



به نام خدا



دانشگاه تهران
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

VLSI

گزارش پروژه دوم

نام و نام خانوادگی	امیرحسام جعفری راد
شماره دانشجویی	۸۱۰۱۰۰۲۴۷
تاریخ ارسال گزارش	

فهرست

- گام اول ۲
- گام دوم ۳
- گام سوم ۴
- گام چهارم ۵

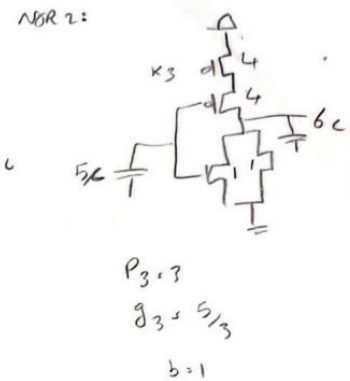
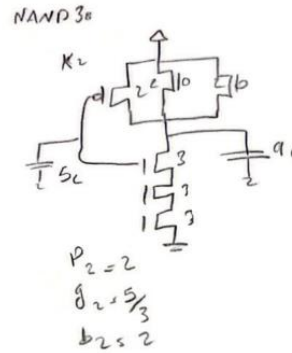
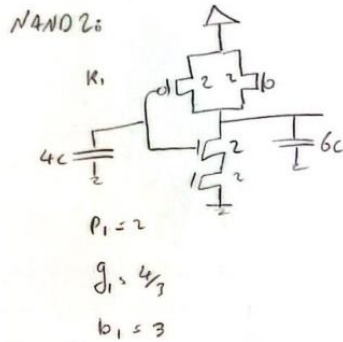
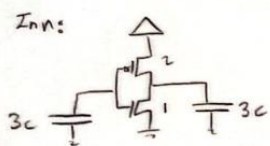
گام اول

در این بخش در فایل part 1.sp ابتدا تک تک گیت ها را بصورت ترانزیستوری نوشته و متغیری که با آن توانایی تغییر w را داشته باشیم نیز پارامتر k انتخاب شده است. سپس مدار کلی در بخش TOP با ایستنس گرفتن از ماژول های ساخته شده انجام شده است.

```
.SUBCKT INV IN OUT
M1 OUT IN VDD VDD PMOS L=Lmin W='120*Wn1'
M2 OUT VDD 0 IN NMOS L=Lmin W='60*Wn1'
Vsup2 VDD 0 Vc
.ENDS INV
*****
.SUBCKT NAND2 INA INB OUT
M1 OUT INA VDD VDD PMOS L=Lmin W='16*Wn1'
M2 OUT INB VDD VDD PMOS L=Lmin W='16*Wn1'
M3 OUT INA 0 NMOS L=Lmin W='16*Wn1'
M4 j INB 0 NMOS L=Lmin W='16*Wn1'
Vsup2 VDD 0 Vc
.ENDS NAND2
*****
.SUBCKT NAND3 INA INB INC OUT
M1 OUT INA VDD VDD PMOS L=Lmin W='16*Wn1'
M2 OUT INB VDD VDD PMOS L=Lmin W='16*Wn1'
M3 OUT INC VDD VDD PMOS L=Lmin W='16*Wn1'
M4 OUT INA j NMOS L=Lmin W='24*Wn1'
M5 j INB i NMOS L=Lmin W='24*Wn1'
M6 i INC 0 NMOS L=Lmin W='24*Wn1'
Vsup2 VDD 0 Vc
.ENDS NAND3
*****
.SUBCKT NOR2 INA INB OUT
M1 OUT INA j VDD PMOS L=Lmin W='48*Wn1'
M2 j INB VDD PMOS L=Lmin W='48*Wn1'
M3 OUT INA 0 NMOS L=Lmin W='12*Wn1'
M4 OUT INB 0 NMOS L=Lmin W='12*Wn1'
Vsup2 VDD 0 Vc
.ENDS NOR2
*****
```

گام دوم

نکته ای که در نظر گرفته شده این است که طبقه آخر که یک اینورتر می باشد به عنوان خازن خروجی لحاظ شده است. محاسبات انجام شده به شرح رو به رو می باشد:



$$\rightarrow G = 4/3 \times 5/3 \times 5/3 \times 10/22 \quad B = 3 \times 2 \times 1 = 6 \quad H = 180/32 \quad F = GBH = \frac{100}{27} \times 6 \times \frac{180}{32} = 12$$

$$\rightarrow \hat{f} = \sqrt[3]{125} = 5 \quad \rightarrow d, P_1 + P_2 + P_3 + 3\hat{f} = 7 + 15 = 22$$

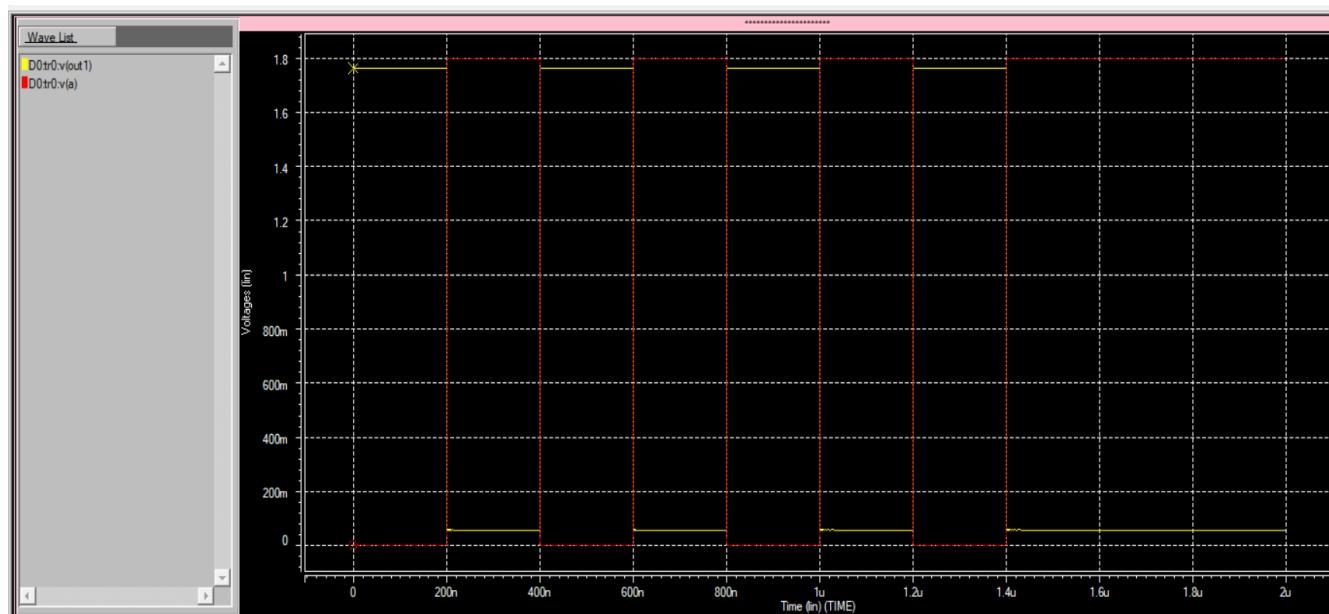
$$f_3 = g_3 h_3 = \hat{f} \rightarrow 5/3 \times \frac{180}{n} = 5 \rightarrow n \leq 60 \quad f_2 = g_2 h_2 = \hat{f} \rightarrow 5/3 \times \frac{2n}{y} = 5 \rightarrow y \leq 40$$

$$f_1 = g_1 h_1 = \hat{f} \rightarrow 4/3 \times h_1 = 5 \rightarrow h_1 \leq 15/4 = 3.75/32 \approx 5 \quad \checkmark$$

$$32C \leq 4K_1C \rightarrow K_1 \leq 8 \quad 40C \leq 5K_2C \rightarrow K_2 \leq 8 \quad 60C \leq 5K_3C \rightarrow K_3 \leq 12$$

گام سوم

کد مورد نظر در فایل part 3.sp ذخیره و شکل موج خروجی مطابق انتظار به صورت زیر است:



همچنین زمان rise time و fall time نیز از طریق دستورات زیر در فایل استفاده شده است:

```
.measure tran tf trig V(out1) td=199n val='Vc*0.9' cross=1 targ
+V(out1) td=199n val='Vc*0.1' cross=1
.measure tran tr trig V(out1) td=399n val='Vc*0.1' cross=1 targ
+V(out1) td=399n val='Vc*0.9' cross=1
```

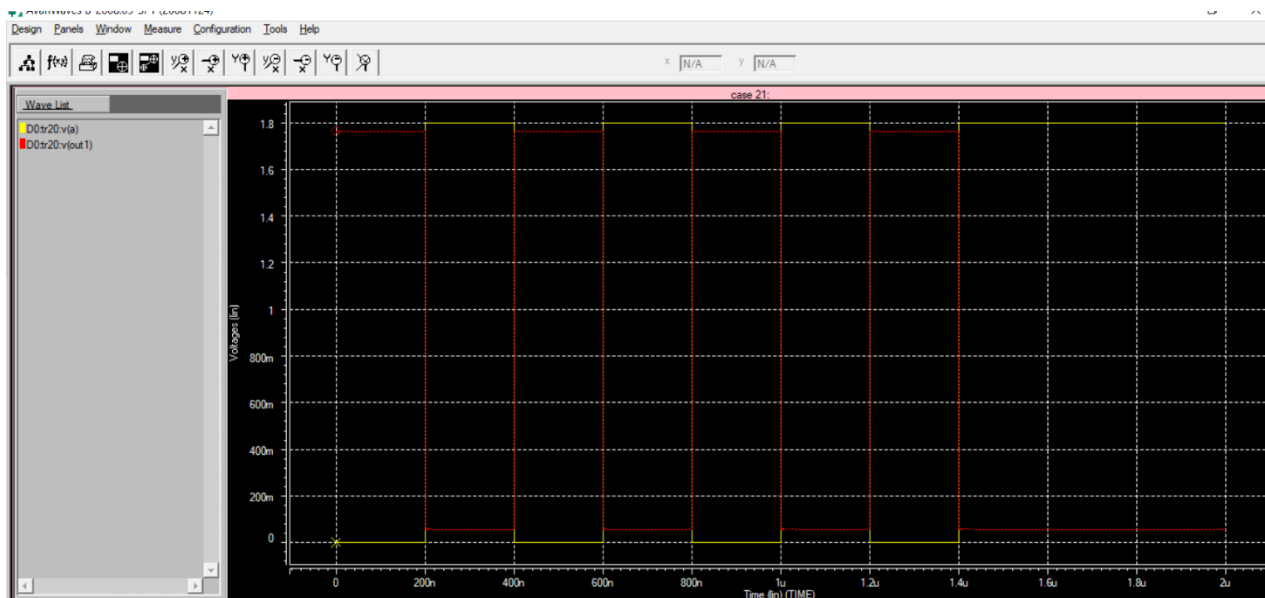
نتایج در فایل lis. به صورت زیر میباشد:

```
***** transient analysis tnom= 25.000 temp= 25.000 *****
tf= 25.9044p targ= 200.0459n trig= 200.0200n
tr= 28.9750p targ= 400.0447n trig= 400.0157n

***** job concluded
```

گام چهارم

با اضافه کردن دستورات مربوط به alter به کد به نتیجه شبیه سازی زیر خواهیم رسید:



کد اضافه شده نیز به شرح زیر است:

```
.alter case 2:
.param k = '8*1.1'
.alter case 3:
.param k = '8*1.15'
.alter case 4:
.param k = '8*1.2'
.alter case 5:
.param k = '8*1.25'
.alter case 6:
.param k = '8*1.3'
.alter case 7:
.param k = '8*1.35'
.alter case 8:
.param k = '8*1.33'
.alter case 9:
.param k = '8*1.29'
.alter case 10:
.param k = '8*1.27'
.alter case 11:
.param k = '8*1.23'
.alter case 12:
.param k = '8*1.1'
.alter case 13:
.param k = '8*0.98'
.alter case 14:
.param k = '8*0.96'
.alter case 15:
.param k = '8*0.93'
.alter case 16:
```

همچنین خروجی های دیگر نیز به ازای هر کیس در alter در فایل lis. گزارش شده اند. به عنوان

مثال برای کیس سوم به شرح ذیل خواهد بود:

case 3:

***** job statistics summary tnom= 25.000 temp= 25.000 *****

***** Circuit Statistics *****

# nodes	=	154	# elements	=	41		
# resistors	=	0	# capacitors	=	0	# inductors	= 0
# mutual_inds	=	0	# vccs	=	0	# vcvs	= 0
# cccs	=	0	# ccvs	=	0	# volt_srcs	= 9
# curr_srcs	=	0	# diodes	=	0	# bjts	= 0
# jfets	=	0	# mosfets	=	32	# U elements	= 0
# T elements	=	0	# W elements	=	0	# B elements	= 0
# S elements	=	0	# P elements	=	0	# va device	= 0
# vector_srcs	=	0	# N elements	=	0		

***** Runtime Statistics (seconds) *****

analysis	time	# points	tot. iter	conv.iter		
op point	0.00	1	7			
transient	0.04	2000001	1056	410 rev=		13
readin	0.00					
errchk	0.00					
setup	0.00					
output	0.00					

peak memory used	63.23 megabytes
total cpu time	0.05 seconds
total elapsed time	0.06 seconds
job started at	22:04:25 05/07/2024
job ended at	22:04:25 05/07/2024

case 4: