

به نام خدا

سید محمدمین منصوری طهرانی

۹۴۱۰۵۱۷۴

پیش گزارش آزمایش شماره ۱

درس اصول الکترونیک و آزمایشگاه

استاد: دکتر فخارزاده

شماره گروه: ۱

۲-۱ شبیه سازی

ابتدا به طور خلاصه به ذکر مقدار پارامترها با توجه به خواسته های مساله می پردازیم. (آرایش سلف بایاس. شکل مدار در پیش گزارش تحویل داده شده است. پارامترها بر اساس آن شکل ها است.)

حد بالای R_C با توجه مقاومت خروجی و حد پایین آن با توجه به سوینگ مشخص می شود. برای حد پایین باید وقتی حداکثر تغییرات جریان اتفاق می افتد (جریان از ۱ میلی آمپر بایاس به صفر می رسد) R_C آنقدری باشد که $\frac{3}{5}$ ولت سوینگ اتفاق بیفتد. پس حدهای بالا و پایین R_C به صورت زیراند و با توجه به استاندارد E12 مقدار این مقاومت برابر $R_C = 3.9K\Omega$ خواهد بود.

$$3.5K < R_C < 4K$$

ولتاژ نقطه کار کلکتور $V_{CQ} = 6.1V$ بدست می آید.

با توجه به توضیحات درس بایاس ولتاژ امیتر را به گونه ای طراحی می کنیم که نسبت به تغییرات V_{BE} به حد کافی بزرگ باشد. برای این منظور مقدار $V_{EQ} = 1.5V$ استفاده می کنیم. پس $V_{BQ} = 2.2V$ می شود. برای این منظور مقاومت های R_1 و R_2 باید به ترتیب ۲۲ و ۷۸ کیلو اهم باشند. با توجه به استاندارد ۲۲ کیلو و ۸۲ کیلو را انتخاب می کنیم. مقاومت امیتر هم برای بایاس جریان کلکتور و امیتر $\frac{1}{5}$ کیلو اهم در نظر می گیریم. بتا را نیز با توجه به دیتا شیت ۱۵۰ در نظر می گیریم. در قسمت ۱-۱-۴ آزمایش اگر همین مقادیر را شبیه سازی کنیم مقدار بهره برابر ۴- و مقاومت ورودی ۱۶ کیلو اهم و مقاومت خروجی $\frac{3}{9}$ کیلو اهم می شود.

freq	rin	freq	gain	freq	rout
1.00000k	16.1858k	1.00000k	-4.0817	1.00000k	3.8968k
1.05925k	16.1858k	1.05925k	-4.0817	1.05925k	3.8968k
1.12202k	16.1858k	1.12202k	-4.0817	1.12202k	3.8968k
1.18850k	16.1858k	1.18850k	-4.0817	1.18850k	3.8968k
1.25893k	16.1858k	1.25893k	-4.0817	1.25893k	3.8968k
1.33352k	16.1858k	1.33352k	-4.0817	1.33352k	3.8968k
				1.41254k	3.8968k

برای افزایش بهره مقاومت امیتر را با یک خازن و مقاومت سری می کنیم. به طوری که مقاومت معادل در AC کوچک باشد. ۱۵۰ اهم (موجود در استاندارد) عدد مناسبی است. البته باید مراقب

بود مقاومت ورودی هم زیاد کم نشود.
شبیه سازی مدار طراحی شده:

#Exp1Simulation

*****DEVICES*****

```
Vcc 100 0 10
R1 100 2 82k
R2 2 0 22k
Rc 100 3 3.9k
Re 1 0 1.5k
Q1 3 2 1 mynpn
C1 4 2 100u
Rs 4 5 50
Vin 5 0 ac=1sin 0 170m1k
C2 1 7 100us
R3 7 0 150
```

*****MODELS*****

```
.model mynpn npn is=1f bf=150 va=100
```

*****ROUT*****

```
*Vtest 6 0 ac=1
*Ctest 3 6 100u
```

*****ANALYSIS*****

```
.op
.ac dec 40 1k 100k
.tran 0.01u 10m start=4ms
.print ac gain=par('(V(3)-6.605)/V(5)')
.print ac Rin=par('V(5)/I(C1)')
.*print ac Rout=par('V(3)/I(Ctest)')
.four 1k V(3)
.end
```

A_v	R_i	R_o
16.52	10.36K	3.87K

ب) برای مقاومت خروجی با یک خازن کوپلاژ منبع ولتاژ سینوسی می گذاریم و ورودی را زمین می کنیم. سپس مقاومت دیده شده از دید این منبع را محاسبه می کنیم.

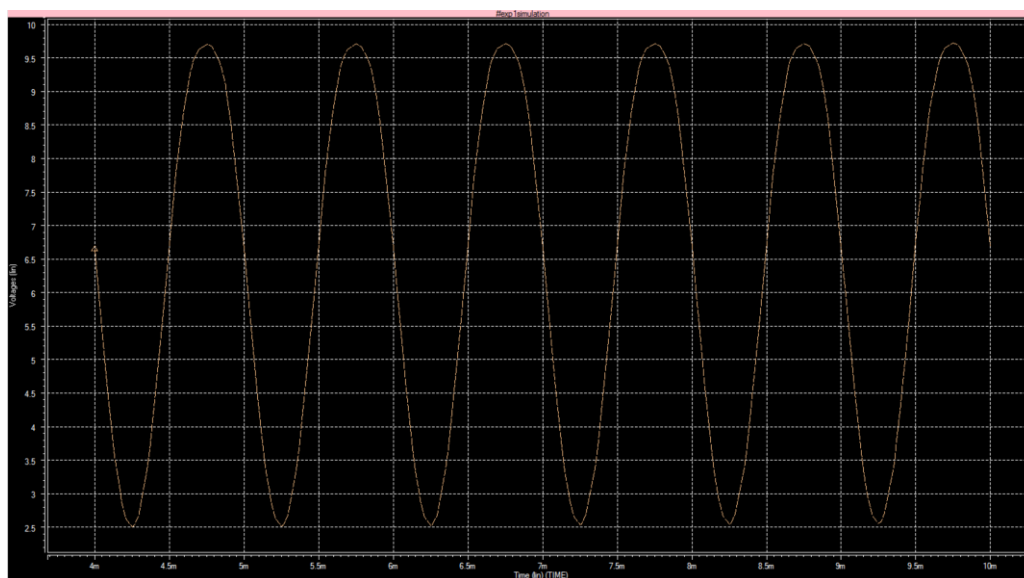
برای مقاومت ورودی هم نسبت مقاومت دیده شده از منبع به جریان و سپس کم کردن مقاومت منبع

پ) یک روش استفاده از تحلیل فوریه است. در نتیجه پارامتر THD مقدار اعوجاج را بیان می کند. مقدار های زیر ۵ درصد اعوجاج کم را نشان می دهند.

یک روش دیگر استفاده از fft است که در تحلیل ac انجام می شود و دامنه ولتاژ را در هر فرکانس برحسب دسی بل بیان می کند. با مشاهده نتایج آن می توان فرکانس های دیگر را که مربوط به اعوجاجند دید و بررسی کرد اثر هر کدام چقدر است.

ت) نتایج مقداری متفاوت است که می تواند به برابر نبودن بتای در نظر گرفته شده از دیتا شیت و بتای مدل اچ اسپایس باشد. همچنین به نظر اثرات غیرخطی دیگری در مدل هست که با فرض ما متفاوت بوده و سوئینگ متقارن و بهره را عوض می کند.

در تصاویر زیر نتایج صفحه های شبیه سازی و **Avanwave** آورده شده است.



```

**** operating point status is all simulation time is 0.
node =voltage node =voltage node =voltage
+0:1 = 1.3140 0:2 = 2.0191 0:3 = 6.6053
+0:4 = 0. 0:5 = 0. 0:7 = 0.
+0:100 = 10.0000

```

*** voltage sources

```

subckt
element 0:vcc 0:vin
volts 10.0000 0.
current -967.7569u 0.
power 9.6776m 0.

total voltage source power dissipation= 9.6776m watts

```

*** resistors

```

subckt
element 0:r1 0:r2 0:rc 0:re 0:rs 0:r3
r value 82.0000k 22.0000k 3.9000k 1.5000k 50.0000 150.0000
v drop 7.9809 2.0191 3.3947 1.3140 0. 0.
current 97.3275u 91.7791u 870.4293u 875.9777u 0. 0.
power 776.7574u 185.3151u 2.9548m 1.1510m 0. 0.

```

*** bipolar junction transistors

```

subckt
element 0:q1
model 0:mynpn
ib 5.5484u
ic 870.4293u
vbe 705.1746m
vce 5.2914
vbc -4.5862
vs -6.6053
power 4.6097m
betad 156.8793
gm 33.8713m
rpi 4.6305k
rx 0.
ro 120.1547k
cpi 0.
cmu 0.

cmu 0.
cbx 0.
ccs 0.
betaac 156.8407
ft 5.390e+12

```

#exp1simulation

***** ac analysis tnom= 25.000 temp= 25.000 *****

x

freq	gain
1.00000k	16.5270
1.05925k	16.5271
1.12202k	16.5272
1.18850k	16.5273
1.25893k	16.5273
1.33352k	16.5274
1.41254k	16.5275
1.49624k	16.5275
1.58489k	16.5276
1.67880k	16.5276
1.77828k	16.5276
1.88365k	16.5277
1.99526k	16.5277
2.11349k	16.5277
2.23872k	16.5277
2.37137k	16.5278
2.51189k	16.5278
2.66073k	16.5278
2.81838k	16.5278
2.98538k	16.5278
3.16228k	16.5278
3.34965k	16.5278
3.54813k	16.5278
3.75837k	16.5278
3.98107k	16.5279

freq	rin
1.00000k	10.3671k
1.05925k	10.3671k
1.12202k	10.3671k
1.18850k	10.3670k
1.25893k	10.3670k
1.33352k	10.3670k
1.41254k	10.3670k
1.49624k	10.3670k
1.58489k	10.3670k
1.67880k	10.3670k
1.77828k	10.3670k
1.88365k	10.3669k
1.99526k	10.3669k
2.11349k	10.3669k
2.23872k	10.3669k
2.37137k	10.3669k
2.51189k	10.3669k
2.66073k	10.3669k
2.81838k	10.3669k
2.98538k	10.3669k
3.16228k	10.3669k
3.34965k	10.3669k
3.54813k	10.3669k
3.75837k	10.3669k
3.98107k	10.3669k

dc component: mag(dB)= 0.000E+00 mag= 1.000E+00 phase= 0.000E+00

frequency fft_phase index	frequency (hz)	fft_mag (dB)	fft_mag	(deg)
1	166.6667	-53.0667	2.2216m	96.6966
2	333.3333	-59.0224	1.1191m	100.1086
3	500.0000	-62.3884	759.5947u	106.0465
4	666.6667	-64.3117	608.7198u	116.5934
5	833.3333	-63.7352	650.4912u	137.6065
6	1.0000k	-4.8485	572.2365m	90.3580
7	1.1667k	-65.9117	506.3102u	39.1430
8	1.3333k	-70.2279	308.0375u	54.5789
9	1.5000k	-72.7714	229.8427u	61.2450
10	1.6667k	-75.6774	164.4866u	62.5418
11	1.8333k	-83.6561	65.6439u	32.6007
12	2.0000k	-26.8070	45.6722m	1.2468
13	2.1667k	-68.8634	360.4379u	85.5168
14	2.3333k	-71.7253	259.2588u	83.2655
15	2.5000k	-73.1943	218.9186u	81.1929

fourier components of transient response v(3)
dc component = 6.45332

harmonic no	frequency (hz)	fourier component	normalized component	phase (deg)	normalized phase (deg)
1	1.00000k	3.67512	1.00000	-179.645	0.
2	2.00000k	296.855m	80.7742m	91.2182	270.863
3	3.00000k	87.8322m	23.8991m	179.368	359.013
4	4.00000k	20.8022m	5.66027m	-94.9655	84.6797
5	5.00000k	912.371u	248.256u	27.4291	207.074
6	6.00000k	1.66285m	452.460u	-173.502	6.14282
7	7.00000k	2.44111m	664.225u	-178.058	1.58729
8	8.00000k	1.93329m	526.047u	160.740	340.385
9	9.00000k	2.10032m	571.496u	-159.160	20.4857

total harmonic distortion = 8.44334 percent

***** job concluded
l***** HSPICE -- D-2010.03-SP1 32-BIT (May 26 2010) winnt *****

#explsimulation

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

***** HSPICE Threads Information *****

Command Line Threads Count	:	1
Available CPU Count	:	8
Actual Model Evaluation(Load) Threads Count	:	1
Actual Solver Threads Count	:	1

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

# nodes =	9	# elements =	12		
# resistors =	6	# capacitors =	2	# inductors =	0
# mutual_inds =	0	# vccs =	0	# vcvs =	0
# cccs =	0	# ccvs =	0	# volt_srcs =	3
# curr_srcs =	0	# diodes =	0	# bjts =	1
# jfets =	0	# mosfets =	0	# U elements =	0
# T elements =	0	# W elements =	0	# B elements =	0
# S elements =	0	# P elements =	0	# va device =	0

freq	rout
1.00000k	3.8769k
1.05925k	3.8769k
1.12202k	3.8769k
1.18850k	3.8769k
1.25893k	3.8769k
1.33352k	3.8769k
1.41254k	3.8769k
1.49624k	3.8769k
1.58489k	3.8769k
1.67880k	3.8769k
1.77828k	3.8769k
1.88365k	3.8769k
1.99526k	3.8769k
2.11349k	3.8769k