



## پروژه مدارهای الکتریکی 1 پروژه امتیازی



یکی از مشکلات شبکه های برق رخداد اضافه ولتاژ است. در این حالت باید جهت جلوگیری از آسیب تجهیزات و مصرف کنندگان بروز اضافه ولتاژ به سرعت تشخیص داده شده تا بتوان اقدامات کنترلی بعدی صورت پذیرد. همان طور که می دانید شبکه های برق متناوب هستند لذا بایستی اولاً یک مداری ساخته شود که بتواند دامنه این موج متناوب را اندازه گیری نماید. سپس این دامنه را با مقدار مرجع مقایسه نماید. در صورت بیشتر بودن دامنه محاسبه شده از حد آستانه، الارم صادر شود. این آلام می تواند روشن شدن یک LED، بوق یا صدور یک فرمان کنترلی است. لازم به ذکر است این اضافه ولتاژها در انواع سطوح ولتاژ (مثلاً 400 کیلوولت) ممکن است رخ دهد. لذا معمولاً دستگاه های تشخیص اضافه ولتاژ مستقیماً به شبکه متصل نمی شوند و به سنسورهای نصب شده در پست های برق اتصال می یابند. علاوه بر مشکل اضافه ولتاژ، مشکل قطع شدگی یک یا دو هادی شبکه سه فاز نیز یکی از مشکلاتی است که شبکه های توزیع با آن مواجه هستند که خطرات ایمنی فراوانی دارد. بخش دوم این پروژه به ساخت مدار تشخیص نامتعادلی شبکه سه فاز می پردازد.

بنابراین این پروژه دو بخش دارد:

بخش اول: ساخت دستگاه تشخیص اضافه ولتاژ شبکه های متناوب

بخش دوم: ساخت دستگاه تشخیص نامتعادلی شبکه سه فاز

جهت ساخت این دستگاه ها بایستی:

الف. ابتدا مدار روی کاغذ طراحی گردد. یعنی نوع المانها، مقدار المانها، مقدار ولتاژ تغذیه، محدوده کاری دستگاه مشخص شود.

ب. مدار طراحی شده در یک نرم افزار شبیه ساز نظیر Multisim شبیه سازی شود و عملکرد حالت گذرا و ماندگار آن ارزیابی گردد. دقت شود که عملکرد حالت گذرا خیلی مهم است زیرا ممکن است حالت گذرا به نحوی باشد که مدار هیچ گاه نتواند به حالت ماندگار برسد. مثلاً مقدار ولتاژها یا جریان های مدار در حین حالت گذرا از مقادیر نامی (مجاز) عناصر مدار بیشتر بوده و قطعات بسوزد.

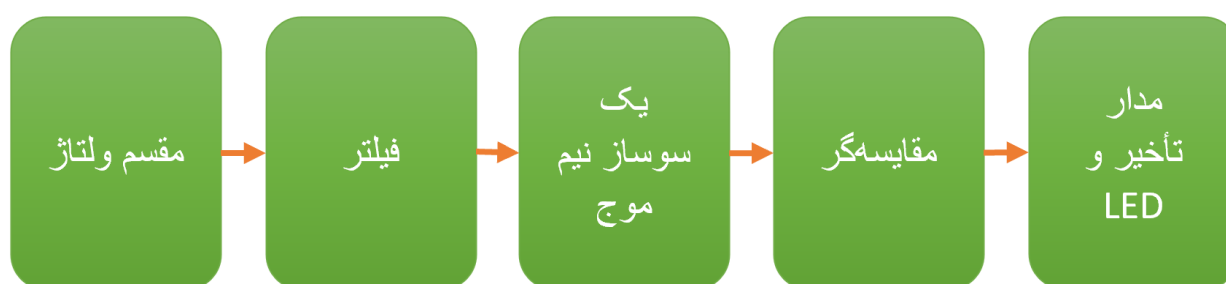
ج. بعد از اطمینان از صحت کارکرد مدار براساس شبیه سازی ها، مدار را بسازید.

توجه: درنهایت باید گزارش طراحی، شبیه سازی حالت گذرا و ماندگار و مدار ساخته شده را تحویل دهید. انجام این پروژه در قالب گروه های دو نفری امکان پذیر است.

## بخش اول:

### تشخیص اضافه ولتاژ شبکه تک فاز

در این بخش می‌خواهیم مدار/ دستگاهی طراحی کنیم که رخداد اضافه ولتاژ را در یک شبکه برق تشخیص دهد و بعد از آن بتواند با تأخیر 5 ثانیه یک LED را روشن کند. دقت شود که فرض می‌شود که مقدار اضافه ولتاژ در بازه 120٪ تا 170٪ ولتاژ نامی شبکه می‌تواند رخ دهد. این فرض در طراحی محدوده کاری دستگاه مهم است. بنابراین، مدار طراحی شده باید بتواند در بازه مذکور عملکرد صحیح داشته باشد. ساختار کلی این مدار در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل 1: بلوک دیاگرام مدار تشخیص اضافه ولتاژ شبکه تک فاز

#### ۱- مقسم ولتاژ

فرض نمایید که ولتاژ اندازه گیری شده شبکه بصورت متناوب بوده و مقدار پیک نامی آن 81.5 ولت یا rms 57.8 و فرکانس 50 Hz است. می‌خواهیم یک مقسم ولتاژ طراحی کنیم که ولتاژ خروجی آن تقریباً حداکثر برابر پیک 13 ولت شود. ( به دلیل اینکه بیشترین مقدار ولتاژ ورودی آپ امپ پیشنهاد شده،  $\pm 15$  می باشد لذا ولتاژ ورودی باید از ولتاژ تغذیه آپ امپ کمتر بوده تا آپ امپ وارد ناحیه اشباع نشود). بدیهی است اگر آپ امپ خریداری شده، ولتاژ تغذیه آن کمتر از 13 ولت باشد، باید ولتاژ خروجی مقسم کمتر از 13 ولت باشد.

#### توجه:

1. مقادیر باید به گونه‌ای باشند که مقاومت‌ها در حین حالت گذرا و ماندگار آسیب نبینند. به عبارت دیگر، جریان عبوری از مقاومت‌ها خیلی بزرگ نباشد. لذا باید مقسم مقاومتی از نوع high Resistance باشد یعنی مقدار مقاومت‌ها بزرگ باشد تا جریان محدود گردد. یک روش مطلوب، مقایسه وات مصرفی با وات نامی مندرج در دیتاشیت است.

#### ۲- فیلتر

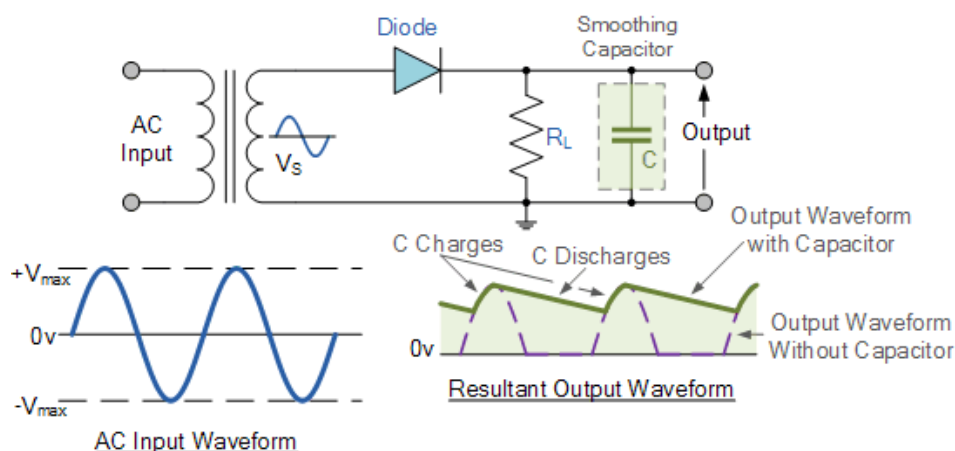
در این بخش باید یک فیلتر پایین گذر با فرکانس قطع 100 Hz طراحی کنید. هدف از این فیلتر عبور فرکانس نامی (50 هرتز) است و فرکانس‌های بالاتر از 100 هرتز را فیلتر می‌نماید.

توجه:

1. مقادیر باید به گونه‌ای باشند که عناصر فیلتر در حین کارکرد مدار آسیب نبینند.

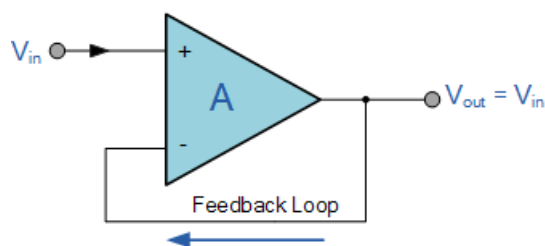
### ۳- یک‌سوساز نیم موج

به کمک دیود و خازن یک یک‌سوساز نیم موج طراحی کنید که کمترین ولتاژ رپیل را داشته باشد. هدف از این مدار، تبدیل ولتاژ متناوب فرکانس قدرت به ولتاژ DC است. مسلماً بایستی مقدار رپیل ولتاژ خروجی را تا حد امکان کم نمایید. بدین منظور بایستی از خازن بهره برد. نحوه انتخاب مقدار خازن در گزارش بیاورید. می توانید با شبیه سازی در نرم افزار Multisim به مقدار بهینه نیز برسید.



شکل 2: یکسو کننده نیم موج

برای حذف اثر بارگذاری، باید قبل از یک‌سوساز از یک بافر استفاده کنید. اثر وجود یا عدم وجود بافر را در نرم افزار شبیه ساز بررسی کرده و عملکرد آن را شرح دهید.



شکل 3: بافر

پیشنهاد:

از دیود 1N4002GP استفاده نمایید.

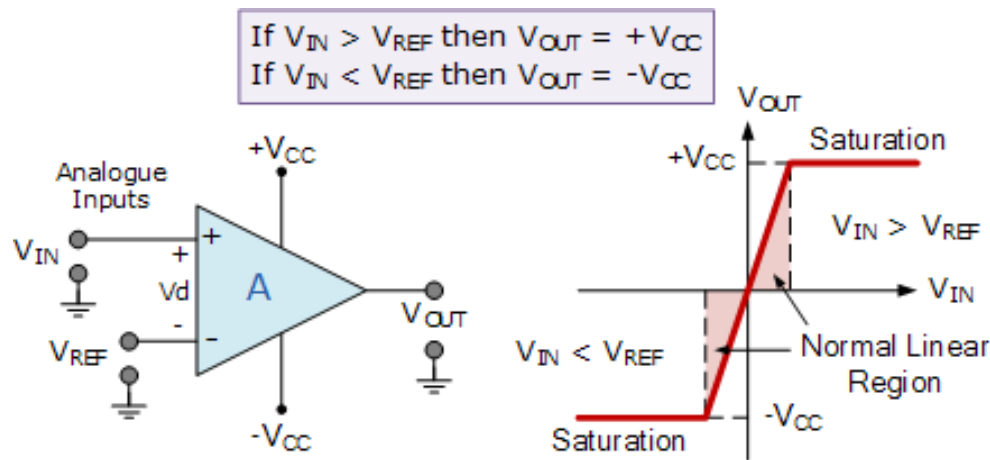
توجه:

1. باید جریان دیود بررسی شود و مطمئن بود که جریان عبوری بیش از جریان نامی دیود نباشد. (به دیتاشیت مراجعه شود)

2. Op-Amp نباید اشباع شود لذا مقدار ولتاژ تغذیه و ولتاژ خروجی مهم است.

#### ۴- مقایسه گر با Op-Amp

می‌خواهیم اگر ولتاژ خروجی dc شده، از 120% ولتاژ نامی بیشتر شود به وسیله مقایسه گر بروز اضافه ولتاژ تشخیص داده شود. دقت شود ولتاژ نامی را برابر 57.8 ولت موثر فرض کردیم. مدار پیشنهادی برای مقایسه گر در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل 4: مقایسه گر

پیشنهاد:

از آپامپ LM741CN استفاده نمایید.

توجه:

1. باتوجه به آپامپ پیشنهاد شده، بیشینه ولتاژ تغذیه ها  $\pm 18$  ولت می باشد که لازم است 1 ولت حاشیه ولتاژ داشته باشید تا آپامپ اشباع نشود. همچنین ورودی باید کمتر از 15 ولت باشد. (بر اساس دیتاشیت)

2. سیگنال ولتاژ مرجع هم با تقسیم مقاومتی منبع تغذیه باید ساخته شود. این سیگنال مرجع معادل حدآستانه تشخیص اضافه ولتاژ است.

## ۵- مدار تأخیر و LED

برای بخش آخر، باید یک مدار RC طراحی کنید که با تأخیر 5 ثانیه‌ای یک LED روشن شود. برای طراحی بهتر باید قبل از مدار LED از بافر استفاده کنید تا اثر بارگذاری حذف شود. اثر بافر را در نرم افزار شبیه ساز بررسی کرده و عملکرد آن را نشان دهید.

### توجه:

1. باید جریان عبوری از LED بررسی شود و مطابق با جریان نامی آن باشد تا تجهیز آسیب نبیند. برای کاهش دامنه جریان از مقاومت استفاده کنید. (به دیتاشیت مراجعه شود)
2. Op-Amp نباید اشباع شود.

## ۶- بررسی عملکرد مدار

1. طراحی نهایی باید به گونه باشد که برای ولتاژهای کمتر از حد آستانه LED روشن نشود. همچنین برای ولتاژهای بیش تر از آستانه، LED روشن شود.
2. دقت دستگاه سنجیده شود. بدین منظور یک آستانه در نظر بگیرید و بررسی نمایید که ولتاژ شبکه چند درصد باید از حد آستانه بیشتر باشد تا LED روشن شود.
3. آیا نتایج شبیه سازی و دقت ها با واقعیت تطابق دارد؟

## بخش دوم:

### تشخیص نامتعادلی شبکه سه فاز

در این بخش می خواهیم مداری طراحی کنیم که رخداد نامتعادلی را در شبکه سه فاز تشخیص دهد، و بعد از آن بتواند با تأخیر 5 ثانیه یک LED را روشن کند. ساختار کلی این مدار در شکل زیر نشان داده شده است که شبیه مدار بخش قبل است.



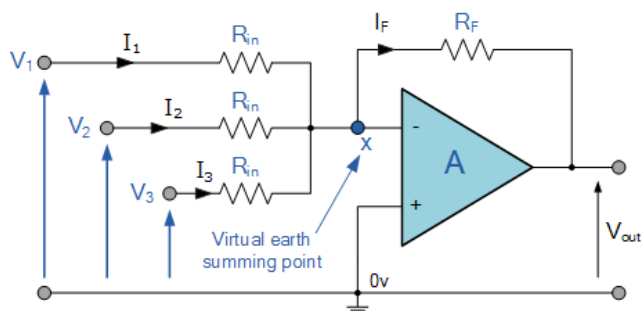
شکل 5: بلوک دیاگرام مدار تشخیص نامتعادلی شبکه سه‌فاز

### ۱- مقسم ولتاژ

با فرض یک منبع 3 فاز با دامنه  $57.8 \text{ V}_{\text{rms}}$  و فرکانس  $50 \text{ Hz}$  یک مقسم ولتاژ طراحی کنید که ولتاژ خروجی آن حدودا 15 ولت بشود.

### ۲- جمع کننده

برای این قسمت باید یک جمع کننده طراحی کنید که ولتاژهای سه تا فاز را با هم جمع کند. می‌دانیم مجموع ولتاژهای شبکه سه فاز در شرایط سالم در هر لحظه برابر صفر ولت است. اما اگر یکی از فازها قطع شود، دیگر این مجموع برابر صفر نخواهد بود. بدترین میزان نامتعادلی در چه صورتی رخ می‌دهد و مقدار آن چقدر است؟ (قطع یک فاز یا دو فاز یا هر سه فاز؟) جواب این سوال در تعیین ولتاژ محدوده کاری دستگاه مهم است.



شکل 6: جمع کننده

### پیشنهاد:

از آپامپ LM741CN استفاده نمایید.

### توجه:

1. باتوجه به آپامپ پیشنهاد شده، بیشینه ولتاژ تغذیه‌ها  $\pm 18$  ولت می باشد که لازم است 1 ولت حاشیه ولتاژ رعایت شود تا آپامپ اشباع نشود. همچنین ورودی باید کمتر از 15 ولت باشد. (بر اساس دیتاشیت)
2. ولتاژ مرجع هم باید با تقسیم مقاومتی منبع تغذیه باید ساخته شود.

### ۳- تکرار بخش‌های 2 تا 6

تمام بخش‌های 2 تا 6 مجدد برای این مدار تکرار شود.

### ۴- بررسی عملکرد مدار

1. طراحی نهایی باید به گونه باشد که برای ولتاژهای کمتر از حد آستانه LED روشن نشود. همچنین برای ولتاژهای بیش تر از آستانه، LED روشن شود. ولتاژ آستانه را خودتان تعیین نمایید.
2. دقت دستگاه سنجیده شود. بدین منظور یک آستانه در نظر بگیرید و بررسی نمایید که ولتاژ شبکه چند درصد باید از حد آستانه بیشتر باشد تا LED روشن شود.
3. آیا نتایج شبیه سازی و دقت ها با واقعیت تطابق دارد؟

### نکات تکمیلی

1. برای شبیه‌سازی از نرم‌افزار **Multisim** استفاده کنید.
  2. برای یادگیری بیشتر نرم افزار فوق می‌توانید از سایت زیر استفاده کنید.
- <https://www.multisim.com/>
3. تحویل به‌صورت **حضور** است و در زمان تحویل باید روند طراحی، فایل های شبیه سازی و مدار ساخته شده را همراه داشته باشید. نتایج همه موارد باید در یک گزارش منعکس گردد. لذا نوشتن گزارش الزامی است.
  4. پیشنهاد می‌شود برای خرید قطعات به‌صورت گروهی اقدام کنید که ارزان‌تر تمام شود.
  5. دیتاشیت‌ها:

<https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm741.pdf>

<https://www.vishay.com/docs/88504/1n4001gp.pdf>

