

Lösningförslag/facit till Tentamen

TSEA22 Digitalteknik
24 oktober, 2013, kl. 14.00-18.00

Tillåtna hjälpmedel: Inga.

Ansvarig lärare: Mattias Krysanter, tel 013-282198.

Totalt: 50 poäng.
Preliminära betygsgränser:
Betyg 3: 21 poäng
Betyg 4: 31 poäng
Betyg 5: 41 poäng

Uppgift 1. Notera att

$$y = G(a, b) = a \oplus (a + b) = a'b \quad (1)$$

NOT, AND och OR kan konstrueras som följer:

$$y = G(a, 1) = a \oplus (a + 1) = a \oplus 1 = a'$$

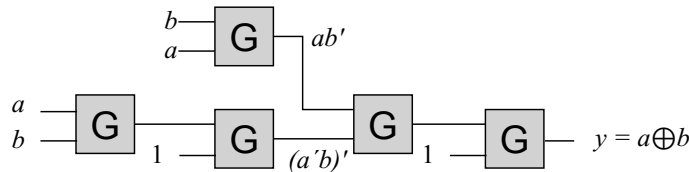
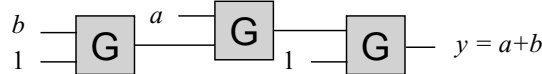
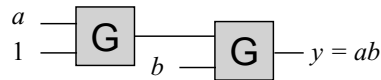
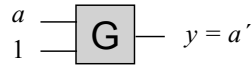
$$y = G(G(a, 1), b) = G(a', b) = ab$$

$$y = G(G(a, G(b, 1)), 1) = G(G(a, b'), 1) = G(a'b', 1) = (a'b')' = a + b$$

XOR kan konstrueras genom att använda (1) och att

$$a \oplus b = (ab' + a'b)'' = ((ab')'(a'b))'$$

Kretsarna blir



Uppgift 2. Systemets tillståndstabell:

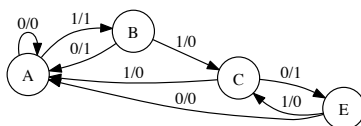
	$x = 0$	$x = 1$
A	A/0	B/1
B	D/1	C/0
C	E/1	D/0
D	A/0	B/1
E	F/0	C/0
F	D/0	B/1

Steg i lösningen:

- 1-ekvivalensklasser: $\{A, D, F\}$, $\{B, C\}$, $\{E\}$
- 2-ekvivalensklasser: $\{A, D, F\}$, $\{B\}$, $\{C\}$, $\{E\}$
- 3-ekvivalensklasser: $\{A, D, F\}$, $\{B\}$, $\{C\}$, $\{E\}$

Låt A beteckna det sammanslagna tillståndet. Då blir den minimerade tillståndstabellen och grafen:

	$x = 0$	$x = 1$
A	A/0	B/1
B	A/1	C/0
C	E/1	A/0
E	A/0	C/0

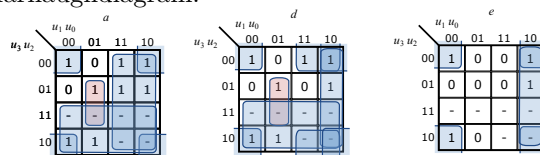


Uppgift 3. Funktionstabell, Karnaughdiagram samt Booleska uttryck för utsignalerna a , d och e :

Funktionstabell:

$u_3 u_2 u_1 u_0$	ade
0000	111
0001	000
0010	111
0011	110
0100	000
0101	110
0110	111
0111	100
1000	111
1001	110
f.ö.	—

Karnaughdiagram:

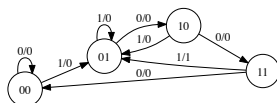


Den rödmarkerade ringningen i diagrammet för a har avsiktligt valts icke-maximal för att kunna utnyttja grinddelning med den röda markeringen i diagrammet för d . Uttrycken blir

$$\begin{aligned}
 a &= u_2' u_0' + u_2 u_1' u_0 + u_3 + u_1 \\
 d &= u_2' u_0' + u_2' u_1 + u_1 u_0' + u_2 u_1' u_0 + u_3 \\
 e &= u_2' u_0' + u_1 u_0'
 \end{aligned}$$

Används grinddelning så behövs grindar för $(u_2' u_0)'$, $(u_2 u_1' u_0)'$, $(u_2' u_1)'$, $(u_1 u_0)'$ samt en grind för varje utsignal. Totalt krävs 7 NAND-grindar.

Uppgift 4. Ett tillståndsdigram för funktionen kan se ut som



där tillståndet kallas $q_1 q_0$ och bågarna markeras med variablerna x/u . Starttillståndet är $q_1 q_0 = 00$. Motsvarande tillståndstabell är

$q_1 q_0$	$q_1^+ q_0^+ / u$	
	$x = 0$	$x = 1$
00	00/0	01/0
01	10/0	01/0
10	11/0	01/0
11	00/0	01/1

De minimerade cellerna blir som följer.

Cell 1:

$$q_1 q_0 = 00:$$

$$q_0^+ = x$$

Cell 2:
 $q_1 q_0 = 00$ eller 01 :

$$q_1^+ = q_0 x'$$

$$q_0^+ = x$$

Cell 3:
 $q_1 q_0 = 00$ eller 01 eller 10 :

$$q_1^+ = (q_1 \oplus q_0) x'$$

$$q_0^+ = q_1 + x$$

Cell $i \in \{4, 5, \dots, n-1\}$:

$$q_1^+ = (q_1 \oplus q_0) x'$$

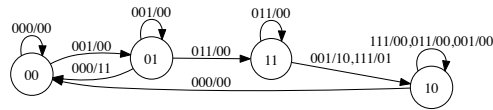
$$q_0^+ = q_1 q_0' + x$$

$$u = q_1 q_0 x$$

Cell n :

$$u = q_1 q_0 x$$

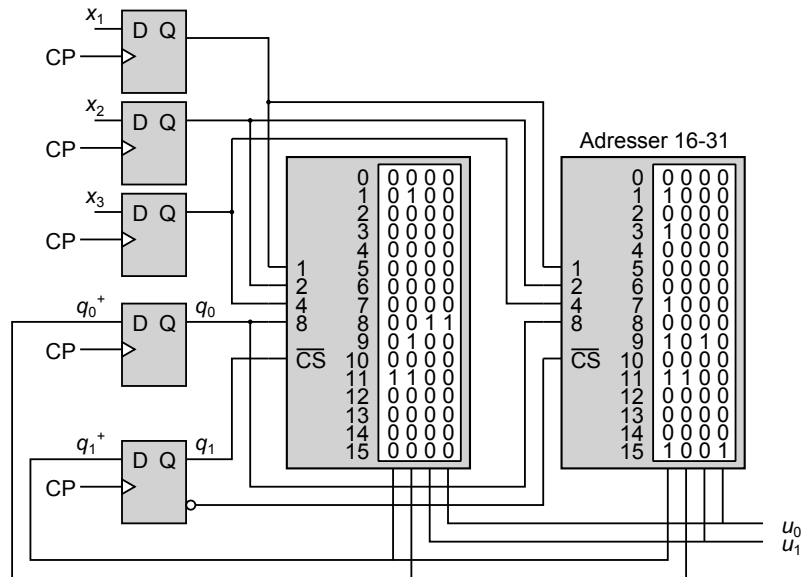
Uppgift 5. Ett tillståndsdigram för funktionen är



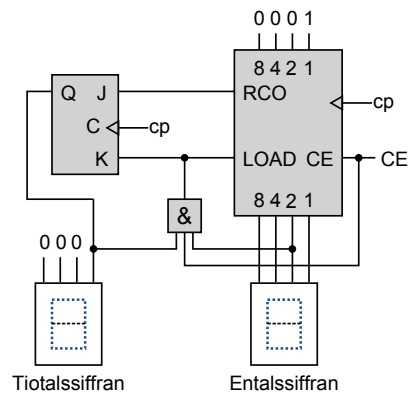
där bågarnas markering indikerar $x_3 x_2 x_1 / u_1 u_0$. Om tillstånden graykodas så är tillståndstabellen

	$q_1 q_0$	$x_3 x_2 x_1$	$q_1^+ q_0^+ / u_1 u_0$
0	00	000	00/00
1	00	001	01/00
8	01	000	00/11
9	01	001	01/00
11	01	011	11/00
16	10	000	00/00
17	10	001	10/00
19	10	011	10/00
23	10	111	10/00
25	11	001	10/10
27	11	011	11/00
31	11	111	10/01
	för övrigt		-/-

Synkronisera de 3 insignalerna med var sin D-vippa. Utöver detta kan myntdetektorn realiserars med 2 PROM och 2 D-vippor enligt:



Uppgift 6. Nedan visas ett exempel på hur kretsen kan konstrueras.



Om tidräkningen börjar på ett så ska räknaren stå på 1 och vippans tillstånd vara 0 vid start. Ingång J på JK-vippans aktiveras när $CE = 1$ och när räknaren är på 9. Detta leder till att JK-vippans tillstånd blir 1 samtidigt som räknarens tillstånd blir 0 vid nästa klockpuls. AND-grinden detekterar fallet att teltalet är 12 och att $CE = 1$. Då skickas en etta in på JK-vippans K-ingång och räknarens LOAD-ingång. Detta gör att räknaren laddar in 1 och att tiotalssiffran nollställs vid nästa klockpuls.