

Digital Systems (Exam)

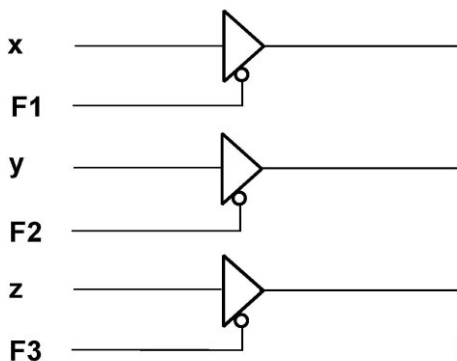
(TI2725-B)

Wednesday 30 October 2013 - (14:00 - 17:00)

Directions for filling in the answer sheet:

- Fill in the answer sheet using a pencil (eraser allowed) or ballpoint. (ensure high enough contrast when "coloring" the boxes)
 - Do not forget your name, student number, and signature.
 - Fill in your student number in code also and double check.
 - In case an answer is unknown it is better to guess than to leave open.
 - Do not fill in the code figures in the lower right corner.
 - **Start with answering the "easiest" questions first!!**
 - In case you do not understand a question, ask the lecturer present.
 - In case of cheating, no grade will be given and you will be reported.
-

Opgave 1: (Question 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?

(English: Three random signals x , y , and z are connected to a bus-line via TRI-state buffers (see figure). 2 driver functions are given as follows: $F1=(A' + C') \cdot (B + D)$ and $F2=(C + D') \cdot (A + D')$. Which driver function $F3$ can be used that ensure correct functioning of the given circuit?)

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

Opgave 2: (Question 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?

(English: Consider the function $f(x_3, x_2, x_1, x_0) = \sum m(2, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13)$. What is the number of prime implicants (PI) and essential prime implicants (EPI) in this function?)

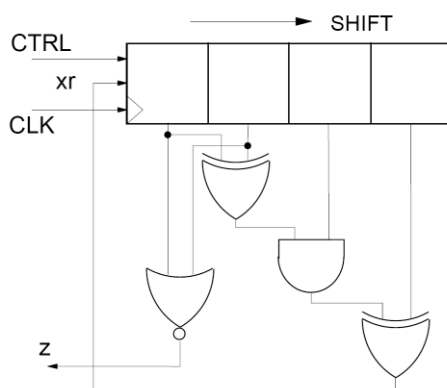
- a. 6 PI's en 2 EPI's
- b. 6 PI's en 3 EPI's
- c. 8 PI's en 0 EPI's
- d. 8 PI's en 4 EPI's

Opgave 3: (Question 3)

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

- 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: (Question 4)



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

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). (English: In the figure, a circuit is depicted consisting of a shift register and several gates, and with output z. Assuming T_p to be the period of a clock pulse, what is the time duration between two rising edges of output z expressed in T_p ? (Start in state 0011))

Opgave 5: (Question 5)

Van bovenstaand schema (gegeven in opgave 4) zijn voor de poorten de volgende tijden gegeven: (English: In the circuit above (see Question 4), the following timings are given for the gates:)

delay XOR: 10 nsec.
 delay NOR: 15 nsec.
 delay AND: 8 nsec.

en voor het schuifregister: (English: and for the shift register:)

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

Wat is de maximale klokpulsfrequentie waarbij het systeem nog goed kan werken? (English: What is the maximum clock frequency at which the system can still correctly function?)

- a. 29 MHz b. 23 MHz c. 22 MHz d. 21 MHz

Opgave 6: (Question 6)

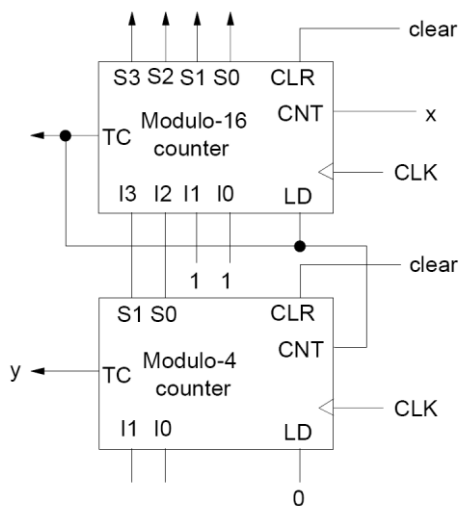
Als toestandstabel is gegeven: (English: Given the following state transition table:)

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
NS, z		

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? (English: In this table, x is an input and z an output with $x, z \in \{0,1\}$. Which pair of states is **indeed** 2-equivalent, but **not** 3-equivalent?)

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

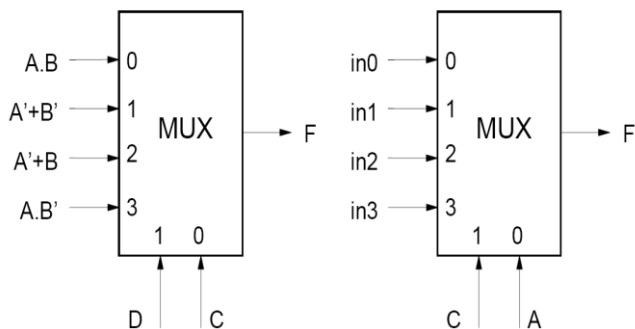
Opgave 7: (Question 7)



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 klok puls. Als x=1, wat geldt dan voor de cyclus bij uitgang y? (English: In the given figure, a circuit is given that comprises two counters: a mod16 and a mod4 counter. When CNT=1 and LD=0 the counter is activated, and when LD=1 the value I is loaded. **TC becomes 1 when the counter contains the maximum value.** Both counters have the same clock pulse. If x=1, what can be said about the cycle of output y?)

- 4 klokpulsen 1 en 22 klokpulsen 0 (4 clock pulses 1 and 22 clock pulses 0)
- 4 klokpulsen 1 en 28 klokpulsen 0 (4 clock pulses 1 and 28 clock pulses 0)
- 5 klokpulsen 1 en 23 klokpulsen 0 (5 clock pulses 1 and 23 clock pulses 0)
- 1 klokpuls 1 en 32 klokpulsen 0 (1 clock pulse 1 and 32 clock pulses 0)

Opgave 8: (Question 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? (English: Using a multiplier, function $F(A,B,C,D)$ is implemented. What needs to be provided at in2 in order to realize identical outputs $F(A,B,C,D)$ for both circuits?)

- D
- $D' + B'$
- D'
- B'

Opgave 9: (Question 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 $\prod M(\dots)$. Hierin zijn de x_3x_2 en x_1x_0 unsigned 2-cijferige binaire getallen.

(English: Write function $f(x_3, x_2, x_1, x_0)$, for which it is assumed to be 1 when $x_3x_2 \geq x_1x_0$, in maxterm notation. Here, x_3x_2 and x_1x_0 are represented as unsigned 2-bit binary values.)

- $\prod M(1, 2, 3, 6, 7, 10)$
- $\prod M(1, 2, 3, 6, 7, 11)$
- $\prod M(1, 2, 3, 6, 7, 13)$
- $\prod M(1, 2, 3, 6, 7, 15)$

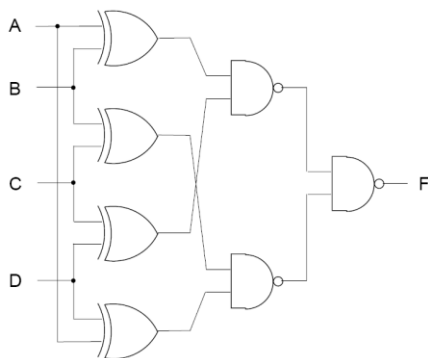
Opgave 10: (Question 10)

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?

(English: In a circuit with 3 D-flipflops A, B, and C, the D-input of flipflop B is being driven by a signal with the expression $A.B+C'$. When this D-flipflop is being replaced by a JK-flipflop, what are the expressions for the J and the K input of this floplop 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: (Question 11)



Bepaal de functie $F(A,B,C,D)$ van het poort-netwerk en schrijf F als een product van sommen. (English: Derive the function $F(A,B,C,D)$ of the given gate network and write function F as a product of sums.)

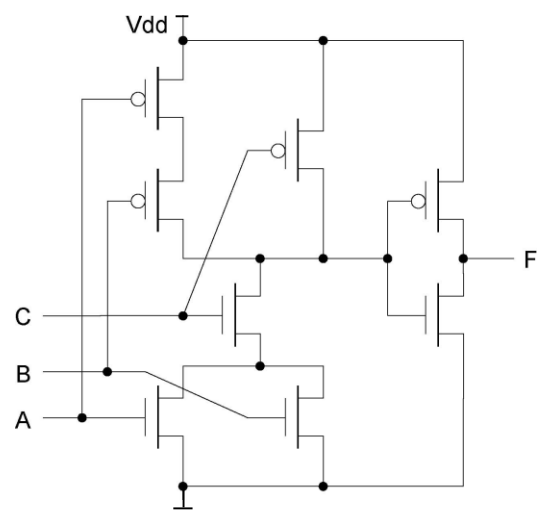
- a. $(A+B+C'+D')(A+B'+C+D')(A+B'+C'+D).(A'+B+C+D')(A'+B+C'+D)(A'+B'+C+D)$
- b. $(A+B+C)(A+B+D)(A'+B'+C')(A'+B'+D').(A+C+D)(B+C+D)(A'+C'+D')(B'+C'+D')$
- c. $(A'+B)(A+B')(C'+D)(C+D').(A'+C)(A+C')(B'+D)(B+D')$
- d. $(A+B+C)(A+B+D)(A+C+D)(B+C+D)$

Opgave 12: (Question 12)

Nevenstaand schema geeft de opbouw van een logische functie met MOS transistoren weer. Wat is de bij dit schema behorende formule?

(English: The given figure represents a logical operation with MOS transistors. What is the corresponding expression?)

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



Opgave 13: (Question 13)

Welk van de 4 volgende optellingen van 8 bits two's complement getallen zal een overflow geven? (English: Which of the following four additions of 8 bit 2's complement numbers will produce an overflow?)

- | | |
|--|--|
| 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: (Question 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? (English: How many (different) numbers exists that need 4 digits in the octals number system, but only 3 digits in the decimal number system?)

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

Opgave 15: (Question 15)

Gegeven de volgende twee VHDL codes: (English: Given the following two VHDL codes:)

<pre>Code1: process (clk) -- CODE 1 begin if (reset = '1') then z <= '0'; elsif (clk'event and clk = '1') then z <= ingang; end if; end process;</pre>	<pre>Code2: process (clk,reset) -- CODE 2 begin if (clk'event and clk = '1') then if (reset = '1') then z <= '0'; else z <= ingang; end if; end if; end process;</pre>
--	--

Er worden twee uitspraken gedaan over het simuleren van de twee codes: (English: Two statements are made about the simulation of both codes:)

1. Tijdens simulatie gedraagt code 1 zich als een D-flipflop met een asynchrone reset. (English: During simulation, code 1 behaves as a D-flipflop with an asynchronous reset.)
2. Tijdens simulatie gedraagt code 2 zich als een D-flipflop met een synchrone reset. (English: During simulation, code 2 behaves as a D-flipflop with a synchronous reset.)

Welke van deze uitspraken is waar/onwaar?

(English: which of these statements are true/false?)

- a. Uitspraak 1: onwaar/false, Uitspraak 2: onwaar/false
- b. Uitspraak 1: onwaar/false, Uitspraak 2: waar/true
- c. Uitspraak 1: waar/true, Uitspraak 2: onwaar/false
- d. Uitspraak 1: waar/true, Uitspraak 2: waar/true

Opgave 16: (Question 16)

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

(English: The expression $F = (A.D + B.C' + B.D + A.C')'$ can be simplified to:)

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

Opgave 17: (Question 17)

Gegeven de volgende VHDL code: (English: Given the following VHDL code:)

```
lbl1: process (clk)
begin
    if (clk'event and clk = '1') then
        a <= b; -- regel 1
        c <= a; -- regel 2
    end if;
end process;
```

Uitgaande dat voor tijdstip 10 ns de signalen a en c de waarde '0' hebben en b de waarde '1', wordt op tijdstip $t = 10$ ns het process gestart door een opgaande clk-flank. Verder is de klok-periode van clk 10 ns. Op welk eerstvolgende tijdstip (in de simulatie) zal signaal c de waarde '1' aannemen?

(English: We assume that at time 10 ns, signals a and c have the value '0' and b has the value '1' and that at time 10 ns, the process is started by a rising edge of the clk-signal. Furthermore, the clock period is 10 ns. At which subsequent time (in simulation) will signal c change into value '1'?)

- a. 10 ns
- b. $10 \text{ ns} + \Delta$
- c. 20 ns
- d. $20 \text{ ns} + \Delta$

Korte uitleg excess-3 code: De excess-3 code wordt gebruikt om decimale waarden 0, ..., 9 te representeren in binaire vorm met "waarde + 3". Bv., de waarde 0 wordt gerepresenteerd door 0011.

(English: Short explanation of excess-3 code: The excess-3 code is being used to represent decimal values 0, ..., 9 in binary format with "value + 3". For example, the value 0 is being represented by 0011.)

Opgave 18: (Question 18)

Iemand maakt een decimale teller in de excess-3 code met 4 T-flipflops. De 4 flipflops Y3,Y2,Y1,Y0 doorlopen achtereenvolgens cyclisch de excess-3 code 0011, 0100,, 1011, 1100, 0011 enz. Wat is de formule van de aansturing van Y2?

(English: Someone is implementing a decimal counter using excess-3 codes with 4 T-flipflops. The 4 T-flipflops Y3,Y2,Y1,Y0 cycle through the excess-3 code 0011, 0100,, 1011, 1100, 0011, etc. What is the expression to drive Y2?)

- a. $y_0y_1y_2' + y_3'(y_0' + y_1')$
- b. $y_0y_1 + y_2y_3$
- c. $y_0 \oplus y_1$
- d. $y_0y_1 \oplus y_2y_3'$

Opgave 19: (Question 19)

Specificatie van een 1_of_2_opteller is:

(English: The specification of a 1_or_2_adder is:)

Inputs: $0 \leq x \leq 63$

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

Outputs $0 \leq z \leq 63$

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

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

(English: The bit vectors x and z are represented by x_i and z_i according to the binary number system, and:)

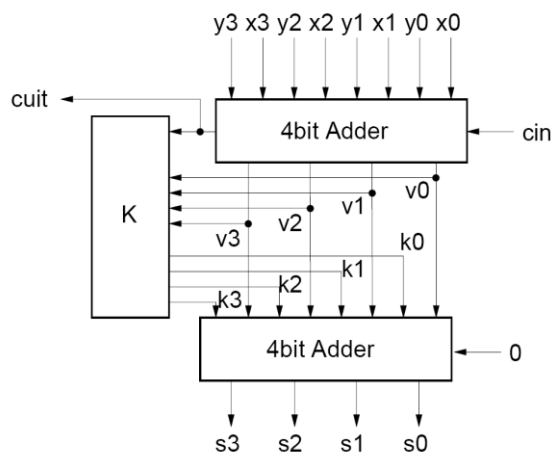
s	s_0
1	0
2	1

Wat is de juiste expressie voor z_5 ?

(English: What is the correct expression for 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: (Question 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 (**niet** de waarde 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?

(English: In the given circuit (above), an adder section for the decimal number system is depicted. The 2 to-be-added values are represented by $x_3x_2x_1x_0$ and $y_3y_2y_1y_0$ and are coded using the excess-3 code. Moreover, the sum $s_3s_2s_1s_0$ is also coded according to the excess-3 code. The carry in cin has a weight of 1 (**not** value 1), while the carry out $cuit$ has the weight of 10 as it is usual in the decimal number system. In order to ensure that the outcome of addition is correct, a correction is needed using $k_3k_2k_1k_0$. What needs to be substituted for $k_3k_2k_1k_0$?)

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