

CPU Architecture

LAB1 preparation report

VHDL part1

עומר לוקסמבורג 205500390

עילי נוראל 312538580

תוכן עניינים

3	הגדרת תכנון המערכת
4	תיאור הרכיבים
9	תיאור הבדיקות
9	בדיקת ה-shifter
10	בדיקת ה-Adder_Substructor
12	בדיקת ה-top

הגדרת תכנון המערכת

התבקשנו לכתוב תיאור חומרה למערכת הבאה :

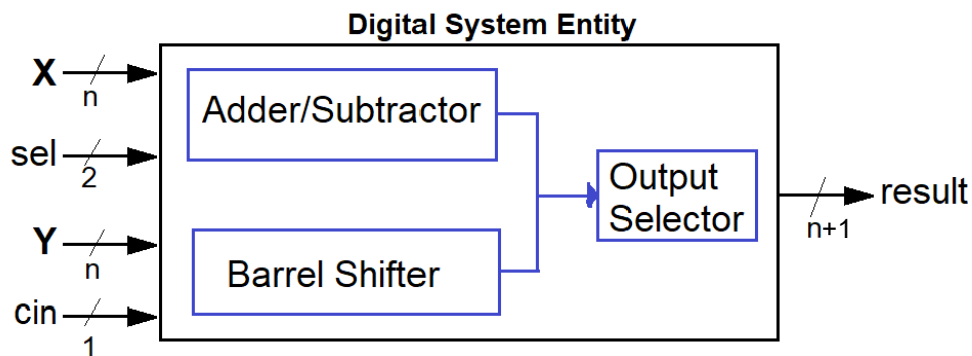
תכנון מודול המורכב משלושה תתי מודולים :

1. מחבר/מחסר גנרי בין שני וקטורים בגודל n -ביטים.
2. Barrel shifter של 8 ביטים, בעל רכיב פנימי גנרי.
3. בורר יציאה – Selector – בין המחבר-מחסר ל-shifter.

דרישות נוספות:

- התכנון של השכבה העליונה צריך להיות structural ולהכיל 3 entities (אחד לכל רכיב כפי שמתואר קודם).
- אסור למחוק את הקבצים שניתנו במשימה ("Adder", "Top").

תרשים המערכת:



חיבורים:

X, Y – ערוצי הכניסה בעלי n ביטים כל אחד.

Cin – כניסה של ביט נוסף (carry).

Sel – בחירת הפעולה שתבצע על הכניסות הנקבעת באופן הבא :

Sel	Operation	Note
0	$Res=X+Y$	
1	$Res=X+Y+cin$	
2	$Res=X-Y$	
3	$Res=RLA\ X,Y(2\ to\ 0)$	Rotate left X of Y(2..0) times

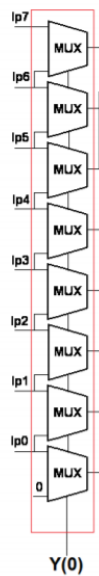
תיאור הרכיבים

לפי הגדרת המשימה הגדרנו את המודולים ותתי המודולים הבאים (מסודרים לפי היררכיית השכבות):

aux_package	top		
	Selector	shifter	Adder_Substructor
		Yblock	FA
		MUX2	

הערות:

- מודול ה-Yblock כתוב בצורה גנרית ומתאר שכבה אחת ברכיב ה-shifter (כמתואר בדרישות העבודה) כלומר עמודה כזו:



- מודול ה-FA מתאר רכיב Full Adder לשני ביטים ומודול ה-MUX2 מתאר מרבב $1 \rightarrow 2$.

תיאור הלוגיקה של המודולים בעמוד הבא

Full Adder (FA)

מחבר מלא במחשבים המקובלים.

port	direction	size	description
x_i	in	1	כניסה 1
y_i	in	1	כניסה 2
c_{in}	in	1	שלי כניסה
s	out	1	מזל $x+y$
c_{out}	out	1	שלי מזל

Mux 2→1 (Mux2)

מזל כניסות. 2 כניסות מזל אחד.

port	direction	size	description
a	in	1	כניסה 1 ($s=0$)
b	in	1	כניסה 2 ($s=1$)
s	in	1	בזל
y	out	1	מזל לפי הבזל

YBlock

רפיס גרני המאגב מ Mux2 למוצא כל המאג. יאה בוק אקיס במאג
רפיס ה-shifter.

port	direction	size	description
sy	in	1	בויר
x0	in	n	כניסה 1 ($sy=0$)
x1	in	n	כניסה 2 ($sy=1$)
yout	out	n	מוצא לפי הכויר

Shifter

shifter המבצר הכנה שמאליה של וקאר x באורק מ, לפי המסכר $(y(2), y(1), y(0))$.

לויכ מ-3 YBlock-י.

port	direction	size	description
x	in	n	וקאר שאמו נליכ
y	in	n	כלי המצבור
res	out	n	המוצא

Adder Subtractor

מבצע ביצוע של 2 וקטורים באורך n בבסיס n וקטור $n+1$.

$sel=00$ נקט $x+y$, $sel=01$ נקט $x+y+c_{in}$, $sel=10$ נקט $x-y$.

נורמל n -FA.

port	direction	size	description
x_i	in	n	וקטור כניסה 1
y_i	in	n	וקטור כניסה 2
c_{in}	in	1	נשא כניסה
sel	in	2	בורר נולא
s	out	$n+1$	חוצאה

Selector

בורר בין n וקטור $n+1$ ה-shifter. Adder Subtractor - sel כניסה sel .

port	direction	size	description
sel	in	2	בורר
as_{in}	in	$n+1$	חוצאה מחשב/מחסר
$shifter_{in}$	in	$n+1$	חוצאה שילוף
$result$	out	$n+1$	חוצאה נבחרת

top

המערכת הכוללת כפי שתוארה בהלכה.

שניש שני בשלבי האקט $n+1$ (הוספת 'ס' - MSB)

שניש שני במחבר/מחסר האקט n (הוצאת יבית $n+1$)

ושניש מתאימה - selector.

port	direction	size	description
x	in	n	וקטור כניסה 1
y	in	n	וקטור כניסה 2
cin	in	1	נשא כניסה
sel	in	2	בורר הוצאה
result	out	n+1	הוצאה

תיאור הבדיקות

בתיקיית ההגשה מצורפים test branches למודולי ה-shifter, top-Adder_Subtractor.

בדיקת ה-shifter

- X – הקלט המוזז
- $Y(0...2)$ – ערך ההזזה (0 עד 7 הזזות)
- $S-X$ לאחר ההזזה (התוצאה)

ביצענו שתי בדיקות, אחת עם הקלט 11111111 ואחת עם הקלט 00000001, ובכל אחת הזזנו את הקלט בכל האפשרויות (0-7 הזזות).

ps	delta	/tb_shifter/cin	/tb_shifter/Y	/tb_shifter/sel	/tb_shifter/X	/tb_shifter/s
0	+4	0 11	11111111	00000000	11111111	
50000	+4	0 11	11111111	00000001	11111110	
100000	+5	0 11	11111111	00000010	11111100	
150000	+5	0 11	11111111	00000011	11111000	
200000	+5	0 11	11111111	00000100	11110000	
250000	+5	0 11	11111111	00000101	11100000	
300000	+6	0 11	11111111	00000110	11000000	
350000	+6	0 11	11111111	00000111	10000000	
400000	+4	0 11	00000001	00000000	00000001	
450000	+4	0 11	00000001	00000001	00000010	
500000	+5	0 11	00000001	00000010	00000100	
550000	+5	0 11	00000001	00000011	00001000	
600000	+5	0 11	00000001	00000100	00010000	
650000	+5	0 11	00000001	00000101	00100000	
700000	+6	0 11	00000001	00000110	01000000	
750000	+6	0 11	00000001	00000111	10000000	

/tb_shifter/cin	0								
/tb_shifter/sel	11	11							
/tb_shifter/X	00000001	11111111							
/tb_shifter/Y	00000111	00000000	00000001	00000010	00000011	00000100	00000101	00000110	00000111
/tb_shifter/s	10000000	11111111	11111110	11111100	11111000	11110000	11000000	11000000	10000000

המשך

הערך
המקורי
של X

לדוגמא: ערך שלושת הביטים האחרונים של Y הוא 4, ואכן X נוספו ל-4 אפסים מימין

בדיקת ה-Adder_Substructor

- Cin – carry כניסה
- Sel – בורר בין פעולות חיבור, חיבור עם carry וחסור
- X, Y – המספרים (קלט)
- S – התוצאה

ביצענו את 3 הפעולות האפשריות (חיבור, חיבור עם carry וחסור).

עשינו זאת עם קלט $Y=011$ וערך X משתנה.

תוצאות בדיקת החיבור וחיבור עם carry:

פעולת החיבור היא פעולת חיבור ביטים פשוטה ללא שיטת ייצוג. כאשר ערך sel הוא 00 זהו חיבור ללא התחשבות ב-cin וכאשר ערך sel הוא 01 החיבור מתבצע גם עם ה-cin. ניתן לראות כי אכן בתוצאות מטה פעולת החיבור מתעלמת מערך ה-cin כאשר ערך ה-sel הוא 00.

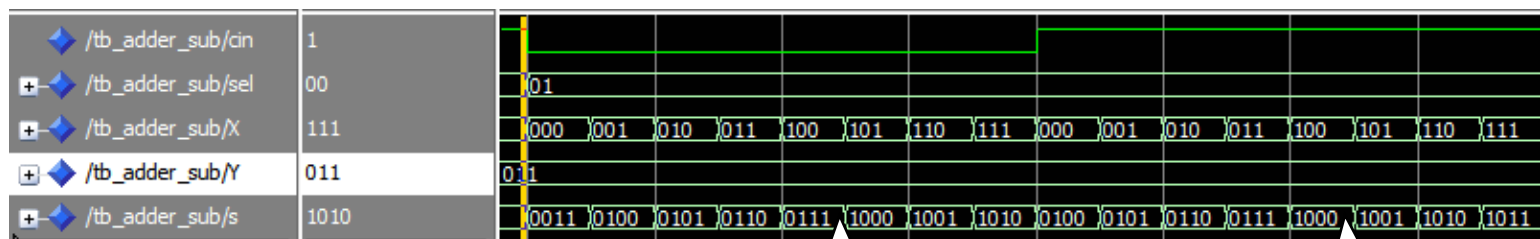
ps		delta		/tb_adder_sub/cin		/tb_adder_sub/sel		/tb_adder_sub/X		/tb_adder_sub/Y		/tb_adder_sub/s	
0	+4			0	00	000	011	0011					
50000	+4			0	00	001	011	0100					
100000	+3			0	00	010	011	0101					
150000	+3			0	00	011	011	0110					
200000	+5			0	00	100	011	0111					
250000	+5			0	00	101	011	1000					
300000	+3			0	00	110	011	1001					
350000	+3			0	00	111	011	1010					
400000	+4			1	00	000	011	0011					
450000	+4			1	00	001	011	0100					
500000	+3			1	00	010	011	0101					
550000	+3			1	00	011	011	0110					
600000	+5			1	00	100	011	0111					
650000	+5			1	00	101	011	1000					
700000	+3			1	00	110	011	1001					
750000	+3			1	00	111	011	1010					
800000	+4			0	01	000	011	0011					
850000	+4			0	01	001	011	0100					
900000	+3			0	01	010	011	0101					
950000	+3			0	01	011	011	0110					
1000000	+5			0	01	100	011	0111					
1050000	+5			0	01	101	011	1000					
1100000	+3			0	01	110	011	1001					
1150000	+3			0	01	111	011	1010					
1200000	+5			1	01	000	011	0100					
1250000	+2			1	01	001	011	0101					
1300000	+2			1	01	010	011	0110					
1350000	+2			1	01	011	011	0111					
1400000	+3			1	01	100	011	1000					
1450000	+2			1	01	101	011	1001					
1500000	+2			1	01	110	011	1010					
1550000	+2			1	01	111	011	1011					

תוצאות בדיקת החיסור:

פעולת החיסור המתבצעת היא X-Y בשיטת משלים ל-2. בפעולת החיסור מתעלמים מערך ה-cin.

ps	delta	/tb_adder_sub/cin	/tb_adder_sub/sel	/tb_adder_sub/X	/tb_adder_sub/Y	/tb_adder_sub/s
1600000	+7	0	10	000	011	1101
1650000	+3	0	10	001	011	1110
1700000	+6	0	10	010	011	1111
1750000	+6	0	10	011	011	0000
1800000	+3	0	10	100	011	1001
1850000	+3	0	10	101	011	1010
1900000	+4	0	10	110	011	1011
1950000	+4	0	10	111	011	1100
2000000	+5	1	10	000	011	1101
2050000	+3	1	10	001	011	1110
2100000	+6	1	10	010	011	1111
2150000	+6	1	10	011	011	0000
2200000	+3	1	10	100	011	1001
2250000	+3	1	10	101	011	1010
2300000	+4	1	10	110	011	1011
2350000	+4	1	10	111	011	1100

מצורפת תצוגת wave: בחלק העליון ערך הsel הוא 01 – חיבור עם Carry



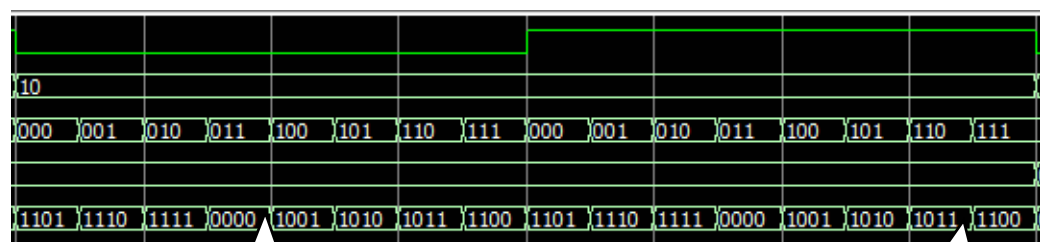
ערכי X ו-Y זהים לקודם
אך השארית היא 0 ואכן
התוצאה היא 111

לדוגמא: ערך X הוא 100
ערך Y הוא 011 וערך
השארית הוא 1 ואכן
התוצאה היא 1000.

בחלק התחתון ערך הsel הוא 10 – חיסור X-Y בשיטת משלים ל-2:



המשך



לדוגמא: ערך X הוא
3=011 ערך Y הוא 011
וערך התוצאה הוא
0000=0

לדוגמא: ערך X הוא 110
ערך Y הוא 011 וערך
התוצאה הוא 1011=-5

בדיקת ה-top

בצענו בדיקות דומות לבדיקות המתוארות קודם, אך הפעם במודול הסופי שמאחד את כל תתי המודולים.

- Cin – carry כניסה
- Sel – בורר בין פעולות חיבור, חיבור עם carry, חיסור והזזה.
- X, Y – המספרים (קלט)
- Y(0...2) – ערך ההזזה (0 עד 7 הזזות)
- S – התוצאה

תוצאות בדיקות החיבור וחיבור עם carry: עשינו זאת עם קלט $Y=1000\ 0000$ וערך X משתנה.

ps	/tb/cin	/tb/X	/tb/Y	/tb/s
delta	/tb/sel			
0	+6	0 00 00000001	10000000	010000001
50000	+3	0 00 00000010	10000000	010000010
100000	+3	0 00 00000100	10000000	010000100
150000	+3	0 00 00001000	10000000	010001000
200000	+3	0 00 00010000	10000000	010010000
250000	+3	0 00 00100000	10000000	010100000
300000	+3	0 00 01000000	10000000	011000000
350000	+4	0 00 10000000	10000000	100000000
400000	+4	1 00 00000001	10000000	010000001
450000	+3	1 00 00000010	10000000	010000010
500000	+3	1 00 00000100	10000000	010000100
550000	+3	1 00 00001000	10000000	010001000
600000	+3	1 00 00010000	10000000	010010000
650000	+3	1 00 00100000	10000000	010100000
700000	+3	1 00 01000000	10000000	011000000
750000	+4	1 00 10000000	10000000	100000000
800000	+4	0 01 00000001	10000000	010000001
850000	+3	0 01 00000010	10000000	010000010
900000	+3	0 01 00000100	10000000	010000100
950000	+3	0 01 00001000	10000000	010001000
1000000	+3	0 01 00010000	10000000	010010000
1050000	+3	0 01 00100000	10000000	010100000
1100000	+3	0 01 01000000	10000000	011000000
1150000	+4	0 01 10000000	10000000	100000000
1200000	+5	1 01 00000001	10000000	010000010
1250000	+5	1 01 00000010	10000000	010000011
1300000	+3	1 01 00000100	10000000	010000101
1350000	+3	1 01 00001000	10000000	010001001
1400000	+3	1 01 00010000	10000000	010010001
1450000	+3	1 01 00100000	10000000	010100001
1500000	+3	1 01 01000000	10000000	011000001
1550000	+4	1 01 10000000	10000000	100000001

תצוגת ה-wave בעמוד הבא

תוצאות בדיקות החיסור וההזזה:

בדיקת החיסור התבצעה עם קלט $Y=0111\ 1100$ ו- $Y=1111\ 1100$ וערך X משתנה.
 בדיקת ההזזה התבצעה עם קלט $X=1111\ 1111$ ו- $X=0000\ 0001$ על כל ערכי הזזה האפשריים.

ps delta		/tb/cin /tb/sel	/tb/X	/tb/Y	/tb/s
1600000	+11	0 10	01111010	01111100	11111110
1650000	+3	0 10	01111011	01111100	11111111
1700000	+10	0 10	01111100	01111100	00000000
1750000	+3	0 10	01111101	01111100	00000001
1800000	+3	0 10	01111110	01111100	00000010
1850000	+3	0 10	01111111	01111100	00000011
1900000	+4	0 10	10000000	01111100	100000100
1950000	+3	0 10	10000001	01111100	100000101
2000000	+10	1 10	11111110	11111100	000000010
2050000	+3	1 10	11111100	11111100	000000000
2100000	+10	1 10	11111000	11111100	111111100
2150000	+3	1 10	11110000	11111100	111110100
2200000	+3	1 10	11100000	11111100	111100100
2250000	+3	1 10	11000000	11111100	111000100
2300000	+3	1 10	10000000	11111100	110000100
2350000	+4	1 10	00000000	11111100	000000100
2400000	+6	0 11	11111111	00000000	011111111
2450000	+6	0 11	11111111	00000001	111111110
2500000	+7	0 11	11111111	00000010	111111100
2550000	+7	0 11	11111111	00000011	111111000
2600000	+7	0 11	11111111	00000100	111110000
2650000	+7	0 11	11111111	00000101	111100000
2700000	+8	0 11	11111111	00000110	111000000
2750000	+8	0 11	11111111	00000111	110000000
2800000	+6	0 11	00000001	00000000	000000001
2850000	+6	0 11	00000001	00000001	000000010
2900000	+7	0 11	00000001	00000010	000000100
2950000	+7	0 11	00000001	00000011	000001000
3000000	+7	0 11	00000001	00000100	000010000
3050000	+7	0 11	00000001	00000101	000100000
3100000	+8	0 11	00000001	00000110	001000000
3150000	+8	0 11	00000001	00000111	010000000

תצוגת ה-wave בעמוד הבא

חיסור:

◆ /tb/cin	1								
+◆ /tb/sel	01	10							
+◆ /tb/X	10000000	01111010	01111011	01111100	01111101	01111110	01111111	10000000	10000001
+◆ /tb/Y	10000000	01111100							
+◆ /tb/s	100000001	11111110	11111111	00000000	00000001	00000010	00000011	100000100	100000101

המשך

11111110	11111100	11111000	11110000	11100000	11000000	10000000	00000000
11111100							
000000010	000000000	111111100	111110100	111100100	111000100	110000100	000000100

הסבר:










$$1\ 1000\ 0100 = -124$$

הופכים ביטים ומוסיפים
אחד ומקבלים :

$$124 = 0\ 0111\ 1100$$

לדוגמא: ערך X הוא -128 ערך Y
הוא 1100 1111 = -4, ואכן
התוצאה היא -124 = 0100 1000
בשיטת משלים ל-2

הזזה:

 /tb/cin	1								
  /tb/sel	01	11							
  /tb/X	10000000	11111111							
  /tb/Y	10000000	00000000	00000001	00000010	00000011	00000100	00000101	00000110	00000111
  /tb/s	100000001	011111111	111111110	111111100	111111000	111100000	111000000	110000000	100000000

המשך

00000001							
00000000	00000001	00000010	00000011	00000100	00000101	00000110	00000111
000000001	000000010	000000100	000001000	000010000	000100000	001000000	010000000

ערד
Y

הערך
המקורי
של X

לדוגמא: ערך שלושת הביטים האחרונים של Y הוא 7, ואכן X נוספו ל-7 אפסים מימין