



## پروژه دوم تقویت کننده سیگنال های زیستی

### هدف:

در درس با سیگنال های ECG و EEG آشنا شده اید. در این پروژه قصد داریم تقویت کننده برای این دو سیگنال طراحی کنیم. هر نوع نرم افزار مدلسازی قابل استفاده است ولی توصیه می شود که از نرم افزار NI MultiSim استفاده کنید. هر نوع تقویت کننده ی عملیاتی قابل استفاده است.

### تقویت کننده ECG:

برای آن که سیگنال قلبی به صورت دیجیتال نمونه برداری شود نیاز است که در مرحله اول یک تقویت کننده آنالوگ وجود داشته باشد. دامنه سیگنال قلب در حد چند میلی ولت است و با استفاده از ADC های معمول نمی توان از آن نمونه برداری کرد و نیاز به تقویت کننده مناسب داریم. تقویت کننده ای با مشخصات زیر طراحی کنید:

- Gain: 1000 to 5000 (Adjustable)
- Bandwidth: 0.1 – 100Hz
- Input Impedance  $\geq 1\text{M}\Omega$

برای مدلسازی ساده سیگنال می توانید از یک موج سینوسی با دامنه ۱ تا ۵ میلی ولت و فرکانس ۱ تا ۱۰ هرتز استفاده کنید. این موج شبیه موج واقعی قلب نیست ولی استفاده از آن آسان تر است. دقت کنید که تپش قلب در بیشترین حالت شاید به ۱۲۰ تپش در دقیقه برسد که معادل ۲ هرتز است ولی سیگنال های قلبی خود افت و خیز سریع تری دارند که نیازمند تقویت کننده با پهنای باند بالاتری است. برای آن که شرایط واقعی به سیگنال مورد نظر اضافه شود یک موج با فرکانس ۵۰ هرتز و دامنه ای معادل ۵۰ درصد دامنه سیگنال اصلی و یک نویز فرکانس بالا (۱ مگاهرتز) با دامنه ای معادل ۵۰ درصد دامنه سیگنال اصلی به سیگنال اضافه کنید. برای جمع کردن این سیگنال ها می توانید از مدارهای جمع کننده آپامپی استفاده کنید.

دقت شود که دو عامل دخالت کننده نباید در سیگنال تقویت کننده وجود داشته باشد. برای حذف فرکانس برق شهر در صورتی که از فیلتر Notch استفاده کنید شامل نمره ی امتیازی می شود. در صورتی که از فیلتر پایین گذر مناسب استفاده

کنید مقداری از پهنای باند تقویت کننده را از دست داده‌اید. هرچه درجه فیلتر پایین‌گذر بالاتر باشد، سیگنال اصلی شما کمتر دچار تغییر می‌شود.

### تقویت‌کننده EEG:

سیگنال EEG دامنه‌ای از حدود ۱۰ تا ۱۰۰ میکرو ولت دارد که نیازمند تقویت‌کننده با بهره‌ی بالاتری است. تقویت‌کننده‌ای با مشخصات زیر طراحی کنید.

- Gain: 10000 to 50000 (Adjustable)
- Bandwidth: 0.1 – 200Hz
- Input Impedance  $\geq 5\text{M}\Omega$

سیگنال اصلی دامنه‌ای از ۱۰ تا ۱۰۰ میکرو ولت و فرکانسی از ۱ تا ۱۰۰ هرتز دارد. تقویت‌کننده طراحی شده باید بتواند در این بازه عملکرد مناسب ارایه دهد. در این قسمت تنها عامل دخالت‌کننده نویز فرکانس بالا مشابه قسمت قبل می‌باشد. حذف نویز برق شهر برای سیگنال EEG کار دشوارتری است و امروزه بسیاری از تقویت‌کننده‌های تجاری از باتری استفاده می‌کنند تا نویز از طریق تغذیه روی مدار تقویت‌کننده تأثیری نداشته باشد. البته که اضافه کردن نویز ۵۰ هرتز و استفاده از فیلتر Notch جهت حذف آن شامل نمره‌ی امتیازی خواهد شد.

### نمره‌دهی و تحویل:

- گزارش کار در هر قسمت نیمی از نمره را شامل می‌شود. گزارش کار نامناسب ارزش کار انجام شده را کمتر نشان می‌دهد. لطفا در تکمیل آن کوشا باشید.
- لطفا فایل‌های شبیه سازی خود را همراه گزارش کار آپلود نمایید.
- برای آزمون مدار لطفا از هر مرحله (سیگنال اصلی، سیگنال با عوامل دخالت‌کننده، سیگنال بعد از فیلتر، سیگنال هر مرحله تقویت‌کننده و سیگنال خروجی) اسکرین‌شات از شکل موج موردنظر تهیه کنید.
- برای هر پارامتر متغیر مانند دامنه و یا فرکانس سیگنال ورودی حداقل در دو نقطه بیشینه و کمینه مدار خود را بیازمایید و نتایج را در گزارش کار ضمیمه کنید.
- نمره‌ی هر بخش مساوی نیمی از نمره‌ی پروژه می‌باشد. نمره‌ی امتیازی بخش ECG ۱۰ درصد و بخش EEG ۲۰ درصد می‌باشد.
- در صورتی که نتایج موجود در گزارش کار با فایل‌های شبیه‌سازی تطابق نداشته باشد، تحویل حضوری موردنیاز خواهد بود.