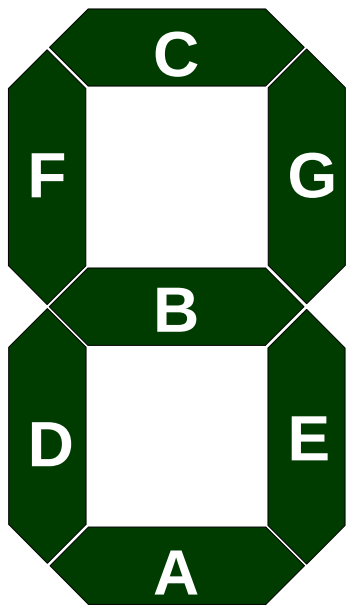


IAX0043

Segmentindikaatori juhtimine 2019

Segmentindikaator



... on üks elektroonikakomponente mis on mõeldud peamiselt numbrite (k.a. hex) kuvamiseks ja kasutab selleks 7-t segmenti. **Antud labori raames on segmendid tähistatud nii nagu joonisel kujutatud ning juhtskeem saab hakkama kõikide numbritega**

0x0-0xF ehk 0-15_{dec} ehk '0000' - '1111'_{bin}

PS. Leidub indikaatoreid mis suudavad kuvada kõiki numbreid ja ladina tähestiku tähti, kuid nendel on tunduvalt enam kui 7 segmenti.

Numbrite kuvamine



aktiivsed ehk „sisselülitatud” segmendid on **helerohelised**,
so. neid juhtiva skeemi väljund on signaaliväärtusega '1'

Tõeväärtustabel

Kõige lihtsam on alustada tõeväärtustabelist. Kõrvalolev näide on üks suvaline Boole funktsioon.

Digitaalelektronikas on levinud signaalide tähistamine kujul, kus muutujad (kahendarvu järgud)

$a_3 \dots a_0$ on seotud järgukaaludega $2^3 \dots 2^0$

8 4 2 1

# ₁₀ # ₁₆	a ₃ a ₂ a ₁ a ₀	Y
0	0000	0
1	0001	0
2	0010	0
3	0011	1
4	0100	1
5	0101	1
6	0110	1
7	0111	0
8	1000	1
9	1001	0
10 0xA	1010	0
11 0xB	1011	1
12 0xC	1100	1
13 0xD	1101	1
14 0xE	1110	1
15 0xF	1111	0

Karnaugh kaart

$a_3 a_2$ \ $a_1 a_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	1	0	1
11	1	1	0	1
10	1	0	1	0

Tõeväärtustabeli alusel on juba kerge Karnaugh kaarti täita ning vea kahtlustamisel neid omavahel võrrelda.

NB! Märka muutujate järjestust! See on täpselt samasugune nagu oli tõeväärtustabelis.

Disjunktiivne normaalkuju (DNK)

Üldreeglid:

- Valitavad kontuurid peavad olema suurusega 2^n , 4×4 tabeli puhul $n = \{0 \dots 4\}$
- DNK puhul leiame kontuurid '1' väärtustele.
- Määramatustele omistatakse teda katva kontuuri väärtus.

DNK leidmine

$a_1 a_0$	00	01	11	10
$a_3 a_2$				
00	0	0	1	0
01	1	1	0	1
11	1	1	0	1
10	1	0	1	0

Kontuurile vastav term: $a_2 \wedge \bar{a}_1$

Märgime ühe kontuuri ja leiame teda esindava elementaarkonjunktsiooni.

DNK leidmine

$a_1 a_0$	00	01	11	10
$a_3 a_2$				
00	0	0	1	0
01	1	1	0	1
11	1	1	0	1
10	1	0	1	0

kontuur võib
laieneda üle
kaardi servade

Kontuurile vastav term (elementaarkonjunktsioon): $a_2 \wedge \bar{a}_0$

DNK-loogikaavaldis $Y = (a_2 \wedge \bar{a}_1) \vee (a_2 \wedge \bar{a}_0) \vee (a_3 \wedge \bar{a}_1 \wedge \bar{a}_0) \vee (\bar{a}_2 \wedge a_1 \wedge a_0)$

Konjunktivne normaalkuju (KNK)

KNK leidmine toimub peegelpildis DNK leidmisele:

- '1' asemel otsime '0' kontuure
- Inverteerimised on vastupidiselt DNK termidele.
- Term koosneb loogilise liitmise tehetest (VÕI) ning termid on omavahel seotud loogilise korrutamisega (NING).

KNK leidmine

$a_1 a_0$	00	01	11	10
$a_3 a_2$				
00/00	0	0	1	0
01	1	1	0	1
11	1	1	0	1
10	1	0	1	0

Siin on leitud 2 termi korruga, tähistatud kui roheline ja punane.

Roheline term: $a_3 \vee a_2 \vee a_1$

Punane term: $a_2 \vee \bar{a}_1 \vee a_0$

MKNK: $Y = (a_3 \vee a_2 \vee a_1) \wedge (a_2 \vee \bar{a}_1 \vee a_0) \wedge (a_2 \vee a_1 \vee \bar{a}_0) \wedge (\bar{a}_2 \vee \bar{a}_1 \vee \bar{a}_0)$

DeMorgan'i seadus

$$\overline{a_1 \wedge a_2} = \overline{a_1} \vee \overline{a_2}$$

$$\overline{a_1 \vee a_2} = \overline{a_1} \wedge \overline{a_2}$$

Seda reeglit läheb tarvis neil kes peavad oma skeemi teostama NAND või NOR elementidel.

- NAND-avaldisekuju saadakse DNK topeltinversiooniga (vt. allpool näide);
- NOR-avaldisekuju saadakse KNK topeltinversiooniga

$$Y = \overline{\overline{(a_2 \wedge \overline{a_1}) \vee (a_2 \wedge \overline{a_0}) \vee (a_3 \wedge \overline{a_1} \wedge \overline{a_0}) \vee (\overline{a_2} \wedge a_1 \wedge a_0)}} = \overline{\overline{(a_2 \wedge \overline{a_1}) \vee (a_2 \wedge \overline{a_0}) \vee (a_3 \wedge \overline{a_1} \wedge \overline{a_0}) \vee (\overline{a_2} \wedge a_1 \wedge a_0)}} = \overline{(a_2 \wedge \overline{a_1}) \wedge (a_2 \wedge \overline{a_0}) \wedge (a_3 \wedge \overline{a_1} \wedge \overline{a_0}) \wedge (\overline{a_2} \wedge a_1 \wedge a_0)}$$

Skeemi süntees I

Analüüsime eespool näite MDNK valemit:

$$(a_2 \wedge \bar{a}_1) \vee (a_2 \wedge \bar{a}_0) \vee (a_3 \wedge \bar{a}_1 \wedge \bar{a}_0) \vee (\bar{a}_2 \wedge a_1 \wedge a_0)$$

The diagram illustrates the decomposition of the MDNK expression into four terms. The first two terms, $(a_2 \wedge \bar{a}_1)$ and $(a_2 \wedge \bar{a}_0)$, are grouped together with a double-headed arrow labeled "2AND". The next two terms, $(a_3 \wedge \bar{a}_1 \wedge \bar{a}_0)$ and $(\bar{a}_2 \wedge a_1 \wedge a_0)$, are grouped together with a double-headed arrow labeled "3AND". A long double-headed arrow at the bottom, labeled "4OR", spans the entire width of the four terms, indicating that the expression is a 4-input OR gate.

Vajalike komponentide loend on seega järgmine:

- 3x INV
- 2x 2AND
- 2x 3AND
- 1x 4OR

Skeemi süntees II

Analüüsimise MDNK ja DeMorgan'i seaduse rakendamisest saadud valemit:

$$\overline{\overline{(a_2 \wedge \bar{a}_1)} \wedge \overline{(a_2 \wedge \bar{a}_0)} \wedge \overline{(a_3 \wedge \bar{a}_1 \wedge \bar{a}_0)} \wedge \overline{(\bar{a}_2 \wedge a_1 \wedge a_0)}}$$

2NAND 2NAND 3NAND 3NAND

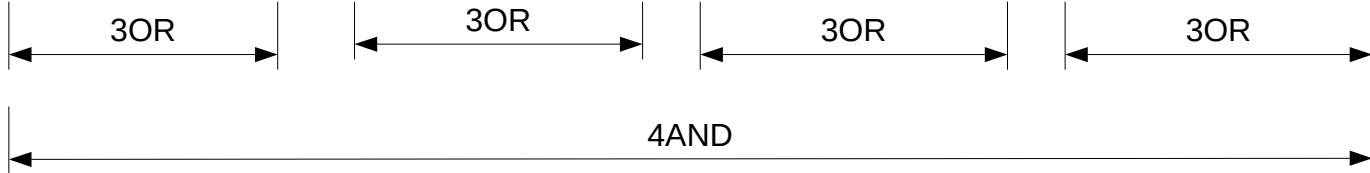
4NAND

Vajalike komponentide loend on seega järgmine:

- 5x 2NAND (3x EI ehk inverter on NAND baasil + 2x 2NAND)
- 2x 3NAND
- 1x 4NAND

Skeemi süntees III

Analüüsimise MKNK näites saadud valemit:

$$(a_3 \vee a_2 \vee a_1) \wedge (a_2 \vee \bar{a}_1 \vee a_0) \wedge (a_2 \vee a_1 \vee \bar{a}_0) \wedge (\bar{a}_2 \vee \bar{a}_1 \vee \bar{a}_0)$$


Vajalike komponentide loend on seega järgmine:

- 4x3OR
- 1x4AND
- 3xINV

Skeemi süntees IV

Analüüsimise MKNK näites saadud valemit + DeMorgan'i seadus:

$$\overline{\overline{(a_3 \vee a_2 \vee a_1)} \vee \overline{(a_2 \vee \bar{a}_1 \vee a_0)} \vee \overline{(a_2 \vee a_1 \vee \bar{a}_0)} \vee \overline{(\bar{a}_2 \vee \bar{a}_1 \vee \bar{a}_0)}}$$

Diagram illustrating the implementation of the logic expression using NOR gates. The expression is broken down into four 3-input NOR gates, each implementing one of the terms in the OR. These four terms are then combined using a 4-input NOR gate. The 3-input NOR gates are labeled "3NOR" and the 4-input NOR gate is labeled "4NOR".

Vajalike komponentide loend on seega järgmine:

- 4x 3NOR
- 1x 4NOR
- 3x 2NOR (inverteriteks)

Falstad Circuit Simulator

Otsime üles Falstad Circuit Simulatori. Leiame menüüst **Circuits -> Blank Circuit**

Enamik vajalikust on kättesaadav alljärgnevate kiirvalikutega (shortcut):

Funktsioon	Kiirvalik	Funktsioon	Kiirvalik	Funktsioon	Kiirvalik
Input Output	i o	INV	1	Nihuta kõik	Alt+drag
NAND NOR	@ #	AND OR	2 3	Nihuta rida Nihuta veergu	Alt+s+drag Alt+m+drag
XOR Text/Label	4 t	ühendused (wire)	w	Zoom in Zoom out	+ -

Skeemi koostamine

Esimesena paigutame ära loogikaelemendid, arvestades et sisendite-väljundite ning ühenduste tarvis jääks piisavalt vaba ruumi. Joondame elemendid või tõstame vajadusel ringi.

Seejärel paneme paika sisendid-väljundid

Draw -> Logic gates, Input and Output, vastavalt shortcut **'i'**nput ja **'o'**utput ja märgistame need koheselt!

Draw-> Outputs and Labels -> Text või shortcut **'t'**

Sellega on meil skeemi põhiplaan maha pandud ja alles nüüd võime hakata komponente ühendama.

Ühenduste tekitamine käib lõikude (ehk siis juhtmejuppide) kaupa ja peab jälgima et juhtmeotsad oleksid täpselt kokku ühendatud. Pisut nihkes ühendused ei pruugi simulaatori mõistes tegelikult ühendatud olla, kuigi peale vaadates paistavad OK!

Skeemi koostamine

- Lisame väljunsignaali jälgimiseks 7-segmendilise indikaatori. Otsime üles oma ülesandele vastava segmendi sisendi ja ja ühendame sinna oma skeemi väljundi. (**Draw -> Digital chips -> Add 7 segment LED**)
- Kui näete veateadet 'Singular matrix' ja Falstad simulaator keeldub skeemi simuleerimast siis tuleb üle vaadata kas skeemi väljundi (output objekt) asemel pole sinna ühendatud sisend (input objekt).

Skeemi salvestamine ja laadimine

Falstad pakub selleks mitmeid võimalusi (File menüü alt leitavad) :

- Import/Export as Text – loeb/väljastab skeemikirjelduse tekstina
- Export as Link – kogu skeemikirjeldus kodeeritakse URL-i
- Dropbox
- Salvestab/loeb failist

<http://www.falstad.com/circuit>