



مهندسی مدار الکترونیکی

راهنمای مبتدیان برای مدارهای الکترونیکی، نیمه رسانا ها، بردهای مدار و الکترونیک پایه

Solis Tech

مترجم:

مهندس علی پولادی

فهرست مطالب

۷	۱- اولین چیزها: مقدمه ای بر مهندسی مدار.....
۹	مقدمه
۹	مدار چیست؟.....
۱۰	مدار و انواع آن.....
۱۱	رسانا ها، عایق ها و نیمه رسانا ها.....
۱۲	تجزیه اجزاء یک مدار.....
۱۲	نقش جریان، مقاومت و ولتاژ.....
۱۲	سیستم های AC/DC کدام سیستم در آن قرار دارد؟.....
۱۳	ترانسفورماتور چیست؟.....
۱۵	۲- تشریح یک مدار.....
۱۷	مقدمه
۱۷	سخنی درباره ی هر جزء مجزا: قطعات یک مدار.....
۱۸	دسته بندی مدارها: به کدام دسته تعلق دارید؟.....
۱۹	اندوکتانس کجا وارد وصف می شود؟.....
۲۰	چه چیزی یک مدار مجتمع IC را می سازد؟.....
۲۱	۳- مقاومت بیهوده نیست!.....
۲۳	مقدمه
۲۳	مقاومت چیست؟.....
۲۴	مدار مقاومتی ۱۰۱.....
۲۴	جنگ میان انواع مقاومت
۲۵	مقاومت در مقابل رسانایی.....
۲۵	نیاز به محاسبات (چهار روش).....
۲۵	در مورد مقاومت صفحه چطور؟.....
۲۶	نقش امیدانس و هدایت.....
۲۷	۴- زمان اندازه گیری جریان الکتریکی در یک مدار فرا رسیده.....
۲۹	مقدمه
۲۹	واحدهای استاندارد.....
۳۰	جایگزین های رایج.....
۳۰	واحدهای نیرو.....
۳۱	۵- انتقال توان در حداکثر.....
۳۳	مقدمه
۳۳	حداکثر انتقال نیرو.....
۳۴	قضیه تونن.....
۳۵	تبدیل ستاره-دلتا.....
۳۶	نظریه عناصر اضافی.....
۳۷	ساده سازی منبع.....
۳۷	روش روزن استارک در کجا مناسب است؟.....
۳۹	۶- قوانین، قوانین و قوانین دیگر.....
۴۱	مقدمه
۴۱	اجرای قوانین کیرشهف.....
۴۲	آیا مایکل فارادی می داند که به چه چیزی می پردازد؟.....
۴۳	قانون اهم و رسانایی.....

فهرست مطالب

۴۴	استدلال قضیه نورتون.....
۴۵	قانون کولمب.....
۴۷	۷- درک الکترومغناطیس.....
۴۹	مقدمه.....
۴۹	مقدمه ای بر مفهوم پشت الکترومغناطیس.....
۵۰	گاوس کیست؟.....
۵۱	فرمول های اصلی در الکترومغناطیس.....
۵۲	الکتروپنایمیک و الکتروپنایمیک کوانتومی.....
۵۳	۸- بیایید در مورد بُوردهای مدار صحبت کنیم.....
۵۵	مقدمه.....
۵۵	بُوردهای مدار چاپی ۱۰۱.....
۵۶	آزمایش های بُورد مدار.....
۵۶	بیایید نمونه سازی را بیاموزیم.....
۵۶	هنر بُردبُردی.....
۵۷	مهارت های ضروری در مدارها.....
۵۸	رازهای کاری.....
۵۹	۹- ایمنی کافی.....
۶۱	مقدمه.....
۶۱	فقدان دوره های ایمنی برق.....
۶۲	اهمیت درس های مداری عملی.....
۶۲	قانون ۲۰-۸۰ ایمنی مدار.....
۶۲	دغدغه های عیب یابی.....
۶۵	۱۰- این یک مولتی متر برای شماست!.....
۶۷	مقدمه.....
۶۷	مولتی متر چیست؟.....
۶۸	مولتی متر در کارها.....
۶۸	وضوح، دقت و امپدانس ورودی.....
۶۹	دغدغه های ایمنی.....
۷۱	۱۱- مدار پروژه های ساده.....
۷۳	اتصال مقدمه.....
۷۳	ابزارهای رایج در مدار.....
۷۴	پروژه های مدار مبتدی.....
۷۵	پروژه شماره ۱ - تحلیلگر الکتریسیته ساکن.....
۷۶	پروژه شماره ۲ - چراغ ال ای دی تاریک.....
۷۸	پروژه شماره ۳ - شبیه ساز صدای تیک تاک.....
۷۹	پروژه شماره ۴ - تستر ریموت کنترل.....
۸۱	پروژه شماره ۵ - آزمایش بل.....
۸۲	پروژه شماره ۶ - ال ای دی محو شونده.....
۸۴	پروژه شماره ۷ - ال ای دی با نور فعال.....
۸۷	۱۲- چیدمان و نمودارهای شماتیک برد مدار چاپی (PCB).....
۸۹	مقدمه.....
۸۹	طراحی مدار ۱۰۱.....

فهرست مطالب

۹۰	.....	فرآیند طراحی
۹۲	.....	نمادهای مدار
۹۵	.....	مستندسازی، تأیید و آزمایش
۹۷	.....	۱۲- یک راه از طریق EDA
۹۹	.....	مقدمه
۹۹	.....	EDA چیست؟
۱۰۰	.....	جریان های طراحی
۱۰۰	.....	بهینه سازی سطح مدار
۱۰۱	.....	تفسیر، تحلیل و تأیید
۱۰۳	.....	۱۴- در جهت مخالف: مهندسی معکوس
۱۰۵	.....	مقدمه
۱۰۵	.....	مقدمه ای بر مهندسی معکوس
۱۰۵	.....	دلایل مهندسی معکوس کردن
۱۰۶	.....	آیا مهندسی معکوس شبیه هک است؟
۱۰۷	.....	ساخت پروژه های مهندسی معکوس
۱۰۷	.....	مهندسی معکوس و CAD
۱۰۸	.....	قانونی بودن صنعت
۱۰۹	.....	۱۵- هک کردن سیستم
۱۱۱	.....	مقدمه
۱۱۱	.....	درباره هک مداری
۱۱۲	.....	ابزار اصلی یک هکر: فناوری FIB
۱۱۴	.....	پروژه هک مداری
۱۱۷	.....	۱۶- مهندسی مدارهای پیشرفته: میکروکنترلرها و ربات ها
۱۱۹	.....	مقدمه
۱۱۹	.....	آینده یک مهندس مدار در رباتیک و مهندسی کامپیوتر
۱۲۰	.....	میکروکنترلر + برنامه نویسی میکروکنترلر
۱۲۲	.....	ربات + رباتیک
۱۲۳	.....	۱۷- نتیجه گیری
۱۲۵	.....	نتیجه گیری

فصل اول

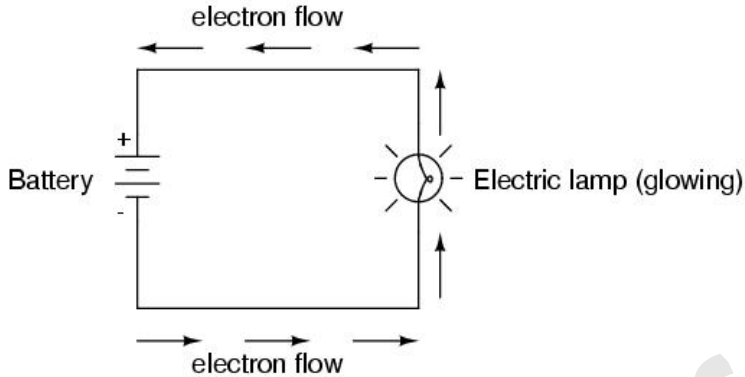
۱- اولین چیزها: مقدمه ای بر مهندسی مدار

مقدمه

در سال ۱۸۸۲، یک جنگ مداری بین دو مهندس برجسته الکتریک و دانشمند، توماس ادیسون (مخترع سیستم جریان مستقیم DC) و نیکولا تسلا (مخترع سیستم جریان متناوب AC) رخ داد. در حالی که توماس ادیسون اظهار داشت که یک روش کارآمد برای توزیع برق از طریق سیستم DC است، نیکولا تسلا استدلال کرد که اگرچه سیستم‌های DC کارآمد هستند، جریان متناوب گزینه کاربردی‌تر است. این مسئله با یک تضاد ساده ایده‌ها شروع شد، اما در نهایت به شکاف بزرگی منجر شد. هیچ یک از این دو حرفه‌ای تسلیم نشدند؛ هر دوی آنها اصرار داشتند که سیستم خودشان "بهتر" است. در نهایت، نیکولا تسلا پیروز شود و شکوه و عظمت را به خانه برد. نمونه‌ای از این موضوع؟ یک شرکت معتبر بین‌المللی به نام وستینگ‌هاوس (*Westinghouse*) که به او بودجه اعطا کرد. اغلب منابع برق شهر نیویورک بر اساس ایده‌های این مهندس صربستانی بود؛ در آبشار نیاگارا در کانادا، یک نیروگاه برق ساخته شد. اگر علاقه‌مندید تا در مورد جنگ مداری خاص، سیستم‌های جریان مستقیم و متناوب و تمام بحث‌های حائز اهمیت در مورد مدارها اطلاعاتی بدست آورید، گذراندن دوره‌ای در مورد مدارهای الکترونیکی راه مناسبی است.

مدار چیست؟

مدار الکتریکی و مدار الکترونیکی هر دو به یک مسیر کامل برای جریان الکتریکی اشاره دارند که در یک نقطه شروع و به پایان می‌رسد. گذرگاهی است که به برق اجازه می‌دهد از یک مکان وارد شود، سپس از یک سری ایستگاه عبور کند و در نهایت بگذارد تا در همان مکان خارج شود. فهرست نمونه‌های پایه مدار شامل یک کلید چراغ (خاموش و روشن) و لامپ‌هایی است که با باتری کار می‌کنند.



شکل ۱: مداری که از یک طرح بنیادی پیروی می کند

یک مدار می تواند به خوبی عمل کند، در صورتی که طراحی آن به خوبی انجام شده باشد. بهتر است هدف ما ایجاد یک محصول ساده است؛ هر چه طراحی ساده تر و سراسر تر باشد، بهتر است. با یک مفهوم اساسی، حتی اگر سایر مهندسين مدار (سطح مبتدی) که آن را مورد بازرسی قرار می دهند، در درک جریان آن مشکلی نخواهند داشت. اگرچه ممکن است سیستم های پیچیده ای وجود داشته باشد، اما هدف پیچیده تر کردن توضیحات نیست. علاوه بر این، می توان گفت یک مدار را به عنوان یک فضایی با مسیری رسانا توصیف کرد که به الکترون ها اجازه حرکت آزاد می دهد. برای ساختن یک مدار با طراحی باشکوه، یک نکته این است که باید در مورد دسته بندی های مختلف مدارها یاد بگیرید. می توانید از این دانش برای تعیین نوع مناسب شبکه و نیاز به یک منبع خارجی یا داخلی استفاده کنید.

دو نوع دسته بندی در یک مدار وجود دارد:

(۱) **خطی یا غیرخطی:** مدار ممکن است بر پایه شبکه های خطی یا غیرخطی باشد؛ این شبکه ها از منابع مستقل یا وابسته و عناصر غیرفعال تشکیل شده اند.

(۲) **فعال یا غیرفعال:** مدار ممکن است بر پایه حضور (مدار فعال) یا عدم حضور (مدار غیرفعال) یک منبع باشد؛ منبع می تواند یک منبع تغذیه یا منبع ولتاژ باشد.

مدار و انواع آن

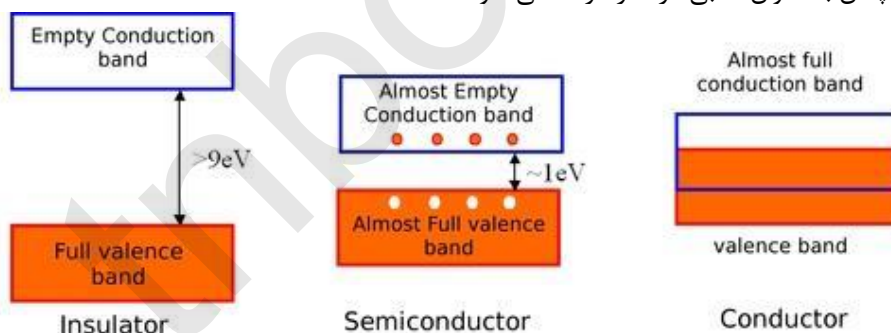
مدارها با یکدیگر متفاوت هستند. در واقع، یکی از اشتباهات رایج در مورد مدارهای الکتریکی و الکترونیکی، این است که هر دو یکی هستند، اما این اشتباه است. مدار الکتریکی می تواند بار ولتاژ متوسط تا بالا داشته باشد ولی مدار الکترونیکی معمولاً ولتاژ کمتری دارد. همچنین، همیشه باید از انواع مختلف مدارها آگاه باشید، به خصوص اگر قصد دارید مدار خودتان را بسازید. نوع مداری که ایجاد می کنید، باید توانایی برخورداری از بار مورد نظر خود را داشته باشد.

انواع مدار:

- **مدار بسته** : مداری است که کاملاً کاربردی است.
- **مدار باز** : مداری است که به دلیل خرابی یا مفقود شدن قطعه یا اتصال شل، دیگر نمی تواند کار کند.
- **اتصال کوتاه** : مداری است که بدون بار می آید.
- **مدار موازی** : مداری است که به مدارهای دیگر متصل می شود. مانند منبع تغذیه اصلی یا مدار اولیه در یک سری مدار است.
- **مدار سری** : مداری است که به مدارهای دیگر متصل می شود. همان مقدار برق به هر یک از مدارهای اجزای آن توزیع می شود. منبع تغذیه اصلی یا مدار اولیه نامشخص است.

رسانا ها، عایق ها و نیمه رسانا ها

رسانا ها، عایق ها و نیمه رسانا ها این واقعیت را نشان می دهند که خواص الکتریکی مدار به نوع مدار و همچنین به نوارهای رسانش آنها (یعنی توان الکتریکی مجاز آنها) بستگی دارد. به عنوان مثال، اگر منبع تغذیه خاصی تصمیم بگیرد که یک توان الکتریکی ۹ ولتی را در یک مدار بسته توزیع کند، خواص الکتریکی آن را می توان با استفاده از ۲ جزئیات ارزیابی کرد: (۱) مشخصه آن به صورت مدار بسته و (۲) توان الکتریکی ۹ ولت. علاوه بر این، رسانا ها، عایق ها و نیمه رسانا ها مفاهیم جدایی ناپذیر رسانایی یک جسم هستند. در حالی که رساناها و نیمه رسانا ها برای توصیف حامل های باردار گروه بندی می شوند، عایق ها علیرغم اینکه حاوی هیچ بار آزادی نیستند، همچنان به عنوان نسبی در نظر گرفته می شوند.



عایق ها می توانند هر شیء "بدون یون" باشند. رایج ترین نمونه های نیمه رسانا ها مس و آلومینیوم و برای هادی ها طلا و نقره هستند.

نوارهای رسانا :

- رسانا (*Conductor*) : یک نوار رسانایی است که به آن نوار تقریباً کامل می گویند
- عایق (*Insulator*) : نوار رسانایی است که از آن به عنوان نوار خالی یاد می شود
- نیمه رسانا (*Semiconductor*) : نوار رسانایی است که به آن نوار تقریباً خالی گفته می شود

تجزیه اجزاء یک مدار

یک مدار می تواند ساده یا پیچیده باشد و هم ساده باشد و هم پیچیده. اگر مدار مورد نظر یک مدار سری باشد، با گروهی از ۱۰ مدار مختلف که به آن متصل هستند یا مدار مذکور فقط یک مدار بسته اولیه با ۵ ایستگاه مختلف باشد، ردیابی آن می تواند نسبتاً گیج کننده باشد. با این حال، اگر مداری را تشریح کنید، ۳ جزء ثابت و یکپارچه را کشف خواهید کرد.

اجزای یکپارچه :

- (۱) بار : نشان دهنده مصرف برق و همچنین کاری است که در یک سیستم انجام می شود. بدون آن، به سختی نقطه ای برای داشتن مدار وجود دارد
- (۲) منبع تغذیه : جایی است که برق از آن می آید
- (۳) مسیر : چارچوب یک مدار است. از منبع تغذیه، بار را از طریق هر یک از شبکه ها دنبال می کند و در نهایت به منبع برق باز می گردد و از آن خارج می شود. از آن به عنوان مسیر رسانا نیز یاد می شود

نقش جریان، مقاومت و ولتاژ

جریان، مقاومت و ولتاژ ۳ بازنمایی اجزای مهم یک سیستم مدار هستند. آنها می توانند توضیح دهند که چگونه الکتروسیته وارد می شود، سپس از یک نقطه به نقطه دیگر حرکت می کند و در نهایت خارج می شود. خواه مسیر الکتروسیته نسبتاً ساده باشد، این بازنمودها ثابت می مانند. جدا از توصیف جریان الکتریکی، آنها می توانند به عنوان نشانه ای از خطاها (در مواردی که یک مدار کار نمی کند) عمل کنند.

۳ بازنمایی :

- جریان : نشان دهنده جریان الکتریکی است. به ویژه، تمرکز آن بر روی جریان الکترون ها است
- مقاومت : نمایش ماهیت یک جریان الکتریکی در حین حرکت در مدار است
- ولتاژ : نشان دهنده نیروی یا فشار الکتریکی. به طور کلی، منبع تغذیه از یک پریز برق یا یک باتری تامین می شود

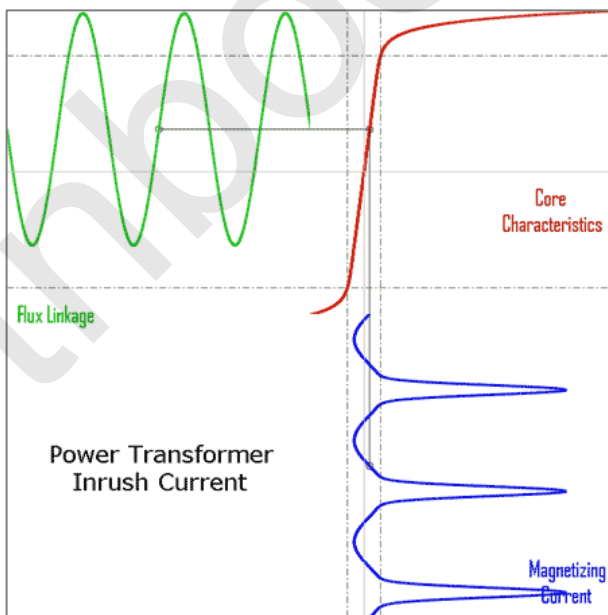
سیستم های AC/DC: کدام سیستم در آن قرار دارد؟

سیستم های AC و DC (یا سیستم های جریان متناوب و جریان مستقیم) اغلب به یکدیگر مرتبط هستند. هنگامی که سیستم AC ذکر می شود، سیستم DC نیز وجود دارد. برعکس، وقتی نوبت به سیستم DC می رسد که در کانون توجه قرار می گیرد، زمان زیادی نمی گذرد تا سیستم AC ذکر شود. این به این دلیل است که این سیستم ها مخالف یکدیگر هستند. برای درک بهتر یکی از آنها، توصیه می شود با دیگری نیز آشنا باشید. علاوه بر این، سیستم های AC و DC انواعی از جریان جریان مدار هستند. در یک سیستم AC، جریان جریان گهگاه جهت خود را تغییر می دهد. در همین حال، در یک سیستم DC، جریان، جریان یک جهت واحد را دنبال می کند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که یک سیستم AC به مدار آزادی می دهد تا جریان را در چندین جهت جریان دهد. در

حالی که این می تواند یک مزیت باشد، این اجازه نمی دهد جریان پیوسته ای که یک سیستم DC می تواند تعیین کند. بنابراین، باید از یک سیستم AC استفاده کنید یا یک سیستم DC؟ تصمیم گیری در مورد اینکه کدام سیستم کنونی به طراحی عملی تری که باید دنبال شود بستگی دارد. هدف داشتن مدار خود را در نظر بگیرید. اگر چیز بزرگی را ترجیح می دهید و قصد دارید چیزی بزرگ را تامین کنید، سیستم AC می تواند وارد عمل شود. از سوی دیگر، اگر با یک راه اندازی اولیه خوب هستید، می توانید از مفهوم سیستم DC به عنوان پایه استفاده کنید.

ترانسفورماتور چیست؟

ترانسفورماتور وسیله ای است که به عنوان دریچه ای برای انتقال انرژی در نقاط مدار یا مدار ۱ به مدار ۲ عمل می کند. در اغلب موارد، برای افزایش و کاهش ولتاژ در یک سیستم استفاده می شود. هنگامی که اولین ترانسفورماتور در اواسط دهه ۱۸۸۰ ساخته شد، مهندسان مدار دریافتند که ترانسفورماتور به طور قابل توجهی جریان الکتریکی را در مدار بهبود می بخشد و در نتیجه، مدار قدرتمندتری را به همراه دارد. این کشف راه را برای طراحی های مختلف ترانسفورماتور و همچنین اندازه های مختلف ترانسفورماتور باز کرد. یک اصل اولیه ترانسفورماتور نیاز آن به نفوذپذیری مغناطیسی بسیار بالا است. بنابراین، مداری که قادر به جذب توان باشد، البته بیشتر تمایل دارد که جریان الکتریکی به آن منتقل شود و برعکس، مداری با نفوذپذیری مغناطیسی کم احتمال کمتری برای استخراج برق از مدار دیگر دارد.



نفوذپذیری مغناطیسی به عنوان توانایی یک مدار برای نگه داشتن و پشتیبانی یک میدان مغناطیسی داخلی تعریف

می شود.

tnbook.ir

فصل دوم

۲- تشریح یک مدار

مقدمه

فرض کنید که یک لامپ در اتاق شما مدتی استفاده شده و در شب تصمیم گرفت که کار نکند. اگرچه این یک لامپ قدیمی است، شما هنوز باور دارید که باید بتواند به خوبی کار کند. شما مشکوک هستید که مشکل در تابلوی کلید است. به جای اینکه فقط اجازه دهید وضعیت همانطور که هست بماند و از آنجایی که به نحوه عملکرد آن علاقه مند هستید، تصمیم می‌گیرید قطعات آن را بررسی کنید. همانطور که سیستم داخلی آن را باز می‌کنید، می‌بینید که دو سیم به نوعی پنل متصل است. یک سیم قرمز و دیگری سیاه است. تا آنجا که دانش شما در مدارها به شما می‌گوید، دو سیمی که در دست شماست عبارتند از: (۱) سیم فاز یا سیمی که به کلید وصل شده است و (۲) سیم نول (خنثی) یا سیمی که بار را حمل می‌کند. همانطور که قانون جهانی در مهندسی مدار می‌گوید، قرمز رنگی است که سیم فاز را نشان می‌دهد، سیاه و سفید، از سوی دیگر، یک سیم خنثی است. برای اینکه بدانید چرا لامپ شما به غیر از مدت زمان کارکرد چرا تصمیم گرفته است که کار نکند، بررسی سیم قرمز شروع خوبی خواهد بود.

سخنی درباره‌ی هر جزء مجزا: قطعات یک مدار

یک مدار می‌تواند بدون مشکل کار کند اگر قطعات جداگانه آن همانطور که انتظار می‌رود در جریان کار مشارکت داشته باشند. به یاد دارید که سیستم از مجموعه‌ای از اجزاء ها تشکیل شده است؛ اگر یکی از این اجزاء به درستی عمل نکند، کل سیستم به درستی کار نخواهد کرد. بنابراین، اگر می‌خواهید بفهمید چرا سیستم کار نمی‌کند، باید هر یک از قسمت‌های آن را بررسی کنید. برای استفاده از یک ضرب المثل قدیمی (و کمی تغییر دادن آن)، مدار، در کل، برابر با اجزاء های تشکیل دهنده آن است.