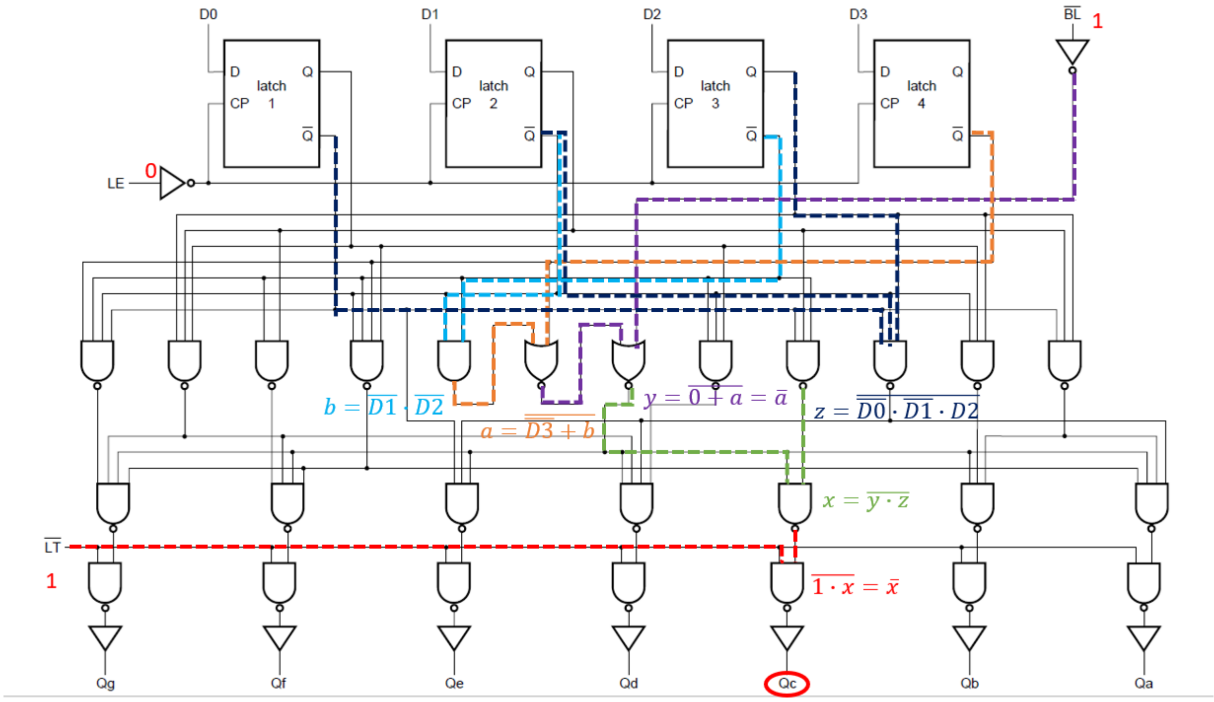
$$Q_c = (D_3\overline{D_1}\ \overline{D_3} + D_2\overline{D_3} + \overline{D_1}\ \overline{D_3} + D_0\overline{D_3}\ \overline{D_3} + D_3\overline{D_1}\ \overline{D_2} + D_2\overline{D_2} + \overline{D_1}\ \overline{D_2} + D_0\overline{D_3}\ \overline{D_2})$$

Vereenvoudigen:

$$Q_c = D_2\overline{D_3} + \overline{D_1}\ \overline{D_3} + D_0\overline{D_3} + D_3\overline{D_1}\ \overline{D_2} + \overline{D_1}\ \overline{D_2} + D_0\overline{D_3}\ \overline{D_2}$$

$$Q_c = D_2\overline{D_3} + \overline{D_1}\ \overline{D_3} + D_0\overline{D_3} + \overline{D_1}\ \overline{D_2}$$

d)



$$b = \overline{D1}\cdot\overline{D2}$$

$$a = \overline{\overline{D3}+b} = \overline{\overline{D3}+\overline{D1}\cdot\overline{D2}}$$

$$y = \bar{a} = \overline{D3}+\overline{D1}\cdot\overline{D2}$$

$$x = \overline{y\cdot z} = x = \overline{(\overline{D3}+\overline{D1}\cdot\overline{D2})\cdot\overline{\overline{D0}\cdot\overline{D1}\cdot D2}}$$

$$Q_c = \bar{x} = (\overline{D3}+\overline{D1}\cdot\overline{D2})\cdot\overline{\overline{D0}\cdot\overline{D1}\cdot D2}$$

Wet van de Morgan toepassen:

$$Q_c = (\overline{D3}+\overline{D1}\cdot\overline{D2})\cdot(D0+\overline{D1}+D2)$$

Haakjes wegwerken:

$$Q_c = \overline{D3}\cdot D0+\overline{D3}\cdot\overline{D1}+\overline{D3}\cdot D2+\overline{D1}\cdot\overline{D2}\cdot D0+\overline{D1}\cdot\overline{D2}\cdot\overline{D1}+\overline{D1}\cdot\overline{D2}\cdot D2)$$

Vereenvoudigen door Booleaanse wetten toe te passen:

$$Q_c = \overline{D3}\cdot D0+\overline{D3}\cdot\overline{D1}+\overline{D3}\cdot D2+\overline{D1}\cdot\overline{D2}$$

e) Ja, het klopt met elkaar!

f) Als je in het schema kijkt zie je dat iets uitgebreiders is geimplementeerd. Dit is natuurlijk omdat LE, BL en LT ook andere waardes en combinaties daarvan kunnen aannemen.