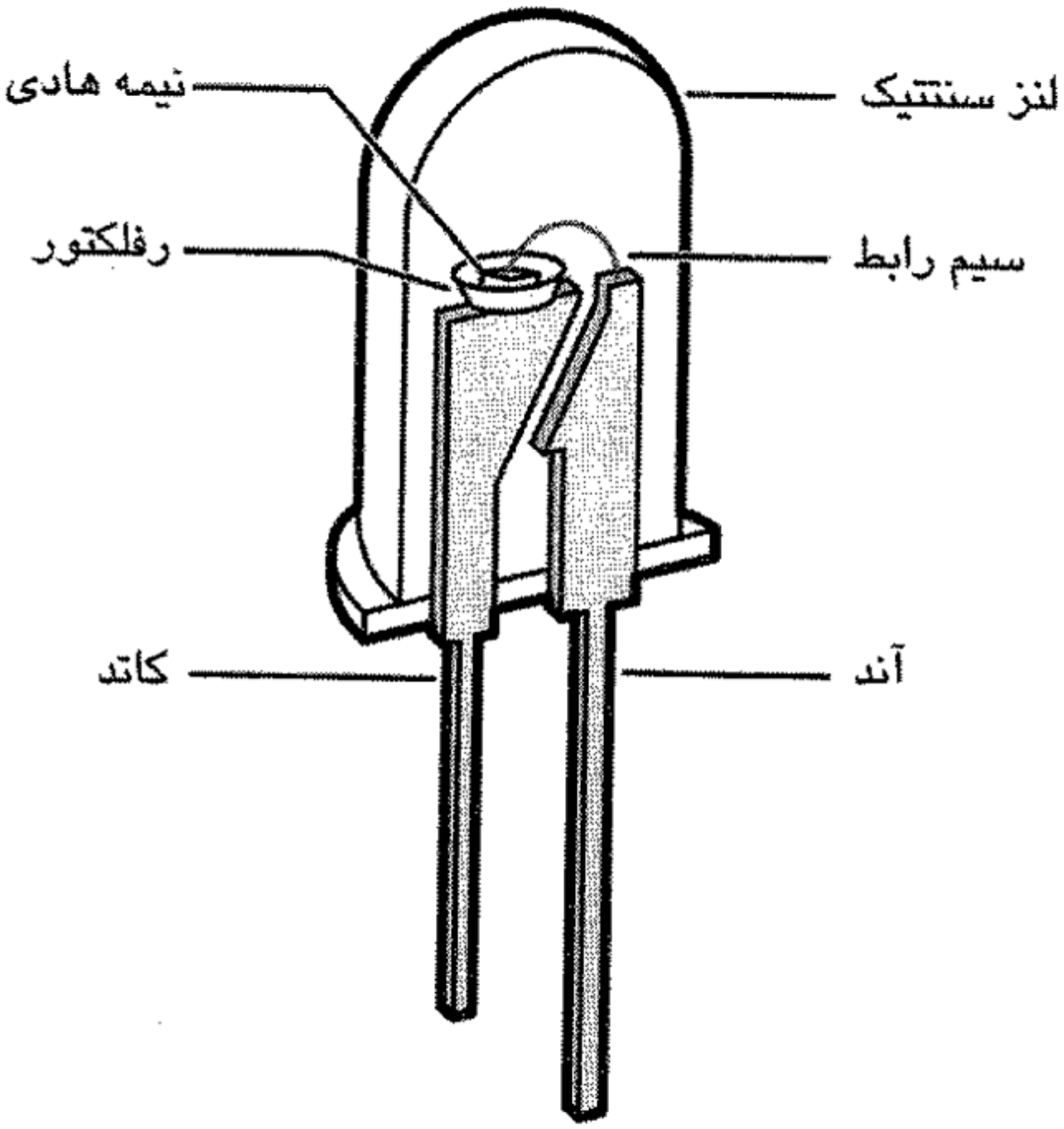
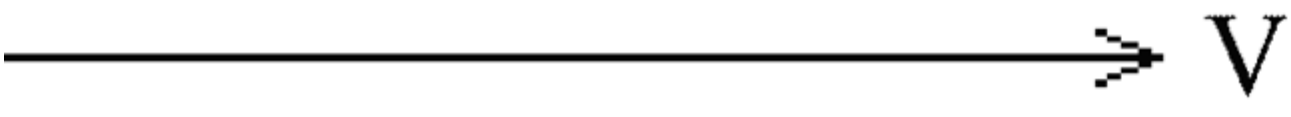
درباره LED



LED قطعه ای الکترونیکیه که از پیوندی نیمه هادی ساخته شده و الکتریسیته رو به نور تبدیل میکنه . این المان هم مثل بقیه قطعات الکترونیکی مشخصات خاص به خودش رو داره که باید حتما برای استفاده ازش اونا رو یاد بگیریم تا بتونیم درست باهاش کار بکنیم و توی مدارهامون طول عمرش زیاد باشه !

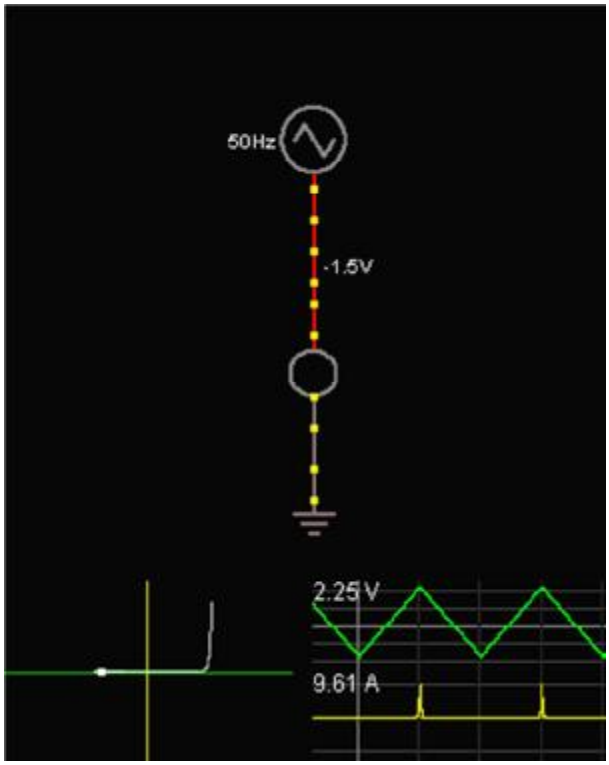
نیمه‌هادی (مثل LED و دیود) یه خاصیت مهمی داره و اون اینه که اگر در جهتی که نیمه هادی جریان میکشه (غیر معکوس) (آند به مثبت و کاتد به منفی) بهش ولتاژ بدیم ؛ از یه ولتاژ خاصی ، شروع به جریان کشیدن میکنه (مقدار اون ولتاژ ، بستگی به جنس نیمه‌هادی داره.) بعد از اینکه نیمه هادی شروع به عبور دادن جریان کرد ، اگه ولتاژ اعمال شده به اون رو ، کمی بیشتر کنیم ؛ جریان عبوری از اون ، به شدت افزایش پیدا میکنه و اگه بیش از حد تحملش بود ، اون رو میسوزونه بنابراین رابطه بین ولتاژ و جریان نیمه هادی ، مثل مقاومت ، خطی نیست !

نمودار جریان و ولتاژ دیود که البته مال LEDهم میشه اینه...


V

Vf max ولتاژی هست که اگه بیشتر از اون مقدار به نیمه هادی برسه ، جریان از حد مجاز فراتر میره و نیمه هادی میسوزه ؛ این ولتاژ توی نیمه هادیهای مختلف متفاوته .

فرض کنید مثلاً یه فرکانس 50 هرتز مثلثی به یه LED بدیم با دامنه 2.25 ولت ، جریان کشی LED به این صورت میشه که در هر پیک مثبت موج ، 9.61 آمپر وارد LED میشه و این یعنی سوختن LED !!!



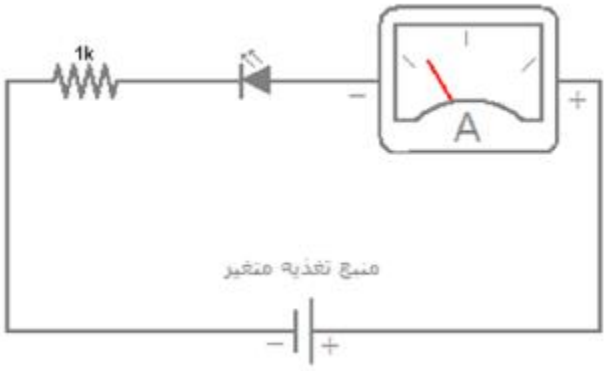
با توجه به مطالبی که ذکر شد ؛ ما برای روشن کردن LED باید از جریان کنترل شده استفاده کنیم و ساده ترین کنترل کننده یا منبع جریان برای اینکار ، مقاومته که باید با LED سری بشه تا جریان اونو بسته به اهمش کنترل کنه !

محاسبه مقاومت کنترل کننده جریان LED :

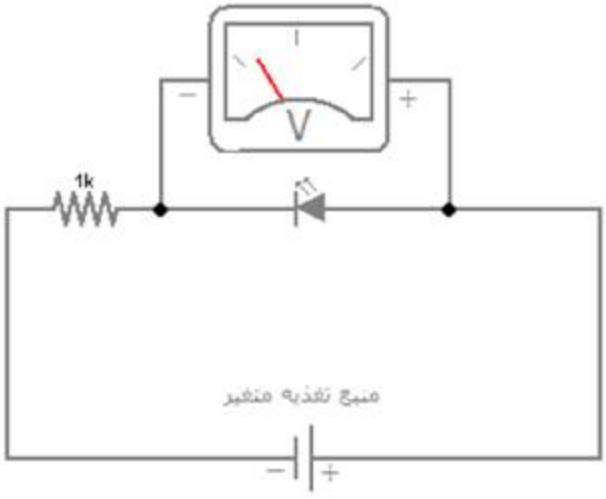
برای انجام محاسبه ، نیازه که ولتاژ روشن شدن LED که با Vf نشون میدن رو بدونیم ، این ولتاژ برای LED های معمولی که حداکثر 20 میلی آمپر جریان مصرف میکنن حدود 1.6 تا 2.2 ولت و برای LEDهای دیگه که جریان بیشتری مصرف میکنن حدود 3 ولته !
برای محاسبات صحیح ، لازمه که مقدار درست Vf هر LED رو بدونیم برای اینکار بهتره که خودمون وارد عمل بشیم و از یک مدل LED یکی دو نمونه انتخاب کنیم و Vf اون رو بدست بیاریم و یه عدد Vf برای یک مارک LED مشخص کنیم ؛ حالا چجوری؟! الان میگم براتون ؛

برای اینکار نیاز به یه منبع تغذیه متغیر و یه مولتی متر و مقاومت و همون LED داریم ؛

منبع تغذیه رو روی 6 ولت قرار بدید و مولتی متر رو در حالت آمپر سنج قرار داده و با LED و مقاومت سری کنید به این ترتیب :



حالا یواش یواش شروع به زیاد کردن ولتاژ تغذیه کنید تا آمپر متر جریان مورد نظر شما رو نشون بده ؛ برای LED معمولی 10 میلی آمپر خوبه ، وقتی به این جریان رسید ، مولتی متر رو از مدار خارج کنید و جاش رو اتصال کوتاه کنید ؛ حالا مولتی متر رو روی رنج ولتمتر (DC) قرار بدید و ولتاژ دو سر LED رو اندازه بگیرید ؛

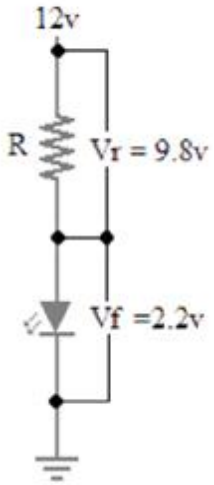


این همون ولتاژ LED توی جریان مد نظر ماست که باید توی فرمولهامون اونو وارد کنیم!

انجام محاسبات :

محاسبه رو برای یه LED معمولی (20 میلی آمپری) شروع میکنیم ؛

Vf رو 2.2 ولت در نظر میگیریم ؛ ولتاژ تغذیه رو هم 12 ولت داریم ؛ جریان LED رو نصف حداکثر تحملش قرار میدیم یعنی 10 میلی آمپر ؛ این برای اینه که عمر LED بیشتر باشه (اصولاً نور LED با این جریان ، برای کارهایی مثل تابلو روان کافیه) !



ولتاژی که دوسر LED میفته 2.2 ولت و بقیه ولتاژ که 9.8 ولت هست روی مقاومت سری با اون خواهد افتاد ؛ بنابراین جریان و ولتاژ روی مقاومت رو داریم ؛ پس بنابه قانون اهم به راحتی مقدار مقاومت بدست میاد!

$$R = \frac{V}{I}$$

با این حساب ؛ داریم

$$= 10mA = \frac{10}{1000}A$$

$$= 9.8v$$

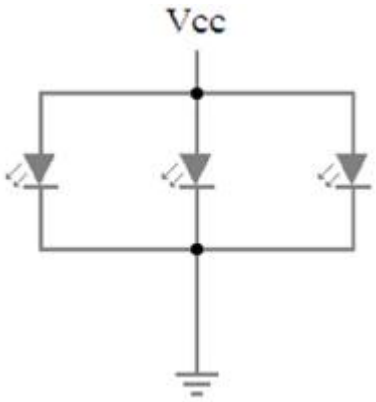
$$= ?\Omega$$

$$\xrightarrow{R=\frac{V}{I}} R = \frac{\frac{9.8}{1}}{\frac{10}{1000}} = \frac{9800}{10} = 980\Omega$$

بنابراین مقاومت مد نظر ما میشه 980 اهم که ما رندش میکنیم و 1K اهم میذاریم!

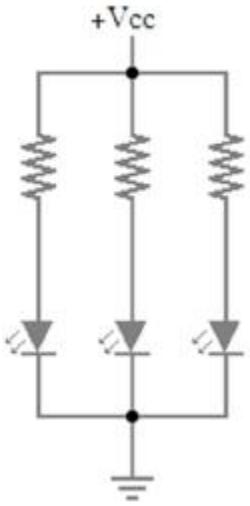
موازی کردن LED :

Vf بستگی به جنس پیوند دیودی LED داره و توی پیوندهای با جنسیت یکسان هم ، به دلیل تفاوت در تعداد اتم های تشکیل دهنده نیمه هادی ، اختلافی جزئی در حد چند میلی ولت ، وجود داره ؛ این موضوع باعث میشه ؛ جریان کشی LED های ساخته شده یک شرکت هم ، با هم فرق داشته باشه ؛
این مطلب شاید در نگاه اول چیز مهمی به نظر نرسه ولی در اصل مطلب خیلی مهمیه و مانع از درست کار کردن چند LED در حالت موازی با هم میشه که در ادامه بیشتر توضیح میدم...



سه تا LED که با هم موازی کردیم رو در نظر بگیرید ! اگه ولتاژ LED ها به ترتیب 2 و 2.1 و 2.2 باشه ، توی ولتاژ یکسان 2.2 ولت ، LED های 2 و 2.1 ولتی ، بیشتر جریان میکشن و در صورتیکه ما برای این مدار مقاومت محدود کننده جریان هم در نظر بگیریم LED با ولت کمتر نور بیشتری خواهد داشت و ولتاژی که دو سرش قرار میگیره کمتر از مقدار لازم برای دو LED دیگست و مانع از رسیدن LED های دوم و سوم به ولتاژ مورد نظرشون میشه و اونها با نور کمتری روشن خواهند شد و تفاوتشون فاحش خواهد بود!

تنها راه برای یکسان شدن نور LED ها در این مدار ، زیاد کردن جریان اعمال شدست که فقط باعث کاهش عمر LED ها یا سوختنشون میشه! و در صورت سوختن یکی از اونها ، بقیه هم در شرف سوختن قرار میگیرن!
با توجه به این مطالب ؛ موازی کردن LED و کلاً نیمه هادی ها به صورت مستقیم کار کاملاً غلطیه! برای موازی کردن صحیح باید با هر LED یه مقاومت سری قرار بگیره (به ترتیب زیر)و مقاومت هرLED رو هم به روش بالا محاسبه می‌کنیم!



سری کردن چندین LED :

حالا که امکان موازی کردن مستقیم LED ها وجود نداره به صرفه ترین راه برای راه اندازی چندینLED با هم ، سری‌کردنشونه ؛ در صورتیکه بخواهیم چند تا LED رو با هم سری کنیم باز باید اصول بالا رو رعایت کنیم ؛
محاسبات رو برای همون LED معمولی در مدار زیر توضیح میدم!

ولتاژمون که 9 ولته ، روی هر LED هم 2.2 ولت میفته که جمعاً میشه 6.6 ولت ؛ بنابراین بقیه ولتاژ که روی مقاومت خواهد بود 2.4 ولت هستش ، جریان هم که همون 10 میلی آمپر در نظر میگیریم!
پس داریم :

$$= 10mA = \frac{10}{1000}A$$

$$= 2.4v$$

$$= ?\Omega$$

$$\xrightarrow{R=\frac{V}{I}} R = \frac{\frac{2.4}{1}}{\frac{10}{1000}} = \frac{2400}{10} = 240\Omega$$

انتخاب ولتاژ تغذیه مناسب :

نکته مهمی که وجود داره ، اینه که ؛ در ولتاژهای رگوله نشده که ثبات ولتاژ ، وجود نداره و تغییرات ولتاژ تغذیه گاهی به بالای 30 درصد هم میرسه باید فکری بکنیم تا تغییرات ولتاژ تغذیه باعث نشه که جریان کشی LED ها دچار تغییرات بشه و نورشون بعضی ساعات کم و گاهی زیاد باشه و حتی این تغییرات باعث سوختن اونا نشه!
برای تشریح بیشتر یه مثال میزنم ؛

فرض کنید از یه ترانس کاهنده برق شهر که ولتاژش رو DC کردیم و 12 ولت شده داریم استفاده میکنیم و 6 تا LED رو با Vf=1.8v سری کردیم ؛ برای بدست آوردن مقدار اهم مقاومت ، اول ولتاژ روش رو بدست میاریم :

$$\text{ولتاژ روی مقاومت} = \text{ولتاژ تغذیه} - \left(\text{تعداد LED} \times V_f\right)$$

با این حساب میشه :

$$V_R = 12 - \left(6 \times 1.8\right) = 12 - 10.8 = 1.2$$

ولتاژ مقاومت 1.2 ولت شد ؛ حالا ولتاژ مقاومت رو که داریم ؛ جریان هم همون 10 میلی آمپره ، پس مقدار مقاومت ، با فرمول اهم ، بدست میاد :

$$R = \frac{V}{I}$$

$$10mA = \frac{10}{1000}A$$

$$1.2v$$

$$?\Omega$$

$$\xrightarrow{R=\frac{V}{I}} R = \frac{\frac{1.2}{1}}{\frac{10}{1000}} = \frac{1200}{10} = 120\Omega$$

پس مقاومت مورد نیاز 120 اهم شد !

خب این شد مدارمون :

حالا فرض کنید با تغییرات ولتاژ برق شهر ، خروجی ترانس ما که 12 ولت بود بشه 13 ؛ چی میشه؟!

محاسبات رو برای 13 ولت انجام میدیم ؛

$$\text{ولتاژ روی مقاومت} = \text{ولتاژ تغذیه} - \left(\text{تعداد LED} \times V_f\right)$$

$$V_R = 13 - \left(6 \times 1.8\right) = 13 - 10.8 = 2.2$$

پس ولتاژ روی مقاومت یک ولت اضافه شده ؛

اینجا نمیخوایم مقدار مقاومت رو تغییر بدیم و در اصل مقاومت ما قبلاً حساب شده ، میخوایم بدونیم که با اضافه شدن یک ولت به تغذیه ، جریان مدارمون چه تغییری میکنه ؟

همونطور که میدونید قطعات سری شده در یک مدار جریانشون یکیه ، پس اگه ما جریان مقاومت رو بدست بیاریم یعنی همون جریان LED ها رو بدست آوردیم !

پس دوباره سراغ قانون اهم میریم ؛

$$I = \frac{V}{R}$$

$$\begin{cases} V = 2.2v \\ R = 120\Omega \xrightarrow{I=\frac{V}{R}} I = \dfrac{2.2}{120} \simeq 0.018A = 18mA \\ I = ?A \end{cases}$$

میبینید که با یه ولت تغییر ، جریان 10 میلی آمپر ما که این همه زحمت کشیدیم و براش محاسبه انجام دادیم نزدیک به دو برابر شد حالا فرض کنید دو ولت به تغذیه اضافه بشه ؛ چی میشه؟!!!

برای حل این مشکل ؛ راه حلی وجود داره و اون اینه که همیشه در استفاده از تغذیه های رگوله نشده شرط زیر برقرار باشه :

$$\text{ولتاژ تغذیه} \times \frac{2}{3} \leq \left(\text{ولتاژ هر LED} \times \text{تعداد LED}\right)$$

حالا معنیش چیه ؟! این شرط میگه : ولتاژی که روی مجموع LED های سری میفته ، باید حداکثر دو -سوم ولتاژ تغذیه باشه و از اون بیشتر نباشه تا با تغییرات ولتاژ تغذیه صدمه ای به LED ها وارد نشه!

البته اگه تغذیه ما رگوله شده هم باشه باید حتما مقدار دقیق Vf رو بدونیم و همچنین تغییرات Vf در نوسانات دما رو هم در نظر بگیریم ؛ برای همین بهتره در تغذیه رگوله شده هم ، حداقل یک پنجم ولتاژ تغذیه روی مقاومت سری بیفته! و توی فرمولی که مطرح شد به جای دو سوم ، شش پنجم قرار بدید!

راه اندازی تعداد زیاد LED :

برای کسایی که تو کار ساخت تابلو LEDی ثابت هستن ، گاهی مسئله ، روشن کردن چند صد LED یا حتی چند هزار تاست که باید همه با هم روشن بشن و تغذیه شون یکی باشه !

برای این کار ، ترکیبی از مدارهای سری و موازی باید ساخت تا با منبع تغذیه مناسب ، تمام LED ها ، با نور یکسان ، روشن بشن و کار تابلوی LED با دوام باشه و مشتری تا سالها ، ازش استفاده کنه ، بدون کم شدن نور یا سوختن حتی یه LED!

این محاسبات بستگی به خلاقیت شخص داره و اینکه چه منبع تغذیه ای رو برای یک تعداد مشخص LED انتخاب میکنه !

معمولا افراد سراغ تغذیه های کم میرن که در این صورت باید ترانسهای با جریان بالا هم تهیه کنن

و به دلیل زیاد شدن تعداد مقاومتهای محدود کننده توی شاخه های سری یه مقدار کارشون شلوغ میشه!

حالا یه مثال میزنیم :

میخوایم 100 تا LED با Vf =1.8v رو روی یه تابلو سوار کنیم ، با ولتاژ تغذیه رگوله نشده ؛ چه کنیم؟!

100 تا LED میتونه 10 تا شاخه سری شده‌ی 10 تایی باشه ، پس ولتاژ تغذیه برای یه شاخه سری ده تایی رو بدست میاریم :

ولتاژی که روی مجموع LED ها میفته رو دو - سوم ولتاژ تغذیه قرار میدیم که داریم :

$$\left(\text{تعداد LED} \times \text{ولتاژ هر LED}\right) = \frac{2}{3} \times \text{ولتاژ تغذیه}$$

بنابراین :

$$\text{ولتاژ تغذیه} = \frac{\left(\text{تعداد LED} \times \text{ولتاژ هر LED}\right)}{\frac{2}{3}}$$

با این حساب ولتاژ تغذیه میشه :

$$\text{ولتاژ تغذیه} = \frac{\frac{10\times1.8}{1}}{\frac{2}{3}} = \frac{3\times10\times1.8}{2} = 27$$

پس حداقل ولتاژی که میتونیم برای تغذیه در نظر بگیریم 27 ولته ؛ میتونیم 27 ولت رو به عنوان تغذیه انتخاب کنیم یا رندش کنیم و 30 ولت رو تغذیه بگیریم !

خب این شد ولتاژ ترانسی که لازم داریم (البته بعد از DC شدن). جریانی که ترانسمون باید بده چیه؟

خب ما 10 تا شاخه داریم که هر کدوم 10 میلی آمپر میخوان ؛ پس میشه 100 میلی آمپر !

پس ترانس ما باید حداقل 100 میلی آمپر بتونه بده ! با این حساب باید ترانس 30 ولت 100 میلی آمپر باشه .

حالا اینجا تغذیه رو مشخص کردیم و شاخه سری ما هم 10 تاییه ؛ Vf هم که 1.8 ولته و جریان هم 10 میلی آمپر در نظر گرفتیم ، پس :

$$\text{ولتاژ روی مقاومت} = \text{ولتاژ تغذیه} - \left(\text{تعداد LED} \times V_f\right)$$

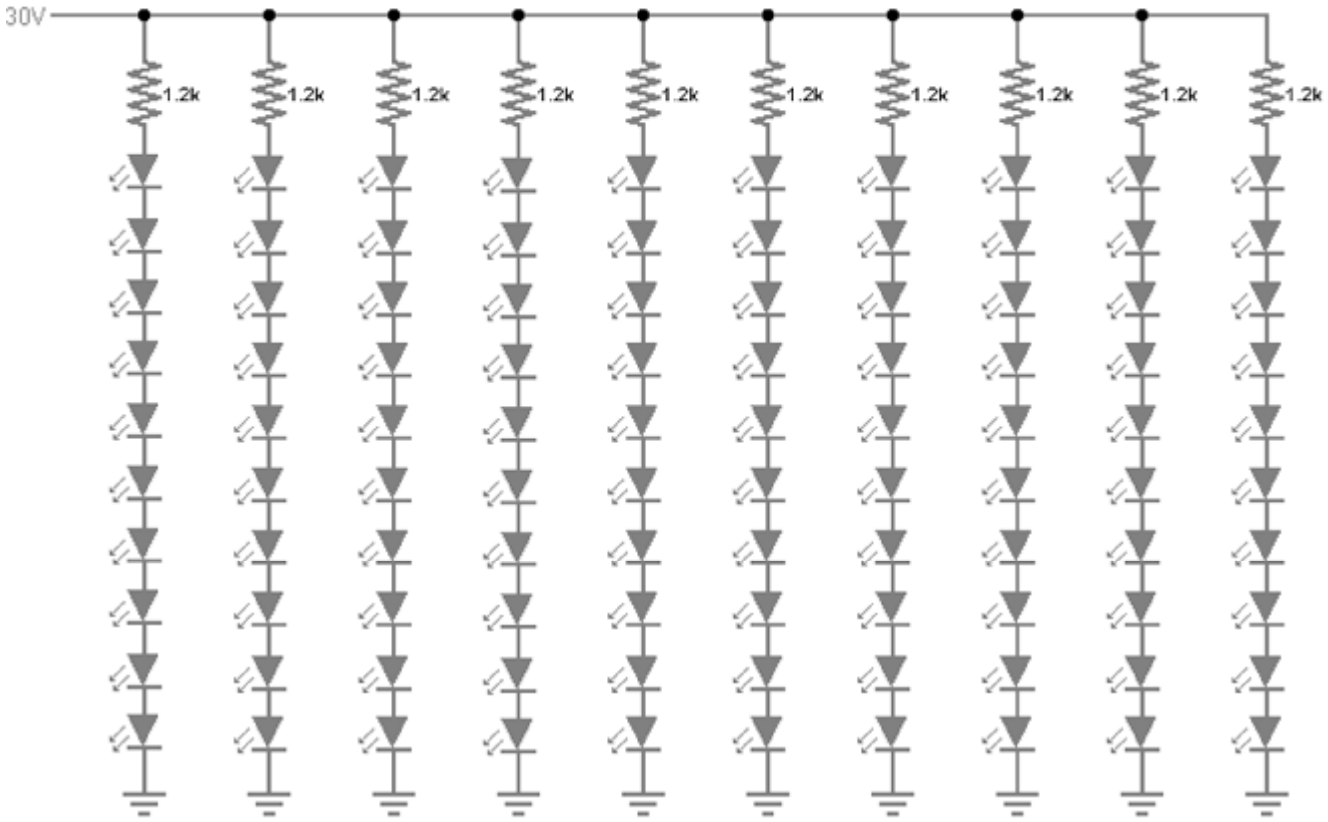
$$V_R = 30 - \left(10 \times 1.8\right) = 12v$$

پس داریم :

$$\frac{0}{00} A$$

$$\xrightarrow{R=\frac{V}{I}} R = \frac{\frac{12}{1}}{\frac{10}{1000}} = \frac{12000}{10} = 1200\Omega = 1.2K\Omega$$

پس مقاومت لازم برای هر شاخه 10 تایی ، 1.2 کیلو اهم میشه! تمام ده شاخه هم در آخر با هم موازی میشه اینجوری :



توی این مواقع که ولتاژ روی مقاومت بالاست باید به مقدار واتی که مقاومت میتونه تحمل کنه هم توجه کنیم ؛ در الکترونیک ، ما یه وات اسمی داریم و یه وات مصرفی ؛ وات اسمی همون واتی هست که روی قطعات میزنن مثلاً شما میری میگی آقا یه مقاومت فلان اهم 5 وات بده !!!

این 5 وات ؛ توان اسمی مقاومته! حالا وات مصرفی چیه ؟!

وات مصرفی ، ولتاژ روی مقاومت ضربدر جریانی که ازش میگذره هست و اگه از توان اسمی مقاومت بیشتر بشه ؛ مقاومت میسوزه و به فنا میره!

حالا با این تفاسیر واتی که روی مقاومت 1.2 کیلو ، تلف میشه چیه؟

$$= \frac{10}{1000} A$$

$$\xrightarrow{P=V\times I} P = 12 \times \frac{10}{1000} = \frac{120}{1000} = 120mW$$

خب اینجا خیلی زیاد نشد ؛ 120 میلی وات شد! همون مقاومتهای یک چهارم (250میلی وات) براش خوبه!

حالا یه روش دیگه ؛ مثلاً من یه ترانس 12 ولت دارم ؛ میخوام تغذیه رو از اون بگیرم چند تا چند تا سری کنم ؟!

اینم کاری نداره ؛ فرمول رو که داریم ؛

$$\left(\text{تعداد LED} \times \text{ولتاژ هر LED}\right) = \frac{2}{3} \times \text{ولتاژ تغذیه}$$

"تعداد LED" مجهول ما شده ؛ پس فرمول ، این شکلی میشه ...

$$\text{تعداد LED} = \frac{2 \times \text{ولتاژ تغذیه}}{3 \times \text{ولتاژ هر LED}}$$

با این حساب :

$$\text{تعداد LED} = \frac{2\times12}{3\times1.8} = \frac{24}{5.4} \simeq 4.4$$

خب 4.4 LED که نداریم پس یعنی 4 تا توی یه شاخه باید سری کنیم !

100 که تعداد کل LED بود تقسیم بر 4 میشه 25 ؛ یعنی 25 تا شاخه سری شده‌ی چهار تایی باید ببندیم!

همینجا کل جریان مورد نیاز رو میشه بدست آورد ؛ اگه برای هر شاخه طبق معمول 10 میلی آمپر در نظر بگیریم ؛ 25 تا 10 میلی آمپر میشه 250 میلی آمپر ! که حداقل جریانیه که باید ترانس بتونه به ما بده!

خب حالا برای یه شاخه 4 تایی محاسبات رو شرو ع کنید! (اول ولتاژ روی مقاومت ، به این زودی یادت رفت؟)

خب حالا اینا یه روش برای راه اندازی 100 تا LED ؛ روش دیگه چیه؟!

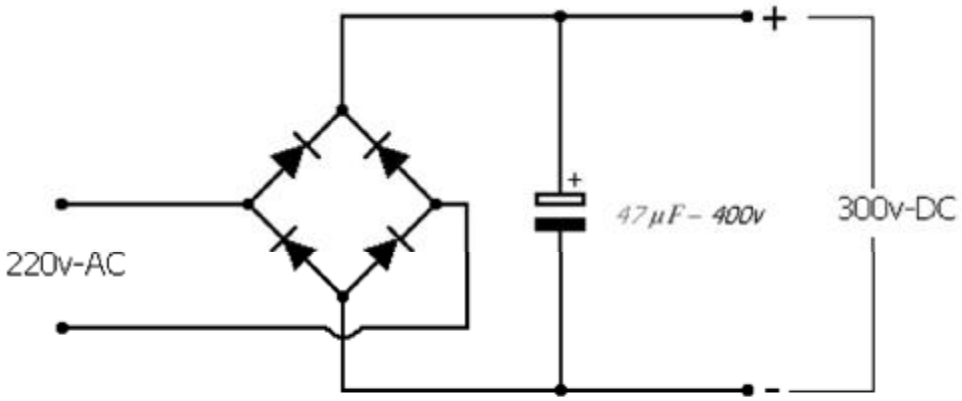
روش دیگه اینه که کمپلت همه رو سری کنیم ؛ ببینیم چه تغذیه ای میخواد؟!

$$\text{ولتاژ تغذیه} = \frac{\left(\text{تعداد LED} \times \text{ولتاژ هر LED}\right)}{\frac{2}{3}}$$

$$\text{ولتاژ تغذیه} = \frac{\frac{(100\times1.8)}{1}}{\frac{2}{3}} = \frac{3\times100\times1.8}{2} = 270$$

ولتاژ مورد نیاز برای سری کردن 100 تا LED میشه 270 ولت!!!

خب اگه ولتاژ 220 ولت برق شهر رو DC کنیم خروجی حدود 300 ولت داریم ؛



دیود ها همه 1N4007

اول ولتاژی که با تغذیه 300 ولت روی مقاومت میفته رو حساب کنیم ...

ولتاژ روی مقاومت = ولتاژ تغذیه − (تعداد LED × V_f)

$$V_R = 300 - (100 \times 1.8) = 300 - 180 = 120v$$

خب پس :

$$\frac{10}{000}A \xrightarrow{R=\frac{V}{I}} R = \frac{\frac{120}{1}}{\frac{10}{1000}} = \frac{120000}{10} = 12000 = 12\,K\Omega$$

پس مقاومت 12 کیلو خواهد بود ؛ اینجا که دیگه ولتاژ روی مقاومت 120 ولته ، حتما باید واتی که روش ، تلف میشه زیاد باشه ؛ ببینیم چقدر میشه؟!...

$$\frac{10}{1000}A$$

$$\xrightarrow{P=V\times I} P=120\times\frac{10}{1000}=\frac{1200}{1000}=\frac{12}{10}=1.2W$$

1.2 وات شد ؛ با در نظر گرفتن تغییرات ولتاژ برق شهر ، باید وات اسمی مقاومت رو بیشتر بگیریم ؛ 2 یا سه وات باشه خوبه !

پس سری کردن چند هزار تا LED هم امکانش هست ؟!!!

نه دیگه ؛ اینجوری با ولتاژ خیلی بالا سرو کار پیدا میکنیم که هم کنترلش سخته و هم خطرش خیلی خیلی زیاده ؛ بهتره آخرین ولتاژی که باهاش کار میکنید همین برق شهر باشه !

البته خیلیا از برق شهر هم ، دوری میکنن و کارشون هم درسته ؛ ولی یه راهی هست که توش احتمال برق گرفتگی خیلی کم میشه و اون استفاده از ترانسفورماتور 220 به 220 هستش ؛ یعنی به ورودی ترانس ، برق شهر رو میدیم و توی خروجی هم ، همون v-AC220 رو خواهیم داشت ؛ خب چه فرقی میکنه؟!

فرقش اینه که ؛ اگه از برق شهر مستقیماً استفاده کنیم ، با دست زدن به هر جای مدار ، ممکنه برق گرفتگی ایجاد بشه و خطرناکه ، ولی اگه برق خروجی ترانس باشه ؛ تا فرد دو سیم خروجی رو لمس نکنه جریان الکتریکی از بدنش عبور نمیکنه و برق گرفتگی‌ای در کار نخواهد بود!

خب دلیلش چیه؟!

دلیلش اینه که ؛ برق شهر یه نول داره و یه فاز ؛ و چون نول ، با زمینی که ما روش هستیم مشترکه ؛ به محض دست زدن ما به فاز ، جریان الکتریکی بین دستی که به فازه و پای ما که به نول وصله ، حرکت می‌کنه و برق میگردمون!

ولی توی خروجی ترانس ، هیچ اشتراکی با زمین وجود نداره و اگه به هر یک از خروجی ها ، به صورت مجزا ، دست بزنید هیچ برق گرفتگی‌ای ایجاد نمیشه! ولی اگه هر دو رو ، همزمان ، توی دست بگیریم ، اونوقته که جریان بین دو تا سیم عبور میکنه و برق گرفتگی پدیدار میشه!

راه اندازی LED پاور :

توی بازار LED های قدرت مشهور به LED پاور گاهی تا چند آمپر هم مصرف میکنن و برای راه اندازیشون نمیتونیم به محدود کننده ساده‌ی جریان ، یعنی مقاومت ، اکتفا کنیم ؛ چون جریانهای بالایی رو نیاز دارن و اگه مقاومت یا حتی منابع جریان ترانزیستوری هم به کار ببریم تلف قدرت زیادی خواهیم داشت ؛ پس اینا رو با چی راه میندازن ؟!!!

بهترین تغذیه برای LED های پاور ، منابع تغذیه سوییچینگ هست .