

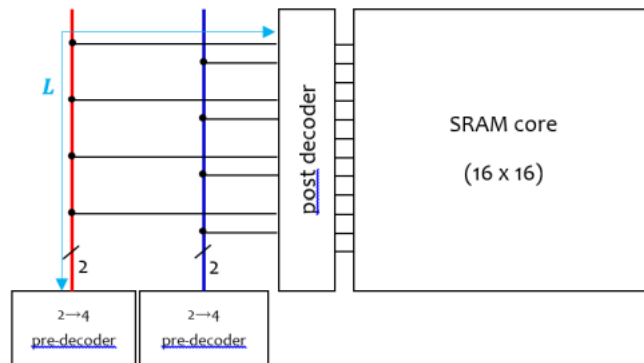
LAB – 7

CMOS Gates

מגישים:

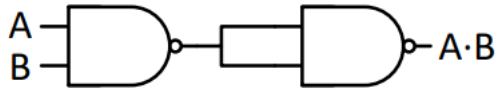
אביתר כהן – 205913858
יונתן קופפר – 316061860

מבוא: במעבדה זו נבנה decoder ונבצע LE בעזרת כלי
האופטימיזציה של virtuoso

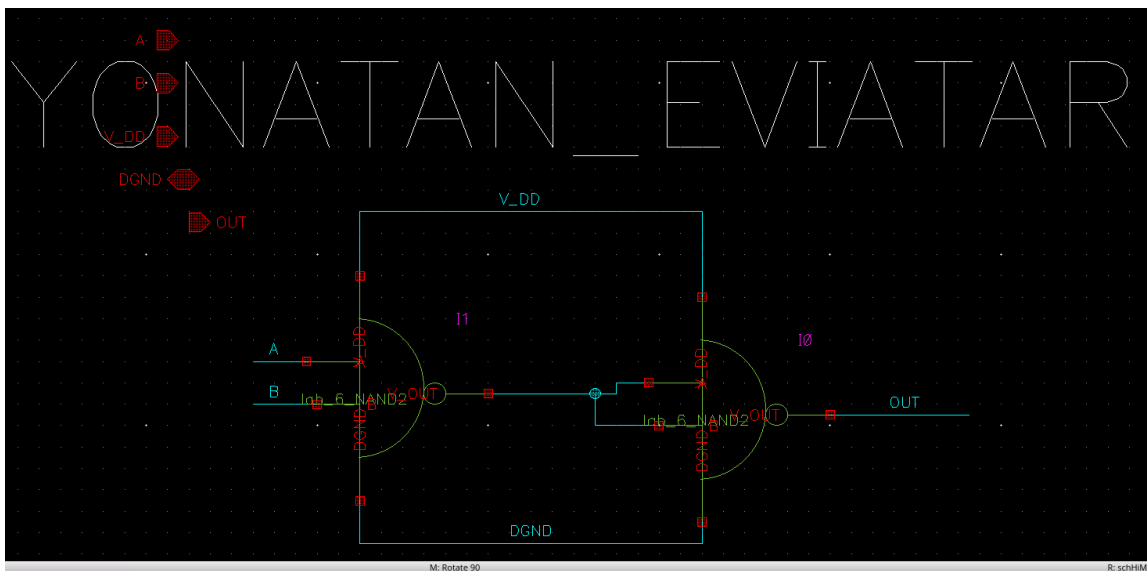


1. אצלנו $G = 8$ ולכן העומס שלנו הוא: $C_L = 60C_0$.
 בסעיף זה התבקשנו לתכנן 4-16 DECODER הכולל POST DECODING I PRE DECODING

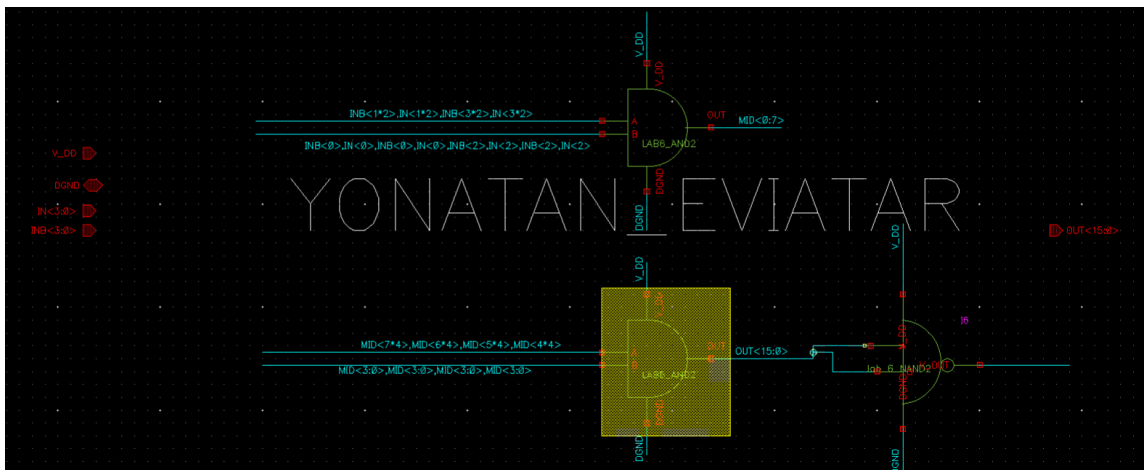
השתמשנו בשערי NAND2 ממעבדה 6 ובנינו באמצעותם שערי AND באופן הבא:



NAND2->AND2



כעת השתמשנו עם השער AND שבנינו לעיל כדי לבנות DECODER באופן הבא:



2. התבקשנו להראות כי ה DECODER שבנינו לעיל פועל בצורה תקינה.
 נגדיר את $F=1$, בקובץ הווקטור נגדיר את הערכים הבאים:

```

input_dec.txt
/data/project/tower/users/eviher/ws/introDigitalCircLab/le

radix 4 4

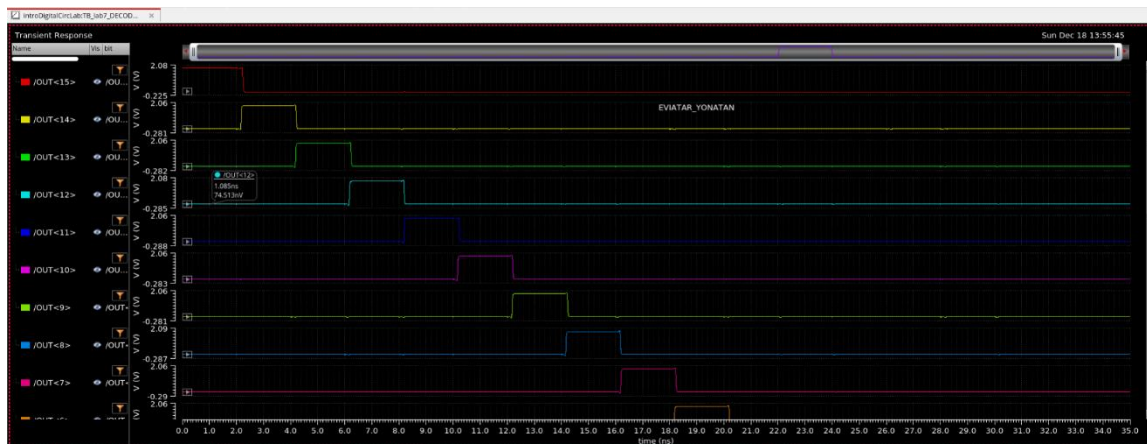
io i i

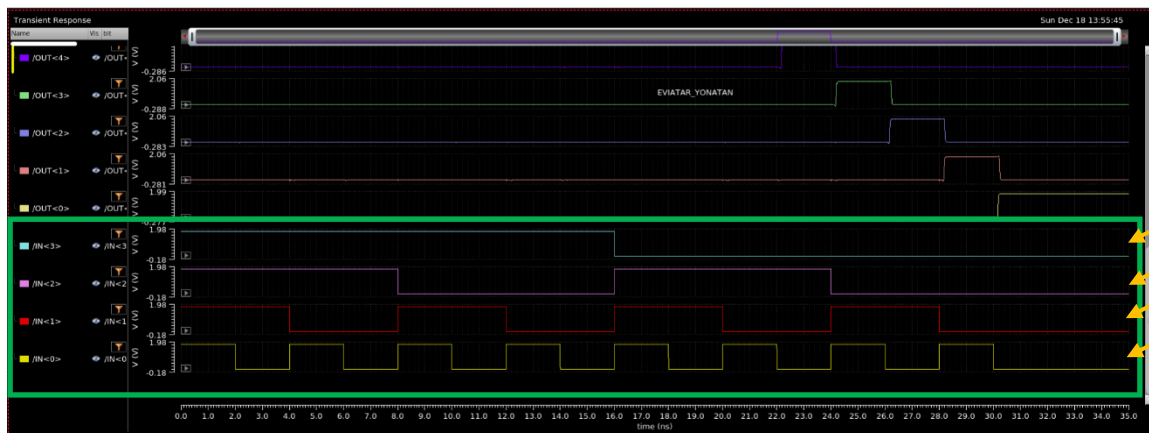
vname IN<[3:0]> INB<[3:0]>

tunit ns
trise 0.005
tfall 0.005
vih 1.8
vil 0
voh 1.8
vol 0

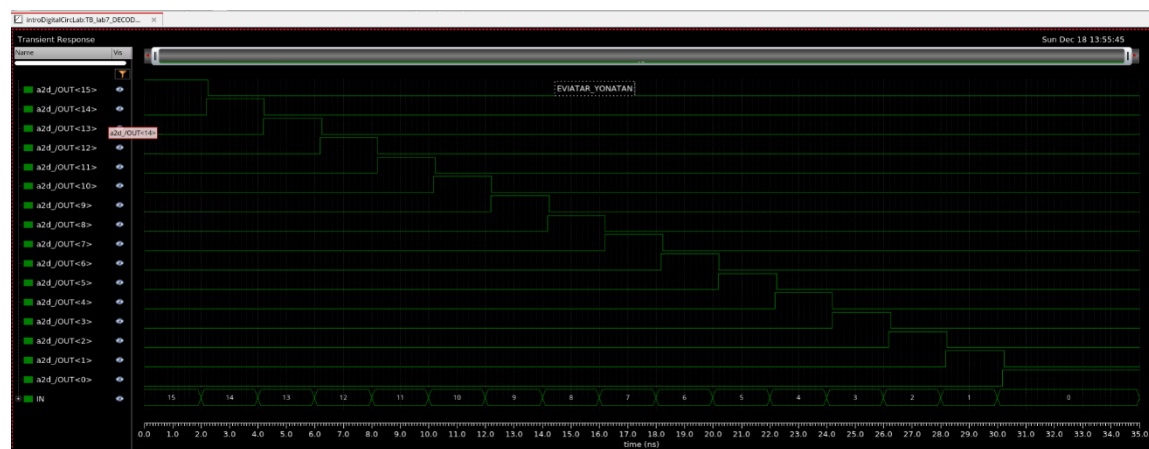
;time  HEXA VAL OF IN [3:0] bus  HEXA VAL OF INB[3:0] bus
0      F      0
2      E      1
4      D      2
6      C      3
8      B      4
10     A      5
12     9      6
14     8      7
16     7      8
18     6      9
20     5      A
22     4      B
24     3      C
26     2      D
28     1      E
30     0      F
  
```

להלן התוצאות שקיבלנו:





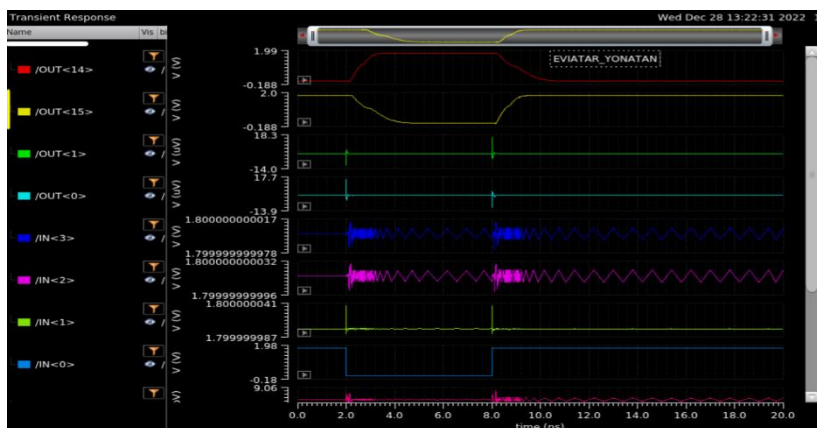
IN 3
IN 2
IN 1
IN 0



OUTPUT
NUMBERS

נוכל לראות כי התוצאות תואמות את ציפיותינו, שכן עבור ערכי כניסה שונים מתקבל במוצא מתח גבוהה ביציאה המתאימה.
וכן ערכי ה OUTPUT NUMBER אכן תואמים את הערכים במוצא כפי שרצינו.

3. בסעיף זה התבקשנו למדוד tpd, ההספק הסטטי וdynamic energy עבור מעבר בודד.
בחרנו לבצע את המעבר (בערכים הקסה-דצימלים) מ-F ל-E.



המעבר
F→E

Test	Output	Nominal
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	/OUT<14,15,1,0>	
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	/IN<3:0>	
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	/INB<3:0>	
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	TPHL	1.062n
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	TPLH	519.9p
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	TPD	790.8p
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	I_VDD	
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	STAT_P	3.06n
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	/I3/V_DD	
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	/V_DD	
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	/I3/DGND	
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	/DGND	
introDigitalCircLab:TB_lab7_DECODER:1	dynamic_p	420.1a

המשוואות הן:

$$tpd = \frac{tp_{lh} + tp_{hl}}{2}$$

$$static\ power = i_{static} \cdot V_{DD}$$

$$dynamic\ power = i_{switch} \cdot V_{DD}$$

כאשר את i_{switch} מדדנו בתור הזרם מהספק פחות הזרם שיוצא לאדמה במהלך switch.

4. כעת התבקשנו לבצע אופטימיזציה ל SIZING של המעגל.

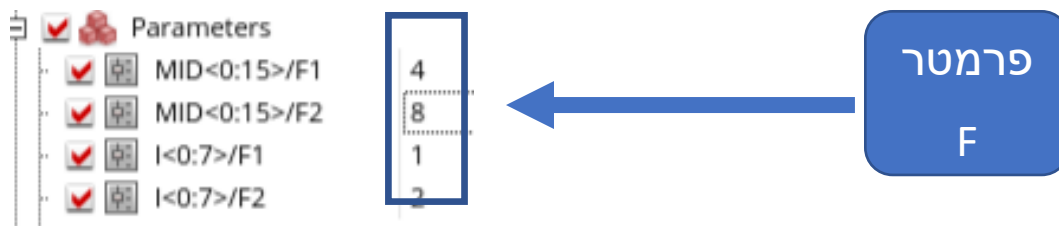
לצורך כך הרצנו אופטימיזציה על ערכי F שונים, ולאחר מכן נבחר את התוצאה בעלת ה TPD הכי נמוך. להלן התוצאות:

Point	Test	Output	Nominal	Spec	Weight	Pass/Fail
Filter	Filter	TPD	Filter	Filter	Filter	Filter
122	introDigitalCircL...	tpd	369.2p	minimize 200p		fail
179	introDigitalCircL...	tpd	369.3p	minimize 200p		fail
123	introDigitalCircL...	tpd	369.6p	minimize 200p		fail
183	introDigitalCircL...	tpd	369.6p	minimize 200p		fail
126	introDigitalCircL...	tpd	369.9p	minimize 200p		fail
127	introDigitalCircL...	tpd	369.9p	minimize 200p		fail
175	introDigitalCircL...	tpd	370.2p	minimize 200p		fail
118	introDigitalCircL...	tpd	370.6p	minimize 200p		fail
187	introDigitalCircL...	tpd	370.8p	minimize 200p		fail
66	introDigitalCircL...	tpd	371.1p	minimize 200p		fail
119	introDigitalCircL...	tpd	371.3p	minimize 200p		fail
131	introDigitalCircL...	tpd	371.4p	minimize 200p		fail
130	introDigitalCircL...	tpd	371.5p	minimize 200p		fail

נסתכל על התוצאה הראשונה שקיבלנו (ריצה 122)

Parameters: M D<0:15>.F1=4, MID<0:15>.F2=8, I<0:7>.F2=2			
122	introDigitalCircL...	/OUT<15:0>	
122	introDigitalCircL...	/IN<3:0>	
122	introDigitalCircL...	/INB<3:0>	
122	introDigitalCircL...	TPLH	440.7p
122	introDigitalCircL...	TPHL	297.8p
122	introDigitalCircL...	tpd	369.2p
			minimize 200p

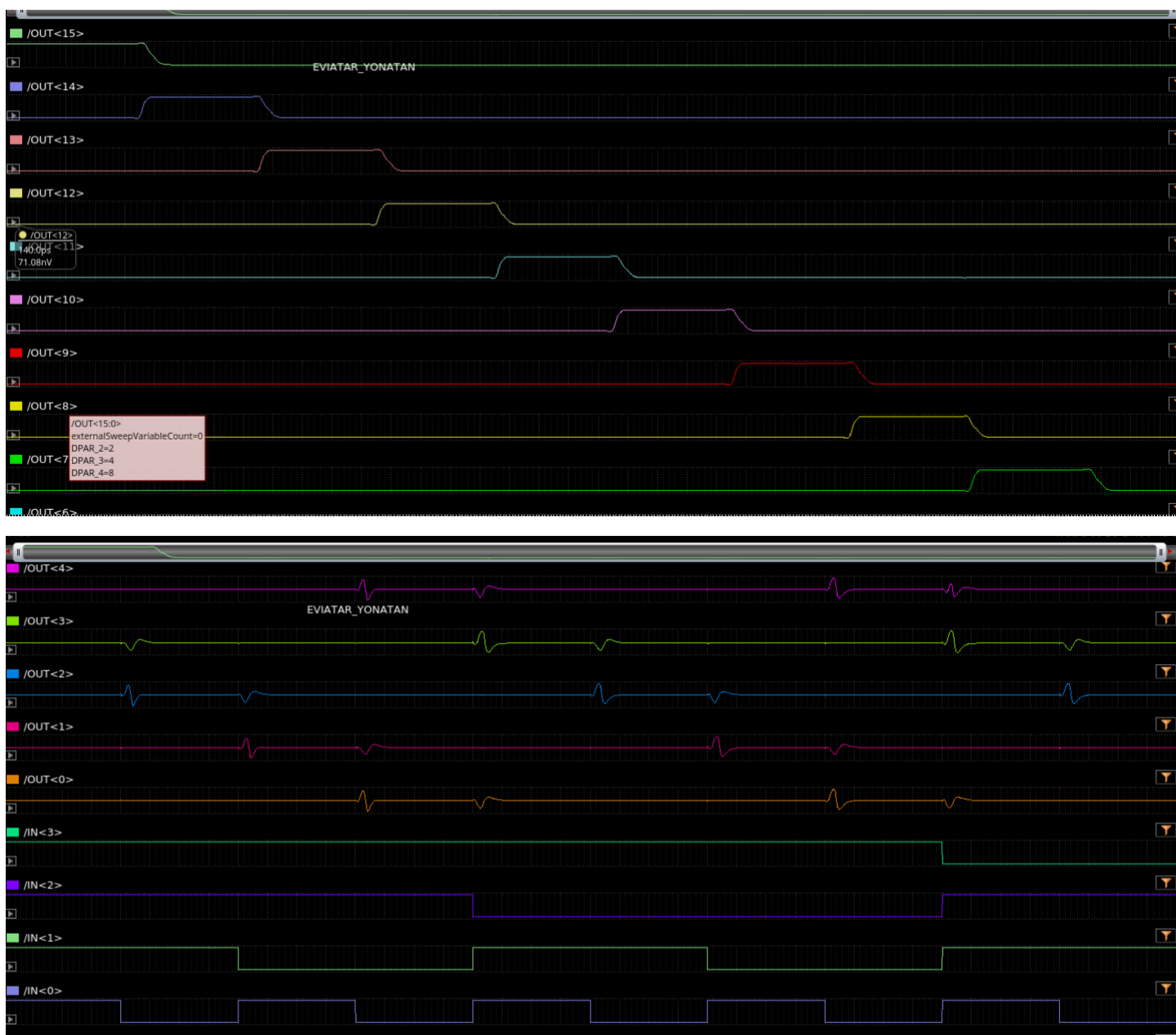
נסתכל על הפרמטרים של הריצה:



הסבר:

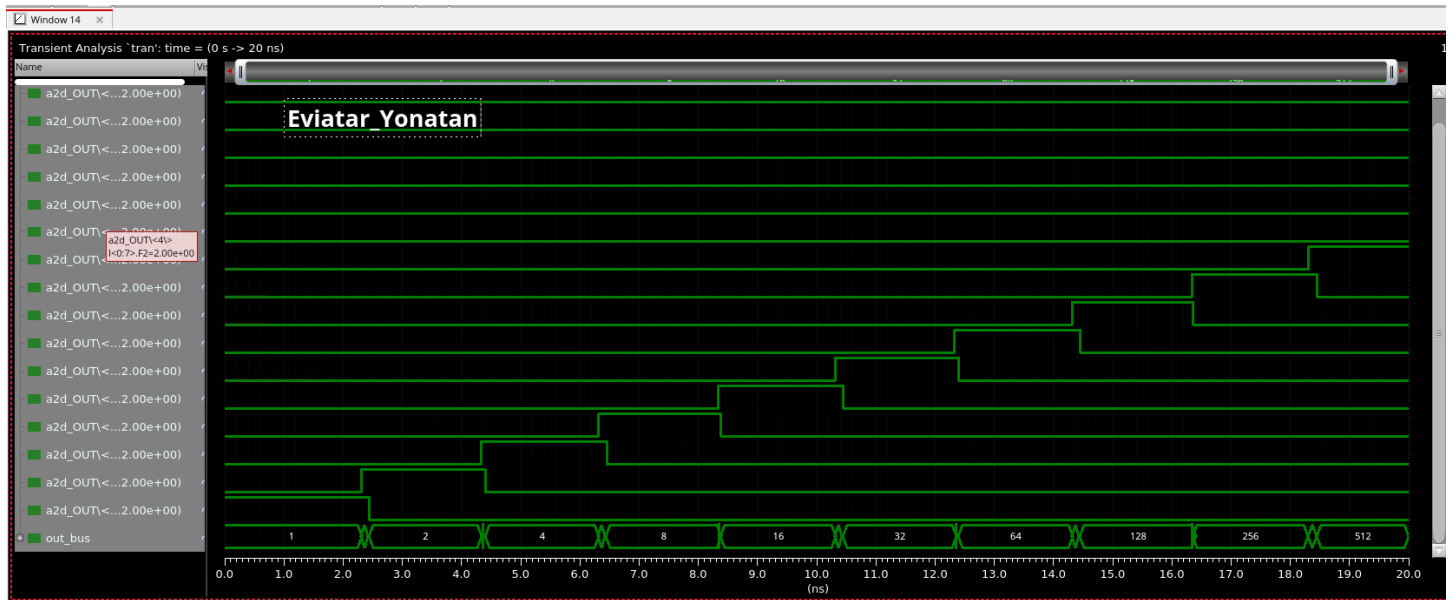
נשים לב כי בהתאם לציפיותינו פרמטר F גדל פי 2 משער לשער ולכן מובטח לנו TPD מינימלי

נראה כי הdecoder עובד כמצופה:



גם פה העברנו את הסיגנלים לדיגיטליים בשביל לראות את הערכים שנקבל במוצא:

(כנראה הזנו משהו לא נכון במעבר לדיגיטלי שגרם לכך שנקבל את הערכים בחזקה של 2 אך ניתן לראות שהמוצא עובד כמצופה)



5. כעת נתבקשנו על אותו מעבר למדוד את אותם ערכים מסעיף 3 לאחר האופטימיזציה. להלן התוצאות:

Name	Type	Details	Value
	signal	/OUT<15:0>	
	signal	/IN<3:0>	
	signal	/INB<3:0>	
TPLH	expr	(cross(VT("/OUT<14>") (0.5 * 1.8) 1 "falling" nil nil) - cross(VT("/IN<0>") (0.5 * 1.8) 1 "rising" nil nil))	
TPHL	expr	(cross(VT("/OUT<14>") (0.5 * 1.8) 1 "rising" nil nil) - cross(VT("/IN<0>") (0.5 * 1.8) 1 "falling" nil nil))	
tpd	expr	((TPLH + TPHL) / 2)	369.2p
	signal (I)	/I3/V_DD	
	signal (I)	/I3/DGND	
static_p	expr	(value(IT("/I3/V_DD") 1e-09) * 1.8)	7.747n
dynamic_E	expr	(integ(IT("/I3/V_DD") * 1.8) 1.9e-09 4.1e-09) + integ(IT("/I3/DGND") * 1.8) 1.9e-09 4.1e-09)	419.1a

ניתן לראות כי קיבלנו delay טוב בצורה משמעותית מהערך הראשוני שקיבלנו לפני Logic Effort. אבל שילמנו על כך בהספק הסטטי. בעוד שהזמן שלנו התקצר ביותר מחצי, ההספק הסטטי גדל ביותר מפי 2. זוהי תוצאה הגיונית בהתחשב בכך אפשרנו ליותר זרם לעבור בזמן קצר יותר, דבר שיגדיל את ההספק שלנו.