Фебруарски испитни рок из Основа рачунарске технике I - 2009/2010
(17.02.2010.)
Р е ш е њ е

Задатак 1

На улазе x_1, x_2, x_3, x_4 комбинационе мреже, са излазом z_1, долази четворобитни BCD број. Ако број са улаза при дељењу са 3 даје остатак 2 излаз мреже z_1 има вредност 1. Пројектовати ову мрежу користећи што мањи број двоулазних НИЛИ елемената. x_1 је бит највеће тежине.

Решење:

Шта је BCD број?

BCD (или бинарно кодирана децимала) је репрезентација децималног броја, где је свака BCD цифра од 0 до 9 представљена као 4-битни број (нибла):

```
Decimal:    0     1     2     3     4     5     6     7     8     9
BCD:     0000  0001  0010  0011  0100  0101  0110  0111  1000  1001
```

На улазе x_1, x_2, x_3 и x_4 комбинационе мреже доводимо 4-битни BCD број. Ако децимална вредност броја на улазу при дељењу са 3, треба да даје остатак 2, то значи да излаз мреже z_1 има вредност 1, и то је случај када за децималну вредност броја на улазу имамо 2, 5 и 8.

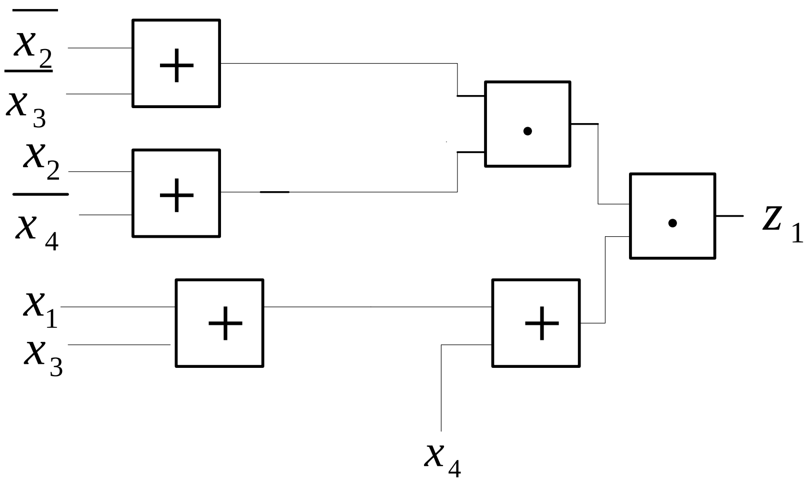
Цифра	x_1	x_2	x_3	x_4	z_1
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	1
3	0	0	1	1	0
4	0	1	0	0	0
5	0	1	0	1	1
6	0	1	1	0	0
7	0	1	1	1	0
8	1	0	0	0	1
9	1	0	0	1	0
	1	0	1	0	b
	1	0	1	1	b
	1	1	0	0	b
	1	1	0	1	b
	1	1	1	0	b
	1	1	1	1	b

Сада треба одредити прекидачку функцију за излазни сигнал, у зависности од улазних сигнала. За излаз z_1 урадићемо минимизацију помоћу Карноове карте:

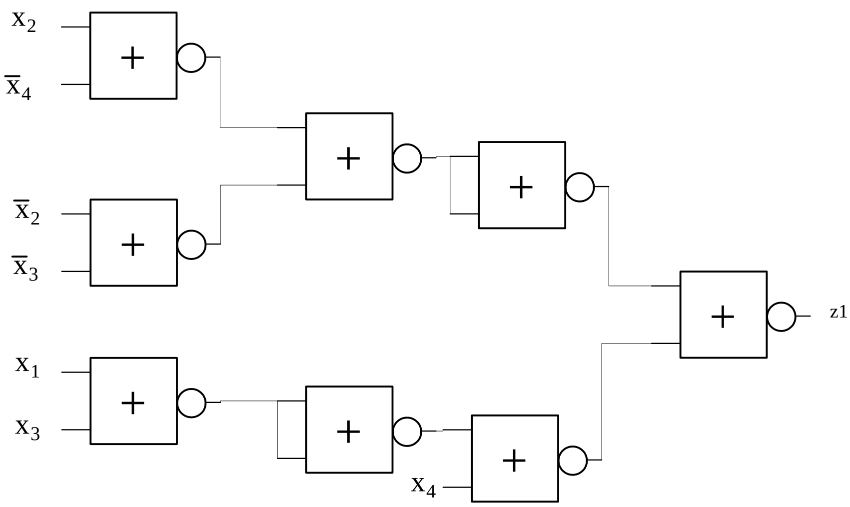
x_3x_4 \ x_1x_2	00	01	11	10
00	0	0	b	1
01	0	1	b	0
11	0	0	b	b
10	1	0	b	b

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

На крају, за овако исписане израз, можемо да реализујемо шему мреже дефинисане у задатку (претпоставка је да на улазе комбинационе мреже можемо доводити комплементе):



Сада вршимо трансформацију у двоулазне НИЛИ елементе (према правилима за трансформисање рађеним на предавањима и вежбама) и добијамо коначно решење:



<u>Напомена уз задатак:</u>

Ако дозволимо да се на улазу јављају вектори 10-15, потребно је на неки начин детектовати појаву неког од ових вектора на улазу као "грешку", тј. нерегуларну вредност улаза. Како у овом случају то не бисмо могли да урадимо помоћу постојећег излазног вектора (јер се састоји од само једног сигнала, чије су обе вредности, и 0 и 1 регуларне вредности на излазу), морали бисмо да проширимо излазни вектор са још једним сигналом. Нови сигнал служио би искључиво за детекцију грешке.

Једна могућност да употребимо тај сигнал за детекцију грешке био би да он има вредност 0 за векторе 0000 до 1001, а вредност 1 за векторе 1010 до 1111. У том случају вредност 1 новог сигнала означавала би нерегуларну вредност на улазу, а вредност 0 регуларну. Тада би излазни сигнал z_1 гледали, само ако сигнал за детекцију грешке има вредност 0. Уколико сигнал за детекцију грешке има вредност један, без обзира на то коју вредност има сигнал z, то би значило да имамо нерегуларну вредност улаза.

Задатак 2

Нацртати граф и таблицу прелаза-излаза секвенцијалне мреже која се понаша као кружни бројач који броји по секвенци 1 - 7 - 4 - 5 - 0 - 1 када се на улазу појави активна вредност сигнала x. Реализовати ову секвенцијалну мрежу користећи ивичне D флип флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала. Уколико се мрежа нађе у неком од недозвољених стања у следећем такту треба да пређе у стање 1.

Решење:

Пошто из задатка видимо да је највећи број у секвенци 7 (бинарна представа: 111), за свако стање бројача користићемо три бита. Улазни вектор X има један бит (x). Мрежа мења стање у складу са секвенцом која је задата, а на основу улазног сигнала x. Бројач прелази у наредно стање када је сигнал x активан, односно прелази у претходно стање када сигнал x није активан, јер се каже да је бројач кружни. Треба уочити да овај кружни бројач не пролази кроз стања 2, 3 и 6 (010, 011 и 110). Због тога се у комбинационој таблици прелаза у врстама које одговарају тим стањима у садашњем тренутку појављује "bbb" као стање у следећем тренутку.

Коментар: У овом задатку, могли смо да цртамо граф прелаза/излаза, као што је рађено на вежбама, али пошто је секвенца једноставна, то није урађено, него је одмах цртана таблица прелаза/излаза.

Цртамо таблицу прелаза/излаза:

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

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_1	Q_2	Q_3	$Q_1(t+1)$	$Q_2(t+1)$	$Q_3(t+1)$
0	0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	b	b	b
0	0	1	1	b	b	b
0	1	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0
0	1	1	0	b	b	b
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	1	1	1

x	Q_1	Q_2	Q_3	$Q_1(t+1)$	$Q_2(t+1)$	$Q_3(t+1)$
1	0	1	0	b	b	b
1	0	1	1	b	b	b
1	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	0	0	0
1	1	1	0	b	b	b
1	1	1	1	1	0	0

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 D флип-флопове код којих је 1 активна вредност улазних сигнала, потребно је знати таблицу побуде D флип-флопа код којих је 1 активна вредност улазних сигнала:

Q(t)	Q(t+1)	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

На основу комбинационе таблице прелаза и таблице побуде за D 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 D флип-флопа да добијемо D_1, D_2 и D_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)	D_1	D_2	D_3
0	0 0 0	1 0 1	1	0	1
0	0 0 1	0 0 0	0	0	0
0	0 1 0	b b b	b	b	b
0	0 1 1	b b b	b	b	b
0	1 0 0	1 1 1	1	1	1
0	1 0 1	1 0 0	1	0	0
0	1 1 0	b b b	b	b	b
0	1 1 1	0 0 1	0	0	1
1	0 0 0	0 0 1	0	0	1
1	0 0 1	1 1 1	1	1	1
1	0 1 0	b b b	b	b	b
1	0 1 1	b b b	b	b	b
1	1 0 0	1 0 1	1	0	1
1	1 0 1	0 0 0	0	0	0
1	1 1 0	b b b	b	b	b
1	1 1 1	1 0 0	1	0	0

Сада сваки од сигнала D_1, D_2 и D_3, посматрамо као функцију која зависи од четири промењиве $xQ_1Q_2Q_3$ и можемо да урадимо минимизацију помоћу Карноових карата да добијемо изразе за минималну ДНФ, након чега можемо да нацртамо прекидачку мрежу, према поступку који је рађен у задацима на вежбама.