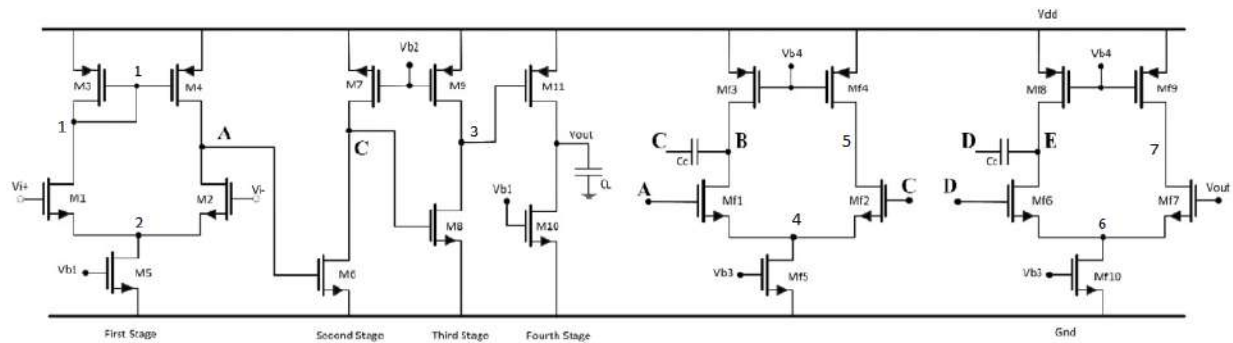


مدار شکل زیر برای شبیه سازی مد نظر می باشد



مدار تقویت کننده کورد نظر شامل ۴ طبقه می باشد. در این مدار از ۴ ولتاژ بایاس استفاده شده است. در طبقه اول از زوج تفاضلی استفاده شده است. و سپس در چند طبقه بعدی مدار سورس مشترک با بار فعال استفاده شده. برای جبران سازی نیز از دو مدار مشابه در دو مقطع استفاده شده.

ابتدا گره گذاری برای مدار انجام می شود.

با توجه به داده های مقاله در شبیه سازی ار تکنولوژی ۱۸۰ نانو متر استفاده شده است. در مقاله ولتاژ کاری ۱/۸ ولت ذکر شده است. برای شبیه سازی نیاز به نسبت های طول و عرض ترانزیستور می باشد که در مقاله در جدول زیر آمده است

و نسبت ها از جدول استخراج شده.

TABLE 1 MOSFETs dimensions

MOSFET	W(μm)/L(μm)
M ₁ , M ₂	3.4/ 1.44
M ₃ , M ₄	12.6 / 1.44
M ₅	10/1.44
M ₆ and M ₈	2.4 /1.44
M ₇ and M ₉	36 /1.44
M ₁₀	6.2/ 1.44
M ₁₁	8.2/ 1.44
M _{f1} , M _{f2} , M _{f5} , M _{f7}	0.22/ 1.8
M _{f3} , M _{f4} , M _{f8} , M _{f9}	0.36/ 0.18
M _{f5} , M _{f10}	1.22/ 0.18

برای شبیه سازی نقاط کار، تحلیل ac و تحلیل حالت گذرا مورد نیاز است.

برای تعریف مدار در hspice باید نتلیست تعریف شود. که در نتلیست هر المان اختصار مخصوص خود را دارد و وابسته به گره ای است که به ان اتصال دارد.

در مقاله ذکر شده که از نوع tt یا معمول کتابخانه ۱۸۰ نانو متر استفاده شده است.

نتیست مدار :

تعریف کتابخانه و فراخوانی آن

.lib 'mm018.l' TT

تعریف ولتاژ های ورودی و بایاس مدار

VDD VDD gnd 1.8

vin- vin- gnd ac=0 sin(0.9 0.1m 1k)

vin+ vin+ gnd ac=1 sin(0.9 0.1m 1k 0 0 180)

VB1 VB1 GND 0.6v

VB2 VB2 GND 0.9v

VB3 VB3 GND 0.6v

VB4 VB4 GND 1.3v

تعریف ترانزیستور ها

M1 1 VIN+ 2 GND nch w=3.4u l=1.44u

M2 A VIN- 2 GND nch w=3.4u l=1.44u

M3 1 1 VDD VDD pch w=12.6u l=1.44u

M4 A 1 VDD VDD pch w=12.6u l=1.44u

M5 2 VB1 GND GND nch w=10u l=1.44u

M6	C	A	GND	GND	nch	w=2.4u	l=1.44u
----	---	---	-----	-----	-----	--------	---------

M7	C	VB2	VDD	VDD	pch	w=36u	l=1.44u
----	---	-----	-----	-----	-----	-------	---------

M9	3	VB2	VDD	VDD	pch	w=36u	l=1.44u
----	---	-----	-----	-----	-----	-------	---------

M8	3	C	GND	GND	nch	w=2.4u	l=1.44u
----	---	---	-----	-----	-----	--------	---------

M10	VOUT	VB1	GND	GND	nch	w=6.2u	l=1.44u
-----	------	-----	-----	-----	-----	--------	---------

M11	VOUT	3	VDD	VDD	pch	w=8.2u	l=1.44u
-----	------	---	-----	-----	-----	--------	---------

MF1	B	A	4	GND	nch	w=0.22u	l=1.8u
-----	---	---	---	-----	-----	---------	--------

MF2	5	C	4	GND	nch	w=0.22u	l=1.8u
-----	---	---	---	-----	-----	---------	--------

MF3	B	VB4	VDD	VDD	pch	w=0.36u	l=1.44u
-----	---	-----	-----	-----	-----	---------	---------

MF4	5	VB4	VDD	VDD	pch	w=0.36u	l=1.44u
-----	---	-----	-----	-----	-----	---------	---------

MF5	4	VB3	GND	GND	nch	w=1.22u	l=0.18u
-----	---	-----	-----	-----	-----	---------	---------

MF6	E	3	6	GND	nch	w=0.22u	l=1.8u
-----	---	---	---	-----	-----	---------	--------

MF7	7	VOUT	6	GND	nch	w=0.22u	l=1.8u
-----	---	------	---	-----	-----	---------	--------

MF8	E	VB4	VDD	VDD	pch	w=0.36u	l=1.44u
-----	---	-----	-----	-----	-----	---------	---------

MF9	7	VB4	VDD	VDD	pch	w=0.36u	l=1.44u
MF10	6	VB3	GND	GND	nch	w=1.22u	l=0.18u

خازن های مدار

COUT	VOUT	GND	1000P
Cc1	C	B	1P
Cc2	3	E	1P

تحلیل حالت گذرا و Ac مدار

```
.TRAN 1N 10M
.AC DEC 101 0 1gig
.OP
.PROB TRAN V(VOUT) V(VIN-)
.probe ac vdb(a) vdb(c) vdb(3) vdb(vout)
.END
```

نمایش توان مصرفی مدار :

total voltage source power dissipation= 563.8719u watts

خروجی نقاط کار مدار :

```

*****
***** option summary
*****
runlvl = 3          bypass = 2
1***** HSPICE -- C-2009.03-SP1 32-BIT (May 25 2009) winnt *****
*****

***** operating point information tnom= 25.000 temp= 25.000 *****
***** operating point status is all simulation time is 0.
node    =voltage    node    =voltage    node    =voltage

+0:1     = 1.1891  0:2     = 252.1715m  0:3     = 388.0280m
+0:4     = 17.6565m 0:5     = 76.0768m  0:6     = 8.4036m
+0:7     = 57.5859m 0:a     = 1.1891  0:b     = 95.4412m
+0:c     = 1.4829  0:e     = 1.7969  0:vb1    = 550.0000m
+0:vb2   = 900.0000m 0:vb3   = 600.0000m 0:vb4   = 800.0000m
+0:vdd   = 1.8000  0:vin+   = 900.0000m 0:vin-   = 900.0000m
+0:vout  = 1.7642

**** voltage sources

subckt
element 0:vdd      0:vin-      0:vin+      0:vb1      0:vb2      0:vb3
volts    1.8000    900.0000m  900.0000m  550.0000m  900.0000m  600.0000m
current  -315.4817u  0.        0.        0.        0.        0.
power    567.8671u  0.        0.        0.        0.        0.

subckt
element 0:vb4
volts    800.0000m
current  0.
power    0.

```

نمودار های خروجی مدار توسط نرم افزار cscop نمایش داده شده است.

پارامتر های ترانزیستور ها :

subckt						
element	0:m7	0:m9	0:m8	0:m10	0:m11	0:mf1
model	0:pch.1	0:pch.1	0:nch.4	0:nch.4	0:pch.4	0:nch.10
region	Linear	Saturati	Linear	Saturati	Linear	Linear
id	-133.8800u	-147.9228u	147.9228u	11.0346u	-11.0353u	1.9118u
ibs	13.6703a	15.1040a	-3.181e-19	-2.185e-20	1.1688a	-10.2326a
ibd	65.5906f	92.8898f	-97.6449a	-664.1035p	11.6552f	-20.0760a
vgs	-900.0000m	-900.0000m	1.4829	550.0000m	-1.4120	1.1714
vds	-317.1214m	-1.4120	388.0280m	1.7642	-35.8386m	77.7847m
vbs	0.	0.	0.	0.	0.	-17.6565m
vth	-453.5301m	-453.2840m	474.0193m	473.4302m	-453.6221m	442.4899m
vdsat	-384.7114m	-384.8976m	884.9025m	132.8269m	-764.9684m	672.8463m
vod	-446.4699m	-446.7160m	1.0089	76.5698m	-958.3498m	728.9204m
beta	1.6634m	1.6635m	514.7057u	1.7232m	340.2598u	37.3079u
gam eff	475.5527m	475.5527m	523.8326m	511.3355m	490.2583m	551.9126m
gm	454.5560u	588.1482u	131.0100u	152.8379u	9.0424u	2.2989u
gds	141.7583u	2.6177u	273.0493u	365.0706n	300.6912u	22.9934u
gmb	158.2446u	198.1277u	55.6124u	44.0189u	4.8364u	807.4248n
cdtot	182.3338f	39.5249f	22.3938f	6.1285f	96.8330f	2.9377f
cgtot	392.7125f	332.3440f	29.7835f	49.5978f	103.6176f	3.4460f
cstot	422.1190f	422.0196f	28.6789f	57.5534f	103.6532f	3.2028f
cbtot	194.4569f	183.4468f	12.4810f	28.8947f	47.4003f	1.8538f
cgs	287.3995f	287.6993f	17.4236f	39.0312f	52.3595f	1.6388f
cgd	88.4508f	11.7982f	11.9607f	2.2650f	50.8951f	1.5060f

**** mosfets

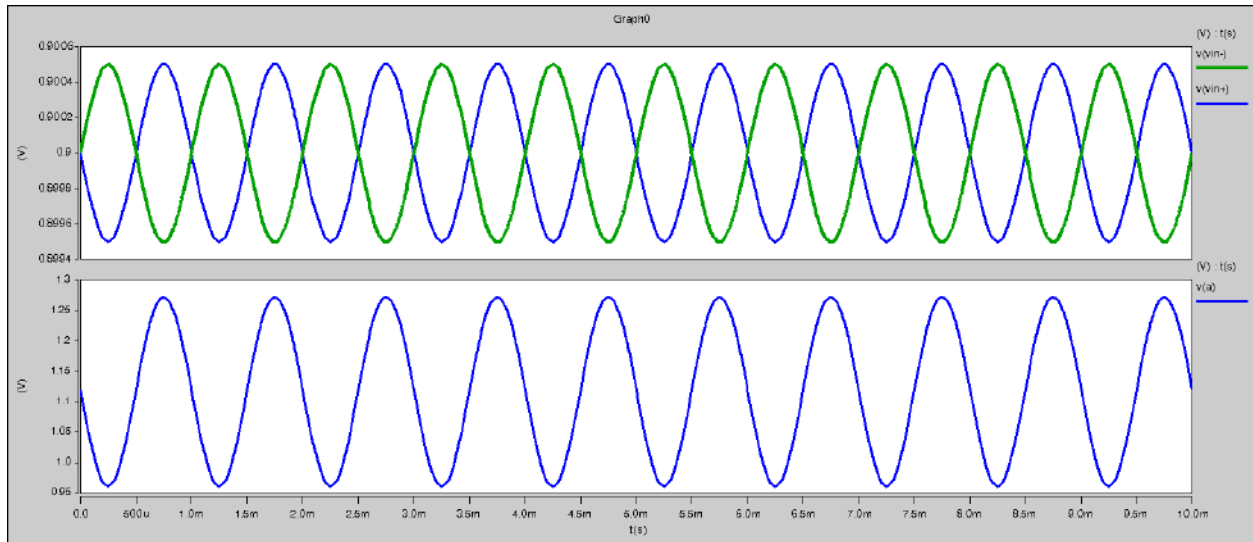
subckt						
element	0:m1	0:m2	0:m3	0:m4	0:m5	0:m6
model	0:nch.4	0:nch.4	0:pch.1	0:pch.1	0:nch.4	0:nch.4
region	Saturati	Saturati	Saturati	Saturati	Saturati	Saturati
id	8.4415u	8.4415u	-8.4415u	-8.4415u	16.8831u	133.8800u
ibs	-132.9895a	-132.9895a	8.796e-19	8.796e-19	-3.274e-20	-2.879e-19
ibd	-109.9714f	-109.9714f	23.4248f	23.4248f	-366.3002a	-4.5455p
vgs	647.8285m	647.8285m	-610.9332m	-610.9332m	550.0000m	1.1891
vds	936.8952m	936.8952m	-610.9332m	-610.9332m	252.1715m	1.4829
vbs	-252.1715m	-252.1715m	0.	0.	0.	0.
vth	541.8117m	541.8117m	-453.6426m	-453.6426m	473.7093m	473.7707m
vdsat	155.9636m	155.9636m	-164.0436m	-164.0436m	132.7396m	657.1662m
vod	106.0168m	106.0168m	-157.2906m	-157.2906m	76.2907m	715.2961m
beta	912.4735u	912.4735u	628.4751u	628.4751u	2.8065m	563.7378u
gam eff	516.2283m	516.2283m	485.6604m	485.6604m	508.3551m	523.8326m
gm	104.3523u	104.3523u	85.5571u	85.5571u	235.7630u	305.1227u
gds	275.6002n	275.6002n	323.2872n	323.2872n	2.5481u	1.6716u
gmb	26.7397u	26.7397u	28.0550u	28.0550u	67.8291u	96.6458u
cdtot	3.6184f	3.6184f	15.7305f	15.7305f	12.2151f	2.5098f
cgtot	29.0825f	29.0825f	113.2655f	113.2655f	79.9319f	22.3474f
cstot	33.9766f	33.9766f	142.3898f	142.3898f	92.7926f	27.6525f
cbtot	14.9946f	14.9946f	67.1606f	67.1606f	48.6162f	11.6857f
cgs	24.1480f	24.1480f	95.7607f	95.7607f	63.0608f	19.2188f
cgd	1.2388f	1.2388f	4.1230f	4.1230f	3.6577f	872.2700a

subckt						
element	0:mf2	0:mf3	0:mf4	0:mf5	0:mf6	0:mf7
model	0:nch.10	0:pch.10	0:pch.10	0:nch.9	0:nch.10	0:nch.10
region	Linear	Saturati	Saturati	Linear	Cutoff	Linear
id	1.9123u	-1.9117u	-1.9123u	3.8240u	23.7190n	1.9128u
ibs	-10.2326a	4.073e-19	4.074e-19	-9.279e-21	-5.7408a	-5.7475a
ibd	-19.5118a	19.2371f	25.3748f	-27.7945a	-1.7641p	-18.3889a
vgs	1.4652	-1.0000	-1.0000	600.0000m	379.6245m	1.7558
vds	58.4203m	-1.7046	-1.7239	17.6565m	1.7885	49.1823m
vbs	-17.6565m	0.	0.	0.	-8.4036m	-8.4036m
vth	442.4942m	-430.8872m	-430.8829m	541.2057m	439.5913m	439.9864m
vdsat	906.1879m	-466.5009m	-466.5041m	90.4486m	63.1670m	1.1343
vod	1.0227	-569.1128m	-569.1171m	58.7943m	-59.9668m	1.3158
beta	34.5392u	13.9115u	13.9116u	3.6811m	41.7897u	31.6308u
gam eff	551.9126m	572.1285m	572.1285m	998.2345m	551.8174m	551.8175m
gm	1.3602u	6.1219u	6.1231u	38.9344u	486.5238n	852.4009n
gds	31.5803u	27.5501n	27.4450n	190.7512u	1.1259n	37.9803u
gmb	599.7935n	2.0199u	2.0204u	12.1224u	134.2586n	498.3074n
cdtot	2.9991f	501.8137a	500.6806a	2.5738f	330.8894a	3.0247f
cgtot	3.4487f	3.4199f	3.4199f	2.1141f	1.1209f	3.4493f
cstot	3.2196f	4.1637f	4.1637f	2.8067f	439.0977a	3.2301f
cbtot	1.8580f	2.4854f	2.4842f	3.2206f	1.5977f	1.8668f
cgs	1.6086f	2.6388f	2.6388f	1.0515f	73.3000a	1.5968f
cgd	1.5396f	108.2400a	108.2400a	887.1979a	73.3000a	1.5521f

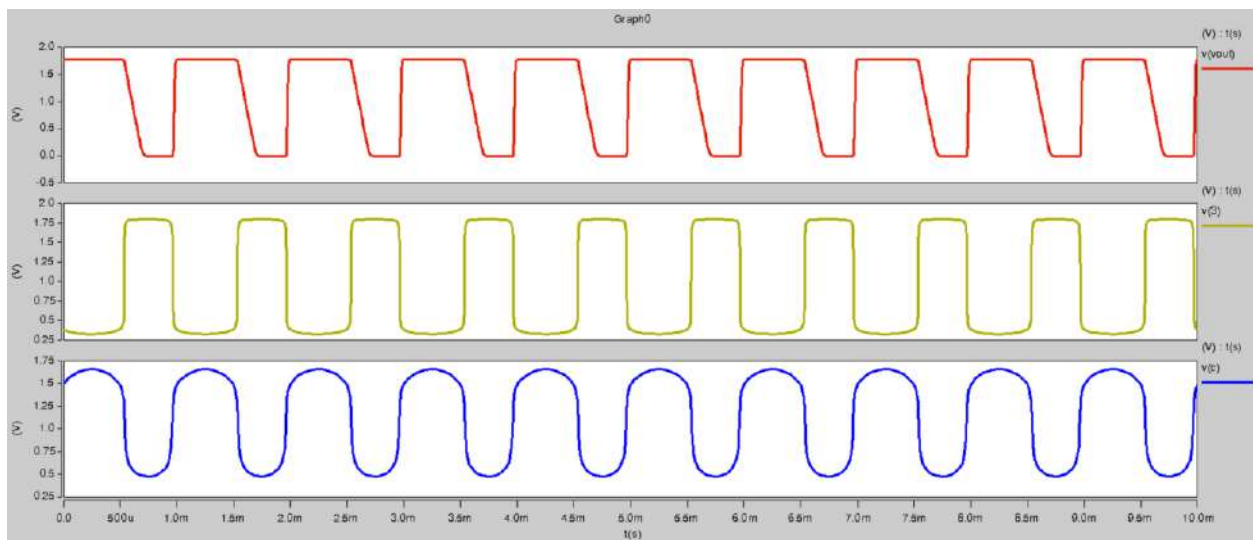
subckt			
element	0:mf8	0:mf9	0:mf10
model	0:pch.10	0:pch.10	0:nch.9
region	Linear	Saturati	Linear
id	-23.7244n	-1.9128u	1.9365u
ibs	5.056e-21	4.075e-19	-4.699e-21
ibd	156.1632a	32.9382f	-15.5999a
vgs	-1.0000	-1.0000	600.0000m
vds	-3.1126m	-1.7424	8.4036m
vbs	0.	0.	0.
vth	-431.2676m	-430.8787m	541.2326m
vdsat	-466.2258m	-466.5072m	90.4380m
vod	-568.7324m	-569.1213m	58.7674m
beta	13.9109u	13.9116u	3.6811m
gam eff	572.1285m	572.1285m	998.2342m
gm	39.2699n	6.1242u	19.1506u
gds	7.5970u	27.3505n	217.7112u
gmb	15.8161n	2.0207u	5.9757u
cdtot	4.2153f	499.6094a	2.6845f
cgtot	4.5308f	3.4199f	2.1268f
cstot	4.4697f	4.1637f	2.8303f
cbtot	2.7848f	2.4832f	3.2280f
cgs	2.0899f	2.6388f	1.0135f
cgd	2.0813f	108.2400a	943.1368a

خروجی حالت گذرای مدار:

ورودی تفاضلی و خروجی stage 1

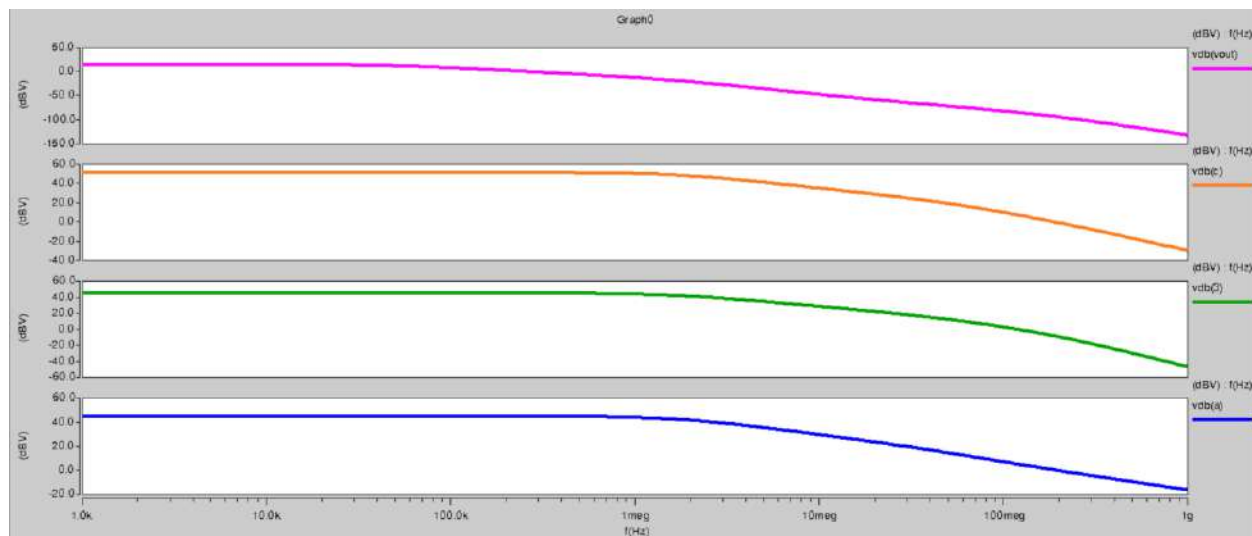


خروجی stage2,3,4 :



تحلیل ac مدار :

در زیر بر اساس هر طبقه بهره dc مدار نمایش داده شده است.



خروجی بهره و فاز مدار :

