

بسم تعالی



آزمایشگاه الکترونیک ۲

پیش گزارش آزمایش ۲

امیرحسین زاهدی ۹۹۱۰۱۷۰۵

تابستان ۱۴۰۲

۲-۱ طراحی مدار

برای تعیین بایاس که بیشترین سوینگ را داشته باشد ابتدا با توجه به ورودی ۰، می توانیم مقاومت امیتر را تعیین کنیم و سپس با تعیین نقطه بایاس در وسط بازه، مقاومت های کالکتور را نیز بدست می آوریم که در محاسبات زیر دیده می شوند:

$$I_{C1} = I_{C2} = 1\text{mA}, \quad V_{BE,ON} = 0.7\text{V} \Rightarrow V_{E1} = V_{E2} = -0.7\text{V}$$

$$\Rightarrow \frac{-0.7\text{V}}{R_E} = 1\text{mA} \Rightarrow R_E = 710\Omega \Rightarrow \boxed{R_E = 710\Omega}$$

for maximum swing $\rightarrow V_{max} = 2, \quad V_{min} = -2 + 2I_E R_E + 0.7 \Rightarrow$

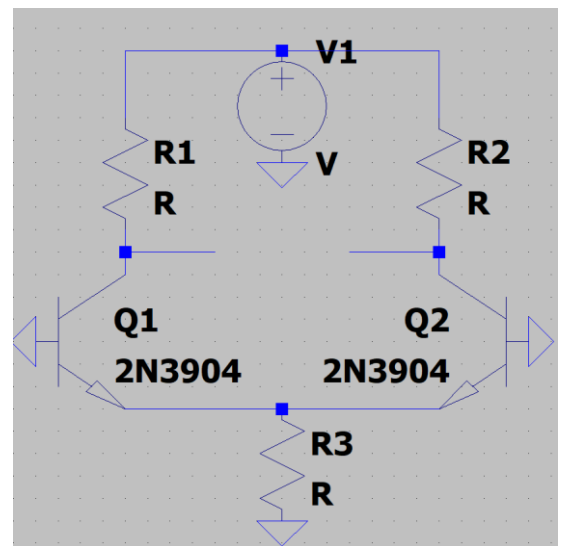
$$V_{min} = -2 + 2/2 + 0.7 \Rightarrow V_{min} = -0.5 \Rightarrow V_C = \frac{V_{max} + V_{min}}{2}$$

$$\Rightarrow V_C = 2/3 \Rightarrow 2 - I_C R_C = 2/3 \Rightarrow \boxed{R_{C1} = R_{C2} = 2.1\text{k}\Omega}$$

مدار را در نرم افزار LTSpice شبیه سازی می کنیم که شبیه سازی نقاط بایاس و مدار به صورت زیر هستند:

--- Operating Point ---

V(n002):	2.34202	voltage
V(n004):	-0.65434	voltage
V(n003):	2.34202	voltage
V(n001):	5	voltage
V(p001):	-5	voltage
Ic(Q2):	0.000984436	device_current
Ib(Q2):	3.21407e-006	device_current
Ie(Q2):	-0.00098765	device_current
Ic(Q1):	0.000984436	device_current
Ib(Q1):	3.21407e-006	device_current
Ie(Q1):	-0.00098765	device_current
I(R3):	0.0019753	device_current
I(R2):	0.000984436	device_current
I(R1):	0.000984436	device_current
I(V2):	0.0019753	device_current
I(V1):	-0.00196887	device_current



جریان بایاس برابر ۰.۹۸۴۴۳۶ میلی آمپر است که همانند توقع است. ولتاژ کلکتور بایاس نیز برابر

۲.۳۴۲۰۲ است که این نیز مورد توقع بود.

$$R_1 = R_2 = 2.1\text{k}$$

$$R_3 = 2.2\text{k}$$

	Ic1(mA)	Ic2(mA)	Vce
--	---------	---------	-----

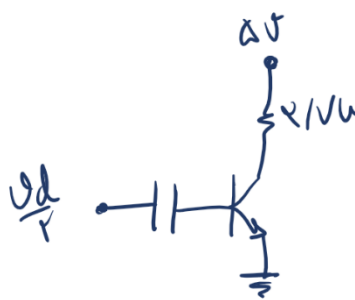
Theo	۱	۱	۲.۹
Sim	۰.۹۸۴۴۳۶	۰.۹۸۴۴۳۶	۲.۹۹۶۳۶

۲-۰-۲ خروجی تک انتهایی

تفاضلی:

برای محاسبه سیگنال کوچک در تفاضلی، نیم مدار را در نظر می گیریم که به دلیل اشتراک امیتر،

مقاومت امیتر حذف می شود. محاسبات:



$$I_C = 1mA \Rightarrow R_o \approx R_e = 2/V_U \Omega, \beta = 100$$

$$R_{in} = 2V_U \Omega \Rightarrow V_U = \beta \frac{V_T}{I_C} = 2/100 \Omega \Rightarrow$$

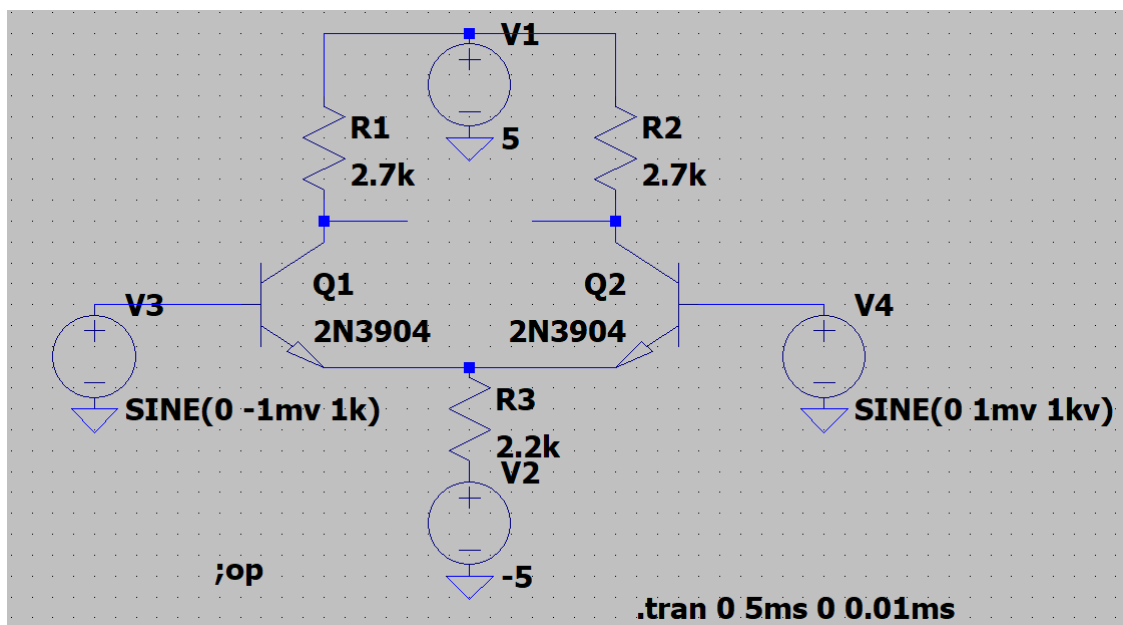
$$\Rightarrow R_{in} = 100 \Omega$$

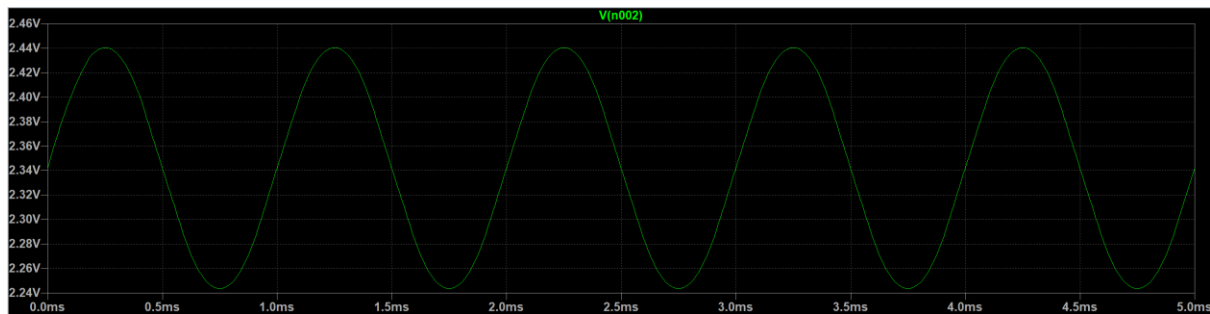
$$A_v = \frac{R_o}{\frac{2V_U}{\beta}} = 50 \Rightarrow A_v = 50$$

$$V_{o,max} = 2V, V_{o,min} = -0.8V$$

دامنه سیگنال ورودی را +۱ میلی ولت و دیگری را -۱ میلی ولت می دهیم، خروجی تک انتهایی به

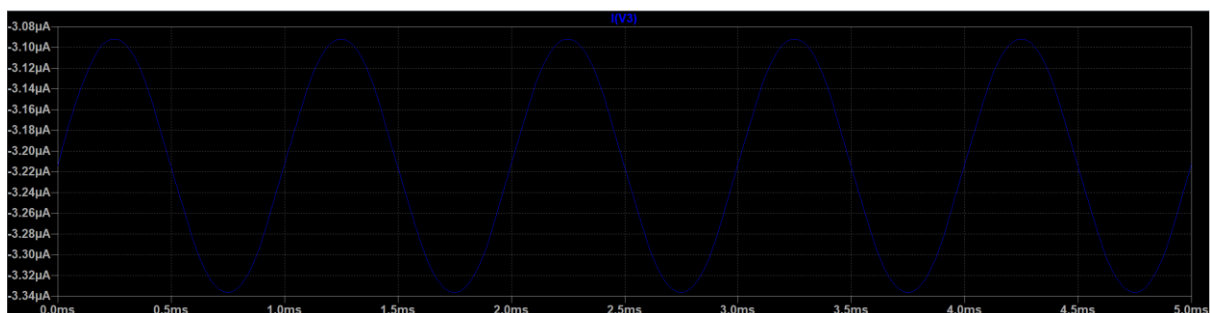
شکل زیر است:





با توجه به نمودار کشیده شده بهره برابر حدود ۱۰۰ است. در محاسبات تئوری مقدار نصف تفاضل در نظر گرفته شده است و باید دو برابر شود که دو برابر آن می شود ۱۰۸ و نزدیک مقدار شبیه سازی شده است.

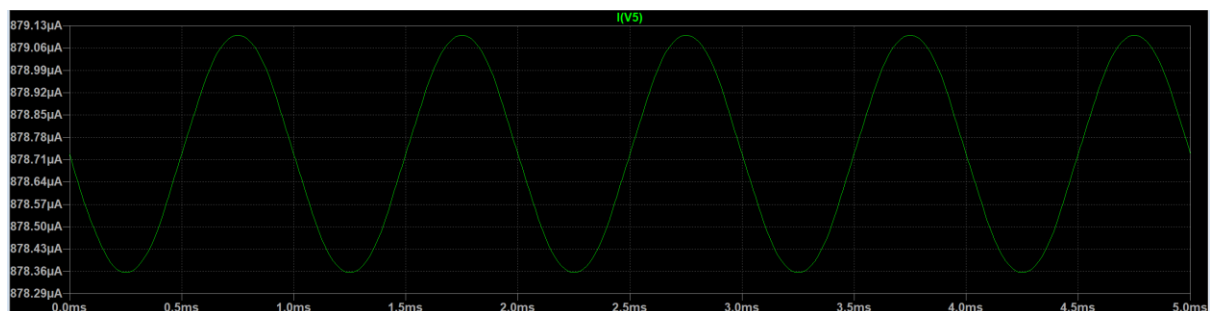
با همان روش بدست آوردن جریان ورودی مقاومت ورودی را بدست می آوریم.



پس بدست می آوریم که مقاومت ورودی برابر است با ۸.۳۳ کیلو اهم. این مقدار با ۵ کیلویی که در تئوری بدست آمد تفاوت دارد که احتمالا به دلیل بتای در نظر گرفته شده متفاوت است.

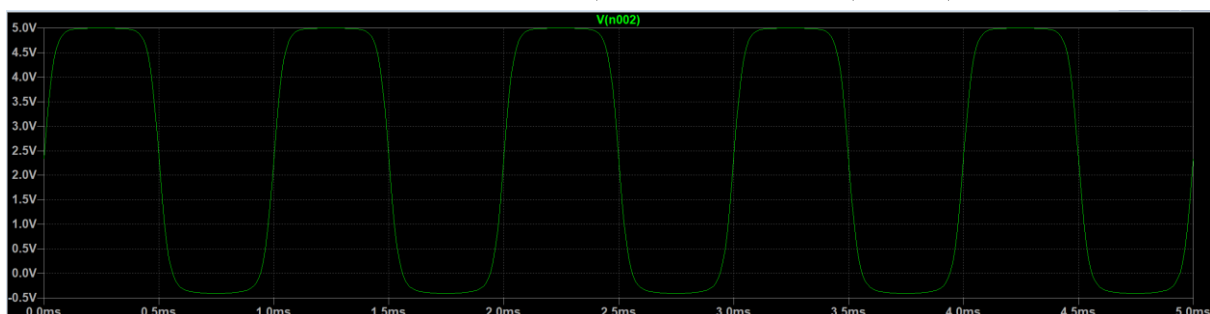
ورودی را ۰ می کنیم، به خروجی منبع وصل می کنیم و جریان آن را می سنجیم تا مقاومت خروجی را

بیابیم.



دامنه تقریبا برابر ۰.۳۷ میکرو آمپر است که مقاومت خروجی ۲.۷۰۲ کیلو اهم را نتیجه می دهد.

ماکسیمم و مینیمم را نیز به دست می آوریم که با اشباع مشخص می شوند.

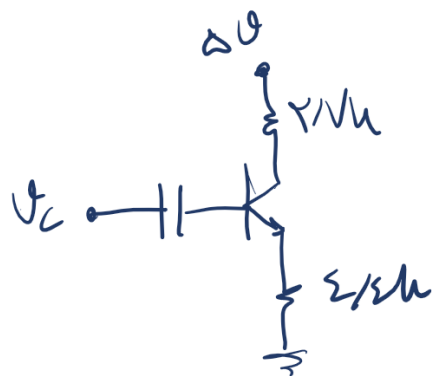


	Av	Ri	Ro	Vomin	Vomax
Theo	۱۰۸	۵k	۲.۷k	۵v	-۰.۴v
Sim	۱۰۰	۸.۳۳k	۲.۷۰۲k	۵v	-۰.۴v

اشتراکی:

برای محاسبه سیگنال کوچک در این بخش نیز از نیم مدار استفاده می کنیم که مقاومت امیتر آن دو

برابر است زیرا که دوبار حساب می شود. محاسبات:



$$I_C = 1mA \Rightarrow R_o \approx R_c = 2/4k \Omega$$

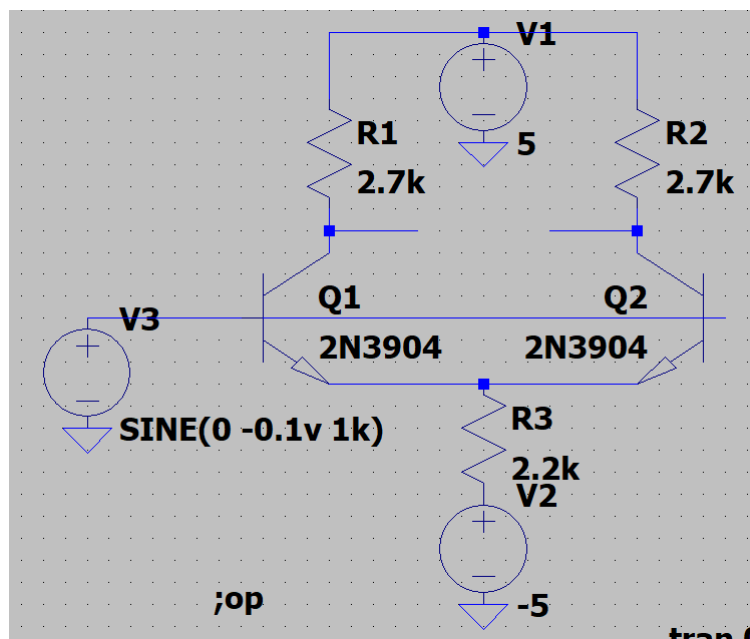
$$R_{in} = \frac{r_{\pi}}{\beta} + \frac{\beta R_E}{\beta} = \frac{2/4k + 2/4k}{\beta} \Rightarrow$$

$$R_{in} = 2/4k \Omega$$

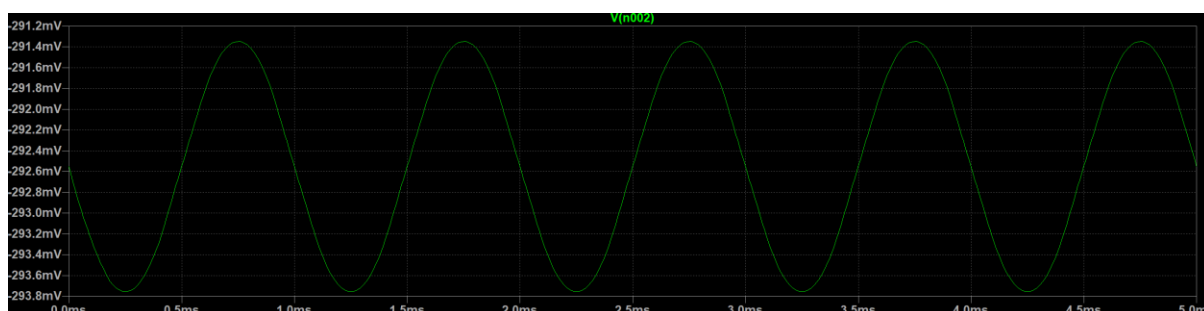
$$A_v = \frac{R_c}{\frac{r_{\pi}}{\beta} + R_E} = \frac{2/4k}{2/4k + 2/4k}$$

$$A_v = 0/41$$

مدار در شبیه سازی به شکل زیر است، سیگنال ورودی نیز دامنه ۱ میلی ولتی دارد. بهره را به وسیله سیگنال خروجی نسبت به ورودی می سنجیم.

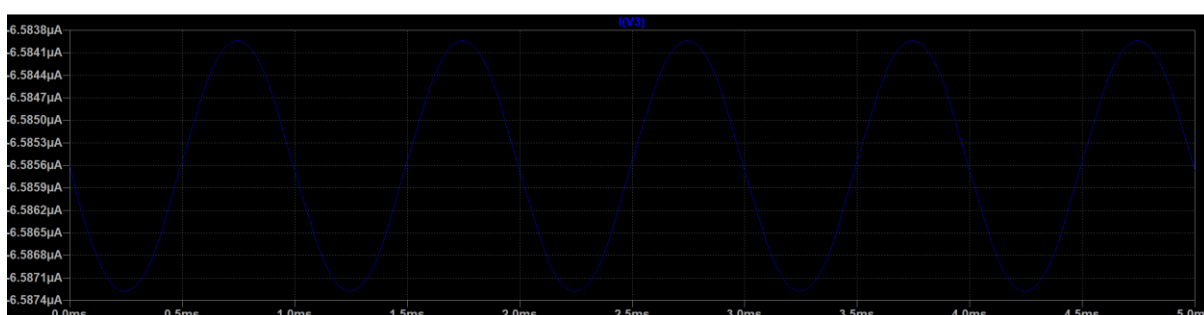


خروجی:



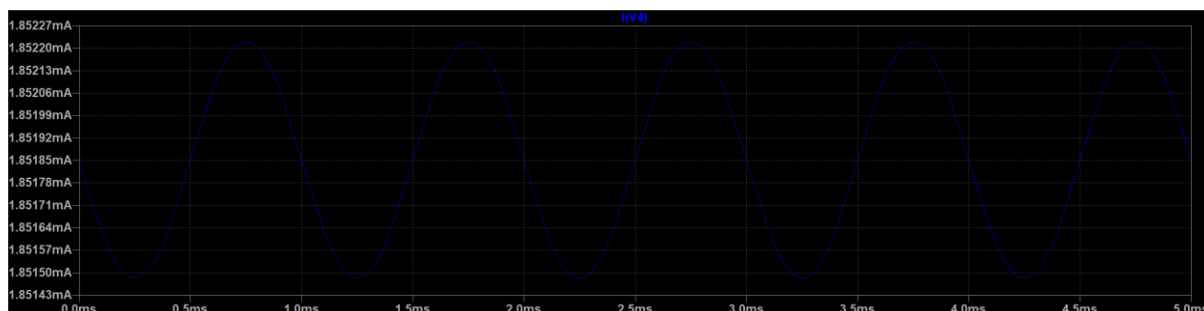
مشاهده می شود که بهره برابر ۰.۶۵ است.

مقاومت ورودی به همان روش قبل:



مقاومت ورودی برابر ۴۸۸.۲۳ کیلو اهم است که تفاوت آن با مقدار محاسبه شده احتملا در مقدار بتا است.

مقاومت خروجی به همان روش قبل:



مقاومت خروجی برابر ۲.۷۰۲ کیلو اهم است.

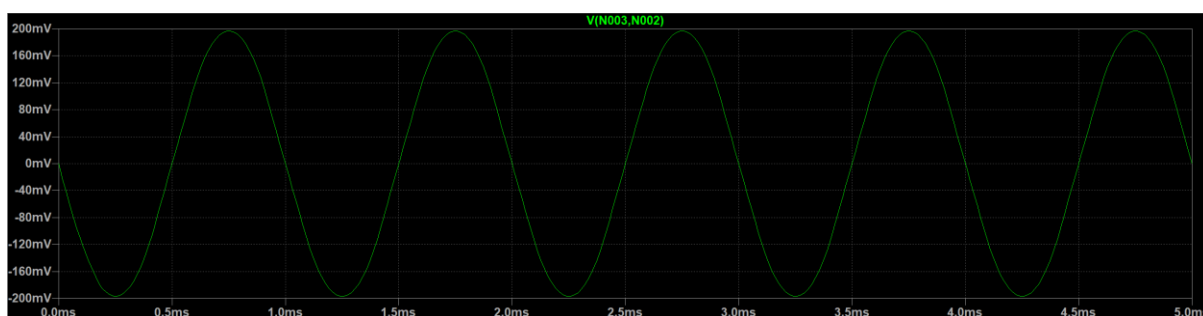
	A_v	R_{in}	R_o
Theo	۰.۶	۲۲۱.۵k	۲.۷k
Sim	۰.۶۵	۴۸۸.۲۳k	۲.۷۰۲k

۳-۰-۲ خروجی دیفرانسیلی

تفاضلی:

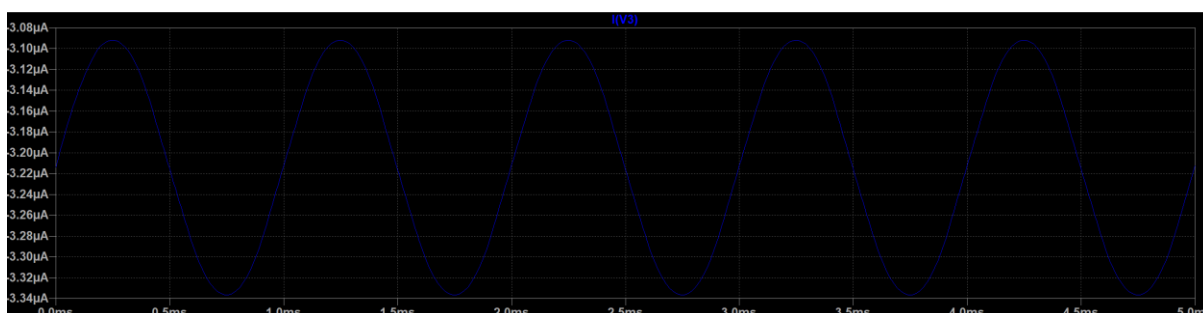
محاسبات همانند بخش تفاضلی قبل است با این تفاوت که مقاومت خروجی و بهره هر دو برابر می شوند زیرا که اختلاف دو پایه خروجی سنجیده می شود.

شکل مدار نیز مانند قبل است و تنها تغییری که می کند این است که یکی از پایه های خروجی به عنوان مرجع در نظر گرفته شده و نمودار خروجی را از پایه دیگری می گیریم.



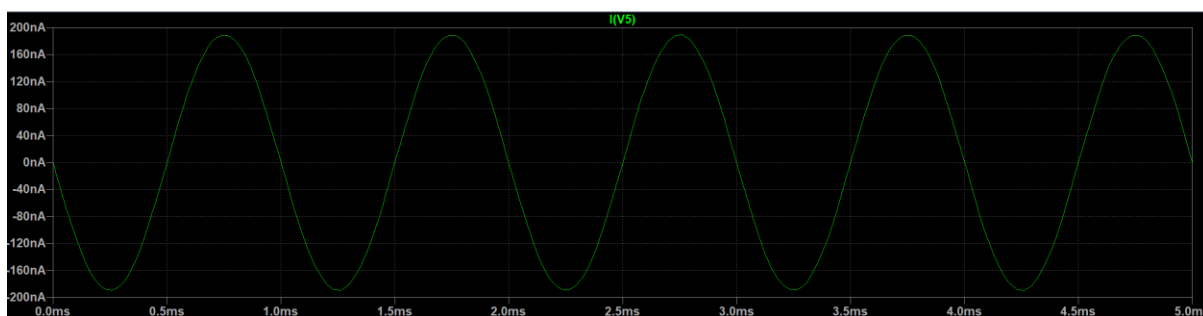
مشاهده می شود که بهره در حدود ۲۰۰ است و نسبت یه قبل دو برابر شده است.

مقاومت ورودی به همان روش قبل:



مقاومت ورودی طبق شبیه ساز برابر ۸.۳۳۳ کیلو اهم است که تغییری نکرده زیرا که فرقی وجود ندارد که دیفرانسیلی سنجیده شود یا تک پایه. بر روی مقاومت ورودی اثری ندارد.

مقاومت خروجی: منبع گذاشته شده برای تست، بین دو پایه خروجی قرار می گیرد.



مقاومت خروجی برابر ۵.۲۶۳ کیلو اهم است که تقریباً دو برابر شده.

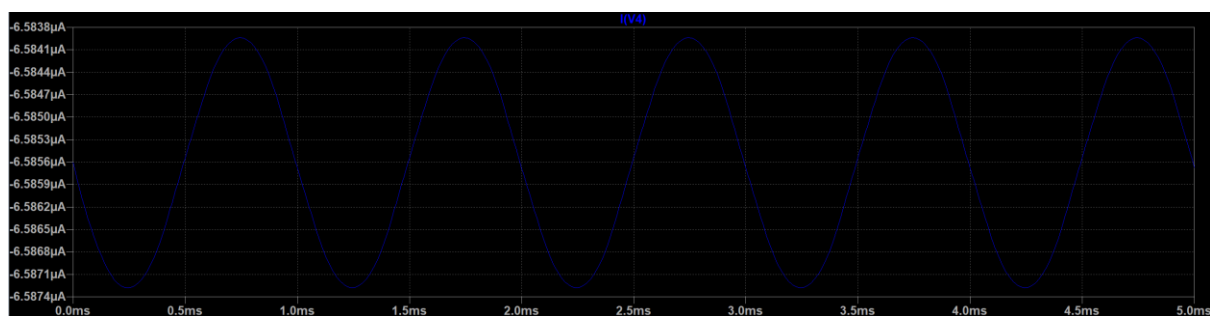
	Av	Rin	Ro
Theo	۲۱۶	۵k	۵.۴k
Sim	۲۰۰	۸.۳۳۳k	۵.۲۶۳k

اشتراکی:

محاسبه مقاومت ورودی عین قبل است و تغییری نمی کند. تنها مسئله ای که تغییر می کند بهره است که به لحاظ تئوری بهره باید ۰ شود.

در شبیه ساز صرفا نویز دیده می شود پس بهره همان ۰ است.

مقاومت ورودی را مشاهده می کنیم:



مقاومت ورودی همان مقدار قبلی ۴۸۸ کیلو اهم است.

	Av	Rin
Theo	۰	۲۲۱.۵k
Sim	۰	۴۸۸k

تفاوت مقاومت ورودی ها احتمالا به دلیل تفاوت بتا هاست.