II колоквијум из Основа рачунарске технике I - 2008/2009
(10.05.2009.)
Р е ш е њ е

Задатак 1

На улазе x_1, x_2, x_3, x_4 комбинационе мреже долази број представљен у другом комплементу. На излазима z_1, z_2, z_3, z_4 мреже треба да се појави негативна вредност броја са улаза. Вредност 1000 се никад не појављује на улазу. Пројектовати ову мрежу користећи што мањи број двоулазних НИЛИ елемената. x_1 је бит највеће тежине.

Решење:

Комбинациона мрежа има четири улаза - x_1, x_2, x_3, x_4 и четири излаза z_1, z_2, z_3, z_4. На излазу треба да се појави негативна вредност броја са улаза. Улази су целобројне вредности са знаком, представљене у другом комплементу.

Шта је други комплемент?
Други комплемент или комплемент двојке за четвороцифрени бинарни број X представља допуну до броја 10000_2. Каже се и да други комплемент можемо добити додавањем јединице на први комплемент, а први комплемент се добија инвертовањем свих јединица у нуле и инвертовањем свих нула у јединице.

x_1	x_2	x_3	x_4	z_1	z_2	z_3	z_4
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	0	1
0	1	0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	1	0
0	1	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	b	b	b	b
1	0	0	1	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	1	0	1	1
1	1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	1	1	1	0	1
1	1	1	0	1	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	1

Сада можемо формирати четири Карноове карте за сваки излазни сигнал ове комбинационе мреже:

x_3x_4 \ x_1x_2	00	01	11	10
00	0	1	1	b
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

$$z_1 = x_2 + x_3 + x_4$$

$x_3x_4 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
00	0	1	1	b
01	1	0	1	0
11	1	0	1	0
10	1	0	1	0

$$z_2 = (\bar{x}_1 + x_2)\cdot(x_2 + x_3 + x_4)\cdot(x_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_4)\cdot(x_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3)$$

$x_3x_4 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
00	0	0	0	b
01	1	1	0	0
11	0	0	1	1
10	1	1	1	1

$$z_3 = (\bar{x}_1 + x_3)\cdot(x_3 + x_4)\cdot(x_1 + \bar{x}_3 + \bar{x}_4)$$

$x_3x_4 \backslash x_1x_2$	00	01	11	10
00	0	0	0	b
01	1	1	1	1
11	1	1	1	1
10	0	0	0	0

$$z_4 = x_4$$

Сада од добијених излазних сигнала, реализујемо прекидачку мрежу помоћу двоулазних И, ИЛИ и НЕ, па онда вршимо трансформацију у двоулазне НИЛИ елементе (према правилима за трансформисање рађеним на предавањима и вежбама).

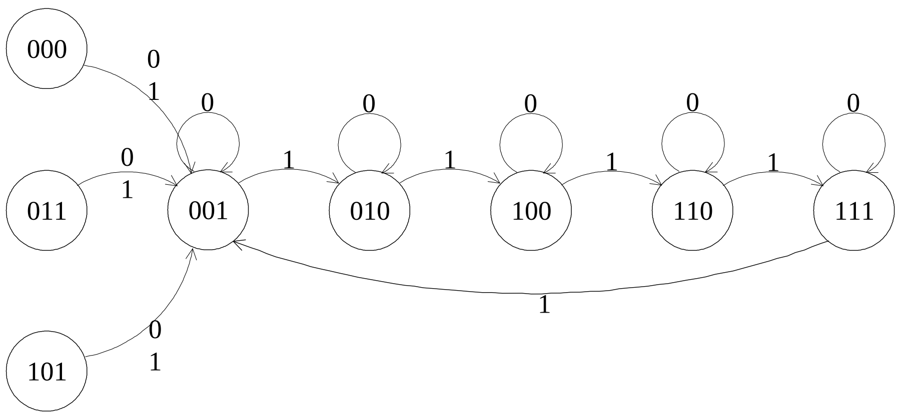
Задатак 2

Нацртати граф и таблицу прелаза-излаза секвенцијалне мреже која има један улаз x и три излаза z_1, z_2 и z_3. Када сигнал x има активну вредност ова секвенцијална мрежа треба да броји по следећој секвенци 1-2-4-6-7-1.... Уколико се бројач нађе у неком недозвољеним стању треба обезбедити прелазак у стање 1 у следећем такту. Реализовати ову секвенцијалну мрежу као мрежу Муровог типа користећи што мање RS флип флопова код којих је 1 активна вредност улазних сигнала и НИЛИ елементе са произвољним бројем улаза.

Решење:

Прво ћемо нацртати граф прелаза/излаза секвенцијалне мреже коју треба реализовати, а након тога ћемо нацртати и таблицу прелаза/излаза. Претпоставићемо да су стања мреже кодирана тако да одговарају излазу мреже. Мрежа мења стање са активном вредношћу улазног сигнала x, тако што броји унапред по задатој секвенци 1-2-4-6-7-1-... Уколико се овај бројач нађе у неком недозвољеном стању (0, 3, 5), треба обезбедити прелазак у стање 1 у следећем такту.

Пошто се у задатку не каже, са неактивном вредношћу улазног сигнала x, претпоставићемо да мрежа не мења стање (остаје у истом стању). Како је у задатој секвенци највећи број 7 (бинарно: 111) имаћемо три бита за вектор стања, као и за излазни вектор. Улазни вектор ће имати један бит.



На основу графа прелаза/излаза можемо нацртати таблицу прелаза/излаза:

Q \ X	0	1	Z
000	001	001	000
001	001	010	001
010	010	100	010
011	001	001	011
100	100	110	100
101	001	001	101
110	110	111	110
111	111	001	111

Како се ради о мрежи Муровог типа, код које излаз представља њено стање, можемо да одредимо прекидачке функције које описују функцију излаза. Приликом цртања графа прелаза/излаза изабрали смо да кодирање стања одговара излазима придруженим стањима, тако да је сада проналажење функције излаза тривијално.

$z_1 = Q_1$

$z_2 = Q_2$

$z_3 = Q_3$

Сада је потребно још одредити функције побуда, како би било могуће реализовати шему. Да бисмо ово могли да урадимо, морамо најпре на основу таблице прелаза/излаза нацртати комбинациону таблицу прелаза. Узимамо да нам се улаз састоји од вектора улаза X и вектора стања Q(t). У нашем случају X има један бит, а Q(t) три бита, тако да имамо вектор од четири бита, што значи да имамо шеснаест различитих вредности, па ће таблица имати шеснаест редова. За сваку комбинацију X и Q(t) из таблице прелаза/излаза преписујемо која вредност се добија за Q(t+1) и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза.

x	Q(t)	Q(t+1)
0	0 0 0	0 0 1
0	0 0 1	0 0 1
0	0 1 0	0 1 0
0	0 1 1	0 0 1
0	1 0 0	1 0 0
0	1 0 1	0 0 1
0	1 1 0	1 1 0
0	1 1 1	1 1 1
1	0 0 0	0 0 1
1	0 0 1	0 1 0
1	0 1 0	1 0 0
1	0 1 1	0 0 1
1	1 0 0	1 1 0
1	1 0 1	0 0 1
1	1 1 0	1 1 1
1	1 1 1	0 0 1

Сада је потребно на основу комбинационе таблице прелаза нацртати комбинациону таблицу прелаза и побуда за одабрани тип флип-флопа. Због тога што је за реализацију секвенцијалне мреже потребно користити RS флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, потребно је знати таблицу побуде RS флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала.

Q(t)	Q(t+1)	R	S
0	0	b	0
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	b

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде флип флопова за RS флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, можемо сада конструисати комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

Ову таблицу попуњавамо, тако што прво препишемо комбинациону таблицу прелаза. Сада користимо таблицу побуде RS флип-флопа да добијемо R_1, S_1, R_2, S_2, R_3 и S_3 за сваки прелаз из $Q_i(t)$ у $Q_i(t+1)$ и на тај начин добијамо комбинациону таблицу прелаза и побуда за секвенцијалну мрежу коју конструишемо.

x	Q(t)	Q(t+1)	R_1	S_1	R_2	S_2	R_3	S_3
0	0 0 0	0 0 1	b	0	b	0	0	1
0	0 0 1	0 0 1	b	0	b	0	0	b
0	0 1 0	0 1 0	b	0	0	b	b	0
0	0 1 1	0 0 1	b	0	1	0	0	b
0	1 0 0	1 0 0	0	b	b	0	b	0
0	1 0 1	0 0 1	1	0	b	0	0	b
0	1 1 0	1 1 0	0	b	0	b	b	0
0	1 1 1	1 1 1	0	b	0	b	0	b

1	0 0 0	0 0 1	b	0	b	0	0	1
1	0 0 1	0 1 0	b	0	0	1	1	0
1	0 1 0	1 0 0	0	1	1	0	b	0
1	0 1 1	0 0 1	b	0	1	0	0	b
1	1 0 0	1 1 0	0	b	0	1	b	0
1	1 0 1	0 0 1	1	0	b	0	0	b
1	1 1 0	1 1 1	0	b	0	b	0	1
1	1 1 1	0 0 1	1	0	1	0	0	b

Сада сваки од сигнала R_1, S_1, R_2, S_2, R_3 и S_3 посматрамо као функцију која зависи од четири промењљиве $xQ_1Q_2Q_3$. Постоји више различитих начина како можемо добити изразе за ове сигнале, као што је раније објашњено. У овом случају бирамо да урадимо минимизацију помоћу Карноових карата и добијемо минималну ДНФ.

Цртамо шест Карноових карти за сваки од сигнала R_1, S_1, R_2, S_2, R_3 и S_3, затим од добијених излазних сигнала, реализујемо прекидачку мрежу помоћу НЕ, И и ИЛИ елемената, па онда вршимо трансформацију у НИЛИ елементе са произвољним бројем улаза (према правилима за трансформисање рађеним на предавањима и вежбама), слично као у задатку 1.