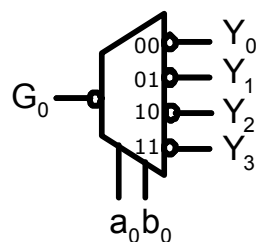


RAZVOJ DIGITALNIH SISTEMOV

Izpit 19. 04. 2013

- Realizirajte funkcijo $f^b = V(1, 2, 4, 7)$ z redundantnimi mintermi pri $V_x(0, 3, 6)$ z enim TTL dekoderm 74139. Dekoder 74139 ima vhod za omogočenje elementa (G) in izhode Y_0, Y_1, Y_2, Y_3 v negativni logiki. Njegovo delovanje povzema spodnja tabela:

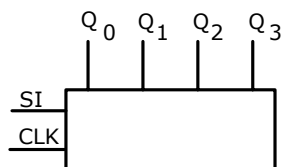
G_0	a_0	b_0	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
1	X	X	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0



- Realizirajte podano funkcijo f z redundantnimi makstermi z enim izbiralnikom 4/1.

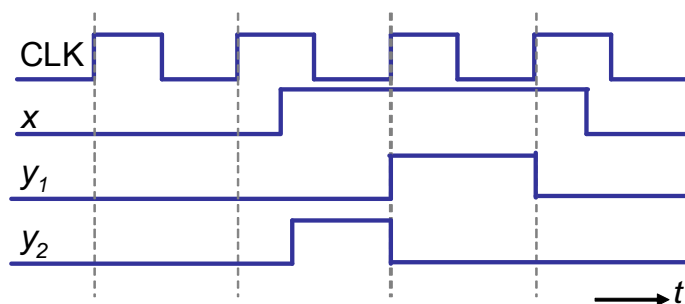
$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \&(1, 2, 5-7, 9, 10, 14) \text{ in } \&_x(0, 4, 11, 13)$$

- Narišite vezje 4-bitnega pomikalnega registra z JK celicami in logičnimi vrati. Register ima zaporedni vhod SI (ang. serial input) in vzporedni izhod (Q_0, Q_1, Q_2, Q_3).



- Z uporabo D flip-flopov, ki so proženi na sprednji rob signala ure (CLK) načrtajte Moore-ov **ali** Mealy-ev avtomat končnih stanj, katerega izhod y postane '1' ko se vhod x spremeni iz logične '0' na '1'.

Delovanje avtomata povzema spodnja slika. Narisani sta dve realizaciji izhoda avtomata y_1 in y_2 . Kateri izhod (y_1 ali y_2) pripada Mooreovemu tip avtomata in kateri Mealyevemu?



Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk.

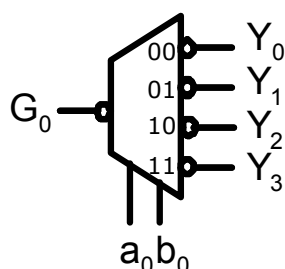
Na list z rešitvami se podpišite in napišite še vpisno številko ter kateri predmet pišete (VŠŠ, UNI).

Rezultati bodo objavljeni na: <https://estudent.fri.uni-lj.si>

Rešitev 1. naloge:

Delovanje dekoderja 74139¹ povzema spodnja tabela:

G_0	a_0	b_0	Y_0	Y_1	Y_2	Y_3
1	X	X	1	1	1	1
0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1	0



Funkcijo f narišemo v Veitch–ev diagram, da si jo lažje predstavljamo:

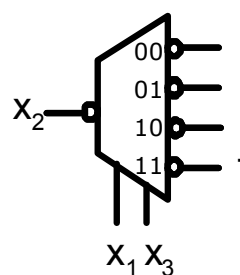
	x_1			
x_2	X	1	X	1
	1	0	1	X
	x_3			

Čim imamo na voljo dekodirnik z ENABLE vhodom v negativni logiki preverimo ali obstaja spremenljivka v osnovni ali negirani obliki, pri kateri so vsa polja enaka '1' vključno z redundancami X.

V zgornjem Veitch–evem diagramu je to spremenljivka x_2 : Namreč, če je $x_2=1$, potem lahko vse redundance izberemo tako, da bo $f=1$ za vse vrednosti $x_2=1$. Ko določimo spremenljivko za omogočenje elementa (G), opazujemo samo preostali del Veitch–evega diagrama. Spodnje 4 vrednosti diagrama narišemo v novem Veitch–evem diagramu 2 spremenljivk.

	x_1	
x_3	0	1
	1	X

Dekoder ima aktivno nizke izhode, zato iz nastalega diagrama realiziramo *negacijo* funkcije f zato v Veitch–evem diagramu združujemo ničle, kar nastopa samo v primeru ko sta $x_1=1$ in $x_3=1$.



¹<http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=74HC139>

Rešitev 2. naloge:

Funkcija f je podana v obliki PKNO z redundancami.

$$f(x_1, x_2, x_3, x_4) = \&(1, 2, 5 - 7, 9, 10, 14) \text{ in } \&_x(0, 4, 11, 13)$$

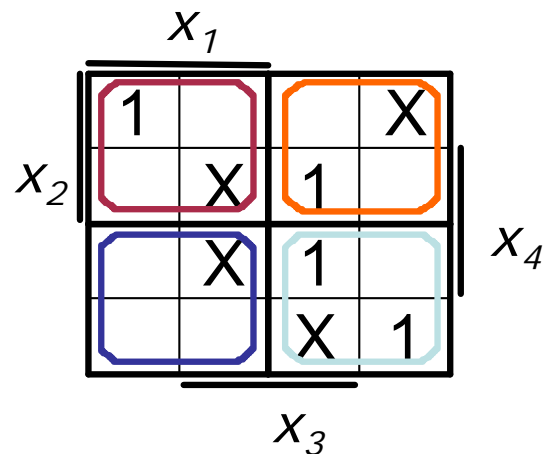
Za potrebe realizacije jo najprej pretvorimo v obliko PDNO. To storimo tako, da maksterme preslikamo v minterme. V pravilnostno tabelo funkcije najprej zapišemo številke mintermov (m) in pripadajoče številke makstermov (M). Vpišemo $f=0$ za vse maksterme in $f=X$ za vse redundante maksterme. Na preostala mesta vpišemo $f=1$ in preberemo pri katerih mintermih je $f=1$ oz. $f=X$ ter funkcijo izrazimo v obliki PDNO.

m	M	x_1	x_2	x_3	x_4	f
0	15	0	0	0	0	1
1	14	0	0	0	1	0
2	13	0	0	1	0	X
3	12	0	0	1	1	1
4	11	0	1	0	0	X
5	10	0	1	0	1	0
6	9	0	1	1	0	0
7	8	0	1	1	1	1
8	7	1	0	0	0	0
9	6	1	0	0	1	0
10	5	1	0	1	0	0
11	4	1	0	1	1	X
12	3	1	1	0	0	1
13	2	1	1	0	1	0
14	1	1	1	1	0	0
15	0	1	1	1	1	X

Dobimo:

$$f = V(0, 3, 7, 12) \text{ in } V_x(2, 4, 11, 15)$$

Dobljeno funkcijo vrišemo v Veitch–ev diagram. Ker iščemo najcenejšo realizacijo z izbiralnikom 4/1, bomo naredili razvoj po vseh kombinacijah naslovnih spremenljivk v Veitch–ev diagramu. Če izberemo kot naslovni spremenljivki x_1 x_2 , potem dobimo:



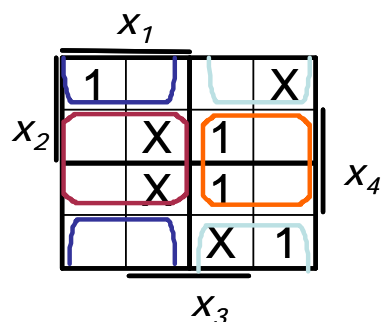
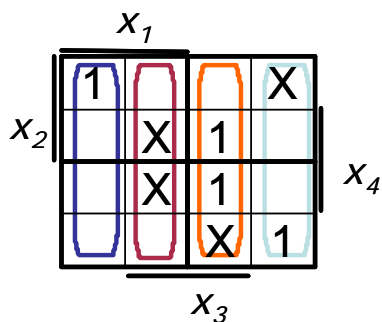
V zgornjem Veitch–evem diagramu so označena vsa štiri polja funkcijskih ostankov, če izberemo vhodni spremenljivki x_1 x_2 . Zgornji levi kvadrat (rdeč) pomeni, da bo to polje izbrano ko bosta $x_1 x_2 = "11"$, oranžni kvadrat ko bo $x_1 x_2 = "01"$, temno modri ko bo $x_1 x_2 = "10"$ in svetlo modri ko bo $x_1 x_2 = "00"$. Vsakega od teh kvadratov poskušamo opisati s čimbolj enostavno funkcijo: Vrednost zgornjega levega kvadrata je komplicirana, saj moramo vsako '1' opisati posebej: Za zgornjo '1' v tem kvadratu velja $x_3' x_4'$. Če bi v tem kvadratu postavili redundanco na '1' jo bi opisali kot $x_3 x_4$. Funkcija bo torej $x_3' x_4' + x_3 x_4$, kar je enačba funkcije ekvivalence (XNOR). Podobno sklepanje velja za zgornji in spodnji desni kvadrat. Najbolj enostavna realizacija je spodnji levi kvadrat je konstanta '0', če postavimo redundanco na '0'. Za ostale možnosti realizacije moramo narisati še preostalih pet kombinacij dveh naslovnih vhodov.

Če izberemo kot naslovni spremenljivki x_1 in x_3 , dobimo levi Veitch–ev diagram, če x_1 in x_4 , pa desnega. Podobno kot v prejšnjem primeru poiščemo realizacije ustreznih kvadratov in iščemo najenostavnejšo realizacijo: Izogibamo se veliko različnim funkcijam in iščemo inačice kvadratov, ki vsebujejo konstante (same '1' ali same '0'). Pri razvoju po x_1 in x_3 imamo pri $x_1 x_3 = "10"$ najneugodnejšo funkcijo, saj vsebuje eno samo '1'. Pri razvoju po x_1 in x_4 nastopa ena sama '1' pri kombinaciji $x_1 x_4 = "10"$.

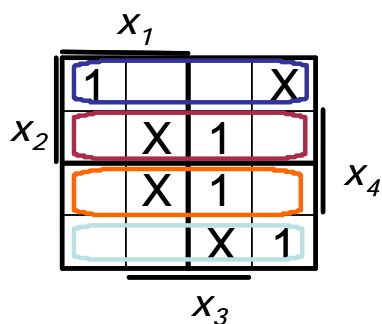
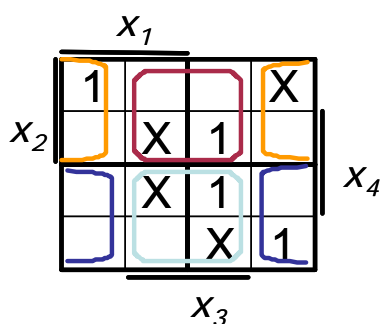
Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk.

Na list z rešitvami se podpišite in napišite še vpisno številko ter kateri predmet pišete.

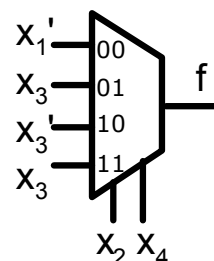
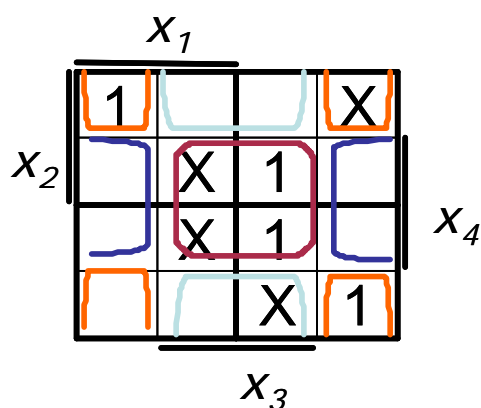
Rezultati bodo objavljeni na: <https://estudent.fri.uni-lj.si>



Nato izberemo naslovni spremenljivki x_2 in x_3 , (levi diagram) in x_2 in x_4 (desni diagram). Pri razvoju po x_2 in x_3 imamo pri $x_2x_3="00"$ najneugodnejšo funkcijo (moder), saj vsebuje eno samo '1'. Pri razvoju po x_2 in x_4 nikjer nimamo osamljene '1', zato se dajo funkcijski ostanki enostavno realizirati, če vse redundance postavimo na '1'.



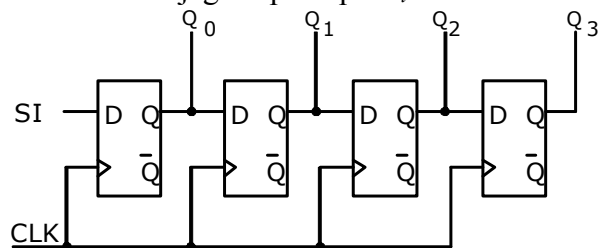
Zadnja kombinacija naslovnih vhodov je x_3 in x_4 . Pri razvoju po x_3 in x_4 imamo pri $x_3x_4="00"$ najneugodnejšo funkcijo (oranžen), saj dve '1' opišemo s funkcijo ekvivalence. Možno rešitev torej predstavlja kombinacija naslovnih vhodov x_2 in x_4 .



Vezje izbiralnika je v predlogah avditornih vaj na domači strani predmeta:
Logisim\MUX\mux_4_1_f_V_0_3_7_12_in_Vx_2_4_11_15.circ

Rešitev 3. naloge:

Zaporedno-vzporedni (SIPO) pomikalni register, realiziran s pomočjo D-FF, je veriga kaskadno vezanih D-FF, v kateri je izhod prejšnjega flip-flopa Q_{i-1} vezan na vhod naslednjega flip-flopa D_i .



Če želimo pomikalni register sestaviti iz JK-FF in logičnih vrat, je en način realizacije realizirati celico D-FF s pomočjo JK-FF in logičnih vrat.

V ta namen zapišemo tabelo D-FF, pri kateri dodamo izhodni stolpec JK vhodov.

D	$Q(t)$	$Q(t+1)$	J	K	Pomen stanja
0	0	0	0	X	RESET/HOLD
0	1	0	X	1	INVERT/RESET
1	0	1	1	X	INVERT/SET
1	1	1	X	0	SET/HOLD

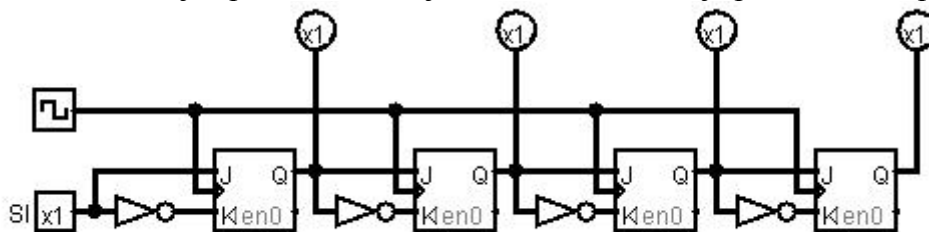
Iz tabele izrazimo J in K vhoda s pomočjo D vhoda in trenutnega stanja $Q(t)$. Če redundance (X) postavimo primerno, dobimo:

$$J = D$$

$$K = \overline{D}$$

Če nastali D-FF sestavimo skupaj v 4-bitni pomikalni register dobimo spodnjo realizacijo.

Ena možna rešitev je opisana realizacija D-FF z JK-FF, ki je prikazana na spodnji sliki.

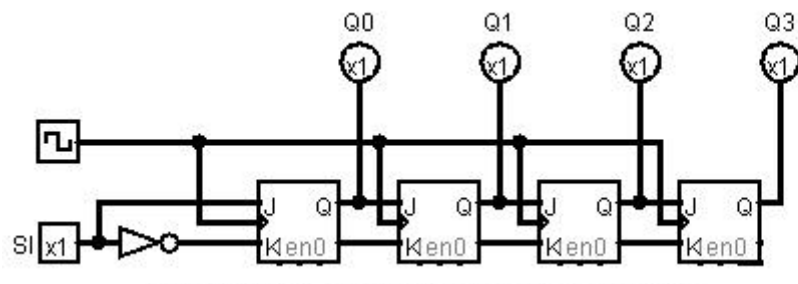


Druge možnost predstavlja neposredna realizacija s pomočjo tabele pomikanja med opazovanim mestom Q_i in naslednjim mestom Q_{i+1} pomikalnega registra. Ponovno zapišemo vzbujalno tabelo za opazovano mesto in določimo vhode glede na spremembo stanja ($Q_{i+1}(t) \rightarrow Q_{i+1}(t+1)$) na $(i+1)$ mestu.

Trenutna vsebina registra		Vsebinska registra ob pomiku	Vhoda FF na mestu $i+1$		Pomen stanja
$Q_i(t)$	$Q_{i+1}(t)$	$Q_{i+1}(t+1)$	J_{i+1}	K_{i+1}	
0	0	0	0	X	RESET/HOLD
0	1	0	X	1	INVERT/RESET
1	0	1	1	X	INVERT/SET
1	1	1	X	0	SET/HOLD

Če v dobljenih vseh za mesto $(i+1)$ izberemo primerne redundance, dobimo vhoda $J_{i+1} = Q_i(t)$ in $K_{i+1} = Q_i(t)'$. To velja tudi za vhodno mesto, torej bomo na vhodni JK-FF vezali vhod $J_0 = x(t)$ in $K_0 = x(t)'$.

Neposredna realizacija pomikalnega registra z JK–FF je prikazana na spodnji sliki.



Vezje se nahaja v Logisim predlogah rešenih nalog na domači strani predmeta:
Logisim\shift_reg\shift_reg_4bit_using_jkff.circ

Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk.

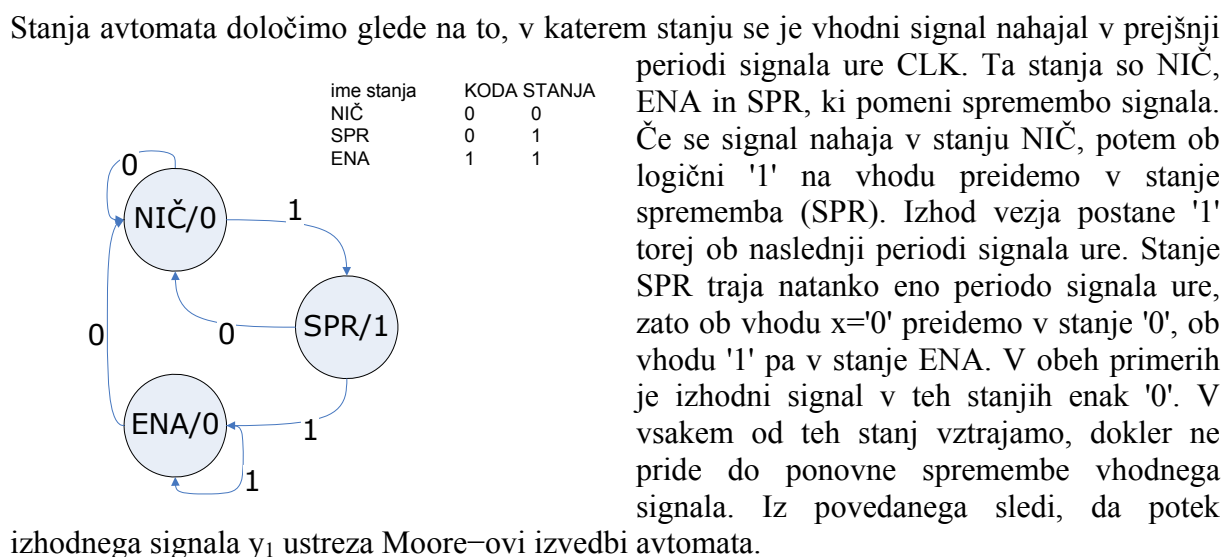
Na list z rešitvami se podpišite in napišite še vpisno številko ter kateri predmet pišete.

Rezultati bodo objavljeni na: <https://estudent.fri.uni-lj.si>

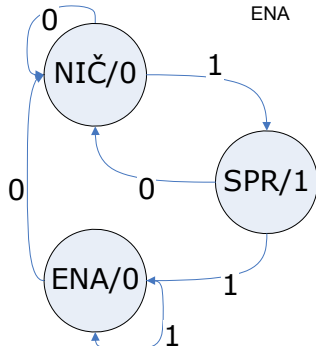
Rešitev 4. naloge:

Moore-ova realizacija avtomata končnih stanj.

Diagram stanj:



ime stanja	KODA STANJA
NIČ	0
SPR	1
ENA	1

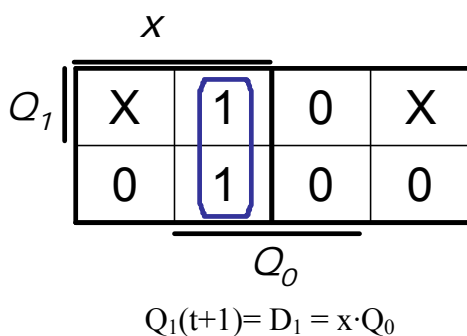


Narišemo tabelo prehajanja stanj

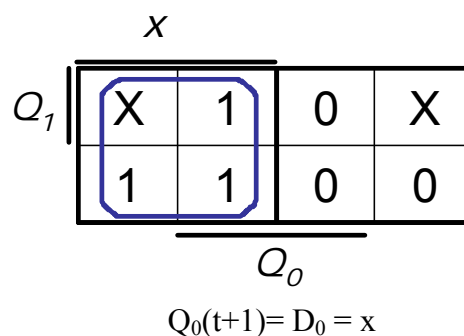
vhod in trenutno stanje			naslednje stanje		enačbe FF in izhoda		
x	Q_1	Q_0	Q_1	Q_0	D_1	D_0	y
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	X	X	X	X	X
0	1	1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	1	1	1
1	1	0	X	X	X	X	X
1	1	1	1	1	1	1	0

Iz tabele prehajanja stanj avtomata določimo enačbe D-FF:

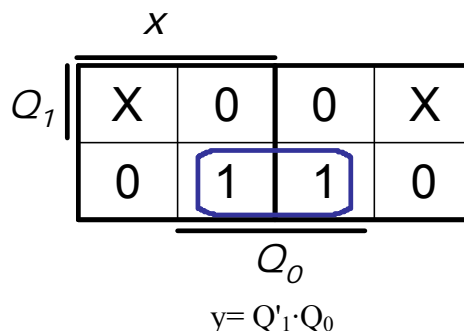
Za Q_1 narišemo Veitchev diagram



Podobno za Q_0 narišemo Veitchev diagram



In še za izhod y:



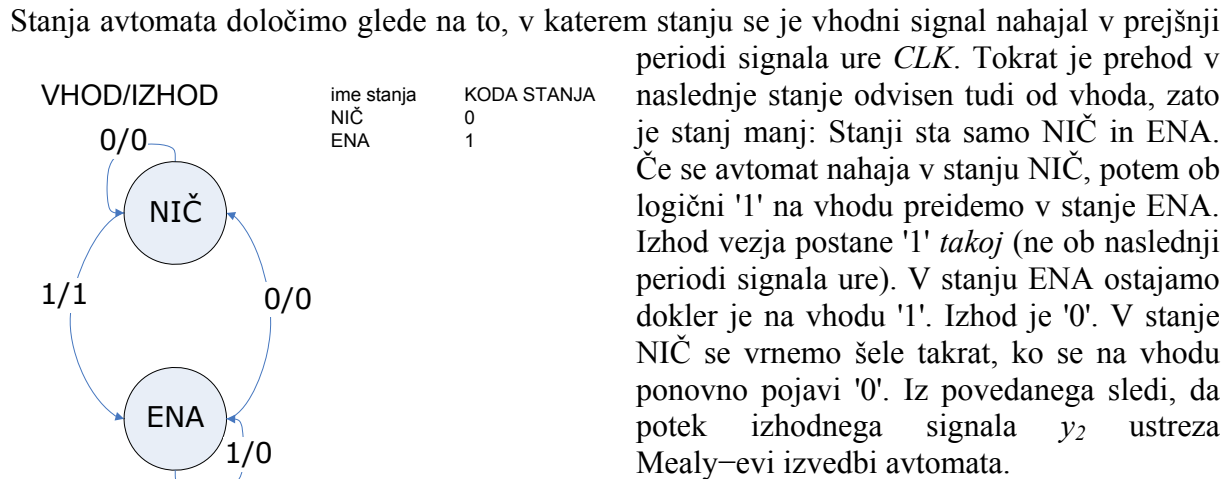
Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk.

Na list z rešitvami se podpišite in napišite še vpisno številko ter kateri predmet pišete.

Rezultati bodo objavljeni na: <https://estudent.fri.uni-lj.si>

Mealy–eva realizacija avtomata končnih stanj.

Diagram stanj:



Narišemo tabelo prehajanja stanj:

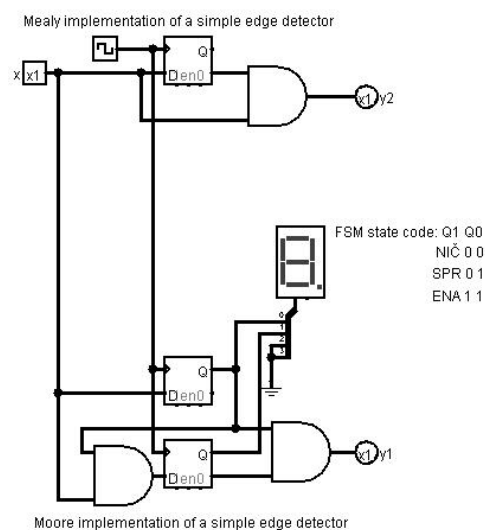
vhod in trenutno stanje		naslednje stanje	D–FF in izhod	
x	Q	Q	D	y
0	0	0	0	0
0	1	0	0	0
1	0	1	1	1
1	1	1	1	0

Veitchevih diagramov nam ni treba risati, saj enačbi D–FF in izhoda neposredno sledita iz tabele.

$$Q(t+1)=x \quad \text{in} \quad y=x \cdot Q'(t)$$

Vezje se nahaja v Logisim predlogah rešenih nalog na domači strani predmeta:

Logisim\fsm\front_edge_detector_mealy_moore.circ



Čas pisanja je 60 minut. Vsaka naloga je vredna 10 točk.

Na list z rešitvami se podpišite in napišite še vpisno številko ter kateri predmet pišete.

Rezultati bodo objavljeni na: <https://estudent.fri.uni-lj.si>