

دانستنیهای سیستمهای الکتریکی خودرو

معاونت فنی و مهندسی
مدیریت مهندسی خودرو

دیود و آلترناتور



فهرست:

موضوع

شماره صفحه

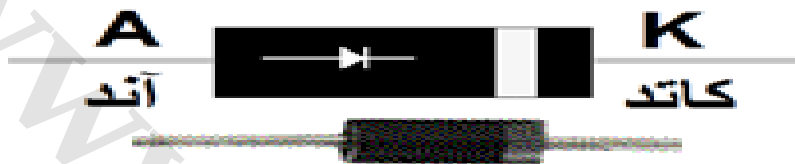
2	معرفی دیود
3	انتخاب دیود
3	انواع دیود
3	آزمایش دیود
4	دیود نوری (LED)
5	دیود زener
5	کاربردهای دیود فرکانس پائین در شبکه
5	• دیود هرزگرد
5	• دیود محافظ در برابر اعمال ولتاژ معکوس
6	معرفی آلترناتور
7	اساس کار آلترناتور
8	قطعات
8	• روتور
8	• استاتور
9	• دیودها در آلترناتور
9	• پوسته آلترناتور
10	• بولی و پنکه
10	• جازغالی و زغالها
10	• رگولاتور ولتاژ
11	• یکسوکننده ولتاژ
15	عملکرد آلترناتور
16	فرق آلترناتور با دینام و مزایای آن
17	بررسی مدار شارژ آلترناتور
18	عیوب آلترناتور
18	تست آلترناتور

دیودها

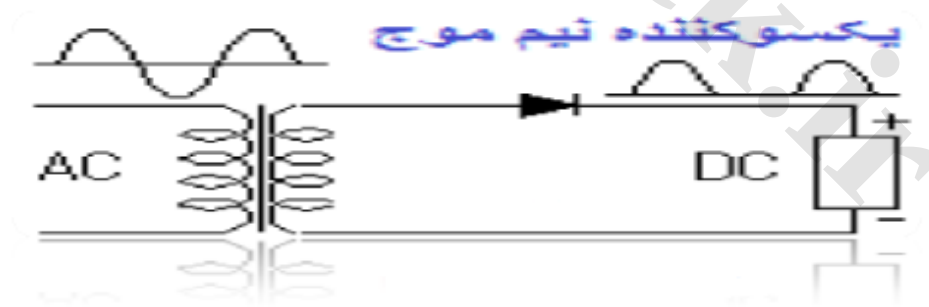
معرفی دیود:

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 دو قطب آند و کاتد 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 از 1 الی 4 دیود استفاده 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 هر کدام از برقها از کار افتاد یا قطع شد، دستگاه با برق دیگر به کارش ادامه داده و خللی در کار دستگاه یا برد بوجود نیاید.



در شکل بالا قسمتهای منفی برق متناوب ایجاد شده توسط ترانس، از طریق یک دیود حذف شده و فقط قسمتهای مثبت باقی مانده است که بدلیل نزدیکی واقعی این قسمتها به هم تقریباً به شکل برق DC یا مستقیم منقطع در خروجی ظاهر می گردد.

برای انتخاب دیود باید نکات زیر را مورد توجه قرار داد:

-ولتاژ آستانه هدایت (افت ولتاژ دو سر دیود در حالت بایاس مستقیم)

-ولتاژ PIV ، (حداکثر ولتاژ معکوس مجاز)

-جریان مجاز بایاس مستقیم

-فرکانس مجاز برق متناوب اعمالی به دیود

انواع دیود:

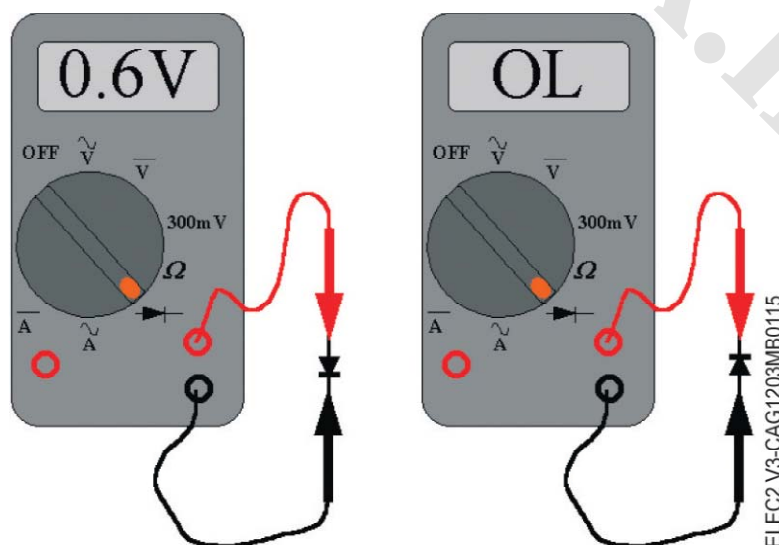
دیودها انواع مختلف با کاربردهای متفاوتی دارند:

دیود معمولی - بریج دیود (پل دیود) - دیود سه سر - دیود زنر - دیود شاتکی - دیود تونلی - فتودیود - دیود نوری یا (LED) - دیود هرزگرد

در ادامه، بیشتر درمورد دیودهای موجود در خودرو بحث می کنیم.

آزمایش دیود معمولی:

دیودها بوسیله مولتی متر تست می شوند .



دیود در حالت هدایت جریان: عدد مشاهده شده یک عدد اعشاری با قسمت صحیح صفر است.

دیود در حالت غیر هادی: عدد مشاهده شده دارای قسمت صحیح یک بوده و در بعضی موارد علائم مشخص شده تعریف شده می باشد مانند: OL-IF- ∞ .

اگر دیود کاملاً هادی شده باشد، در هر دو جهت مقدار ولتاژ صفر را می خوانیم.
اگر دیود قطع باشد، در هر دو جهت مقدار OL یعنی مدار باز را نشان می دهد.

دیود نوری یا ال ای دی چیست؟

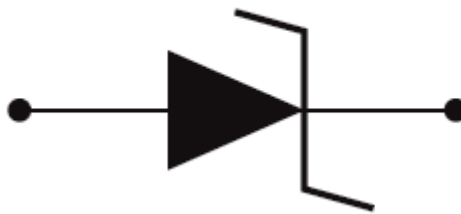
مختصر شده LIGHT EMITTING DIODE به معنی دیود منتشر کننده نور می باشد. ماده سازنده این دیود گالیم آرسناید است. این دیود در گرایش مستقیم که جریان از آن عبور می کند تولید نور می کند. نور تولید شده به ترکیبات تشکیل دهنده و ساختار فیزیکی بلور آن وابسته است. این دیودها در سایزهای مختلف از 1.5 ولت نور تولید می کنند. این دیودها به عنوان نمایشگر، روشنایی، و تزئین و نورپردازی در اتومبیل کاربرد دارند. جهت روشن کردن این دیودهای نور دهنده یا (LED) در ولتاژ 12 ولت جهت محدود کردن جریان دیود و جلوگیری از سوختن حتماً آنرا با یک مقاومت بین 220 اهم تا 1 کیلو اهم سری می کنیم. این دیودهای نوری دارای مصرف کمی بوده و دوام طولانی تری نسبت به لامپهای رشته ای دارند. LED ها در اشکال مختلف دایره ای، بیضی، مربع و مثلثی شکل ساخته شده اند. نوع دایره ای آن دارای قطرهای 3-5-8-10 میلی متر است. جریان مجاز LED های معمولی حداکثر 30 میلی آمپر است. سعی نکنید برای نوردهی بیشتر و با اعمال ولتاژ زیاد جریان بیشتری از آن بگذرانید.



هنگام عبور جریان از یک LED، نور از آن ساطع می گردد. به عنوان مثال دیود های LED با نور مرئی به عنوان نشانگر یا آلارم و دیود های با نور نامرئی را برای فرستنده سیستم قفل مرکزی (ریموت) می توان استفاده کرد.

دیود زئر:

دیود زئر 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 می بایستی توسط مقاومتی که با آن سری می شود، جریان را محدود نمود تا باعث از بین رفتن دیود نشود.



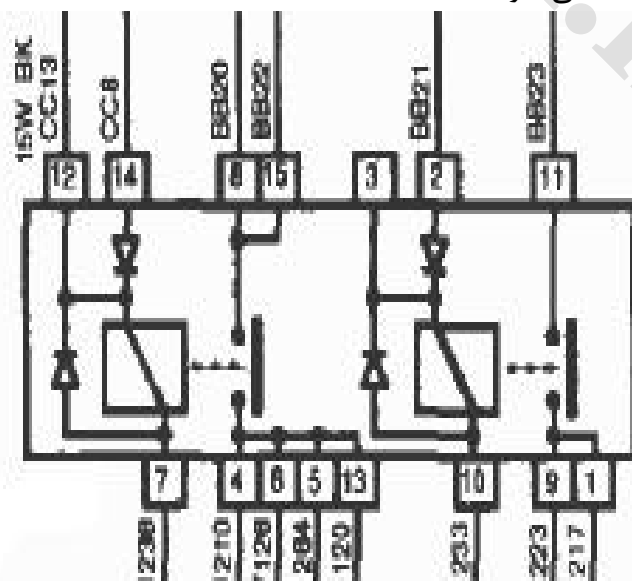
کاربردهای دیود فرکانس پائین در شبکه:

دیود هرزگرد:

این دیود میتواند ولتاژ خود القایی (منطبق با قانون لنز) بوجود آمده توسط سیم پیچ را در لحظه قطع و وصل اتصال کوتاه نماید. در رله های معمولی، هنگامی که مدار باز می شود، یک جریان القایی ایجاد می گردد. با اتصال یک دیود به موازات سیم پیچ و با پلاریته معکوس نسبت به منبع تغذیه اعمالی به سیم پیچ ، جریان القایی بوجود آمده توسط سیم پیچ مستهلک می شود.

دیود محافظ در برابر اعمال ولتاژ معکوس:

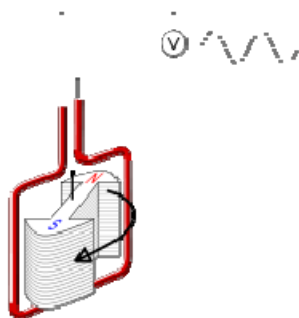
این دیود اضافه شده، از صدمه دیدن دیود هرزگرد در صورت برقراری جریان مستقیم بدون وجود مصرف کننده (اتصال کوتاه) جلوگیری می کند. برای مثال در داخل رله دابل، 4 عدد دیود وجود دارد که برای هر بوبین رله مستقل، دو عدد دیود مشاهده می شود.



آلترناتور

آلترناتور چیست؟

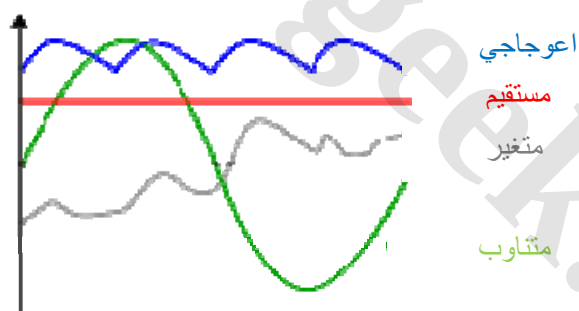
آلترناتور یک مولد الکتریکی است که انرژی مکانیکی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌نماید.



همانطور که در شکل بالا می‌بینید هر گاه یک کلاف درون یک میدان مغناطیسی گردان قرار بگیرد تولید ولتاژ می‌نماید.

در آلترناتورها نوع جریان و ولتاژ تولید شده متناوب می‌باشد.

انواع جریان



در شکل بالا موج تولید شده به صورت موج سینوسی می‌باشد.

❖ دلایل پیدایش آلترناتور

یکی از معایب دینام های جریان مستقیم این است که این دینام ها در دورهای پائین موتور قادر به شارژ باتری نمی باشند. امروزه مصرف کننده های برقی در خودرو زیاد شده است. ترافیک شهرها باعث می شود که موتور یک اتومبیل مدتها در جا کار کند و در این حالت دور دینام پایین است. با این شرایط دینام جریان مستقیم نمی تواند جوابگوی شارژ باتری باشد، به همین خاطر امروزه دینامهای جریان مستقیم از رده خارج شده و از آلترناتور استفاده می شود.

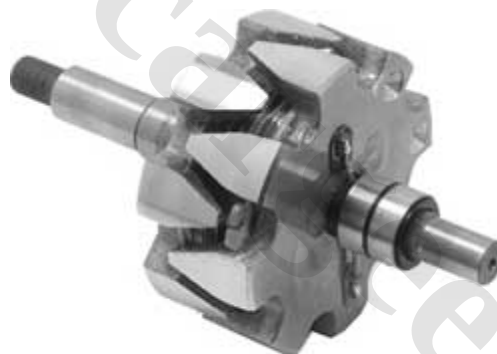
اساس کار آلترناتور:

اساس کار آلترناتور مانند دینامهای جریان مستقیم است. در آلترناتور بر اثر قطع خطوط قوای مغناطیسی، جریان القائی بوجود می آید ولی با این تفاوت که در دینامهای جریان مستقیم آهنرباها به بدنه دینام پیچ و ثابت شده بود و سیم پیچهای تولید جریان در داخل میدان مغناطیسی حرکت می کردند ولی در آلترناتور آهنربا دوار است و سیم پیچهای تولید جریان ثابت می باشند. قسمت گردنده آلترناتور را روتور و قسمت ثابت آن را استاتور می گویند.



قطعات :

الف - روتور: روتور مجموعه ای است که وظیفه تولید میدان مغناطیسی را در آلترناتور به عهده دارد و از یک محور تشکیل شده که جلوی آن دارای رزوه برای بستن مهره نگهدارنده پولی است. در قسمت وسط روتور یک سیم پیچ روی محور به صورت استوانه قرار گرفته است، این سیم پیچ روی یک حلقه پلاستیکی پیچیده شده تا از اتصال آن با بدنه جلوگیری شود. روی این سیم پیچ بالشتکهای فلزی از دو طرف قرار می گیرد. این بالشتکها نیز روی محور قرار گرفته اند. دو سر سیم پیچ به دو حلقه مسی که در انتهای محور قرار دارد وصل می شوند (کلکتورها). انتهای محور و پشت کلکتورها یک بولبرینگ به صورت پرسی سوار شده که این بولبرینگ درون محل خود داخل پوسته عقب قرار می گیرد. اگر به دو سر سیم پیچ روتور جریان برق متصل کنیم بالشتکها آهنربا می شوند، چون لبه این بالشتکها بر عکس یکدیگر نسبت به سیم پیچ قرار گرفته اند در نتیجه هر دو لبه کناری یکی در میان قطبهای N,S می شوند و بین آنها میدان مغناطیسی ایجاد می شود. در قسمت جلوی محور یک پولی توسط یک خار با آن درگیر می شود دور این پولی تسمه قرار می گیرد که نیروی میل لنگ توسط این تسمه به محور آلترناتور منتقل شده و باعث گردش آن می شود.



Alternator Rotor

ب- استاتور : استاتور مجموعه سیم پیچی می باشد که در اثر برخورد میدان با آن جریان الکتریسته بوجود می آورد. این سیم پیچها باید دور روتور قرار گیرند تا داخل میدان مغناطیسی باشند و با چرخش میدان دوار عامل حرکت الکترونها در این سیم پیچها بوجود آید. استاتور دارای یک بدنه فلزی می باشد که داخل این بدنه فلزی شیارهایی وجود دارد. سیم پیچها داخل این شیارها پیچیده می شود چون در اثر کارکردن و گرمای حاصل از موتور بدنه آن داغ می شود. بدنه استاتور از ورقهای نازک که به یکدیگر پرس شده اند ساخته می شود که در میان ورقها عایق الکتریکی وجود دارد. همچنین از اثرات تلفات گرمایی، فوکو و هیستریزیس نیز می کاهد و در هنگام مونتاژ داخل شیارهای استاتور ورقه های عایق قرار گرفته است تا از اتصالی سیم پیچ با بدنه استاتور جلوگیری شود. اگر یک سیم را داخل شیارهای استاتور بپیچیم و دو سر آن را خارج کنیم فقط یک سر جریان تولید کند، به این استاتور اصطلاحاً استاتور تک فاز می گویند. در ضمن در آلترناتور برای تولید جریان بالاتر از

سه سیم استفاده می‌کنند. در این حالت سه سیم با زاویه معینی نسبت به یکدیگر داخل بدنه استاتور پیچیده می‌شوند. اصطلاحاً به این نوع استاتور سه فاز گفته می‌شود. در استاتور سه فاز سه سر خروجی خواهیم داشت در نتیجه بازدهی آلترناتور بالا می‌رود. این سه سر خروجی منتج از دو نوع سر بندی کلافهای سیم پیچ استاتور می‌باشد. (سر بندی ستاره و سر بندی بصورت مثلث)



Alternator Stator

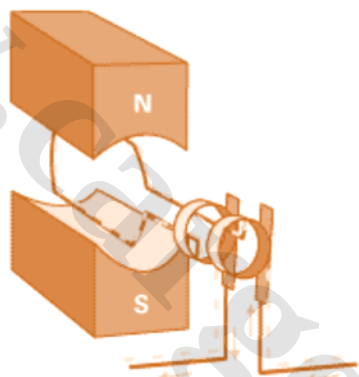
ج - دیود ها: آلترناتور مولد جریان متناوب می‌باشد. جریان متناوب به جریانی گفته می‌شود که مسیر حرکت الکترون‌ها در هادی دائماً تغییر می‌کند. اگر چنین حالتی باشد دیگر قطب منفی و مثبت در این هادی مفهومی نخواهد داشت. بوسیله این جریان نمی‌توان باتری را شارژ کرد زیرا الکترونهایی که به سوی باتری سرازیر می‌شود با عوض شدن مسیر جریان دوباره از آن خارج می‌گردند، بنابراین باتری همیشه با جریان مستقیم شارژ می‌شود. (یعنی جریانی که الکترون‌ها از یک جهت حرکت داشته باشند). چون جریان خروجی آلترناتور متناوب است با این جریان نمی‌توان باتری را شارژ کرد. به همین خاطر در سر راه خروجی آلترناتور از دیود استفاده می‌کنند. دیود قطعه‌ای الکترونیکی است که فقط جریان را در یک جهت از خود عبور می‌دهد و به این ترتیب جریان متناوب را به مستقیم تبدیل می‌کند.

د- پوسته‌های آلترناتور: آلترناتور از دو پوسته جدا از هم تشکیل شده است که معمولاً از جنس آلومینیوم می‌باشد. بدنه فلزی استاتور مابین این دو پوسته قرار می‌گیرد و توسط چند پیچ دو پوسته روی یکدیگر محکم می‌گردد. دو عدد بولبرینگ برای گردش محور روتور درون این دو پوسته وجود دارد. یک بولبرینگ در پوسته جلویی و دیگری روی محور روتور که در پوسته عقب آن قرار می‌گیرد.



ر- پولی و پنکه : مانند دینامهای جریان مستقیم قسمتی از محور روتور از پوسته جلویی آلترناتور بیرون است. روی این قسمت یک پولی و پنکه قرار دارد که هر دو آنها توسط یک خار به محور روتور متصل می شوند. جلوی آنها یک مهره بسته می شود و تسمه روی این پولی قرار گرفته که با گردش تسمه پولی گردش کرده و باعث حرکت روتور می شود. همراه پولی پنکه هم گردش کرده و هوا را از جلو وارد آلترناتور و از عقب آن خارج می کند تا باعث خنک شدن قطعات آلترناتور گردد. در بعضی از آلترناتور ها پنکه در قسمت داخل آلترناتور و پشت روتور قرار دارد.

ز - جازغالی و زغالها : در دینامهای جریان مستقیم، برق خروجی دینامها از زغالها عبور می کرد. چون جریان زیادی از آنها عبور می کرد معمولا زغال آنها بزرگ بود. ولی در آلترناتور جریان زیادی از زغالها نمی گذرد و به همین خاطر زغالها زیاد بزرگ نیستند. این زغالها روی کلکتور انتهای روتور قرار می گیرند و پشت آنها یک فنر کوچک وجود دارد که همیشه زغالها را بر روی کلکتور می فشارد. در بعضی از آلترناتورها که آفتامات آنها ترانزیستوری می باشد مجموعه آفتامات و جا زغالی روی یکدیگر نصب می شوند.



و- 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:

1- تغییرات ولتاژ ورودی

2- تغییرات بار

3- 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 می شود. 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.

ه- یکسو کننده ولتاژ:

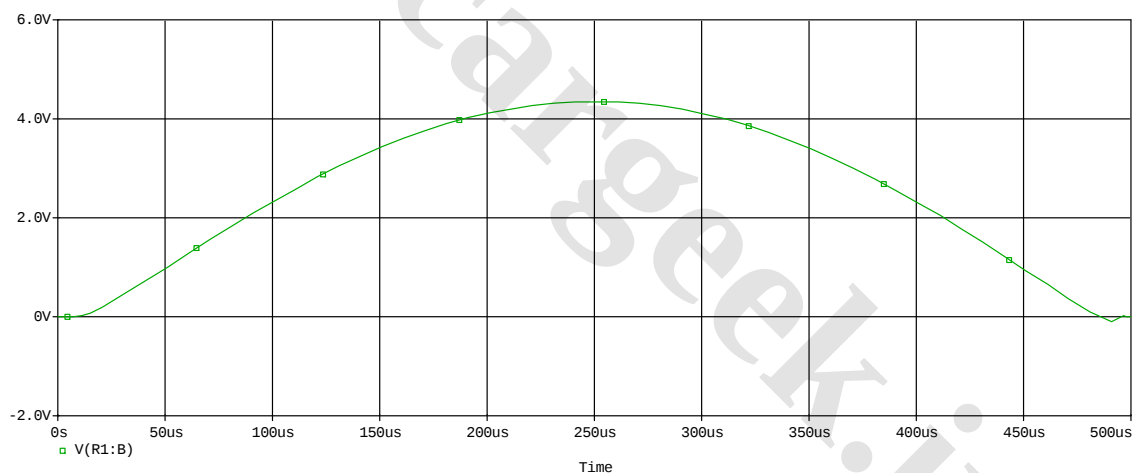
یک سو سازها به دو دسته تقسیم می شوند:

الف-یکسو ساز نیم موج

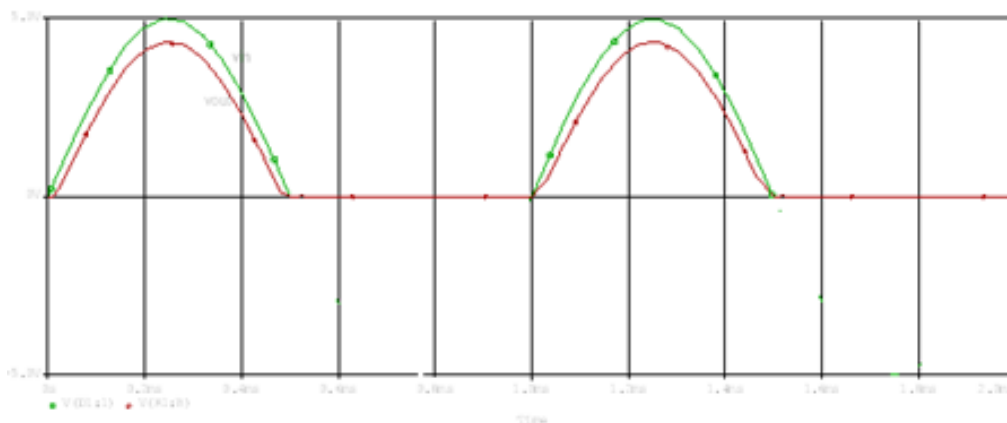
ب-یکسو ساز تمام موج

یکسو ساز نیم موج:

یکسو سازی نیم موج یعنی حذف نیم سیکل منفی از موج ورودی به منظور تولید ولتاژ DC. (ضربانی) در بازه زمانی 0 تا $t/2$ ولتاژ ورودی مثبت است (در نیم سیکل مثبت هستیم). چون ولتاژ آند دیود از ولتاژ کاتودش بیشتر است دیود هدایت می کند و در حالت ایده ال مقاومتش 0 در نظر گرفته می شود. شکل موج خروجی به شکل زیر در می آید.



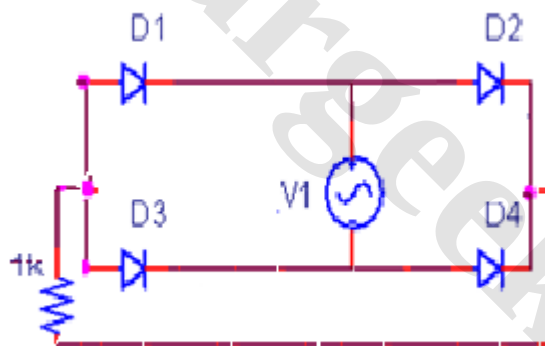
دربازه زمانی $t/2$ تا t در نیم سیکل منفی قرار داریم (ولتاژ ورودی منفی است). ولتاژ آند دیود از ولتاژ کاتد آن کمتر است در نتیجه دیود هدایت نمی کند و مقاومت آن بی نهایت است. در نتیجه جریان عبوری از بار صفر خواهد شد و در نهایت ولتاژ خروجی صفر خواهد شد.



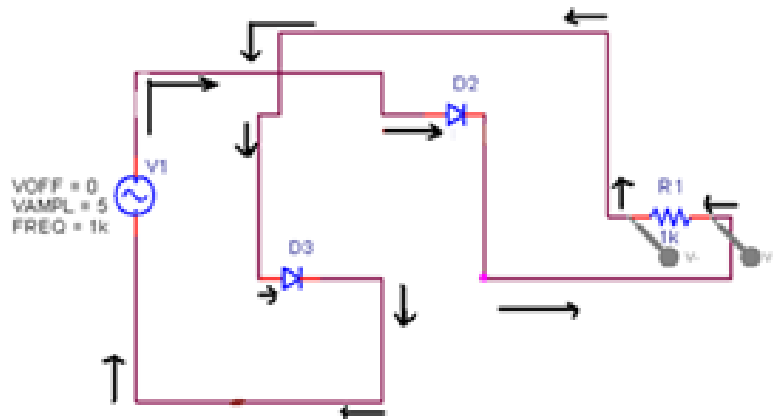
یکسوساز تمام موج:

به منظور افزایش سطح ولتاژ DC خروجی به جای استفاده از یکسو کننده نیم موج از یکسو کننده تمام موج استفاده می کنیم.

مدار شبکه ی پل تمام موج به صورت زیر است:



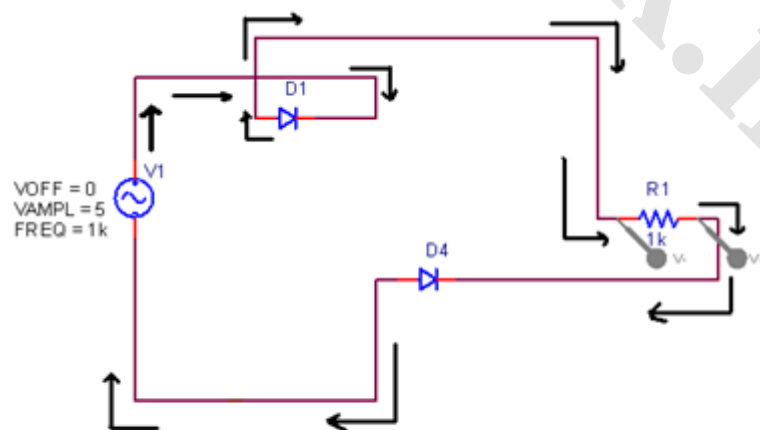
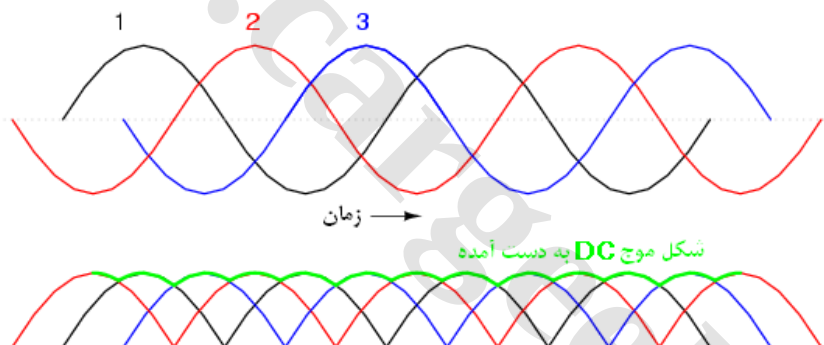
در بازه ی زمانی 0 تا $t/2$ در نیم سیکل (+) هستیم و ولتاژ ورودی (+) است. دیود D3 و D2 که ولتاژ آنود آنها از ولتاژ کاتودشان بیشتر است روشن هستند و هدایت می کنند. D1 و D4 خاموش هستند و هدایت نمی کنند. مسیر جریان در شکل زیر نشان داده شده است:



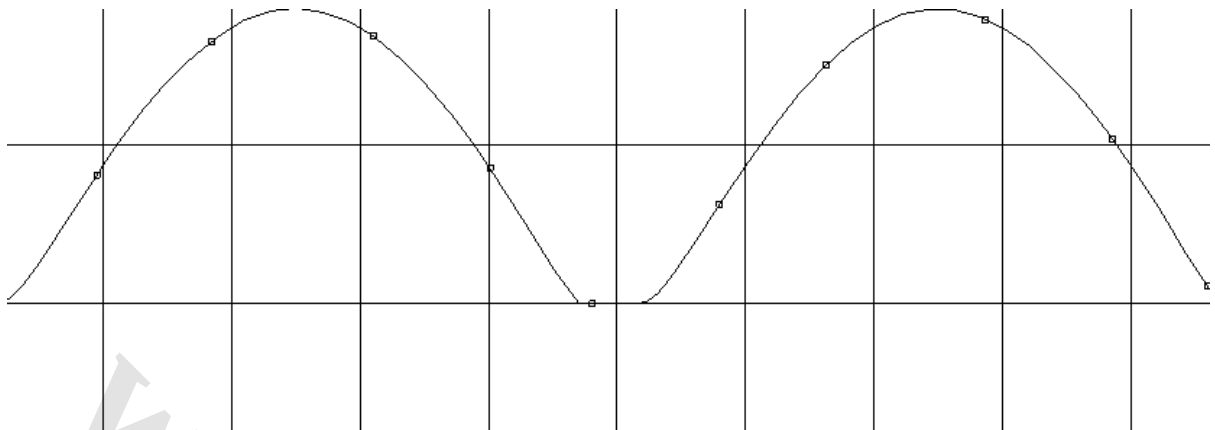
چون دیود ها ایده ال فرض شده اند:

$$V_o = V_i$$

در بازه ی زمانی $t/2$ تا t در نیم سیکل (-) هستیم و این بار D1 و D4 هدایت می کنند و D2 و D3 خاموش هستند. مسیر جریان در شکل زیر نشان داده شده است:



پس شکل موج خروجی در یک دوره ی تناوب به صورت زیر است



همان طور که دیده می شود ولتاژ DC تمام موج از نیم موج بیشتر است.



1- بدنه

2- روتور

3- استاتور

4- مجموعه یکسو کننده ها

5- رگولاتور (آفتمات)

عملکرد آلترناتور

سیم پیچهای استاتور آلترناتورهای سه فازه را می توان به شکل ستاره یا مثلث به یکدیگر وصل کرد وقتی فوران مغناطیسی بوجود آمده توسط روتور، در اثر چرخش آن سیم پیچهای استاتور را قطع می کند در سیم پیچها طبق قانون لنز، ولتاژ القایی (الکتروموتوری) القا می گردد.

میدان مغناطیسی آلترناتورها به وسیله منبع جریانی مانند باتری یا دینام که در خارج ماشین الکتریکی قرار دارد تامین می شود.

آلترناتورهای بزرگ که با سرعت کم می چرخند قطب های بیشتری دارند . (آلترناتورهای فضاهای صنعتی)



در شکل بالا تصویر یک آلترناتور 405 نشان داده شده است.

فرق آلترناتور با دینام:

بیشتر مردم به آلترناتور به اشتباه دینام می‌گویند. باید گفت که آلترناتور با دینام فرق دارد و هم اکنون تمام ماشین های جدید آلترناتور دارند. در آلترناتور حوزه مغناطیسی آن دوار است و سیم پیچ های آن میدان را قطع می‌کند و در آن جریان القایی ایجاد می‌گردد. درست برعکس دینام که وقتی سوئیچ را باز می‌کنیم جریان باطری از طریق لامپ شارژ و آفتمات به زغالهای روتور رسیده و در هسته آن ایجاد میدان مغناطیسی می‌نماید، به طوری که قطبهای روتور یک در میان S و N می‌شوند. با زدن استارت و حرکت روتور میدان ایجاد شده توسط سیم پیچ های استاتور قطع شده و در آن ولتاژ القا می‌گردد. آلترناتور در دور آرام هم می‌تواند برق ماشین را تامین و حتی باطری را شارژ نماید، آفتمات آن ساده تر است و حجم و نگهداری آن کمتر است.

آفتمات:

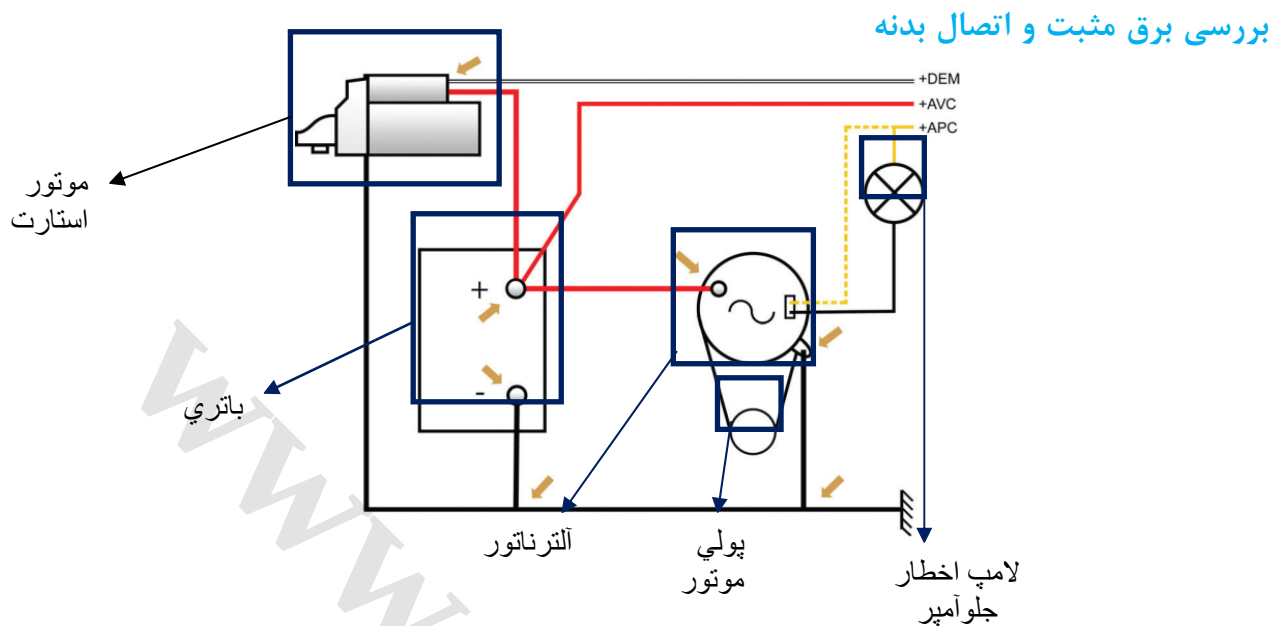
حال شاید بپرسید که آفتمات چیست؟ آفتمات مجموعه‌ای از مدار الکترونیکی می‌باشد که کار تنظیم ولتاژ خروجی آلترناتور را به عهده دارد. حال اگر سیستم آلترناتور نتواند به خوبی برق ماشین را تامین کند ماشین با مشکل کمبود برق مواجه می‌شود که می‌توان با بازدید زغال ها و دیودها مشکل را حل نمود. حتی در بعضی مواقع به علت شل بودن تسمه، آلترناتور نمی‌تواند خوب بچرخد و برق را تامین کند.

مزایای آلترناتور نسبت به دینام:

- (1) در دور آرام باطری را شارژ می‌کند.
- (2) دارای آفتمات ساده تر می‌باشد.
- (3) دوام و عمر آن بیشتر می‌باشد.
- (4) احتیاج به سرویس و مراقبت کمتری دارد.
- (5) وزن کمتری دارد و فضای کمی را اشغال می‌کند.

آلترناتور به عنوان اصلی ترین منبع تامین برق در خودرو شناخته می‌شود. در اینجا به نحوه تولید برق توسط این قطعه می‌پردازیم.

بررسی مدار شارژ:



اندازه گیری جریان:

جریان تولیدی توسط آلترناتور باید از جریان مصرفی خودرو بیشتر باشد. جریان تخلیه جریانی است که مصرف کننده ها می گیرند. جریان شارژ جریان خروجی آلترناتور می باشد. حاصل تفاضل شارژ عبارت است از جریان شارژ که جریان تخلیه از آن کاسته شده است که نتیجه آن باید مثبت باشد. در صورت منفی بودن مقدار، آلترناتور نمی تواند جریان مصرفی را تأمین کند بنابراین از باتری استفاده می شود و در نتیجه تخلیه می گردد.

اندازه گیری ولتاژ:

با اندازه گیری ولتاژ خروجی می توان به صحت عملکرد رگولاتور پی برد. در صورت کم بودن ولتاژ، آلترناتور نمی تواند برق مورد نیاز مصرف کننده ها را تأمین نماید. در صورت زیاد بودن ولتاژ، احتمال صدمه دیدن مصرف کننده ها خصوصا کنترل یونیت های مختلف خودرو وجود دارد.

عیوب آلترناتور:

2 ایراد شایع در آلترناتور وجود دارد:

الف) شارژ کم یا عدم شارژ:

در این حالت باتری خالی شده و خودرو بد روشن می شود که این ایراد می تواند از رگولاتور یا زغال آلترناتور دیود باشد.

ب) شارژ زیاد (اورشارژ):

در این حالت موتور لرزش دارد و آب اسید باتری بیرون می ریزد و احتمال سوختن دسته سیم زیاد است. همچنین در اکثر اوقات فیوز چراغها می سوزد و با تعویض فیوز هم مشکل حل نمی شود.

نحوه تست آلترناتور:

برای تست آلترناتور بهترین راه خواندن پارامترهای دستگاه ایکودیگ است. در حالت موتور خاموش و سوئیچ باز ولتاژ باتری را نشان می دهد و در حالت موتور روشن باید ولتاژ بین 14 تا 14.7 را نشان دهد.