

به نام یگانۀ ایزدبنی همتا

تمرین درس الکترونیک ۱ - سری پنجم

بخش اول: تمرین های تئوری

۱- تمرین های زیر را از فصل پنجم کتاب حل کنید.

۶ ۱۰ ۱۵ ۱۶ ۲۰

بخش دوم: تمرین های کامپیوتری


۱- برای ترانزیستور 2N3904 و در محیط نرم افزار PSpice ،

- دسته منحنی های مشخصه ی خروجی ترانزیستور را برای V_{CE} از صفر تا ۷ ولت و جریان بیس صفر، ۳، ۶، ...، ۲۱ و ۲۴ میکروآمپر ترسیم نمایید.

- دسته منحنی های مشخصه ی ورودی ترانزیستور را به ازای V_{BE} از صفر تا ۰/۷ ولت و ولتاژ کلکتور-امیتر ۲، ۵ و ۸ ولت ترسیم نمایید.


۲- در نقطه ی کار $V_{CE} = 5^V$ و $I_C = 2^{mA}$ ، مقدار β ی ترانزیستور را از مشخصه ای که در بند ۱ بدست آورده اید تعیین نمایید.

۳- برای $I_C = 2^{mA}$ و با مقداری که در بند ۲ برای β بدست آورده اید مقدار h_{ie} را از رابطه ی
$$h_{ie} = \frac{\beta \eta V_T}{I_C}$$
 بدست آورید.

۴- در نقطه ی کار $V_{CE} = 5^V$ و $I_C = 2^{mA}$ ، مقدار پارامترهای مدل هیبرید سیگنال کوچک ترانزیستور در ترکیب امیتر مشترک را از مشخصه هایی که در بند ۱ بدست آورده اید تعیین نمایید. نقاطی که از داده های آنها در تعیین پارامترهای مدل هیبرید استفاده می شود را در صفحه ی Probe برچسب بزنید. (بدین منظور می توانید از گزینه ی منوی Plot→Label→Mark یا دکمه ی  استفاده نمایید.)

۵- مقادیری که در بندهای ۳ و ۴ برای h_{ie} بدست آورده اید را با هم مقایسه کنید. در صورت وجود اختلاف، علت را بیابید.


۶- تقویت کننده ای با مقاومت خروجی $R_o = 2.7 k\Omega$ و بهره ی ولتاژ $A_v = 150$ طراحی نمایید. برای طراحی از مدل هیبرید تقریبی با پارامترهایی که در بند ۴ تعیین شده اند استفاده نمایید.

۷- مدار طراحی شده در بند ۶ را در نرم افزار PSpice پیاده سازی نمایید. از آنجا که هنوز روش طراحی خازن های کوپلاژ و بای پس را نیاموخته اید مقدار این خازن ها را ۱۸۰ میکرو فاراد انتخاب کنید. برای ورودی تقویت کننده از منبع ولتاژ سینوسی (قطعه ی VSIN) با دامنه ی ۱ میلی ولت و فرکانس یک کیلو هرتز استفاده کنید. گزینه ی منوی PSpice→New Simulation Profile را انتخاب کنید (یا دکمه ی  را بزنید) تا کادر مکالمه ی Simulation settings باز شود. نوع شبیه سازی به طور پیش فرض (Time Domain (Transient)) انتخاب شده است. پارامترهای Run to time و Maximum step size را به ترتیب با ۳ میلی ثانیه (3m) و ۱۰ میکرو ثانیه (10u) تنظیم کنید. (زمان شبیه سازی برابر ۳ تناوب سیگنال ورودی و حداکثر اندازه ی گام شبیه سازی یک سیصدم زمان شبیه سازی انتخاب شده است.) طرح را تحلیل نمایید. نقطه ی کار ترانزیستور را در مدار تعیین کنید.

۸- با استفاده از نتایج شبیه سازی، دامنه ی موج ورودی، دامنه ی موج خروجی و بهره ی ولتاژ تقویت کننده را بدست آورید.

۹- با تحلیل تئوری، حداکثر نوسان بدون اعوجاج تقویت کننده را بدست آورید.


۱۰- دامنه ی موج ورودی را به میزان مناسبی افزایش دهید تا در خروجی تقویت کننده حداکثر نوسان بدون اعوجاج مشاهده گردد. فاصله ی قله تا قله ی (peak to peak) شکل موج خروجی چقدر است؟ آیا موج خروجی کاملا متقارن است؟

۱۱- در حالتی که در صفحه ی Probe فقط موج خروجی با حداکثر نوسان مشاهده می گردد گزینه ی منوی Trace Fourier را انتخاب کنید یا دکمه ی  Fourier در بالای پنجره ی Probe کلیک کنید تا مولفه های فرکانسی موج خروجی را مشاهده کنید. بر اساس دانسته های خود در مورد سری فوریه ی یک سیگنال متناوب، نتیجه ی این قسمت را تحلیل کنید.

۱۲- دامنه ی موج ورودی را به مقدار اولیه (یک میلی ولت) برگردانید. فرکانس موج ورودی را برابر ۵۰ هرتز تنظیم کنید. پارامترهای شبیه سازی را نیز به نحو مناسبی اصلاح کنید (مثلا زمان شبیه سازی برابر سه تناوب سیگنال ورودی یعنی ۶۰ میلی ثانیه و حداکثر اندازه ی گام شبیه سازی یک سیصدم زمان شبیه سازی یعنی ۲۰۰ میکرو ثانیه). مجددا مدار را تحلیل کنید و بهره ی ولتاژ تقویت کننده را در این فرکانس بدست آورید.

۱۳- مقادیر بدست آمده برای بهره ی ولتاژ در فرکانس های یک کیلو هرتز و پنجاه هرتز (نتایج بندهای ۷ و ۸) را با هم مقایسه کنید. علت اختلاف چیست؟ مشاهده ی شکل موج ولتاژ امیتر به شما کمک می کند که علت اختلاف را بیابید.

۱۴- در این بند می خواهیم پاسخ فرکانسی تقویت کننده را بدست آوریم. منبع سیگنال سینوسی ورودی را از شماتیک حذف نموده و به جای آن منبع ولتاژ AC (VAC) قرار دهید. گزینه ی منوی

PSpice→Edit Simulation Profile را انتخاب نمایید تا کادر مکالمه‌ی Simulation settings باز شود. نوع شبیه‌سازی را AC Sweep/Noise انتخاب کنید. در قاب AC Sweep Type گزینه‌ی Logarithmic را انتخاب کنید. مقادیر Start Frequency ، End Frequency و Points/Decade را به ترتیب با یک هرتز، صد مگا هرتز (100meg) و ۱۰۰ تنظیم کنید. این کادر مکالمه را ببندید. در شماتیک، نشانگر ولتاژی در خروجی تقویت‌کننده قرار دهید. (برای قرار دادن نشانگر ولتاژ می‌توانید از گزینه‌ی منوی PSpice→Markers→Voltage Level یا دکمه‌ی Voltage/Level Marker  استفاده کنید.) دقت کنید پروب ولتاژ یا جریان دیگری در شماتیک نباشد. مدار را تحلیل کنید تا پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده در پنجره‌ی Probe به نمایش درآید.

۱۵- نتایج بدست آمده در بندهای ۱۲ و ۱۴ (بهره‌ی ولتاژ در فرکانس پنجاه هرتز و پاسخ فرکانسی تقویت‌کننده) را دقیقاً بررسی کنید. برداشت شما از این نتایج چیست؟