

סימולציה 1

208731125	יאיר נריה כהן
318829330	אורי גרוס

2.1) נממש בורר 1->2 עם כניסות sel, d1, d0 ויציאה z:

טבלת אמת:

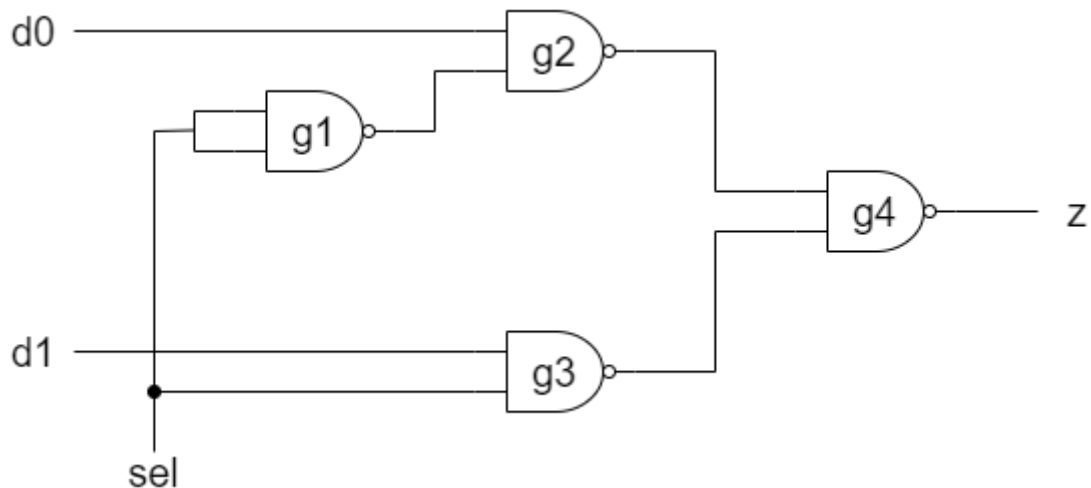
d0	d1	sel	z
0	0	0	0
1	0	0	1
0	1	0	0
1	1	0	1
0	0	1	0
1	0	1	0
0	1	1	1
1	1	1	1

פונקציה:

$$z = \overline{sel} * d0 + sel * d1$$

$$= \overline{\overline{sel} * d0} + \overline{sel * d1} \quad \text{דה-מורגן} \quad = \overline{(\overline{sel} * d0) * (sel * d1)}$$

דיאגרמה:



נחשב את ההשהיות של מסלולים מהכניסות למוצא :

טבלת השהיות:

	t_{PDLH}	t_{PDHL}
NAND2	1	8
OR2	8	2
XNOR2	9	3

מסלולים:

Path	d0	d1	sel	Tpd
$d0 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	$0 \rightarrow 1$	0	0	9
$d0 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	$1 \rightarrow 0$	0	0	9
$d0 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	$0 \rightarrow 1$	1	0	9
$d0 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	$1 \rightarrow 0$	1	0	9
$d1 \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	0	$0 \rightarrow 1$	1	9
$d1 \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	0	$1 \rightarrow 0$	1	9
$d1 \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	1	$0 \rightarrow 1$	1	9
$d1 \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	1	$1 \rightarrow 0$	1	9
$sel \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	0	1	$0 \rightarrow 1$	9
$sel \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	0	1	$1 \rightarrow 0$	9
$sel \rightarrow g1 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	1	0	$0 \rightarrow 1$	17
$sel \rightarrow g1 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	1	0	$1 \rightarrow 0$	10

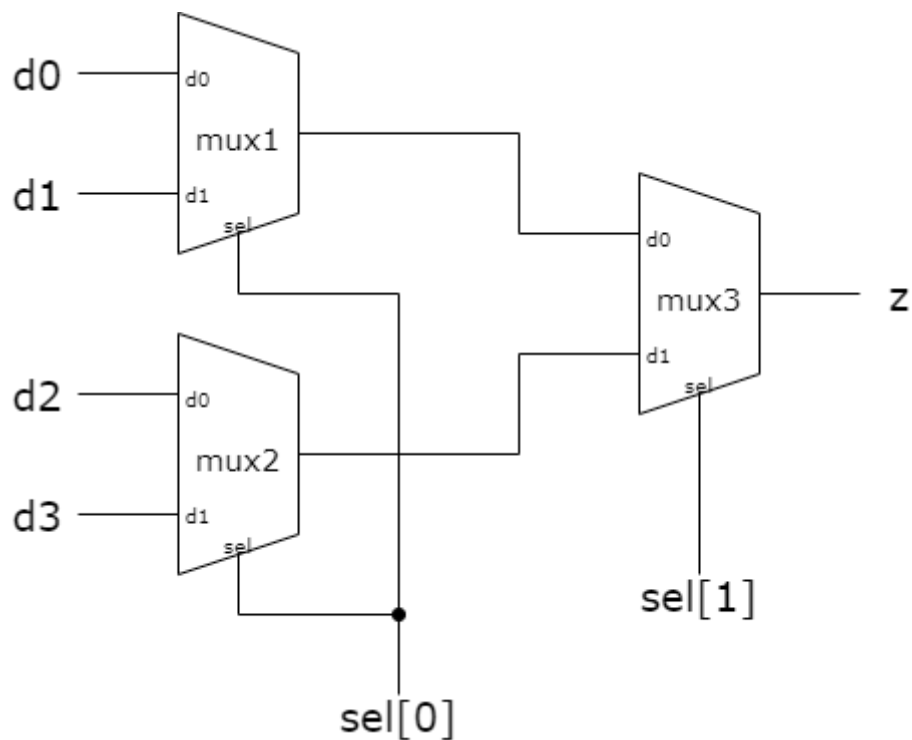
טבלת השהיות חדשה:

	t_{PD}
NAND2	8
OR2	8
XNOR2	9

טבלת מסלולים חדשה:

Path	d0	d1	sel	Tpd
$d0 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	$0 \rightarrow 1$	0	0	16
$d0 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	$1 \rightarrow 0$	0	0	16
$d0 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	$0 \rightarrow 1$	1	0	16
$d0 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	$1 \rightarrow 0$	1	0	16
$d1 \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	0	$0 \rightarrow 1$	1	16
$d1 \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	0	$1 \rightarrow 0$	1	16
$d1 \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	1	$0 \rightarrow 1$	1	16
$d1 \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	1	$1 \rightarrow 0$	1	16
$sel \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	0	1	$0 \rightarrow 1$	16
$sel \rightarrow g3 \rightarrow g4 \rightarrow z$	0	1	$1 \rightarrow 0$	16
$sel \rightarrow g1 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	1	0	$0 \rightarrow 1$	24
$sel \rightarrow g1 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z$	1	0	$1 \rightarrow 0$	24

2.2) נממש בורר 1->4 עם כניסות d_0, d_1, d_2, d_3 , $sel[1:0]$ ויציאה z :



נחשב את ההשהיות הבאות:

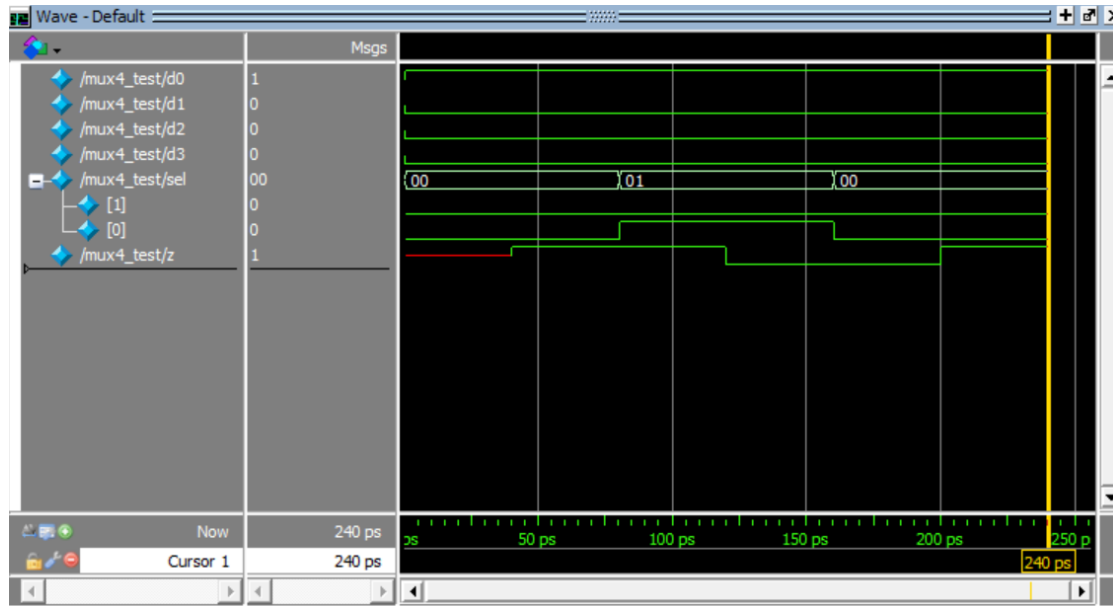
path	d0	d1	d2	d3	sel[0]	sel[1]	Tpd
$sel[0] \rightarrow mux1 \rightarrow mux3 \rightarrow z$	1	0	0	0	$0 \rightarrow 1$	0	40
$sel[0] \rightarrow mux1 \rightarrow mux3 \rightarrow z$	1	0	0	0	$1 \rightarrow 0$	0	40

$sel \rightarrow g1 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z \Rightarrow Tpd = 24$ עבור mux1:

עבור mux2 אין שינוי.

$d0 \rightarrow g2 \rightarrow g4 \rightarrow z \Rightarrow Tpd = 16$ עבור mux3:

דיאגרמת הגלים:



כאשר מציבים את הערכים בכניסות, קיים זמן השהייה של 40 יחידות זמן עד שהיציאה מתייצבת (על 1).

לאחר 80 יחידות זמן שינינו את הערך של sel[0] מ-0 ל-1.

לאחר זמן השהייה של 40 יחידות זמן (כפי שחישבנו) היציאה מתייצבת על 0.

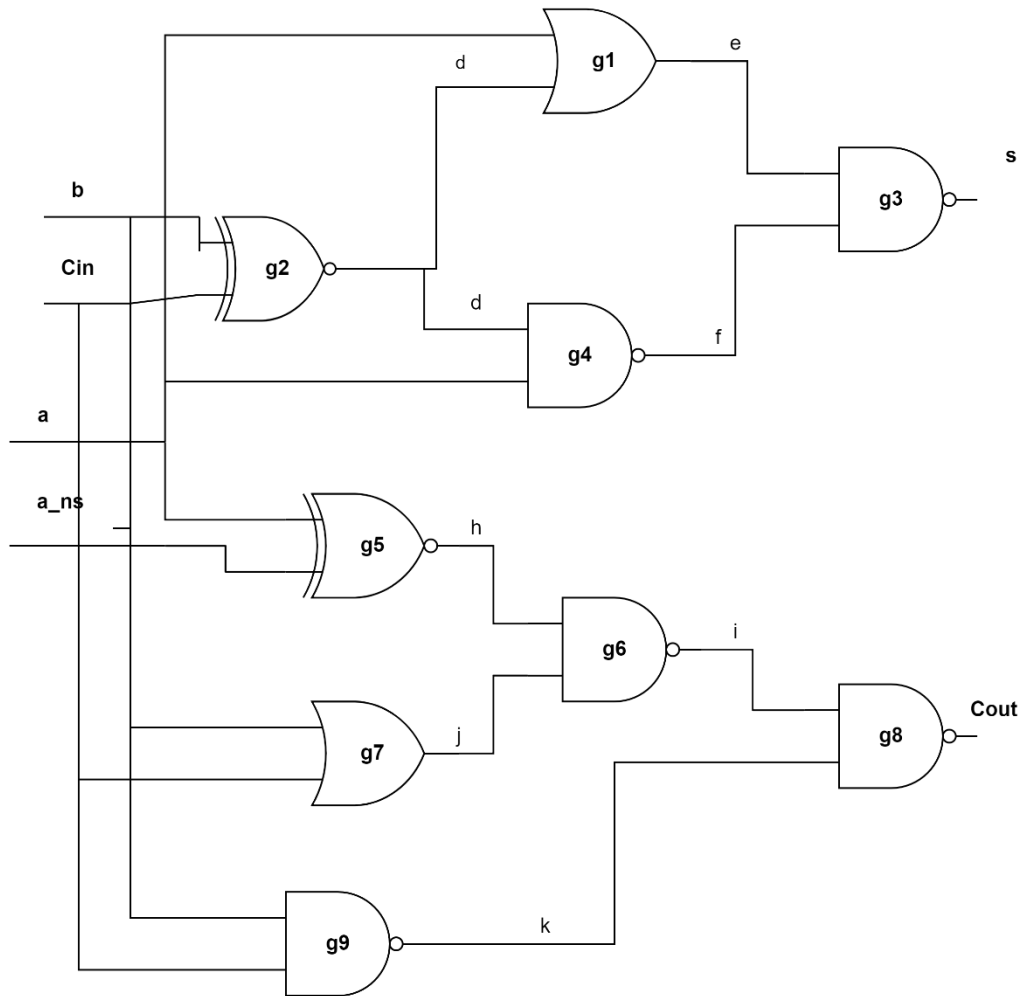
לאחר מכן שינינו את הערך של sel[0] מ-1 ל-0, ולאחר זמן השהייה של 40 יחידות זמן (כפי שחישבנו) היציאה מתייצבת על 1. ההשהיות מתאימות לחישוב התאורטי שחישבנו.

2.3) נממש רכיב full adder/subtractor עם כניסות a, b, Cin, ויציאות s, Cout.

פונקציות:

$$S = ((b \oplus Cin) * a) * ((b \oplus Cin) + a)$$

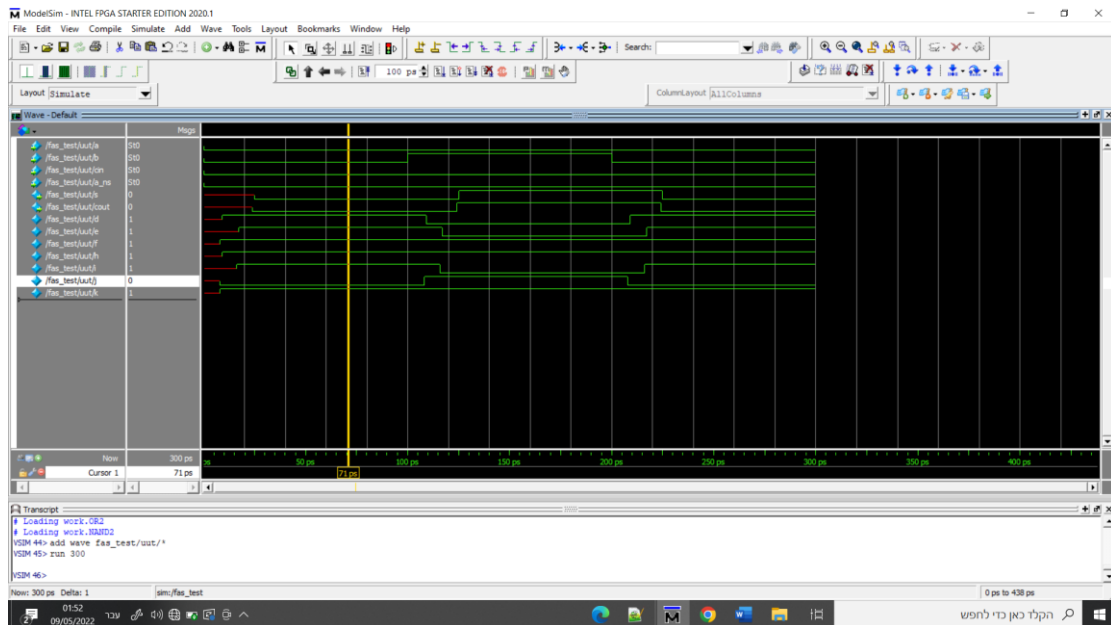
$$Cout = (a \oplus d) * (b + c) * (b * c)$$



טבלת מסלולי השהיות מקסימליות:

path	a	b	Cin	a_ns	Tpd
$b \rightarrow g2 \rightarrow g1 \rightarrow g3 \rightarrow s$	0	$0 \rightarrow 1$	0	0	25
$Cin \rightarrow g2 \rightarrow g1 \rightarrow g3 \rightarrow s$	0	0	$0 \rightarrow 1$	0	25
$a \rightarrow g4 \rightarrow g3 \rightarrow s$	$1 \rightarrow 0$	0	0	0	16
$a_{ns} \rightarrow g5 \rightarrow g6 \rightarrow g8 \rightarrow Cout$	1	0	1	$1 \rightarrow 0$	25
$a \rightarrow g5 \rightarrow g6 \rightarrow g8 \rightarrow Cout$	$1 \rightarrow 0$	0	1	1	25
$Cin \rightarrow g7 \rightarrow g6 \rightarrow g8 \rightarrow Cout$	0	0	$0 \rightarrow 1$	0	24
$b \rightarrow g7 \rightarrow g6 \rightarrow g8 \rightarrow Cout$	0	$0 \rightarrow 1$	0	0	24

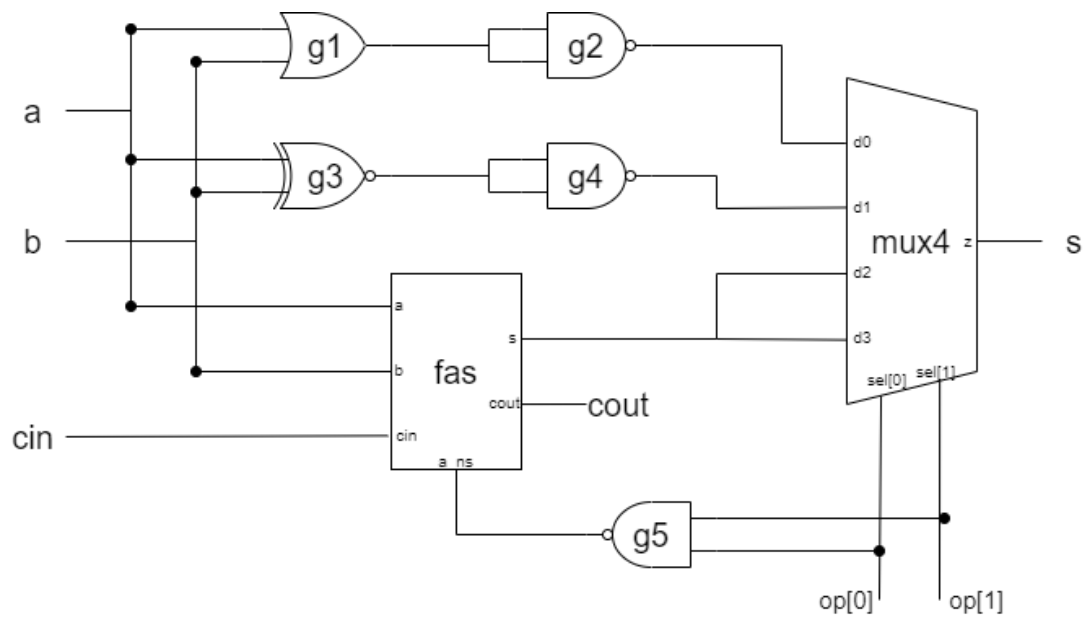
דיאגרמות הגלים:



אחרי שערכי היציאות מתייצבים. לאחר ps100 נעשה שינוי בערך של b מ0 ל1. ניתן לראות ששינוי זה יצור שינוי ביציאה s לאחר ps 25 מ0 ל1. כך גם לאחר ps 200 בחזרת b לערך 0. כפי שרשום בטבלת ההשהיות המקסימליות.

אחרי שערכי היציאות מתייצבים. לאחר ps100 נעשה שינוי בערך של a_ns מ 1 ל 0.5. ניתן לראות ששינוי זה יצור ביציאה C לאחר ps 25 מ 0 ל 1. כך גם לאחר ps 200 בחזרת a_ns לערך 1. כפי שרשום בטבלת ההשהיות המקסימליות.

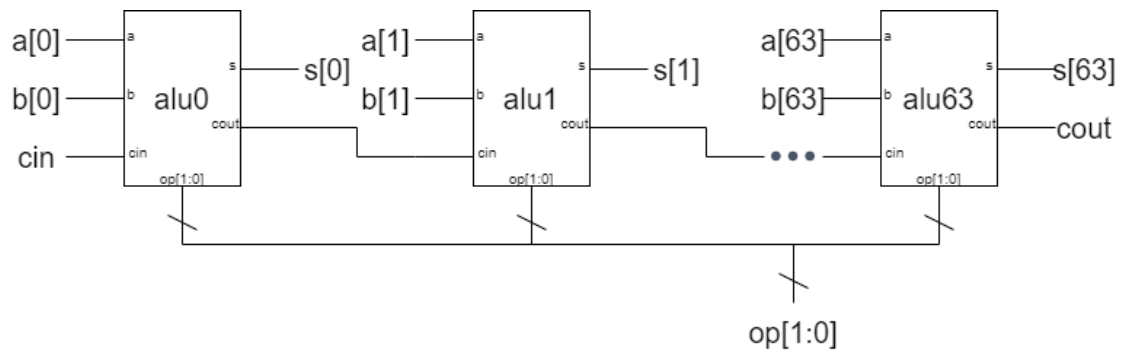
2.4 מימוש רכיב alu1bit



טבלת מסלולי השהיות מקסימליות:

path	a	b	Cin	Op[0]	Op[1]	Tpd
cin → fas → cout	0	0	0 → 1	1	1	24
cin → fas → mux4 → s	0	0	0 → 1	0	1	57
a → g1 → g2 → mux4 → s	1 → 0	0	0	0	0	48
a → fas → Cout	1 → 0	0	1	0	0	25
b → g3 → g4 → mux4 → s	0	0 → 1	1	1	0	49
b → fas → Cout	1	1 → 0	0	0	0	24
op[0] → g3 → fas → Cout	1	0	1	0 → 1	1	33
op[0] → mux4 → s	0	0	1	0 → 1	0	40
op[1] → g3 → fas → Cout	1	0	1	1	0 → 1	33
op[1] → mux4 → s	1	1	1	0	0 → 1	16

2.5) נממש ALU בעל כניסות data ברוחב 64 ביט :



נחשב את ההשהיה הבאה :

Path	a[63:0]	b[63:0]	cin	op[1:0]	Tpd
$cin \rightarrow alu0 \rightarrow alu1 \rightarrow \dots \rightarrow alu63 \rightarrow s[63]$	[1...1]	[0...0]	0 \rightarrow 1	[10]	1569

$cin \rightarrow fas \rightarrow cout \Rightarrow Tpd = 24$: עבור alu0

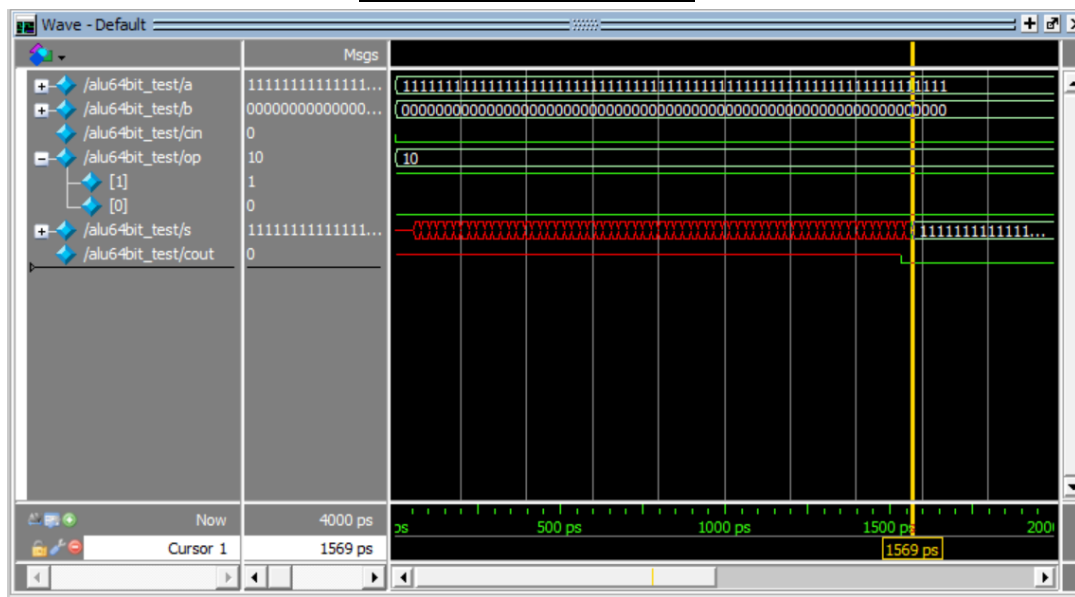
$cin \rightarrow fas \rightarrow cout \Rightarrow Tpd = 24$: עבור alu1

...

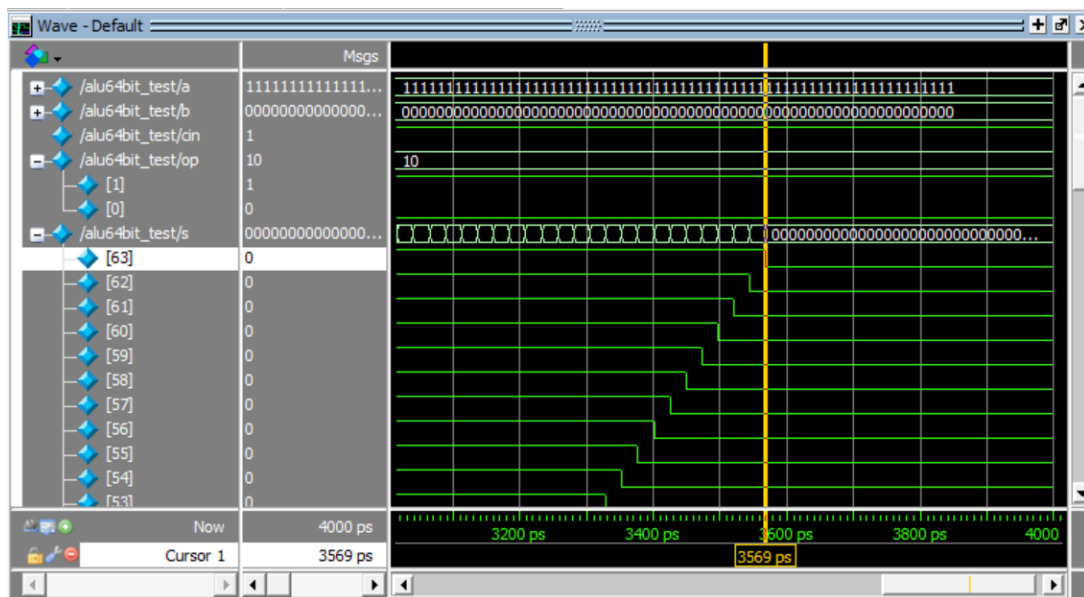
$cin \rightarrow fas \rightarrow mux4 \rightarrow s[63] \Rightarrow Tpd = 57$: עבור alu63

$Tpd = 63 * 24 + 57 = 1569$: לכן זמן ההשהיה הכולל הוא :

דיאגרמת הגלים:



כאשר מציבים את הכניסות בערכים המתאימים, קיים זמן שהיה (1569 יחידות זמן) עד להתייצבות היציאות, כלומר פעולת החיבור בין המספרים (ברוחב 64 ביטים) לוקחת 1569 יחידות זמן.



לאחר 2000 יחידות זמן מתחילת הסימולציה, שינינו את ערך הכניסה של cin מ-0 ל-1.

לאחר זמן שהיה של 1569 יחידות זמן, היציאה s[63] התייצבה על 0 (כאשר קודם הייתה על 1). בנוסף ניתן לראות כי ההפרש בין זמני ההתייצבות בין ביטים עוקבים בוקטור s הוא 24 יחידות זמן. השהיות אלו אכן מתאימות לחישוב התאורטי שחישבנו.