

رساناها، نا رساناها و جريان الکترونی

نویسنده: Tony R. Kuphaldt

مترجم: یعقوب مؤمن عنبران

سال نشر: تابستان 84

تماس با مترجم:

IranMadar@gmail.com

Yaghob@gmail.com

متن کامل کتاب در آدرس زیر موجود است:

<http://ibiblio.org/obp/electricCircuits/DC/DC.pdf>

استفاده از این مطالب با ذکر منبع بلامانع است

بخش 2: رساناها، نارساناها و جریان الکترونی

الکترون ها در انواع مختلف اتم درجات آزادی متفاوتی برای حرکت در گرداگرد اتم دارند. در بعضی انواع مواد، مثل فلزات، الکترون های دورترین نقاط اتم به قدری ضعیف قرار گرفته اند که به طور نامنظم در فضای بین اتم های آن مواد تنها با تأثیر انرژی گرمایی دمای اتاق حرکت می کنند. چون این الکترون های واقعاً رها شده، آزادند که اتم های مربوط به خود را ترک و در نزدیکی فضای بین دو اتم مجاور معلق شوند، به این الکترون ها معمولاً *الکترون های آزاد*¹ گفته می شود.

در سایر انواع مواد مانند شیشه، الکترون های اتم آزادی خیلی کمی برای حرکت در گرداگرد اتم دارند. در صورتی که نیروهای بیرونی مثل مالش فیزیکی می تواند بعضی از این الکترون ها را مجبور کند تا اتم خود را ترک و به اتم های ماده دیگر بروند، آنها به آسانی بین اتم های مواد جابجا نمی شوند.

پویایی نسبی الکترون ها در داخل یک ماده به عنوان *رسانایی*² الکتریکی شناخته می شود. رسانایی بوسیله نوع اتم های یک ماده تعیین می شود (تعداد پروتون ها در هسته هر اتم، خواص شیمیایی آن را تعیین می کند) بدون شک اتم ها یکی پس از دیگری به هم پیوند داده شده اند. موادی که پویایی الکترونی زیادی (الکترون های آزاد زیاد) دارند *رسانا*³ گفته می شوند، و موادی که پویایی الکترونی کمی (الکترون آزاد کم و یا بدون الکترون آزاد) دارند *نارسانا*⁴ گفته می شوند.

چند مثال معمولی برای رساناها و نارساناها:

رساناها: نقره، طلا، آلومینیوم، آهن، فولاد، برنج، برنز، جیوه، گرافیت، آب کثیف، بتن
نارساناها: شیشه، لاستیک، نفت، آسفالت، پشم شیشه، ظروف چینی، سرامیک، الماس کوهی، نخ (خشک)، کاغذ (خشک)، چوب (خشک)، پلاستیک، هوا، الماس، آب خالص

1- free electrons

2- conductivity

3- conductors

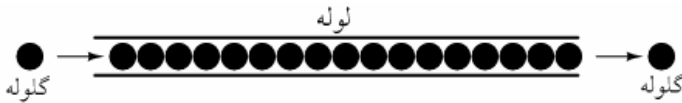
4- insulators

باید بدانید که همه مواد رسانا درجه رسانایی یکسان ندارند، و همه رساناها به طور مساوی مقاومت و پایداری برای حرکت الکترون ها ندارند. هدایت الکتریکی شبیه شفافیت برخی مواد در برابر نور است: موادی که به راحتی نور را «هدایت» می کنند «شفاف»، و موادی که و هدایت نمی کنند «ناشفاف» یا کدر گفته می شوند. اگرچه، همه مواد شفاف نور را هدایت نمی کنند. شیشه پنجره بهتر از بسیاری پلاستیک ها، و مطمئناً بهتر از پشم شیشه «شفاف» نور را هدایت می کنند. همچنین این مسئله در مورد هدایت الکتریکی (رسانایی) صدق می کند، و بعضی بهتر از بقیه این کار را انجام می دهند.

مثلاً، نقره بهترین رسانا در بین رساناهای ذکر شده است، که راه عبور روان تری نسبت به سایر مواد مذکور به الکترون ها ارائه می دهد. آب کثیف و بتن هم به عنوان رسانا ذکر شده اند، اما این مواد در واقع رسانایی ضعیفی نسبت به سایر فلزات دارند. اندازه فیزیکی هم بر رسانایی تأثیر زیادی دارد. مثلاً، اگر ما دو نوار باریک از یک رسانا برداریم - یکی نازک تر و دیگری کلفت تر با طول یکسان - ثابت خواهد شد که نوار کلفت رسانایی بهتری نسبت به نوار باریک دارد. اگر ما یک جفت نوار دیگر برداریم - این بار هر دو با ضخامت یکسان اما یکی کوتاه تر از دیگری - نوار کوتاه تر راه عبور راحت تری نسبت به نوار بلند ارائه می دهد. این شبیه هدایت آب در لوله است: لوله کلفت راه عبور راحت تری نسبت به لوله باریک ارائه می دهد، و یک لوله کوتاه برای عبور آب راحت تر از یک لوله بلند است، سایر اندازه ها هم به همین صورت است. و همچنین باید بدانید که در شرایط مختلف خواص الکتریکی بعضی مواد تغییر می کند. مثلاً، شیشه در دمای اتاق یک عایق خیلی خوب است، اما وقتی در دمای خیلی زیاد برافروخته شود رسانا می شود. گازها مانند هوا به طور عادی عایق اند، که همچنین اگر تا دمای خیلی زیاد گرم شوند رسانا می شوند. رسانایی بیشتر فلزات با گرم کردن ضعیف تر، و با سرد کردن بهتر می شود. بیشتر مواد رسانا در دماهای خیلی پایین کاملاً رسانا (ابر رسانا¹) می شوند.

وقتی که حرکت معمولی الکترون های «آزاد» در یک رسانا نامنظم، بدون جهت یا سرعت خاص است، الکترون ها می توانند وادار شوند تا در یک شکل هماهنگ از طریق یک ماده رسانا جابجا شوند. این حرکت یکنواخت الکترون ها همان چیزی است که ما آن را الکتریسیته¹ یا جریان الکتریکی² می گوییم. به عبارت دیگر، در مقایسه با الکتریسیته ساکن می توان آن را الکتریسیته پویا³ نامید، چون الکتریسیته ساکن انباشت بار الکتریکی بی حرکت است. همچون هدایت آب بوسیله یک لوله خالی، الکترون ها می توانند در داخل فضای خالی داخل و بین اتم های رسانا جابجا شوند. ممکن است رسانا در مقابل چشمان ما ثابت بماند، اما از یاد نبرید که هر ماده شامل اتم هایی است که بیشتر فضای خالی اند! مقایسه جریان آب خیلی مناسب حرکت الکترون ها در یک رسانا است که غالباً به عنوان «جریان» از آن نام برده می شود.

یک ملاحظه قابل توجه ممکن است در اینجا پیش آید. با توجه به اینکه هر الکترون به طور یکنواخت از داخل یک رسانا عبور می کند، الکترون، الکترون جلویی خود را هل می دهد، به طوری که الکترون ها مثل یک گروه باهم جابجا می شوند. شروع و پایان جریان الکترونی در طول مسیر رسانا از یک سر رسانا تا سر دیگر واقعاً آنی و لحظه ای است، ولو اینکه شاید حرکت هر الکترون خیلی آهسته باشد. تقریباً شبیه لوله ای که سرتاسر آن با گلوله پر شده است:



لوله پر از گلوله است، مانند رسانایی که پر از الکترون های آزاد است که با یک اثر بیرونی جابجا می شوند. اگر یک گلوله تنها ناگهان در سمت چپ این لوله پر قرار داده شود، گلوله دیگری به سرعت سعی می کند از سمت راست لوله خارج شود. به هر حال هر گلوله فقط یک مسیر کوتاه را طی کرده است، انتقال حرکت در داخل لوله از طرف چپ به طرف راست واقعاً در یک آن انجام می شود، اهمیتی ندارد که لوله چقدر بلند

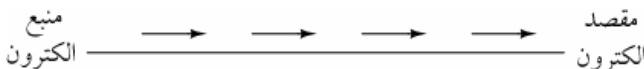
-
- 1- electricity
 - 2- electric current
 - 3- dynamic

است. بوسیله الکتریسیته، اثر کلی از یک نقطه تا نقطه دیگر رسانا با سرعت نور اتفاق می افتد: با سرعت 186,000 مایل بر ثانیه (300,000 کیلومتر بر ثانیه)! با وجود اینکه هر الکترون، با سرعت بسیار کمتری در داخل رسانا حرکت می کند.

اگر ما بخواهیم الکترون ها در یک جهت معین به یک مکان جاری شوند، باید یک مسیر مناسب برای حرکت آن ها تهیه کنیم. مانند لوله کش باید لوله کشی کنیم تا آب را در مسیری که می خواهیم، جریان دهیم. برای انجام این کار، سیم ها^۱ از فلزات بسیار رسانا مانند مس یا آلومینیوم در اندازه های بسیار متنوعی ساخته شده اند.

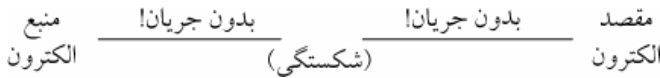
به یاد داشته باشید فقط زمانی که الکترون ها در فضای بین اتم های مواد فرصت جابجایی داشته باشند، می توانند جریان یابند. یعنی اینکه فقط زمانی جریان الکتریسیته می تواند وجود داشته باشد که مسیر پیوسته ای از مواد رسانا گذرگاهی را برای الکترون ها فراهم کند تا بواسطه آن حرکت کنند. در مثال گلوله ها، گلوله ها تنها در صورتی که سمت راست لوله برای جریان به سمت بیرون باز باشد می توانند از سمت چپ لوله (و در نتیجه بوسیله لوله) جریان یابند. اگر لوله در سمت راست بسته شده باشد، گلوله ها فقط در داخل لوله جمع خواهند شد، و «جریان» گلوله ها اتفاق نخواهد افتاد. همین وضعیت برای جریان الکتریکی اتفاق می افتد: جریان پیوسته الکترون ها به مسیر پیوسته ای نیاز دارد تا الکترون ها اجازه حرکت داشته باشند. اجازه دهید به تصویر نگاه کنیم تا با مثال توضیح دهیم چگونه این کار انجام می شود.

یک خط یک پارچه بزرگ (مانند تصویر) نماد قراردادی برای سیم پیوسته است. وقتی که سیم از یک ماده رسانا مانند مس ساخته شده، اتم های تشکیل دهنده آن الکترون های آزاد زیادی دارند که به راحتی می توانند بوسیله سیم عبور کنند. به هر حال، جریان پیوسته یا یکنواخت الکترون ها داخل سیم نخواهد بود مگر آنها جایی برای آمدن و جایی برای رفتن داشته باشند. اجازه دهید یک «منبع» و «مقصد» فرضی الکترون در نظر بگیریم:

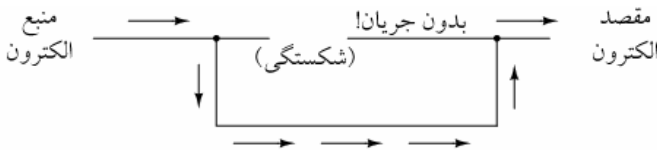


1- wires

حالا، بوسیله منبع الکترون در سمت چپ الکترون های جدید را به درون سیم هل می دهیم، جریان الکترونی درون سیم می تواند اتفاق بیفتد (همانطور که توسط پیکان از چپ به راست نشان داده شده است). به هر حال، اگر مسیر رسانا که توسط سیم شکل گرفته است قطع شود جریان فاصله دار خواهد شد:



وقتی هوا یک ماده نارسا است، و یک شکاف هوایی دو قطعه سیم را از هم مجزا می کند، مسیری که قبلاً پیوسته بود حالا شکسته است، و الکترون ها نمی توانند از منبع به مقصد جریان یابند. مثل این است که لوله آب را به دو قسمت ببریم و سر باز لوله را درپوش بگذاریم؛ اگر راه خروجی به بیرون از لوله وجود نداشته باشد آب نمی تواند جریان یابد. در اصطلاح الکترونیک، وقتی که سیم یک تکه بود ما وضعیت اتصال الکتریکی را داشتیم، و حالا این اتصال توسط برش سیم شکسته و جدا شده است. اگر ما تکه سیم دیگری متصل به مقصد برداریم و به سیم متصل به منبع اتصال بدهیم، ما دوباره مسیر پیوسته ای برای جریان الکترون ها داریم. دو نقطه ای که در تصویر مشاهده می شود نمایان گر اتصال فیزیکی (فلز به فلز) بین قطعات سیم است:



حالا ما یک اتصال توسط انشعاب جدید از منبع، به پایین، به راست، و بالا به سوی مقصد داریم. مثل اینکه یک انشعاب سه راهی برای لوله درپوش دار گذاشته ایم و آب را بوسیله مقطع جدید لوله به مقصد هدایت کرده ایم. لطفاً توجه کنید که هیچ جریانی از الکترون ها در قسمت جدا شده سیم در سمت راست وجود ندارد، چون در حال حاضر این قسمت عضو مسیر کامل مبدأ به مقصد نیست.

جالب است بدانید که هیچ «سایشی» به خاطر این جریان الکتریکی داخل سیم اتفاق نمی افتد، برخلاف لوله های انتقال آب که سرانجام بر اثر جریان های طولانی ساییده و پوسیده می شوند. حرکت الکترون ها باعث مواجه شدن با مقدار کمی اصطکاک می شود، این اصطکاک می تواند در یک رسانا تولید گرما کند. در مورد این مبحث در آینده با جزئیات بیشتر کاوش خواهیم کرد.

مرور بخش:

- در مواد رسانا، الکترون های بیرونی در هر اتم به آسانی می توانند بیایند یا بروند، که به آنها الکترون آزاد گفته می شود.
- در مواد نارسانا، الکترون های بیرونی برای جابجا شدن زیاد آزاد نیستند.
- همه فلزات رسانای الکتریسیته هستند.
- الکتریسیته پویا یا جریان الکتریکی نوعی از حرکت الکترون ها داخل رسانا است. الکتریسیته ساکن تراکم بی حرکت بار الکتریکی است که به خاطر مازاد یا کمبود الکترون ها در یک شیء شکل گرفته است.
- برای جریان پیوسته الکترون ها (به طور نامحدود) در داخل یک رسانا، باید یک مسیر کامل و بدون شکستگی برای حرکت الکترون ها در داخل و خارج آن رسانا وجود داشته باشد.