

## מבוא למחשבים

### פתרון עבודת בית VII:

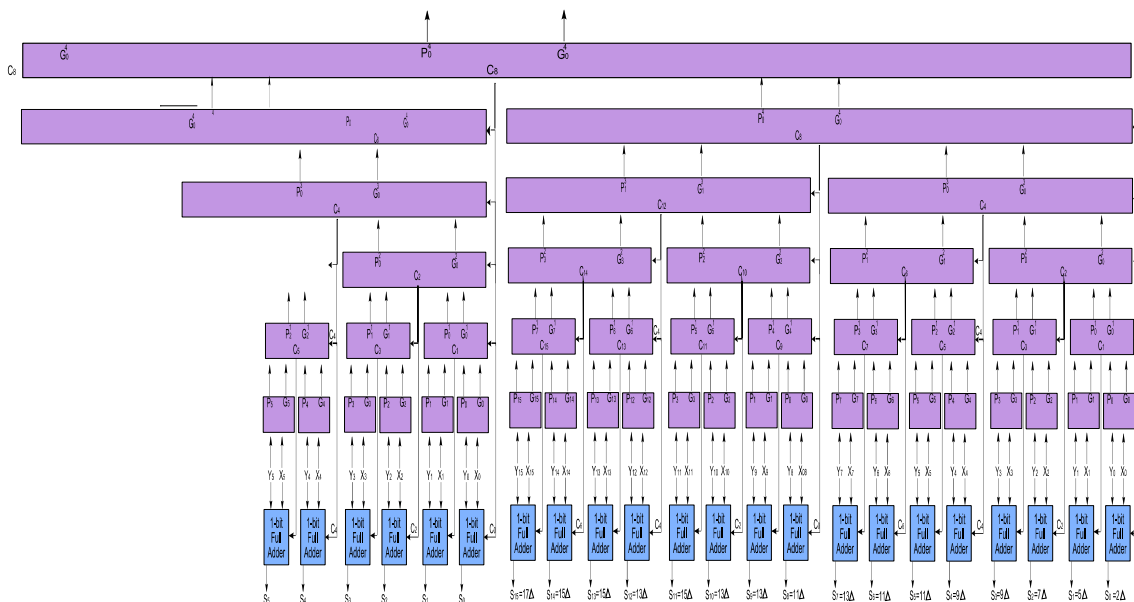
#### שאלה 1

ברשותך מחבר המקבל שני מספרים בני 22 ביט כל אחד, השווה בין זמני הריצה:

- (א) מחבר מחסר טורי
- (ב) מחבר  $K=2$  CLA, ללא תוספות חומרה אחרות
- (ג) מחבר  $K=2$  CLA, הנך רשאי להוסיף FA נוספים כרצונך,
- (ד) מחבר  $K=4$  CLA, ללא תוספות חומרה אחרות
- (ה) מחבר  $K=4$  CLA, הנך רשאי להוסיף FA נוספים כרצונך,

#### פתרון שאלה 1

- (א) מחבר מחסר טורי,  $T = 2\Delta(22 + 1) = 46\Delta$
- (ב) מחבר  $K=2$  CLA, אם עובדים עם מחבר 32 ביט CLA נקבל זמן השהייה של  $T = (1 + 4 \log_2 32)\Delta = 21\Delta$
- במידה ונבנה רק את הרכיות CLA שאנו צריכים נקבל השהייה של:  $T = 17\Delta$



- (ג) מחבר  $K=2$  CLA, הנך רשאי להוסיף FA נוספים כרצונך, לא נוכל לצמצם את זמן ההשהייה מזמן של  $T = 17\Delta$  באמצעות שימוש ב FA נוספים.

ד) מחבר  $K=4$  CLA, ללא תוספות חומרה אחרות, עם עובדים עם מחבר 64 ביט CLA נקבל זמן השהייה של

$$T = (1 + 4 \log_4 64) \Delta = 17 \Delta$$

במידה ונבנה רק את CLA ההרכי שאנו צריכים, נקבל זמן השהייה של :  $T = 13 \Delta$   
ה) לא נוכל לצמצם את זמן ההשהייה מזמן של  $T = 13 \Delta$  באמצעות שימוש ב FA נוספים.

## שאלה 2

תכנן מחבר  $K=4$  CLA המחבר שני מספרים בני 16 ביט כל אחד.

א) שרטט סכמת בלוקים מלאה.

ב) חשב את זמני המוצא של כל ביט תוצאה בנפרד (  $S_0, S_1, S_2, \dots, S_{16}$  )

$$S_0 = 3 \Delta,$$

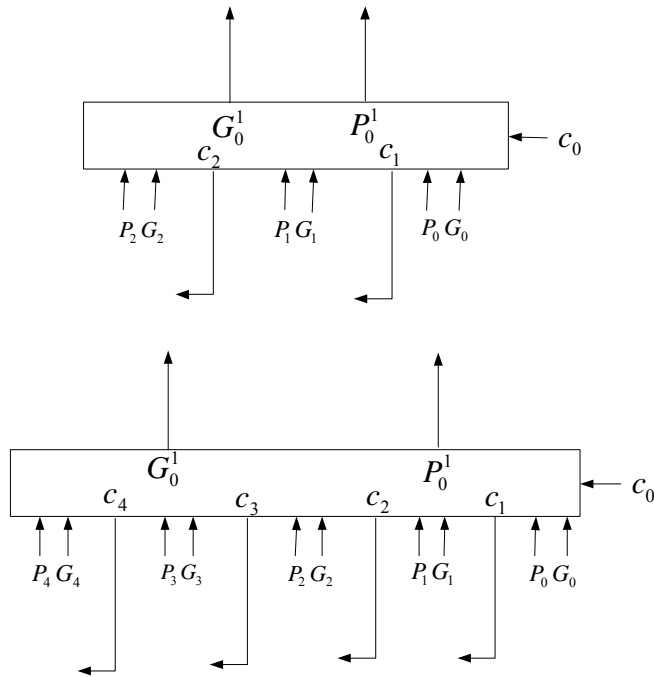
$$S_1 - S_3 = 5 \Delta$$

$$S_4, S_8, S_{12} = 7 \Delta$$

$$S_5 - S_7, S_9 - S_{11}, S_{13} - S_{16} = 9 \Delta$$

### פתרון שאלה 3

נתונים הרכיבים הבאים (ללא הגבלה):



א. פתח את המשוואות עבור התפוקות של הרכיבים.

K=3	$c_1 = G_0 + P_0 c_0$ $c_2 = G_1 + P_1 G_0 + P_1 P_0 c_0$ $c_3 = G_2 + P_2 G_1 + P_2 P_1 G_0 + P_2 P_1 P_0 c_0$ $P_0^1 = P_2 P_1 P_0$ $G_0^1 = G_2 + P_2 G_1 + P_2 P_1 G_0$
K=5	$c_1 = G_0 + P_0 c_0$ $c_2 = G_1 + P_1 G_0 + P_1 P_0 c_0$ $c_3 = G_2 + P_2 G_1 + P_2 P_1 G_0 + P_2 P_1 P_0 c_0$ $c_4 = G_3 + P_3 G_2 + P_3 P_2 G_1 + P_3 P_2 P_1 G_0 + P_3 P_2 P_1 P_0 c_0$ $c_5 = G_4 + P_4 G_3 + P_4 P_3 G_2 + P_4 P_3 P_2 G_1 + P_4 P_3 P_2 P_1 G_0 + P_4 P_3 P_2 P_1 P_0 c_0$ $P_0^1 = P_4 P_3 P_2 P_1 P_0$ $G_0^1 = G_4 + P_4 G_3 + P_4 P_3 G_2 + P_4 P_3 P_2 G_1 + P_4 P_3 P_2 P_1 G_0$

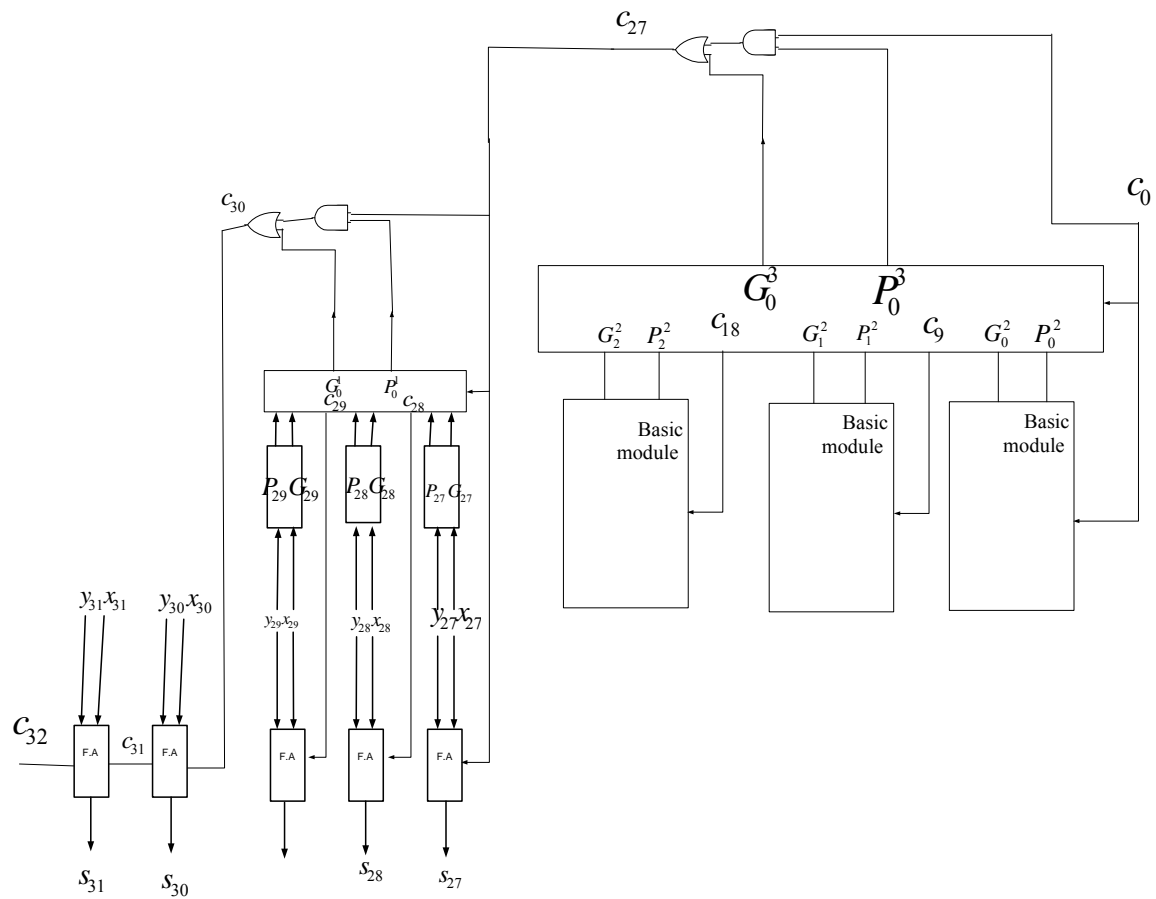
ב. בנוסף לרכיבים הנתונים לעיל נתונים גם רכיבי CLA 2, 4 (ללא הגבלה) ממש מסכם 32 ביט עם

כמות מינימאלית של חומרה (מס' מינימאלי של שערי and ו or) עבור:

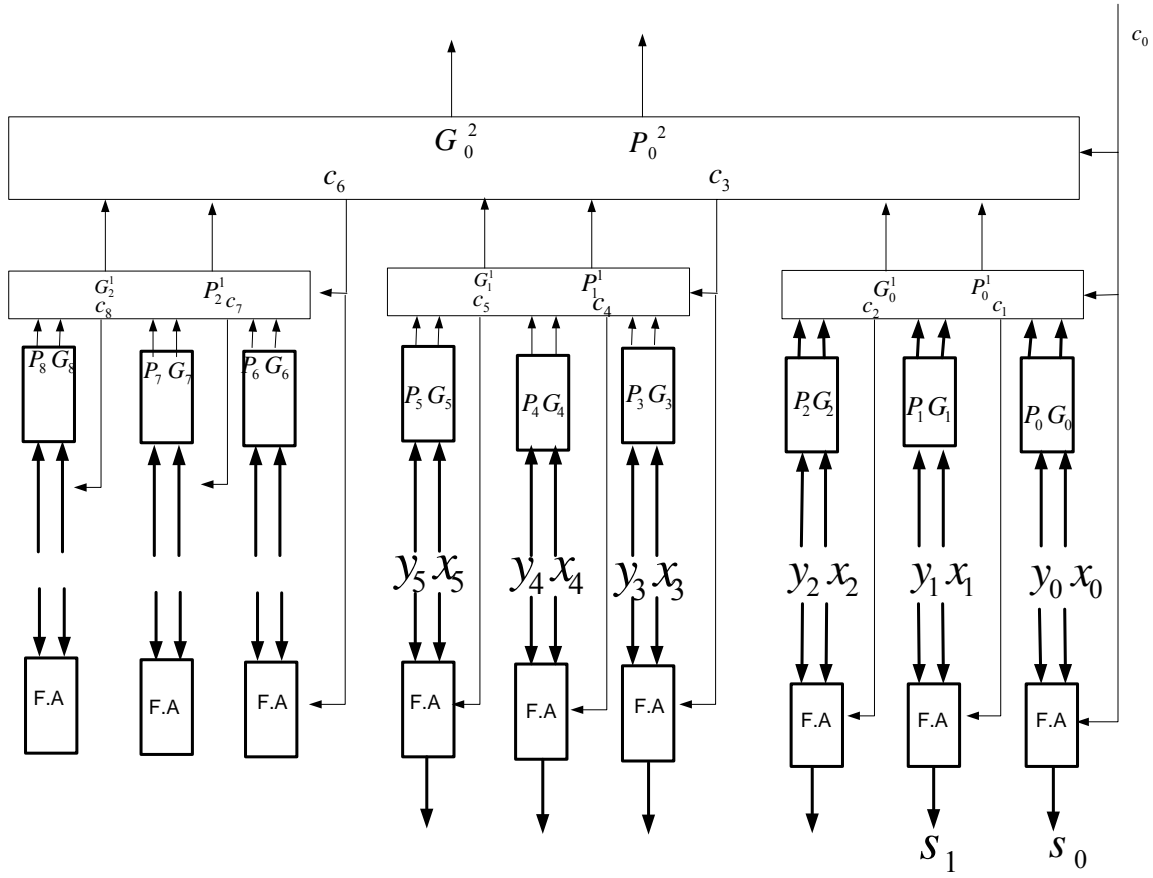
1. CLA k=2.

באופן CLA רגיל (שני מודולים של 16 ביט כפי שמופיעים בשאלה 2, ותוספת CLA אחד מעל).

2. CLA k=3.



כאשר Basic module מוגדר באופן הבא:



זמן הסיכום:

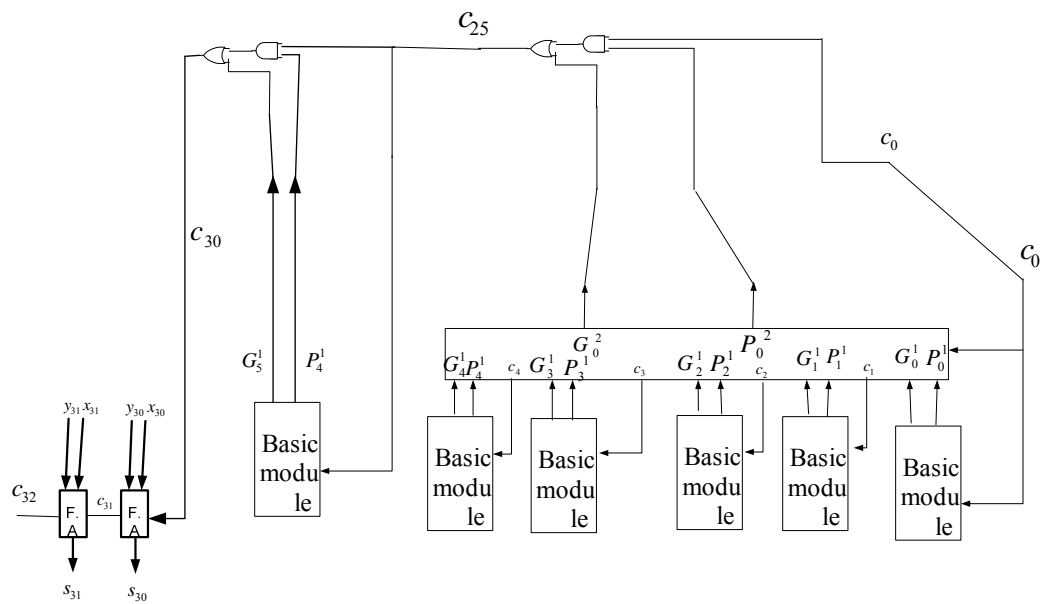
$C_{27}$  יוצא אחרי  $1 + 2 \log_3 27 + 2$ , כדי להגיע ל  $c_{30}$  יש להוסיף עוד 4, ל  $c_{31}$  מוסיפים 2 וגם עבור  $s_{31}$  , סה"כ  $1 + 2 \log_3 27 + 2 + 4 + 2 + 2 = 17$ .

3.ב. CLA K=4

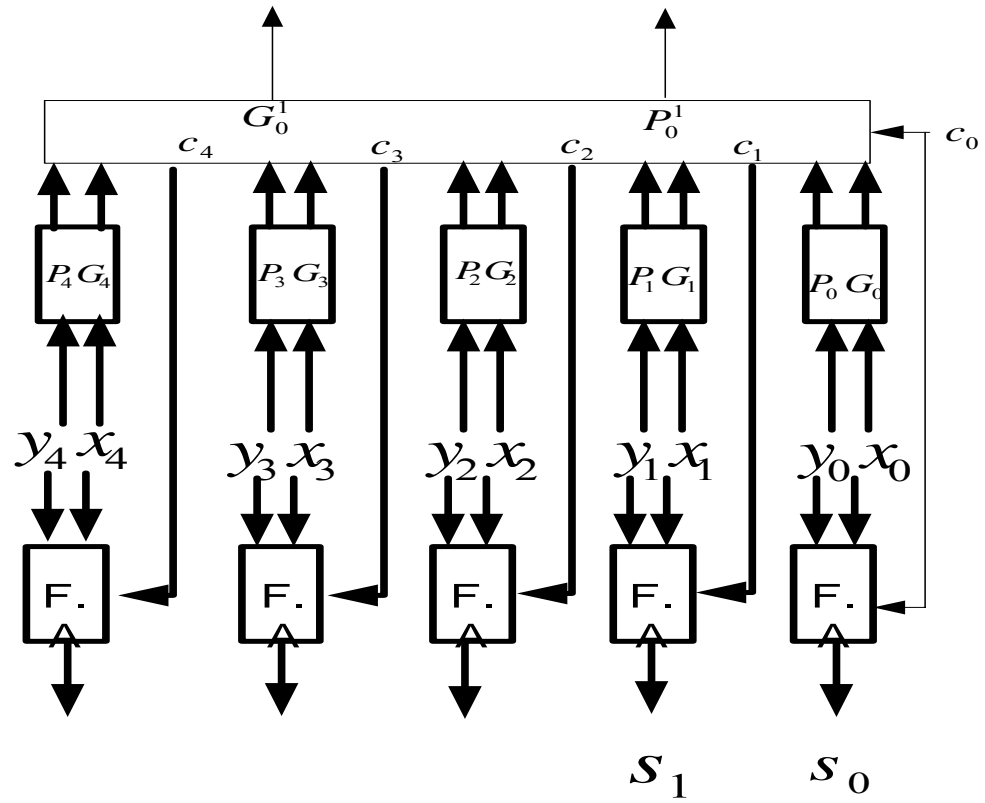
פתרון זהה לשאלה 1 סעיף ד' ( למעט העובדה שיש צורך ביותר בלוקים של CLA ברמות הנמוכות

$$T = 13\Delta \text{ , (}$$

4.ב. CLA K=5



כאשר Basic module מוגדר באופן הבא:

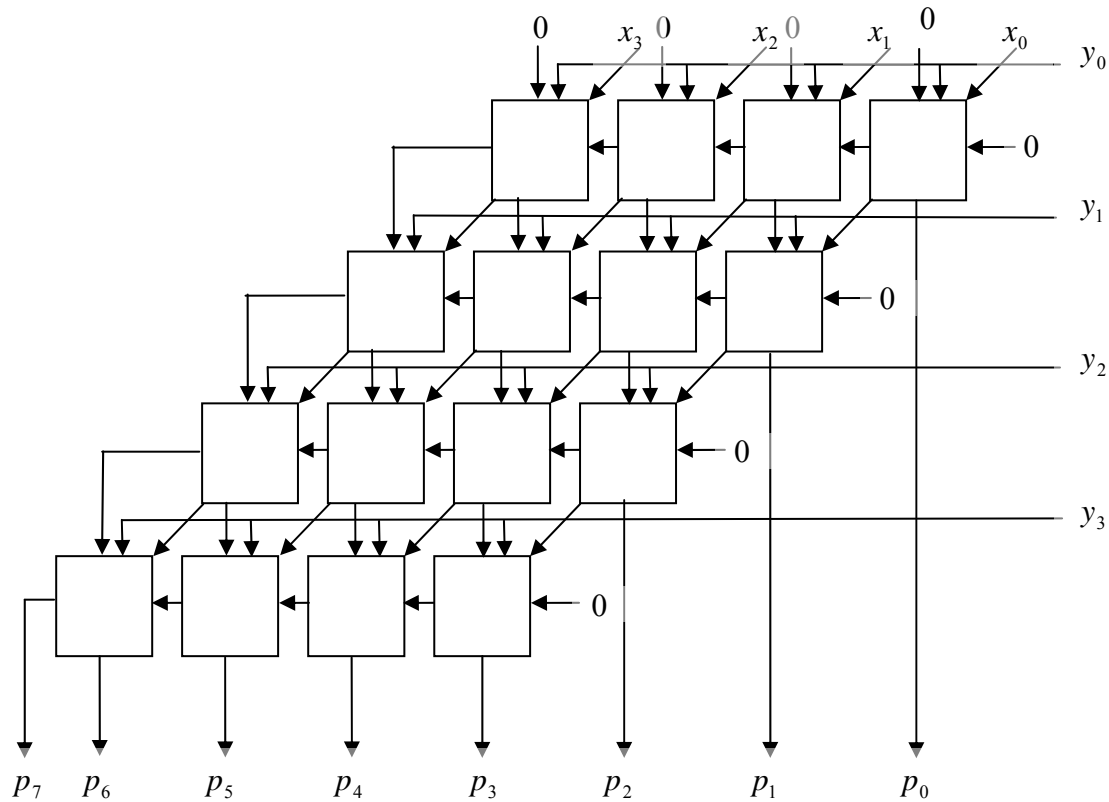


זמן הסיכום:

$2 + 2 \log_5 25 + 2$  עבור  $c_{25}$  +2 עבור  $c_{30}$  , +2 כדי להוציא  $c_{31}$  , +2 בשביל  $s_{31}$  .

## שאלה 4

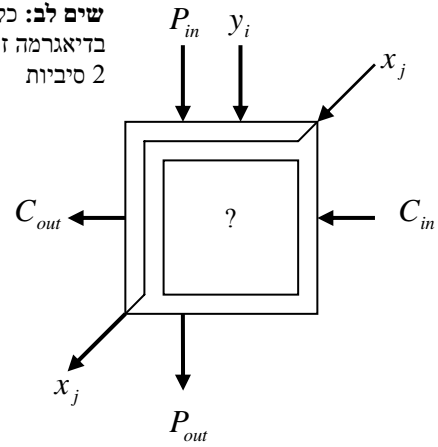
נתון מכפל במבנה מערך הכופל שני מספרים,  $X$  ו- $Y$ , בני 4 ספרות כ"א, בבסיס 4. כלומר,  $X = x_3, x_2, x_1, x_0$  ו- $Y = y_3, y_2, y_1, y_0$  ונתון הייצוג הבינארי של כל סיפרה על-ידי,  $x_j = \{x_j^1, x_j^0\}_{j=0..3}$  ו- $y_i = \{y_i^1, y_i^0\}_{i=0..3}$ .





א. (5 נקודות) להלן מתוארת היחידה הבסיסית המרכיבה את המכפל :

שים לב: כל הקווים  
בדיאגרמה זו הם בני  
2 סיביות



רשום את טבלאות האמת של יציאות היחידה הבסיסית של המכפל עבור המקרים בהם  $C_{in} = 1$ .

$C_{in}$	$X_i$	$Y_i$	$C_{out}$	$P_{out}$
1	0	0	0	1
1	0	1	0	1
1	0	2	0	1
1	0	3	0	1
1	1	0	0	1
1	1	1	0	2
1	1	2	0	3
1	1	3	1	0
1	2	0	0	1
1	2	1	0	3
1	2	2	1	1
1	2	3	1	3
1	3	0	0	1
1	3	1	1	0
1	3	2	1	3
1	3	3	2	2

ב. (3 נקודות) חזור על סעיף א' אך הפעם תן את טבלת האמת בבסיס 2.

$C_{in}$	$X_i^1$	$X_i^0$	$Y_i^1$	$Y_i^0$	$C_{out}^1$	$C_{out}^0$	$P_{out}^1$	$P_{out}^0$
1	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0	0	1
1	0	1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	0	0	1	0
1	0	1	1	0	0	0	1	1
1	0	1	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1
1	1	0	0	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	0

ג. (2 נקודות) בהנחה כי אין מגבלה על ה-Fan In של השערים הלוגיים המרכיבים את המכפל, מהו זמן ההשהייה של יחידה בסיסית במכפל. הנח כי זמן ההשהייה של שערי AND ו-OR הוא  $\Delta$  וזמן ההשהייה של שער NOT הוא זניח.

מכיוון שנתון שאין מגבלת FanIn ניתן להשתמש בשערי OR ו-AND עם מספר כניסות כרצוננו. במצב זה לא משנה מה הפונקציה הלוגית של הכניסות תמיד ניתן לבטא אותה ע"י סכום מכפלות (כמובן אם מניחים כי קיימים שערי NOT וכי השהייתם הינה אפס) ואז ההשהייה תהיה שווה לסכום השהייה של שער AND אחד (המכפלות) + השהייה של שער OR אחד (הסכום). סה"כ  $2\Delta$ .

ד. (10 נקודות) תן ביטוי כללי לזמן ריצה של מכפל בבסיס 4, כפונקציה של  $m$  כאשר  $m$  הוא מספר הספרות. תן ביטוי כללי לזמן ריצה של מכפל בבסיס 2, כפונקציה של  $m$  כאשר  $2m$  הוא מספר הסיביות. השווה את זמני הריצה של שני המכפלים והסק מסקנות.

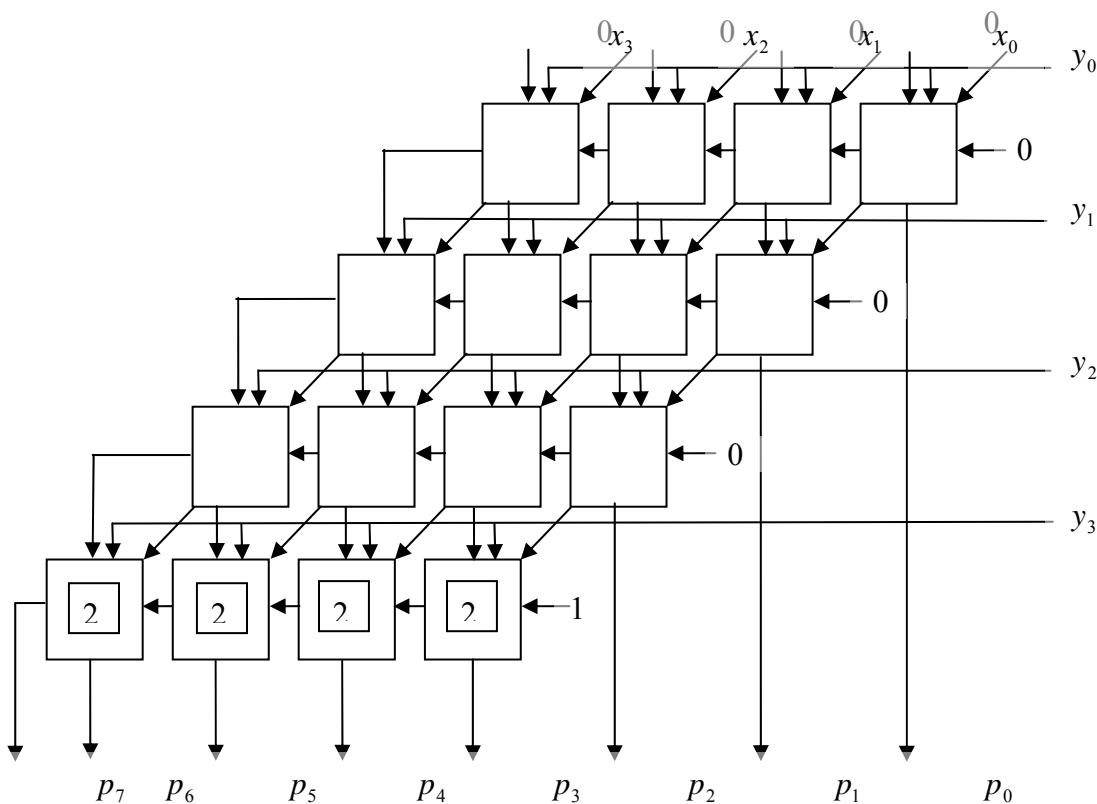
כאשר אנו ממשים מכפל מערך מקבילי נוסחאת ההשהייה הינה  $T = (6m - 3)\Delta$  (גם עבור שימוש בבסיס 4).

במידה ונמיר את המספרים מבסיס 4 לבסיס 2 נקבל  $2m$  סיביות ולכן זמן ההשהייה יהיה:

$$T = (6(2m) - 3)\Delta = (12m - 3)\Delta$$

ה. (10 נקודות) **שים לב סעיף זה ב"ת בסעיפים הקודמים:** תכנן מכפל מערך בבסיס 2 למספרים מסומנים בני ארבע סיביות. לרשותך שערים לוגיים כרצונך. ניתן לבצע שינוי ביחידות הבסיסיות.

על מנת להכפיל מספרים מסומנים, נוכל להשתמש בהנחות הקיימות מכפל טורי מקבילי – ולהתייחס רק לביט האחרון של הכופל כביט סימן ומכאן – להכפיל את כל הביטים כרגיל ורק את הביט האחרון להכניס כמשלים ל 2:



במקרה זה במודל בשורה האחרונה קיים XOR על הכניסה של  $Y * X$  והכניסה של 1 בהתחלה (מחסר במקום מחבר).

## שאלה 5

הראה/י בפירוט את כל השלבים בפעולות הכפל הבאות של מכפל signed בינארי ( של מספרים בני 4 ביט כ"א ) :

א)  $0x3 \times 0xA$

	$\times \begin{cases} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{cases}$
$PP_0$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 0$
$temp$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 0$
$ACC$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 0 \mid 0$
$PP_1$	$0 \mid 0 \ 0 \ 1 \ 1 \mid$
$temp$	$0 \mid 0 \ 0 \ 1 \ 1 \mid 0$
$ACC$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \mid 0$
$PP_2$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 0 \mid$
$temp$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 1 \mid 1 \ 0$
$ACC$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \mid 1 \ 0$
$PP_3$	$1 \mid 1 \ 1 \ 0 \ 1 \mid$
$temp$	$1 \mid 1 \ 1 \ 0 \ 1 \mid 1 \ 1 \ 0$
$ACC$	$1 \mid 1 \ 1 \ 0 \ 1 \mid 1 \ 1 \ 0$

ב)  $0xA \times 0x3$

	$\times \begin{cases} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{cases}$
$PP_0$	$1 \mid 1 \ 0 \ 1 \ 0$
$temp$	$1 \mid 1 \ 0 \ 1 \ 0$
$ACC$	$1 \mid 1 \ 1 \ 0 \ 1 \mid 0$
$PP_1$	$1 \mid 1 \ 0 \ 1 \ 0 \mid$
$temp$	$1 \mid 0 \ 1 \ 1 \ 1 \mid 0$
$ACC$	$1 \mid 1 \ 0 \ 1 \ 1 \mid 1 \ 0$
$PP_2$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 0 \mid$
$temp$	$1 \mid 1 \ 0 \ 1 \ 1 \mid 1 \ 0$
$ACC$	$1 \mid 1 \ 1 \ 0 \ 1 \mid 1 \ 1 \ 0$
$PP_3$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 0 \mid$
$temp$	$1 \mid 1 \ 1 \ 0 \ 1 \mid 1 \ 1 \ 0$
$ACC$	$1 \mid 1 \ 1 \ 0 \ 1 \mid 1 \ 1 \ 1 \ 0$

$$\frac{5}{8} \times \left( -\frac{1}{4} \right) \quad (ג)$$

	$\times \begin{cases} 0. & 1 & 0 & 1 \\ 1. & 1 & 1 & 0 \end{cases}$
$PP_0$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 0$
$temp$	$0 \mid 0 \ 0 \ 0 \ 0$
$ACC$	$0 \ 0 \ 0 \ 0 \mid 0$
$PP_1$	$0 \mid 0 \ 1 \ 0 \ 1$
$temp$	$0 \mid 0 \ 1 \ 0 \ 1 \mid 0$
$ACC$	$0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \mid 1 \ 0$
$PP_2$	$0 \mid 0 \ 1 \ 0 \ 1$
$temp$	$0 \mid 0 \ 1 \ 1 \ 1 \mid 1 \ 0$
$ACC$	$0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \mid 1 \ 1 \ 0$
$PP_3$	$1 \mid 1 \ 0 \ 1 \ 1$
$temp$	$1 \mid 1. \ 1 \ 1 \ 0 \mid 1 \ 1 \ 0$
$ACC$	$1 \ 1 \ 1. \ 1 \ 1 \mid 0 \ 1 \ 1 \ 0$

שימו לב בפעם האחרונה הנקודה זוה (מכפילים שני מספרים עם 3 ספרות מימין לנקודה ומקבלים תוצאה עם 6 ספרות מימין לנקודה.)

כעת הנח כי המספרים הינם בני 8 ביט :

$$\frac{34}{64} \times \left( -\frac{30}{64} \right) = \frac{1020}{2^{12}} \quad (ד)$$

	$\times \begin{cases} 0. & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1. & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{cases}$
$PP_0$	0 0. 0 0 0 0 0 0 0 0
$temp$	0 0 0 0 0 0 0 0 0
$ACC$	0 0. 0 0 0 0 0 0 0 0 0
$PP_1$	0 0. 0 0 0 0 0 0 0 0
$temp$	0 0. 0 0 0 0 0 0 0 0 0
$ACC$	0 0. 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
$PP_2$	0 0. 1 0 0 0 0 1 0 0
$temp$	0 0. 1 0 0 0 0 1 0 0
$ACC$	0 0. 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0
$PP_3$	0 0. 0 0 0 0 0 0 0 0
$temp$	0 0. 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0
$ACC$	0 0. 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0
$PP_4$	0 0. 0 0 0 0 0 0 0 0
$temp$	0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0
$ACC$	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0
$PP_5$	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
$temp$	0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0
$ACC$	0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0
$PP_6$	0 0 1 0 0 0 0 1 0 0
$temp$	0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
$ACC$	0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0
$PP_7$	1 1. 0 1 1 1 1 0 0 0
$temp$	1 1. 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0
$ACC$	1 1 1. 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0

$$111.11000000010000 =$$

$$-(000.00111111110000) = -\frac{4080}{2^{14}} = -\frac{1020}{2^{12}}$$

קיבלנו תוצאה :  $-\frac{1020}{2^{12}}$

כפלנו שני מספרים בעלי 7 סיביות מימין לנקודה וקיבלנו מספר בעל 14 סיביות מימין לנקודה .