

אלמנטר איתות - פרק 1.

אלמנטר איתות איתות:

- 1. שני זרמים אופרטיים '1' או '0'.
- 2. משתנים בינאריים (פרק '0' או '1' כסמל אופי X הוא משתנה אופי X ינוי צחות הפרק '0' או '1' כסמל, התקדוים גם "צני האמת" של X נקרא גם "משתנה איתות".

3. סמל, איתות 3 פעולות בסיסיות:

- 2 פעולות בינאריות OR ו AND (הסמליות + ו * בהתאמה, ופעולה אופרטי אחר NOT (הסמליות ').
- * פעולה בינארית - פעולה עם שני אופרנדים, ומתקורה עקב אופי.
- * פעולה איתות - פעולה עם פעולה 1, ומתקורה עקב אופי.

כיסוי איתות:

כיסוי איתות הוא פירוש של מספר סופי של משתני איתות (y ו x) והתקדוים '0' ו '1', והפעולות '+', '0', '1'.

* ספרק כלל אופי $Z = x + y$ (אין סמליות AND יש עקיבויו על OR (+) (-))

השאה: וקבילת ערכים משתני (מיתות) שבכסוי:

אופי ה משתנים אופי של "2 השמות אופרטיים.

צחות איתות יפיו T_1 ו T_2 כסוי איתות, און נאור של $T_1 = T_2$ הינו צחות איתות, אופי רות כל השאה איתותים T_1 ו T_2 צרכים שווים.

סמליות איתות $x \cdot y = y \cdot x$ הינו צחות איתות אופי $x \cdot y = x + y$ און צחות איתות.

חוקות בסיסיות:

יהיו Z, y, x משתני איתות (איתותים '0' או '1' כסמל).

1. Idempotency - צחות

2. ערכים אופרטיים איתותים $x + 1 = 1$ $x \cdot 0 = 0$ $x + 0 = x$ $x \cdot 1 = x$

סמל איתותי מהי הא התקדוים כ. תמוז 0 ו 1 + תמוז 1.

איתותים $x + 0 = x$, $x \cdot 1 = x$

כאמכ מה יהיה הא 1 סמל איתותים על התקדוים כ. איתות איתות 0, 1.

$x \cdot y = y \cdot x, x + y = y + x$

3. תיכונות - קומוטאטיוויביות

$(x+y)+z = x+(y+z)$

4. תיכונות - אסוציאטיביות

$(x \cdot y) \cdot z = x \cdot (y \cdot z)$

$x \cdot x' = 0$

$x + x' = 1$

5. הנשואה

$x \cdot (y+z) = (x \cdot y) + (x \cdot z)$

6. תכונות פרימטריביות

$x + (y \cdot z) = (x+y) \cdot (x+z)$

$x + (x \cdot y) = x \quad x \cdot (x+y) = x$

7. חוק "כתיבה" באופן

$x + (x' \cdot y) = x + y$

8. חוק "כתיבה" שני

$x \cdot (x' + y) = x \cdot y$

$(x \cdot y) + (x \cdot z) + (y \cdot z) = (x \cdot y) + (x' \cdot z)$

9. חוק הקומוטט

$(x+y) \cdot (x'+z) \cdot (y+z) = (x+y) \cdot (x'+z)$

הוכחת 9:

$(x \cdot y) + (x' \cdot z) + (y \cdot z) \Rightarrow (x \cdot y) + (x' \cdot z) + (y \cdot z(x+x'))$

$\Rightarrow (x \cdot y) + (x' \cdot z) + (y \cdot z \cdot x) + (y \cdot z \cdot x')$

$\Rightarrow (x \cdot y) \cdot \underbrace{(1+z)}_1 + x'z \cdot \underbrace{(1+y)}_1 \Rightarrow (x \cdot y) + (x' \cdot z) //$

צילום הופעה מסוימת של משתנה אחרים כפי שניתן לראות.

כיצד יתבצע אם נחזק של ביטוי אחרים אינו תלוי בתוכו של ביטוי X

למשל תחת כל השארה, אצל X נקרא "כיצד יותר".

משתנה יתבצע: נחזק של ביטוי אחרים, אינו תלוי בתוכו של המשתנה

תחת כל השארה שהוא

$T(x,y,z) = x'y'z + yz + xz$

עובדות

תכונה 6 = $z(x'y' + y + x)$

תכונה 5 = $z(x' + y + x)$

תכונה 5 = $z(1+y)$

תכונה 2 = $z(1)$

תכונה 2 = $z //$

לכן X, y הם משתנים יתרים.

$$A+B = A+C$$

* אסור לציגם

כל אורגניזם חי $B = C$

$$1+1 = 1+0$$

$$1 = 1$$

אבל $C \neq B$

פונקציה $C=0, A, B=1$

חוקי פה מורגן (De Morgan)

חוקים שמציינים תכונות של פונקציות המסבירות NOT

$$(X)' = X'$$

היפוך צינאי

$$(X+Y)' = X' \cdot Y'$$

פונקציה OR ו AND

$$(X \cdot Y)' = X' + Y'$$

המסבים של כל הצינאים מייצגים אורגניזם חי או מת, או קטל, או מסביר, וישנו פונקציה AND ו OR שפונקציה OR ו AND כהרמיונה

$$T(x, y, z) = (x+y)[x'(y'+z)']' + x' \cdot y' + x \cdot z'$$

פונקציה

$$= (x+y)[x+y] + x' \cdot y' + x \cdot z'$$

$$= x+y+z+x' \cdot y' + x \cdot z'$$

$$= x+y+z+y' + x \cdot z'$$

$$= x+y+y' + x \cdot z'$$

$$= x+1 + x \cdot z'$$

$$= 1$$

דוגמה פונקציה

כתיבות 1-9 מראה צורה של צורות. צורות אורגניזם חי או מת, או קטל, או מסביר, וישנו פונקציה AND ו OR שפונקציה OR ו AND כהרמיונה.

19 כל שתי צורות שונות של פונקציה OR ו AND כהרמיונה.

כתיבות 1-9 מראה צורה של צורות. צורות אורגניזם חי או מת, או קטל, או מסביר, וישנו פונקציה AND ו OR שפונקציה OR ו AND כהרמיונה.

כתיבות 1-9 מראה צורה של צורות. צורות אורגניזם חי או מת, או קטל, או מסביר, וישנו פונקציה AND ו OR שפונקציה OR ו AND כהרמיונה.

כתיבות 1-9 מראה צורה של צורות. צורות אורגניזם חי או מת, או קטל, או מסביר, וישנו פונקציה AND ו OR שפונקציה OR ו AND כהרמיונה.

פרק 2 - פונקציות אritmetic.

הפונקציה פונקציות אritmetic $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ צנוו לכל הנאמה פאיתים
 זכס צירוף צרים אפסים אמרתים x_1, \dots, x_n את העק 'ס' או 'י'.
 כצור וס י"ב צירופי צרים אפסיים אמרתים.

צורות קנויות שס פונקציות

צורה קנוית שס סכום הנפורה מתכוננים זכס כל השורה סכום יס
 ספונקציה את העק "י". זכס שורה כצו יוקרים ארפדה א הנסתנים

	x	y	z	f (פונקציה רלה)	אמס
*	0	0	0	1	אוקום את השורה שהתאורה כל אוקום שס 0 שס 1
*	0	0	1	0	
*	0	1	0	1	
*	0	1	1	1	
*	1	0	0	0	

$f(x,y,z) = x'y'z' + x'y'z + x'yz$ (DNF)

(ני, שסס)
 וצריס 1

צורה קנוית של ארפדה סכומים:
 אוקום את כל השורה שהתאורה
 0, כל אוקום שס 1 שס 1.

$f(x,y,z) = (x+yz') \cdot (x'+y+z)$ (CNF)

הפאדה $A \oplus B$

x	y	$x \oplus y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

תכונות:

1. היסוד $A \oplus B = B \oplus A$

2. אסויט'כיות $(A \oplus B) \oplus C = A \oplus (B \oplus C)$

3. אטרא'כיות: $A \cdot (B \oplus C) = (A \cdot B) \oplus (A \cdot C)$

4. $A \oplus A' = 1$ $A \oplus 1 = A'$ $A \oplus 0 = A$

5. if $A \oplus B = C$ then $A \oplus C = A \oplus (A \oplus B) = (A \oplus A) \oplus B = B$

$B \oplus C = B \oplus (B \oplus A) = (B \oplus B) \oplus A = A$

6. $A = B$ שורה 1 רק אס $\overline{A \oplus B}$

$EQ(A, B)$

מבטת פונקציות בלוגיקה

המטרה היא להוכיח שכל פונקציה בלוגיקה (כל פונקציה) ניתנת לביטוי באמצעות פונקציות AND, OR, NOT.
 הוכחה: נשתמש בלוגיקה בוליאנית.

מרחבי ערך: $\{0, 1\}$

$$x \cdot y = (x' + y)'$$

$$x + y = (x' \cdot y)'$$

1. $\{0, 1\}$ שמה כי

2. $\{0, 1\}$ שמה כי

הפונקציות NOR ו-NAND הם בלוגיקה

$$\text{NOR} : x \downarrow y = x' \cdot y' = (x + y)'$$

$$\text{NAND} : x \uparrow y = x' + y' = (xy)'$$

נוכיח את הבלוגיקה של הפונקציה NOR ו-NAND.

$$x \downarrow x = x' \cdot x' = x'$$

$$(x \downarrow y) \downarrow (x \downarrow y) = (x' \cdot y')' \cdot (x' \cdot y')' = (x + y)(x + y) = (x + y)$$

$$((x + y)' + (x + y)')' = (x' y' + x' y')' = (x' y')' \cdot (x' y')' = (x + y)(x + y) = (x + y)$$

מבטת פונקציות בלוגיקה

נתונים פונקציות בלוגיקה: AND, OR, NOT.
 ניתן לבטא כל פונקציה בלוגיקה באמצעות פונקציות AND, OR, NOT.

		\bar{x}		x
$z \setminus xy$	00	01	11	10
z'	0	1	1	
z	1		1	

קוביות: $f(x,y,z) = \sum (2,6,7)$

$$f(x,y,z) = \underbrace{x'y'z' + xyz'}_{yz'} + \underbrace{xyz}_{xy}$$

קוביות קוניות:

כיוון שיש פונקציה \rightarrow צריך לפתור קוביות שבו כל משתנה יש בו 1 ונמצאת אותה בתוך קובייה. שאר משתנים כיוון שאינם נמצאים שם:

1. מצאנו משתנים עם '1' שאינם ניתנים לפירוק קוביות שצריכים יותר.
2. המצאנו קוביות המכילות 2 שייך ניתנת להרכבה קובייה נוספת.
3. המצאנו קוביות המכילות 4 משתנים, אך אינם יכולים להיות חלק מהקובייה המצויה יותר (יש משתנים וכו').
4. כתרו קוביות, הרום מהמקום ביותר, עד שכל כיוון הפונקציה יכיל משתנים מכלול מכלול מכלול.

מקבלים כיוון שיש משתנים שניתן להם '1' ו'0' (הקוביות).

		\bar{w}		w
$yz \setminus wx$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0		0	
11	0	0	0	0
10	0		0	

קוביות: $f(x,y,z,w) = (y+z)(\bar{y}+\bar{z})(w+x)(\bar{w}+\bar{x})$

$(w+x)$ $(\bar{w}+\bar{x})$

מפת קרנו של חמישה משתנים

תוצאה 4

	vwX							
yz	000	001	011	010	110	111	101	100
00	0	4	12	8	24	22	20	16
01	1	5	13	9	25	29	21	17
11	3	7	15	11	27	31	23	19
10	2	6	14	10	26	30	22	18

צמצום משכתי 5 שונים

כיוונית: משכתי 16

השונים 24, 12, 0, 20, 17

ציר סימטריה

פרק 4 - פונקציות אינומיות ותכונותיהן:

המכונה תהייה f ו g 2 פונקציות איות ה- n משתנים.

אנו סומרים f מכסה את g (cover), ונסמן $f \supseteq g$ אם

$$g(x_1, \dots, x_n) = 1 \Rightarrow f(x_1, \dots, x_n) = 1$$

כאשר לכל מקום המכסה יש 1 ה g אם ה f פרוק

סומרים 1

המכונה אם $f \supseteq g$! מכונה של מצבים אזי g נקרא סומר

(implicant) של f וייסוגן $g \Rightarrow f$

אנחנו: $g \supseteq h \Leftrightarrow h + g = g$ הוכחה:

$g \cdot h = 1 \Rightarrow g = 1$ $g \supseteq g \cdot h$

אנחנו: אם $f \supseteq g$ ו $f \supseteq h$ אז $f = g$

$f = 1 \Leftrightarrow g = 1$ הוכחה

$f \supseteq h \wedge f \supseteq g \Leftrightarrow f \supseteq g + h$ אנחנו

(\Rightarrow) $f \supseteq g + h$ נניח $f \supseteq h \wedge f \supseteq g$ נניח

$f = 1 \Leftrightarrow f \supseteq g$ נניח $g = 1$ אם $g + h = 1$ נניח

$f = 1 \Leftrightarrow f \supseteq h$ נניח $h = 1$ אם

נניח $f \supseteq g + h$

(\Leftarrow) נניח $f \supseteq g + h$

אם $g = 1$ נניח $g + h = 1$ ואז $f = 1$, ואז $f \supseteq g$

אם $h = 1$ נניח $g + h = 1$ ואז $f = 1$, ואז $f \supseteq h$

מכפלת ערכים P נקראת אור ראשוני של פונקציה f אם:

$$f \rightarrow P \quad (P \geq f)$$

כל מחיקה של כל ערך מופיע בהם יותר משהיא P שאינו
מכוסה ע"י f , כאשר $f \rightarrow \text{זמן}$ (יש ליתר אורך עבודה שבו
 $1 \leq P$ ו $f=0$).

משפט: כל סכום מכפלות מסוימות ניתן לפירוקם השקולם
עבודות אחרות f הינו סכום של אורחים ראשוניים של f .
מתגורר ש...

1. ביטוי מניאלי של פונקציה הינו סכום של אורחים ראשוניים

2. אורחים ראשוניים ממויינים עקוביזג מאפר הנתן שזינון

מופיעה בקוביות אפסיות יותר

השקולה מכפלת ערכים P נקרא אור ראשוני הנכתי
 EPI

של פונקציה אחרת אם:

1. P הוא אור ראשוני של f .

2. P מכסה עבודות מינארם אחר של f שאינו יכול

עבודות מכוסה ע"י אור ראשוני אחר. (יש עבודות בקוביות

משקלה 1 עבודות שסא מכוסה ע"י שם קוביות אחרות).

תהליך הקביל ביטוי מניאלי לפונקציה f :

1. מציא את כל האורחים הראשוניים (PI) של f .

2. מציא מתוכם את כל האורחים (הנכתיים (EPI) והרנס אותם
עכסאוי.

3. הוצא מרשימת PI את כל EPI , וכן את כל

ה PI שכבר כוסו ע"י ה EPI .

4. אם קבולת EPI מכסה את f סיימנו.

אחרת: נחזר PI נוספים כק של תכוסה כוסה וכן שמכסה

יהיה מניאלי, ומכין כל הסכומים המקיימים תסווי צה

נחזר את כלל אל הסיכונים הקטן ביותר.

צ'וואס טוהט דאס - Don't care

צ'וואס טוהט דאס ווען דו וועסט דעם דאס טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.
דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.
דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.

מ'טוהט דאס (דאס וועסט דו טוהן)

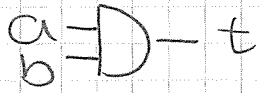
דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.
דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.
דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.
דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.

דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.
דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.
דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.

דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן, דאס וועסט דו טוהן.

פרק 5 - שגרים לוגיים, מעגלים סטטיים, תכנון סטטי.

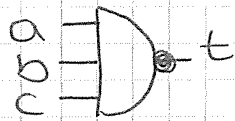
שגרים לוגיים - התקו שממש פונקציות איתם.



$t = a \cdot b$: AND שגר



$t = a + b + c$: OR שגר



$t = (a \cdot b \cdot c)^{\neg}$: NAND שגר



$t = (a + b)^{\neg}$: NOR שגר



$t = a \oplus b$: XOR שגר



$b = a'$: NOT שגר

מעגלים סטטיים - ליצורם יש שגר סטטי 1 או יותר שצורתם חתומה פונקציות איתם מורכבת יותר נקרא מעגל סטטי או מעגל איתם.

כש רכיב מוגדר הפסגית ע"י 4 רמות הוותרים (ובאותם).

1. V_{ih} : מתח כניסה המקסימלי שחייב להיות מתחת ל'ס' צא'.

2. V_{ol} : מתח היציאה המקסימלי המותר שצורך יציאה 'ס' צא'.

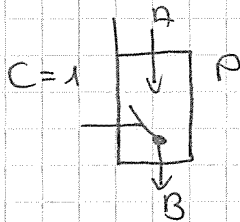
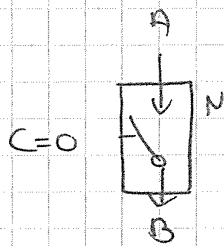
3. V_{ih} : מתח הכניסה המינימלי שחייב להיות מעל ל'י' צא'.

4. V_{oh} : מתח היציאה המינימלי המותר שצורך יציאה 'י' צא'.

כתיבת פונקציה לוגיקה

מכאן מתקבל 3 קצוות - קצוות C הנמשך כמקורה ושני קצוות A ו-B הנמשכים בכניסה ויציאה של "מיפץ".

ישנם שני סוגים של מרחבים P ו-N:



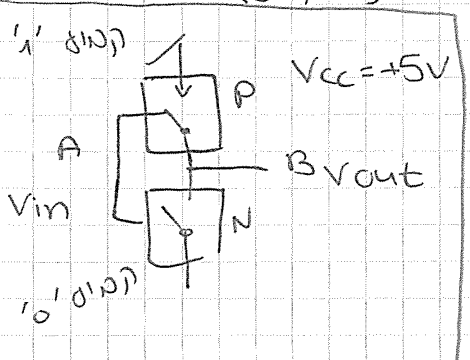
C=0' פתוח
C=1' סגור

C=0' סגור
C=1' פתוח

מאחר ואפיון דקלוגי של מרחבים.

שאר NOT, מרחב, מרחב מצוי מרחבים הנחוצים לכאן אין הקטבים '0' ו-'1', כאשר 'A=1' מרחב N מתאר ומרחב P מתאר וכן עבור '0' יציאה, כאשר 'A=0' מרחב N מתאר ומרחב P מתאר וכן עבור '1' יציאה. כלל מרחב 'B=A'.

דגון פונקציה עם כניסה אחת ופלט אחד. כלל מרחב 'B=A' מתאר ומרחב P מתאר וכן עבור '1' יציאה. כלל מרחב 'B=A' מתאר ומרחב P מתאר וכן עבור '1' יציאה. כלל מרחב 'B=A' מתאר ומרחב P מתאר וכן עבור '1' יציאה.



ככל אורך מן המסלולים, סדר המאובקת הכולל

1. הכוונה מתחילה בתשתית

2. כוונת לדד, מאורמך מוכח שהקויה לאו תמנה.

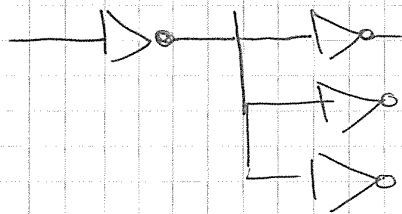
3. מאור לקדד המם מן השינוי בכניסה תמנה גם היציאה.

כך שהיציאה תעבור את קווי התאמה לקדד מאור שהכניסה דברה את קווי התאמה.

4. ציפית היציאה (או ירידתה) תמנה קדד (או דד) (TD)

מסא קדד זה לקדד.

מסלול FanOut (קשרת המסלול):



יש מספר מוכח של כניסות פיתון

מחברת היציאה.

ה TD ו RTL הוצרם מוכח.

מספר צומעם של היציאה יוצר קשרת המורה שהיציאה 'א'

לא תהיה מספיק טובה, ועצמה עבודה כ"ס.

ציפית רכיבים:

ציפיות רכיבים פירושה כנונה שפרסם ציינים יש מוכיח מוכח.

- | | | | |
|------|------------|-----|------------|
| LSI | עשרת אלפים | SSI | מספר אלפים |
| VLSI | מאות אלפים | MSI | מאות אלפים |

תכנון סוגי

המורה הנכונה ביותר של תכנון סוגי של מערכת ספרתיים

כאמציית פקדים (SSI) אמנצרת המורה שלמעם עיצוב

1. התאור הנטי של פקדיות המערכת.

2. אצור מוכח המערכת כאמציית כטי היציאה של פקדיות.

סיוכים סכייים:

כניס כל ים רשייה לקדד מספרים פקדים: מעמ מערכת מספר סכייים

מנו המכוייבצרה צמי קלי כמולו המערכת מוכח לקדד פקדיות

מ הוכח של 'א' מן המערכת פקדים: ה כו מעמ מספר יותר מעמ מעמ.

2. סינויים מוכח מוכח כל יורה של אצור "סיוכים" מוכח מספר סכייים

פרק 6 - מסנים, טורים, מסנים

תכנון סוגי טענות לביני MSI.

מסנים בינאריים:

קראתא שתינוור 2 מסנים טיטוויב:

$$\begin{array}{r} + 11 \\ \underline{3} \\ 14 \end{array} \quad \begin{array}{r} \\ + 10 1 \\ \underline{0011} \\ 1110 \end{array}$$

מסנה בינארי מסאפ



A	B	C _i	C _o	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

סנתה טוטת

מסנה קטניב

S:

C _i \ AB	00	01	11	10
0	0	1	1	1
1	1	1	1	

C_o:

C _i \ AB	00	01	11	10
0	0		1	
1	1	1	1	1

* טנל מסנתה שרטיב' 4 אוב ערני המטניב או עולטיב
 זוב טנל מסנתה ש' 4 אוב ערני המטניב עולטיב או 0.
 אפ הפינקייה היא ענתה ⊕ של ט המטניב.

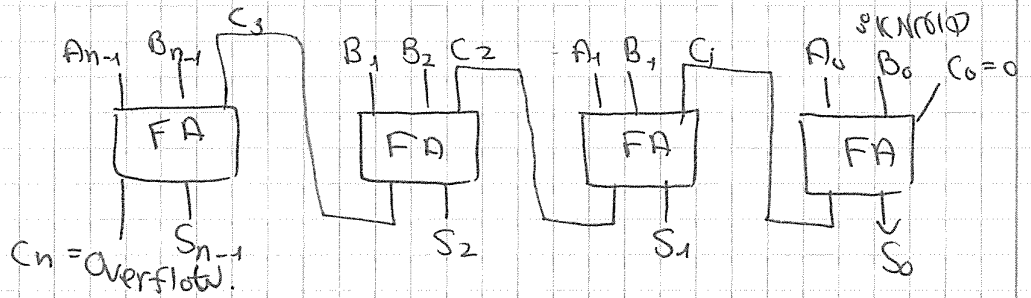
$$S = A'B'C_i + A'BC_i + ABC_i + ABC = A \oplus B \oplus C_i$$

$$C_o = AB + AC_i + BC_i = AB + (A+B)C_i$$

$$AB + (AB + A \oplus B)C_i = AB(1 + C_i) + (A \oplus B)C_i$$

$$AB + (A \oplus B)C_i$$

כפי שחברנו 2 מספרים בינאריים, אנחנו יכולים להוסיף מספרים נוספים, ואנחנו יכולים להוסיף מספרים נוספים, ואנחנו יכולים להוסיף מספרים נוספים.



מפני שהחישוב - נעשה הדרגות (המשולש).
אם נעשה, החישוב הנעשה הדרגות, הדרגות הנעשה הדרגות.

מספר : Selector

מבנה של מספר :

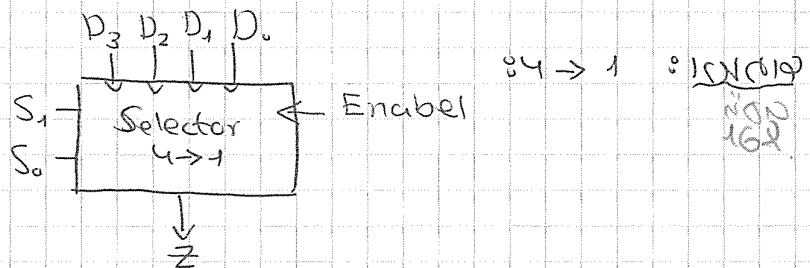
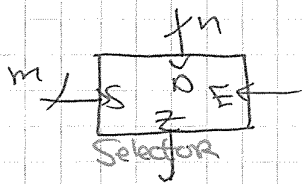
מספרים: S_0, S_1, \dots, S_{m-1} מספרים מספרים
 $n = 2^m$ מספרים (תינונים) D_0, D_1, \dots, D_{n-1}
 E מספרים enable

המספרים (המספרים)

אם $E = 0$ או $Z = 0$

אם $E = 1$, הוסיף, $Z = 0$, כאשר Z הוסיף מספרים שייחוסים

המספרים מופיעים מספרים הוסיף.



אם Enabel = 0 הוסיף מספרים
 אם Enabel = 1 הוסיף מספרים מספרים S_0, S_1, \dots, S_{n-1}
 אם $S_0 = 0, S_1 = 0$ הוסיף מספרים מספרים

סיבוכיות המור Selector ::

מור טבל 1-n כניסות נקרה ו 2^n כניסות (נתונים מרובים):

1. $2(n+1)$ שגיאות

2. 2^n שגיאות AND טבל 2-n כניסות כ"א

כס שגיאות AND כזה שקודם ל $1+n$ שגיאות AND טבל 2 כניסות כ"א

וכמו כן $2^n(n+1)$ שגיאות AND.

3. שגיאות OR טבל 2^n כניסות, הקודם ל $1-2^n$ שגיאות OR

טבל 2 כניסות

כולל אחרת של מור $O(2^n \cdot n) = 2 + 2n + 1 - 2^{n+2}$

חימום פונקציות טעורת סטריקור.

סימאז 1-2 מור זכא enable ופונקציה (המחזור) $Z = SD_1 + SD_0$

נ"ה $S = A, D_0 = B, D_1 = \bar{B} \Rightarrow Z = AB' + A'B = A \oplus B$

קיסנו חימום XOR

הוא אפסר זלזל, זכא כפיקה ל האפסרני, הוא אפסר

למש רק טערת המסתה זכא צורק בהויפוק של ק

כו, צריק זכרתל ככאוי החיניעט של הפונקציה

אויס זכרתה שמוס ככאוי החיניעט זכא זכא אפסר.

מפתח - Decoder (מקור).

מנה של מפתח -

מסל: m כניסות נקרה d_0, \dots, d_{m-1}

כניסות Enable

מסל: $2^m = n$ יציאות f_0, \dots, f_{n-1}

אויס enable = '0' F תמיכ'ט

אחרת תכאוי הפונקציה

צרו מפתח $m \rightarrow n$

מסל: $m=3$ או $3 \rightarrow 8$

פרק 7 - מננים ואופנים ורביעים מתוכנתים.

מובילה: מיון של פונקציה טבלתית עם גודל של מנתים.
 send: עבור מנתים יש צורך ב-2 סוגים.

Three-State Bus

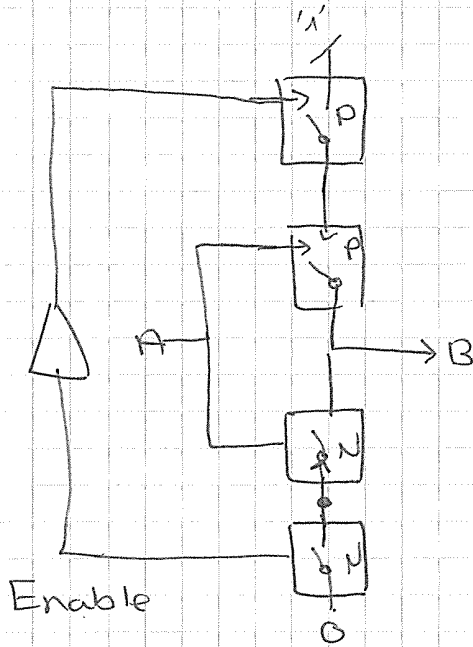
כאשר Enable = 1 השני סוגל לשלוח נתון

כאשר Enable = 0 היציאה מנותקת

מפני כן היציאה לא '1' ולא '0'

נתון מפני "שלישי" והשני קרוי

"Not" עם יציאה מסוג 3-State.



מסמך

ש

15 בקור

אתחיל

של ההרצאה

-7-



קודים

המספר והקודים יוצגו את הקוד → קוד

$$(100)_{10} = (1100100)_2$$

קוד בינארי

100	0
50	0
25	1
12	0
6	0
3	1
1	1
0	

קוד BCD

0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

$$(100)_{10} = (\overset{1}{000}\overset{0}{1}\overset{0}{0000}\overset{0}{0000})_{BCD}$$

	6	4	2	3
0	0	0	0	0
1	0	1	0	1
2	0	0	1	0
3	1	0	0	1
4	0	1	0	0
5	1	0	1	1
6	1	0	0	0
7	1	1	0	1
8	1	0	1	0
9	1	1	1	1

קוד BCD

* מתקנים את מה שצריך

0	0	0	1	1
1	0	1	0	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	0	1	1	1
5	1	0	0	0
6	1	0	0	1
7	1	0	1	0
8	1	0	1	1
9	1	1	0	0

קוד הקצרה 3-2

מתקנים 3-2

קופ סכריס

	$n=3$	3 אוקט	$n=2$	2 אוקט ,	$n=1$	1 אוקט
0	0 0 0		0	0 0	0	0
1	0 0 1		1	0 1	1	1
2	0 1 1		2	1 1		
3	0 1 0		3	1 0		
4	1 1 0					
5	1 1 1					
6	1 0 1					
7	1 0 0					

	$n=4$	4 אוקט
0	0 0 0 0	
1	0 0 0 1	
2	0 0 1 1	
3	0 0 1 0	
4	0 1 1 0	
5	0 1 1 1	
6	0 1 0 1	
7	0 1 0 0	
Σ	1 1 0 0	
9	1 1 0 1	
10	1 1 1 1	
11	1 1 1 0	
12	1 0 1 0	
13	1 0 1 1	
14	1 0 0 1	
15	1 0 0 0	

המרה מסבינר ל"סכריס"

$$g_n = b_n$$

$$(b_n b_{n-1} \dots b_1 b_0)_2$$

נניח

$$(g_n g_{n-1} \dots g_1 g_0)_{\text{סכריס}}$$

סכריס

$$i = n-1, n-2, \dots, 1, 0$$

המרה

$$g_i = (b_i + b_{i+1}) \bmod 2$$

$$b_7 (1 0 1 1 0 0 0 1)_2^{b_0}$$

$$g_7 = b_7 = 1$$

$$g_6 = (b_6 + b_7) \bmod 2 = (0 + 1) \bmod 2 = 1$$

$$g_5 = (b_5 + b_6) \bmod 2 = (1 + 0) \bmod 2 = 1$$

$$g_4 = (b_4 + b_5) \bmod 2 = (1 + 1) \bmod 2 = 0$$

$$g_3 = (b_3 + b_4) \bmod 2 = (1 + 0) \bmod 2 = 1$$

$$g_2 = (b_2 + b_3) \bmod 2 = (0 + 0) \bmod 2 = 0$$

$$g_1 = (b_1 + b_2) \bmod 2 = (0 + 0) \bmod 2 = 0$$

$$g_0 = (b_0 + b_1) \bmod 2 = (1 + 0) \bmod 2 = 1$$

הצורה הכללית

$$b_n = g_n$$

$$(g_n, g_{n-1}, \dots, g_1, g_0) \quad \text{נתון}$$

$$(b_n, b_{n-1}, \dots, b_1, b_0) \quad \text{דרוש}$$

$$b_i = (b_{i+1} + g_i) \bmod 2 \quad i = n-1, n-2, \dots, 1, 0$$

$$g_n \begin{matrix} 7 & 6 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ (1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1) \end{matrix}$$

הצורה

$$b_7 = g_7 = 1$$

$$b_6 = (b_7 + g_6) \bmod 2 = (1 + 1) = 0$$

$$b_5 = (b_6 + g_5) \bmod 2 = (0 + 1) = 1$$

$$b_4 = (b_5 + g_4) \bmod 2 = (1 + 0) = 1$$

$$b_3 = (b_4 + g_3) \bmod 2 = (1 + 1) = 0$$

$$b_2 = (b_3 + g_2) \bmod 2 = (0 + 0) = 0$$

$$b_1 = (b_2 + g_1) \bmod 2 = (0 + 0) = 0$$

$$b_0 = (b_1 + g_0) \bmod 2 = (0 + 1) = 1$$

$$(10110001)_2$$

←

אקסטרנט מיתר

תרגיל
-2

הקדמות

(1) $(\neg p) \bar{p}$ נגזרת

(2) $(p \vee q) p+q$ חיבור

(3) $(p \wedge q) p \cdot q$ כפל

$0 \Leftrightarrow F$ $1 \Leftrightarrow T$

טבלאות אמיתות

p	q	p+q	p.q
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	1	1

p	\bar{p}
0	1
1	0

הכללה: הוכיחו כי A ו B שווים אם הם אותה טבלת אמיתות. $A=B$ מוכן

$x \cdot x = x$ $x+x = x$ (1) : נגזרת

x	x+x	x.x
0	0	0
1	1	1

$x \cdot 0 = 0$ $x+1 = 1$ (2)

x	x+1	x.0
0	1	0
1	1	0

$x \cdot \bar{x} = 0$ $x+\bar{x} = 1$ (6)

x	\bar{x}	$x+\bar{x}$	$x \cdot \bar{x}$
0	1	1	0
1	0	1	0

$x+(y.z) = (x+y).z$ $x(y+z) = xy+xz$ (7) חוק הפילוף

x	y	z	y.z	x+(y.z)	x+y	x+z	(x+y).z
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

$$\begin{aligned}
 & (x + xy)(x + \bar{x}y)(\bar{y} + y\bar{z}) + (x(\bar{y} + \bar{z})) = \\
 & \overset{\downarrow}{x}(\overset{\downarrow}{x+xy})(\overset{\downarrow}{\bar{y}+y\bar{z}}) + (\bar{x} + \overline{y+z}) = \\
 & \overset{\downarrow}{x}(\bar{y} + \bar{z}) + (\bar{x} + (y \cdot z)) = \\
 & x\bar{y} + x\bar{z} + \bar{x} + yz = \\
 & \underbrace{x\bar{y} + \bar{x}}_1 + \underbrace{\bar{z} + yz}_1 = \\
 & = \bar{x} + \bar{y} + \bar{z} + y = \bar{x} + \bar{z} + \underbrace{\bar{y} + y}_1 = \bar{x} + \bar{z} + 1 = 1
 \end{aligned}$$

תוצאה בניסוי כותב הוסף הוצאנו (מי, פני, רותי ויאם).
 נשם הפרנסית הוויחזקות של הניסוי הוחזרום והיחזרות הותנו
 תנאים זקוקים הניסוי והם:

- (א) אם רותי תשתרף אז מי תשתרף
 - (ב) פני ויאם תמיד יחד.
 - (ג) אם פני משתרף אז מי לא משתרף ורותי ויאם משתרפו
 - (ד) אם מי משתרף אז רותי או יאם משתרפו.
- מי יכיל את הניסויים א-ד (השתרף, פני השתרף, רותי משתרף ז יאם משתרף)

פתרון

$$\begin{aligned}
 & f(x,y,z,w) = \text{א.ב.ג.ד} \\
 & \bar{x} + \bar{w} \cdot y \cdot z = x \rightarrow (\bar{w} \cdot yz) \quad \text{(א)} \quad \bar{y} + w = y \rightarrow w \quad \text{(ב)} \\
 & \bar{w} + y + z = w \rightarrow (y+z) \quad \text{(ג)} \quad x \cdot z + \bar{x} \cdot \bar{z} \quad \text{(ד)} \\
 & f(x,y,z,w) = (\bar{y} + w)(xz + \bar{x}\bar{z})(\bar{x} + \bar{w}yz)(\bar{w} + y + z) \\
 & = (\bar{y} \cdot \bar{w} + \bar{y} \cdot y + \bar{y} \cdot z + w \cdot \bar{w} + w \cdot y + w \cdot z)(x \cdot z \cdot \bar{x} + xz\bar{w}yz + \bar{x} \cdot \bar{z} \cdot \bar{x} + \bar{x} \cdot \bar{z} \cdot wyz) \\
 & = (\bar{y}\bar{w} + 0 + \bar{y}z + 0 + wy + wz)(0 + xyz\bar{w} + \bar{x}\bar{z} + 0) \\
 & = (1 + \bar{y}z + wz)(xyz\bar{w} + \bar{x}\bar{z}) =
 \end{aligned}$$

$$1(xyz\bar{w} + \bar{x}\bar{z}) = xyz\bar{w} + \bar{x}\bar{z}$$

צורות נורמליות

x	y	z	f(x,y,z)
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

נתון:

DNF: סכום של מונות

מתחילים עם ערכי 1 של הפונקציה.

עם ערך 1 של הפונקציה, מתחילים עם

המשתנים, אם הערך 1 מצויקים אחריו.

אם הערך 0 מצויקים אחר הפסיקה של

כיון המשתנים עושים פעולות כלל. כיון ערכי הפונקציה חיבור.

$$f(x,y,z) = \bar{x}\bar{y}\bar{z} + \bar{x}y\bar{z} + x\bar{y}z$$

CNF: מכפלה של סכומים

מתחילים עם ערכי 0 של הפונקציה, ערכי 0 של הפונקציה

מתחילים עם המשתנים, אם הערך 1 מצויקים אחר הפסיקה

אם הערך 0 מצויקים אחריו.

כיון המשתנים עושים פעולת חיבור. כיון ערכי הפונקציה כפול.

$$f(x,y,z) = (x+y+\bar{z})(x+\bar{y}+\bar{z})(\bar{x}+y+z)(\bar{x}+\bar{y}+z)(\bar{x}+\bar{y}+\bar{z})$$

x	y	דנמ (XOR)		
		x⊕y	x↑y	x↓y
0	0	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0

(נורמליות)

כרוך אחר x⊕y, x↑y, x↓y

$$dnf \quad x \oplus y = \bar{x}y + x\bar{y}$$

$$cnf = x \uparrow y = \bar{x} + \bar{y} = \overline{xy}$$

$$dnf \quad x \downarrow y = \bar{x} \cdot \bar{y} = \overline{x+y}$$

מצורת פאסות שמנה:

משפטים מצורת פאסות נקראת מצורת פאסות שמנה, אם כל

פונקציה אפשר שכתוב א' הפאסות המצורת

צורה (1) {+, ·, ¬} מצורת פאסות שמנה.

$$a \cdot b = \overline{\overline{a \cdot b}} = \overline{\overline{a} + \overline{b}} \quad \text{כיון } \{+, \neg\}$$

$$a + b = \overline{\overline{a + b}} = \overline{\overline{a} \cdot \overline{b}} \quad \text{כיון } \{\cdot, \neg\}$$

4. $\{+, \cdot\}$ כמו מערכת פעולות שמה, $\{+, \cdot\}$ אי-אפשר
 סיידה שמה.

משפט: מערכת פעולות תהיה מערכת פעולות שמה.

אם $\{+\}$ הפעולות כמערכת איברי סיידה $\{+, \cdot\}$ או $\{+, \cdot\}$.

פוא: $\{+\}$ מערכת פעולות שמה.

$$x \downarrow x = \bar{x} + \bar{x} = \bar{x}$$

הוכחה: יבנו \downarrow ונראה ש
 מהתחלה \downarrow .

$$\bar{x} \downarrow \bar{y} = \overline{\bar{x} + \bar{y}} = \bar{\bar{x}} \cdot \bar{\bar{y}} = x \cdot y = \bar{x} \downarrow \bar{y} = (\bar{x} \downarrow \bar{x}) \downarrow (\bar{y} \downarrow \bar{y})$$

כמו \downarrow מערכת פעולות שמה.

תמו: כתוב \uparrow "AND" \downarrow "NOR"

$$a \uparrow b = \overline{a \downarrow b} = \overline{(\overline{a+a}) \downarrow (\overline{b+b})} = \overline{(\overline{a+a}) \downarrow (\overline{b+b})} \downarrow (\overline{a+a}) \downarrow (\overline{b+b})$$

סתיו \leftarrow

משפט: אם $\{f\}$ מערכת פעולות שמה אז $f(x, x, \dots, x) = \bar{x}$

$$x \downarrow x = \bar{x}$$

הוכחה: אם $f(x, x, \dots, x) \neq \bar{x}$, אז $\{f\}$ מערכת פעולות שמה שמה

$$p \Rightarrow q = \bar{p} \downarrow q$$

פוא: $\{+\}$ שמה מערכת פעולות שמה כי

$$x \oplus x = \bar{x} \cdot x + x \cdot \bar{x} = 0 + 0 = 0$$

מערכת פעולות תהיה שמה.

משפט: מערכת פעולות (קטור) מערכת פעולות תהיה שמה

אם המערכת פעולות ותהיה $0, 1$ מערכת פעולות שמה

ותהי מהתחלה $0, 1$, 0 כפי שייחור $0, 1$.

$$f(x, y) = \bar{x} + y$$

$$f(x, x) = \bar{x} + x = 1$$

$\{f\}$ שמה מערכת פעולות שמה.

$$f(\bar{x}, y) = x + y$$

ותהי מהתחלה \bar{x}

כמו $\{f, \cdot\}$ מערכת פעולות שמה, $\{f\}$ מערכת פעולות

$$f(x,y) = \bar{x} + y$$

תנו) סדרה

$$g(x,y) = \bar{x}y$$

מחברת פשוטת $\{f,g\}$ מוכח

$$f(x,x) = \bar{x} + x = 1$$

מוכח 1

אם $x=1$ מוכח $f(1,y) = 1 + y = 1$

$$g(x,1) = \bar{x} \cdot 1 = \bar{x}$$

$$f(\bar{x},y) = x + y$$

אם $x=\bar{x}$ מוכח $f(\bar{x},y) = \bar{x} + y = 1 + y = 1$

תרגיל 4

מספר קרוב

	x	y	z
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1

3 משתנים:

z \ xy	00	01	11	10
0	0	2	6	4
1	1	3	7	5

\bar{z} (rows 0, 2, 6, 4)
 \bar{y} (columns 0, 1)
 \bar{x} (columns 0, 1)

	x	y
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1

2 משתנים

y \ x	0	1
0	0	2
1	1	3

4 משתנים

	x	y	z	w
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

z \ xy	00	01	11	10
00	0	4	12	8
01	1	5	13	9
11	3	7	15	11
10	2	6	14	10

\bar{z} (rows 00, 01)
 \bar{y} (columns 00, 01)
 \bar{x} (columns 00, 01)

תרגיל 5: (עם) את הפונקציות (האזוה)

1) $f(x,y,z) = \sum (0, 2, 4, 5, 6)$

z \ xy	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1				1

$f(x,y,z) = \bar{z} + x\bar{y}$
0246 45

2) $f(x,y,z,w) = \sum (0, 1, 2, 6, 8, 9, 10)$

z \ xy	00	01	11	10
00	1			1
01	1			1
11				
10	1	1		1

\bar{z} (rows 00, 01)
 \bar{y} (columns 00, 01)
 \bar{x} (columns 00, 01)

$f(x,y,z,w) = \bar{y}\bar{z} + \bar{y}\bar{w} + \bar{x}\bar{w}z$

$$3) f(x,y,z,w) = \sum (0, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 15)$$

		x			
		00	01	11	10
z	y	00	1	1	1
	01 <td>1</td> <td></td> <td></td> <td>1</td>	1			1
	11 <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td>	1	1	1	1
	10 <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td></td>	1	1		

$$f(x,y,z,w) = \bar{x}\bar{w} + \bar{z}\bar{y} + zw$$

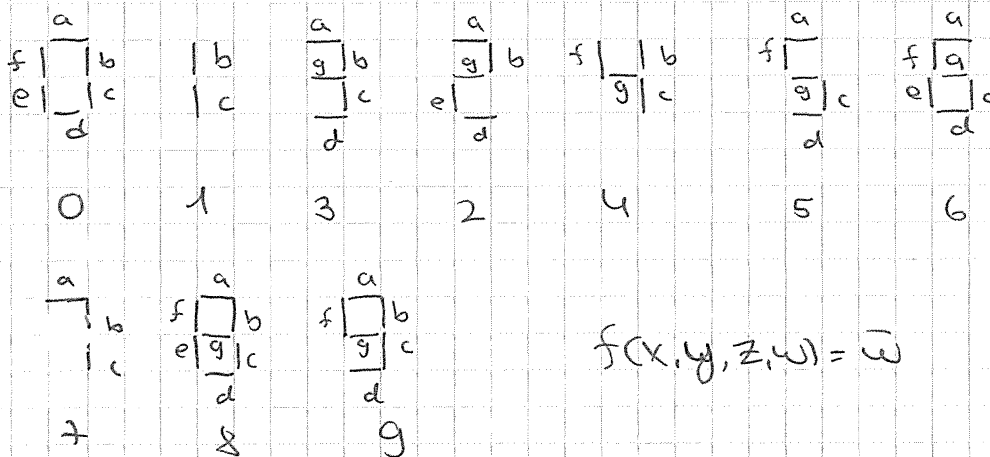
$$4) f(x,y,z,w) = \sum (0, 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14)$$

		x			
		00	01	11	10
z	y	00	1	1	1
	01 <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td>	1	1	1	1
	11 <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>				
	10 <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td>	1	1	1	

$$f(x,y,z,w) = \bar{w} \cdot \bar{x} + \bar{z} + y \cdot \bar{w}$$

$$f(x,y,z,w) = \sum (2,4,6,8,12,14) + \sum_{\emptyset} (0,5,10,15)$$

$z \backslash y$	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	1	0	1	0
11	0	1	0	1
10	1	1	1	0



$$a(x,y,z,w) = \sum (0,2,3,5,6,7,8,9) + \sum_{\emptyset} (10,11,12,13,14,15)$$

$z \backslash y$	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	1	0	1
11	1	1	0	0
10	1	1	0	0

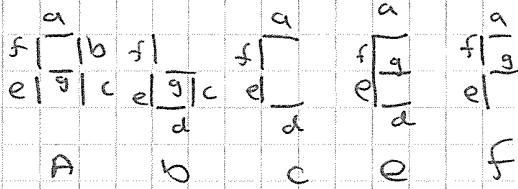
$$a(x,y,z,w) = z + x + \bar{y}\bar{w} + yw$$

$$b(x,y,z,w) = \sum (0,1,2,3,4,7,8,9) + \sum_{\emptyset} (10-15)$$

$z \backslash y$	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01	1	0	0	1
11	1	1	0	0
10	1	0	0	0

$$b(x,y,z,w) = \bar{y} + \bar{z}\bar{w} + zw$$





$$A(x, y, z, w) = \sum (0, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15)$$

$yz \backslash xy$	00	01	11	10
00	1		1	1
01		1		1
11	1	1	1	
10	1	1	1	1

$$A(x, y, z, w) = \bar{y}\bar{w} + yz + \bar{x}z \\ + x\bar{w} + x\bar{y}z + \bar{y}\bar{z} + \bar{x}yw$$

z \ y	00	01	11	10
0	0	A	A	C
1	B	1	∅	\bar{B}

שורה 2: משתנה אפנה אותם שורה 1

שורה 1: כל משתנה אפנה רכיב 0

כל שורה משתנה אפנה שורה 0-1, (הפסק)

z \ y	00	01	11	10
00	0	0	0	0
10	0	1	∅	0

z \ y	00	01	11	10
00	0	1	1	0
10	0	∅	∅	0

:A=1
A·y

z \ y	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	∅	∅	0

:B=1 $\bar{B}=1$
 $B \cdot \bar{x} \cdot z$

z \ y	00	01	11	10
00	0	0	0	0
10	0	∅	∅	1

$\bar{B}xZ$

z \ y	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	∅	∅	0

:C=1
 $x\bar{y}\bar{z}$

$f(x,y,z,A,B,C) = yz + Ay + B\bar{x}z + \bar{B}xz + x\bar{y}\bar{z}$

פונקציה

$f(A,B,C,D,E) = \sum (1,2,5,6,7,9,11,13,16,12,26,29,30) +$

$\sum (19,20,22,23,25)$

	CDE	000	001	011	010	110	111	101	100
0	00	0	1	3	2	6	7	5	4
1	01	8	9	11	10	14	15	13	12
3	11	24	25	22	26	30	31	29	28
2	10	26	17	19	18	22	23	21	20

C/D	00	01	11	10
0/B		A+B		
1				

$0 = 0 \cdot 0 \cdot 0 \cdot \bar{A}$
 $1 = \bar{A}$

B \ A	0	1
0	0	1
1	1	3

$\bar{C}\bar{D}\bar{E} = 010$

B \ A	0	1
0		1
1		

$\bar{C}\bar{D}\bar{E} = 000$

B \ A	0	1
0		∅
1		

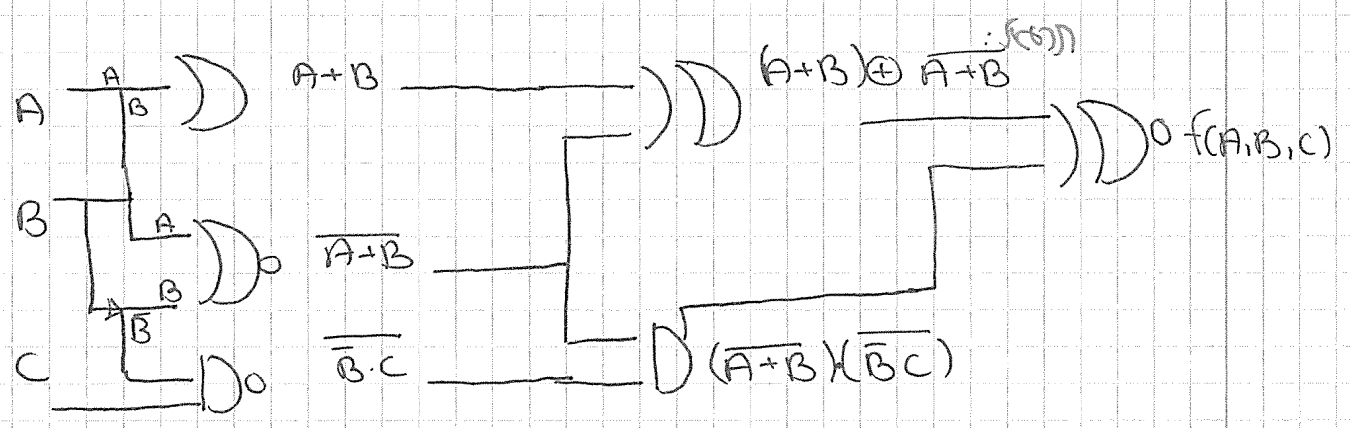
$C\bar{D}\bar{E} = 100$

CMF $A + \bar{B}$

$A \cdot \bar{B}$

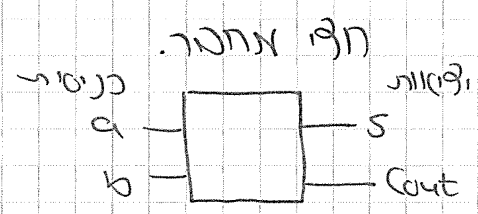
CMF $\bar{A} + B$ || DMF $\bar{A} \cdot B$

כניסות	יציאה	כניסות	תוצאה
X	\bar{X}	כניסה	יציאה
X, Y	$X+Y$	כניסות	יציאה
X, Y	XY	כניסות	יציאה
X, Y	$X \oplus Y$	כניסות	יציאה
X, Y	$\overline{X+Y}$	כניסות	יציאה
X, Y	\overline{XY}	כניסות	יציאה
X, Y	$\overline{X \oplus Y}$	כניסות	יציאה



$$f(A,B,C) = [(A+B) \oplus (\overline{A+B})] \wedge (\overline{B.C})$$

פונקציות



$S = a + b$

	a	b	S	Cout
0	0	0	0	0
1	0	1	1	0
2	1	0	1	0
3	1	1	0	1

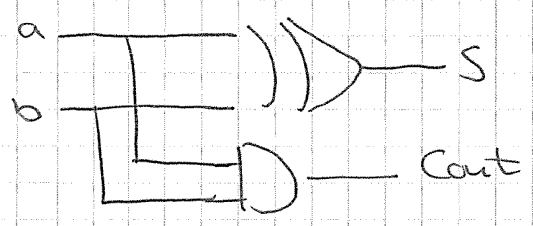
S

b/a	0	1
0	0	1
1	1	0

Cout

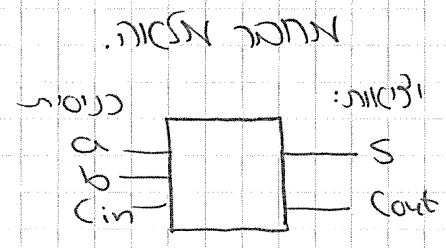
a/b	0	1
0	0	0
1	1	1

$S = a\bar{b} + \bar{a}b = a \oplus b$ $Cout = ab$



↓

	a	b	Cin	S	Cout
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0
2	0	1	0	1	0
3	0	1	1	0	1
4	1	0	0	1	0
5	1	0	1	0	1
6	1	1	0	0	1
7	1	1	1	1	1



$S = a + b + Cin$

ab/Cin	00	01	11	10
0	0	2	6	4
1	1	3	7	5

$$S = \bar{a}\bar{b}Cin + \bar{a}b\bar{Cin} + a\bar{b}\bar{Cin} + abcin =$$

$$= \bar{a}(\bar{b}cin + b\bar{c}\bar{in}) + a(\bar{b}\bar{c}\bar{in} + bcin)$$

$$\bar{a}(b \oplus cin) + a(\overline{b \oplus cin}) =$$

$$a \oplus (b \oplus Cin)$$

$$\Leftrightarrow \overline{x \oplus y} = \bar{x}y + x\bar{y} = (\bar{x}y \cdot \bar{x}\bar{y}) = (\bar{x} + y)(\bar{x} + \bar{y}) =$$

$$(x + \bar{y})(\bar{x} + y) = x \cdot \bar{x} + x\bar{y} + \bar{x}y + \bar{y}y = x\bar{y} + \bar{x}y$$

Cout

ab \ cin	00	01	11	10
0			1	
1		1	1	1

$$Cout: ab + bCin + aCin$$

תחילת: מתוך מסאה הוא מסורת פשוטת חצי פמאה
 פ"ו {S, Cout} מסורת פשוטת חצי פמאה

(הוכחה:)

$$S(a, 1, 0) = a \oplus (1 \oplus 0) = a \oplus 1 = \bar{a} \cdot 1 + a \cdot 0 = \bar{a}$$

$$Cout(a, b, 0) = ab + b \cdot 0 + a \cdot 0 = a \cdot b$$

	a	b	Cin	S	Cout
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	1
2	0	1	0	1	1
3	0	1	1	0	1
4	1	0	0	1	0
5	1	0	1	0	0
6	1	1	0	0	0
7	1	1	1	1	1

מתוך מסאה



$$S = a \oplus b \oplus Cin$$

Cin הוא הקדם לקח ממני,

Cout הוא לקח ממנו כסור.

S

ab \ cin	00	01	11	10
0		1		1
1	1		1	

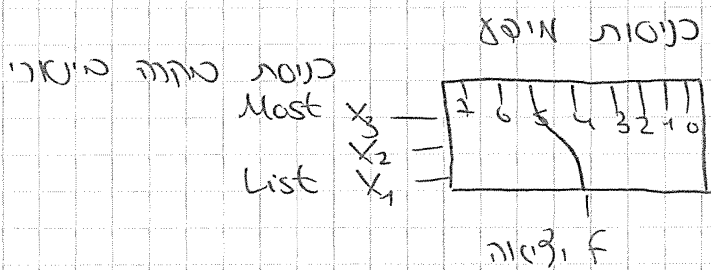
$$\begin{aligned} S &= \bar{a}\bar{b}Cin + \bar{a}b\bar{Cin} + a\bar{b}\bar{Cin} + abcin \\ &= \bar{a}(\bar{b}Cin + b\bar{Cin}) + a(\bar{b}\bar{Cin} + bcin) \\ &= \bar{a}(b \oplus Cin) + a(\overline{b \oplus Cin}) \\ &= a \oplus (b \oplus Cin) \end{aligned}$$

Cout

ab \ cin	00	01	11	10
0		1		
1	1	1	1	

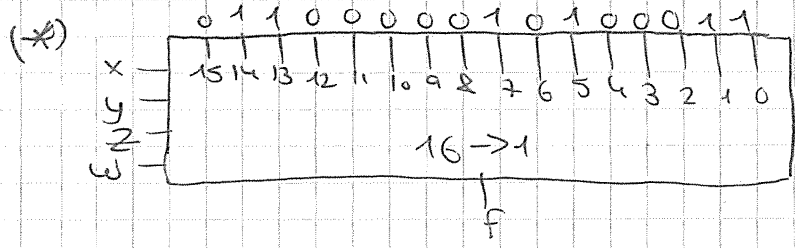
$$Cout = \bar{a}b + bCin + \bar{a}Cin$$

דוגמה (חלק)



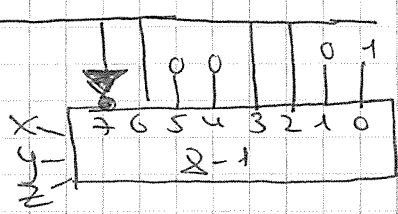
סדרות

16 → 1 סדרות "8 $f(x,y,z,w) = \sum(0,1,5,7,13,14)$ עמך את (1

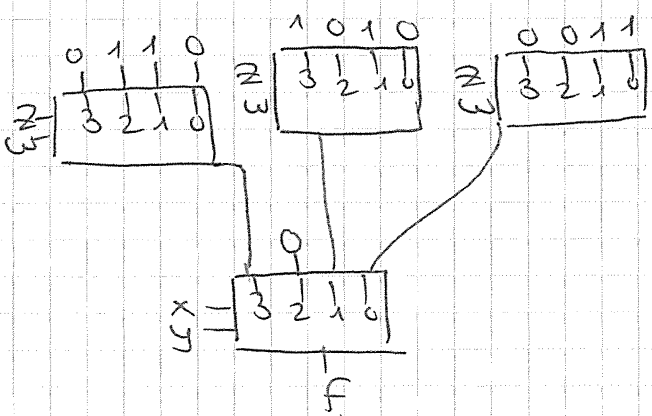


עמך את (2) $f(x,y,z,w)$ "8 סדרות 2-1 (NOT OR) \downarrow (*)

	x	y	z	w	f	f
0	0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	1	0
2	0	0	1	0	0	0
3	0	0	1	1	0	0
4	0	1	0	0	0	0
5	0	1	0	1	1	0
6	0	1	1	0	0	0
7	0	1	1	1	1	0
8	1	0	0	0	0	0
9	1	0	0	1	0	0
10	1	0	1	0	0	0
11	1	0	1	1	0	0
12	1	1	0	0	0	0
13	1	1	0	1	1	0
14	1	1	1	0	1	0
15	1	1	1	1	0	0

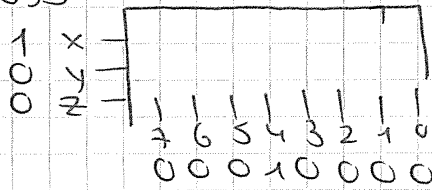


עמך את (3) $f(x,y,z,w)$ עמך את (3) "8 סדרות 4-1



קוקר (מחיר מבינארי לשבוע).

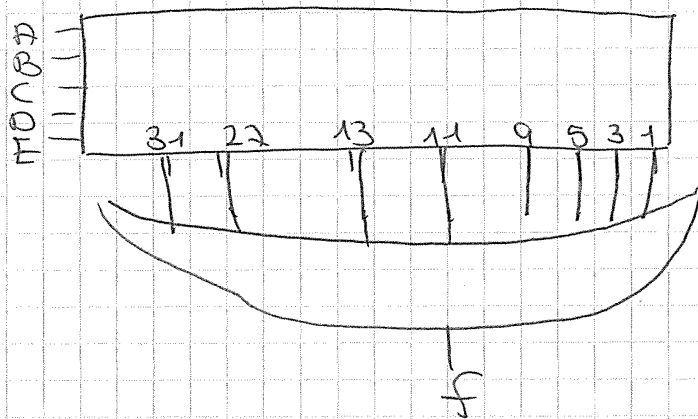
כניסה בינארית



יציאות:

$f(A,B,C,D,E) = \sum(4,3,5,9,11,13,27,31)$ (מספרים בינאריים)

OR 5-32 ועל OR



OR 4-16 ועל OR $f(A,B,C,D,E)$ (2 ENN איתו)

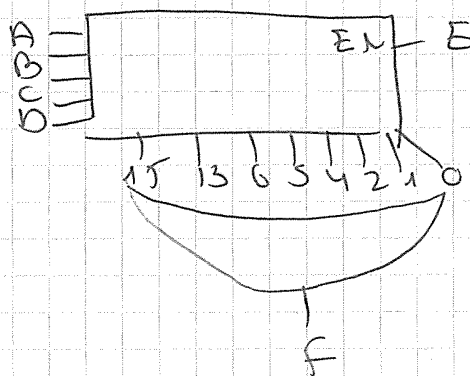
מספרים 1,3,5,9,11,13,27,31

← סכמת E של המספרים היא E=1

← נקרה את E שכניסה EN (ON/OFF)

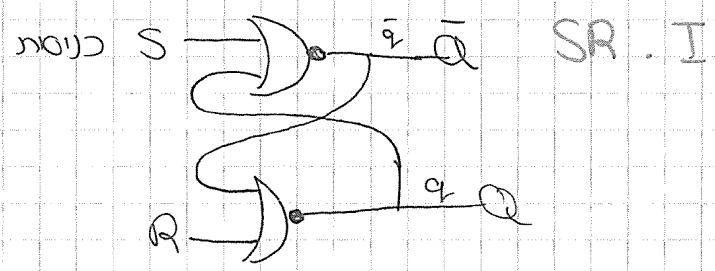
← ABCD כניסת בינארית.

	A	B	C	D	E
0	1	0	0	0	1
1	3	0	0	1	1
2	5	0	1	0	1
4	9	1	0	0	1
5	11	1	0	1	1
6	13	1	1	0	1
13	27	1	1	1	1
15	31	1	1	1	1



לוגיקה דיגיטלית

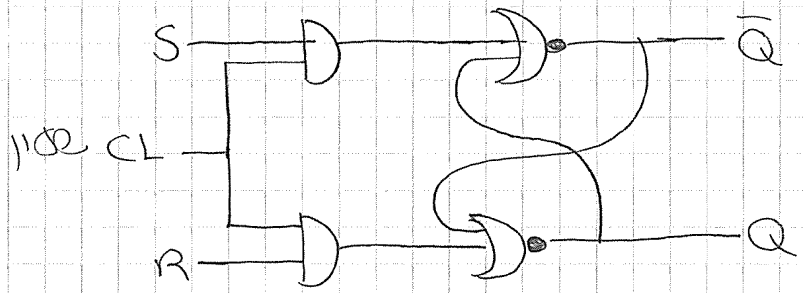
S	R	Q
0	0	ר'q
0	1	0
1	0	1
1	1	ר'q



ר'q	Q	S	R
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	0

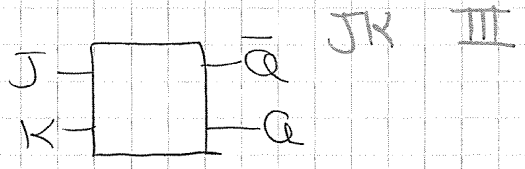
דוגמה נוספת

לוגיקה דיגיטלית SR II



CL	S	R	Q
0	0	0	ר'q
1	0	0	ר'q
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	ר'q

J	K	Q
0	0	ר'q
0	1	0
1	0	1
1	1	ר'q



דוגמה נוספת

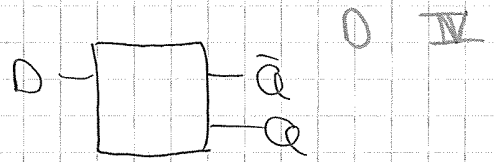
ר'q	Q	J	K
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	0

D	Q
0	0
1	1

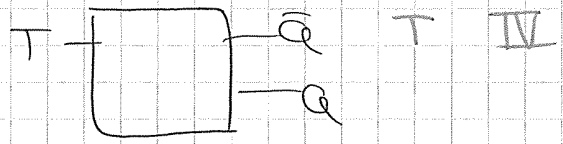
D	Q	Q'
0	0	1
1	0	1
1	1	0

T	Q
0	0
1	0

T	Q	Q'
0	0	1
1	0	1
1	1	0



Deer Kothas



Deer Kothas

10

קטריה חופצין

מאתר ספרותיות - תרגיל 1

1. ספרות אחרת (ההאריות) בין הקופים הכאוסים:

(1) $(239)_{10} = ?_{BCD}$ (2) $(10010111)_{BCD} = ?_{10}$

(3) $(100001110110)_2 = (?_{BCD})$ (4) $(1000,0001010001)_{BCD} = (?_2)$

(1) $(239)_{10} = 001000111001_{BCD}$

(2) $10010111_{BCD} = 97_{10}$

(3) $100001110110_2 = 2^0 \cdot 0 + 2^1 \cdot 2 + 2^2 \cdot 2 + 2^3 \cdot 2 + 2^4 \cdot 2 + 2^5 \cdot 2 + 2^6 \cdot 2 = 2166_{10}$

$2166_{10} = 0010,0001,0110,0110_{BCD}$

(4) $10000000101010001_{BCD} = 81771_{(10)} = 0001,1111,1110,1011)_2$

2. תוספת ארבעה קודים גריי 95, 96, 97, 98, 99.

תחילה נראה את הקודים:

$95_{10} = 01011111_{(2)}$
 $97_{10} = 01100001_{(2)}$
 $99_{10} = 01100011_{(2)}$

$96_{10} = 01100000_{(2)}$
 $98_{10} = 01100010_{(2)}$

$95 = (0101, 1111)$
 $96 = 01100000$
 $97 = 01100001$

$g_7 = 0$

$g_7 = 0$

$g_7 = 0$

$g_6 = 1$

$g_6 = 1$

$g_6 = 1$

$g_5 = 1$

$g_5 = 0$

$g_5 = 0$

$g_4 = 1$

$g_4 = 1$

$g_4 = 1$

$g_3 = 0$

$g_3 = 0$

$g_3 = 0$

$g_2 = 0$

$g_2 = 0$

$g_2 = 0$

$g_1 = 0$

$g_1 = 0$

$g_1 = 0$

$g_0 = 0$

$g_0 = 0$

$g_0 = 1$

01110000 Grey

01010000 Grey

01010001 Grey

$98 = 01100000$ ✓

$99 = 01100011$ ✓

$g_7 = 0$

$g_7 = 0$

$g_6 = 1$

$g_6 = 1$

$g_5 = 0$

$g_5 = 0$

$g_4 = 1$

$g_4 = 1$

$g_3 = 0$

$g_3 = 0$

$g_2 = 0$

$g_2 = 0$

$g_1 = 1$

$g_1 = 1$

$g_0 = 1$

$g_0 = 0$

01010011 Grey ✓

01010010 Grey ✓

X *96, 97 נכשלים
(?)

האם קיימים פתרונות לבעיה זו?

(1) $631-1$ (2) $27-4-2$ פתוריות הבעיה

(1) $631-1$

0	0	0	0	0
1	0	0	1	0
2	0	1	0	1
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	1	0	0	1
6	1	0	0	0
7	1	0	1	0
8	1	1	0	1
9	1	1	0	0

(2) = $27-4-2$

0	0	0	0	0
1	0	1	1	1
2	1	0	1	1
3	0	1	1	0
4	1	0	1	0
5	0	1	0	1
6	1	0	0	1
7	0	1	0	0
8	1	0	0	0
9	1	1	1	1

תרגיל במפה קרנו

1. פשט למינימום ע"י מפת קרנו אתה פונקציות הבאות:

$$f(A, B, C, D) = \sum (0, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15) \quad \text{א.}$$

$$f(A, B, C, D) = \sum (0, 1, 2, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15) \quad \text{ב.}$$

$$f(A, B, C, D) = \sum (1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14) \quad \text{ג.}$$

$$f(A, B, C, D) = \sum (1, 2, 4, 7, 8, 11, 13, 14) \quad \text{ד.}$$

$$f(A, B, C, D) = \sum (0, 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14) \quad \text{ה.}$$

$$f(A, B, C, D) = \sum (0, 2, 4, 5, 9, 12, 15) \quad \text{ו.}$$

$$f(A, B, C, D) = \sum (0, 1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 14) \quad \text{ז.}$$

$$f(A, B, C, D) = \sum (1, 2, 8, 9, 12) \quad \text{ח.}$$

4 נקודות
11/2/16

להלן כללי היסוד באלגברת המיתוג :

1. Idempotency	$x + x = x$	$x \cdot x = x$
2.	$x + 1 = 1$	$x \cdot 0 = 0$
3.	$x + 0 = x$	$x \cdot 1 = x$
4. Commutativity	$x + y = y + x$	$x \cdot y = y \cdot x$
5. Associativity	$(x + y) + z = x + (y + z)$	$(x \cdot y) \cdot z = x \cdot (y \cdot z)$
6. Complementation	$x + x' = 1$	$x \cdot x' = 0$
7. Distributivity	$x \cdot (y + z) = x \cdot y + x \cdot z$	$x + y \cdot z = (x + y) \cdot (x + z)$
8. Absorption	$x + xy = x$	$x(x + y) = x$
9.	$x + x'y = x + y$	$x(x' + y) = xy$
10. Consensus	$xy + x'z + yz =$ $= \underline{xy + x'z}$	$(x + y)(x' + z)(y + z) =$ $= (x + y)(x' + z)$
11. De Morgan's	$(x')' = x$	
12. theorems	$(x + y)' = x' \cdot y'$	$(x \cdot y)' = x' + y'$

כללים 9 ו-12 חשובים במיוחד.

שם אומני לאונרד

אומני -> אומני
נסקה -> אומני
אומני -> אומני
אומני -> אומני

אומני פוי סמו
פויאסר 2
סמו חנויה בע'ר
סמו סאסר
פויאסר
מאג ספסמ

$$\overline{\overline{x} \cdot \overline{y}} = \overline{\overline{xy}}$$

אחרי
11/2/16

3.2

1) האם $f(x,y,z) = \bar{x} + yz$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

2) האם $f(x,y,z) = \overline{x + yz}$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

2) האם $f(x,y,z) = \bar{x} + yz$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

2) האם $f(x,y,z) = \bar{x} + yz$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

II האם $f(x,y,z) = \bar{x} + yz$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

IV האם $f(x,y,z) = \bar{x} + yz$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

1) האם $f(x,y) = x \oplus y$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

2) האם $f(a,b,c) = a(b+c)$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

2) האם $f(a,b) = a \oplus b$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

2) האם $f(a,b) = a \oplus b$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

3) האם $f(a,b,c) = \bar{a}(b+c)$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

4) האם $f(a,b,c,d) = \bar{d}(ab + ac) + b(a+c)$ יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

1) האם f יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

2) האם f יכולה להיות ממעלה ראשונה? \bar{x} - 37

מחברים
מגובשו

תבנית 2



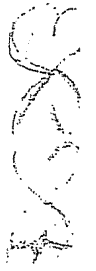
7. מצא את המינימום של הפונקציה $f(x,y,z)$ בהינתן $x+y+z=1$ ו- $x,y,z \geq 0$.

V	X	א	א	א	א	א
V	Y	א	א	א	א	א
W	Y	א	א	א	א	א
Z	X	א	א	א	א	א
V	Z	א	א	א	א	א

מקו כנסת כגומלין של אטרסויג בקושים
אטרסויג כנסת Z
מקו כגומלין אטרסויג (כנסת) Z

I

II



3. הראה כי:

$$x + y + z = 1$$

a. $xy + \bar{x}\bar{y} + yz = xy + \bar{x}\bar{y} + \bar{x}z$

b. $\bar{x}y + \bar{y}z + x\bar{z} = x\bar{y} + y\bar{z} + \bar{x}z$

c. $[\bar{y} + \bar{z} + yzw + yz\bar{w}] = 1$

d. $x + \bar{x}y = x + y$

e. $xy + \bar{x}z + f(\cdot)yz = xy + \bar{x}z$ כאשר $f(\cdot)$ פונקציה כלשהיא.

4. פשט את הביטויים הבאים:

a. $\overline{\overline{[(xy)x][(xy)y]}}$ ←

b. $\overline{\overline{[\bar{x}y\bar{w} + xwz] + [(xwz) + \bar{y}\bar{w}\bar{z} + yw\bar{z}]}}$

c. $(x+y)(\bar{x} + \bar{y})$

d. $y(w\bar{z} + wz) + xy$

e. $xyz + \bar{x}\bar{y}z + \bar{x}yz + xy\bar{z} + \bar{x}\bar{y}\bar{z}$

תאור הרכיב :

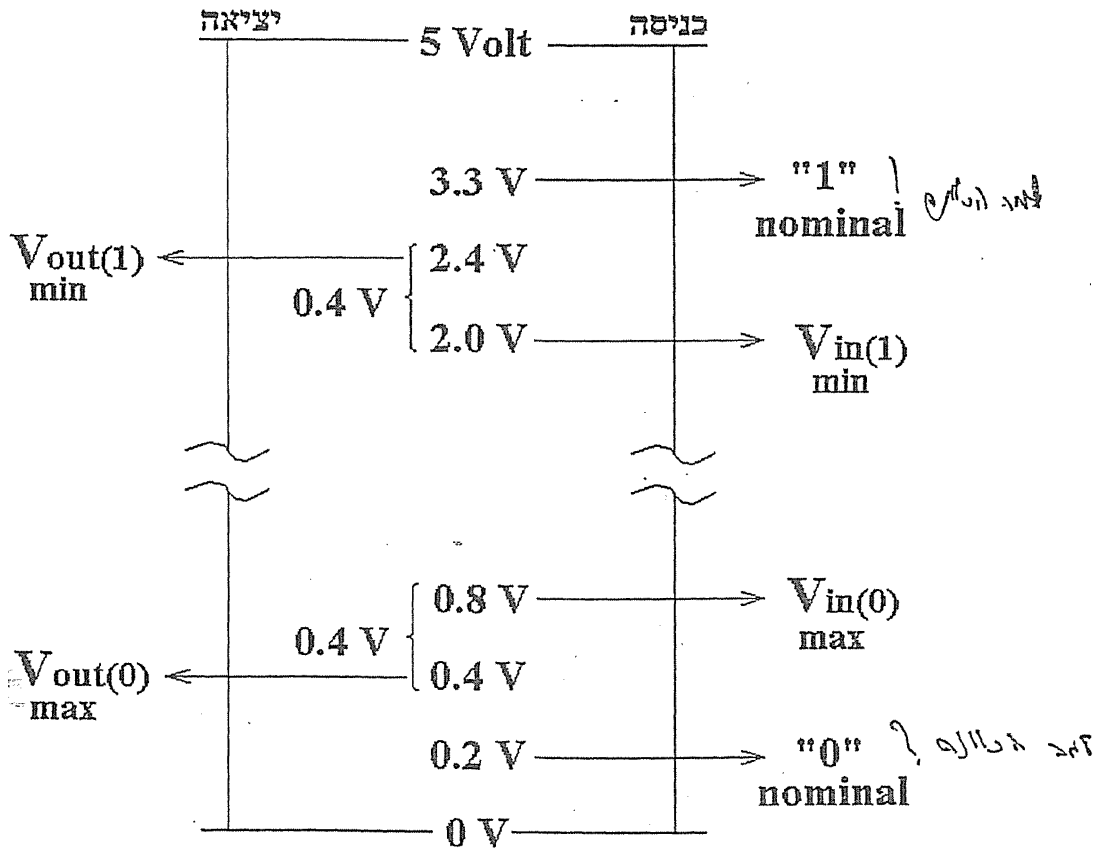
74 LS 15

משפחה. למשל :
74 - TTL commercial
54 - TTL military

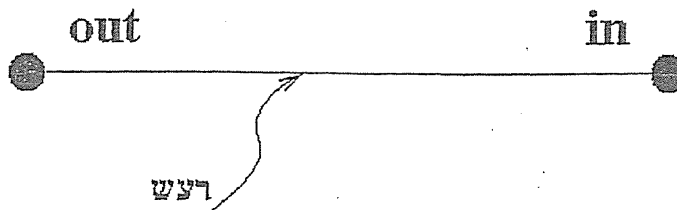
סיווג פונקציונלי.
במקרה זה : 3 שערי AND
בעלי 3 פניסות כל אחת.

S }
LS } : מה המלך? בן משפחה :
ALS }
F }

דיאגרמת רמות מתחים עבור TTL :



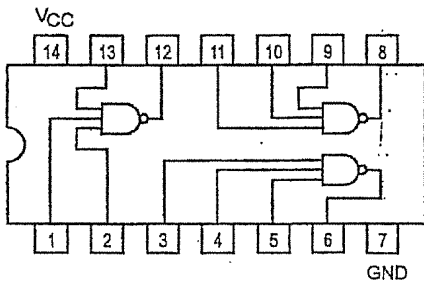
Noise Immunity = 0.4V



0V = "0"
5V = "1"

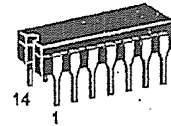


TRIPLE 3-INPUT NAND GATE

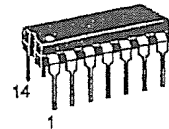


SN54/74LS10

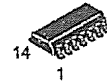
**TRIPLE 3-INPUT NAND GATE
LOW POWER SCHOTTKY**



**J SUFFIX
CERAMIC
CASE 632-08**



**N SUFFIX
PLASTIC
CASE 646-06**



**D SUFFIX
SOIC
CASE 751A-02**

ORDERING INFORMATION

SN54LSXXJ Ceramic
SN74LSXXN Plastic
SN74LSXXD SOIC

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T _A	Operating Ambient Temperature Range	54 74	-55 0	25 25	125 70	°C
I _{OH}	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I _{OL}	Output Current — Low	54 74			4.0 8.0	mA

FAST AND LS TTL DATA

5-1

1) נתונה הפונקציה הבאה $f(x,y,A,B)$ בעלת 3 קנינים

תכנון
התאים

	x	0	1
y	0	0	1
	1	$A\bar{B}$	$A+B$

10) נתון מעגל קירנו (Karnaugh map) של הפונקציה $f(x,y,A,B)$ בעלת 3 קנינים

2) נתון מעגל קירנו של הפונקציה הבאה

	y	0	1
x	0	$A \cdot B$	A
	1	B	$A+B$

3) נתונה הפונקציה הבאה $f(x,y,A,B)$ בעלת 3 קנינים

נתונה הפונקציה הבאה:

3

$$f(A,B,C,D,E) = \sum (1, 2, 5, 6, 7, 9, 11, 13, 16, 18, 26, 29, 30) + \sum_{\phi} (19, 20, 22, 23, 25)$$

א. הכנס את הפונקציה למפת קרנו עם המשתנים הבאים (כל משבצת תכיל צירוף של המשתנים A, B והקבועים 0, 1 ו- ϕ)

בכל משבצת רשום ביטוי בעל מספר ליטרלים מינימלי

	E	00	01	11	10
C	0		$A + \bar{B}$		
	1				

↓ ↓ ↓ סדרות סדרות סדרות

מציאת המינימום והמקסימום

3. 0

AB \ CDE	000	001	011	010	110	111	101	100
00	0	1	3	2	6	7	5	4
01	8	9	11	10	14	15	13	12
11	24	25	27	26	30	31	29	28
10	16	17	19	18	22	23	21	20

10

E \ CD	00	01	11	10
0	$A \cdot \bar{B}$	$A + \bar{B}$	$A + \bar{B}$	0
1	\bar{A}	$\bar{A} \cdot B$	\bar{B}	$\bar{A} + B$

$\bar{C}\bar{D}E = 001$ $\bar{C}DE = 011$ $CDE = 110$ $CDE = 111$

B \ A	0	1
0	1	0
1	1	0

B \ A	0	1
0	0	0
1	1	0

B \ A	0	1
0	1	0
1	0	1

B \ A	0	1
0	1	0
1	0	0

dnf: \bar{A} dnf: $\bar{A} \cdot B$ cnf: $A + \bar{B}$ cnf: \bar{B}

$C\bar{D}E = 101$

B \ A	0	1
0	1	0
1	1	1

cnf: $\bar{A} + B$

(כ) מצאנו את המפתח לביטוי

$f(x,y,A,B)$

$x \setminus y$	0	1
0	0	1
1	$\bar{A}B$	$A+B$

$y \setminus x$	0	1
0	0	1
1	0	0

3:1 DDL

$AB \setminus xy$	00	01	11	10
0				?
1		1	1	1
3			1	1
2			1	1

3:2 DDL

$y \setminus x$	$\bar{A}B$	1
0	0	0
1	1	0

$y \setminus x$	$A+B=1$	1
0	0	0
1	0	1

$f(x,y,A,B) = \bar{x}y\bar{A}B + xA + xB$

dnf: $\bar{x} \cdot y \cdot A \cdot \bar{B}$

dnf: $x(A+B)$
 $x\bar{A} + xB$

$x \setminus y$	0	1
0	$\bar{A}B$	A
1	B	$A+B$

$y \setminus x$	0	1
0	0	0
1	1	1

$B = q$

$y \setminus x$	0	1
0	0	1
1	0	1

$A = q$

$y \cdot B$

$x \cdot A$

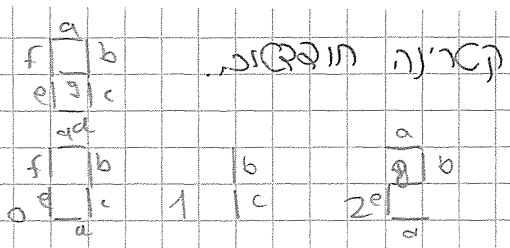
$f(x,y,A,B) = yB + xA + \bar{x}yAB$

$y \setminus x$	0	1
0	1	0
1	0	0

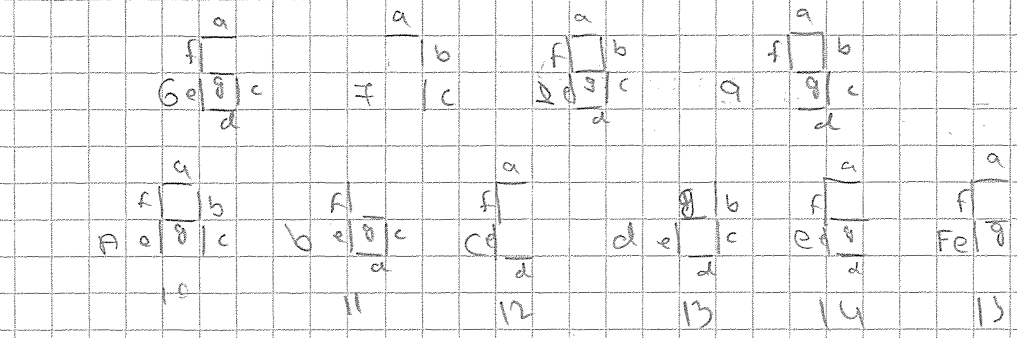
$\bar{x}y \cdot AB$

$AB = 1$

$AB \setminus xy$	00	01	11	10
00				
01		1	1	
11	1	1	1	1
10			1	1



מספרים זוגיים



10

8-9 N

$$b(x,y,z,w) = \sum \{0, 2, 3, 4, 7, 8, 9\} + \sum \{10, 11, 12, 13, 14, 15\}$$

x/y	zw	00	01	11	10
z	w	00	1	1	0
		01	1		1
		11	1	1	0
		10	1		0

$$b(x,y,z,w) = \bar{y} + \bar{w}z + w\bar{z}$$

$$c(x,y,z,w) = \sum \{0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\} + \sum \{10, 11, 12, 13, 14, 15\}$$

x/y	zw	00	01	11	10
z	w	00	1	1	0
		01	1	1	0
		11	1	1	0
		10	1	0	0

$$c(x,y,z,w) = \bar{z} + w + y$$

$$d(x,y,z,w) = \sum \{0, 2, 3, 5, 6, 8, 9\} + \sum \{10, 11, 12, 13, 14, 15\}$$

x/y	zw	00	01	11	10
z	w	00	1	1	0
		01	1	0	1
		11	1	0	0
		10	1	0	0

$$d(x,y,z,w) = \bar{x} + \bar{y}\bar{z} + \bar{w}y + yzw$$

$$e(x,y,z,w) = \sum \{0, 2, 6, 2\} + \sum_{\emptyset} \{10, 11, 12, 13, 14, 15\}$$

$\frac{x,y}{z,w}$	00	01	11	10
00	1		0	1
01			0	
11			0	0
10	1	1	0	0

$$e(x,y,z,w) = \bar{y} \cdot \bar{w} + z \cdot \bar{w}$$

$$f(x,y,z,w) = \sum \{0, 4, 5, 6, 8, 9\} + \sum_{\emptyset} \{10, 11, 12, 13, 14, 15\}$$

$\frac{x,y}{z,w}$	00	01	11	10
00	1	1	0	1
01		1	0	1
11			0	0
10		1	0	0

$$f(x,y,z,w) = \bar{w} \cdot \bar{z} + y \cdot \bar{z} + \bar{w} \cdot y + x$$

$$g(x,y,z,w) = \sum \{2, 3, 4, 5, 6, 8, 9\} + \sum_{\emptyset} \{10, 11, 12, 13, 14, 15\}$$

$\frac{x,y}{z,w}$	00	01	11	10
00		1	0	1
01		1	0	1
11	1		0	0
10	1	1	0	0

$$g(x,y,z,w) = y \cdot \bar{z} + x + \bar{z} \cdot \bar{y} + z \cdot \bar{w}$$

$$b(x,y,z,w) = \sum \{0, 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 13\}$$

$z/w \backslash y$	00	01	11	10
00	1	1		1
01	1		1	1
11	1	1		
10	1			1

$$b(x,y,z,w) = \bar{z} \cdot \bar{w} \cdot \bar{x} + \bar{y} \cdot \bar{w} + \bar{y} \bar{x} + x \cdot w \cdot \bar{z} + z \cdot x \cdot w$$

$$c(x,y,z,w) = \sum \{0, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13\}$$

$z/w \backslash y$	00	01	11	10
00	1	1		1
01	1	1	1	1
11	1	1		1
10		1		1

$$c(x,y,z,w) = x \cdot \bar{y} + \bar{x} \cdot y + \bar{z} \cdot w + x \cdot z + w \bar{x}$$

$$d(x,y,z,w) = \sum \{0, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14\}$$

$z/w \backslash y$	00	01	11	10
00	1		1	1
01		1	1	1
11	1			1
10	1	1	1	

$$d(x,y,z,w) = \bar{x} \cdot \bar{y} \cdot \bar{w} + x \cdot \bar{z} + \bar{z} \cdot w \cdot y + y \cdot z \cdot \bar{w} + \bar{y} \cdot w \cdot z$$

$$e(x,y,z,w) = \sum \{0, 2, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$$

$z/w \backslash y$	00	01	11	10
00	1		1	1
01			1	
11			1	1
10	1	1	1	1

$$e(x,y,z,w) = x \cdot y + y \cdot \bar{w} + z \cdot x + z \cdot \bar{w}$$

$$f(x, y, z, w) = \sum (0, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15)$$

$z \backslash w$	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01		1		1
11			1	1
10	1	1	1	

$$f(x, y, z, w) = z\bar{w} + x\bar{y} + \bar{x}\bar{z}y + z \cdot x + \bar{w} \cdot y$$

$$g(x, y, z, w) = \sum (2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15)$$

$z \backslash w$	00	01	11	10
00		1		1
01		1	1	1
11	1		1	1
10	1	1	1	1

$$g(x, y, z, w) = \bar{x}\bar{z}y + \bar{y}x + wx + \bar{z}y + z\bar{w}$$