

Digitale Systemen voor IN (Tentamen)

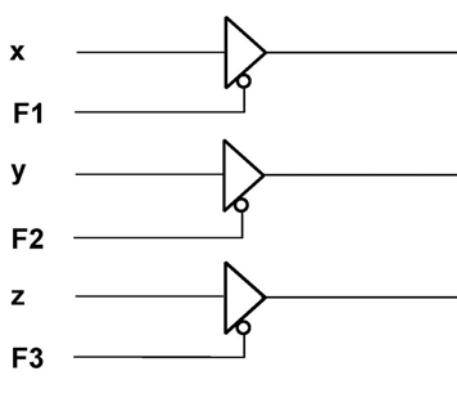
(IN2305I & ET1620IN(oud))

donderdag 2 november 2006
(14:00 - 17:00)

Aanwijzingen bij invullen van het antwoordformulier:

- Vul het antwoordformulier in met potlood (uitgenomen mag) of pen. (zorg voor voldoende contrast door zwarting of kleuring)
 - Vergeet niet uw naam, studienummer en handtekening in te vullen.
 - Vul uw studienummer ook in streepjes in en controleer of u dit goed gedaan hebt.
 - Indien u het antwoord niet weet is het beter te gokken dan de vraag leeg te laten.
 - Kleur de codefiguurtjes in de rechterbenedenhoek **niet** in.
-

Opgave 1:



Een drietal willekeurige signalen x, y en z zijn via TRI-state buffers met een buslijn verbonden, zoals hiernaast getekend. Er zijn 2 stuurfuncties gegeven nl.: $F1 = (A' + C') \cdot (B + D)$ en $F2 = (C + D') \cdot (A + D')$
Welke stuurfunctie F3 kan gebruikt worden zodat de schakeling correct kan werken?

- a. $B' + C' + D'$
- b. $B' + C + D$
- c. $B' + C' + D$
- d. $B + C + D$

Opgave 2:

Gegeven is de functie $f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \sum m(2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13)$. Hoeveel priemimplicanten (PI) en hoeveel essentiële priemimplicanten (EPI) zijn er in deze functie te vinden?

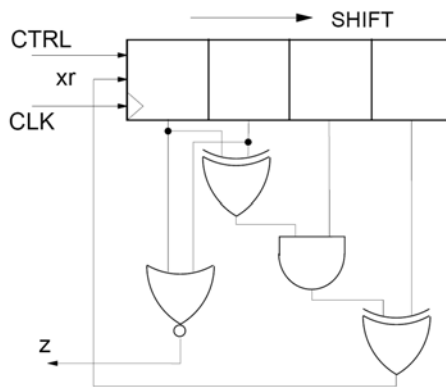
- a. 6 PI's en 2 EPI's
- b. 6 PI's en 3 EPI's
- c. 8 PI's en 0 EPI's
- d. 8 PI's en 4 EPI's

Opgave 3:

Schrijf de functie $((x_0 + x_1) \oplus (x_2 + x_3)) + x_0' \cdot x_1$ in de maxterm notatie $f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \prod M(\dots)$.

- a. $\prod M(1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 12)$
- b. $\prod M(0, 5, 7, 9, 11, 13, 15)$
- c. $\prod M(0, 1, 4, 6, 8, 13, 15)$
- d. $\prod M(0, 5, 6, 9, 10, 13, 14)$

Opgave 4:



Nevenstaand schema is opgebouwd uit een schuifregister en enkele poorten, en heeft een uitgang z. Als de periodeduur van de klokpuls T_p is, wat is dan de tijdsduur tussen twee opgaande flanken van het uitgangssignaal z uitgedrukt in T_p . (Start in stand 0011)

- a. $10T_p$
- b. $11T_p$
- c. $12T_p$
- d. $14T_p$

Opgave 5:

Van bovenstaand schema (gegeven in opgave 4) zijn voor de poorten de volgende tijden gegeven:

delay XOR: 11 nsec.
delay NOR: 15 nsec.
delay AND: 9 nsec.

en voor het schuifregister:

setup tijd: 4 nsec.
holdtijd: 2 nsec.
omslagtijd: 10 nsec.

Wat is de maximale klokpulsfrequentie waarbij het systeem nog goed kan werken?

- a. 29 MHz
- b. 24 MHz
- c. 22 MHz
- d. 21 MHz

Opgave 6:

Als toestandstabel is gegeven:

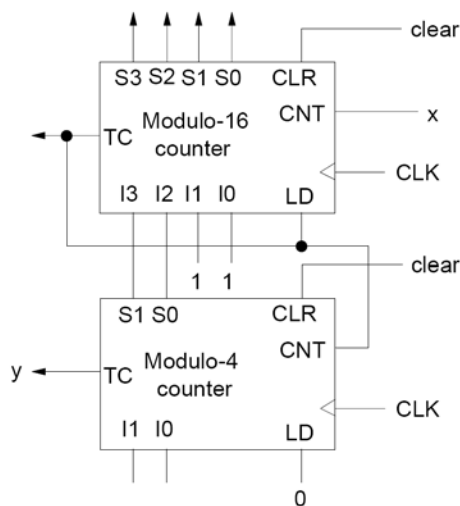
PS	x=0	x=1
A	B, 0	E, 0
B	H, 0	C, 0
C	B, 0	E, 1
D	D, 0	G, 0
E	F, 0	A, 0
F	H, 0	C, 1
G	B, 0	E, 0
H	D, 0	G, 0

Hierin is x een input en z een output met $x, z \in \{0, 1\}$.

Welk paar toestanden is **wel** 2-equivalent, maar **niet** 3-equivalent ?

- a. D en G
- b. D en H
- c. E en G
- d. E en B

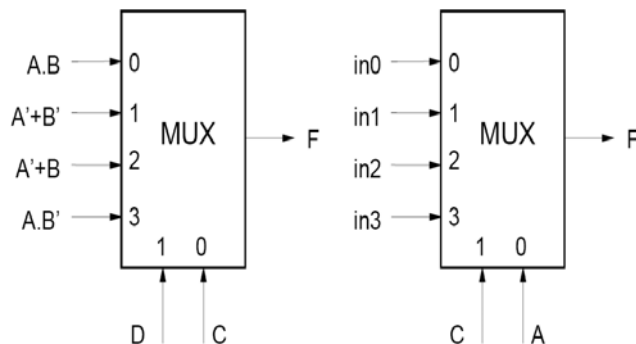
Opgave 7:



De schakeling aangegeven in nevenstaand schema bestaat uit twee tellers, een mod16 en een mod4 counter. Met CNT=1 en LD=0 wordt de teller geactiveerd, als LD=1 wordt de waarde via I geladen. TC wordt 1 als de teller op de maximale waarde staat. Beide tellers hebben dezelfde klokpuls. Als x=1, wat geldt dan voor de cyclus by uitgang y?

- a. 4 klokpulsen 1 en 22 klokpulsen 0
- b. 4 klokpulsen 1 en 28 klokpulsen 0
- c. 5 klokpulsen 1 en 23 klokpulsen 0
- d. 1 klokpuls 1 en 32 klokpulsen 0

Opgave 8:



Met behulp van een multiplexer wordt de functie $F(A,B,C,D)$ gemaakt. Wat moet er als in2 worden aangeboden om voor beide MUX schakelingen identieke uitgangen $F(A,B,C,D)$ te realiseren?

- a. D
- b. $D' + B$
- c. D'
- d. B'

Opgave 9:

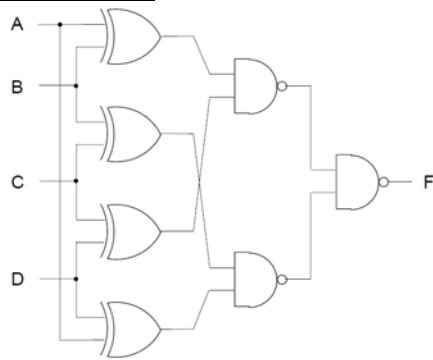
Schrijf de functie $f(x_3, x_2, x_1, x_0)$, waarvoor geldt dat hij 1 is wanneer $x_3x_2 \geq x_1x_0$, in de maxtermvorm $\Pi M(\dots)$. Hierin zijn de x_3x_2 en x_1x_0 unsigned 2-cijferige binaire getallen.

- a. $\Pi M(1, 2, 3, 6, 7, 10)$
- b. $\Pi M(1, 2, 3, 6, 7, 11)$
- c. $\Pi M(1, 2, 3, 6, 7, 13)$
- d. $\Pi M(1, 2, 3, 6, 7, 15)$

Opgave 10:

In een schakeling met 3 D-flipflops A, B, en C wordt de D-ingang van flipflop B bestuurd door een signaal met formule $A.B + C'$. Als deze D flipflop door een J-K flipflop wordt vervangen, wat zijn dan de formules voor de J en voor de K ingang van deze flipflop B?

	J	K
a.	$A.B + C'$	$C' + A.B$
b.	$A + C'$	C
c.	$A.B$	$C.(A' + B')$
d.	C'	$A'.C$

Opgave 11:

Bepaal de functie $F(A,B,C,D)$ van het poortnetwork en schrijf F als een produkt van sommen.

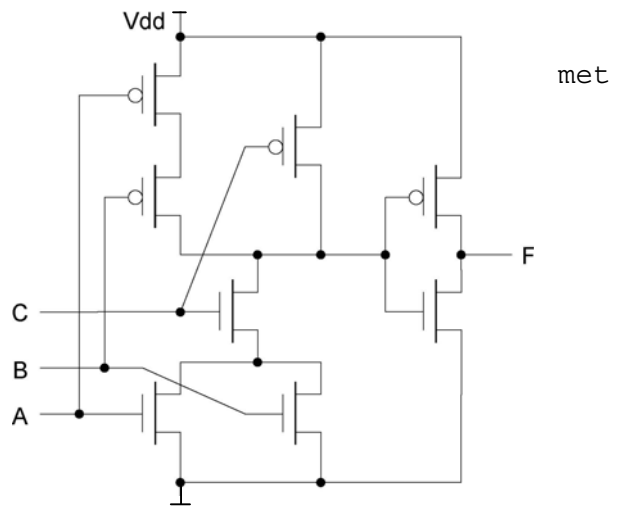
- a. $(A+B+C'+D')(A+B'+C+D')(A+B'+C'+D) \cdot (A'+B+C+D')(A'+B+C'+D)(A'+B'+C+D)$
- b. $(A+B+C)(A+B+D)(A'+B'+C')(A'+B'+D') \cdot (A+C+D)(B+C+D)(A'+C'+D')(B'+C'+D')$
- c. $(A'+B)(A+B')(C'+D)(C+D') \cdot (A'+C)(A+C')(B'+D)(B+D')$
- d. $(A+B+C)(A+B+D)(A+C+D)(B+C+D)$

Opgave 12:

Nevenstaand schema geeft de opbouw van een logische functie MOS transistoren weer.

Wat is de bij dit schema behorende formule?

- a. $F = A.B + C$
- b. $F = A'.B' + C'$
- c. $F = (A + B).C$
- d. $F = (A' + B').C'$

**Opgave 13:**

Welk van de 4 volgende optellingen van 8 bits two's complement getallen zal een overflow geven?

- | | |
|--|--|
| a. $\begin{array}{r} 00010000 \\ 01110000 + \end{array}$ | b. $\begin{array}{r} 10100000 \\ 01110000 + \end{array}$ |
| c. $\begin{array}{r} 00100000 \\ 11111111 + \end{array}$ | d. $\begin{array}{r} 11000111 \\ 11110111 + \end{array}$ |

Opgave 14:

Hoeveel (verschillende) getallen zijn er, waarvan de waarde in het 8-tallig stelsel met 4 cijfers moet worden geschreven, maar die in het 10-tallig stelsel met 3 cijfers kan worden geschreven?

- a. 511_{10}
- b. 871_{10}
- c. 256_{10}
- d. 488_{10}

Opgave 15:

Als toestandstabel is gegeven:

PS	x=0	x=1
A	D,0	E,1
B	G,0	A,0
C	B,0	C,0
D	G,0	A,0
E	B,0	C,0
F	D,0	E,0
G	H,0	F,0
H	H,0	F,0

Nevenstaand toestandstabel beschrijft een machine met 1 ingang $x \in \{0,1\}$ en 1 uitgang $z \in \{0,1\}$. Uit een reeks achtereenvolgens binnenkomende bit x_i kan een bitpatroon herkend worden, wat aangegeven wordt met $z=1$. Hierbij kan het patroon overlappend zijn, dat betekent dat een herkend patroon al weer een gedeelte van het volgende te herkennen patroon kan bevatten. Welk bitpatroon $x_{i+3} x_{i+2} x_{i+1} x_i$ wordt door de machine herkend?

- a. 1100
- b. 0011
- c. 1101
- d. 1011

Opgave 16:

De formule $F = (A.D + B.C' + B.D + A.C')'$ is te vereenvoudigen tot:

- a. $A.B + C'D$
- b. $A'.B + C'.D$
- c. $A'.C + B'.D'$
- d. $A'.B' + C.D'$

Opgave 17:

Bij het opschrijven van een hexidecimaal getal slaat iemand 1 cijfer over. Hierdoor wordt het getal 20096_{10} (decimaal) kleiner. Wat is het cijfer dat niet opgeschreven is ?

- a. 9
- b. A
- c. B
- d. C

Opgave 18:

Iemand maakt een decimale teller in de excess-3 code met 4 T-flipflops. De 4 flipflops Y_3, Y_2, Y_1, Y_0 doorlopen achtereenvolgens cyclisch de excess-3 code 0011, 0100 1011 1100 0011 enz. Wat is de formule van de aansturing van Y_2 ?

- a. $y_0 y_1 y_2' + y_3' (y_0' + y_1')$
- b. $y_0 y_1 + y_2 y_3$
- c. $y_0 \oplus y_1$
- d. $y_0 y_1 \oplus y_2 y_3'$

Opgave 19:

Specificatie van een 1_of_2_opteller is:

Inputs: $0 \leq x \leq 63$

$s \in \{1, 2\}$

Outputs $0 \leq z \leq 63$

Functie $z = \begin{cases} (x+1) \bmod 64 & \text{if } s = 1 \\ (x+2) \bmod 64 & \text{otherwise} \end{cases}$

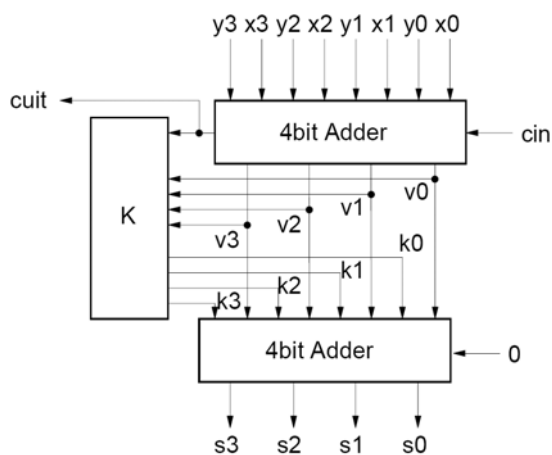
Voor de codering worden de bitvectoren x en z afgebeeld op getallen x_i en z_i in het 2-tallig stelsel, en

s	s_0
1	0
2	1

Wat is de juiste expressie voor z_5 ?

- a. $x_5 \oplus (x_4' + x_3' + x_2' + x_1') \cdot s_0' \cdot x_0'$
- b. $x_5 \oplus x_4 \cdot x_3 \cdot x_2 \cdot x_1 \cdot s_0' \cdot x_0'$
- c. $x_5 \oplus (x_4' + x_3' + x_2' + x_1') \cdot (s_0 + x_0)$
- d. $x_5 \oplus x_4 \cdot x_3 \cdot x_2 \cdot x_1 \cdot (s_0 + x_0)$

Opgave 20:



Nevenstaand schema geeft een optelsectie in het 10-tallig stelsel aan. De 2 op te tellen cijfers zijn hier aangegeven door $x_3x_2x_1x_0$ en $y_3y_2y_1y_0$ en gecodeerd in de excess-3 code. Ook de som $s_3s_2s_1s_0$ is volgens de excess-3 code opgebouwd. De ingaande carry cin heeft gewicht 1, terwijl de uitgaande carry een gewicht van 10 heeft zoals dat in het 10-tallig stelsel gebruikelijk is. Om na de optelling het goede antwoord te krijgen moet gecorrigeerd worden met $k_3k_2k_1k_0$. Wat moet voor

$k_3k_2k_1k_0$ worden gesubstitueerd?

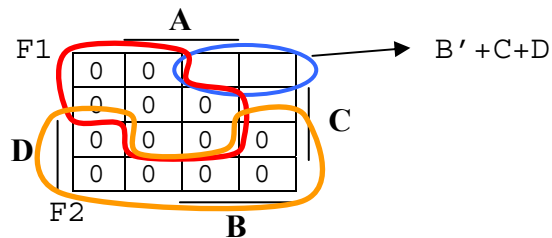
- a. 0, v_0 , v_0 , 0
- b. 0, $cuit$, $cuit$, v_0
- c. 1, 1, 0, 1
- d. $cuit'$, $cuit'$, $cuit$, 1

Antwoorden en Uitwerkingen

Opgave		Opgave		Opgave		Opgave	
1	B	6	A	11	B	16	D
2	C	7	C	12	C	17	C
3	B	8	C	13	A	18	B
4	A	9	B	14	D	19	D
5	C	10	D	15	C	20	D

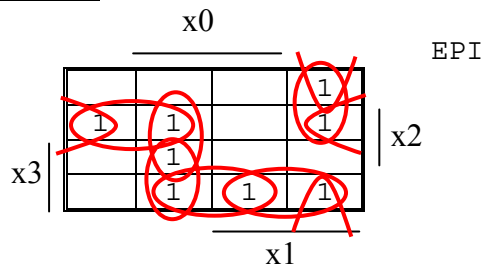
Opgave 1: (b)

Let op: de enable ingangen van de tri-state buffers zijn geïnverteerd. Dus is het van belang om te weten wanneer functies F1 en F2 nul zijn. De functie F1 en F2 staan al in product van somtermen notatie en kunnen dus makkelijk in een Karnaugh-map worden geplaatst:



De antwoorden kunnen als maxtermen (de nullen) worden gelezen en deze kunnen eenvoudig worden geplaatst binnen de getoonde Karnaugh-map. Hieruit kan worden gelezen dat antwoord $B' + C + D$ het enige antwoord is waarbij de nullen niet samenvallen met die van F1 en F2.

Opgave 2: (c)



Hieruit is af te lezen dat er 8 PI's zijn en dat er geen enkele essentieel is omdat elke 1 door minstens twee PI worden gecovered.

Opgave 3: (b)

x3	x2	x1	x0	$A = x1 + x0$	$B = x3 + x2$	$C = A \oplus B$	$D = x1 \cdot x0'$	$C + D$	j
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	1	0	1	1
0	0	1	0	1	0	1	1	1	2
0	0	1	1	1	0	1	0	1	3
0	1	0	0	0	1	1	0	1	4
0	1	0	1	1	1	0	0	0	5
0	1	1	0	1	1	0	1	1	6
0	1	1	1	1	1	0	0	0	7
1	0	0	0	0	1	1	0	1	8
1	0	0	1	1	1	0	0	0	9
1	0	1	0	1	1	0	1	1	10
1	0	1	1	1	1	0	0	0	11
1	1	0	0	0	1	1	0	1	12
1	1	0	1	1	1	0	0	0	13
1	1	1	0	1	1	0	1	1	14
1	1	1	1	1	1	0	0	0	15

Opgave 4: (a)

CYCLE					(NOR)	UITGANGEN		
	D	C	B	A	z	EXOR	AND	EXOR
0	0	0	1	1	1	0	0	1
1	1	0	0	1	0	1	0	1
2	1	1	0	0	0	0	0	0
3	0	1	1	0	0	1	1	1
4	1	0	1	1	0	1	1	0
5	0	1	0	1	0	1	0	1
6	1	0	1	0	0	1	1	1
7	1	1	0	1	0	0	0	1
8	1	1	1	0	0	0	0	0
9	0	1	1	1	0	1	1	0
10	0	0	1	1	1			

Opgave 5: (c)

Langste pad is duidelijk door de EXOR & AND & EXOR poorten met daarbij opgeteld de omslagtijd en setuptijd van de shiftregisters:
 $11 + 9 + 11 + 4 + 10 = 45 \text{ nsec} \rightarrow 22.22 \text{ MHz} \rightarrow \text{maximaal } 22 \text{ MHz}$

Opgave 6: (a)

Eerst beschouwen we de uitgangen om de 1-equivalentie te bepalen. Er blijken 2 klassen van states te zijn waarbij de uitgang hetzelfde reageert op de ingangswaarde. We kijken vervolgens voor elke state tot welke klasse de volgende state behoort, afhankelijk van de ingangswaarde.

	1						2		
	(A	B	D	E	G	H)	(C	F)	1-equiv
X=0	1	1	1	2	1	1	1	1	
X=1	1	2	1	1	1	1	1	2	

Hieruit blijkt dat klasse (A B C D E G H) zich splitst in 2 aparte klassen (A B C E G) en (D H) die dus niet meer 2-equivalent zijn.

	1				2	3	4	5	
	(A	D	G	H)	(B)	(E)	(C)	(F)	2-equiv
X=0	2	1	2	1					
X=1	3	1	3	1					

Vervolgens blijkt dat klasse (A B C E G) zich splitst:

	1		2		3	4	5	6	
	(A	G)	(D	H)	(B)	(E)	(C)	(F)	3-equiv

Hieruit kan worden afgeleid dat alleen toestanden D en G wel 2-equivalent en niet 3-equivalent zijn.

Opgave 7: (c)

aantal klokcycli	mod-16 counter				mod-4 counter			
	S3	S2	S1	S0	TC	S1	S0	TC = y
13	0	0	1	1	0	0	1	0
	...				0	0	1	0
	1	1	1	1	1	0	1	0
9	0	1	1	1	0	1	0	0
	...				0	1	0	0
	1	1	1	1	1	1	0	0
5	1	0	1	1	0	1	1	1
	...				0	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	0	0

↓
tijd

Opgave 8: (c)

Uit de eerste mux kan worden afgelezen dat de F moet zijn:
 $A.B.C'D' + (A'+B').C.D' + (A'+B).C'D + A.B'.C.D$. Dit resulteert in de volgende Karnaughmap:

		A			
		0	0	1	0
C	C	1	1	0	1
	D	0	1	0	0
		1	0	1	1
		B			

in2 op de tweede mux betekent dat C=1 en A=0 → dus de omkaderde waarden. Hieruit kan eenvoudigweg worden afgelezen dat de expressie D' is. Het invullen van C=1 en A=0 in de logische expressie van F resulteert in dezelfde antwoord.

Opgave 9: (b)

x3	x2	x1	x0	z	j
0	0	0	0	1	0
0	0	0	1	0	1
0	0	1	0	0	2
0	0	1	1	0	3
0	1	0	0	1	4
0	1	0	1	1	5
0	1	1	0	0	6
0	1	1	1	0	7
1	0	0	0	1	8
1	0	0	1	1	9
1	0	1	0	1	10
1	0	1	1	0	11
1	1	0	0	1	12
1	1	0	1	1	13
1	1	1	0	1	14
1	1	1	1	1	15

Opgave 10: (d)

De volgende Karnaughmap kan worden opgesteld als we voor B een D flipflop gebruiken.

B(new) :

	A			
	1	1	1	1
C	0	0	1	0
	B(old)			

Dit kan worden vertaald naar de volgende J,K Karnaughmaps gebruik makende van de excitatie functies:

J(new) :

	A			
	1	1	-	-
C	0	0	-	-
	B			

K(new) :

	A			
	-	-	0	0
C	-	-	0	1
	B			

Dus: $J = C'$ en $K = A'C$.

Opgave 11: (b)

De laatste NAND kan worden geconverteerd naar een OR met geïnverteerde ingangen en deze heffen de inverse van de ervoor liggende NAND poorten - resulterende in normale AND poorten.

$$\begin{aligned}
 F &= (A \oplus B) \cdot (C \oplus D) + (B \oplus C) \cdot (A \oplus D) \\
 &= \dots = A'BC'D + A'BCD' + AB'C'D + AB'CD' + \\
 &\quad A'B'CD + AB'CD' + A'BC'D + ABC'D'
 \end{aligned}$$

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

Dit resulteert dus in de volgende product van somtermen:

$$\begin{aligned}
 &(A+B+C) \cdot (A+B+D) \cdot (A'+B'+C') \cdot (A'+B'+D') \cdot \\
 &(A+C+D) \cdot (B+C+D) \cdot (A'+C'+D') \cdot (B'+C'+D')
 \end{aligned}$$

Opgave 12: (c)

De eerste sectie vanaf links zal een logische 0 geven wanneer en alleen wanneer $(A + B) \cdot C$ is 1 (pad naar aarde via de nmos transistors en geen pad naar vdd via de pmos transistors). Het resultaat wordt geïnverteerd door de 2^e sectie, dus $F = 1$ wanneer en alleen wanneer $(A + B) \cdot C$ is 1.

Opgave 13: (a)

Opgave 14: (d)

Alle getallen boven 512 moeten met 4 cijfers in het 8-tallig stelsel worden geschreven. Van 512 tot en met 999 kunnen met 3 decimale cijfers worden geschreven $\rightarrow 1000 - 512 = 488$ cijfers.

Opgave 15: (c)

Na het tekenen van de toestandsdiagram kan makkelijk worden afgelezen dat de patroon 1101 is.

Opgave 16: (d)

Na invullen van nullen als mintermen - gezien de inverse aan het eind van de expressie - kan de volgende Karnaughmap worden bepaald:

		A				
		1	0	0	0	
C		1	1	1	1	
C		1	0	0	0	D
		1	0	0	0	D
		B				

De expressie die hierbij hoort is: $F = A'B' + CD'$

Opgave 17: (c)

$$\begin{aligned}
 (C_{n-1} \dots C_{x+1} C_x C_{x-1} \dots C_0) - (C_{n-1} \dots C_{x+1} C_{x-1} \dots C_0) &= 20096_{10} \\
 ((C_{n-1} \dots C_{x+1} C_x) - (C_{n-1} \dots C_{x+1})) \cdot 16^x &= 20096_{10} \quad (x=1) \\
 (C_{n-1} \dots C_{x+1}) \cdot (16-1) + C_x &= 1256_{10} \\
 C_x = 1256 \pmod{15} &= 11_{10} = B_{16}
 \end{aligned}$$

Opgave 18: (b)

j	y3	y2	y1	y0	Y3	Y2	Y1	Y0	TOGGLE?
3	0	0	1	1	0	1	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1	0	1	0
5	0	1	0	1	0	1	1	0	0
6	0	1	1	0	0	1	1	1	0
7	0	1	1	1	1	0	0	0	1
8	1	0	0	0	1	0	0	1	0
9	1	0	0	1	1	0	1	0	0
10	1	0	1	0	1	0	1	1	0
11	1	0	1	1	1	1	0	0	1
12	1	1	0	0	0	0	1	1	1

Deze waarden in een Karnaughmap zetten levert het volgende op:

T(Y2)

		y0				
		-	-	1	-	
y2		0	0	1	0	
y2		1	-	-	-	y3
		0	0	1	0	y3
		y1				

De logische expressie is dan : $y_0y_1 + y_2y_3$

Opgave 19 : (d)

In welke gevallen verandert z_5 van waarde ten opzichte van x_5 ?
Dat zijn de volgende gevallen:

	x_5	x_4	x_3	x_2	x_1	x_0	s_0	→	z_5	z_4	z_3	z_2	z_1	z_0
-	0	1	1	1	1	0	1	(+2)	1	0	0	0	0	0
-	0	1	1	1	1	1	0	(+1)	1	0	0	0	0	0
-	0	1	1	1	1	1	1	(+2)	1	0	0	0	0	1
-	1	1	1	1	1	0	1	(+2)	0	0	0	0	0	0
-	1	1	1	1	1	1	0	(+1)	0	0	0	0	0	0
-	1	1	1	1	1	1	1	(+2)	0	0	0	0	0	1

Hieruit kan worden gelezen dat $z_5 = x_5 \oplus x_4 \cdot x_3 \cdot x_2 \cdot x_1 \cdot (s_0 + x_0)$

Opgave 20: (d)

De excess-3 code heeft de eigenschap dat het binair de volgende waarde voorstelt "binair($X+3$)". Als dus twee getallen worden opgeteld, dan zal $v_3v_2v_1v_0$ een binaire waarde "binair($X+Y+6$)" voorstellen, dus kunnen we de volgende tabel samenstellen.

Bv. om van een 6 een 3 te maken moeten we daar 13 (1101) bij optellen en om van een 0 een 3 te maken moeten we daar 3 (0011) bij optellen.

Getal	C_u	$v_3v_2v_1v_0$	$s_3s_2s_1s_0$	cuit	$k_3k_2k_1k_0$
0	0	0110 (6)	0011 (3)	0	1101
1	0	0111 (7)	0100 (4)	0	1101
2	0	1000 (8)	0101 (5)	0	1101
3	0	1001 (9)	0110 (6)	0	1101
4	0	1010 (10)	0111 (7)	0	1101
5	0	1011 (11)	1000 (8)	0	1101
6	0	1100 (12)	1001 (9)	0	1101
7	0	1101 (13)	1010 (10)	0	1101
8	0	1110 (14)	1011 (11)	0	1101
9	0	1111 (15)	1100 (12)	0	1101
10	1	0000 (0+16)	0011 (3)	1	0011
11	1	0001 (1+16)	0100 (4)	1	0011
12	1	0010 (2+16)	0101 (5)	1	0011
13	1	0011 (3+16)	0110 (6)	1	0011
14	1	0100 (4+16)	0111 (7)	1	0011
15	1	0101 (5+16)	1000 (8)	1	0011
16	1	0110 (6+16)	1001 (9)	1	0011
17	1	0111 (7+16)	1010 (10)	1	0011
18	1	1000 (8+16)	1011 (11)	1	0011

Hieruit is makkelijk te lezen dat $k_3 = \text{cuit}'$, $k_2 = \text{cuit}'$, $k_1 = \text{cuit}$, en dat $k_0 = 1$ zijn.