

# Kursusetöö ülesanne aines "Digitaalsüsteemide diagnostika"

Kursusetöö eesmärk:

Õppida tundma digitaalskeemide rikete mudeleid, testide sünteesi ja analüüsi meetodeid ning uurida eksperimentaalselt nende kasutamise efektiivsust digitaalskeemides, kasutades vastavaid CAD vahendeid skeemide disainiks ja diagnostikaprobleemide lahendamiseks.

1. Uurimisobjektina sünteesida kombinatsiooniskeem Boole'i funktsioonile  $Y = \neg y_i \vee y_j$ , kasutades avaldistes antud loogikaelemente AND, OR ja NOT, muutmata seejuures avaldistega etteantud loogikastruktuuri, s.t. mitte kasutada lihtsustusi ja optimeerimist.

Väärtused  $i = \text{VAR} \pmod{10}$ ,  $j = \text{VAR} \pmod{10} + 1$  vastavad tudengi registreerimisnumbrile (variandi numbrile VAR).

$$y_1 = \neg x_1(x_2 \vee x_3)(x_4 \vee \neg x_2) \vee x_1(\neg x_5 x_6 \vee x_2) \vee x_5 \neg x_6 \vee \neg x_2 \neg x_3 x_4$$

$$y_2 = x_2(x_5 \vee \neg x_1 x_3) \vee x_6 \vee \neg x_2(x_5 \neg x_6 \vee x_3) \vee (x_4 \vee \neg x_1 x_4 \neg x_5)$$

$$y_3 = \neg x_3(x_4 x_6 \neg x_1 \vee x_1 \neg x_2) \vee x_3(\neg x_5 \vee x_1 \neg x_6) \vee x_2 \neg x_3 x_5$$

$$y_4 = x_1(\neg x_6 \vee \neg x_2 x_3)(x_2 \vee \neg x_4 \neg x_5) \vee \neg x_1 (x_3 x_6 \vee x_2 \neg x_3) x_4 x_5$$

$$y_5 = x_3(x_1 \vee \neg x_2 x_5) \vee \neg x_2(x_4 \vee \neg x_3 \neg x_5) \vee \neg x_4 (x_2 \neg x_3 \vee x_5 x_6)$$

$$y_6 = x_1 x_2(x_3 \vee \neg x_4) \vee \neg x_1(x_2 \vee x_5)(\neg x_2 \vee \neg x_3 x_6) \vee x_1 \neg x_6$$

$$y_7 = \neg x_3 x_4(\neg x_2 \vee \neg x_1 x_5) \vee \neg x_4(x_3 \vee x_1 \neg x_6) \vee \neg x_3(\neg x_1 x_4 \vee x_2)$$

$$y_8 = x_3 (\neg x_1 \vee \neg x_2 x_4) \vee x_1 x_5 (\neg x_3 \neg x_4 \vee x_6) \vee x_2 \neg x_3 (x_4 \vee \neg x_5 \neg x_6)$$

$$y_9 = \neg x_2(\neg x_5 \vee x_1 x_3) \vee x_5 (\neg x_6 \vee x_2 \neg x_3 \neg x_4) \vee x_4 (\neg x_2 x_3 \vee \neg x_5 x_6)$$

$$y_{10} = \neg x_1(x_2 \vee \neg x_5)(\neg x_2 \vee \neg x_3 x_6) \vee x_1 (x_3 \neg x_6 \vee x_2 \neg x_3) x_4 x_5$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(1,2)	(1,3)	(1,4)	(1,5)	(1,6)	(1,7)	(1,8)	(2,3)	(2,4)	(2,5)

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(2,6)	(2,7)	(2,8)	(3,4)	(3,5)	(3,6)	(3,7)	(3,8)	(4,5)	(4,6)
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
(4,7)	(4,8)	(5,6)	(5,7)	(5,8)	(6,7)	(6,8)	(7,8)	(1,9)	(2,9)
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
(3,9)	(4,9)	(5,9)	(6,9)	(7,9)	(8,9)	(1,10)	(2,10)	(3,10)	(4,10)
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
(5,10)	(6,10)	(7,10)	(8,10)	(9,10)	(9,7)	(9,6)	(8,5)	(7,4)	(6,3)

- Sisestada skeem arvutisse, kasutades CAD süsteemi Cadence redaktorit
- Lahendada kaks Boole'i differentsiaalvõrrandit ( $k=1, \dots, 6$ ):

$$\frac{\partial Y}{\partial y_i} \wedge \frac{\partial y_i}{\partial x_{k1}} = 1, \text{ var1: } k=1, \text{ var2: } k=2, \dots, \text{ var6: } k=6, \text{ var7: } k=1 \text{ jne.}$$

$$\frac{\partial Y}{\partial y_j} \wedge \frac{\partial y_j}{\partial x_{k1}} = 1, \text{ var1: } k=1, \text{ var2: } k=2, \dots, \text{ var6: } k=6, \text{ var7: } k=1 \text{ jne.}$$

NB! Indeks  $k_1$  tähendab, et tegemist on literaaliga (avaldises vasakult poolt esimesega), mitte muutujaga  $x_k$ .

Siin on mõeldud, et  $x_{k1}$  muutub, aga  $x_k$  jääb ise muutumatuks (s.t. rike on skeemi harus  $x_{k1}$ , aga mitte sisendis  $x_k$ )

- Sünteesida projekteeritud skeemi struktuurne otsustusdiagramm.
- Sünteesida projekteeritud skeemi funktsionaalne optimeeritud otsustusdiagramm. Konstrueerida diagrammi abil testid kõigile kuuele sisendile.
- Genereerida käsitsi vabal meetodil testid, mis avastaksid projekteeritud skeemis kõik mitteliased rikked const. 0 ja const. 1. Teha kindlaks, millised rikked on liased.
- Genereerida käsitsi vabal meetodil testid, mis avastaksid projekteeritud skeemis lühised järgmiste sisendite vahel:  $1/2, 3/4, 5/6, 2/3, 4/5$  (kasutades lühise AND-mudelit: kui a ja b on lühises, siis a ja b väärtused muutuvad järgnevalt:  $a = ab$  ja  $b = ab$ )
- Genereerida testid, mis avastaksid viitevad harudes  $x_{11}, x_{21}, x_{31}, x_{41}, x_{51}$  ja  $x_{61}$ .
- Leida, millised konstant tüüpi rikked avastavad skeemis testvektorid: 000000, 111111, 010101, 101010, 001100, 110011, 000111 ja 111000.
- Määrata punktis 6 projekteeritud testide kvaliteet diagnostikatarkvara Turbo-Tester (TT) rikete simulaatoriga. Märkida ventiilskeemile avastamata jäänud rikked. Trükkida välja rikete diagnostikatabel.
- Määrata rikete tabeli abil skeemi diagnoosid juhtumitel, kus punktis 6 projekteeritud testi puhul järgmised vektorid annaksid realsel testimisel negatiivse tulemuse (s.t. avastaksid väljundis vale signaali): (1,2), (2,4,5) ja (3,6).
- Genereerida TT-ga skeemile test. Võrrelda TT testi ja käsitsi projekteeritud testide kvaliteete.

13. Võrrelda TT deterministliku ja juhuslike arvude generaatoril põhineva testide sünteesi efektiivsusi ja erinevusi nii ventiil- kui ka makrotasemel esitatud objektide puhul. Miks on rikete arvud nendel mudelitel erinevad? Miks on testide sünteesi efektiivsus erinev?
14. Esitada aruanne, mis sisaldaks järgmist:
- projekteeritud skeemi väljatrükk
  - skeemi mudelid struktuurse ja optimeeritud funktsionaalse otsustusdiagrammina
  - vastused kõikidele ülal esitatud küsimustele ja ülesannetele
  - kokkuvõte ja järeldused tehtud tööst

Aruande esitamise tähtaeg: eksamil

 [Prof. Raimund Ubar](#)

*Juhend Boole'i tuletiste arvutamise protsessi lihtsustamiseks:*

*[http://www.pld.ttu.ee/~raiub/web\\_0103/diagnostika/loengukiled/](http://www.pld.ttu.ee/~raiub/web_0103/diagnostika/loengukiled/), avada fail: BD\_calculation.rtf*