تکنولوژی دستگاههای الکتریکی خودرو و تهویه مطبوع

مهندس کیومرث قلی پور چناری

فهرست

۱- مبانی برق

محاسبات ولتاژ مقاومت و جریان

کار و توان الکتریکی

مدارهای سری و موازی و خصوصیات آنها

۲- باتریها

ساختمان و اجزای تشکیل دهنده باتری ها

اساس کار باتری های سرب-اسیدی

تشخیص قطبین باتری توسط ولت متر

طریقه شارژ کردن باتری بوسیله دستگاه شارژ

۳- دینام و الترناتور

اصول تولید جریان الکتریسیته

اجزای دینام و انواع تقسیمات آن

آفتامات یا رگولاتور

آلترناتور و مقایسه با دینام معمولی

طرز کار دیودها و آزمایشات آنها

۴- استارت

اساس کار موتور الکتریکی

تشریح اجزای استارت

اتوماتیک استارت و عملکرد آن

آزمایشات تشخیص سالم بودن قطعات استارت

۵- مدارات خودرویی

مدارهای استفاده شده در خودرو

رله ها

۶- سیستم تهویه مطبوع خودرو

رله ها

بخش الکتریکی و مکانیکی

تشریح اجزای تشکیل دهنده

مقدمه:

بین الکترونها و پروتونها نیروی جاذبه و بین خودشان باهم نیروی دافعه وجود دارد که ماهیت این نیروها هنوز شناخته نشده است اما برای تحلیل ساده تر بارالکتریکی را مطرح کرده که برای الکترون با علامت منفی و برای پروتون با علامت مثبت مشخص شده است.

●الکترون چیست؟

الکترون معنای یونانی کهربا است. کهربا ماده‌ای است که در مالش به پارچه پشمی باردار شده و خرده‌های کوچک کاه را جذب می‌کند این رباش بعلت نیرویی مرموز اتفاق می‌افتد که یونانیان آن را الکتریسیته نامیده اند.

- اجزای ماده:

همه مواد از ملکولهای شکل می‌گیرند که آنها نیز خود از اتمها ساخته می شوند . اتمها از دو جز اصلی الکترون و هسته ساخته می‌شوند که الکترونها در مدارهای مشخص بدور هسته در گردش می‌باشند.

چه عاملی سبب ماندن الکترون در مدار مشخص خود می‌شود ؟

بین الکترون و هسته نیروی جاذبه الکتریکی وجود دارد که اندازه آن برابر نیروی دافعه گریز از مرکز ناشی از چرخش سریع الکترون بدور هسته می باشد

●درون هسته چیست ؟

هسته شامل ذرات بسیاری است که مهمتریت آنها از نظر جرم پروتون و نوترون است.

●بار الکتریکی چیست ؟

بین الکترونها و پروتونها نیروی جاذبه و بین خودشان باهم نیروی دافعه وجود دارد که ماهیت این نیروها هنوز شناخته نشده است اما برای تحلیل ساده تر بارالکتریکی را مطرح کرده که برای الکترون با علامت منفی و برای پروتون با علامت مثبت مشخص شده است.

●چگونه می توان مواد را باردار کرد ؟

روشهای باردار کردن ماده همان روشهای تولید الکتریسیته است. بعبارت دیگر می‌توان با استفاده از این روشها الکتریسیته تولید کرد. ساده ترین این روشها مالش دو ماده بهم است که باعث می‌شود الکترونها از یک ماده به ماده دیگری بروند و در نتیجه اختلاف بار بین دو ماده ایجاد شود . مثلا مالش یک میله شیشه ای به یک پارچه پشمی سبب باردار شدن هر دو ماده می‌شود که یکی بار مثبت (کمبود الکترون) و دیگری بار منفی (ازدیاد الکترون) می‌یابد.

●نیروی الکتریکی چیست ؟

بین بارهای الکتریکی اعم از مثبت یا منفی نیروی الکتریکی وجود دارد این نیرو به مقدار بار الکتریکی و فاصله آنها از هم بستگی دارد . مطابق قانون کولن مقدار نیرو از حاصل ضرب بارها در ضریب ثابتی که به جنس محیط بستگی دارد تقسیم بر مجذور فاصله بین دو بار بدست می آید . اما در تحلیل ساده تر هرچه مقدار بارها بیشتر باشد مقدار نیرو نیز بیشتر و هرچه فاصله آنها بیشتر شود مقدار نیرو نیز کمتر می‌شود.

●مواد در حالت عادی از نظر بار الکتریکی چگونه اند ؟

همه مواد در حالت عادی دارای مقدار الکترون و پروتون مساویند به همین دلیل از نظر برایند بارهای الکتریکی خنثی می باشند.

●چگونه می‌توان یک ماده خنثی را باردار کرد ؟

هرگاه تعادل بین بارهای مثبت و منفی در یک جسم خنثی بهم بخورد ماده بار دار شده است . بهمین منظور کلیه روشهای تولید الکتریسیته کاری نمی کنند جز برهم زدن تعادل بین بارهای الکتریکی مثبت و منفی . می دانیم که الکترون نسبت به پروتون قابلیت جابجایی و حرکت بیشتری دارد . بنابراین می توان با دادن یا گرفتن الکترون ماده را باردار نمود . اگر تعداد الکترونها بیشتر از تعداد پروتونها شود جسم بار منفی و در صورتی که عکس این حالت روی دهد جسم بار مثبت پیدا می کند.

●باردار کردن مواد چه ربطی به تولید الکتریسیته دارد ؟

اجازه دهید برای جواب به این سوال نخست مواد را دسته بندی کنیم

▪مواد از نظر هدایت الکتریکی به چند دسته تقسیم می شوند ؟

همه مواد از نظر هدایت الکتریکی جز یک از سه دسته زیر می باشند

الف) هادی ها:

موادی که براحتی برق را از خود عبور می دهند

ب) عایقها:

موادی که برق را از خود عبور نمی دهند

ج) نیمه هادی ها:

این مواد در شرایط خاصی مانند هادی ها یا نیمه هادی ها عمل می کنند . اما در حالت عادی برق را به مقدار ناچیز از خود عبور می دهند

●جریان الکتریکی چیست ؟

هرگاه حاملهای الکتریسیته (الکترونها) در یک هادی بحرکت درآیند جریان الکتریکی ایجاد می شوند. اما هر حرکت الکترونی جریان برق نیست. بلکه این حرکت باید در یک مسیر مشخص باشد .هر چقدر الکترونهای بیشتری در زمان کمتری در مسیر مشخص حرکت کنند مقدار جریان نیز بیشتر می شود

●آمپر چیست ؟

برای دانستن میزان جریان باید بتوان آن را با عدد بیان کرد که به همین منظور از واحد سنجش جریان که همان آمپر است استفاده می‌شود.

●مقدار یک آمپر جریان چقدر است ؟

هرگاه از یک هادی تعداد ۶/۲۸ ضربدر ۱۰ بتوان ۱۸ الکترون در یک ثانیه بگذرد این میزان الکترون در زمان یک ثانیه معرف یک آمپر جریان الکتریکی است.

●ولتاژ چیست ؟

دانستیم هرگاه الکترونها در یک هادی در مسیر مشخصی بحرکت در آیند جریان الکتریکی ایجاد می‌شود. اما الکترونها بدون دریافت نیرو و انرژی از مدار گردش بدور هسته خارج نمی شوند. بنابراین برای تولید جریان نیاز به یک نیرو داریم که آن را از منابع تولید نیرو مانند باتری می‌گیریم. بعبارت ساده تر نیروی لازم جهت ایجاد جریان ولتاژ نام دارد که واحد اندازه گیری آن ولت است.

●چگونه می توان ولتاژ تولید کرد ؟

این سوال پاسخ سوال دیگری نیز می‌تواند باشد که همان روشهای تولید الکتریسیته است. می‌دانیم که انرژی تولید نمی‌شود بلکه از صورتی به صورت دیگر تبدیل می‌گردد. از آنجاییکه الکتریسیته هم انرژی است پس باید تبدیل شده انرژی‌های دیگر باشد. انرژیهایی که بصورت متعارف برای تولید برق بکار می‌رود عبارتند از: انرژی شیمیایی در باتریها - انرژی مغناطیسی در ژنراتورها - انرژی نورانی در باتریهای خورشیدی - انرژی حرارتی در ترموکوپلها - انرژی ضربه‌ای در پیزو الکتریک و غیره.

●مقاومت چیست ؟

الکترونها در هادی براحتی نمی‌توانند حرکت کنند زیرا در مسیر حرکت آنها موانعی وجود دارد که بطور ساده آنها را مقاومت هادی در برابر عبور جریان می‌گوییم. هرچه قدر این موانع کمتر باشد عبور جریان بهتر صورت می‌گیرد و می‌گوییم جسم هادی بهتری است. این موضوع نخستین بار توسط سیمون اهم یک فیزیکدان آلمانی مطرح شد. به همین دلیل واحد اندازه گیری مقاومت اهم است.

●منظور از مدار الکتریکی چیست ؟

حال با دانستن سه فاکتور اساسی در برق (جریان ولتاژ مقاومت) مدار الکتریکی را تعریف می کنیم: هر مدار الکتریکی یک مجموعه از تولید کننده برق - مصرف کننده آن و سیمهای ارتباطی بین ایندو است

▪چند نوع مدار الکتریکی داریم ؟

دو نوع مدار الکتریکی وجود دارد

۱) مدار الکتریکی باز که در آن ارتباط بین تولید کننده در نقطه یا نقاطی قطع است و در نتیجه جریان در مدار وجود ندارد

۲) مدار الکتریکی بسته که مسیر عبور جریان کامل است و مصرف کننده از تولید کننده انرژی دریافت کرده و آنرا به صورتهای دیگر تبدیل میکند مانند یک لامپ که برق را به نور تبدیل می کند .

●توان الکتریکی چیست ؟

اصولا توان به معنی سرعت تبدیل انرژی است. در دستگاههایی که برای تبدیل انرژی بکار می روند هر چقدر این سرعت بیشتر باشد قدرت دستگاه نیز بیشتر است . مثلا در ژنراتور توان بیشتر نشاندهنده تولید انرژی برقی !

بیشتری است. در مصرف کننده ها نیز همین موضوع صدق می کند . لامپی که توان بیشتری دارد نور زیادتری هم تولید می کند.

▪توان را چگونه محاسبه کنیم ؟

سرعت تبدیل انرژی از تقسیم مقدار آن بر زمانی که آن انرژی تبدیل شده بدست می آید.(انرژی الکتریکی از حاصل ضرب ولتاژ در جریان در زمان بدست می آید). اگر میزان انرژی را بر زمان تقسیم کنیم می ماند حاصل ضرب ولتاژ مدار در جریان آن که این همان رابطه توان است (توان = ولتاژ × جریان) . البته این رابطه فقط برای مدارهای دی سی صدق می کند و در مدارات آسی رابطه دیگری دارد که بعدا به آن می پردازیم.

▪واحد و دستگاه اندازه گیری توان چیست ؟

توان با واحد وات و در مقادیر بالاتر با کیلو وات و مگاوات سنجیده می‌شوند که توسط واتمتر اندازه گیری می شود.

ولتاژ، جریان، مقاومت و قانون اهم

مقدمه

قبل از اینکه وارد دنیای الکتریسیته و الکترونیک شویم باید به مجموعه‌ای از مباحث مهم و اساسی نظیر ولتاژ، جریان و مقاومت بپردازیم تا درک درستی از مفاهیم فوق داشته باشیم.

برای اینکه بتوانیم به طور هدفمند و درست از الکتریسیته استفاده کنیم درک و تحلیل این سه مفهوم حیاتی است و از آنجایی که به طور عینی نمی‌توان این کمیت‌ها را مشاهده کرد ممکن است شناخت قوانین کمی برایتان پیچیده به نظر برسد؛ درحالی که اصلاً مفاهیم پیچیده‌ای نیستند و این حس صرفاً در نگاه اول به وجود می‌آید.

در دنیای امروزی علم به جایگاهی رسیده است که با استفاده از تجهیزات اندازه‌گیری مانند مولتی‌متر (Multimeter)، اُسیلوسکوپ (Oscilloscope) و اِسپکتروم آنالایزر (Spectrum Analyzer) تقریبا می‌توان تمام کمیت‌های فیزیکی را اندازه گرفت.

برای درک بهتر این مطلب توصیه می‌کنم قوانین پایه‌ای فیزیک الکتریسیته را مطالعه کنید. به هر حال بهتر است وارد مبحث اصلی شویم و بیشتر از این منتظر نمانیم!

روابط حاکم بر ولتاژ و جریان

الکتریسیته چیزی نیست جز حرکت الکترون‌ها در جسم رسانا. اگر این حرکت را به طور هدفمند کنترل کنیم می‌توانیم از آن برای رسیدن به مقاصد خود استفاده کنیم .گوشی تلفن همراه، کامپیوتر، چراغ مطالعه و تعداد بی‌شماری از تجهیزات الکتریکی فقط با مفهوم کنترل حرکت الکترون‌ها – البته با نظم و قوانین پیچیده‌تری – می‌توانند نیازهای شما را برطرف کنند.

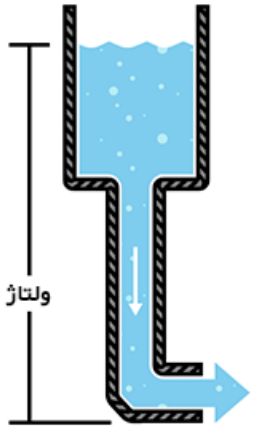
هر بار الکتریکی سبب به وجود آمدن میدانی در اطراف خود می‌شود که به آن «میدان الکتریکی «گفته می‌شود. حال ممکن است در نقطه‌ای میدان قوی‌تر یا ضعیف‌تر باشد .قوی‌تر یا ضعیف‌تر بودن میدان به عامل ایجادکننده‌ی آن که «بار الکتریکی» است بستگی دارد.

به اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو نقطه «ولتاژ» می گویند. یعنی اختلاف سطح پتانسیل الکتریکی یک نقطه نسبت به نقطه دیگر. واحد اندازه گیری ولتاژ، ژول بر کولن (J/C) است و آن را با نماد V یا E نشان می‌دهند.

به افتخار دانشمند ایتالیایی «Alessandro Volta» که اولین بار باتری شیمیایی را اختراع کرد نام «ولت» (Volt) به این کمیت نسبت داده شد.

مثال زیر یکی از ساده ترین راه ها برای درک مفاهیم الکتریسیته را نشان می‌دهد.

در شکل زیر که شامل یک تانکر و یک باریکه است، آب را معادل **بار**، اختلاف فشار آب را معادل **ولتاژ**، و جریان آب عبوری از باریکه را معادل **جریان الکتریکی** در نظر بگیرید.



به سادگی می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش مقدار آب موجود در تانکر، فشار آب و در نتیجه جریان آب عبوری از باریکه افزایش می‌یابد. بنابراین:

$$I \propto Q$$

یعنی جریان الکتریکی رابطه مستقیمی با بار الکتریکی دارد.

از طرفی می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش ارتفاع تانکر (دقت کنید که فقط با افزایش ارتفاع نه افزایش مقدار آب) جریان عبوری از باریکه به علت فشار بیشتر افزایش می‌یابد:

$$I \propto V$$

یعنی جریان الکتریکی با ولتاژ الکتریکی رابطه مستقیمی دارد.

واحد اندازه گیری جریان الکتریکی کولن بر ثانیه (C/s) است و آن را با I نشان می‌دهند. نام دانشمند فرانسوی «Andre-Marie Ampere» یعنی «آمپر» را به این واحد اختصاص داده‌اند.

یک آمپر جریانی است که باعث می‌شود در مدت یک ثانیه، یک کولن بار از یک رسانا عبور کند.

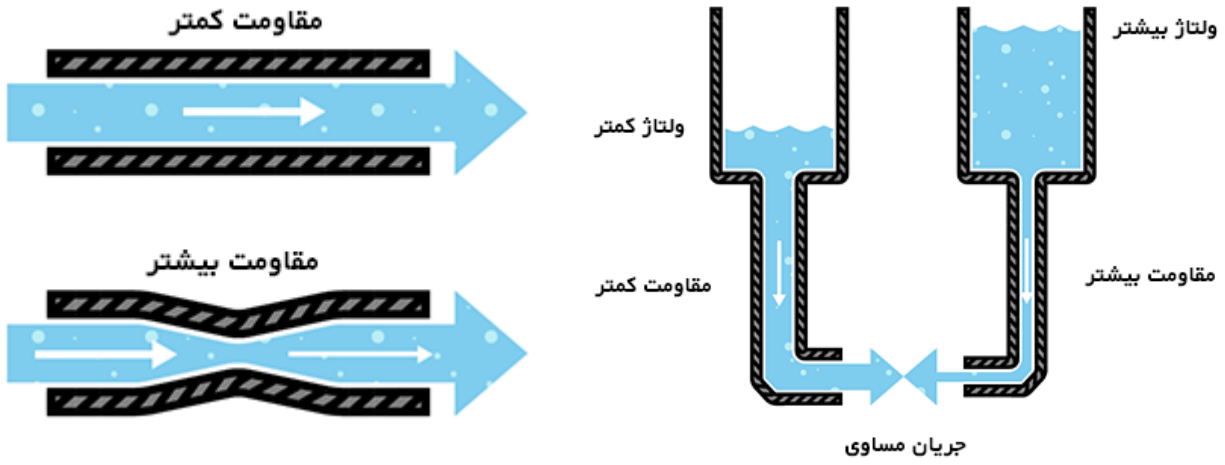
$$I = \frac{Q}{s}$$

حال دو تانکر آب زیر را در نظر بگیرید که یکی از آنها باریکه‌ای با عرض زیاد و دیگری عرض کمتری دارد. واضح است مقدار آبی که از تانکر سمت چپ خارج می شود بیشتر خواهد بود. توجه داشته باشید که تمام شرایط جز عرض باریکه برابر است.

اکنون برای ایجاد تعادل در جریان باریکه‌ها می توان مقداری آب به تانکر سمت راست اضافه کرد.

مفهوم مقاومت

تا اینجا رابطه‌ی ولتاژ و جریان بررسی شد. موضوعی که در مورد عرض باریکه مطرح شد مفهوم «مقاومت» را به نوعی ساده بیان می کند. باریکه با عرض کم در مقابل جریان آب از خود مقاومت نشان می‌دهد و در مقابل باریکه سمت چپ مقاومت کمتری بروز می‌دهد. همچنین شکل زیر عملکرد مقاومت را به شکلی ملموس‌تر نشان می‌دهد.



بررسی های انجام شده نشان می‌دهد مسیری که مقاومت بیشتری دارد جریان الکتریکی کمتر و مسیری که مقاومت کمتری دارد جریان الکتریکی بیشتری عبور می‌دهد.

باز هم تاکید می‌کنم نکات بالا به شرطی درست هستند که هر دو مسیر دارای ولتاژ یکسانی باشند. به عنوان مثال در شکل زیر با وجود اینکه قطر باریکه‌ی آب در شکل سمت راست کمتر و در نتیجه مقاومت آن بیشتر است ولی همچنان جریان خروجی از دو باریکه مساوی است. علت این موضوع آن است که متناسب با بیشتر بودن مقاومت مجرای سمت راست، ارتفاع آب (ولتاژ) بالای آن نیز بیشتر است.

واحد اندازه گیری مقاومت اُهم (Ohm) است که آن را با نماد Ω (اُمگا) نشان می‌دهند. نماد خود مقاومت نیز Rاست. جورج اهم (George Ohm) دانشمند آلمانی اولین بار مفهوم مقاومت را بر اساس نسبت بین ولتاژ و جریان تعریف کرد که امروزه این قانون در مباحث الکتریسیته نقش اساسی دارد.

در واقع تمام توضیحات و توصیف‌های فیزیکی بالا در رابطه ریاضی زیر خلاصه شده است:

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

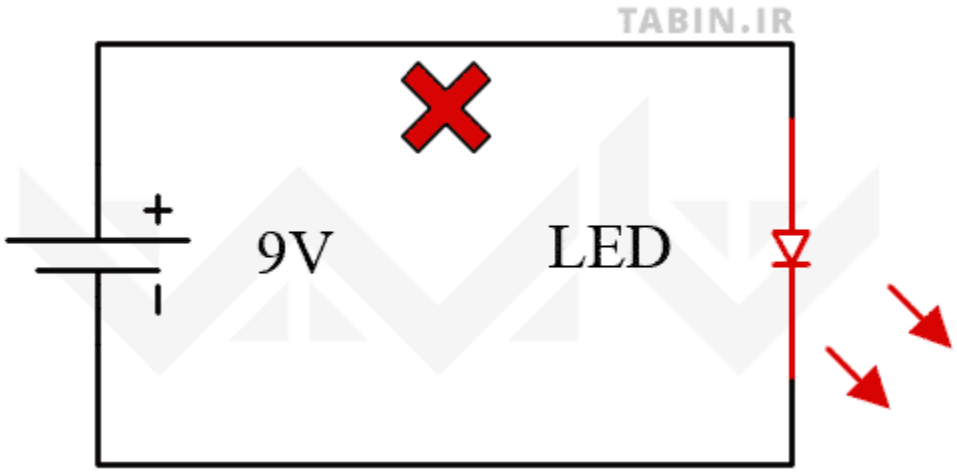
یک آزمایش ساده با قانون اهم

حال قصد داریم با آزمایشی ساده نحوه‌ی استفاده از قوانین بالا را در عمل توضیح دهیم. می‌خواهیم یک LED (دیود نورافشان) را با استفاده از یک باتری ۹ ولتی روشن کنیم.

LED نوعی قطعه نوری از خانواده‌ی دیودها است. در اینجا دانستن این نکته ضروری است که جریان عبوری از LED نباید از ۲۰ میلی‌آمپر یا همان ۰٫۰۲ آمپر عبور کند. چون در غیر این صورت LED خواهد سوخت.

به نظر شما اگر باتری را مستقیما به پایه های LED وصل کنیم چه اتفاقی می افتد؟

مدار زیر را در نظر بگیرید:



یک مدار نادرست برای روشن کردنLED

مدار ساده‌ای است که هیچ مقاومتی در مسیر وجود ندارد. طبق قانون اهم و صرف نظر از افت ولتاژ درLED ، جریانی که در مدار جاری می‌شود طبق معادله بالا بسیار بیشتر از ۲۰ میلی‌آمپر خواهد بود و حتماً LED آسیب خواهد دید.

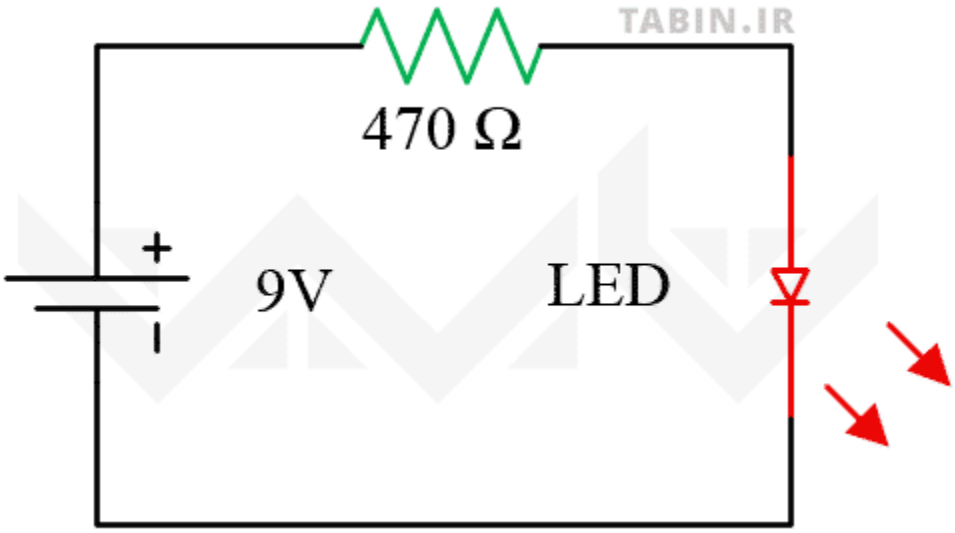
$$I = \frac{V}{R} = \frac{9}{0} = \infty$$

بنابراین نیاز به قطعه‌ای داریم که بتوانیم جریان را محدود کنیم. این قطعه «مقاومت» نام دارد!

اگر جریان مورد نیاز ما ۲۰ میلی‌آمپر باشد داریم:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{9}{0.02} = 450\Omega$$

پس ما به یک مقاومت ۴۵۰ اهمی احتیاج داریم که جریان را محدود کند. طبق استاندارد مقاومت‌ها، مقاومت با این مقدار وجود ندارد. می‌توانیم از مقاومت‌های استانداردی که نزدیک به این مقدار هستند، مثل ۴۷۰ اهم یا ۴۳۰ اهم استفاده کنیم که ما مقاومت بزرگ‌تر یعنی مقاومت ۴۷۰ اهمی را انتخاب می‌کنیم (چرا؟).



مدار نهایی

کار و توان الکتریکی

احتمالاً تاکنون از خود پرسیده‌اید که فرمول‌های توان الکتریکی با هم چه ارتباطی دارند یا تفاوت بین توان‌های DC، AC و مختلط چیست و چگونه می‌توان آن‌ها را با مفروضات فیزیکی انرژی و توان تطبیق داد. در این آموزش، به همه این پرسش‌ها پاسخ خواهیم داد.

تعریف

طبق یک تعریف رسمی و متداول، هر شکلی از توان (الکتریکی، مکانیکی، گرمایی و..) برابر با نرخ انرژی یا کاری است که مصرف یا انجام می‌شود. واحد استاندارد توان، «وات (Watt) «یا «ژول بر ثانیه» است. توان الکتریکی یک بار، نرخ انرژی الکتریکی است که – از طریق یک مدار الکتریکی – به آن تحویل داده می‌شود و به شکل

دیگری از انرژی (مانند گرما، نور، صدا، شیمیایی، جنبشی و..) تبدیل می‌شود. توان را بر حسب کمیت‌های الکتریکی ولتاژ و جریان، می‌توان با فرمول استاندارد زیر محاسبه کرد:

$$P=VI$$

که در آن، P توان بر حسب وات، V ولتاژ بر حسب ولت و I جریان بر حسب آمپر است.

توان DC

در قرن نوزدهم میلادی، فیزیکدان انگلیسی، «جیمز پرسکات ژول (James Prescott Joule) » مشاهده کرد که مقدار انرژی گرمایی H که توسط جریان الکتریکی ثابت I در ماده‌ای با مقاومت R در زمان t تلف می‌شود، در رابطه مستقیم زیر صدق خواهد کرد:

$$H\propto I^2Rt$$

از آنجایی که توان، نرخ تغییر انرژی در طول زمان است($P=\Delta H/\Delta t$) ، مشاهدات ژول را برای توان الکتریکی می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$P\propto I^2R$$

اکنون با اعمال قانون اهم ($R=V/I$) ، می‌توانیم رابطه زیر را بنویسیم:

$$P\propto VI$$

واحد SI انرژی، ژول است. برای انرژی الکتریکی، یک ژول به عنوان مقدار کاری تعریف می‌شود که برای حرکت یک بار الکتریکی به اندازه یک کولن، در یک اختلاف پتانسیل یک ولتی لازم است. به عبارت دیگر، رابطه زیر برقرار است:

$$E=QV$$

که در آن، E انرژی الکتریکی بر حسب ژول، Q بار بر حسب کولن و V اختلاف پتانسیل بر حسب ولت است.

جریان الکتریکی نیز به عنوان مقدار باری تعریف می‌شود که در واحد زمان عبور می‌کند ($I=Q/t$) .بنابراین، داریم:

$$E=VIt$$

از آنجایی که توان، نرخ تغییر انرژی در واحد زمان است، رابطه بالا را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$P=VI$$

رابطه اخیر، همان رابطه معروف توان الکتریکی است که بیان کردیم.

توانAC

همان‌طور که گفتیم، معادله توان در حالت DC به صورت $P=VI$ است. این رابطه را فقط در مدارهای جریان مستقیم و برای شکل موج‌های DC می‌توان به کار برد. در مدارهای AC یا برای شکل موج‌های جریان متناوب، مقدار لحظه‌ای شکل موج همواره در طول زمان تغییر می‌کند. بنابراین، توان AC از نظر مفهومی کمی با توان DC متفاوت است.

شکل موج‌های AC در سیستم‌های قدرت، معمولاً سینوسی و به شکل زیر هستند (برای ولتاژ):

$v(t)=V\cos(\omega t-\phi)$ که در آن، V دامنه شکل موج ولتاژ بر حسب ولت، $\omega=2\pi f$ فرکانس زاویه‌ای بر حسب رادیان بر ثانیه، ϕ جابه‌جایی زاویه بر حسب رادیان و f فرکانس است. ولتاژ $v(t)$، مقدار لحظه‌ای ولتاژ بر حسب ولت در زمان دلخواه t (بر حسب ثانیه) است.

اگر جریان $i(t)$ شکل مشابهی با ولتاژ داشته باشد، واضح است که توان لحظه‌ای $p(t)=v(t)i(t)$ با زمان تغییر خواهد کرد.

فرض کنید شکل موج‌های جریان و ولتاژ، هر دو سینوسی بوده و اختلاف فاز آن‌ها به گونه‌ای است که جریان، با زاویه فاز θ از ولتاژ عقب‌تر باشد. بنابراین، ولتاژ و جریان را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$v(t) = V\cos(\omega t)$$
$$i(t) = I\cos(\omega t-\theta)$$

در نتیجه، توان لحظه‌ای را با کمی عملیات ریاضی می‌توان به شکل زیر نوشت:

$$
\begin{aligned}
p(t) &= v(t)i(t) \\
&= V\cos(\omega t) I\cos(\omega t - \theta) \\
&= \frac{VI}{2}(\cos\theta + \cos(2\omega t - \theta)) \\
&= \frac{VI}{2}(\cos\theta + \cos(2\omega t)\cos\theta + \sin(2\omega t)\sin\theta) \\
&= \frac{VI}{2}(\cos\theta(1 + \cos(2\omega t)) + \sin(2\omega t)\sin\theta)
\end{aligned}
$$

از آنجایی که مقدار مؤثر (جذر میانگین مربع) ولتاژ و جریان به ترتیب $V_{rms} = \frac{V}{\sqrt{2}}$ و $I_{rms} = \frac{I}{\sqrt{2}}$ است، توان به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$p(t) = V_{rms} I_{rms}(\cos\theta(1 + \cos(2\omega t)) + \sin(2\omega t)\sin\theta)$$

می‌توانیم معادله فوق را با تعاریف زیر، به شکل ساده‌تر نیز بنویسیم:

$$P=V_{rms}I_{rms}\cos\theta$$

و

$$Q=V_{rms}I_{rms}\sin\theta$$

در نتیجه، معادله توان لحظه‌ای AC به فرم زیر نوشته می‌شود:

$$p(t)=P(1+\cos(2\omega t))+Q\sin(2\omega t)$$

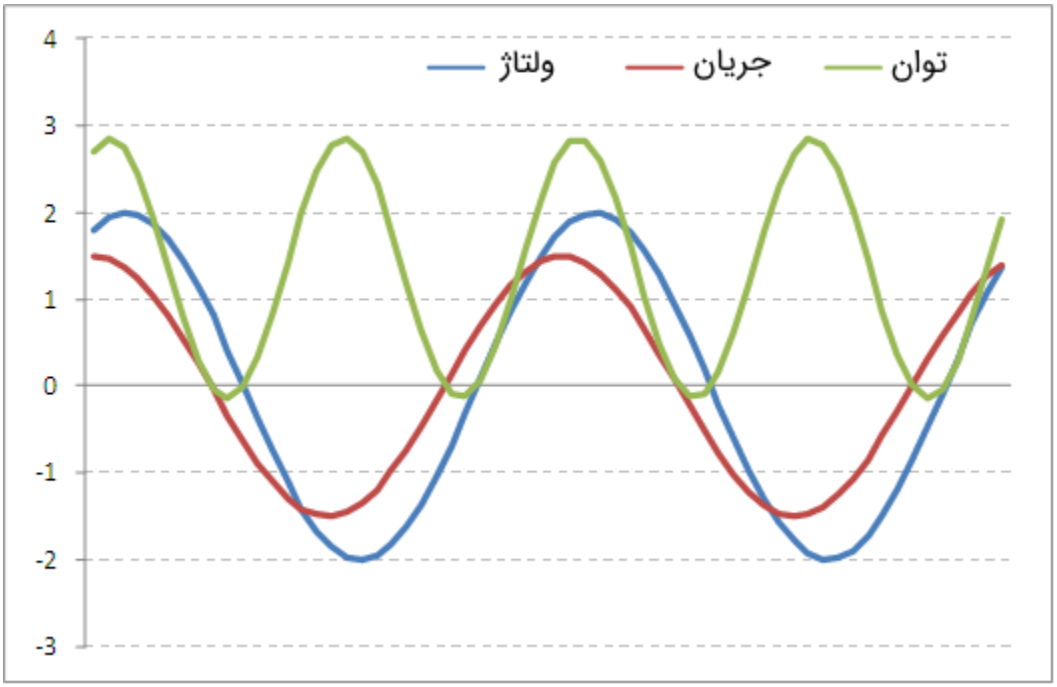
جمله P «توان اکتیو (Active Power) » یا «توان حقیقی (Real Power) » و « Q توان راکتیو » (Reactive Power) نامیده می‌شود. همچنین، جمله $\cos\theta$، «ضریب توان (Power Factor) » نام دارد و نشان دهنده درصد توان حقیقی از توان AC است که تحویل داده می‌شود. توان اکتیو، مؤلفه‌ای از توان است که می‌تواند کار واقعی انجام دهد (مثلاً به شکل مفیدی از انرژی، مانند مکانیکی، گرما یا نور تبدیل شود).

تفسیر فیزیکی

معادله اصلی توان را در نظر بگیرید:

$$p(t) = \frac{VI}{2}[\cos\theta + \cos(2\omega t - \theta)]$$

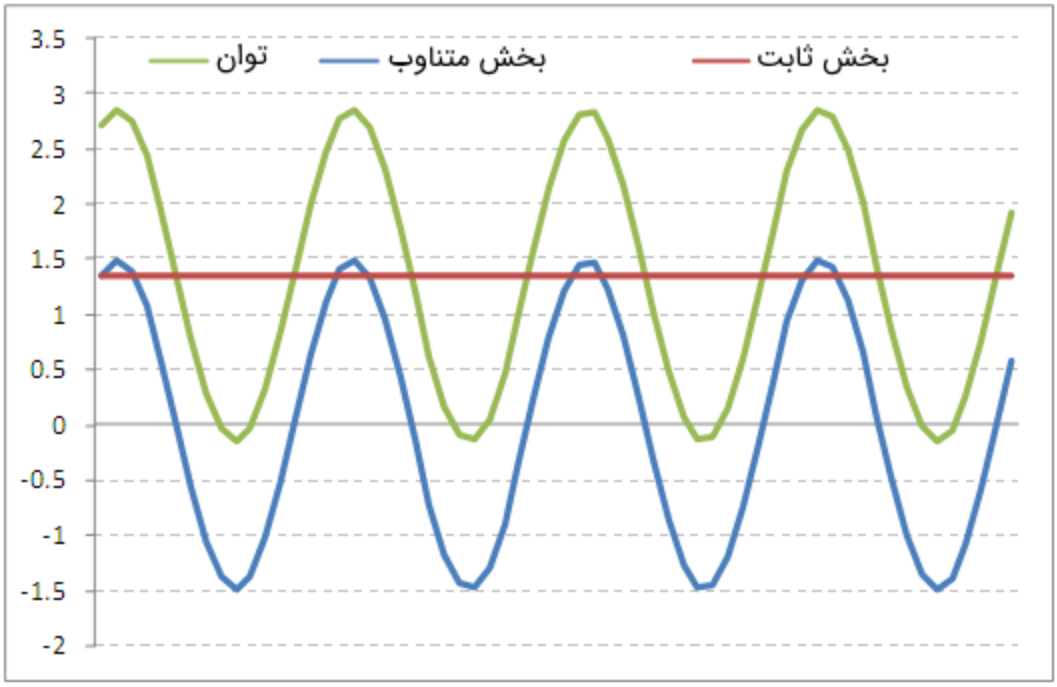
با توجه به شکل زیر می‌توان فهمید که شکل موج توان، سینوسی است و فرکانس آن، دو برابر فرکانس ولتاژ و جریان است.



معادله توان را می‌توانیم به دو بخش زیر تفکیک کنیم:

- یک جمله ثابت (توان اکتیو) $V_{rms}I_{rms}\cos\theta$
- یک جمله متناوب $V_{rms}I_{rms}\cos(2\omega t - \theta)$

شکل زیر، نمودار مربوط به این دو بخش را به تفکیک نشان می‌دهد.



توجه کنید که جمله متناوب، همواره حول صفر نوسان می‌کند و جمله ثابت، به ضریب توان بستگی دارد. اما مفهوم ضریب توان $\cos\theta$ چیست؟

ضریب توان

همان‌طور که گفتیم، ضریب توان به صورت کسینوس زاویه توان (اختلاف فاز بین ولتاژ و توان) تعریف می‌شود. گاهی ضریب توان را با واژه‌های پیش‌فاز (Leading) و پس‌فاز (Lagging) بیان می‌کنند. زاویه توان، فقط در بازه -90° و $+90^\circ$ تغییر می‌کند. کسینوس یک زاویه در ربع چهارم، مثبت است و بنابراین، ضریب توان نیز همیشه مثبت خواهد بود. بنابراین، تنها راه تشخیص مثبت یا منفی بودن زاویه توان، پیش‌فاز یا پس‌فاز بودن ضریب توان است:

- **ضریب توان پس‌فاز :**وقتی جریان عقب‌تر از ولتاژ باشد، بدین معنی است که شکل موج جریان، نسبت به شکل موج ولتاژ تأخیر دارد و دیرتر به یک نقطه زمانی خاص می‌رسد. در این حالت، زاویه توان مثبت است.
- **ضریب توان پیش‌فاز :**در این حالت، جریان جلوتر از ولتاژ است؛ بدین معنی که شکل موج جریان، نسبت به شکل موج ولتاژ تقدم دارد و زودتر به یک نقطه زمانی خاص می‌رسد. در این حالت، زاویه توان منفی است.
- **ضریب توان واحد :**حالتی است که در آن، جریان و ولتاژ، فاز مشابهی دارند.

اهمیت ضریب توان، در امپدانس بار است. بارهای سلفی یا القایی (مانند سیم‌پیچ‌ها، موتورها و..) ضریب توان پس‌فاز دارند. در مقابل، ضریب توان بارهای خازنی (مانند خازن‌ها)، پیش‌فاز است. بارهای مقاومتی (مانند هیترها) نیز ضریب توان واحد دارند.

ارتباط با انرژی

طبق تعریف، توان، نرخ انجام کار یا نرخ مصرف انرژی است. از آنجایی که توان AC با زمان تغییر می‌کند، مقدار انرژی تحویلی توان در زمان T ، با انتگرال‌گیری از تابع توان AC در زمان به دست می‌آید:

$$E = \int_0^T p(t)dt$$

همان‌طور که گفتیم، توان AC از دو بخش توان ثابت $V_{rms}I_{rms}\cos\theta$ و توان متناوب $V_{rms}I_{rms}\cos(2\omega t-\theta)$ تشکیل می‌شود. بنابراین، انتگرال را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$E = \int_0^T V_{rms}I_{rms}\cos\theta dt + \int_0^T V_{rms}I_{rms}\cos(2\omega t-\theta)dt$$

فرض کنید از یک دوره تناوب شکل موج AC (یعنی $T=\frac{\pi}{\omega}$) انتگرال می‌گیریم. بنابراین، بخش متناوب انتگرال حذف می‌شود و حاصل انتگرال اصلی، به صورت زیر خواهد بود:

$$E = V_{rms}I_{rms}\cos\theta.\frac{\pi}{\omega}$$

از رابطه بالا در می‌یابیم که کار، تنها توسط توان اکتیو انجام می‌شود و کار خالص توان راکتیو صفر است.

توان مختلط

در بسیاری از مراجع، توان AC با کمیت‌های مختلط بیان می‌شود؛ زیرا ویژگی‌های جذابی برای تحلیل دارند (از جبر برداری استفاده می‌کنند). اما اغلب، «توان مختلط» (Complex Power) به سادگی و بدون استخراج معادلات تعریف می‌شود. اما اعداد مختلط چگونه کمیت‌های توان را نشان می‌دهند؟

در سال ۱۸۹۷، «چارلز پرتیوس استینمتز» (Charles Proteus Steinmetz) در کتابش با نام «نظریه و محاسبه پدیده جریان متناوب»، نمایش شکل موج‌های AC را با کمیت‌های مختلط پیشنهاد کرد.

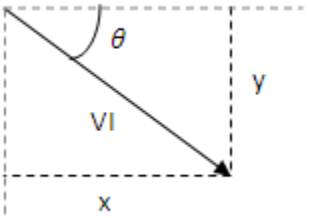
در بخش‌های قبل، فرم عمومی توان AC را به دست آوردیم (برای ضریب توان پس‌فاز):

$$p(t) = \frac{VI}{2}[\cos\theta + \cos(2\omega t - \theta)]$$

که در آن، V و I مقادیر RMS ولتاژ و جریان هستند.

برای فرکانس زاویه‌ای ثابت ω ، این شکل موج را می‌توان با دو پارامتر مشخص کرد: یکی ضرب ولتاژ مؤثر در جریان مؤثر و دیگری زاویه پس‌فاز $-\theta$.

با استفاده از این دو پارامتر، می‌توانیم شکل موج AC توان p(t) را با بردار دو بعدی S بیان کنیم که در مختصات قطبی، با اندازه VIو زاویه قطبی $-\theta$ تعریف می‌شود.



این بردار S را می‌توان به یک زوج در مختصات دکارتی تبدیل کرد:

$$x = VI\cos\theta$$
$$y = -VI\sin\theta$$

با استفاده از مثلثات می‌توان نشان داد که جمع و تفریق بردارهای توان AC از قواعد کلی حساب برداری تبعیت می‌کند؛ یعنی مؤلفه‌های مستطیلی دو یا چند تابع سینوسی را می‌توان با هم جمع یا از هم کم کرد (اما نمی‌توان آن‌ها را در هم ضرب یا بر هم تقسیم کرد).

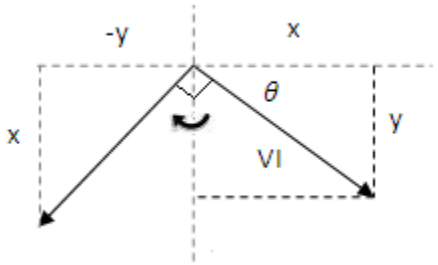
البته کار با هر مؤلفه مستطیلی به تنهایی می‌تواند سخت یا غیرممکن باشد. فرض کنید مؤلفه‌های مستطیلی x

و y را با استفاده از عملگر بی‌معنی j تفکیک کنیم. بنابراین، بردار S به صورت زیر خواهد بود:

$$S = x + jy$$
$$S = VI\cos\theta - jVI\sin\theta$$

توجه کنید که علامت جمع (+) در عبارت بالا یک علامت ساده نیست، زیرا x و y کمیت‌های متعامدی در فضای دو بعدی هستند. نماد j، یک عملگر بی‌معنی برای تمایز مؤلفه عمودی y است.

فرض کنید بردار را 90° می‌چرخانیم:



بردار بعد از چرخش به صورت زیر است:

$$S' = -y + jx$$

حال عملگر j را برای چرخش 90°به گونه‌ای تعریف می‌کنیم که ضرب بردار Vدر j بردار را به اندازه 90° بچرخاند. بنابراین، داریم:

$$jS = S'$$

$$jx + j^2y = -y + jx$$

$$j^2 + 1 = 0$$
$$j = \sqrt{-1}$$

در نتیجه، با تعریف j به عنوان عملگر چرخش 90 درجه‌ای، j یک عدد موهومی خواهد بود و بردار S=x+jy یک مقدار مختلط است. بنابراین، بردار S را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$S=VI\cos\theta - jVI\sin\theta$$

عبارت بالا را توان مختلط یا گاهی «توان ظاهری» (Apparent Power) می‌نامند. توان ظاهری برای ضریب توان پس‌فاز و پیش‌فاز به صورت زیر خواهد بود:

برای ضریب توان پس‌فاز: $S=P-jQ$

برای ضریب توان پیش‌فاز : $S=P+jQ$

که در آن، $P=VI\cos\theta$ و $Q=VI\sin\theta$ به ترتیب، مقادیر توان اکتیو (یا حقیقی) و توان راکتیو هستند.

توان سه فاز

تا اینجا، با مفاهیم و روابط توان DC و توان AC تکفاز آشنا شدیم. توان در یک سیستم سه فاز متعادل، برابر با مجموع توان‌های هر یک از فازها است؛ یعنی:

$$P_{3\phi} = 3V_{ph}I_{ph}\cos\theta$$

که در آن، $P_{3\phi}$ توان اکتیو سه فاز بر حسب وات (W) ، V_{ph} ولتاژ فاز-خنثی برحسب ولت(V) ، I_{ph} جریان فاز بر حسب آمپر (A) و $\cos\theta$ ضریب توان است.

برای یک بار با اتصال ستاره، داریم:

$$I_{ph} = I_l \quad \text{و} \quad V_{ph} = \frac{V_l}{\sqrt{3}}$$

برای بار با اتصال مثلث نیز روابط زیر برقرار است:

$$I_{ph} = \frac{I_l}{\sqrt{3}} \quad \text{و} \quad V_{ph} = V_l$$

در روابط بالا، Vl و Il به ترتیب، ولتاژ و جریان خط به خط هستند.

بنابراین، توان اکتیو سه فاز، برای بارهای ستاره و مثلث بر حسب مقادیر ولتاژ و جریان خط به صورت زیر خواهد بود:

$$
\begin{aligned}
P_{3\phi} &= 3V_{ph}I_{ph}\cos\theta \\
&= \frac{3}{\sqrt{3}}V_lI_l\cos\theta \\
&= \sqrt{3}V_lI_l\cos\theta
\end{aligned}
$$

به طریق مشابه، توان راکتیو و توان ظاهری سه فاز با روابط زیر محاسبه می‌شوند:

$$
\begin{aligned}
Q_{3\phi} &= \sqrt{3}V_lI_l\sin\theta \\
S_{3\phi} &= \sqrt{3}V_lI_l
\end{aligned}
$$

مدار الکتریکی

مدارالکتریکی، یک مسیر بسته توسط سیم است که از باتری (مولد) شروع شده و پس از عبور از سیم ها و مصرف کننده به قطب دیگر باتری باز می گردد . بنابراین هر مدار حداقل شامل یک مولد، یک مصرف کننده و مقداری سیم است. وظیفه ی کلید نیز قطع و وصل جریان برق است . در کلید از یک رسانا استفاده می‌شود، ولی روی این رسانا، توسط یک نارسانا پوشیده شده است. هر باتری دارای یک قطب منفی (معمولاً از جنس روی) و یک قطب مثبت (معمولاً از جنس کربن) است.

جریان برق از قطب منفی وارد مدار شده و به قطب مثبت باز می گردد ولی به طور قراردادی جهت جریان برق را از قطب مثبت به قطب منفی در نظر می‌گیرند . از دیگر مولدهای جریان برق ژنراتورها هستند که نوع جریان برق تولیدی آن ها با برق باتری متفاوت است. جریان برقی که در منزل استفاده می‌شود توسط ژنراتور در نیروگاه تولید شده است.

گاهی در مدارها از فیوز استفاده می گردد. فیوز با کل مدار به صورت متوالی بسته می‌شود تا در صورت بروز اتصالی و یا در مواقع لازم، جریان برق کل ساختمان قطع شود و از بروز آتش سوزی جلوگیری گردد.

مدارهای متوالی (سری)

در این دسته از مدارها، مصرف کننده ها به صورت متوالی و پشت سرهم قرا ردارند و انشعابی در مدار وجود ندارد . در این حالت اگر یکی از وسایل بسوزند یا خاموش شوند جریان برق از مدار عبور نخواهد کرد و تمام وسایل خاموش می شوند.

علاوه بر مصرف کننده ها می توان باتری ها را نیز به صورت متوالی در مدار قرا رداد . در این حالت کافی است که قطب مثبت هر باتری به قطب منفی باتری دیگر متصل شود . زمانی که باتریها متوالی بسته شوند نور لامپ ها افزایش می یابد.

در یک مدار متوالی جریان الکتریکی در تمام طول مدار یکسان است . به همین دلیل نزدیکی یا دوری مصرف کننده ها (لامپ ها) به مولدها (باتری ها) اثری در مقدار نور آنها ندارد . با متوالی بستن مقاومت ها، مقاومت در برابر جریان برق افزایش می یابد و بخش بیشتری از جریان برق به صورت گرما تلف می گردد . به همین دلیل است که نور لامپ ها در مدار متوالی کمتر از مدار موازی است.

مدارهای موازی

در این دسته از مدارها، مصرف کننده ها به صورت موازی با یکدیگر قرار می گیرند و جریان برق خارج شده از باتری بین مصرف کننده ها تقسیم می گردد . به عبارت دیگر می توان گفت مجموع جریان برق مدارهای موازی برابر با مقدار جریانی است که باتریها تولید می کنند.

در مدار موازی انشعاباتی وجود دارد که جریان برق با رسیدن به آن انشعابات، در مدار تقسیم می گردد . مقاومت، در مدارهای موازی کمتر از مدارهای متوالی است به همین دلیل بخش کمتری از جریان برق به گرما تبدیل می گردد.

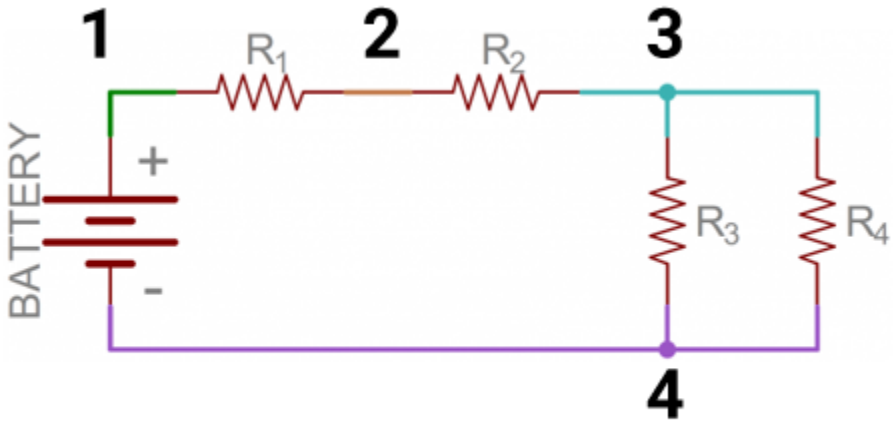
به عبارت بهتر می توان گفت رسانایی در مدارهای موازی بیشتر است . در مدارهای موازی خاموش یا روشن شدن یک وسیله اثری در بقیه مصرف کننده ها ندارد . درست به همین دلیل است که در منزل زمانی که شما تلویزیون یا لامپ یا ... را خاموش می کنید بقیه ی وسایل به کار خود ادامه می دهند . در یک مدار موازی نور لامپ های مشابه برابر ایت و ربطی به نزدیکی به منبع جریان ندارد . به طور کلی نور لامپ ها در مدار موازی بیشتر از مدار متوالی است (البته به شرط یکسان بودن تمام شرایط)

گاهی می توان باتریها را نیز موازی بست دراین حالت نور لامپ ها کمتر می شود ولی عمر باتریها افزایش می یابد برای موازی بستن باتریها، باید قطب های منفی و مثبت را به یکدیگر متصل کرد.

اتصالی در مدار : در حالت عادی با خروج جریان الکتریسیته از باتری و رسیدن آن به مصرف کننده، بخش زیادی از جریان برق مصرف شده و باقی مانده ی آن به باتری باز می‌گردد. اگر در مسیر عبور جریان برق مصرف کننده ای وجود نداشته باشد تمام جریان برق بدون مصرف شدن دوباره به باتری باز می گردد. به همین دلیل گرمای زیادی ایجاد می گردد و باتری نیز خراب می شود . در این حالت می گوییم اتصالی رخ داده است.

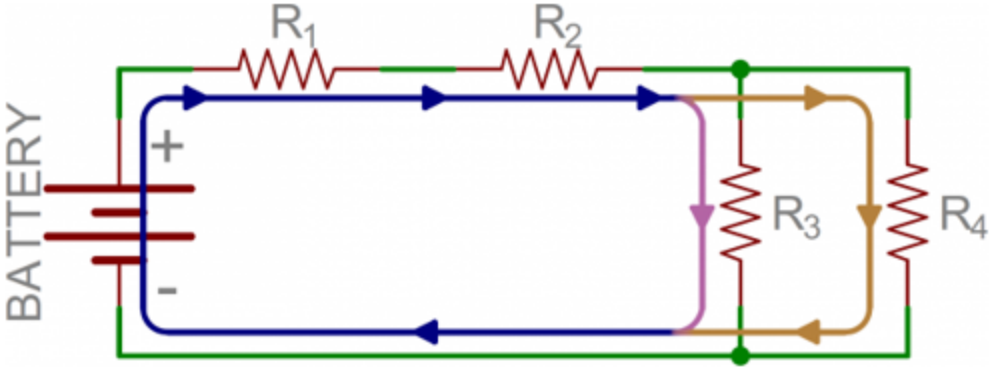
مدارهای سری و موازی

قبل از اینکه وارد بحث سریال و موازی شویم ابتدا لازم است با مفهوم گره (node) آشنایی پیدا کنیم.
تقاطع بین دو یا چند قطعه الکتریکی در مدار را یک گره می نامند. هنگامی که یک مدار الکترونیک را شبیه سازی می کنید سیم های بین دو قطعه یا بیشتر را یک گره می نامند. شکل زیر به طور واضح این موضوع را نشان می دهد



مفهوم گره در شماتیک های مدارهای الکترونیکی

در ادامه نیاز داریم بدانیم که جریان چگونه در مدار جاری می شود؟ جریان از نقطه با ولتاژ بالاتر به نقطه با ولتاژ پایین تر جریان دارد. در شکل زیر جریان در هر قسمت با رنگ های مختلف نشان داده شده است.



جریان از قطب مثبت شروع می کند و با عبور از قطعات به قطب منفی میرسد.

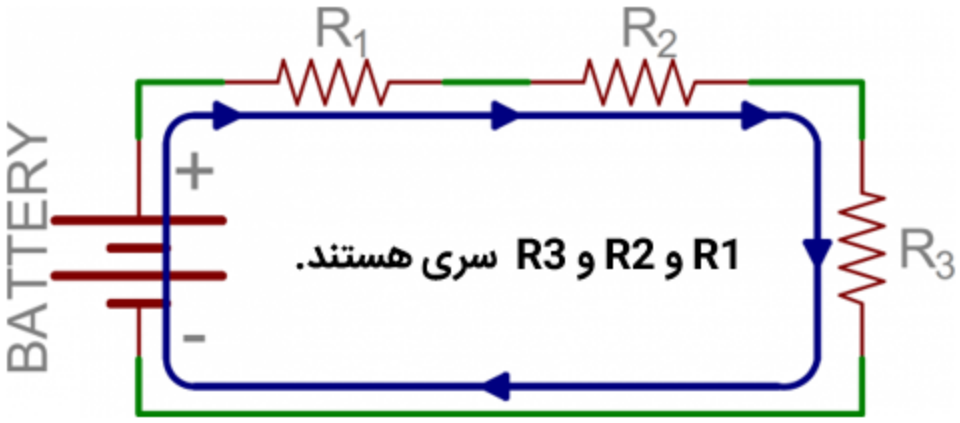
نحوه حرکت جریان الکتریکی در مدار

اگر به شکل بالا دقت کنید متوجه می‌شوید که جریان هنگامی که از مقاومت های R1 و R2 عبور می‌کند با همان میزانی که وارد می‌شود با همان میزان هم خارج می‌شود ولی هنگامی که بین مقاومت های R2 و R3 و R4 عبور می‌کند به دو قسمت تقسیم می‌شود. این توضیح تفاوت اساسی بین سری و موازی است.

مدارهای سری

دو قطعه را سری می نامند هنگامی که دو شرط زیر را داشته باشند:

- دارای گره مشترک باشند
- دارای جریان یکسان باشند.



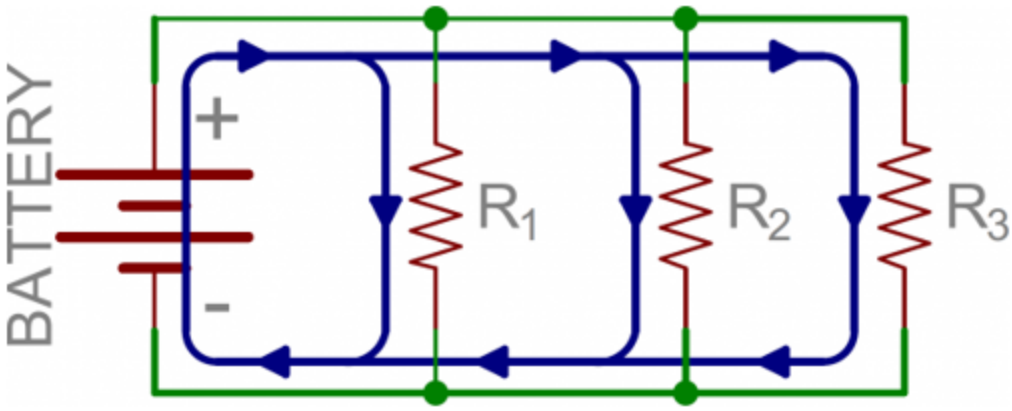
گره مشترک و جریان یکسان شرط سری بودن قطعات است

در مدار سری بالا تنها و تنها یک مسیر برای عبور جریان است.

مدارهای موازی

دو قطعه را موازی می‌نامند هنگامی که دو شرط زیر را داشته باشند:

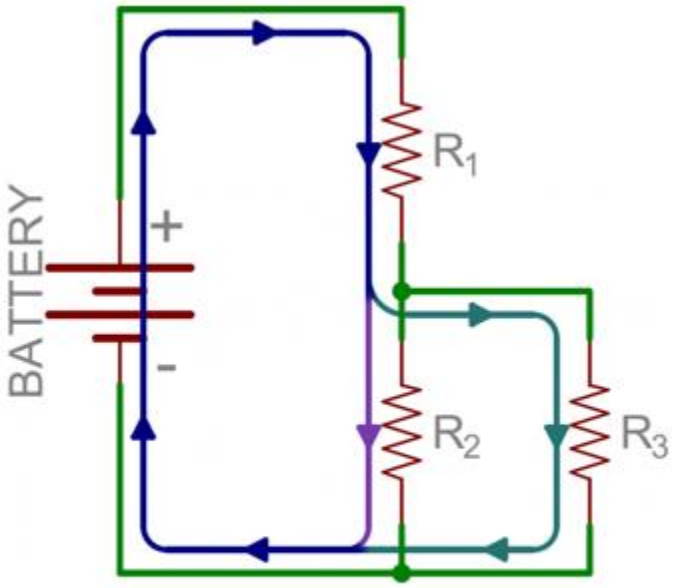
- دارای دو گره مشترک باشند
- دارای ولتاژ یکسان باشند.



قطعات موازی دارای دو گره مشترک و ولتاژ مساوی هستند.

مدارهای سری و موازی

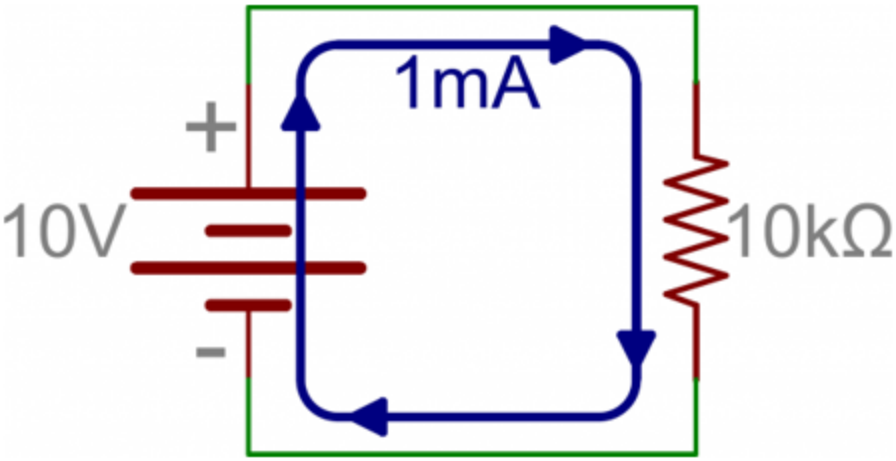
در اینگونه مدارها تعدادی از قطعات با هم سری هستند و تعدادی دیگر با هم موازی هستند.



R2 و R3 موازی هستند و ترکیب این دو با R1 سری است

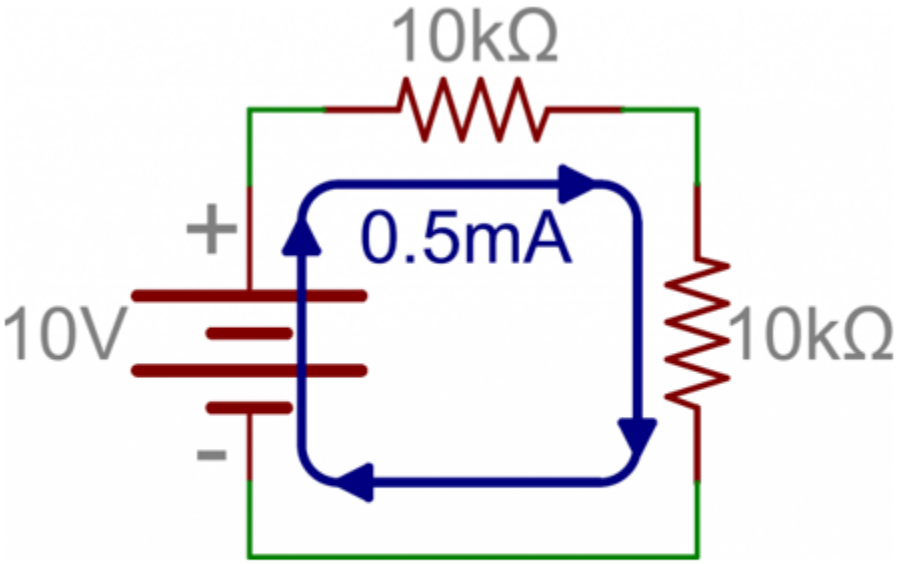
محاسبه مقاومت معادل در مدارهای سری

برای محاسبه مقاومت معادل ابتدا یک مدار ساده را در نظر می گیریم و جریان عبوری از مقاومت را محاسبه می کنیم.



$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{10} = 1\text{mA}$$

چنانچه یک مقاومت دیگر را با مقاومت فوق سری کنیم به صورت زیر است.



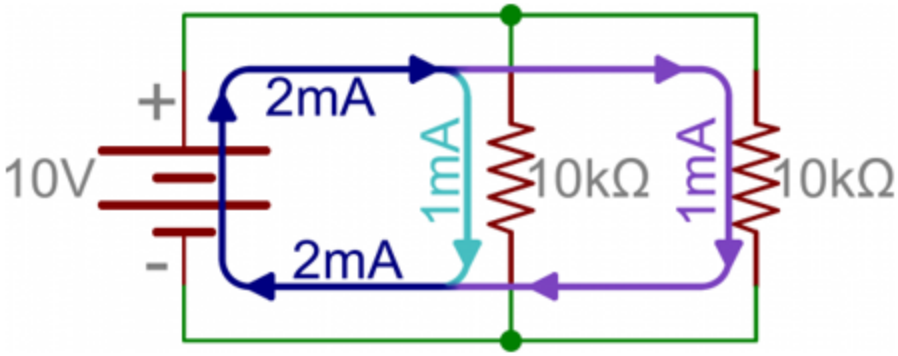
$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{10+10} = 0.5\text{mA}$$

برای تعداد زیاد مقاومت به صورت زیر عمل می کنیم.

$$R_{tot} = R_1 + R_2 + \ldots + R_{N-1} + R_N$$

فرمول محاسبه مقاومت معادل در حالت سری

در مدارهای موازی عکس مقاومت ها را با هم جمع می کنیم.



$$R_{tot} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10*10}{10+10} = 5$$

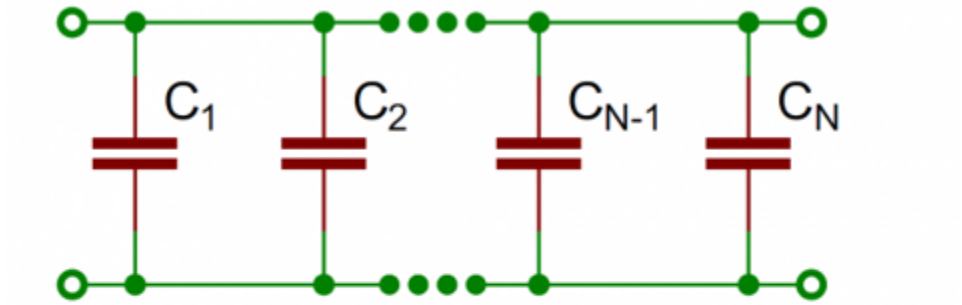
$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{5} = 2\text{mA}$$

رابطه کلی برای n سری مقاومت به صورت زیر است.

$$\frac{1}{R_{tot}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_{N-1}} + \frac{1}{R_N}$$

محاسبات خازن های سری و موازی

برای خازنها به صورت زیر محاسبات را انجام می دهیم.



$$C_{Tot} = C_1 + C_2 + \ldots + C_{N-1} + C_N$$

فرمول محاسبه خازن معادل در حالت موازی

در خازن های سری به صورت زیر محاسبات را انجام می دهیم.

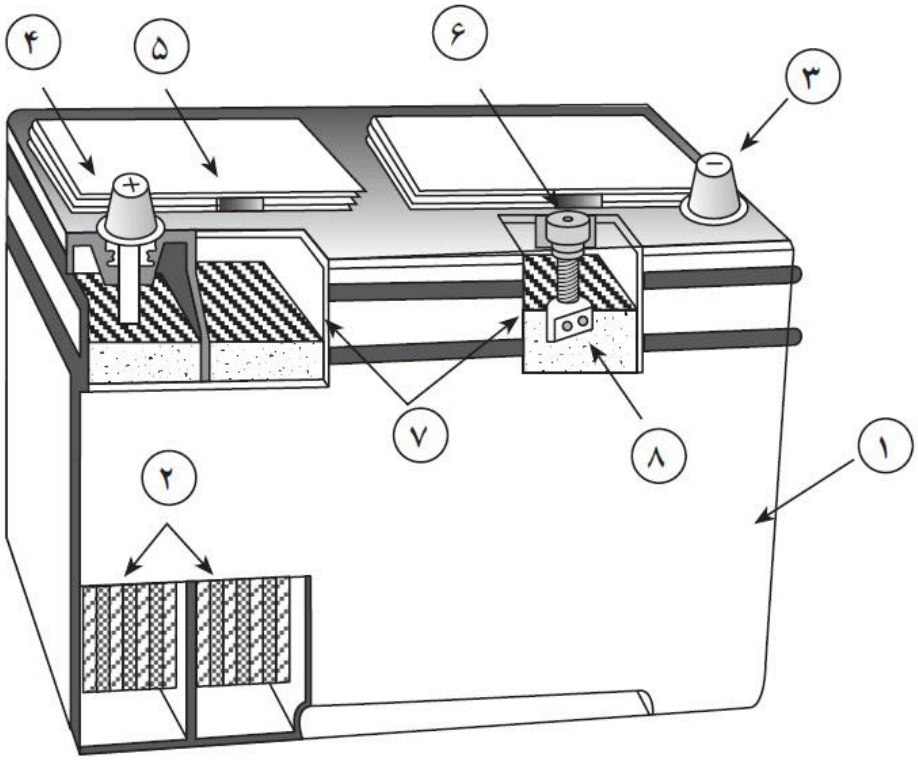
$$\frac{1}{C_{Tot}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots + \frac{1}{C_{N-1}} + \frac{1}{C_N}$$

فرمول محاسبه خازن معادل در حالت سری

آشنایی با باتری و انواع باتری

باتری به عنوان ذخیره کننده ی انرژی ، کاربرد فراوان دارد . باتری ها به دو صورت شارژپذیر(تر) و غیر قابل شارژ (خشک) طراحی و ساخته می شود.

باتری ها ی مورد استفاده در خودرو ها از نوع سرب اسیدی و قابلیت شارژ شدن را داراست (شکل ۱) . در این باتری ها از مایع رسانای یون دار (الکترولیت) استفاده میشود.



شکل ۱

باتری خودرو شامل اجزای زیر است:

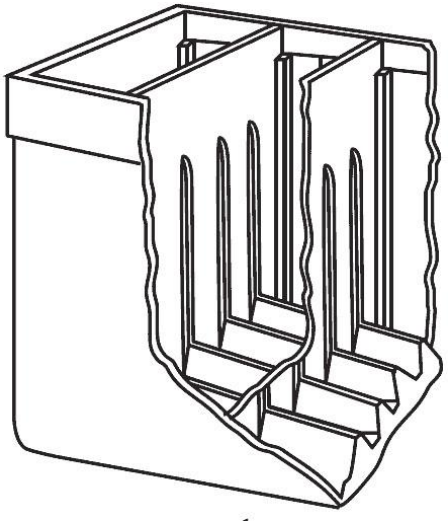
۱) جعبه باتری ۲) مجموعه صفحات مثبت و منفی و عایق ۳) ترمینال منفی

۴) ترمینال مثبت ۵) هواکش درپوش ۶) نشانگر وضعیت الکترولیت (هیدرومتر)

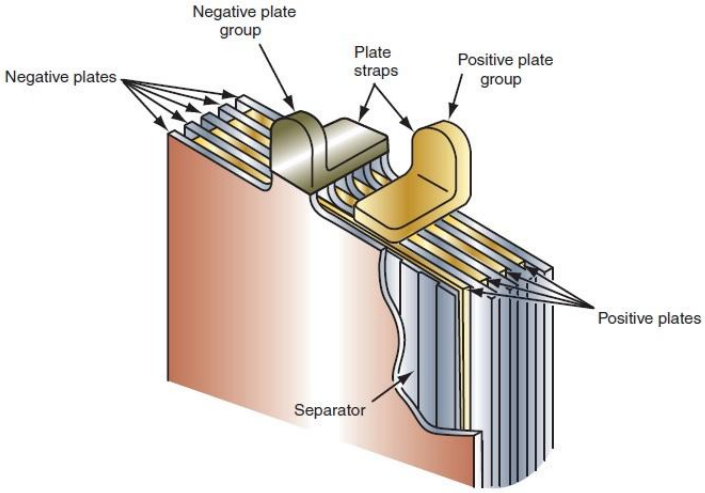
۷) سطح الکترولیت ۸) گوی سبز رنگ

امروزه جعبه باتری از پلیپروپیلن و یا نوعی از پلاستیک ساخته می شود که دارای خانه های مجزا از یکدیگر است (شکل ۲) . در کف هر خانه برجستگی هایی (پل) وجود دارد که تکیه گاه صفحه های باتری است. روی در پوش خانه های باتری سوراخ هایی به منظور خروج گازهای متصاعد شده از واکنش های شیمیایی طراحی و تعبیه شده است.

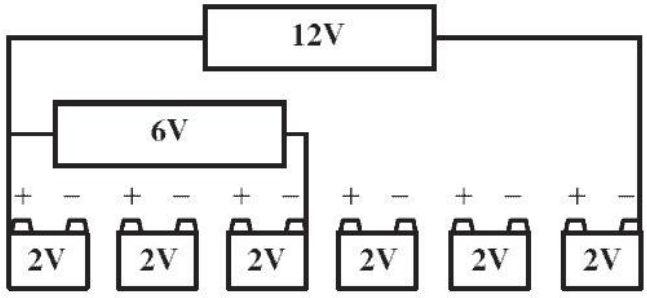
-صفحه های مثبت حاوی پراکسید سرب و صفحه های منفی حاوی سرب و صفحه های عایق، مجموعه صفحات داخل هر خانه ی باتری را تشکیل می‌دهد (شکل ۳) . توری (اسکلت) صفحات منفی و مثبت و بستهای اتصال و قطب ها از آلیاژ سرب و صفحه های عایق از نوعی پلاستیک یا الیاف شیشه ای ساخته می‌شود.



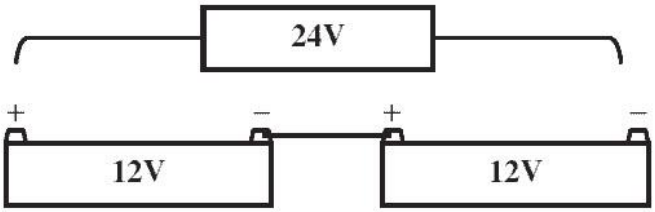
شکل ۲



شکل ۳



الف ــ تعداد خانه‌ها در باتری‌های ۶ و ۱۲ ولتی



ب ــ اتصال سری باتری‌ها برای ولتاژ ۲۴ ولت

شکل ۴

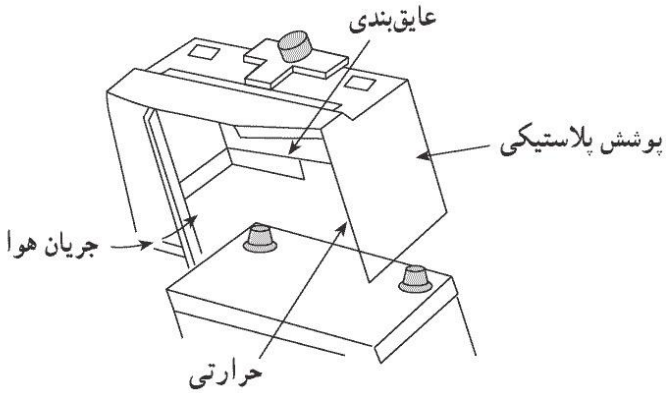
مقدار ولتاژ هر خانه ی باتری ۲ ولت بوده و خانه های باتری به طور سری به هم متصل می شوند (شکل ۴). بنابراین یک باتری ۱۲ ولت دارای ۶ خانه می باشد (شکل ۴) . ظرفیت هر باتری را بر حسب مقدار الکترسیته ی ذخیره شده در باتری و برحسب آمپر ساعت (A.h) تعریف میکنند . الکترولیت مورد مصرف در باتری های سرب-اسیدی مخلوطی از اسیدسولفوریک و آب مقطر است.

در بعضی از باتری ها به جای الکترولیت مایع، از نوع الکترولیت خمیری استفاده می‌شود. از مزایای این نوع الکترولیت ایجاد امکان جابه جایی بدون نشتی باتری و از مشکلات اصلی آن کاهش سرعت واکنش های شیمیایی در جریان شارژ و دشارژ باتری است.

نوعی از باتری های سرب اسیدی مورد استفاده در خودروها (شکل ۵) به باتری های بسته (عمری) معروف هستند.

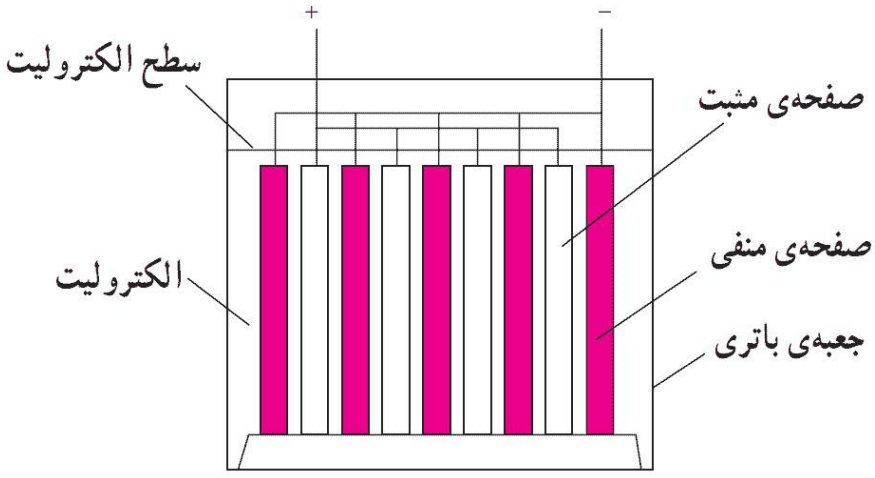
توری ها و اتصالات و ترمینال های باتری از آلیاژ سرب کلسیم ساخته شده و مقدار گاز تولید شده در فعل و انفعالات شیمیایی این نوع باتری بسیار کم است. هواکش کوچک تعبیه شده در باتری افزایش فشار داخل باتری را تنظیم می‌کند. در خودروهایی که تشعشع حرارتی موتور زیاد است از پوشش های پلاستیکی به عنوان سپر حفاظتی در مقابل گرمای موتور استفاده می‌شود. در شکل ۶ نوعی از این پوشش ها دید می‌شود.

شکل ۵



شکل ۶

-باتری قلیایی استفاده شده در خودروها از نوع نیکل کادمیمی می‌باشد. در این باتری ۶ صفحه ی مثبت هیدواکسید نیکل (NiOH) و صفحه ی منفی کامیم (cd) وجود دارد و الکترولیت داخل باتری هیدروکسید پتاسیم (KOH)می باشد . در فرآیند شارژ باتری حرکت اکسیژن از صفحه ی منفی به طرف صفحه ی مثبت و در حالت دشارژ حرکت اکسیژن از صفحه ی مثبت به صفحه ی منفی است . در حالت شارژ کامل صفحه ی منفی ، کادمیم خالص (اسفنجی) و صفحه ی مثبت ، هیدرواکسید نیکل است . این باتری ها را بیش از اندازه نمیتوان شارژ نمود زیرا وقتی تمام اکسید کادمیم به کادمیم تبدیل شد واکنشی انجام نمیشود (شکل ۷).



شکل ۷

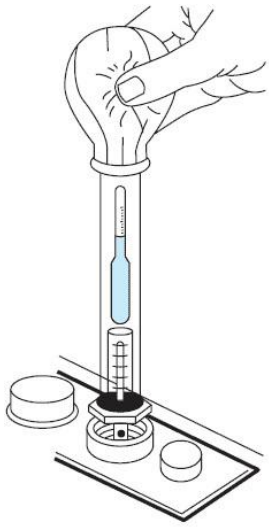
آب مقطر

برای تهیه‌ی الکترولیت (مخلوط آب و اسید) باتری های سرب اسیدی از آب مقطر استفاده می‌شود. آب مقطر را از تقطیر آب طبیعی به دست می آورند که در حین تقطیر ، املاح موجود در آب از آن جدا می شود . آب طبیعی را به دلیل داشتن خواص گوناگون ناشی از وجود املاح نمی توان در تهیه ی الکترولیت استفاده نمود.

آب مقطر را در بسته بندی های مختلفی از نظر حجم آب ، عرضه می کنند . در شکل ۸ ظرف پر کننده ی آب مقطر باتری دیده می‌شود.

شکل ۸

شکل ۹



شکل ۱۰

آشنایی با چگالی سنج (هیدرومتر)

برای اندازه گیری چگالی مایع الکترولیت از وسیله ای به نام چگالی سنج یا هیدرومتر استفاده می شود . در شکل ۹ یک نوع هیدرومتر دیده می‌شود . هیدرومترها به اسید سنج نیز معروف اند.

چگالی سنج از اجزای زیر تشکیل یافته است:

-گوی لاستیکی : با فشار دادن گوی لاستیکی هوای درون هیدرومتر تخلیه شده و در برگشت به علت اختلاف فشار ، مایع الکترولیت به درون هیدرومتر مکیده می‌شود (شکل ۱۰).

-لوله شیشه ای

-لوله لاستیکی ابتدای هیدرومتر : که در موقع سنجش چگالی مایع الکترولیت در داخل خانه ی باتری قرار می-گیرد.

کپسول مدرّج

(شکل ۱۱) این کپسول داخل لوله ی شیشه قرار گرفته و در موقع اندازه گیری در مایع الکترولیت غوطه ور می شود . داخل کپسول مدرّج مقداری گلوله های ریز (کروی شکل) سربی قرار دارد . دنباله کپسول مدرج با رنگ های مختلفی (در سه رنگ) تقسیم بندی میشود.

غلظت الکترولیت (چگالی) متناسب با دمای آن تغییر میکند به طوری که با افزایش هر پنج درجه دمای باتری، غلظت الکترولیت حدود 0.003درجه کاهش میابد . با کاهشدما بر غلظت الکترولیت افزوده میشود . همانطور که در جدول ۱ مشاهده میشود غلظت و دمای نقطه ی انجماد کاهش میابد . از این رو باید در مناطق سردسیر همواره غلظت (چگالی) الکترولیت را کنترل نمود.

در ساختمان بعضی از هیدرومترها دماسنج نیز تعبیه شده است که با آن میتوان درجه حرارت مایع الکترولیت داخل خانه های باتری را اندازه گیری نمود . در شکل ۱۲ یک نوع از این هیدرومترها دیده می‌شود.

شکل ۱۱

دمای انجماد °C	غلظت اسید
۲/۸ـ	۱/۱۰۰
۱۷/۲ـ	۱/۱۶۰
۲۷/۳ـ	۱/۲۰۰
۳۵ـ	۱/۲۲۰
۵۹/۴ـ	۱/۲۶۰
۷۰/۵ـ	۱/۳۰۰

جدول ۱

شکل ۱۲

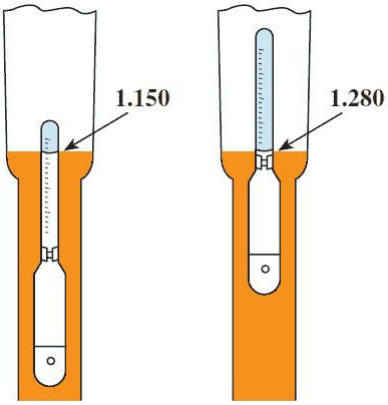
در شکل ۱۳ دو نمونه از وضعیت مایع الکترولیت و طرز عمل کپسول شناور در سنجش میزان چگالی دیده می شود. دستور العمل استفاده از هیدرومتر برای اندازه گیری چگالی یا غلظت مایع الکترولیت و وسایل و مواد لازم:

وسایل و موارد لازم : (شکل ۱۴)

-هیدرومتر

-باتری

-آب مقطر



شکل ۱۳

شکل ۱۴

نکات ایمنی

-چون مایع الکترولیت خوردگی ایجاد می کند در موقع استفاده از هیدرومتر احتیاط لازم را به عمل آورید.

-از اتصال صحیح نگهدارنده ی درب خودرو اطمینان حاصب کنید.

به ترتیب زیر برای اندازه گیری چگالی (غلظت) باتری روی خودرو اقدام کنید.

-درب موتور خودرو را بالا بزنید.

-درپوش خانه های باتری را باز کنید.

-پس از تخلیه ی هوای داخل هیدرومتر به وسیله ی فشار دادن گوی لاستیکی هیدرومتر ، لوله ی لاستیکی را وارد مایع الکترولیت داخل خانه های باتری کنید.

-با کم کردن فشار روی گوی لاستیکی مقدار لازم از مایع الکترولیت را به داخل هیدرومتر هدایت کرده چگالی آن را اندازه گیری کنید (شکل ۱۵).

-چگالی الکترولیت همه ی خانه های باتری را اندازه گیری کنید.

-در صورتی که سطح الکترولیت هر یک از خانه های باتری از حدّ مجاز پایین تر باشد آب مقطر اضافه کنید (شکل ۱۶) و پس از شارژ باتری مجددا چگالی مایع الکترولیت همان خانه را تندازه گیری نمایید.

شکل ۱۵

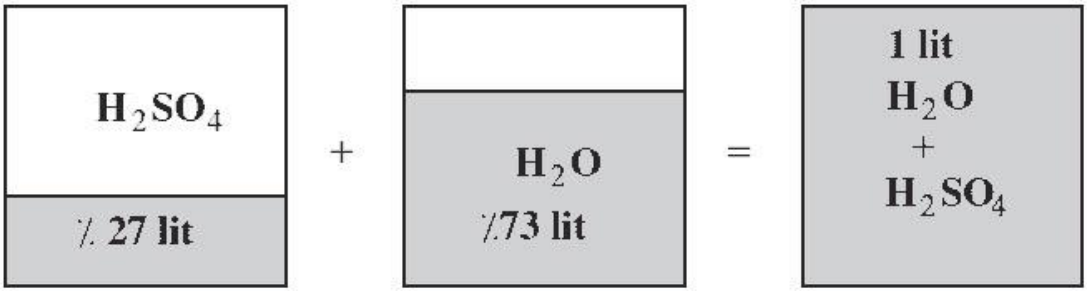
شکل ۱۶

مایع الکترولیت باتری های سرب اسیدی

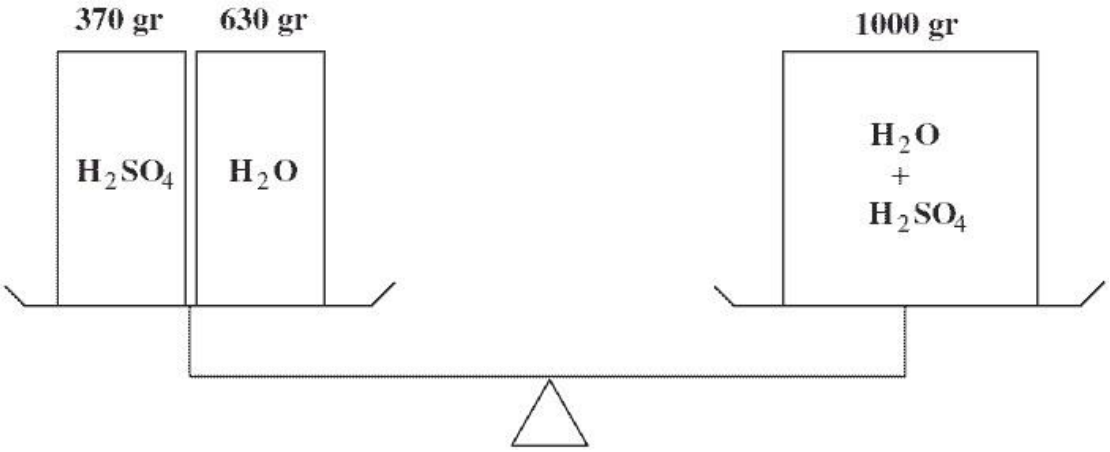
برای تهیه ی مایع الکترولیت ، از مخلوط اسیدسولفوریک و آب مقطر استفاده می شود.

از نظر وزنی ۶۳٪ وزن الکترولیت را آب مقطر و ۳۷٪ آن را اسید سولفوریک تشکیل میدهد (شکل ۱۷).

از نظر حجمی نیز۲۷٪ حجم الکترولیت را اسیدسولفوریک و 73%آن را آب مقطر تشکیل می دهد (شکل ۱۸) . اسیدسولفوریک خالص بی رنگ و دارای وزن مخصوص Kg/lit6/2 است.



شکل ۱۸



شکل ۱۷

دستورالعمل تهیه‌ی الکترولیت ، وسایل و مواد لازم

(شکل ۱۹)

-آب مقطر

-اسید سولفوریک

-قیف شیشه ای

-پیمانه ی مدرج

-هم زن غیر فلزی

-میله ی شیشه ای

-دست کش لاستیکی

-عینک حفاظتی

-ماسک تنفسی

-لباس مناسب

نکات ایمنی در تهیه ی الکترولیت

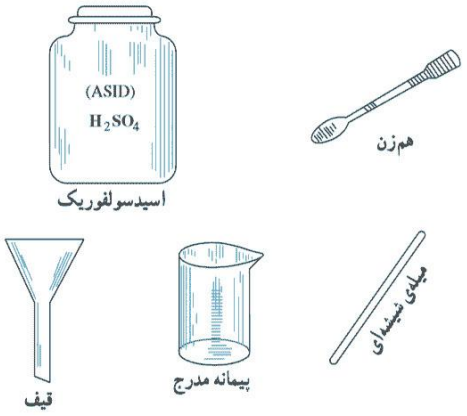
-در استفاده از ظروف حاوی اسید دقت کنید که بر چسب مشخصات ، روی ظرف اسید نصب شده باشد (شکل ۲۰).

-اسید سولفوریک در مجاورت با اکثر فلزات ایجاد خوردگی می کند ، لذا در انتخاب نوع وسایل و ابزار مورد استفاده در تهیه ی الکترولیت دقت کنید.

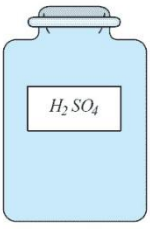
-اسید سولفوریک باعث از بین رفتن لباس و پوست و ... میشود ، لذا از تماس با اسید خودداری کنید.

-از استنشاق بخار اسید جدا خودداری کنید.

-هیچ گاه آب را به اسید اضافه نکنید . این کار باعث ایجاد واکنش در اسید و پاشیده شدن قطرات اسید در محیط می‌شود (شکل ۲۱).



شکل ۱۹

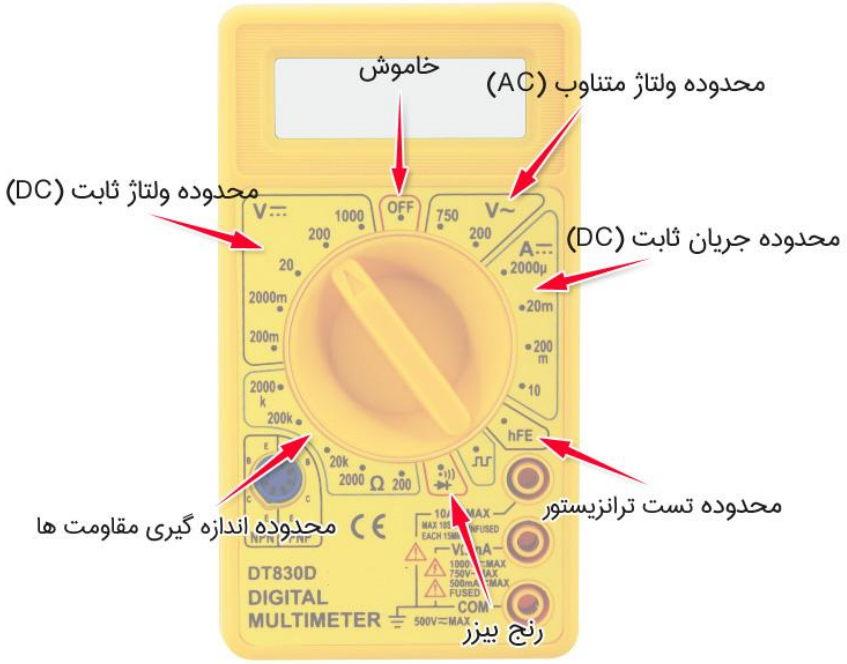


شکل ۲۰

شکل ۲۱

معرفی قسمت های مختلف کلید سلکتوری مولتی متر

به کلیدی که در وسط مولتی متر قرار گرفته و قابلیت چرخش دارد، کلید سلکتوری می‌گوییم. با چرخاندن این کلید سلکتوری می توانید انتخاب کنید که قصد اندازه گیری چه کمیتی را دارید. در تصویر زیر، رنج کمیت های مختلف مشخص شده است.



البته اگر دستگاه شما با مولتی متر بالا فرق دارد، کافیست این علائم اختصاری را بدانید تا بتوانید با هر مولتی متری کار کنید.

علامت ولتاژ ثابت = V⎓
علامت ولتاژ متناوب = V~
علامت جریان ثابت = A⎓
علامت جریان متناوب = A~
علامت مقاومت (اهم) = Ω

سوال: فرق ولتاژ ثابت و ولتاژ متغییر چیست؟ ولتاژی که باتری ها تولید می‌کنند ولتاژ ثابت و ولتاژ برق شهر که از پریزهای برق گرفته می شود، ولتاژ متناوب است.

روش اندازه گیری ولتاژ ثابت با ولت متر:

کلید سلکتوری روی مولتی متر را آنقدر بچرخانید که روی محدوده ولتاژ ثابت قرار گیرد. از آنجایی که قصد داریم تا ولتاژ یک باتری کوچک را اندازه گیری کنیم پس باید کلید سلکتوری روی مقدار ۲۰ قرار گیرد (البته می توانید کلید سلکتوری را روی ۲۰۰۰ mهم قرار دهید.)

همانطور که می بینید پراب قرمز رنگ به ترمینال VΩmA و پراب مشکی به ترمینال COM وصل شده. آنگاه در سمت دیگر پراب قرمز رنگ را به قطب مثبت باتری و پراب مشکی رنگ را به قطب منفی وصل کرده ایم و عدد ۱،۵ روی نمایشگر مولتی متر نشان داده شده است. اگر جای پراب قرمز و مشکی را در باتری جابجا وصل کنید، عدد ۱،۵- (منفی) نمایش داده می‌شود.

شارژ کردن باتری

هشدار: اگر شارژ باتری شما خالی شده و مایع اسیدی درون آن منجمد شده است سعی نکنید آن را شارژ کنید زیرا ممکن است منجر به ترکیدن باتری شود! قبل از شارژ یا آزمایش باتری آن را از خودرو خارج و به فضای گرمی منتقل کنید تا یخ آن باز شود.

به عددی که ولت متر نشان می‌دهد توجه کنید و به جدول زیر مراجعه کنید:

ولتاژ باتری ..... وضعیت شارژ

12.66ولت ..... ۱۰۰ درصد

12.45ولت ..... ۷۵ درصد

12.24ولت ..... ۵۰ درصد

12.06ولت ..... ۲۵ درصد

11.89ولت ..... ۰ درصد

توجه :ولتاژ های جدول بالا مربوط به دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد است .

برای سنجش ولتاژ باتری اول سوییچ را کامل ببندید و تمام چراغ های خودرو را خاموش کنید. برای بررسی وضعیت شارژ باتری کابل مثبت یا قرمز رنگ ولت متر را به قطب مثبت باتری متصل کنید. قطب مثبت باتری با علامت + و کابلی که به قطب مثبت باتری متصل شده معمولا با رنگ قرمز مشخص شده است.

کابل منفی یا سیاه‌رنگ ولت متر را به قطب منفی باتری متصل کنید. قطب منفی باتری با علامت - و کابلی که به قطب منفی باتری متصل شده معمولا با رنگ سیاه مشخص شده است.

چند راه برای شارژ کردن یک باتری ماشین بدون شارژر وجود دارد. محبوب ترین راه این است که باتری ماشین را به باتری ماشین دیگروصل کنید. اگر امکانش را ندارید ، راه های دیگری برای شارژ باتری ماشین وجود دارد. مطمئنا بهترین راه شارژ باتری ماشین ، شارژ باتری ماشین با شارژر است زیرا این روش شارژ باتری ماشین امن تر و موثر است.

باتری ها را می‌توان به ۲ روش شارژ کرد .یکی شارژ کند (معمولی) و دیگری شارژ تند (سریع)

در شارژ کند مقدار کمی آمپر به باتری داده میشود ر عوض مدت زمان زیادی طول میکشد تا باتری شارژ شود.در شارژ سریع برعکس مقدار زیادی آمپر در مدت کوتاهی به باتری داده می‌شود تا پر شود.

توجه : شارژ کند بهتر از شارژ سریع است چون احتمال صدمه دیدن صفحات باتری کمتر است . از شارژ سریع فقط برای شرایط خاص استفاده میشود (دستگاه آن نیز با دستگاه شارژ کند متفاوت است)

این نوع دستگاه شارژ دارای ۲ سلکتور (کلید چرخشی)یکی برای آمپر و دیگری برای ولتاژ میباشد بعلاوه یک نشاندهنده نیز برای هر کدام (ولتاژ و آمپراژ) لازم است . توجه : اکثر دستگاه های شارژر ایرانی فقط دارای یک نشاندهنده (آمپر) می‌باشند. دستگاه دارای ۲ خروجی یکی مثبت و دیگری منفی و یک کلید اصلی و یک فیوز نیز میباشد.

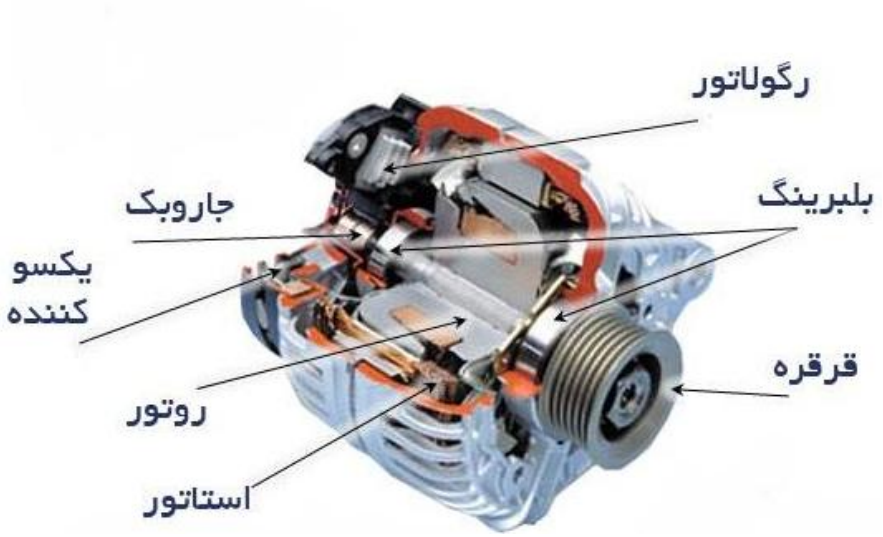
فرق دینام و آلترناتور چیست؟

ژنراتور، دینام نسل قدیم

کار «دینام (Dynamo) «تأمین برق خودرو است. پس از اضافه کردن باتری به خودروها، احساس نیاز به شارژر هم به وجود آمد. باتری ها قادر نبودند برق مربوط به موتور، بوق، چراغ ها و ... را به تنهایی تأمین کنند و با افت ولتاژ **برق** مواجه و بالاخره تمام می شدند. به این ترتیب وجود «ژنراتوری (Generator) «که پس از اتمام باتری، بدون نیاز به جدا کردن باتری از **خودرو** شروع به شارژ آن کند، در دستور کار شرکت های خودروسازی قرار گرفت. بدین ترتیب تا اواخر دهه ۶۰ میلادی خودروها مجهز به دینامی بودند که از مداری ساده تشکیل می‌شد و باتری خودروی شان را شارژ می کرد. نکته قابل توجه اینجاست که این ژنراتورها مجهز به قطعه ی هماهنگ کننده و یکسو کننده جریان برق نبودند؛ بنابراین در تنظیم ولتاژ ایراداتی داشتند که به مرور منجر به خراب شدن باتری می شد. این مسئله پیش زمینه ای برای تبدیل ژنراتور به «آلترناتور» شد.

آلترناتور، دینام نسل جدید

افزایش و به روز شدن تجهیزات خودروها به تبدیل ژنراتور به آلترناتور سرعت بخشید. آلترناتور، دینام بهینه ای شده ای شبیه به همان سیستم قدیمی بود؛ با این تفاوت که به وسیله قطعه ای سیم پیچ به نام « استاتور » (Stator) با دریافت کمترین مقدار انرژی مکانیکی از موتور، انرژی الکتریکی بیشتری را تولید می‌کرد.
در واقع آلترناتورها به جای تجهیز به جاروبک های زغالی که خیلی زود هم از بین می‌رفتند، به دیودهای یکسو کننده مجهز شدند. این همان چیزی است که عدم وجود آن در دینام خودروهای قدیمی باعث می شد رانندگان قبل از خاموش کردن خودرو چندین بار پدال **گاز** را بفشارند تا بعداً خودرو راحت تر روشن شود.
به عبارت دیگر در دینام های نسل قدیم سرعت چرخیدن موتور با تولید ولتاژ لازم برای شارژ باتری ارتباط مستقیم داشت اما امروزه آلترناتورها با کمترین دور موتور هم وظیفه خود را به درستی انجام می دهند.



از ابتدا اجزای تشکیل دهنده دینام ها، دو قطعه «استاتور» و «روتور» (Rotor) بود که تغییر در ساختار استاتورها منجر به بهینه شدن دینام های ژنراتوری و تبدیل آنها به آلترناتور شد.

با وجود تمام این تفاوت ها افراد زیادی معتقدند؛ آلترناتور همان دینام بهینه شده است؛ اما در مقابل تعداد زیادی هم به علت تمایزهای اساسی که این سیستم با نوع قدیمی دارد، کاملاً آن را مجزا و ورای دینام می دانند.

از مهمترین تفاوت های میان آلترناتورها و دینام های ژنراتوری می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- آلترناتورها سبک تر از ژنراتورها هستند.
- هزینه تعمیر و نگهداری آنها کمتر است.
- جریان برق بیشتری را تولید کرده و باصرفه تر هستند.
- آلترناتور برق متناوب (AC) و دینام برق مستقیم (DC) تولید می کند.
- عمر آلترناتورها به سبب تحمل فشار کاری کمتر، بیشتر است

وظیفه رگولاتور یا آفتامات در ماشین چیست؟

رگولاتور یا آفتامات برای کنترل ولتاژ تولیدی و جریان مصرفی استفاده می شوند و با این عمل از صدمه دیدن و سوختن مولد برق و مصرف کننده ها جلوگیری می شود. و همچنین رابطی بین دینام و باتری می باشد.

هنگامی که دور موتور بالا می رود ولتاژ برق تولیدی در دینام زیاد می شود. این افزایش اگر از حد مجازی بیشتر شود باعث سوختن مصرف کننده های خودرو و یا آسیب دیدن آنها می شود. همچنین اگر دور موتور پائین باشد یا موتور خاموش است دینام به باتری متصل شود. جریان برق از باتری به دینام می رود و باعث سوختن دینام می شود. بنابراین برای جلوگیری از موارد گفته شده از وسیله ای به نام رگولاتور یا آفتامات استفاده می‌گردد.

آفتامات مجموعه ای از مدار الکترونیکی می باشد که کار تنظیم ولتاژ خروجی آلترناتور را به عهده دارد. حال اگر سیستم آلترناتور نتواند به خوبی برق ماشین را تامین کند ماشین با مشکل کمبود برق مواجه می شود که می توان با بازدید زغال ها و دیودها مشکل را حل نمود. حتی در بعضی مواقع به علت شل بودن تسمه، آلترناتور نمی تواند خوب بچرخد و برق را تامین کند.

معرفی دیود:

دیود قطعه ای است که از یک طرف جریان را عبور می دهد و از طرف دیگر عبور نمی دهد. یعنی یک مسیر جریان یک طرفه که در یک جهت با هدایت جریان و در جهت دیگر با قطع جریان مواجه هستیم. دیودها دارای دوقطب آند وکاتد می باشند. اگر آند به مثبت و کاتد به منفی منبع تغذیه وصل شود دیود در جهت هدایت قرار گرفته که به این حالت بایاس مستقیم یا فوروارد بایاس می گویند و در خلاف این جهت،جریان را هدایت نمی

کند که به آن بایاس معکوس یا ریورس بایاس گفته می شود. از این خاصیت دیود، در یکسو کردن جریان متناوب و تبدیل آن به جریان مستقیم استفاده می شود.

شکل فیزیکی دیود به صورت زیر می باشد:

دیودها کاربردهای متنوعی دارند. از دیودها می توان به عنوان : یکسوکننده ، محافظت کننده ، جداکننده و چندین مورد دیگر استفاده کرد. برای مثال برای یکسو نمودن برق تکفاز متناوب و تبدیل به برق مستقیم می توان از۱ الی ۴ دیود استفـــــاده کرد، یا برای جلوگیری از اشتباه وصل شدن برق مثبت و منفی در تغذیه دستگاه ها یا بردهای الکترونیکی می توان دیودها را بکار برد. از دیگر کاربردهای دیود می توان به جدا کردن دو برق مستقیم در دستگاه اشاره کرد .اگر در دستگاه یا بردها دو برق مستقیم از دو منبع تغذیه جداگانه نیاز داشته باشیم، با استفاده از دیود می توان حالتی ایجاد کرد که چنانچه هرکدام از برقها از کار افتاد یا قطع شد، دستـــــــگاه با برق دیگر به کارش ادامه داده و خللی در کار دستگاه یا برد بوجود نیاید.

دیود زنر:

دیود زنر شبیه دیود معمولی رفتار می کند . این دیود نیز برای هدایت احتیاج به یک حداقل ولتاژ آستانه دارد. این دیود در جهت مخالف نیز یک ولتاژ شکست دارد که از آن به بعد جریان را از خود عبور می دهد، با این تفاوت که برعکس دیود معمولی دیود خراب نمی شود. اگر ولتاژ کمتر از ولتاژ شکست شود، دیود دوباره قفل شده و جریانی را عبور نمیدهد. لذا در جهت معکوس می‌بایستی توسط مقاومتی که با آن سری می‌شود، جریان را محدود نمود تا باعث از بین رفتن دیود نشود.

تست دیود معمولی

این دیودها از جنس سیلسیوم (سیلیکون) بوده و در کاربردهای متفاوت، قابلیت عبور جریان‌های مختلفی را دارند. ساده‌ترین نوع آن دیود ۴۱۴۸N۱ می‌باشد که ظاهر آن مانند دیودهای زنر شیشه‌ای کم وات می‌باشد؛ و

یا دیودهای ۴۰۰۱N۱ که در یکسوسازی فرکانس پائین بیشترین کاربرد را دارند (منابع تغذیه نیم موج، تمام موج و پل).
برای تست این دیودها به طریق زیر عمل نمایید:
بهتر است قبل از تست دیود آن را از مدار خارج کنید؛ چون ممکن است المان‌های دیگر مدار در نتایج تأثیر بگذارد. به طور کلی ساده‌ترین روش تست دیود آن است که سیم‌های مولتی متر را به دو سر دیود وصل می‌کنیم؛ اگر در این حالت جریان را از خود عبور داد، دیود در گرایش مستقیم است.
سپس جای سیم‌ها را عوض می‌کنیم. در این حالت دیود در گرایش معکوس قرار دارد و نباید هیچ جریانی را عبور دهد. اگر در دو حالت گرایش مستقیم و گرایش معکوس، دیود هیچ جریانی عبور ندهد یا اتصال کوتاه باشد، معیوب است و باید تعویض شود.
نکته: در مولتی مترهای دیجیتال، در صورت سالم بودن دیود، در گرایش مستقیم معمولا عددی بین ۳۰۰ تا ۶۰۰ و در گرایش معکوس Open نشان داده می‌شود. اگر ۰ یا Short نمایش داده شود، دیود اتصال کوتاه است.

رگولاتور ولتاژ آلترناتور:

زمانی که به ولتاژ DC ثابتی در خروجی نیاز داریم از رگولاتور ولتاژ استفاده می کنیم.

تغییرات ولتاژ خروجی به دلایل زیر رخ می دهد:

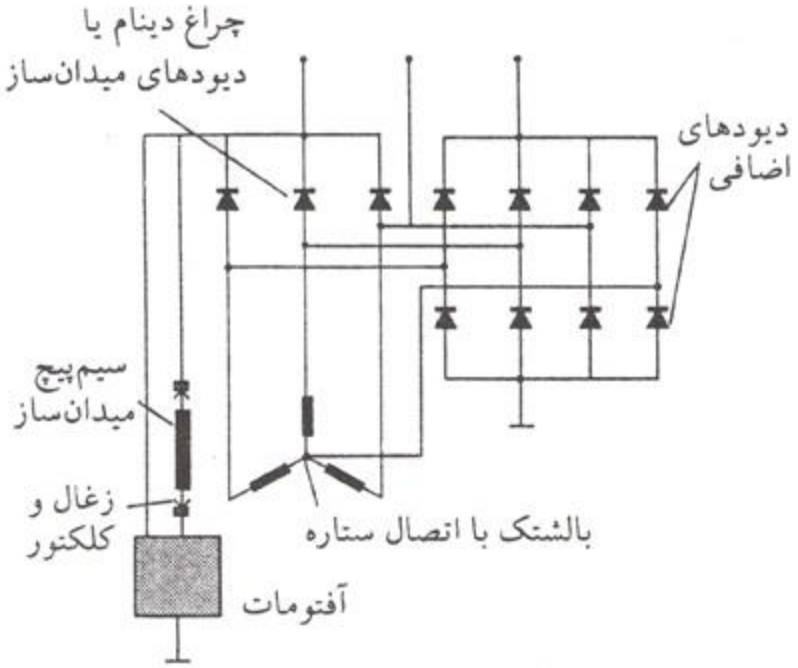
۱-تغییرات ولتاژ ورودی

۲-تغییرات بار

۳-تغییرات دما

به صورت اجمالی می توان گفت: توسط مجموعه رگولاتور، جریان سیم پیچ روتور (جریان تحریک) را تغییر می دهیم.

رگولاتور ولتاژ داخل آلترناتور نصب می‌شود. وظیفه این قطعه تامین ولتاژ ثابت برای قطعات خودرو و شارژ باتری می باشد. در صورت کاهش ولتاژ خروجی آلترناتور، رگولاتور جریان مدار تحریک آلترناتور را افزایش می دهد تا ولتاژ خروجی آلترناتور افزایش یابد و برعکس، چنانچه ولتاژ خروجی افزایش یابد، رگولاتور جریان تحریک آلترناتور را کاهش داده تا ولتاژ خروجی کاهش یابد.



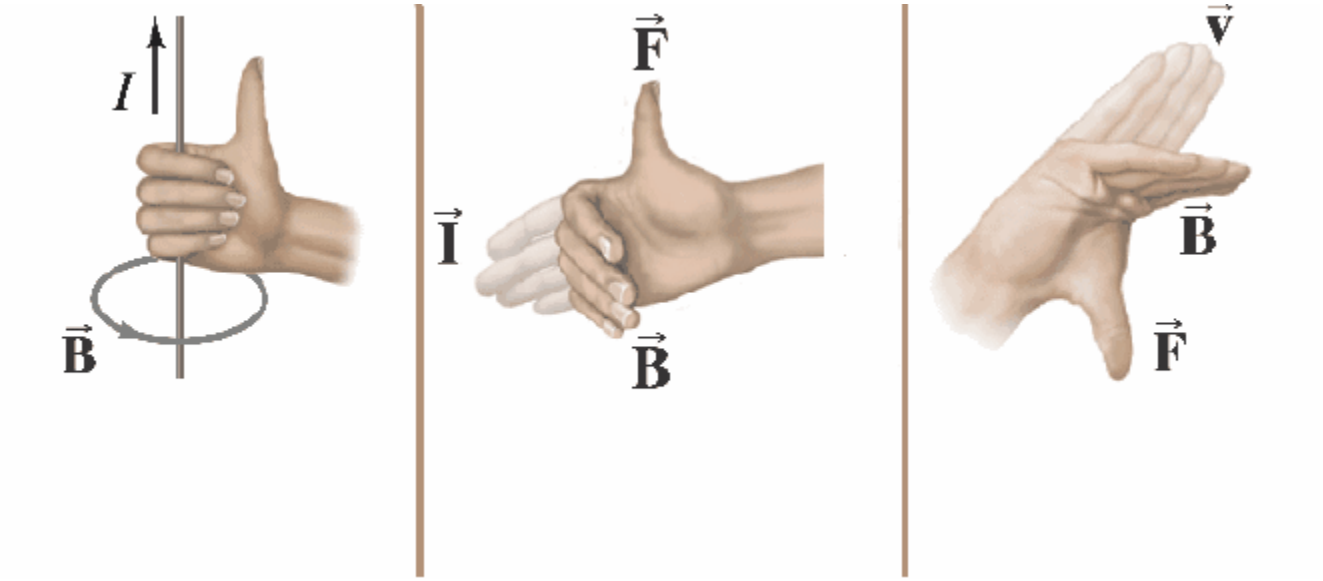
مدار کامل دینام که در آن از هشت دیود اصلی یکسوساز و سه دیود میدان‌ساز استفاده شده‌است.

استارت

«موتور الکتریکی» (Electric Motor) انرژی الکتریکی را به «انرژی جنبشی» (kinetic energy) تبدیل می‌کند. عمل عکس آن یعنی تبدیل انرژی جنبشی به انرژی الکتریکی توسط «ژنراتور» (generator) یا «دینام» (dynamo) انجام می‌شود. ساختمان کلی این دو «ماشین» (machine) به هم شبیه است و در برخی موارد یک ماشین می‌تواند هر دو نقش موتوری و ژنراتوری را بازی کند. برای مثال، موتورهای «کشش » (traction) لوکوموتیوهایی که دارای ترمز دینامیکی هستند، در هر دو نقش ظاهر می‌شوند و در هنگام ترمز، انرژی جنبشی را به انرژی الکتریکی تبدیل و ذخیره می‌کنند.

اغلب موتورهای الکتریکی بر اساس اصول «الکترومغناطیس» (electromagnetism) به حرکت درمی‌آیند، اما موتورهایی که بر اساس دیگر «پدیده‌های الکترو مکانیکی» (electromechanical phenomena) مانند «نیروی الکترو استاتیک» (electrostatic force) و «اثر پیزو الکتریک» (piezoelectric effect) کار می‌کنند، نیز وجود دارند. اصل اساسی در موتورهای الکترومغناطیسی این است که به سیم‌های حامل جریان الکتریکی در داخل «میدان مغناطیسی» (magnetic field) نیروی مکانیکی اعمال می‌شود. این نیرو در

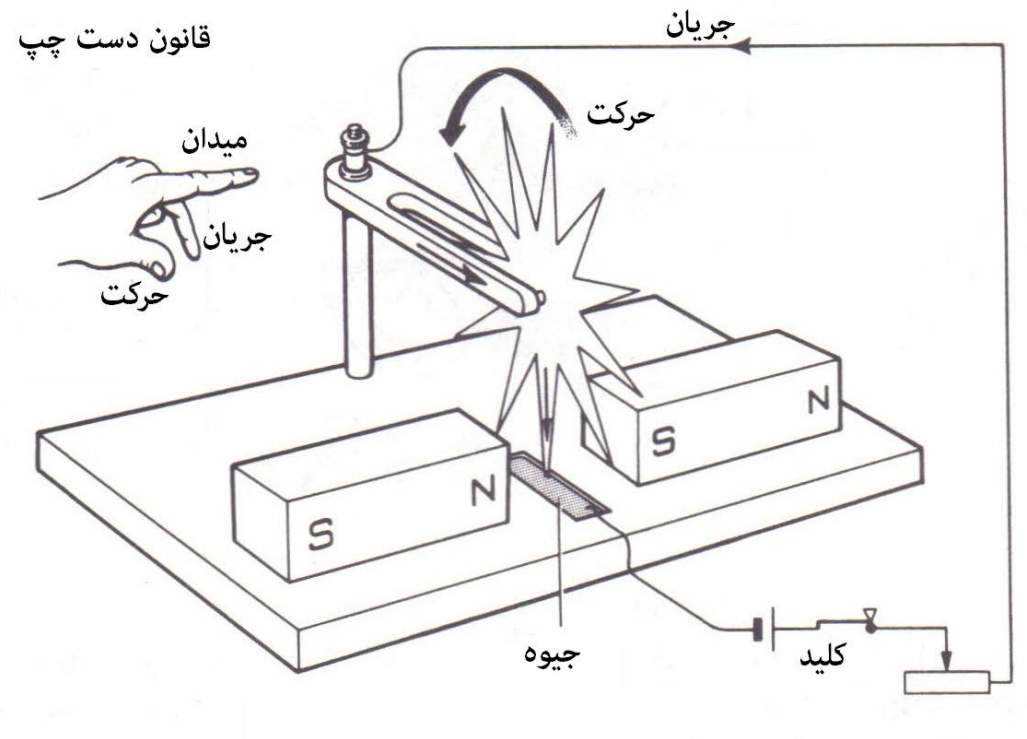
«قانون نیروی لورنتز» (Lorentz force law) تشریح شده است. جهت این نیرو بر هر دو میدان مغناطیسی و سیم حامل جریان عمود است که با استفاده از قانون دست راست به دست می‌آید. در شکل زیر قانون دست راست بیان شده است.



اغلب موتورها «دوار» (rotary) هستند، اما موتورهای «خطی» (linear) نیز وجود دارند. در یک موتور دوار، قسمت دوار که اغلب در داخل قرار دارد «روتور» (rotor) و قسمت ایستا «استاتور» (stator) نامیده می‌شود. «آرمیچر» (Armature) آن بخش از موتور الکتریکی است که به آن ولتاژ ورودی اعمال می‌شود یا آن بخش از ژنراتور است که در آن ولتاژ خروجی ایجاد می‌شود. با توجه به طراحی ماشین، روتور یا استاتور هر کدام می‌تواند به عنوان آرمیچر باشد. در شکل زیر استاتور و روتور در یک موتور الکتریکی مشخص شده است.

موتورهای جریان مستقیم

یکی از اولین موتورهای دوار الکترومغناطیسی توسط «مایکل فارادی» (Michael Faraday) در سال ۱۸۲۱ میلادی اختراع شد و شامل یک سیم آویخته شده‌ی آزاد که در یک ظرف جیوه غوطه‌ور بود، می‌شد. یک «آهنربای دائم» (permanent magnet) در وسط ظرف قرار داده شده بود. وقتی که جریانی از سیم عبور می‌کرد، سیم حول آهنربا به گردش در می‌آمد و نشان می‌داد که جریان منجر به افزایش یک میدان مغناطیسی دایره‌ای اطراف سیم می‌شود. این موتور اغلب در کلاس‌های فیزیک مدارس نشان داده می‌شود، اما گاهی به جای ماده سمی جیوه ، از آب نمک استفاده می‌گردد. این موتور ساده‌ترین شکل از موتورهای الکتریکی است که «موتور هوموپولار» (homopolar motor) نامیده می‌شود. موتور اصلاح شده‌ی بعدی که از چرخ در آن استفاده شده «چرخ بارلو» (Barlow's Wheel) است. در شکل زیر نمونه‌ای از چرخ بارلو به همراه تعیین جهت حرکت با استفاده از قانون دست نشان داده شده است.



یکی دیگر از طراحی‌های اولیه موتور الکتریکی از یک «پلانجر رفت و برگشتی» (reciprocating plunger) در داخل یک «سلونوئید سوییچ شده» (switched solenoid) استفاده می‌کرد؛ به طور مفهومی می‌توان آن را به عنوان یک نسخه الکترومغناطیسی از یک «موتور احتراق داخلی» (internal combustion engine) دو مرحله‌ای مشاهده کرد. سلونوئید سیم پیچی‌ای دارای طول است که وقتی یک شدت جریان به آن متصل شود باعث به وجود آمدن میدان مغناطیسی می‌شود. «توماس داونپورت» (Thomas Davenport) در سال ۱۸۳۴ میلادی یک موتور الکتریکی DC کوچک برای یک قطار اسباب بازی که در یک مسیر دایره‌ای حرکت می‌کرد ساخت. او این اختراع خود را در سال ۱۸۳۷ میلادی به ثبت رساند.

«موتور جریان مستقیم» (Direct Current Motor) یا «DC» امروزی به صورت تصادفی در سال ۱۸۷۳ میلادی اختراع شد. زمانی که «زنوب گرام» (Zénobe Gramme) یک دینام چرخشی به یک واحد مشابه دیگر متصل کرد تا به عنوان یک موتور کار کند. ماشین گرام اولین موتور الکتریکی صنعتی بود. اختراعات قبلی به عنوان اسباب بازی یا کنجکاوی آزمایشگاهی در نظر گرفته می‌شوند. موتور کلاسیک DC دارای آرمیچری روی روتور به شکل «آهنربای الکتریکی» (electromagnet) است. یک سوییچ دوار به نام «کموتاتور» (commutator) جهت جریان الکتریکی را در آرمیچر در هر سیکل دو بار برعکس می‌کند تا «قطب‌های » (poles) آهنرباهای الکتریکی، «آهنربای دائمی» (permanent magnet) واقع در استاتور را جذب و دفع کنند. در واقع کموتاتور «پلاریته» (polarity) آهنربای الکتریکی آرمیچر را با عبور قطب‌های آهنربای

الکتریکی آرمیچر از جلوی قطب‌های آهنربای دائمی استاتور معکوس می‌کند. در طول این جابجایی پلاریته، «تکانه» (momentum) روتور در یک جهت ثابت می‌ماند و روتور به چرخش خود ادامه می‌دهد.

موتورهای میدان سیم پیچی شده

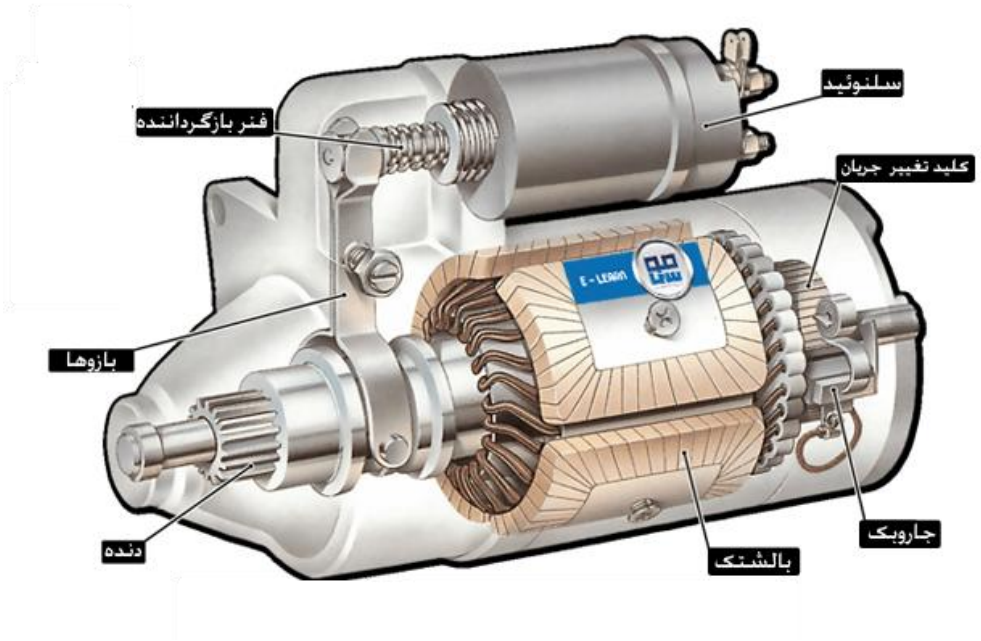
آهنرباهای دائم در محیط بیرونی (استاتور) یک موتور DC ممکن است با آهنرباهای الکتریکی تعویض شود. با تغییر جریان سیم پیچی میدان (تحریک)، این پدیده که نسبت سرعت به «گشتاور» (torque) موتور تغییر کند ممکن می‌شود. به طور نمونه سیم پیچی میدان به صورت سری با سیم پیچی آرمیچر قرار داده می‌شود تا یک موتور گشتاور بالا و سرعت کم حاصل شود و اگر سیم پیچی میدان به صورت موازی (شنت) با سیم پیچی آرمیچر قرار داده شود، یک موتور گشتاور کم و سرعت بالا خواهیم داشت. برای تعادل سرعت و گشتاور قسمتی از سیم پیچی میدان سری و قسمتی از آن موازی با سیم پیچی آرمیچر (سیم پیچی کمپوند) قرار داده می‌شود تا سرعت تقریبا ثابتی را در محدوده‌ی تغییرات بار فراهم کند موتور «تحریک مستقل» (separate excitation) نیز در صنعت رایج است. در این موتور با ثابت نگه داشتن ولتاژ سیم پیچی میدان، سرعت با تغییر ولتاژ سیم پیچی آرمیچر کنترل می‌شود. به علاوه با کاهش ولتاژ سیم پیچی میدان و به تبع کاهش جریان آن می‌توان به سرعت بالاتر و گشتاور پایین‌تر دست یافت که بهره برداری «میدان ضعیف» (weak field) خوانده می‌شود. در مجموع با استفاده از این تکنیک‌ها کنترل سرعت در موتور DC فراهم می‌شود. در شکل زیر مدارهای موتورهای DC سری و شنت و کمپوند نشان داده شده است.

وظیفه اصلی استارت

استارت خودرو یک موتور الکتریکی می باشد که نیروی الکتریسیته را به مکانیکی تبدیل می کند. در یک استارت خودرو ، برق از **باتری** گرفته شده و در طی عبور از سیم پیچ درون استارت، باعث چرخاندن چرخ دنده های استارت می گردد که این عمل باعث می شود، چرخ دهنده های استارت با چرخ دنده های موتور خودرو درگیر شده و آن را نیز بچرخاند.

برای روشن شدن موتور خودرو، نیاز است که دور موتور به حداقل دور راه اندازی لازم در خودرو برسد. این دور موتور حداقلی در موتور خودروها معمولا ۱۰۰ دور بر دقیقه می باشد .**وظیفه استارت خودرو** ، رساندن دور موتور خودرو به این میزان حداقلی برای راه اندازی خودرو می باشد .هنگامی که سوئیچ را می چرخانیم، انرژی الکتریکی از باتری به استارت ارسال شده و استارت با چرخاندن موتور، باعث روشن شدن خودرو می گردد.

اجزای استارت



- ***پوسته استارت***

پوسته استارت تشکیل شده است از یک استوانه که همان پوسته اصلی است، از جنس فولاد ساخته شده است.

- ***بالشتک‌ها***

چهار عدد بالشتک که از جنس فولاد است. درون پوسته نصب می‌شود که بایستی حوزه مغناطیسی در اطراف آنها ایجاد شود.

- ***سیم پیچ***

یک حلقه سیم پیچ به دور بالشتک‌ها پیچیده می‌شود. هر استارت دارای ۴ حلقه سیم پیچ است. با کمک بالشتک و نیروی الکتریکی، وظیفه ایجاد حوزه مغناطیسی را به عهده دارند.

- ***اتوماتیک***

این قطعه استوانه‌ای کوچک است که بر روی پوسته اصلی در پوش جلویی استارت نصب می‌شود. وظیفه اصلی این قطعه انتقال الکتریسیته به سیم پیچ بالشتک است. همزمان با پیش راندن دنده، استارت توسط دو شاخه دنده است. این پیش راندن باعث درگیری دنده استارت با دنده **فلایویل** می‌شود.

- ***دنده استارت***

این قطعه بر روی شفت آرمیچر و روی مارپیچ شفت آرمیچر قرار دارد. تنها در یک جهت خلاص و در جهت مخالف درگیر می‌شود. وظیفه این قطعه انتقال نیروی گردشی مکانیکی از آرمیچر به دنده فلایویل و چرخاندن فلایویل است.

- ***آرمیچر***

این قطعه در مرکز شفت خود دارای پره‌های چک است که سیم پیچ در داخل این هسته پیچیده شده و دو سر سیم پیچ به کالکتور متصل به سر شفت وصل است .وظیفه این قطعه ایجاد حوزه مخالف حوزه بالشتک است. در این زمان قطب‌های هم نام همدیگر را می‌رانند و باعث چرخش آرمیچر می‌شود.

- ***زغال استارت***

این قطعه از جنس کربن نرم و ترکیب درصد کمی مس است. وظیفه اصلی این قطعه رساندن الکتریسیته بر سر کالکتور آرمیچر جهت ایجاد حوزه مغناطیسی است.

- ***کلگی استارت***

این قطعه از جنس آلومینیوم خشک ساخته شده است. محل نصب پوسته اصلی اتوماتیک استارت بوده و نگهدارنده شفت آرمیچر است. البته شفت آرمیچر از سمت جلو درون بوشی که بر روی کلگی نصب شده، می‌نشیند.

- ***درپوش انتهای استارت***

این قطعه محل قرارگیری زغال‌های مثبت و منفی است. همچنین نگهدارنده شفت آرمیچر از انتهای آن نیز هست. شفت آرمیچر درون بوشی که روی درپوش انتهایی نصب شده، می‌نشیند.

اصول کار موتور استارت خودرو :

هر موتور الکتریکی به زبان ساده ماشینی برای تبدیل انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی است. موتور استارت هم از این قائده مستثنی نیست. وقتی جریانی از رسانای واقع در میدان مغناطیسی عبور می کند نیروی بر رسانا وارد می شود اندازه این نیرو با شدت میدان طول رسانای واقع در میدان و شدت جریانی که از رسانا می گذرد متناسب است.

در موتورهای DC رسانای ساده کاربرد عملی ندارد و رسانا را به صورت یک یا چند حلقه شکل می دهند تا آرمیچر تشکیل شود جریان برق از طریق کموتاتور (سوی گردان) تیغه ای و زغال (جاروبک) تامین می شود نیروی که بر رسانا وارد می شود حاصل بر هم کنش میدان مغناطیسی اصلی و میدان ایجاد شده حول رساناست در استارت خودروهای سبک میدان اصلی را به وسیله سیم پیچهای متوالی سنگین کاری ایجاد می کنند که روی هسته هایی از اهن نرم پیچیده شده اند. با پیشرفت تکنولوژی ساخت اهنربا امروزه بیشتر از اهنرباهای دائمی برای ایجاد میدان مغناطیسی استفاده می کنند در این صورت می توان استارت را کوچکتر و سبکتر ساخت شدت میدان مغناطیسی ایجاد شده حول رسانای آرمیچر تابع شدت جریان عبوری از سیم پیچهای میدان ساز است بیشتر استارتها چهار قطب وچهار زغال دارند د صورت استفاده از چهار قطب میدان مغناطیسی در چهار ناحیه متمرکز می شود میدان مغناطیسی به یکی ز سه روش زیر ایجاد می شود:

۱- استفاده از اهنربای دائمی

۲- سیم پیچهای میدان ساز متوالی

۳-سیم پیچهای میدان ساز متوالی – موازی

میدان های متوالی – موازی را میتوان با مقاومت کمتری ساخت و بدین ترتیب جریان و در نتیجه گشتاور خروجی استارت را افزایش داد برای انتقال جریان برق از چهار زغال استفاده می شود این زغالها مانند زغالهای مورد استفاده در بیشتر موتورها یا مولدها از مخلوطی از مس و کربن ساخته می شود زغالهای استارت مس بیشتری دارند تا اتلاف جریان در انها به حداقل برسد.

آرمیچر از یک کموتاتور مسی تیغه ای و سیم پیچهای مسی سنگین تشکیل می شود. به طور کلی آرمیچر را به دو روش می توان سیم پیچی کرد این دو روش را سیم پیچی موجی و سیم پیچی همپوش می نامنددر استارتها بیشتر از روش سیم پیچی موجی استفاده می شود زیرا با استفاده از این روش مناسبترین مشخصه ها از لحاظ گشتاور و سرعت در سیستم چهار قطبی حاصل می شود. در استارت باید مکانیسمی هم برای درگیری و خلاص

شدن از دنده فلایویل تعبیه شود در استارت خودروهای سبک از یکی از دو روش درگیری لخت یا پیش درگیری استفاده می شود.

انواع سیستم استارت خودرو :

استارت با درگیری لخت

در همه خودروها استارت باید فقط در مرحله راه اندازی با دنده فلایول درگیر باشد. اگر استارت با دنده فلایویل درگیر بماند موتور با دور بالا ان را به کار می اندازد و استارت به سرعت خورد می شود. بیش از ۸۰ سال از استارت با درگیری لخت استفاده شده است و این نوع استارت به تدریج از رده خارج شده است این استارت چهار قطب و چهار زغال دارد و روی خودروهای بنزینی متوسط نصب می شد.

این استارت به وسیله یک دنده پینیون کوچک با دنده فلایویل درگیر می شود دنده استارت و بوشی که با محور آرمیچر اتصال هزار خاری دارد طوری رزوه شده اند که وقتی استارت از طریق رله به کار می افتد آرمیچر بوش را در داخل دنده استارت می چرخاند دنده استارت به سبب لختی ساکن می ماند و چون بوش در داخل ان می چرخاند با دنده فلایویل درگیر می شود.

وقتی موتور روشن می شود دنده استارت را سریعتر از محور آرمیچر می چرخاند و همین باعث می شود که دنده استارت دوباره روی بوش بپیچد و از درگیری با دنده فلایویل آزاد شود وقتی دنده استارت برای اولین بار گشتاور را از آرمیچر می گیرد و نیز هنگامی که موتور دنده استارت را از درگیری خارج می کند فنری ضربه ایجاد شده را جذب می کند. یکی از مشکلات اصلی این نوع استارت ماهیت خشن درگیری دنده استارت با دنده فلایویل بود.

در نتیجه این نوع درگیری دنده استارت و دنده فلایویل خیلی زود سائیده می شدند در بعضی کاربردها دنده استارت در حین موتور گردانی و پیش از انکه موتور کاملا روشن شود از درگیری خارج می شود دنده استارت در معرض خطر گریپاژ کردن بر اثر گرد و غبار حاصل از کلاچ نیز بود.

غالبا روغنکاری مکانیسم دنده استارت سبب جذب گرد و غبار بیشتر و در نتیجه جلوگیری از درگیری می شد با استفاده از استارتهای از پیش درگیر بسیاری از این مشکلات حل شد.

استارت از پیش درگیر

امروزه بیشتر خودروها استارت از پیش درگیر دارند در این نوع استارت دنده استارت به صورت مطمئنی با دنده فلایویل درگیر است و توان کامل فقط هنگامی اعمال می شود که این دو به صورت کامل با هم درگیر شده باشند در این حالت چرخدندها زودتر از موعد مقرر از درگیری خارج نمی شوند زیرا با اتوماتیک استارت دنده استارت را در وضعیت درگیر نگه می دارد دنده استارت کلاچ یک طرفه ای دارد که مانع چرخیدن ان توسط دنده فلایویل می شود.

استارت از پیش درگیر به این کار می کند که وقتی سوئیچ را می چرخانید اتصال با ترمینال ۵۰ روی اتوماتیک استارت ایجاد می شود در نتیجه دو سیم پیچ تو نگهدار و درون کش برق دار می شوند. سیم پیچ درون کش مقاومت بسیار کمی دارد بنابراین جریان شدیدی از ان عبور می کند این سیم پیچ با مدار موتور استارت اتصال متوالی دارد و جریانی که از ان می گذرد به موتور استارت امکان می دهد که اهسته بچرخد و درگیری را تسهیل کند در همین زمان میدان مغناطیسی ایجاد شده در اتوماتیک استارت هسته سولنوئید را جذب می کند و از طریق چنگک سبب درگیری دنده استارت یا دنده فلایویل می شود. وقتی دنده استارت کاملا درگیر می شود هسته اتوماتیک استارت در استارت انتقال می دهند وقتی کنتاکت ها اصلی بسته می شوند سیم پیچ درون کش به سبب اعمال ولتاژ مساوی به دو سر ان عملا از کادر می افتد در این هنگام سیم پیچ تو نگهدار تا زمانی که برق از مغزی سوئیچ به اتوماتیک استارت می رسد هسته اتوماتیک در جای خود نگه می دارد.

وقتی موتور روشن و سویچ رها می شود جریان اصلی برق قطع می شود و هسته اتوماتیک و دنده استارت بر اثر نیروی کشش فنر به وضعیتهای اولیه خود باز می گردد فنری که روی هسته تعبیه شده است پیش از خلاصی دنده استارت از درگیری با پایان حرکت خود مجموعه ای از کنتاکتها مسی سنگین کار را می بندد این کنتاکتها توان کامل باتری را به مدار اصلی موتور دنده فلایویل کنتاکتها اصلی را باز می کند.

در حین درگیری اگر دندانه های استارت به دندانه های دنده فلایویل برخورد کنند در نتیجه فشرده شدن فنر درگیری کنتاکتهای اصلی بسته می شود در نتیجه موتور استارت می چرخد و دنده استارت با دنده فلایویل درگیر می شود گشتاوری که استارت تولید می کند از طریق این کلاچ به دنده فلایویل انتقال می یابد هدف از بکار گیری این کلاچ جلوگیری از چرخش موتور استارت با دور بسیار بالا در صورت درگیر ماندن دنده استارت پس از روشن شدن موتور است این کلاچ از یک عضو محرک و یک عضو متحرک تشکیل می شود.

که چند غلتک یا ساچمه استوانه ای بین ان دو قرار دارند این غلتکها فنر سوارند و با فشار اوردن روی فنرها دو عضو محرک و متحرک را به هم قفل می کنند یا ازادانه در جهت عکس می چرخند امروزه از انوع استارت از پیش درگیر استفاده می شود اما همه انها طبق اصول مشابهی کار می کنند اکنون استارت های که با اهنربای دائمی کار می کنند به تدریج جایگزین استارتهایی می شوند که سیم پیچ میدان ساز دارند.

نقش انواع رله الکتریکی در خودرو

به منظور این که حجم سیم کشی در بعضی از نقاط خودرو کم شود و از ارسال و برگشت سیم مثبت به داخل کابین راننده جلوگیری شود و برای اینکه بتوانیم یک مدار الکتریکی را به صورت اتومات فعال نماییم و از روش دستی خاموش، روشن پرهیز کنیم بایستی از قطعه‌ای محرک به نام رله (سوییچ) که از سیگنال الکتریکی بهره می‌برد استفاده نماییم. رله معمولا برای محافظت از سیستم‌های الکتریکی استفاده می‌شود و وقتی که جریان و ولتاژ از یک مقداری بیشترشود کمترین خسارت به دستگاه‌های متصل وارد گردد. از دیگر کاربردهای رله کنترل مدار با ولتاژ بالا به وسیله یک مدار با ولتاژ پایین می‌باشد. به طور مثال در بعضی از تقویت کننده‌های صوتی و مودم‌ها از رله به این منظور استفاده می‌گردد.

از دیگر کاربردهای رله

- استفاده از جریان‌های پایین برای کنترل یک مدار با جریان بالا (استارتر برقی خودرو)
- رابط‌های کامپیوتری
- کنترل ترافیک
- کاربردهای خانگی
- درایوهای موتور
- سیستم مدیریت روشنایی در خیابان‌ها

ساختار رله الکترومکانیکی

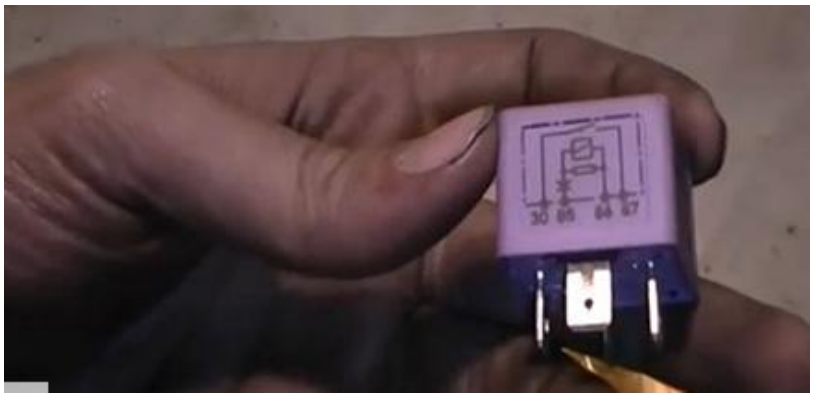
- آهنربای الکتریکی
- یک میله فلزی متحرک
- تعدادی پایه فلزی ثابت
- فنر

چنانچه می‌دانید در رله یک آهنربای الکتریکی وجود دارد و دو سر سیم پیچ این آهنربای الکتریکی که می‌بایستی به جریان برق متصل شوند از رله بیرون آمده و ۲ تا از پایه‌های فلزی رله را تشکیل می‌دهند. علاوه بر این به طور مثال در رله SPDT سه تا پایه دیگر نیز وجود دارد که با نام‌های(Normally open) NO ، NC (Normally close) و COM (Common) نشان داده می‌شوند و خروجی رله جهت عملگرها می‌باشند.

برای شناسایی هر چه بهتر رله‌ها و عدم اشتباه در به کارگیری هر نوع رله معمولا علائمی به صورت اختصارات روی رله‌ها درج شده است لذا سعی بر آن داریم تا شما را با برخی از این واژه‌ها آشنا نماییم. معمولا دو واژه pole (قطب) و Throws (خروجی) در رله‌ها خیلی کاربرد دارد.

دسته بندی انواع رله

- نوع SPST (مخففPole Single Throws) یعنی تک قطبی و تک خروجی
- نوع SPDT (مخففSingle Pole Double Throws) یعنی تک قطبی و دو خروجی
- نوع DPST (مخففDouble Pole Single Throws) یعنی دو قطبی و تک خروجی
- نوع DPDT (مخففDouble Pole Single Throws) یعنی دو قطبی و دو خروجی



مزایا و معایب رله‌ها (سوییچ‌های الکتریکی)

- به دلیل ماهیت مغناطیسی رله قسمت قدرت با جریان‌های بالا را نسبت به مدار الکتریکی فرمان ایزوله می‌کنند و برای محافظت از مدار بسیار مناسب است.
- رله‌ها می‌توانند با توجه به طراحی خود تا دهها آمپر را تحمل کنند و در این مورد از ترانزیستورها مقرون به صرفه‌تر خواهند بود.
- رله‌ها قطعات کندی هستند و نمی‌توانند با فرکانس بالا برق را قطع و وصل کنند پس برای اینکه چندین مرتبه در ثانیه بخواهیم برق را قطع و وصل کنیم بایستی از خاصیت سویچینگ ترانزیستورها استفاده نماییم.
- چنانچه بخواهیم جریان برق کم توان با ولتاژهای کم و جریان‌های چند میلی آمپری را قطع و وصل کنیم نیازی به رله نیست و باز هم بایستی از خاصیت سوییچی ترانزیستورها استفاده کرد.
- از این قطعه (رله) نباید در محیط‌های دارای گازهای مشتعل شونده و مواد شیمیایی منفجره یا حساس به الکتریسیته استفاده کرد زیرا در هنگام تغییر وضعیت جرقه تولید می‌شود.

اگر قصد تعمیر خودروی خود با ایرادات برقی نظیر عدم عملکرد رله را دارید با توجه به انواع رله گرمکن، تایمری، رله دوبل، رله تهویه و ... حتما دقت نمایید مطابق مشخصات رله قبلی مجددا اقدام به جایگزینی نمایید تا از بروز مشکلات برقی و همچنین اتلاف وقت خود جلوگیری شود.

معرفی سیستم تهویه مطبوع و کولر خودرو

تاریخچه

در اوایل سال ۱۹۵۰، سازندگان با استفاده از حرارت موتور، سیستم حرارتی بخاری خودرو را در کابین سرنشینان طراحی کردند. اما سرنشینان همچنان از گرمای تابستان رنج می بردند. در سال ۱۹۷۰ بود که اولین خودرو رنو یعنی رنو ۱۶ مجهز به کولر معمولی شد.

در رنو ۲۵ سیستم کولر و کنترل دما مجهزتر شده و راحتی بیشتری را فراهم کرد. تاکنون همچنان و بطور پیوسته در جهت افزایش سطح راحتی سرنشین تلاش می شود. بعضی خودروها به سیستم تهویه و کولر قابل تنظیم در سمت چپ / راست که بطور الکتریکی کنترل می شود مجهز شده اند.

هدف از تهویه مطبوع و کولر

سیستم تهویه، وضعیت آسایش سرنشینان خودرو را در حالت بهینه قرار می دهد. آسایش دمایی به چندین پارامتر مجزا مربوط می شود:

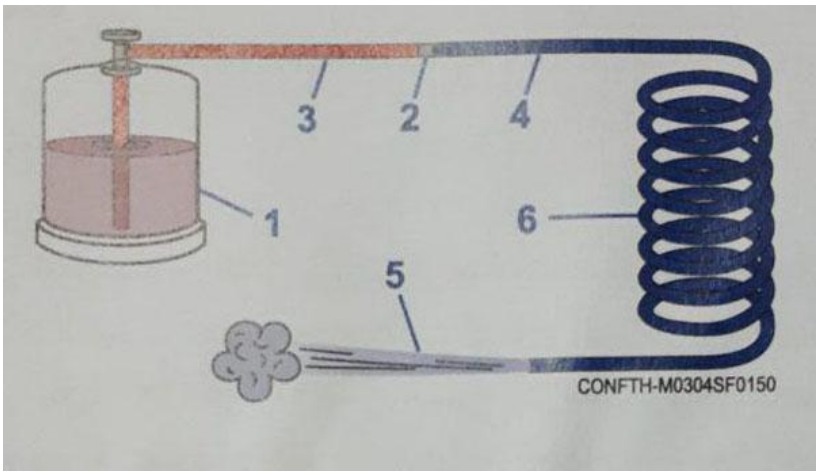
- دمای اطراف فرد
- سرعت و تلاطم هوا در محفظه سرنشین
- رطوبت نسبی
- میزان در معرض تابش آفتاب بودن
- میزان فعالیت و سوخت و ساز فرد

اساس عملکرد، شامل گردش پیوسته هوای سرد یا گرم شده، در داخل محفظه سرنشین می باشد. سرنشین سه پارامتر اصلی را می تواند تنظیم نماید:

- دمای هوای ورزیده شده
- شدت وزش هوا
- جهت وزش هوا

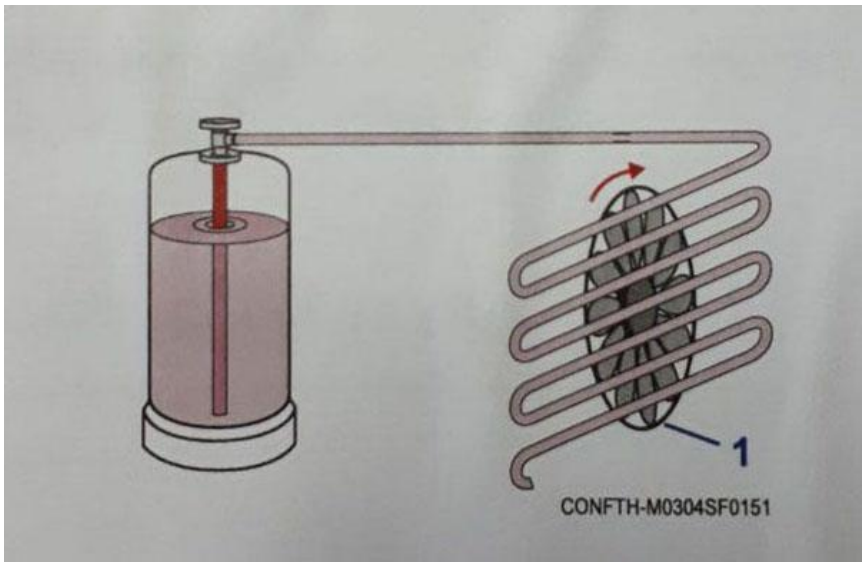
اصول عملکرد سیکل سرمایش

ایجاد مدار سرمایش



معرفی سیستم تهویه مطبوع و کولر خودرو

ابتدا ما با یک مخزن مایع تحت فشار بالا شروع می کنیم (۱). این فشار بالا را با یک شیر (۲) تنظیم شده کاهش می دهیم .در این صورت مایع (۳) به حالت مایع / بخار با فشار پایین در می آید (۴ .(این پدیده در قطعه ای از مدار که عمل تبخیر (۵) را تسهیل می کند (از طریق افزایش سطح تماس با محیط) تقویت می شود. این مبدل حرارتی اوپراتور (۶ (نامیده می شود.



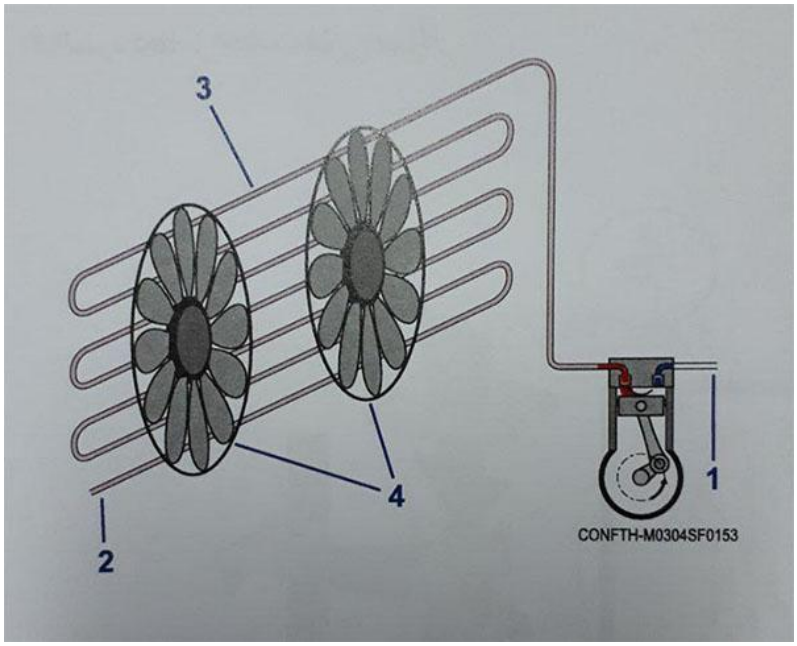
حال ما مجموعه ای را اضافه می کنیم که عبور هوا از اواپراتور را افزایش دهد. فن محفظه سرنشین (۱) می تواند هوای داخل یا خارج اتاق خودرو را اواپراتور عبور دهد.

بطور خلاصه مدار کولر با مخزن مایع مبرد در فشار بالا و در دمای محیط شروع می شود. شیر انبساط بطور ناگهانی فشار را کاهش می دهد. سپس مایع در تماس با دیواره های اواپراتور بطور کامل بخار می شود و از اواپراتور خارج می شود. در این حالت سیال به صورت گاز در فشار و دمای پایین است و ما توانستیم هوای سرد ایجاد کنیم.

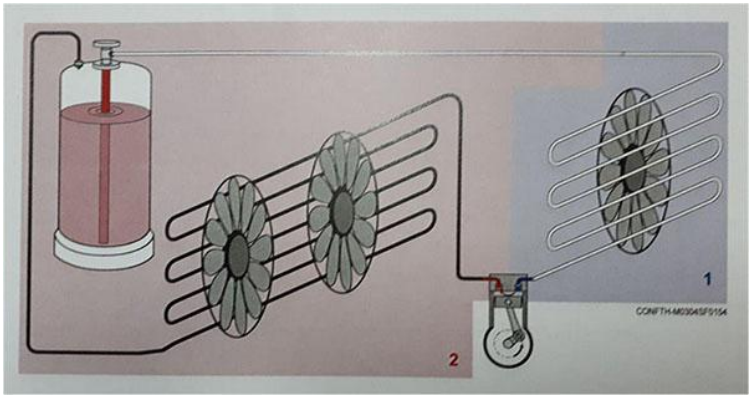
معرفی سیستم تهویه مطبوع و کولر خودرو

سیستم تشریح شده دارای این نقص است که نهایتا مخزن خالی می شود.

هدف عمل کردن در یک سیکل بسته است. برای این منظور ما باید بخار فشار پایین را به بخار فشار بالا تبدیل کنیم و این در واقع وظیفه کمپرسور است.

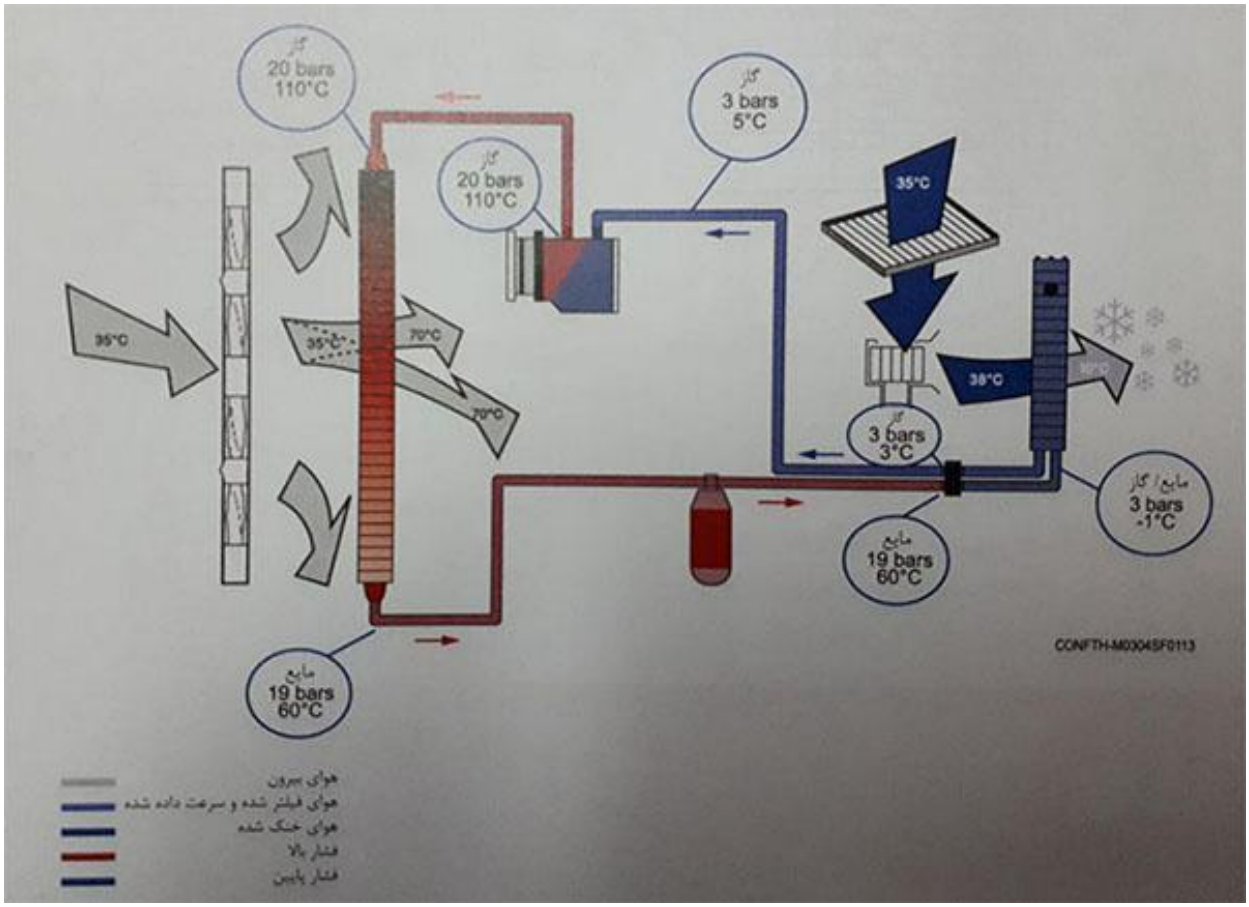


سپس ما باید این بخار را از حالت گاز (۱) به حالت مایع (۲) تبدیل کنیم. این عمل توسط یک مبدل حرارتی انجام می شود .کندانسور (۳) به کمک فن های خنک کننده موتور این کار را انجام می دهد.



تبخیر و انبساط باعث تبدیل حالت مایع به گاز می شود (تولید هوای سرد) و هوای سرد ساخته می شود (۱). متراکم کردن و میعان نیز ما را قادر می سازند که این پدیده را معکوس کرده و حرارت تولید کنیم (۲).

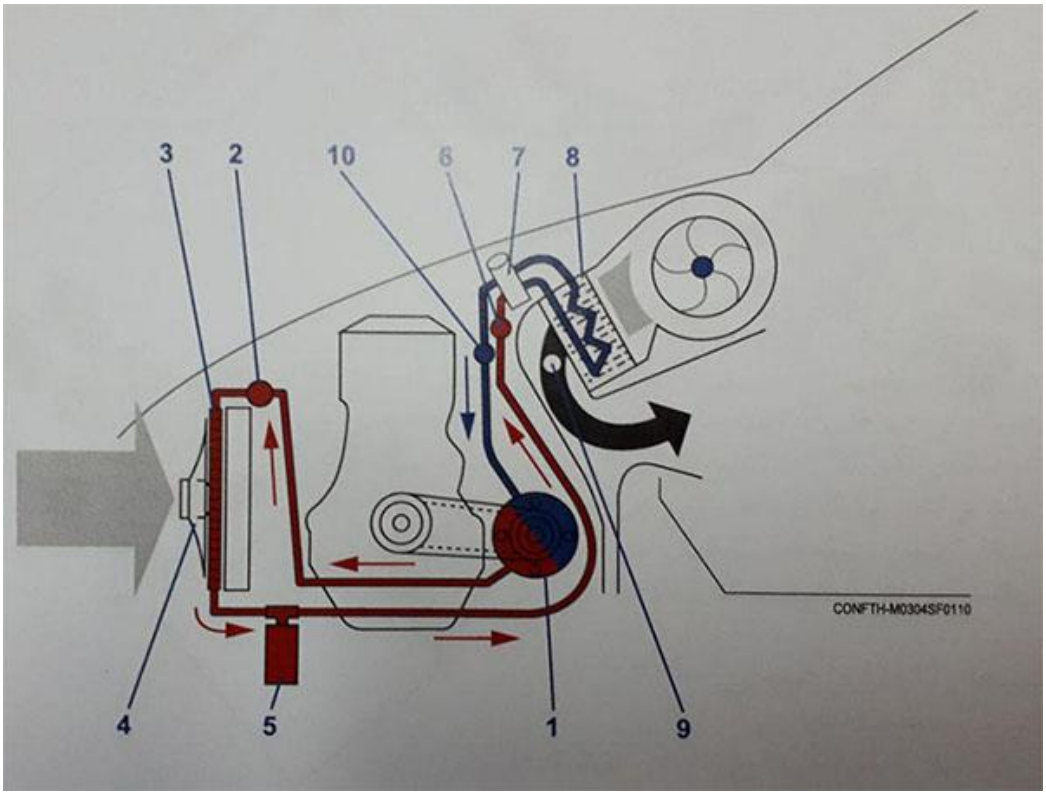
فشار، دما و حالت های سیال



برای هر مرحله نشان داده شده در اشکال قبل یک تغییر ترمودینامیکی رخ داده است:

- گاز / مایع
- دما
- فشار

موقعیت مدار



کمپرسور (۱) توسط سرنشین فعال می‌گردد .کمپرسور که قدرت آن از موتور خودرو تامین می‌شود، سیال را متراکم می‌نماید. این تراکم، دما و فشار گاز را افزایش می‌دهد. حرارت این گاز در کندانسور (۳) جذب می شود که البته هوای عبور داده شده از کندانسور توسط فن موتور (۴) این عمل را تسریع می کند. سیال به شکل مایع تغییر می یابد. این در واقع میعان است. مایع از کنیستر جاذب رطوبت (۵) عبور می کند و رطوبت آن گرفته شده و فیلتر می گردد. مایع از شیر انبساط (۷) عبور کرده و قسمتی از آن بخار می شود. این عمل را انبساط گویند. بخار شدن کامل در اواپراتور (۸) رخ می دهد. این عمل تبخیر نامیده می شود. زمانی که گاز کم فشار و کم دما از آنجا خارج شد توسط کمپرسور مکیده می‌شود.

برای محافظت مدار دو سنسور فشار (۲) و دما (۹) در مدار استفاده می‌شود. برای شارژ و تخلیه مدار و انجام سرویس های نگهداری و تعمیر دو شیر تخلیه و شارژ (۶) و (۱۰) در مدار تعبیه شده است.

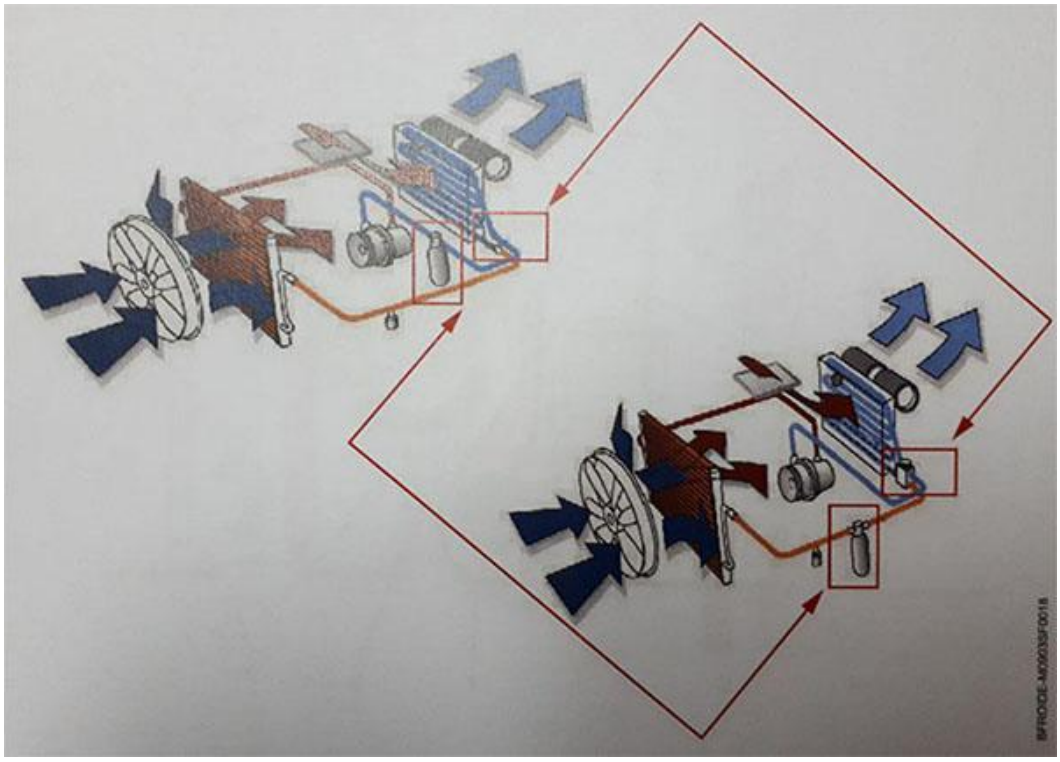
تکمیلی :وجود هوا در داخل سیستم باعث این می شود که رطوبت هوا در مدار وجود داشته باشد یا در رطوبت گیر جذب شود. اگر جذب نشود در اواپراتور یخ می زند و ممکن است تا شیر انبساط هم برسد.

وجود رطوبت باعث زنگ زدگی کمپرسور می شود و در این مورد باید کنیستر تعویض گردد.

وکیوم تا mbar ۳۵۰ آسان و سریع است و بعد تا mbar ۵۰۰ می رود و اگر روی ۵۰۰ مکسی داشته باشد حتما رطوبت دارد و باید صبر کنیم mbar ۷۵۰ برود.

نکته :هرگز برای نشت یابی از هوا استفاده نشود.

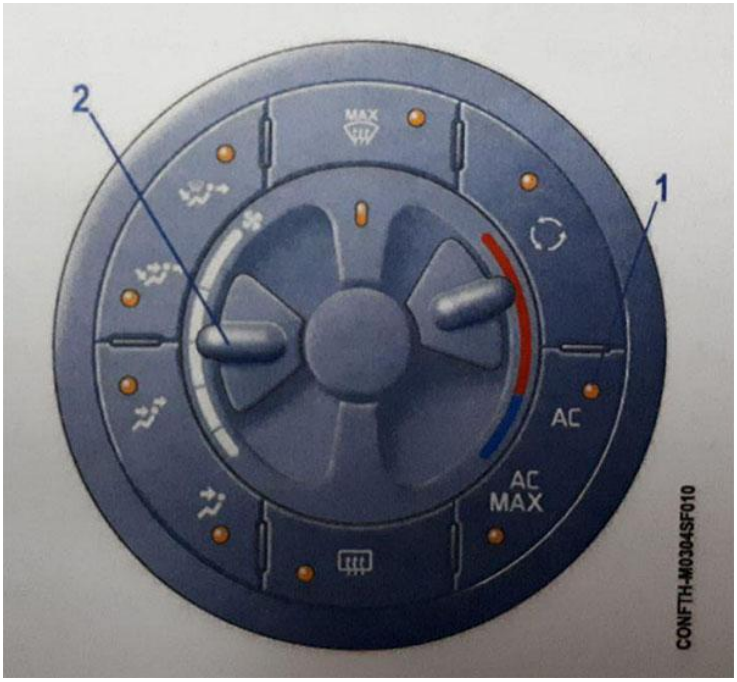
انواع مدارهای سرمایش



عموما دو گونه سیکل سرمایش وجود دارد که از دو جنبه با یکدیگر تفاوت دارند:

- نحوه عمل مخزن رطوبت گیر و محل آن در مدار
- اصول عملکرد شیر انبساط

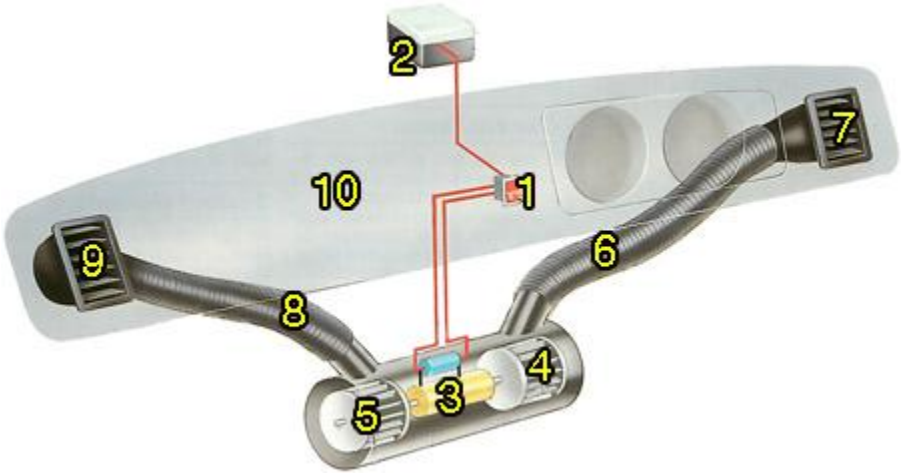
فعال کردن سیستم تهویه مطبوع



برای فعال کردن کولر، کلید AC و دمنده هوا (۲) باید در حالت روشن قرار گیرد. در سیستم های تهویه مطبوع اتوماتیک تنها باید کلید AC فشرده شود.

سیستم تهویه مطبوع خودرو

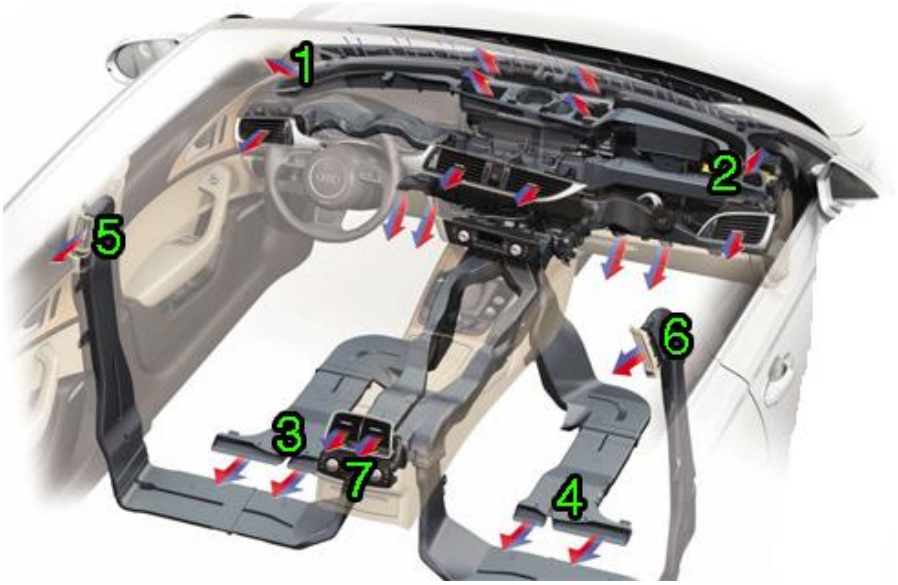
تهویه خودرو وظیفه گردش هوای اتاق خودرو را بر عهده دارد ، در شکل زیر ساده ترین سیستم تهویه خودرو را مشاهده می کنید ، راننده با فشردن کلید ۱ ، باعث عبور جریان برق از جعبه فیوز شماره ۲ به موتور الکتریکی شماره ۳ می شود ، پره های شماره ۴ و ۵ به موتور الکتریکی متصل می باشند و این پره ها همراه با گردش موتور می چرخند ، با گردش پره ی شماره ۴ ، هوا به داخل کانال هوا یا خرطومی شماره ۶ دمیده شده ، سپس از دریچه شماره ۷ ، هوا با سرعت خارج می شود و هوای طرف سرنشین را تهویه می کند ، از طرف دیگر با گردش پره ی شماره 5 ، هوا به داخل کانال هوا یا خرطومی شماره ۸ دمیده شده ، سپس از دریچه شماره ۹ ، هوا با سرعت خارج می شود و هوای طرف راننده را تهویه می کند.



در ماشین ها دریچه های مختلفی برای تهویه قسمت های مختلف خودرو وجود دارد ، حداقل دریچه های مورد نیاز برای یک خودرو در شکل زیر نشان داده شده ، دریچه های شماره ۱ و ۲ که به دریچه های جلو معروفند ، هوای مطبوع را به سر و بدن راننده و شاگرد می رسانند ، دریچه های شماره ۳ و ۴ ، نیز دریچه جلو نامیده می شوند که معمولا قوی ترین قدرت پرتاب هوا را دارا می باشند و هوای کل اتاق خودرو را تهویه می کنند ، دریچه های ۵ و ۶ ، به دریچه ی پایین معروفند و هوای مطبوع را به پاهای راننده و سرنشین می رسانند ، دریچه های موجود در پایین شیشه جلو (شماره ۷) به نام دریچه بالا معروفند که بیشتر برای گرمایش شیشه جلو و حذف بخارات از روی آن کاربرد دارند.

دریچه هایی که شرح داده شد ، حداقل دریچه های خودرو می باشد ولی هرچقدر سیستم تهویه خودرو پیشرفته تر باشد ماشین دریچه های بیشتری خواهد داشت ، در شکل زیر همانطور که می بینید علاوه بر دریچه های معمول شکل بالا ، دارای ۷ دریچه دیگر نیز می باشد ، دریچه شماره ۱ ، برای گرمایش شیشه بغل سمت راننده و حذف بخارات آب از روی آن و دریچه شماره ۲ نیز همین وظیفه را در رابطه با شیشه بغل سمت شاگرد انجام

می دهد ، دریچه های شماره ۳ و ۴ ، برای گرمایش پای سرنشینان عقب استفاده می شود ، دریچه های شماره ۵ ، ۶ و ۷ نیز به تهویه فضای عقب اتاق خودرو کمک می کنند و باعث می شوند تا اتاق خودرو به خوبی گرم یا سرد شود.



در هر ماشینی کلید یا اهرم هایی برای تنظیم جهت هوا تعبیه شده، در شکل زیر یک کلید چرخشی را مشاهده می کنید که قابلیت تنظیم جهت باد گرم یا سرد را برای راننده فراهم می‌کند، اگر این کلید در حالت OFF قرار داده شود (با خط صورتی دور آن مشخص شده) سایر تنظیمات کلید، دریچه های نام برده شده را باز می کنند.

خط سبز=دریچه جلو باز می شود.

خط آبی آسمانی=دریچه زیر (که مخصوص پای سرنشینان می باشد) باز می شود.

خط آبی پررنگ=دریچه بالا (که زیر شیشه جلو قرار دارد) را باز می کند.

خط نارنجی=دریچه های پایین و بالا باز می شوند.

خط زرد=دریچه های جلو و پایین باز می شوند.

خط قرمز=کلیه دریچه ها باز می شوند.

همچنین دکمه های دیگری برای تنظیمات تهویه استفاده می شوند که در شکل زیر می بینید.

دکمه وسط جهت تنظیم میزان گرم بودن هوای دمیده شده از دریچه ها می باشد.

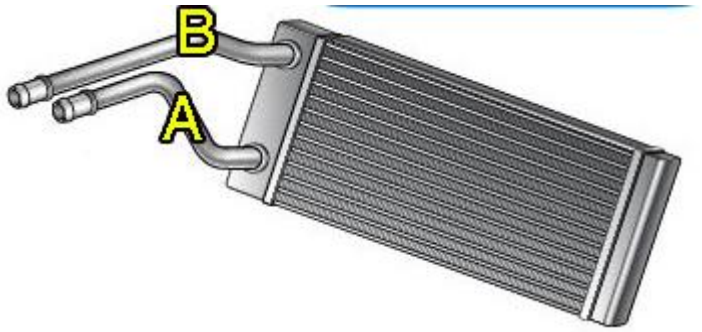
دکمه صورتی=با انتخاب این دکمه هوایی ، به سیستم تهویه اجازه نمی دهید هوایی از بیرون را وارد اتاق خودرو کند.

دکمه بنفش=با انتخاب این دکمه به سیستم تهویه دستور می دهید هوا را از بیرون خودرو مکش کند و وارد اتاق کند.

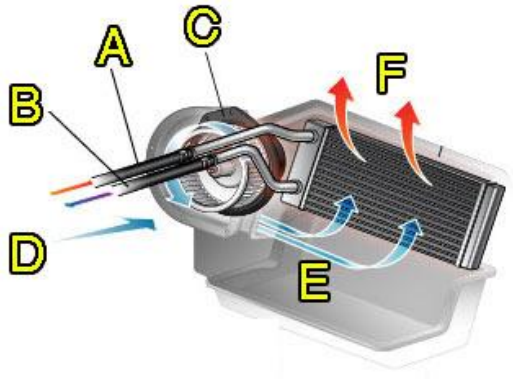
دکمه سبز=با فشردن این دکمه ، کمپرسور خودرو فعال می شود ، در مواقعی که هوا خیلی گرم باشد و یا بخواهیم رطوبت داخل ماشین را کم کنیم (مثلا در زمستان خصوصا هنگام بارندگی که رطوبت هوا زیاد می باشد و در نتیجه شیشه ها بخار می گیرند) این کلید را روشن می کنیم. در ادامه همین مطلب بیشتر توضیح می دهیم.

تا اینجا با دانستیم که یک موتور الکتریکی پره هایی را به چرخش در می‌آورد و این پره‌ها ، جریان هوا (باد با سرعت بالا) ایجاد می کنند و این باد از طریق لوله های خرطومی یا همان کانال های تهویه به دریچه های مختلف در قسمت های مختلف خودرو رسیده و می توانند هوای خودرو را عوض کنند ،همچنین با تنظیم سیستم تهویه آشنا شدید و فهمیدیم که می توان جریان هوای تولیدی را گرم یا سرد کرد ، دریچه هایی را باز کرد یا مسدود کرد و همچنین هوا را از بیرون خودرو مکش کرد یا نکرد ، اکنون میخواهیم ببینیم سیستم تهویه ماشین چگونه باد را گرم یا سرد می کند؟

به شکل زیر نگاه کنید این جسم مربعی توخالی بوده دارای پره های ریزی می باشد و دو لوله A و B به پایین و بالای آن متصل می باشد ، اگر آب داغ از لوله A وارد شده و از لوله B خارج شود کل مجموعه به همراه پره هایش داغ می شود.



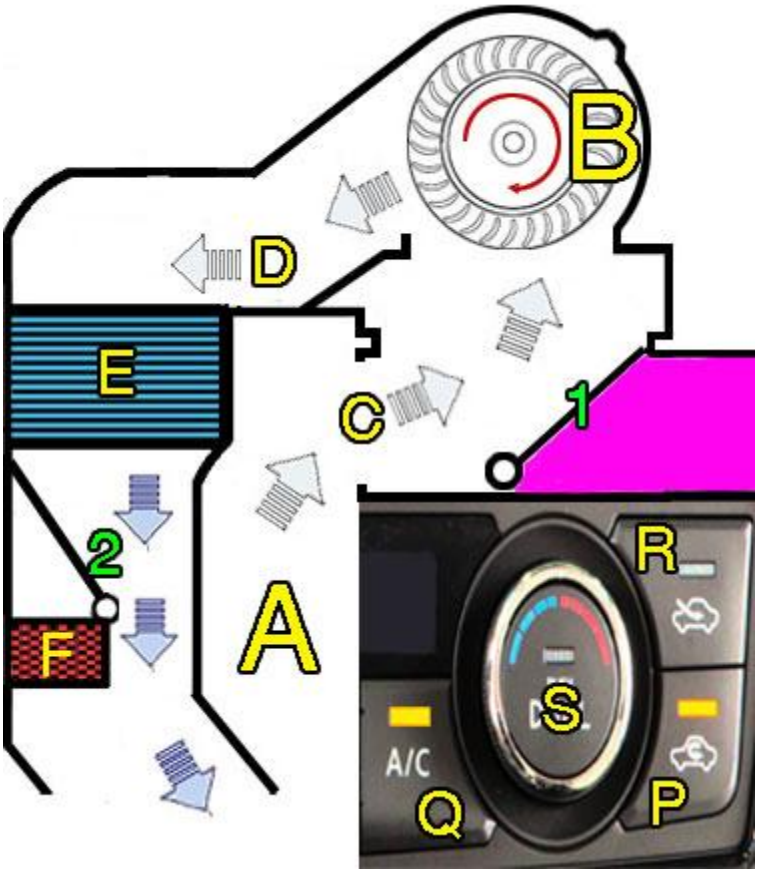
اگر مانند شکل زیر ، از لابه لای پره های آن هوا را عبور دهیم ، هوای عبوری از این جسم نیز گرم می شود ، در صنعت به این اجسام انتقال دهنده حرارت رادیاتور می گویند ، همانطور که می بینید آب داغ از لوله A وارد می شود و با دمایی کمتر از لوله B خارج می شود (علت سردشدن آب پس از عبور از این جسم اینست که آب ، حرارتش را به هوای عبوری انتقال یافته و خود سرد می شود (هوای سرد خودرو (D) توسط دمنده C مکش می شود و به رادیاتور دمیده می شود (E)و هوا به علت عبور از لای پره های رادیاتور گرم شده و به سمت دریچه های خودرو می رود.(F)



تا اینجا متوجه شدیم که هوای سیستم تهویه ، با عبور از پره های یک رادیاتور گرم یا سرد ، گرم یا سرد می شود ، اکنون می خواهیم روش این کار را بیشتر توضیح بدهیم ،

سرمایش:

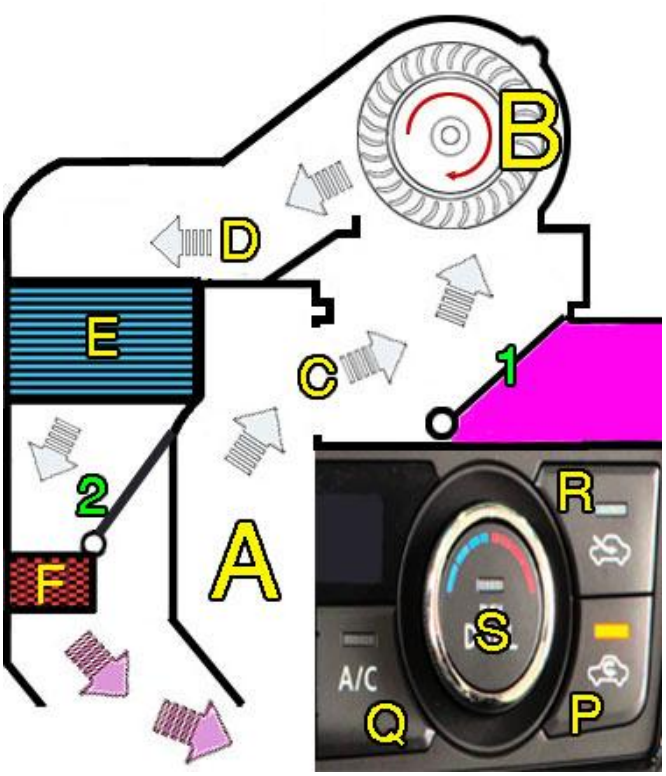
به شکل زیر نگاه کنید ، حرف A محیط داخل خودرو را نشان می دهد و هوای بیرون با رنگ صورتی مشخص شده است. از آنجایی که دکمه P فعال است ، اهرم شماره ۱ به سمت راست قرار گرفته و اجازه ورود هوای بیرون به داخل سیستم تهویه را نمی دهد ، دمنده B هوای داخل اتاق را مکش کرده و از دریچه C وارد سیستم تهویه می کند ، هوا به کانال D دمیده می شود و پس از عبور از رادیاتور E وارد فضای اتاق (A) می شود ، از آنجایی که دکمه A/C روشن است (با دکمه A/C با حرف Q نمایش داده شده) رادیاتور E توسط سیستم کولر خودرو کاملا یخ شده است و هوای عبوری از آن سرد می شود (به رنگ فلش ها دقت کنید).



این نکته را در نظر داشته باشید که در شکل بالا ، دکمه S در سردترین وضعیت بود در نتیجه اهرم شماره ۲ کاملا به سمت چپ قرار گرفته بود و اجازه عبور هوا از روی رادیاتور F را نمی داد ، چون رادیاتور F همیشه گرم است و در صورتی که هوا از آن عبور می کرد گرم می شد ولی هدف ما سرمایش بود.

گرمایش:

به شکل زیر نگاه کنید ، برای گرمایش ابتدا دکمه A/C را خاموش می کنیم تا رایاتور E یخ نشود (برخلاف رادیاتور F که همیشه داغ است ، رادیاتور E فقط با فشردن دکمه A/C یخ می شود و اگر دکمه A/C خاموش باشد ، رادیاتور E نه گرم می شود و نه سرد) ، اکنون برای گرمایش می بایست اهرم S را در گرم ترین وضعیت قرار دهیم ، با این کار اهرم شماره ۲ به سمت راست می رود و هوای عبوری از روی رادیاتور همیشه گرم F عبور می کند و گرم می شود.



رطوبت گیری با استفاده از سیستم تهویه:

به طور کلی هنگامی که هوای مخلوط با بخار آب وارد محیط سردی شود ، بخار آب تبدیل به مایع می شود ، (علت این پدیده به فیزیک و علم ترمودینامیک مربوط می شود و خارج از بحث ماست) ، به همین علت است که شیشه های خودرو در زمستان یخ می زند ،اگر اختلاف دمای بیرون و داخل خودرو خیلی زیاد باشد یعنی وقتی شما داخل خودرو را به شدت گرم کنید و بیرون خودرو به شدت سرد باشد و یا اختلاف دما خیلی زیاد نباشد ولی رطوبت هوا زیاد باشد(مثل زمان بارندگی ، مه گرفتگی و...) هوای گرم داخل خودرو به شیشه سرد برخورد می کند و بخار آب تبدیل به مایع می شود و روی شیشه خیس می شود ، برای رطوبت گیری از هوای داخل خودرو می توانیم از رادیاتور E بهره ببریم ، هنگامی که ما این رادیاتور را یخ می کنیم و هوا را از روی آن عبور

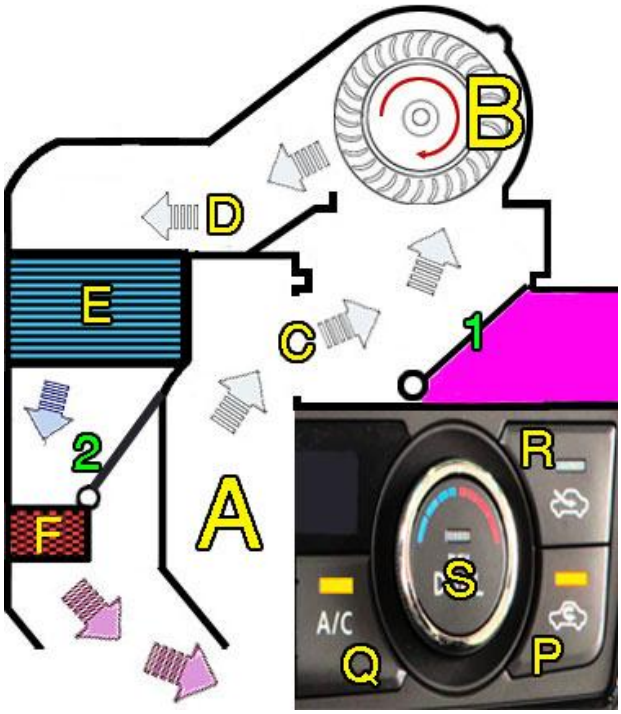
می دهیم ، بخار آب تبدیل به مایع می شود و قطرات آب بر روی رادیاتور E می نشیند ، به همین علت است که می بینید کولرهای گازی ، اسپیلیت ها و ... آب تولید می کنند ، در واقع بخار آب موجود در هوای اتاق با عبور از روی رادیاتور آنها به مایع تبدیل می شود ، در صنعت به رادیاتور E که جزئی از سیستم کولر می باشد اواپراتور می گویند و رادیاتور بیشتر به مبدل های حرارتی گفته می شود که آب گرم داخل آنها جریان دارد.

رطوبت گیری سیستم تهویه در تابستان:

بخار آب موجود در هوای اتاق خودرو در تابستان موجب تعریق (عرق کردن) بیشتر افراد می شود و آزار دهنده است ، با روشن کردن دکمه A/C و دمنده خودرو ، اواپراتور کولر (همان رادیاتور E شکل های قبلی) یخ شده و رطوبت هوای خودرو را جذب می کند ، بنابراین روشن کردن کولر خودرو به خودی خود هم باعث سردشدن خودرو می شود و هم رطوبت هوای داخل اتاق را جذب کرده باعث خشکی بیشتر هوا می شود.

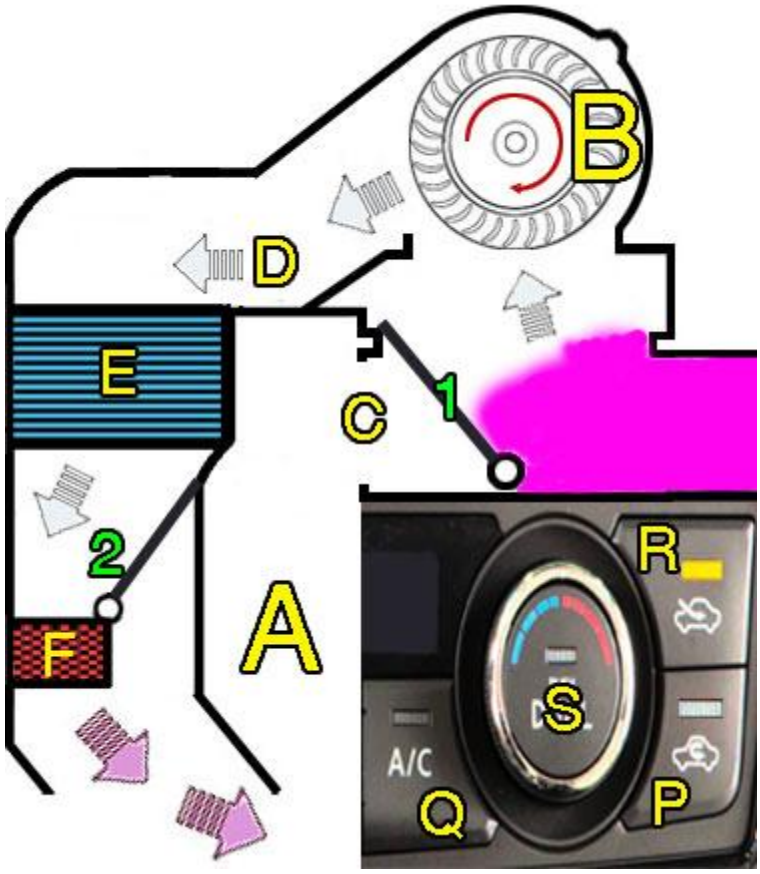
رطوبت گیری سیستم تهویه در زمستان:

رطوبت هوا در زمستان موجب بخارکردن شیشه ها می شود ، برای جذب رطوبت هوا در زمستان نیز می توان دکمه A/C را روشن کرد در شکل زیر این وضعیت را مشاهده می کنید ، دکمه S نیز در گرمترین حالت قرار دارد ، در این حالت اواپراتور E کاملا سرد است و رادیاتور F کاملا گرم ، باد خروجی گرم می شود یا سرد؟



جواب: دمای اواپراتور E در سردترین حالت ، منفی ۲۰ درجه و دمای رادیاتور F در گرمترین حالت ۹۵ درجه می باشد ، هوای عبوری با گذشتن از هر دوی آنها همانطور که در شکل بالا می بینید، ابتدا سرد شده و رطوبت آن گرفته می شود ، سپس با گذشتن از رادیاتور F گرم می شود و به اتاق خودرو می‌رسد، معمولا قدرت رادیاتور F از اواپراتور E در تمام خودروها بیشتر است و در نهایت باد گرم وارد اتاق می‌شود، البته رادیاتور وقتی به قدرت گرمایی حداکثر خود می رسد که موتور خودرو کاملا گرم شده باشد ولی به هر حال روشن کردن کولر از گرمای باد خروجی کاسته و مصرف سوخت خودرو را زیاد می کند.

اگر بخواهیم تهویه خودرو ، هوای بیرون خودرو را مکش کند و به داخل خودرو وارد کند ، طبق شکل زیر می بایست دکمه R را فعال کند ، در این حالت اهرم ۱ به سمت چپ حرکت کرده و هوای بیرون وارد سیستم تهویه می‌شود.



در شکل زیر داشبورد باز شده خودرویی را مشاهده می کنید ، اواپراتور کولر با رنگ آبی آسمانی و رادیاتور بخاری با رنگ سبز نشان داده شده اند. (هر دو از مدار خارج شده اند)

موقع البطارية