براساس استاندارد سازمان آموزش فنی وحرفه‌ای با کد بین المللی ۸-۵۵/۴۲

شماره شناسائی آموزش وپرورش ۲ تا ۳۰۱-۱۰۷-۱۲-۱

تعمیر کار برق خودرو

براساس استاندارد درجه ۲

جدید

شامل:

- اصل الکتریسیته والکترو مغناطیس
- نقشه خوانی واجزاء پرکاربرد درمدارات الکتریکی خودرو
- باتری
- سیستم شارژ
- سیستم راه انداز خودرو (استارت)
- سیستم جرقه زنی
- مدارات الکتریکی خودرو
- کولر، دلکو، بخاری

مهندس صیاد نصیری

کارشناس سازمان آموزش فنی وحرفه‌ای کشور

فهرست مطالب

فصل اول

اصل الکتریسیته و الکترو مغناطیس ۱۱
مقدمه ۱۳
۱-۱- جریان برق ۱۳
۱-۲- ولتاژ، اختلاف پتانسیل، نیرو محرکه ۱۴
۱-۳- مقاومت الکتریکی ۱۴
۱-۴- قانون اهم ۱۵
۱-۵- توان الکتریکی ۱۵
۱-۶- انوع جریان برق ۱۶
۱-۶-۱- جریان برق مستقیم (DC) ۱۶
۱-۶-۲- جریان برق متناوب (AC) ۱۷
۱-۶-۳- تبدیل جریان برق متناوب به جریان برق مستقیم (یکسوسازی جریان برق متناوب) ۱۸
۱-۷- تقسیم‌بندی مواد از نظر عبور جریان برق ۱۸
۱-۷-۱- مواد رسانا (هادی) ۱۸
۱-۷-۲- مواد نیمه رسانا (نیمه هادی) ۱۸
۱-۷-۳- مواد نارسانا (عایق) ۱۹
۱-۸- انواع مدارهای برقی ۱۹
۱-۸-۱- مدار موازی ۱۹
۱-۸-۲- مدار سری ۲۱
۱-۸-۳- مدار مختلط ۲۴
۱-۹- مغناطیس ۲۵
۱-۱۰- الکترومغناطیس ۲۶
۱-۱۰-۱- کاربرد الکترومغناطیس در موتورهای الکتریکی ۲۸
۱-۱۰-۲- کاربرد الکترومغناطیس در ترانسفورماتورها ۳۰
۱-۱۰-۳- کاربرد الکترو مغناطیس در مولدهای برق (ژنراتورها) ۳۱
۱-۱۱- خلاصه فصل ۳۴

فصل دوم

نقشه خوانی و اجزاء پرکاربرد در مدارات الکتریکی خودرو ۳۷
مقدمه ۳۹
۲-۱- نقشه‌خوانی نقشه‌های الکتریکی خودرو ۳۹
۲-۲- کابل‌ها ۴۰
۲-۲-۱- انتخاب کابل ۴۱
۲-۲-۲- استاندارد رنگ کابل ۴۴
۲-۳- اتصال سرسیم‌ها (فیش‌ها) ۴۸
۲-۳-۱- فیشهای حلقه‌ای و نیم حلقه‌ای ۴۹
۲-۳-۲- فیش‌های نر و مادگی ۴۹
۲-۳-۳ فیش‌های رابط ۴۹
۲-۳-۴- مدار چاپی ۵۱
۲-۴- فیوزها ۵۱
۲-۵- کلیدها ۵۳
۲-۵-۱- کلید یک وضعیتی (SPST) ۵۴
۲-۵-۲- کلید لحظه‌ای (SPST) ۵۴
۲-۵-۳- کلید دو وضعیتی (SPDT) ۵۴

۲-۵-۴- کلید چند وضعیتی (MPMT) ۵۵
۲-۵-۵- کلید جیوه‌ای ۵۵
۲-۵-۶- کلید دمایی (ترموسوئیچ) ۵۶
۲-۵-۷- کلید دمایی المنتی ۵۶
۲-۵-۸- کلید دمایی - زمانی ۵۷
۲-۵-۹- سوئیچ اصلی (سوئیچ جرقه) ۵۷
۲-۵-۱۰- رله‌ها ۵۹
۲-۵-۱۱- سولنوئیدها ۶۰
۲-۶- لامپ ها ۶۱
۲-۶-۱- لامپ‌های تنگستنی ۶۱
۲-۶-۲- لامپ میناتوری معمولی (ادیسونی) ۶۱
۲-۶-۳- لامپ میناتوری کنتاکت وسط ۶۲
۲-۶-۴- لامپ بدون کلاهک ۶۲
۲-۶-۵- لامپ تک کنتاکت ۶۲
۲-۶-۶- لامپ دو کنتاکت ۶۲
۲-۶-۷- لامپ تنگستن - هالوژن ۶۳
۲-۷- خازن ۶۵
۲-۸- مولتی متر ۶۶
۲-۹ خلاصه فصل ۶۸

فصل سوم

باتری ۶۹
مقدمه ۷۱
۳-۱- وظیفهٔ باتری ۷۱
۳-۲- انواع باتری ۷۱
۳-۲-۱- پیل یا باتری اولیه ۷۱
۳-۲-۲- پیل یا باتری ثانویه ۷۲
۳-۲-۲-۱- باتری سربی - اسیدی شارژ شده در حالت مرطوب ۷۲
۳-۲-۲-۲- باتری سربی - اسیدی شارژ شده در حالت خشک ۷۳
۳-۳- طرز کار باتری سربی - اسیدی ۷۳
۳-۴- اجزاء باتری ۷۵
۳-۴-۱- جعبه باتری ۷۸
۳-۴-۲- صفحات مثبت ۷۹
۳-۴-۳- صفحات منفی ۸۱
۳-۴-۴- صفحات عایق ۸۱
۳-۴-۵- قطب‌های باتری ۸۲
۳-۴-۶- درپوش باتری ۸۴
۳-۴-۷- پلاک مشخصات باتری ۸۵
۳-۴-۸- الکترولیت باتری ۸۶
۳-۴-۹- نشان دهنده میزان الکترولیت باتری ۸۸
۳-۵- چیدن صفحات باتری ۸۹
۳-۶- ظرفیت باتری ۹۱
۳-۷- ظرفیت ذخیرهٔ باتری ۹۲
۳-۸- تست باتری تحت شرایط سرد ۹۲
۳-۹- روشهای آگاهی یافتن از وضعیت شارژ باتری ۹۲
۳-۹-۱- استفاده از هیدرومتر برای تشخیص وضعیت شارژ باتری ۹۲
۳-۹-۲- استفاده از آزمایش تحت بار باتری جهت تشخیص وضعیت شارژ باتری ۹۴
۳-۹-۳- استارت زدن به مدت ۱۰ ثانیه جهت تشخیص شارژ باتری ۹۵
۳-۱۰- شارژ باتری ۹۵
۳-۱۰-۱- شارژ کند ۹۵
۳-۱۰-۱-۱- ولتاژ باتریها یکسان، ظرفیت باتریها نیز با هم برابر است ۹۶
۳-۱۰-۱-۲- ولتاژ باتریها یکسان ولی ظرفیت آنها با هم متفاوت است ۹۷
۳-۱۰-۱-۳- ولتاژ باتریها متفاوت، ظرفیت‌ها نیز متفاوت است ۹۹
۳-۱۰-۲- شارژ سریع ۹۹
۳-۱۱- تعمیر و نگهداری باتری ۱۰۰
۳-۱۲- خلاصه فصل ۱۰۳

فصل چهارم

سیستم شارژ ۱۰۵
مقدمه ۱۰۷
۴-۱- وظیفه سیستم شارژ ۱۰۷
۴-۲- اجزاء سیستم شارژ ۱۰۸
۴-۳- انواع روشهای تولید جریان برق متناوب در خودرو ۱۰۹
۴-۴- دینام ۱۱۰
۴-۴-۱- اساس کار دینام ۱۱۰
۴-۴-۲- روش افزایش ولتاژ تولیدی در دینام ۱۱۸
۴-۴-۳- بهینه سازی ولتاژ تولیدی

دینام..... ۱۱۴
۴-۴-۴- اجزاء دینام..... ۱۱۵
۱-۴-۴-۴- بدنه..... ۱۱۷
۲-۴-۴-۴- درپوش..... ۱۱۷
۳-۴-۴-۴- قطبین آهنربایی..... ۱۱۷
۴-۴-۴-۴- آرمیچر..... ۱۱۸
۵-۴-۴-۴- زغال‌ها، جازغالی و فنر
زغال..... ۱۱۸
۶-۴-۴-۴- پنکه و پولی..... ۱۱۹
۷-۴-۴-۴- ترمینال‌های خروجی
دینام..... ۱۱۹
۵-۴-۴- سیم‌پیچی آرمیچر دینام..... ۱۱۹
۶-۴-۴- تقسیم بندی دینام‌ها..... ۱۲۱
۷-۴-۴- بررسی‌ها و آزمایشات مربوط به
دینام..... ۱۲۲
۱-۷-۴-۴- آزمایشات الکتریکی.. ۱۲۲
۱-۱-۷-۴-۴- آزمایشات آرمیچر.. ۱۲۲
۲-۱-۷-۴-۴- آزمایشات بدنه و
بالشتک‌ها..... ۱۲۳
۲-۷-۴-۴- بررسی‌های ظاهری
دینام..... ۱۲۴
۳-۷-۴-۴- آزمایشات نهایی..... ۱۲۶
۱-۳-۷-۴-۴- پلاریزه کردن دینام.. ۱۲۶
۲-۳-۷-۴-۴- آزمایش مونوری... ۱۲۷
۵-۴- آفتامات الکترومکانیکی (محافظ مولد
و مصرف کننده)..... ۱۲۷
۱-۵-۴- وظیفه آفتامات..... ۱۲۷
۱-۱-۵-۴- چگونه یک رله، ولتاژ
تولیدی دینام راکنترل می‌کند.. ۱۲۸
۲-۱-۵-۴- روش‌هایی جهت بهبود
عملکرد رله ولتاژ و جریان..... ۱۲۹
۱-۲-۱-۵-۴- استفاده از یک مقاومت
موازی با پلاتین..... ۱۲۹
۲-۲-۱-۵-۴- استفاده از مقاومت سری
با سیم‌پیچ رله..... ۱۳۰
۳-۲-۱-۵-۴- استفاده از رله‌های دو
کنتاکت..... ۱۳۱
۳-۱-۵-۴- عملکرد یک آفتامات
کامل..... ۱۳۱
۱-۳-۱-۵-۴- رله ولتاژ..... ۱۳۲
۲-۳-۱-۵-۴- رله جریان (آمپر).. ۱۳۲
۳-۳-۱-۵-۴- رله قطع و وصل
(Cut - Out)..... ۱۳۳
۴-۱-۵-۴- چراغ شارژ و عملکرد
آن..... ۱۳۴
۵-۱-۵-۴- تنظیم آفتامات
الکترومکانیکی..... ۱۳۴
۱-۵-۱-۵-۴- تنظیم رله ولتاژ..... ۱۳۴
۲-۵-۱-۵-۴- تنظیم رله جریان... ۱۳۵
۳-۵-۱-۵-۴- تنظیم رله قطع و
وصل..... ۱۳۵
۶-۴- آلترناتور (Ac generator)..... ۱۳۶
۱-۶-۴- اساس کار آلترناتور..... ۱۳۶
۲-۶-۴- مزایای آلترناتور..... ۱۳۹
۳-۶-۴- یکسوسازی جریان..... ۱۳۹
۴-۶-۴- نحوهٔ اتصال سیم‌پیچها در استاتور
آلترناتور ۳ فاز..... ۱۴۱
۵-۶-۴- اجزاء آلترناتور..... ۱۴۲
۱-۵-۶-۴- بدنهٔ اصلی..... ۱۴۳
۲-۵-۶-۴- روتور..... ۱۴۳
۱-۲-۵-۶-۴- محور..... ۱۴۳
۲-۲-۵-۶-۴- سیم پیچ روتور..... ۱۴۳
۳-۲-۵-۶-۴- قطب پنجه‌ای روتور ۱۴۴
۴-۲-۵-۶-۴- کلکتور..... ۱۴۴
۳-۵-۶-۴ استاتور..... ۱۴۴
۴-۵-۶-۴- صفحه دیود..... ۱۴۴
۵-۵-۶-۴- زغالها و فنرزغالها... ۱۴۶
۶-۵-۶-۴- پولی و پنکه..... ۱۴۶
۶-۶-۴- آزمایشات آلترناتور..... ۱۴۶
۱-۶-۶-۴- آزمایشات روتور..... ۱۴۶
۱-۱-۶-۶-۴- قطع نبودن سیم پیچ
رونور..... ۱۴۶
۲-۱-۶-۶-۴- آزمایش اتصال بدنه سیم
پیچ رونور..... ۱۴۷
۲-۶-۶-۴- آزمایشات استاتور... ۱۴۷
۱-۲-۶-۶-۴- آزمایش قطع نبودن
سیم پیچ استاتور..... ۱۴۷
۲-۲-۶-۶-۴- آزمایش اتصال بدنه سیم
پیچ‌های استاتور..... ۱۴۷
۳-۶-۶-۴- آزمایشات صفحه
دیود..... ۱۴۸
۴-۶-۶-۴- آزمایشات آفتامات.. ۱۴۹

۴-۶-۵-۶- بررسی ظاهری ۱۴۹
۴-۶-۶- آزمایش نهایی ۱۴۹
۴-۶-۷- سیم پیچی استاتور ۱۵۰
۴-۷- آفتامات آلترناتور ۱۵۱
۴-۷-۱- آفتامات الکترومکانیکی ۱۵۱
۴-۷-۱-۱- آفتامات الکترومکانیکی
یک رله‌ای ۱۵۱
۴-۷-۱-۲- آفتامات الکترومکانیکی دو
رله‌ای ۱۵۴
۴-۷-۲- آفتامات نیمه ترانزیستوری .. ۱۵۶
۴-۷-۲-۱- ترانزیستور ۱۵۶
۴-۷-۳- آفتامات‌های ترانزیستوری .. ۱۶۰
۴-۸- مدار شارژ در اتومبیل پیکان
(آلترناتور) ۱۶۱
۴-۹- خلاصه فصل ۱۶۳

فصل پنجم

سیستم راه‌انداز خودرو (استارت) ۱۶۵
مقدمه ۱۶۷
۵-۱- وظیفه سیستم استارت ۱۶۷
۵-۲- موتورهای جریان مستقیم ۱۵۹
۵-۲-۱- انواع موتورهای جریان
مستقیم ۱۷۰
۵-۲-۱-۱- موتور سری ۱۷۰
۵-۲-۱-۲- موتور موازی ۱۷۱
۵-۲-۱-۳- موتور سری - موازی
(ترکیبی) ۱۷۱
۵-۲-۱-۴- موتور با آهنربای دائم ۱۷۲
۵-۳- اجزاء سیستم استارت ۱۷۳
۵-۳-۱- موتور استارت ۱۷۳
۵-۳-۱-۱- بدنه استارت ۱۷۴
۵-۳-۱-۲- دربوش ها ۱۷۴
۵-۳-۱-۳- بالشتک ها ۱۷۴
۵-۳-۱-۴- آرمیچر ۱۷۵
۵-۳-۱-۵- زغالها ۱۷۵
۵-۳-۲- انومات استارت ۱۷۷
۵-۳-۳- پینیون و نحوه حرکت آن ... ۱۷۹
۵-۳-۳-۱- استارت لغزشی
(اینرسی) ۱۸۰
۵-۳-۳-۲- استارت پیش‌درگیر ... ۱۸۳
۵-۳-۴- کلاچ اوورران ۱۸۶
۵-۳-۴-۱- انواع کلاچ‌های اوورران ۱۸۶
۵-۳-۴-۱-۱- کلاچ اوورران
غلتکی ۱۸۶
۵-۳-۴-۱-۲- کلاچ چند صفحه‌ای
اوورران ۱۸۸
۵-۳-۵- ترمز آرمیچر ۱۹۲
۵-۴- انواع دیگر استارت ۱۹۳
۵-۴-۱- استارت با یک کفشک
متحرک ۱۹۳
۵-۴-۲- استارت لغزشی - الکتریکی ۱۹۴
۵-۴-۳- استارت لغزشی - مکانیکی .. ۱۹۷
۵-۴-۴- استارت با آهنربای دائم ۱۹۷
۵-۵- آزمایشات استارت ۱۹۹
۵-۵-۱- آزمایش‌های قبل از پیاده کردن
استارت از خودرو ۱۹۹
۵-۵-۱-۱- آزمایش ولتاژ ۱۹۹
۵-۵-۲- آزمایشات پس از بازکردن موتور
استارت از روی خودرو ۲۰۱
۵-۵-۲-۱- آزمایش بدون بار ۲۰۱
۵-۵-۲-۲- آزمایش ایست موتور. ۲۰۲
۵-۵-۲-۳- آزمایشات آرمیچر و
بالشتک‌ها ۲۰۴
۵-۵-۲-۴- آزمایشات اتومات
استارت ۲۰۴
۵-۵-۲-۴-۱- آزمایش سیم پیچ نگه
دارنده ۲۰۴
۵-۵-۲-۴-۲- آزمایش سیم پیچ
کشنده ۲۰۴
۵-۵-۲-۵- بررسی ظاهری
قطعات ۲۰۴
۵-۶- جدول عیب یابی سیستم استارت.. ۲۰۵
۵-۷- خلاصه فصل ۲۰۶

فصل ششم

سیستم جرقه زنی ۲۰۷
مقدمه ۲۰۹
۶-۱- وظیفهٔ سیستم جرقه زنی ۲۰۹
۶-۲- اجزاء سیستم جرقه زنی ۲۰۹
۶-۲-۱- مدار اولیه با فشار ضعیف... ۲۱۰
۶-۲-۲- مدار ثانویه با فشار قوی ... ۲۱۱
۶-۳- وظیفهٔ اجزاء سیستم جرقه زنی ۲۱۱

۶-۳-۱-کویل ۲۱۲
۶-۳-۱-۱- ترمینال ورودی کویل . ۲۱۴
۶-۳-۱-۲- ترمینال فشار ضعیف
خروجی کویل ۲۱۴
۶-۳-۱-۳- ترمینال فشار قوی
کویل ۲۱۴
۶-۳-۱-۴- بدنه کویل ۲۱۴
۶-۳-۱-۵- صفحات فلزی پیرامون
سیم پیچ ها ۲۱۴
۶-۳-۱-۶- سیم پیچ اولیه ۲۱۴
۶-۳-۱-۷- سیم پیچ ثانویه..... ۲۱۵
۶-۳-۱-۸- هسته ۲۱۵
۶-۳-۱-۹- عایق‌های کویل ۲۱۶
۶-۳-۱-۹-۱- عایق‌های کاغذی .. ۲۱۶
۶-۳-۱-۹-۲- عایق‌های روغنی .. ۲۱۶
۶-۳-۱-۹-۳- عایق‌های چینی ... ۲۱۶
۶-۳-۱-۱۰- مقاومت کویل ۲۱۶
۶-۳-۱-۱۰-۱- مقاومت داخلی
کویل ۲۱۶
۶-۳-۱-۱۰-۲- مقاومت خارجی
کویل ۲۱۷
۶-۳-۲- دلکو ۲۱۸
۶-۳-۲-۱- در دلکو ۲۲۰
۶-۳-۲-۲- فنر و زغال دلکو ۲۲۰
۶-۳-۲-۳- چکش برق ۲۲۰
۶-۳-۲-۴- پلاتین ۲۲۱
۶-۳-۲-۵- خازن ۲۲۲
۶-۳-۲-۶- صفحات دلکو ۲۲۴
۶-۳-۲-۷- میل دلکو ۲۲۶
۶-۳-۲-۸- دستگاه آوانس
وزنه‌ای ۲۲۷
۶-۳-۲-۹- دستگاه آوانس خلائی ۲۲۸
۶-۳-۲-۱۰- بدنه دلکو ۲۳۰
۶-۳-۳- وایر شمع ۲۳۰
۶-۳-۳-۱- وایر شمع با سیم فلزی در
مرکز آن ۲۳۰
۶-۳-۳-۲- وایر شمع با عایق در
مرکز آن ۲۳۱
۶-۳-۴- شمع جرقه ۲۳۲
۶-۳-۴-۱- ترمینال اصلی شمع .. ۲۳۴
۶-۳-۴-۲- عایق سرامیکی ۲۳۴
۶-۳-۴-۳- بدنهٔ شمع ۲۳۴
۶-۳-۴-۴- الکترود بدنه ۲۳۴
۶-۳-۴-۵- الکترود مرکزی ۲۳۴
۶-۳-۴-۶- دسته بندی شمع براساس
نحوهٔ انتقال حرارت ۲۳۷
۶-۴- طرز کار مدار جرقه‌زنی ۲۴۱
۶-۵- زاویهٔ داول ۲۴۴
۶-۶- آوانس جرقه یا پیش جرقه ۲۴۵
۶-۶-۱- آوانس جرقهٔ استاتیکی..... ۲۴۶
۶-۶-۲- آوانس دینامیکی ۲۴۷
۶-۶-۲-۱- آوانس جرقه دینامیکی
خلائی ۲۴۷
۶-۶-۲-۲- آوانس جرقه دینامیکی
وزنه‌ای ۲۴۷
۶-۷- آزمایش، تعمیر و تنظیم مدار
جرقه زنی ۲۵۰
۶-۷-۱- آزمایش کویل..... ۲۵۰
۶-۷-۱-۱- آزمایش افت ولت مجاز
کویل ۲۵۰
۶-۷-۱-۲- آزمایش اتصال بدنهٔ
کویل ۲۵۱
۶-۷-۱-۳- آزمایش وصل بودن مدار
اولیه کویل ۲۵۱
۶-۷-۱-۴- آزمایش وصل بودن مدار
ثانویه کویل ۲۵۱
۶-۷-۱-۵- آزمایش کلی کویل ... ۲۵۱
۶-۷-۱-۶- آزمایش اتصال صحیح
کویل ۲۵۱
۶-۷-۲- آزمایش خازن ۲۵۲
۶-۷-۳- آزمایش و تعمیر پلاتین ۲۵۳
۶-۷-۴- تنظیم پلاتین ۲۵۴
۶-۷-۵- تنظیم آوانس استاتیکی..... ۲۵۵
۶-۷-۵-۱- تنظیم آوانس استاتیکی
بدون چراغ دلکو ۲۵۵
۶-۷-۵-۲- تنظیم آوانس استاتیکی با
استفاده از چراغ دلکو..... ۲۵۶
۶-۷-۶- وایر چینی شمع‌ها ۲۵۸
۶-۷-۷- تعمیر و نگهداری دلکو..... ۲۵۹
۶-۷-۸- تعمیر و تنظیم شمع ۲۶۰
۶-۸- جدول عیب یابی سیستم جرقه‌زنی. ۲۶۶
۶-۹- خلاصهٔ فصل ۲۶۹

فصل هفتم

مدارات الکتریکی خودرو ۲۷۱
۷-۱- مدار شارژ دینامی ۲۷۳
۷-۲- مدار شارژ آلترناتوری ۲۷۴
۷-۲-۱- مدار شارژ ژیان ۲۷۵
۷-۲-۲- آلترناتور با ۱۴ دیود شارژ ۲۷۶
۷-۲-۳- آلترناتور با ۲۰ استاتور و
۱۸ دیود شارژ ۲۷۷
۷-۳- مدار استارت ۲۷۷
۷-۳-۱- استارت به همراه گرم کن در
موتور دیزل ۲۷۹
۷-۳-۲- مدار استارت با رله قفل استارت. ۲۸۱
۷-۳-۳- مدار استارت ۱۲/۲۴ ولت
(مبدل سری ـ موازی با آفتامات هنشلی) ۲۸۲
۷-۳-۴- مدار استارت با ۲ موتور استارت ۲۸۲
۷-۴- مدار جرقه زنی ۲۸۴
۷-۵- مدار بوق ۲۸۴
۷-۵-۱- بوق ۲۸۵
۷-۵-۲- تنظیم بوق ۲۸۷
۷-۶- مدار روشنایی ۲۸۸
۷-۶-۱- چراغهای جلو ۲۸۸
۷-۶-۱-۱- منعکس کننده (رفلکتور یا
کاسه چراغ) ۲۸۸
۷-۶-۱-۱-۱- منعکس کننده سهموی.. ۲۸۹
۷-۶-۱-۱-۲- عمق و پهنای نور منتشره
از کاسه چراغ ۲۹۰
۷-۶-۱-۱-۳- منعکس کننده دو کانونی ۲۹۱
۷-۶-۱-۱-۴- منعکس کننده با فاصله
کانونی یکسان ۲۹۱
۷-۶-۱-۱-۵- منعکس کننده PES ... ۲۹۲
۷-۶-۱-۲- محل لامپ در چراغ جلو . ۲۹۳
۷-۶-۱-۲-۱- نوع اول ۲۹۴
۷-۶-۱-۲-۲- نوع دوم ۲۹۴
۷-۶-۱-۲-۳- نوع سوم ۲۹۵
۷-۶-۱-۳- لنز (شیشه چراغ جلو) ۲۹۵
۷-۶-۲- سیستمهای مختلف نصب
چراغهای جلو ۲۹۶
۷-۶-۳- تنظیم چراغ جلو ۲۹۸
۷-۶-۴- مدار روشنایی ۳۰۰
۷-۷- مدار نشان دهنده فشار روغن ۳۰۲
۷-۸- مدار نشان دهنده دمای آب ۳۰۴
۷-۹- مدار سوخت نما ۳۰۵
۷-۱۰- مدار راهنما ۳۰۷
۷-۱۱- مدار فلاشر ۳۰۸
۷-۱۲- مدار اخطار لنت ترمز ۳۰۹
۷-۱۳- مدار چراغهای ترمز و دنده عقب ۳۱۰
۷-۱۴- مدار چراغ ترمز دستی و روغن ترمز.. ۳۱۱
۷-۱۵- مدار پمپ بنزین برقی ۳۱۲
۷-۱۶- مدار برف پاک کن ۳۱۳
۷-۱۷- مدار شیشه شوی برف پاک کن ۳۱۵
۷-۱۸- مدار بخاری ۳۱۶
۷-۱۹- مدار کولر ۳۱۷
۷-۱۹-۱- مدار الکتریکی کولر ۳۲۲
۷-۲۰- مدار قفل مرکزی ۳۲۴
۷-۲۰-۱- قفل مرکزی ساده ۳۲۴
۷-۲۰-۲- قفل مرکزی با کنترل از راه دور. ۳۲۶
۷-۲۱- مدار دزدگیر ۳۲۸
۷-۲۲- مدار گرمکن شیشه عقب ۳۲۹
۷-۲۳- مدار شیشه بالابر برقی ۳۳۱
۷-۲۴- مدار رادیو و پخش ۳۳۲
۷-۲۵- مدار آنتن برقی ۳۳۲
۷-۲۶- مدار چراغ سقف و جعبه داشبورد.... ۳۳۳
۷-۲۷- مدار فندک ۳۳۴
۷-۲۸- مدار ساعت ۳۳۵
منابع و مآخذ ۳۳۶

فصل ۱

اصول الکتریسیته و الکترو مغناطیس ؟

مقدمه

از آنجایی که بحث کلی کتاب در مورد برق خودرو می‌باشد. لذا لازم است که خواننده از اصول الکتریسیته و مغناطیس آگاهی لازم را داشته باشد.

از اینرو در این فصل به اختصار در مورد مفاهیم اساسی الکتریسیته و مغناطیس بحث می‌شود. اگر چه مفاهیم اساسی الکتریسیته و مغناطیس بسیار بیشتر از مطالب این فصل می‌باشد. ولی در این فصل نکات و مفاهیم ضروری و پرکاربرد در حیطه برق خودرو مد نظر بوده است و به طور خلاصه به این موارد اشاره شده است. لذا از خوانندهٔ گرامی تقاضا می‌شود که مفاهیم این فصل را به صورت عمقی مورد مطالعه قرار دهد. به گونه‌ای که این مفاهیم را درک نماید. تا بتواند در فصل‌های آتی به تجزیه و تحلیل صحیح مدارهای برقی خودرو بپردازد و یادگیری فصول بعدی راحت‌تر باشد.

۱-۱-جریان برق

حرکت الکترونها از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر را جریان برق یا جریان الکتریسیته گویند و سرعت حرکت الکترونها را شدت جریان برق گویند و با حرف (I) نمایش می‌دهند.

واحد اندازه‌گیری شدت جریان برق، آمپر می‌باشد و با حرف (A) نمایش داده می‌شود.

یک آمپر شدت جریان ثابتی است که هرگاه در دو سیم مستقیم و موازی به طول بی‌نهایت و سطح مقطع دایره‌ای ناچیز و به فاصلهٔ یک متر از هم، در خلاء ایجاد شود، بین آنها نیرویی برابر ۲×۱۰^{-۷} نیوتن بر واحد طول $(\frac{N}{m})$ پدید آید.

حرکت الکترونها را می‌توان به حرکت ذرات و مولکولهای آب تشبیه کرد به گونه‌ای که اگر ذرات و مولکولهای آب از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر منتقل شوند، جریان آب بوجود می‌آید. در حالیکه سرعت حرکت ذرات و مولکولهای آب بیان کننده شدت جریان آب می‌باشد.

۲ـ۱ـ ولتاژ، اختلاف پتانسیل، نیرو محرکه

عاملی که باعث حرکت الکترونها از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر می‌شود را ولتاژ، اختلاف پتانسیل یا نیرو محرکه گویند و با حرف (V)، (U) یا (E) نمایش داده می‌شود.

واحد اندازه‌گیری ولتاژ ولت است و با حرف (V) نمایش می‌دهند.

هرگاه جریان مستقیمی به مقدار یک آمپر در یک سیم توان یک وات را ایجاد کند سپس ولتاژ در دو سر هادی یک ولت خواهد بود. در مثال آب، عاملی که باعث حرکت آب می‌شود یا اختلاف سطح آب است که آب از یک مکان با ارتفاع بیشتر به یک مکان با ارتفاع کمتر جریان می‌یابد و یا اینکه پمپ آب، عامل حرکت آب می‌شود. ولتاژ، اختلاف پتانسیل یا نیرو محرکه دقیقاً مانند پمپ آب است، که الکترونها را از یک محل دریافت کرده و به محل دیگری پمپ می‌کند. و بدین ترتیب الکترونها به جریان افتاده و جریان الکتریکی بوجود می‌آید.

۳ـ۱ـ مقاومت الکتریکی

عاملی که از حرکت الکترونها جلوگیری می‌کند را مقاومت الکتریکی گویند و با حرف (R) نمایش داده می‌شود. واحد مقاومت الکتریکی اهم است و با حرف (Ω) نمایش می‌دهند.

در صورتیکه اختلاف پتانسیلی برابر یک ولت در دو سر سیمی تولید جریان یک آمپر کند، مقاومت آن سیم یک اهم می‌باشد.

در مثال آب، اگر دهانه لوله یا شیلنگ با انگشت مسدود گردد، باعث می‌شود که مقاومت سر راه آب زیاد شود و یا اگر طول شیلنگ یا پیچ و خم شیلنگ زیاد گردد، مقاومت زیاد می‌شود. در مدارهای الکتریکی نیز این مورد صادق است که اگر طول سیم‌ها زیاد شود و یا سطح مقطع کم گردد، مقاومت الکتریکی زیاد شده و الکترونها کندتر حرکت می‌کنند.

از اینرو مقاومت الکتریکی سیم را می‌توان از رابطهٔ (۱ـ۱) محاسبه نمود:

$$R=\rho\times\frac{L}{A} \qquad (۱ـ۱)$$

R: مقاومت سیم بر حسب اهم (Ω)

ρ مقاومت ویژهٔ سیم برحسب اهم ـ میلی متر مربع بر متر $(\frac{\Omega mm^2}{m})$

L: طول سیم برحسب متر (m)

A: سطح مقطع سیم برحسب میلی متر مربع (mm^2)

مقاومت ویژه به‌جنس مادهٔ موردنظر بستگی دارد. مقاومت ویژهٔ بعضی از مواد در جدول (۱ـ۱) آمده است.

جنس	$\rho(\frac{\Omega mm^2}{m})$	جنس	$\rho(\frac{\Omega mm^2}{m})$
آهن خالص	۰/۱	آلومینیم	۰/۰۲۷۸
سرب	۰/۲۰۸	آنتیموان	۰/۴۱۷
منیزیم	۰/۰۴۳۵	برنج با ۵۸٪مس	۰/۰۵۹
جیوه	۰/۹۴۱	برنج با ۶۳٪ مس	۰/۰۷۱
فولاد نرم	۰/۱۳	کادمیم	۰/۰۷۶
نیکل	۰/۰۸۷	کربن	۴۰
نیکلین	۰/۵	چدن	۱
پلاتین	۰/۱۱۱	آهن کرم.نیکل‌دار	۰/۱
نقره	۰/۰۱۶	کنستانتان	۰/۴۸
فلع	۰/۱۲	مس	۰/۰۱۷۲
تنگستن	۰/۰۵۹	نقره آلمانی	۰/۳۶۹
روی	۰/۰۶۱	طلا	۰/۰۲۲۲
منگنز	۰/۴۲۳	گرافیت	۸

جدول ۱ـ۱ـ مقاومت ویژه بعضی از مواد

۴ـ۱ـ قانون اهم

رابطهٔ بین جریان، ولتاژ و مقاومت الکتریکی را قانون اهم گویند و به صورت رابطهٔ (۲ـ۱) بیان می‌شود:

$$V = R \times I \qquad (۱ـ۲)$$

V: ولتاژ برحسب ولت (V)

R: مقاومت برحسب اهم (Ω)

I: شدت جریان برحسب آمپر (A)

برای محاسبهٔ مقاومت الکتریکی می‌توان رابطهٔ (۲ـ۱) را به صورت رابطهٔ (۳ـ۱) تغییر داد:

$$R = \frac{V}{I} \qquad (۱ـ۳)$$

و همچنین برای محاسبه شدت جریان الکتریکی می‌توان از رابطهٔ (۴ـ۱) استفاده نمود.

$$I = \frac{V}{R} \qquad (۱ـ۴)$$

۵ـ۱ـ توان الکتریکی

حاصلضرب ولتاژ در شدت جریان برق را توان الکتریکی گویند و با حرف (P) نمایش می‌دهند.

واحد توان الکتریکی وات می‌باشد که با حرف (W) نمایش داده می‌شود.

برای محاسبهٔ توان الکتریکی می‌توان از رابطهٔ (۱ـ۵) استفاده نمود:

$$P = V \times I \qquad (۱ـ۵)$$

P: توان الکتریکی برحسب وات (W)

V: ولتاژ برحسب ولت (V)

I: شدت جریان الکتریکی برحسب آمپر (A)

با جایگذاری رابطهٔ (۱ـ۲) به جای ولتاژ در رابطهٔ (۱ـ۵) می‌توان رابطهٔ توان را به صورت رابطهٔ (۱ـ۶) درآورد:

$$\begin{cases} P = V \times I \\ V = R \times I \end{cases} \Rightarrow P = V \times I = (R \times I) \times I = R \times I^2$$

$$P = R \times I^2 \qquad (۱ـ۶)$$

P: توان الکتریکی برحسب وات (W)

R: مقاومت الکتریکی برحسب اهم (Ω)

I: شدت جریان الکتریکی برحسب آمپر (A)

۱ـ۶ـ انواع جریان برق

جریان برق را به دو دستهٔ مستقیم و متناوب می‌توان تقسیم نمود.

۱ـ۶ـ۱ـ جریان برق مستقیم[1] (DC)

در این حالت ولتاژ جریان برق نسبت به زمان تغییر نمی‌کند. مانند جریان برقی که از باتری خودرو یا باتری رادیو، ساعت، دوربین عکاسی و... گرفته می‌شود.

اکثر دستگاههای الکترونیکی مانند، رادیو، ضبط، تلویزیون، کامپیوتر و... با برق مستقیم کار می‌کنند. در خودرو نیز تمامی دستگاههای برقی از جریان برق مستقیم استفاده می‌کنند.

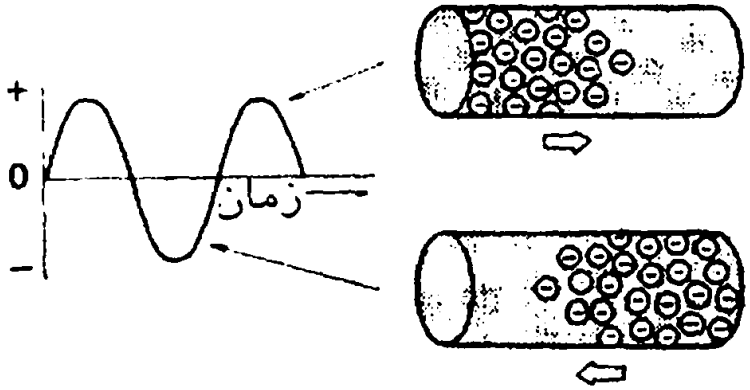
شکل (۱ـ۱) نمودار ولتاژ برق مستقیم را نشان می‌دهد

شکل ۱ـ۱ـ نمودار ولتاژ برق مستقیم

1- Direct Current

۲ـ۶ـ۱ـ جریان برق متناوب[1] (AC)

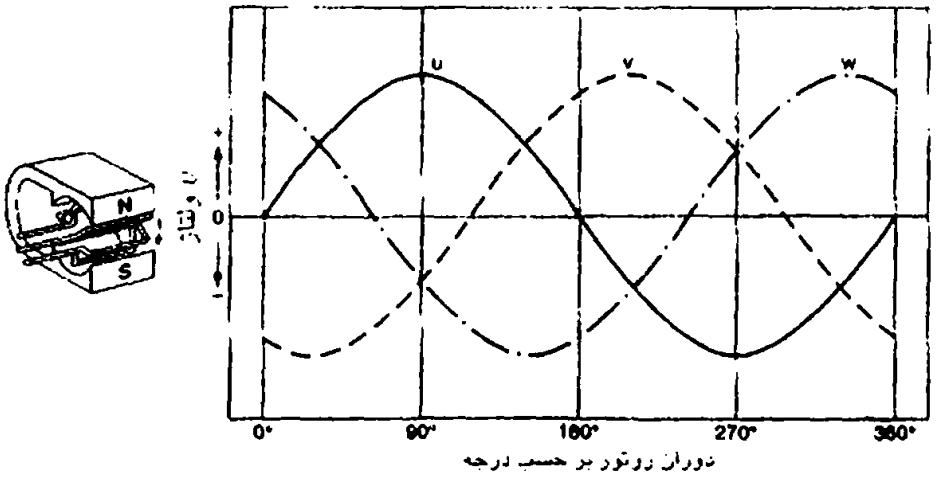
مطابق شکل (۱ـ۲) تغییرات ولتاژ این جریان نسبت به زمان ثابت نبوده و به طور دائم مقدار ولتاژ، مثبت و منفی می‌شود و این روند ادامه داشته و به طور دائم تکرار می‌شود این نوع جریان برق را جریان برق تک فاز گویند و یا به عبارتی یک منحنی ولتاژ بیشتر وجود ندارد. منحنی برق شهر نیز مانند شکل (۱ـ۲) بوده و بنابراین برق شهر نیز جریان برق متناوب تک فاز می‌باشد. در این حالت یک سیم حامل جریان، ورودی یا فاز[2] و سیم دیگر حامل جریان خروجی یا نول می‌باشد.



شکل ۲ـ۱ـ نمودار ولتاژ برق متناوب تک فاز

نوع دیگری از جریان برق متناوب که قدرت بیشتری داشته و بیشتر در صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد، جریان متناوب سه فاز می‌باشد که در شکل (۱ـ۳) مشاهده می‌گردد.

در مدار شارژ خودرو نیز مولد برق یا آلترناتور جریان برق سه فاز تولید می‌کند که برای استفاده در خودرو باید این جریان را به جریان مستقیم تبدیل نمود.



شکل ۳ـ۱ـ نمودار ولتاژ برق متناوب سه‌فاز

1- Alternating Current 2- Phase

۳ـ۶ـ۱ـ تبدیل جریان برق متناوب به جریان برق مستقیم (یکسوسازی جریان برق متناوب)

برای تبدیل جریان برق متناوب تک فاز به جریان برق مستقیم از چهار روش زیر استفاده می‌شود:

۱ـ استفاده از دو نیم حلقه که در بخش دینام شرح داده می‌شود.

۲ـ استفاده از دو دیود که در بخش آلترناتور ژیان توضیح داده می‌شود.

۳ـ استفاده از پل دیود یا چهار دیود که در آداپتور وسایل خانگی مانند رادیو، تلویزیون و... استفاده می‌گردد و در برق خودرو کاربرد ندارد.

۴ ـ استفاده از شش دیود در جریان برق متناوب سه‌فاز

برای یکسو کردن یا مستقیم کردن برق متناوب سه فاز در خودرو از یک مجموعهٔ دیود یا رکتیفایر[1] که حاوی چند دیود است استفاده می‌گردد. این روش نیز در فصل آلترناتور به طور مفصل تشریح می‌گردد.

۷ـ۱ـ تقسیم‌بندی مواد از نظر عبور جریان برق

مواد را می‌توان از لحاظ عبور جریان برق به سه دستهٔ رسانا، نیمه رسانا و عایق تقسیم نمود.

۱ـ۷ـ۱ـ مواد رسانا (هادی)

این مواد جریان برق را به راحتی از خود عبور می‌دهند. علت عبور جریان در این مواد، وجود نیروی جاذبهٔ کم بین هستهٔ اتم و الکترونهای لایهٔ آخر می‌باشد. این الکترونها با نیروی کمی از اتم جدا می‌شوند و به حرکت در می‌آیند و از اینرو جریان برق را عبور می‌دهند.

به طور کلی فلزاتی که تعداد الکترونهای مدار خارجی آنها بین ۱ تا ۳ الکترون باشد، هادی خوبی هستند.

بهترین هادی در فلزات نقره و بعد ازآن مس می‌باشد. کاربرد مواد رسانا در تهیه و تولید سیم‌های برق، پلاتین‌ها، رله‌ها و... می‌باشد.

۲ـ۷ـ۱ـ مواد نیمه رسانا (نیمه هادی)

این مواد نه رسانای خوبی هستند و نه عایق خوبی. این گونه مواد با توجه به شرایط و ولتاژ برقی که به دوسر آنها اعمال می‌شود جریان را ازخود عبور داده یا در مقابل عبور جریان مقاومت ایجاد می‌کنند.

1- Rectifier

ساختمان اتمی این گونه مواد به طریقی است که مدار خارجی آنها دارای ۴ الکترون می‌باشد.

معروفترین نیمه هادیها سیلیسیم و ژرمانیم می‌باشند و کاربرد نیمه هادیها در ساخت دیودها، ترانزیستورها، مدارهای مجتمع یا ICها و...می‌باشد.

۳ـ۷ـ۱ـ مواد نارسانا (عایق)

این مواد جریان برق را بسته به نوع ماده تا ولتاژ معینی از خود عبور نمی‌دهند. ساختمان اتمی این مواد به گونه‌ای است که تعداد الکترون مدارخارجی آنها بین ۵ تا ۸ الکترون می‌باشد.

کاربرد این مواد در ساختن روکش سیم‌ها، عایق انبردست‌ها، پیچ گوشتیها و... می‌باشد.

۸ـ۱ـ انواع مدارهای برقی

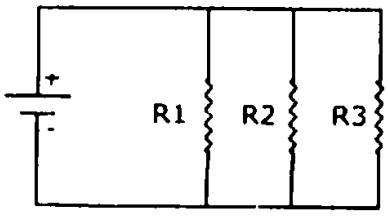
با توجه به نحوهٔ قرار گرفتن مصرف کننده یا مقاومت‌ها نسبت به یکدیگر در مدارهای الکتریکی، سه نوع مدار موازی، سری و مختلط بوجود می‌آید که در ذیل آمده است.

۱ـ۸ـ۱ـ مدار موازی

مطابق شکل (۴ـ۱) در این مدار مصرف کننده‌ها یا مقاومت‌ها به موازات یکدیگر قرار گرفته‌اند. یا به عبارتی عملکرد هرمقاومت یا مصرف کننده تأثیری در عملکرد دیگر مصرف کننده‌ها ندارد به گونه‌ای که اگر یکی از مصرف کننده‌ها بسوزد یا از کار بیافتد، مصرف کننده‌های دیگر به کار خود ادامه می‌دهند.

در مدار موازی، مقاومت کل را می‌توان از رابطهٔ (۷ـ۱) محاسبه نمود.

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \qquad (۷ـ۱)$$



شکل ۴ـ۱ـ مدار موازی

R_t: مقاومت کل مدار برحسب اهم (Ω)

R_1: مقاومت اولین مصرف کننده برحسب اهم (Ω)

R_2: مقاومت دومین مصرف کننده برحسب اهم (Ω)

R_3: مقاومت سومین مصرف کننده برحسب اهم (Ω)

نکته: در مدار موازی مقاومت کل مدار همواره از کوچکترین مقاومت موجود در مدار کمتر می‌باشد.

اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت در مدار موازی با هم برابر بوده و از رابطهٔ (۱ـ۸) قابل محاسبه است:

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = \dots \qquad (۱ـ۸)$$

V_t: اختلاف پتانسیل یا ولتاژ تولیدکننده جریان برق برحسب ولت(V)

V_1: اختلاف پتانسیل دو سر اولین مقاومت یا مصرف کننده برحسب ولت(V)

V_2: اختلاف پتانسیل دو سر دومین مقومت یا مصرف کننده برحسب ولت(V)

V_3: اختلاف پتانسیل دو سر سومین مقاومت یا مصرف کننده برحسب ولت(V)

برای بدست آوردن جریان کل مدار نیز می‌توان از رابطهٔ (۱ـ۹) استفاده نمود:

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots \qquad (۱ـ۹)$$

I_t: جریان کلی که از مدار عبور می‌کند برحسب آمپر(A)

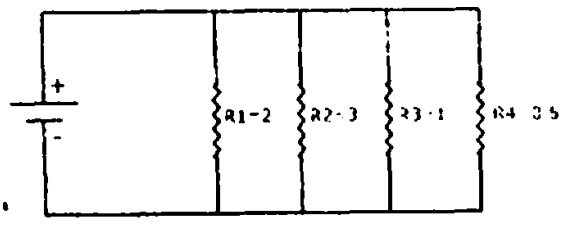
I_1: جریانی که از اولین مقاومت یا مصرف کننده عبور می‌کند برحسب آمپر (A)

I_2: جریانی که از دومین مقاومت یا مصرف کننده عبور می‌کند برحسب آمپر (A)

I_3: جریانی که از سومین مقاومت یا مصرف کننده عبور می‌کند برحسب آمپر (A)

توجه کنید که از قانون اهم نیز برای بدست آوردن مجهولات می‌توان استفاده نمود.

مثال: در مدار شکل زیر مقاومت کل مدار، اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت و شدت جریانی که از هر مقاومت عبور می‌کند و همچنین شدت جریان کل مدار را بدست آورید. (ولتاژ باتری ۱۲ ولت باشد)



محاسبهٔ مقاومت کل مدار:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{1} + \frac{1}{0/5}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{3+2+6+12}{6} \rightarrow \frac{1}{R_t} = \frac{23}{6} \rightarrow R_t = \frac{6}{23}\Omega \Rightarrow R_t = 0/26\Omega$$

با مخرج مشترک‌گیری

ملاحظه می‌شود که کوچکترین مقاومت درمدار R_4 می‌باشد که مقاومت آن ۰/۵ اهم است ولی مقاومت کل مدار از مقاومت R_4 نیز کمتر است.

محاسبهٔ ولتاژ

برای بدست آوردن اختلاف پتانسیل‌ها از رابطهٔ (۸ـ۱) استفاده می‌گردد.

$$V_t = V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = ۱۲V$$

محاسبهٔ شدت جریان

برای محاسبهٔ شدت جریان کل مدار از رابطهٔ (۹ـ۱) و شدت جریان عبوری از هر مقاومت یا مصرف کننده با استفاده از قانون اهم یا رابطهٔ (۴ـ۱) خواهیم داشت:

$$\begin{cases} R_1 = ۲\,\Omega \\ V_1 = ۱۲V \end{cases} \longrightarrow \Rightarrow I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{۱۲}{۲} = ۶A$$

$$\begin{cases} R_2 = ۳\,\Omega \\ V_2 = ۱۲V \end{cases} \longrightarrow \Rightarrow I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{۱۲}{۳} = ۴A$$

$$\begin{cases} R_3 = ۱\,\Omega \\ V_3 = ۱۲V \end{cases} \longrightarrow \Rightarrow I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{۱۲}{۱} = ۱۲A$$

$$\begin{cases} R_4 = ۰/۵\,\Omega \\ V_4 = ۱۲V \end{cases} \longrightarrow \Rightarrow I_4 = \frac{V_4}{R_4} = \frac{۱۲}{۰/۵} = ۲۴A$$

با توجه به رابطهٔ (۹ـ۱) خواهیم داشت که:

$$I_t = I_1 + I_2 - I_3 + I_4 = ۶ + ۴ - ۱۲ - ۲۴ = ۴۶A \Rightarrow I_t = ۴۶A$$

نکته: در خودرو کلیه مصرف کننده‌ها نسبت به یکدیگر موازی هستند. چون به طور مثال با سوختن فندک یا لامپ‌ها وسایل دیگر از کار نمی‌افتند و همچنان به کار خود ادامه می‌دهند. و از اینرو مقاومت کل در مدارات برقی خودرو همواره از کوچکترین مقاومت، کمتر می‌باشد.

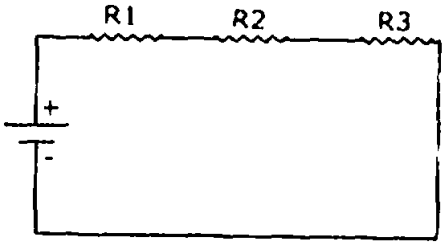
۲ـ۸ـ۱ـ مدار سری

در مدار سری، مصرف کننده‌ها یا مقاومت‌ها مانند دانه‌های زنجیر پشت سر هم قرار می‌گیرند به

گونه‌ای که اگر یکی از مقاومت‌ها از کار بیافتد و یا بسوزد، مصرف کننده‌های دیگر نیز از کار می‌افتند.

به عبارتی دیگر در این نوع مدار از کار افتادن یا سوختن یک مقاومت یا مصرف‌کننده باعث مختل شدن کار کل مدار و مصرف کننده‌ها می‌گردد.

مدار سری در شکل (۱ـ۵) ملاحظه می‌گردد.



شکل ۱ـ۵ـ مدار سری

در مدار سری مقاومت کل مدار برابر مجموع مقاومت‌ها می‌باشد و یا به عبارتی دیگر از رابطهٔ (۱ـ۱۰) می‌توان مقاومت کل مدار را محاسبه نمود.

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots \qquad (1\text{ـ}10)$$

R_t: مقاومت کل مدار بر حسب اهم (Ω)

R_1: مقاومت اولین مصرف کننده بر حسب اهم (Ω)

R_2: مقاومت دومین مصرف کننده برحسب اهم (Ω)

R_3: مقاومت سومین مصرف کننده برحسب اهم (Ω)

در مدار سری ولتاژ کل نیز برابر مجموع ولتاژ مقاومت‌ها می‌باشد. رابطهٔ (۱ـ۱۱) بیانگر ولتاژ کل در مدار سری است.

$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + \ldots \qquad (1\text{ـ}11)$$

V_t: ولتاژ کل مدار یا ولتاژ تولید کننده بر حسب ولت (V)

V_1: اختلاف پتانسیل دو سر اولین مصرف کننده بر حسب ولت (V)

V_2: اختلاف پتانسیل دو سر دومین مصرف کننده بر حسب ولت (V)

V_3: اختلاف پتانسیل دو سر سومین مصرف کننده بر حسب ولت (V)

شدت جریان کل، در مدار سری برابر شدت جریان هر کدام از مقاومت‌ها می‌باشد که در رابطه (۱ـ۱۲) آمده است.

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = \ldots \qquad (1\text{ـ}12)$$

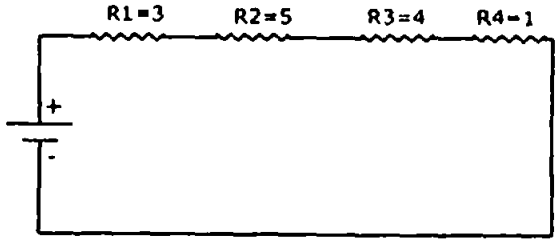
I_t: جریان عبوری از کل مدار بر حسب آمپر (A)

I_1: جریان عبوری از اولین مصرف کننده بر حسب آمپر (A)

I_2: جریان عبوری از دومین مصرف کننده بر حسب آمپر (A)

I_3: جریان عبوری از سومین مصرف کننده بر حسب آمپر (A)

مثال: در مدار شکل زیر مقاومت کل مدار، اختلاف پتانسیل دو سر هر مقاومت، شدت جریان عبوری از هر مقاومت و شدت جریان کل مدار را بدست آورید. (ولتاژ باتری ۱۲ ولت می‌باشد.)



محاسبهٔ مقاومت کل

مقاومت کل را از رابطهٔ (۱۰ـ۱) می‌توان محاسبه نمود:

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_t = ۳ + ۵ + ۴ + ۱ = ۱۳(\Omega)$$

$$R_t = ۱۳(\Omega)$$

محاسبهٔ شدت جریان

شدت جریان هر کدام از مقاومت‌ها از رابطهٔ (۱۲ـ۱) بدست می‌آید:

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = I_4$$

با توجه به قانون اهم و رابطهٔ (۴ـ۱) خواهیم داشت

$$\begin{cases} V_t = ۱۲V \\ R_t = ۱۳\,(\Omega) \end{cases} \Rightarrow I_t = \frac{V_t}{R_t} \rightarrow I_t = \frac{۱۲}{۱۳} = ۰/۹۲A$$

پس خواهیم داشت که:

$$I_t = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = ۰/۹۲\ A$$

محاسبهٔ ولتاژ

برای محاسبهٔ ولتاژ هر کدام از مقاومت‌ها، می‌توان از رابطهٔ (۲ـ۱) استفاده کرد:

$$\begin{cases} I_1 = ۰/۹۲\ A \\ R_1 = ۳(\Omega) \end{cases} \Rightarrow V_1 = R_1 \times I_1 = ۳ \times ۰/۹۲ = ۲/۷۷V$$

$$\begin{cases} I_2 = ۰/۹۲\ A \\ \\ R_2 = ۵(\Omega) \end{cases} \Rightarrow V_2 = R_2 \times I_2 = ۵ \times ۰/۹۲ = ۴/۶V$$

$$\begin{cases} I_3 = ۰/۹۲\ A \\ \\ R_3 = ۴(\Omega) \end{cases} \Rightarrow V_3 = R_3 \times I_3 = ۴ \times ۰/۹۲ = ۳/۶۸V$$

$$\begin{cases} I_4 = ۰/۹۲\ A \\ \\ R_4 = ۱(\Omega) \end{cases} \Rightarrow V_4 = R_4 \times I_4 = ۱ \times ۰/۹۲ = ۰/۹۲V$$

ولتاژ کل مدار از رابطهٔ (۱ـ۱۱) محاسبه می‌گردد.

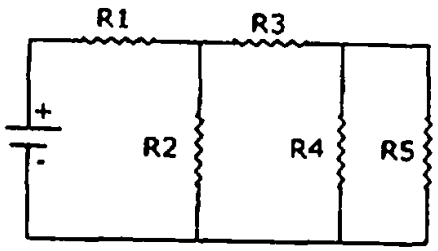
$$V_t = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = ۲/۷ + ۴/۶ + ۳/۶۸ + ۰/۹۲ = ۱۱/۹ \approx ۱۲V$$

ملاحظه می‌شود که V_t با ولتاژ باتری یا تولید کننده یکسان شد که نشانهٔ درست بودن محاسبات می‌باشد.

کاربرد مدار سری در خودرو برای استفاده از فیوزها می‌باشد. از آنجایی که فیوز وسیلهٔ محافظ دستگاه اصلی می‌باشد اگر جریان زیادی از فیوز عبور کند، فیوز که به صورت سری با دستگاه برقی قرار گرفته است می‌سوزد و دستگاه را از کار می‌اندازد. که در اینصورت هشداری است که راننده را از معیوب بودن مدار یا دستگاه آگاه می‌سازد و از آسیب دیدن دستگاه برقی جلوگیری می‌شود.

۳ـ۸ـ۱ـ مدار مختلط

مداری که در آن مقاومت‌ها به صورت ترکیبی از مدارهای سری و موازی با یکدیگر قرار گرفته باشند را مدار مختلط گویند. نوعی از این مدار در شکل (۱ـ۶) ملاحظه می‌گردد.



شکل ۱ـ۶ـ مدار مختلط

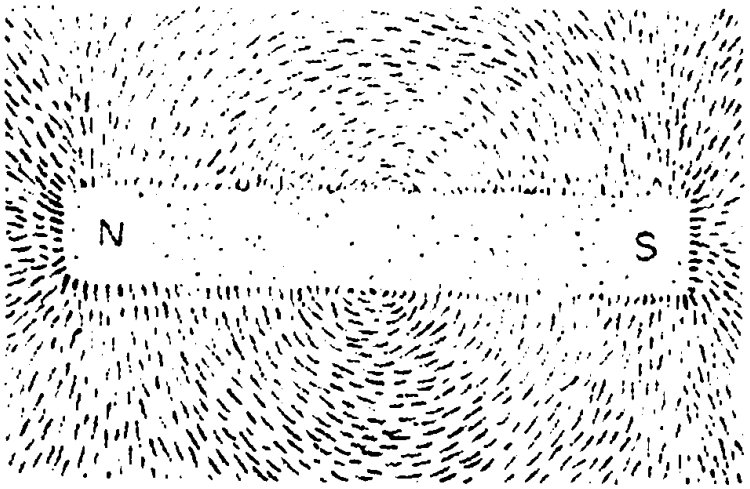
۹ـ۱ـ مغناطیس[1]

مغناطیس یا آهنربا بودن، خصوصیت ذاتی است که در بعضی از مواد مشاهده می‌گردد. چنانچه ماده‌ای دارای خاصیت آهنربایی باشد، آهن را جذب می‌کند. این خصوصیت ذاتی به نحوهٔ آرایش اتم‌های ماده باز می‌گردد. به خاطر آنکه اتم‌های آهن، هرکداه مانند یک آهنربای کوچک هستند. اگر به طور منظم در کنارهم قرار بگیرند در نهایت فلز آهن دارای دو قطب خواهد شد که خاصیت جذب آهن را خواهد داشت و به آن آهنربا گفته می‌شود.

در صورتیکه اتم‌های آهن به صورت منظم در کنار هم قرار نگیرند در اینصورت آهن موردنظر، خاصیت آهنربایی ندارد.

هر آهنربا دارای دو قطب شمال[2] (N) و قطب جنوب[3] (S) می‌باشد. برای مشخص کردن قطب شمال و جنوب آهنربا، باید آهنربا را بوسیلهٔ نخی که به وسط آن بسته شده است، آویزان کرد. بعد از رهاشدن آهنربا، سمتی از آهنربا که به طرف قطب شمال زمین است، قطب شمال (N) و سمت دیگر آن قطب جنوب (S) گفته می‌شود.

همچنین هر آهنربا دارای خطوط قوای مغناطیسی می‌باشد. برای مشاهده خطوط قوای مغناطیسی، می‌توان مطابق شکل (۷ـ۱) مقداری براده آهن را روی کاغذ ریخت و سپس کاغذ را روی آهنربا قرار داد. با زدن ضربات آرامی به ورقهٔ کاغذ، براده‌های آهن شکل خاصی را به خود می‌گیرند که در حقیقت همان شکل خطوط قوای مغناطیسی می‌باشد در اینصورت شکل براده‌های آهن را خطوط قوای مغناطیسی گویند.



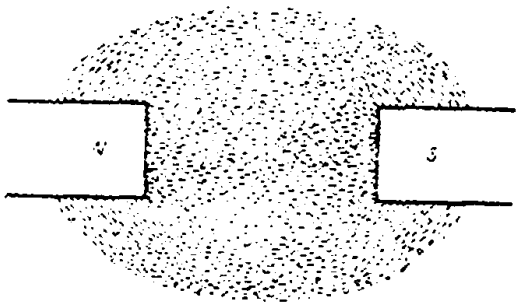
شکل ۷ـ۱ـ خطوط قوای مغناطیسی آهنربا

1- Magnetic
2- North pole
3- South pole

ملاحظه می‌شود که تراکم خطوط قوای مغناطیسی در قطب N و S بیشتر از نقاط دیگرمی‌باشد.

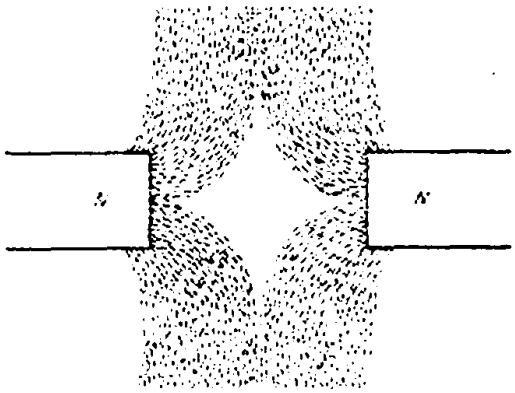
در آهنربا، قطب‌های همنام یکدیگر رادفع و قطب‌های غیرهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند.

شکل (۸ـ۱) نشان می‌دهد که قطب N و S یکدیگر را جذب کرده و به همین دلیل براده‌های آهن بین قطب N و S به صورت منظم بوده و جهت آنهااز N به S می‌باشد.



شکل ۸ـ۱ـ دو قطب غیرهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند

شکل (۹ـ۱) نیز نشان می‌دهد که دو قطب همنام مانند N و N یکدیگر رادفع می‌کنند. ملاحظه می‌گرددکه در قسمت وسط هیچ‌گونه خطوط قوایی وجود ندارد به دلیل آنکه اثر یکدیگر را خنثی کرده و از بین می‌برند.



شکل ۹ـ۱ـ دو قطب غیرهمنام یکدیگر را دفع می‌کنند

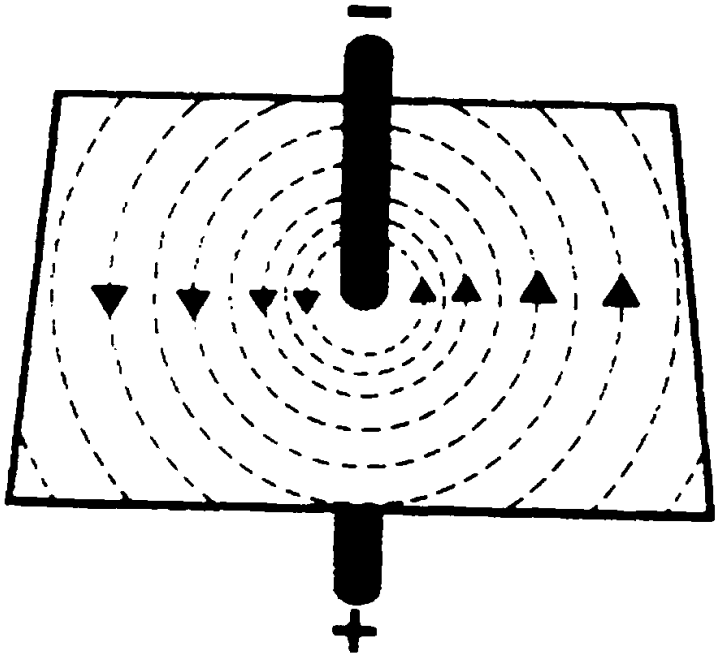
کاربرد آهنربا در ساخت قطب‌نما، بالشتک موتور برف پاک کن، موتور استارت و... می‌باشد.

۱۰ـ۱ـ الکترو مغناطیس

اگر از سیمی جریان برق عبور کند، در اطراف آن خطوط قوای مغناطیسی بوجود می‌آید که جهت خطوط قوای مغناطیسی با قانون دست راست بدست می‌آید.

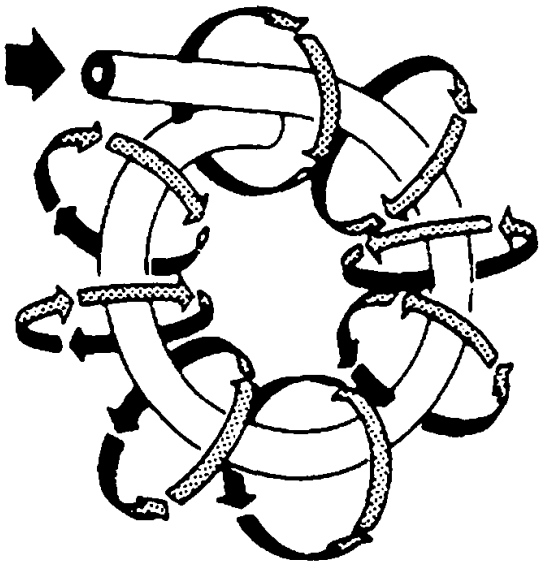
چنانچه سیم را در دست راست به گونه‌ای گرفته که انگشت شست در جهت جریان باشد، چهار انگشت دیگر جهت خطوط قوای مغناطیسی را نشان می‌دهد.

شکل (۱۰ـ۱) این موضوع را نشان می‌دهد.



شکل ۱۰ـ۱ـ جهت خطوط قوای مغناطیسی اطراف یک سیم حامل جریان با استفاده از قانون دست راست

حال اگر مطابق شکل (۱۱ـ۱) این سیم حامل جریان به صورت سیم‌پیچ درآید، به دلیل آنکه مقدار زیادی از طول سیم در یک قسمت جمع می‌گردد، این سیم‌پیچ دارای قدرت مغناطیسی زیادتری خواهد بود.



شکل ۱۱ـ۱ـ اگر سیم حامل جریان به صورت سیم‌پیچ درآید، میدان مغناطیسی قوی‌تری تولید خواهد کرد.

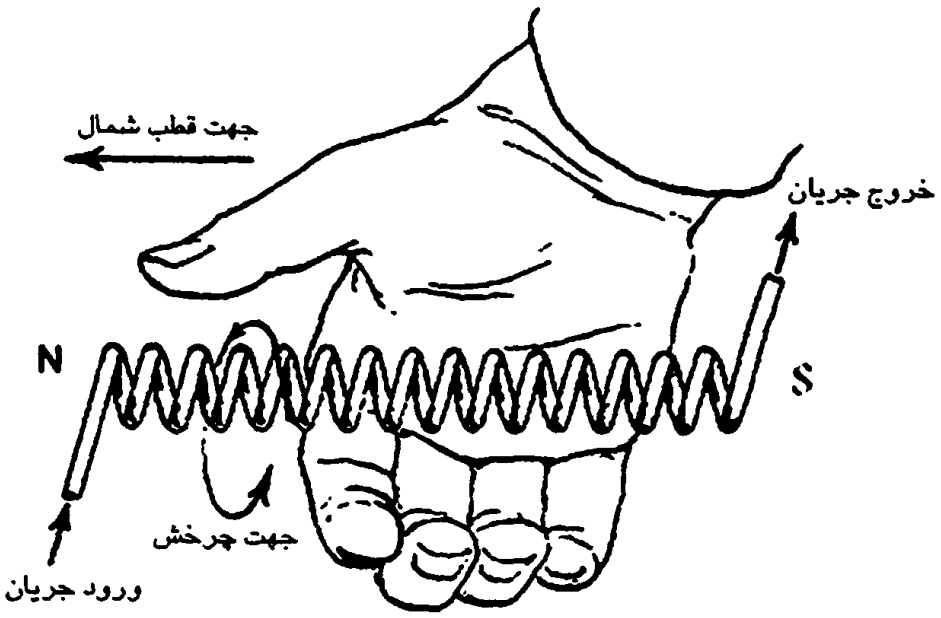
در این حالت نیز مطابق قانون دست راست می‌توان قطب شمال (N) و جنوب (S) سیم‌پیچ را

مشخص کرد. بدین ترتیب که حلقه‌های سیم‌پیچ را به‌گونه‌ای در دست راست گرفته تا جهت جریان در حلقه‌ها در امتداد چهار انگشت قرار گیرد، آنگاه انگشت شست قطب N را نشان دهد.

شکل (۱۲ـ۱) استفاده از قانون دست راست برای تعیین قطب N سیم‌پیچ را نشان می‌دهد.

دقت شود که جهت خطوط قوای مغناطیسی در درون سیم‌پیچ یا آهنربا از S به N و در بیرون سیم‌پیچ یا آهنربا از N به S می‌باشد.

لازم به ذکر است که اگر درون سیم‌پیچ از هستهٔ آهنی استفاده گردد، قدرت مغناطیسی آن زیادتر می‌شود.



شکل ۱۲ـ۱ـ استفاده از قانون دست راست برای تعیین قطب N سیم‌پیچ

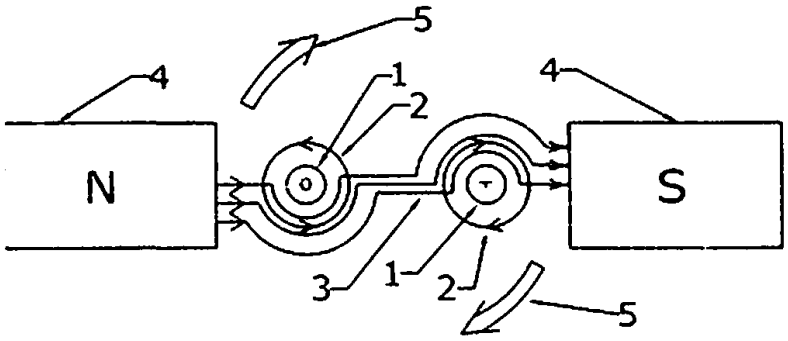
> **نکته:** دلیل استفاده هستهٔ آهنی در کویل جرقه، بالشتک‌های موتور استارت، بالشتک‌های دینام و روتور آلترناتور، ایجاد میدان مغناطیسی قوی‌تر می‌باشد.

از الکترو مغناطیس در مولدهای برق، الکتروموتورها و ترانسفورماتورها استفاده می‌گردد.

۱ـ۱۰ـ۱ـ کاربرد الکترومغناطیس در موتورهای الکتریکی

اگر سیمی حامل جریان مستقیم در میدان مغناطیسی قرار گیرد، نیرویی به سیم اعمال می‌گردد که باعث حرکت کردن سیم می‌شود. از این اصل به عنوان اصول کار موتورهای الکتریکی استفاده شده است.

با توجه به شکل (۱۳ـ۱) مشاهده می‌گردد که اگر سیمی به صورت قاب درآید و از آن جریان مستقیم عبور کرده و در یک میدان مغناطیسی قرار گیرد. این قاب شروع به حرکت می‌کند.



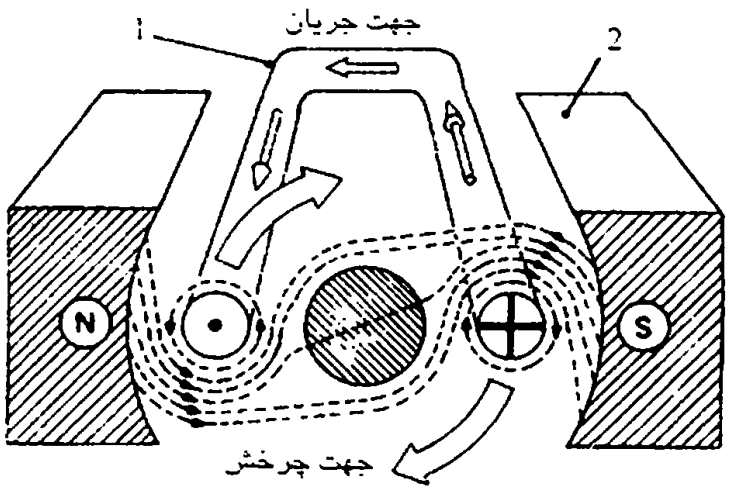
شکل ۱۳-۱. اصول کار موتورالکتریکی جریان مستقیم

۱ ـ قاب سیم
۲ ـ میدان مغناطیسی اطراف سیم هادی جریان
۳ ـ خطوط قوای مغناطیسی میدان اصلی
۴ ـ قطبین آهنربایی
۵ ـ جهت دوران قاب سیم

لازم به ذکر است که علامت (+) به معنی ورود جریان و علامت (•) به معنی خروج جریان از سیم می‌باشد. بدین ترتیب جریان وارد سیم سمت راست شده و از سیم سمت چپ خارج می‌شود.

مطابق شکل (۱۳-۱) و با استفاده از قانون دست راست، در اطراف سیم حامل جریان میدانی بوجود می‌آید، با توجه به جهت میدان مغناطیسی اصلی (جهت خطوط قوای مغناطیسی از قطب N به سمت قطب S است) و جهت میدان مغناطیسی اطراف سیم، ملاحظه می‌گردد که در قسمت بالای سیم سمت راست و پائین سیم سمت چپ، میدان‌ها هم جهت بوده و با هم جمع می‌گردند. پس در این دو نقطه تقویت میدان مغناطیسی صورت می‌گیرد. در صورتی که در قسمت پائین سیم سمت راست و بالای سیم سمت چپ میدان‌ها دارای جهت مخالف با یکدیگر بوده و از هم کم می‌شوند و در این دو نقطه تضعیف میدان صورت می‌گیرد. در این‌صورت سیم سمت راست به سمت پائین و سیم سمت چپ به سمت بالا حرکت می‌کند و مجموع این دو حرکت باعث دوران قاب می‌شود.

لازم به ذکر است که این نتیجه را می‌توان از قانون دست چپ نیز به دست آورد. قانون دست چپ در زیر آمده است.



۱ ـ قاب سیم
۲ ـ آهنربا

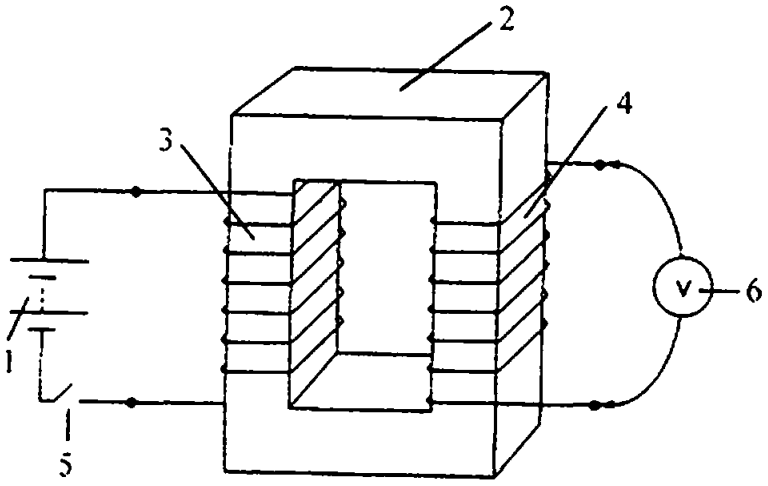
شکل ۱۴-۱. اصول کار الکتروموتورها و قانون دست چپ

با توجه به شکل (۱۴ـ۱) ملاحظه می‌شود که اگر انگشت شست دست چپ در جهت خطوط قوای مغناطیسی و انگشت نشان دست چپ در جهت جریان عبوری از سیم قرار گیرد، آنگاه انگشت وسط دست چپ جهت حرکت سیم را نشان می‌دهد. که این قانون را قانون دست چپ گویند که در الکتروموتورها کاربرد دارد.

کاربرد این اصل برای ساخت موتورهای الکتریکی جریان مستقیم مانند موتور استارت، موتور بخاری، برف پاک کن، شیشه‌شوی و... می‌باشد.

۲ـ۱۰ـ۱ـ کاربرد الکترومغناطیس در ترانسفورماتورها

مطابق شکل (۱۵ـ۱) سیم‌پیچی که به برق باتری وصل است را سیم‌پیچ اولیه و سیم‌پیچ روبروی آن را سیم‌پیچ ثانویه گویند.



شکل ۱۵ـ۱ـ اصول کار ترانسفورماتور

۱ ـ باتری
۲ ـ هستهٔ آهنی
۳ ـ سیم‌پیچ اولیه
۴ ـ سیم‌پیچ ثانویه
۵ ـ کلید
۶ ـ ولتمتر

اگر کلید وصل گردد، خطوط قوای مغناطیسی در سیم پیچ اولیه بوجود می‌آید. با قطع نمودن کلید خطوط قوای مغناطیسی به محل اولیهٔ خود باز می‌گردند یا به عبارتی از بین می‌روند. در این وضعیت خطوط قوای مغناطیسی سیم‌پیچ اولیه با حلقه‌های سیم‌پیچ ثانویه برخورد کرده و جریانی را در سیم‌پیچ ثانویه القاء می‌کنند که به آن جریان القایی گویند. در همین حین خطوط قوای مغناطیسی با حلقه‌های سیم‌پیچ اولیه نیز برخورد می‌کنند و در سیم‌پیچ اولیه نیز جریانی تولید می‌گردد که به آن جریان خود القایی گویند.

این جریان خودالقایی به صورت جرقه در کلید ظاهر شده و تمایل به ذوب نمودن کلید را دارد.

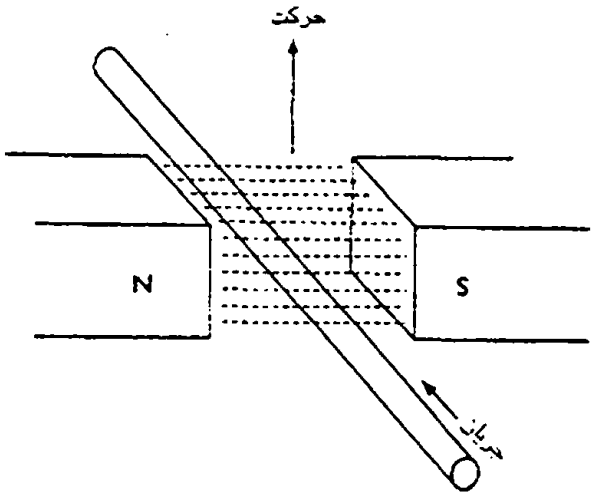
اگر تعداد حلقه‌های سیم‌پیچ ثانویه بیشتر از تعداد حلقه‌های سیم‌پیچ اولیه باشد، ترانسفورماتور را افزاینده گویند. در کویل خودرو نیز این اصل استفاده می‌گردد و در حقیقت کویل سیستم جرقه یک ترانسفورماتور افزاینده می‌باشد.

در ترانسفورماتورهای افزاینده، جریان القایی در سیم‌پیچ ثانویه بیشتر از جریان خودالقایی سیم‌پیچ اولیه می‌باشد.

و اگر تعداد حلقه‌های سیم‌پیچ ثانویه کمتر از تعداد حلقه‌های سیم‌پیچ اولیه باشد، ترانسفورماتور را کاهنده گویند. ترانس‌های برق شهر از نوع ترانسفورماتور کاهنده می‌باشند. در ترانسفورماتورهای کاهنده، جریان القایی در سیم‌پیچ ثانویه کمتر از جریان خودالقایی سیم‌پیچ اولیه می‌باشد.

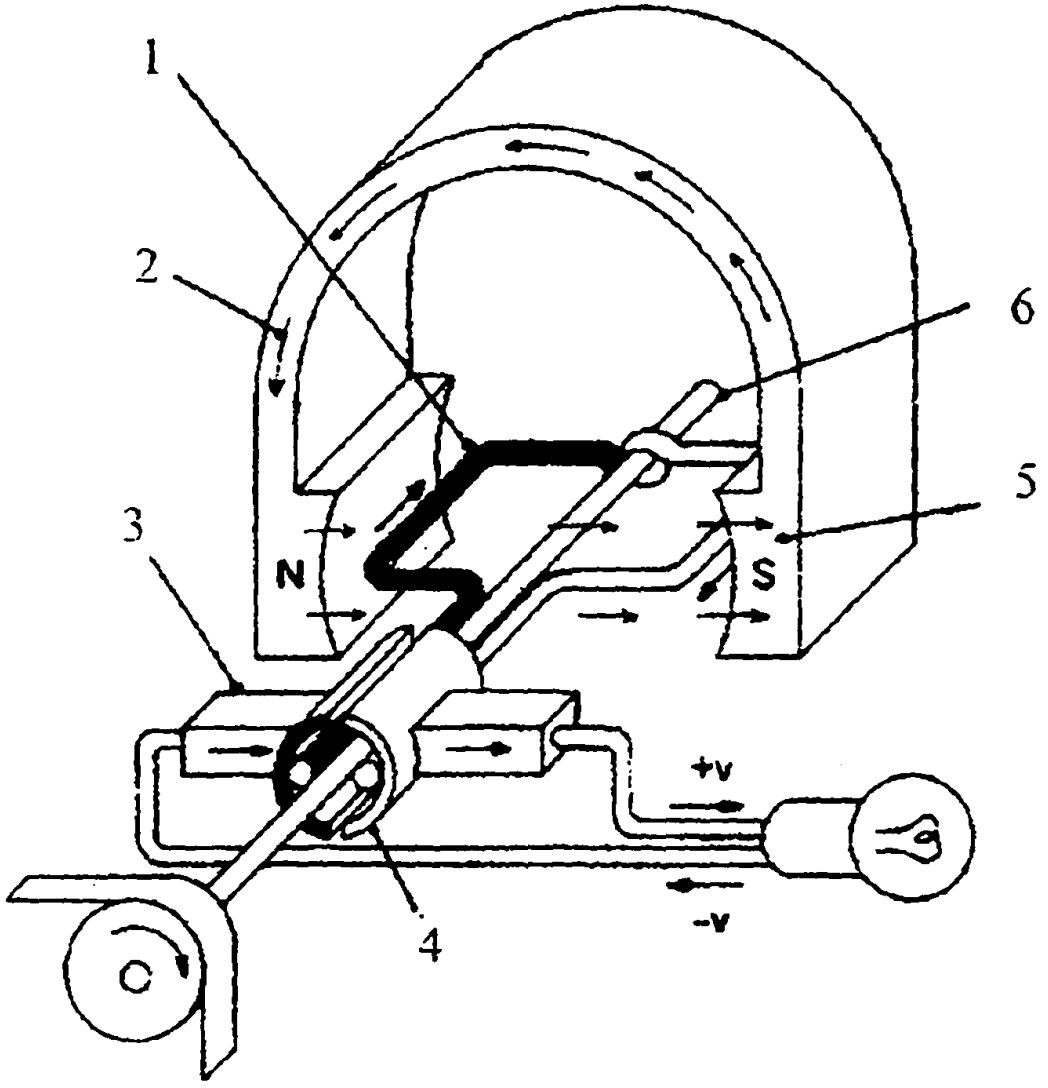
۳ـ۱۰ـ۱ـ کاربرد الکترو مغناطیس در مولدهای برق (ژنراتورها)

مطابق شکل (۱۶ـ۱) اگر سیمی در میدان مغناطیسی به نحوی حرکت کند که خطوط قوای مغناطیسی را قطع کند، جریانی در سیم تولید می‌گردد. این اصل نیز اساس کار مولدهای برق می‌باشد. جهت جریان در سیم را می‌توان با استفاده از قانون دست راست مشخص نمود.



شکل ۱۶ـ۱ـ اساس کار مولدهای برق

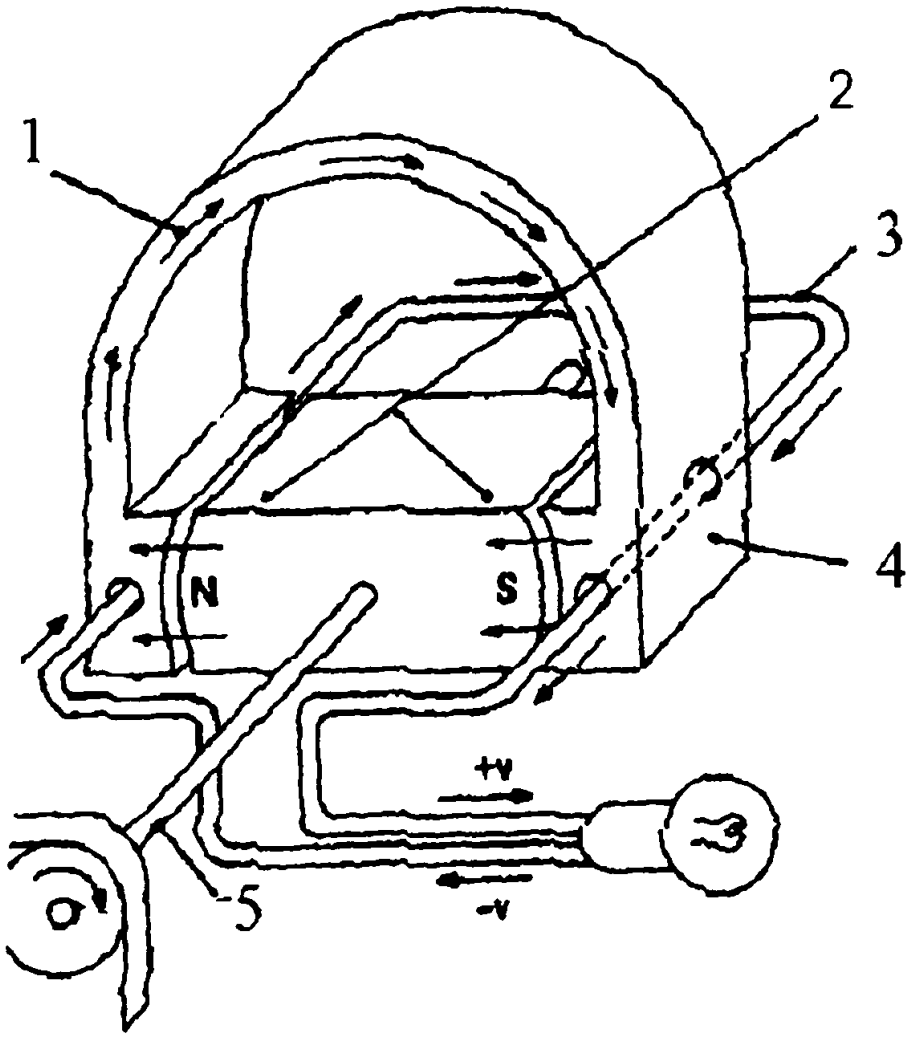
بدین ترتیب که اگر انگشت شست دست راست در جهت خطوط قوای مغناطیسی و انگشت وسط در جهت حرکت سیم باشد. آنگاه انگشت نشان جهت جریان را نشان خواهد داد اگر مطابق شکل (۱۷ـ۱) میدان مغناطیسی ثابت باشد و سیم حرکت کند، مولد برق را دینام گویند.



شکل ۱۷-۱- اساس کار دینام

۱ - قاب سیم
۲ - جهت میدان درون آهنربا
۳ - زغال
۴ - لامل کلکتور
۵ - آهنربا
۶ - محور دوران قاب سیم

در حالیکه اگر مطابق شکل (۱۸-۱) سیم‌ها ثابت بوده و میدان مغناطیسی حرکت کند، مولد برق را آلترناتور گویند.



شکل ۱۸-۱- اساس کار آلترناتور

۱ - جهت خطوط قوای مغناطیسی در استاتور
۲ - روتور (عضو متحرک)
۳ - قاب سیم
۴ - استاتور
۵ - محور دوران روتور یا آهنربا

نکته: قانون دست راست در مولدهای جریان برق و قانون دست چپ در موتورهای الکتریکی کاربرد دارد.

۱۱ـ۱ـ خلاصهٔ فصل

- حرکت الکترونها از نقطه‌ای به نقطهٔ دیگر را جریان برق گویند در حالیکه سرعت حرکت الکترونها ر شدت جریان برق گویند.
- عاملی که باعث حرکت الکترونها می‌شود را ولتاژ، اختلاف پتانسیل یا نیرو محرکه گویند.
- عاملی که از حرکت الکترونها جلوگیری می‌کند را مقاومت الکتریکی گویند.
- رابطهٔ بین جریان، ولتاژ و مقاومت الکتریکی را قانون اهم گویند.
- جریان برق به دو دستهٔ مستقیم و متناوب تقسیم می‌شود.
- اگر ولتاژ جریان برق نسبت به زمان تغییر نکند و ثابت باشد، جریان برق مستقیم یا (DC) گویند.
- چنانچه ولتاژ جریان برق نسبت به زمان تغییر کند و ثابت نباشد، جریان برق متناوب یا (AC) گویند.
- جریان برق متناوب تک فاز بوسیلهٔ دو نیم حلقه، دو دیود، یا چهار دیود به جریان برق مستقیم تبدیل می‌شود.
- جریان برق متناوب سه فاز بوسیلهٔ مجموعهٔ دیودها یا رکتیفایر که معمولاً حاوی ۶ دیود است به برق مستقیم تبدیل می‌گردد.
- مواد از لحاظ عبور جریان برق به سه دستهٔ رسانا، نیمه رسانا و عایق تقسیم می‌شوند.
- مواد رسانا به راحتی جریان برق را از خود عبور می‌دهند. الکترونهای مدار خارجی اتم آنها دارای ۱ تا ۳ الکترون می‌باشد.
- مواد نیمه‌رسانا نه عایق خوب و نه رسانای خوبی هستند و الکترونهای مدار خارجی اتم آنها ۴ الکترون می‌باشد.
- مواد عایق جریان برق را تا ولتاژ خاصی عبور نمی‌دهند. الکترونهای مدار خارجی اتم آنها دارای ۵ تا ۸ الکترون می‌باشد.
- مدارهای برقی به سه نوع موازی، سری، و مختلط تقسیم می‌شوند.
- در مدار موازی مصرف کننده‌ها به موازات یکدیگر قرار گرفته‌اند به طوری که سوختن یا از کار افتادن یک مصرف کننده تأثیری در عملکرد بقیهٔ مصرف کننده‌ها ندارد.
- در مدار سری مصرف کننده‌ها مانند دانه‌های زنجیر پشت‌سر هم قرار گرفته‌اند. اگر یکی از کار بیافتد، بقیه نیز از کار می‌افتند.
- مدار مختلط ترکیبی از مدار سری و موازی می‌باشد.
- مغناطیس یا آهنربا خصوصیت ذاتی بعضی از مواد است که در آنها اتم‌ها به صورت منظم قرار گرفته‌اند.

- هر آهنربا دارای دو قطب شمال (N) و جنوب (S) است.
- اگر از سیم‌پیچی جریان برق عبور کند، سیم‌پیچ مغناطیس شده و این حالت را الکترومغناطیس گویند.
- از مغناطیس و الکترومغناطیس در الکتروموتورها، ترانسفورماتورها و مولدهای برق استفاده می‌شود.
- قانون دست چپ در موتورهای الکتریکی و قانون دست راست در مولدهای برق کاربرد دارد.

فصل ۲

نقشه خوانی و اجزاء پرکاربرد در مدارات الکتریکی خودرو

مقدمه

برخی از اجزاء مدارات الکتریکی به طور مکرر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این اجزاء شامل کابلها، کلیدها، لامپ‌ها، فیوزها، رله‌ها، سولنوئیدها،... می‌باشند که از اهمیت خاصی برخوردار بوده و باید بطور دقیق از طرز کار و استانداردهای مربوط به آنها آگاه بود.

در این فصل شکل شماتیک اجزاء مدارهای برقی خودرو به جهت آشنایی با این اجزاء در مدارها آورده شده، سپس اصول طراحی و محاسبه و انتخاب کابلها بطور مفصل تشریح شده است و به دنبال آن انواع سرسیمها و فیشها، فیوزها، کلیدها، سوئیچ اصلی خودرو، رله‌ها، سولنوئیدها و لامپ‌ها آمده است.

۱ـ۲ـ نقشه‌خوانی نقشه‌های الکتریکی خودرو

برای بررسی و تحلیل نقشه‌های الکتریکی نیاز به شناسایی شکل شماتیک اجزاء مدارهای الکتریکی می‌باشد. برخی از این اجزاء که در مدارهای برقی خودرو کاربرد فراوانی دارد. در جدول (۱ـ۲) آمده است.

انرژی به هدر می‌رود و کابل‌ها شامل سیم‌های روکش‌دار، به صورت یک رشته‌ای یا چند رشته‌ای می‌باشند.

خصوصیات مطلوب برای یک کابل به شرح زیر است:

۱ـ اشغال فضای کم

۲ـ شکل‌پذیر بودن آن به طور مطلوب

۳ـ ایجاد کمترین مقاومت الکتریکی در مسیر عبور جریان

۴ـ عایق‌بندی مناسب

کابل‌ها از مجموعه چند رشتهٔ فلزی که بوسیلهٔ عایقی روکش شده‌اند، ساخته می‌شوند. چند رشته‌ای بودن کابل‌ها توانایی انعطاف‌پذیری آنها را افزایش می‌دهد. بعلاوه اگر یکی از رشته‌های موجود در کابل پاره شود خللی در انتقال جریان الکتریکی بوجود نمی‌آید و فقط مقاومت کابل کمی افزایش می‌یابد.

۱ـ۲ـ۲ـ انتخاب کابل

مهمترین عامل در انتخاب اندازهٔ کابل، توانایی انتقال قدرت الکتریکی یا توان الکتریکی در آن کابل است. باید بخاطر سپرد، توان الکتریکی بوسیلهٔ مقدار ولتاژ و جریان سنجیده می‌شود.

برای انتخاب کابل مناسب، روند زیر مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱ـ با استفاده از توان درج شده روی مصرف کننده یا استفاده از فلوچارت (۱ـ۲) توان مصرفی قسمت مورد نظر انتخاب شود.(P)

۲ـ ولتاژ برق خودرو با توجه به نوع مدار خودرو به صورت ۶، ۱۲ یا ۲۴ ولت انتخاب گردد(V_s)

۳ـ شدت جریان عبوری از کابل با توجه به رابطه (۱ـ۶) محاسبه گردد (I)

$$I = \frac{P}{V_s} \qquad (۱ـ۶)$$

P: توان مصرف کننده بر حسب وات (W)

V_s: ولتاژ برق خودرو بر حسب ولت (V)

I: شدت جریان عبوری از کابل بر حسب آمپر (A)

۴ـ با توجه به جدول (۲ـ۲) بیشترین افت ولت مجاز مدار مربوطه انتخاب گردد.(V)

۵ـ طول کابل، با توجه به طول مسیر مدار مشخص شود.(L)

۶ـ مقاومت ویژه با توجه به جنس فلز کابل از جدول (۱ـ۱) انتخاب شود. (ρ)

۷ـ مقادیر بدست آمده از مراحل ۳ تا ۶ را در رابطه (۶ـ۲) قرارداده تا سطح مقطع کابل بدست آید(A)

$$A = I \times \rho \times \frac{L}{V} \qquad (۶\text{ـ}۲)$$

I: شدت جریان عبوری از کابل بر حسب آمپر(A)

ρ: مقاومت ویژه فلز کابل برحسب اهم میلی‌متر مربع بر متر $\left(\frac{\Omega mm^2}{m}\right)$

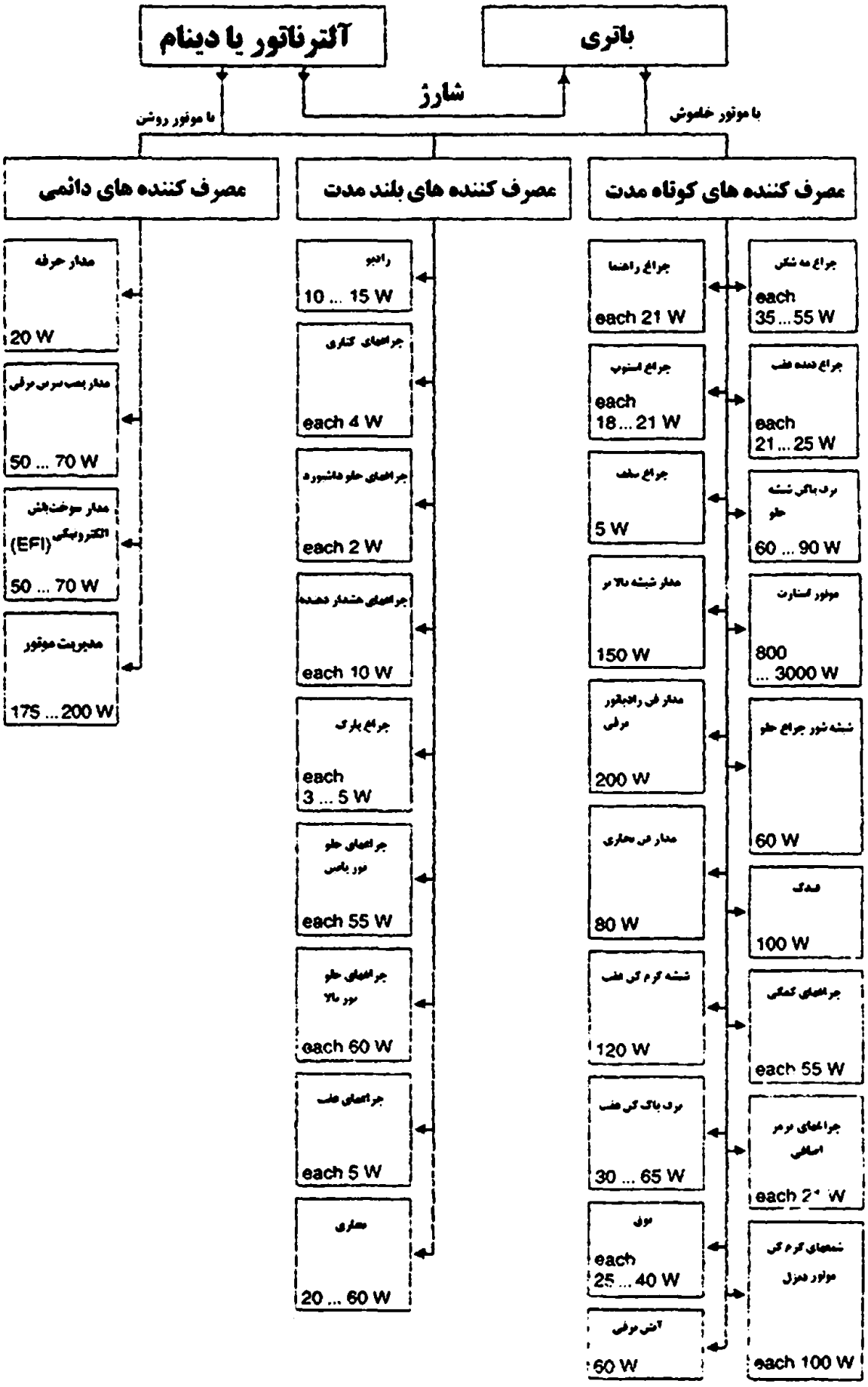
L: طول کابل برحسب متر(m)

V: افت ولت مجاز مدار برحسب ولت(V)

A: سطح مقطع فلز کابل بر حسب میلی‌متر مربع (mm^2)

مدارها	بیشترین افت ولت توصیه شده		بیشترین افت ولت مجاز	
	۱۲V	۲۴V	۱۲V	۲۴V
مدار روشنایی				
از B سوئیچ تا لامپ‌هایی با توان مصرفی کمتر از ۱۵W	۰/۱V	۰/۱V	۰/۶V	۰/۶V
از B سوئیچ تا لامپ‌های با توان مصرفی بیشتر از ۱۵W	۰/۵V	۰/۵V	۰/۹V	۰/۹V
از B سوئیچ تا جرقه‌های جلو	۰/۳V	۰/۳V	۰/۶V	۰/۶V
مدار شارژ				
از +B آلترناتور تا باتری	۰/۴V	۰/۸V	–	–
کابل استارت	۰/۵V	۱V	–	–
اتومات استارت				
از ST سوئیچ تا اتومات	۱/۴V	۲V	۱/۷V	۲/۵V
سهم سایر مصرف کننده‌ها، رله‌ها، بوق و...	۰/۵V	۱V	۱/۵V	۲V

جدول ۲ـ۲ـ افت ولت مجاز مدارهای مختلف با ولتاژ ۱۲ یا ۲۴ ولت



فلوچارت ۱-۲- توان مصرفی قسمت‌های مختلف خودرو

با توجه به سطح مقطع بدست آمده در قسمت ۷ و جدول (۳ـ۲) کابل استاندارد برای مدار مربوطه انتخاب می‌گردد.

برای مثال اگر سطح مقطع، عدد $0/8mm^2$ بدست آمد با توجه به اینکه این عدد بین اعداد ۰/۷ و ۱ در جدول (۳ـ۲) می‌باشد سطح مقطع بزرگتر یعنی $1mm^2$ را انتخاب کرده و از کابل ۰/۳ / ۱۴ در مدار مربوطه استفاده شود عدد ۰/۳ / ۱۴ به این معنی می‌باشد که کابل مورد نظر دارای ۱۴ رشته سیم است که قطر هر یک از رشته‌ها ۰/۳mm می‌باشد.

استاندارد کابل	سطح مقطع	استاندارکابل	سطح مقطع
۱۴ / ۰/۲۵	۰/۷	۱۲۰/۰/۳۰	۸/۵
۱۴ / ۰/۳۰	۱	۸۰/۰/۴۰	۱۰
۲۱ / ۰/۳۰	۱/۵	۳۷/۰/۷۱	۱۵
۲۸ / ۰/۳۰	۲	۲۶۶/۰/۳۰	۲۰
۳۵ / ۰/۳۰	۲/۵	۳۷/۰/۹۰	۲۵
۴۴ / ۰/۳۰	۳	۶۱/۰/۹۰	۴۰
۶۵ / ۰/۳۰	۴/۵	۶۱/۱/۱۳	۶۰
۸۴ / ۰/۳۰	۶		

جدول ۳ـ۲ـ رابطهٔ بین سطح مقطع و کابل استاندارد

۲ـ۲ـ۲ـ استاندارد رنگ کابل [1]

با توجه به اینکه تعداد زیادی کابل در هر خودرو استفاده می‌شود. برای شناسایی هر کابل و مسیر آن، کابل‌ها را بوسیلهٔ رنگ مشخص می‌کنند.

دو نوع استاندارد برای رنگ کابل متداول است. یکی استاندارد انگلیسی AU7 و دیگری استاندارد اروپایی می‌باشد. جدول‌های (۴ـ۲) و (۵ـ۲) استاندارد رنگ انگلیسی و اروپایی را نشان می‌دهند.

1- Color Code

رنگ	نماد	کاربرد
قهوه‌ای	N	کابل اصلی باتری
آبی	U	کلید چراغ جلو به کلید نور پایین
آبی / سفید	UW	نور بالای چراغ جلو
آبی / سرخ	UR	نورپایین چراغ جلو
سرخ	R	سیم اصلی چراغ بغل
سرخ / سیاه	RB	چراغهای بغل سمت چپ و چراغ نمره
سرخ / سفید	RW	چراغهای بغل سمت راست و چراغهای جلو داشبورد
ارغوانی	P	دستگاه جریان ـ ثابت فیوزدار
سبز	G	دستگاه فیوزدار تأمین جریان تحت کنترل سیستم جرقه‌زنی
سبز / سرخ	GR	راهنماهای سمت چپ
سبز / سفید	GW	راهنماهای سمت راست
سبز روشن	LG	وسایل اندازه‌گیری
سفید	W	سیستم جرقه‌زنی به مقاومت با ضریب دمایی مثبت
سفید / سیاه	W/B	کابل منفی کوئل
زرد	Y	اوردرایو و سوخت پاشی
سیاه	B	همهٔ اتصالهای بدنه
خاکستری	S	شیشه بالابر برقی
نارنجی	O	مدارهای برف پاک کن (فیوزدار)
صورتی / سفید	KW	سیم مقاومت با ضریب دمایی مثبت
سبز / قهوه‌ای	GN	چراغهای دنده عقب
سبز / ارغوانی	GP	چراغهای ترمز
آبی / زرد	UY	چراغ مه شکن عقب

جدول ۴-۲- استاندارد انگلیسی برای رنگ کابل

رنگ	نماد	کاربرد
سرخ	*Rt*	کابل اصلی باتری
سفید/سیاه	*Ws/Sw*	کلید چراغ جلو به کلید نور پایین
سفید	*Ws*	نور بالای چراغ جلو
زرد	*Ge*	نور بالای چراغ جلو
خاکستری	*Gr*	سیم اصلی چراغ بغل
خاکستری/سیاه	*Gr/Sw*	چراغهای بغل سمت چپ
خاکستری/سرخ	*Gr/Rt*	چراغهای بغل سمت راست
سیاه/زرد	*Sw/Ge*	
سیاه/سبز	*Sw/Gn*	دستگاه تامین جریان تحت کنترل سیستم جرقه زنی
سیاه/سفید/سبز	*Sw/Ws/Gn*	کلیدچراغ راهنما(دسته راهنما)
سیاه/سفید	*Sw/Ws*	راهنماهای سمت چپ
سیاه/سبز	*Sw/Gn*	راهنماهای سمت راست
سبز روشن	*LGn*	کابل منفی کوئل
قهوه‌ای	*Br*	بدنه
قهوه‌ای/سفید	*Br/Ws*	اتصالات بدنه
صورتی/سفید	*KW*	سیم مقاومت با ضریب دمایی مثبت
سیاه	*Sw*	چراغهای دنده عقب
سیاه/سرخ	*Sw/Rt*	چراغهای ترمز
سبز/سیاه	*Gr/Sw*	چراغ مه شکن عقب

جدول ۵-۲- استاندارد اروپایی برای رنگ کابل

امروزه برای مشخص کردن ترمینال‌ها از استاندارد DIN ۷۲ ۵۵۲ استفاده می‌گردد. این استاندارد د جدول (۶-۲) آمده است.

ترمینال	تعریف
15	ترمینال روی استارت ورله تکرار استارت
	رله فلاشر
49	ورودی
49 a	خروجی
49 b	خروجی به رله دوم فلاشر
49 c	خروجی به رله سوم فلاشر
	استارتر
50	کنترل استارت
	خروجی سوئیچ
50 a	خروجی برای اتومات استارت
	کنترل استارت
50 b	در سیستم استارت دوگانه
	رله استارت
50 c	استارت اول -ورودی از رله استارت
50 d	استارت دوم-- از رله استارت
	رله قفل استارت
50 e	ورودی
50 f	خروجی
	رله تکرار استارت
50 g	ورودی
50 h	خروجی

شماره	تعریف
	اتصال بدنه
31 b	اتصال بدنه از سوئیچ یا رله
	در سیستم سری موازی
31 a	بازگشت به باتری دوم ممنی
31 c	بازگشت به باتری اول ممنی
	موتور های الکتریکی
32	مدار بازگشت
33	اتصال اصلی
33 a	ترمینال ۶۷
33 b	مقاومت مدار
33 f	ممنی : برای کاهش حد
33 g	ممنی : برای کاهش دور
33 h	ممنی : برای کاهش دور
33 L	چپ چپی به چپ
33 R	چپ چپی به راست
	استارت
45	رله محافظ استارت- خروجی استارت ورودی
	سیستم استارت دوگانه، رله عملکرد همزمان پیچونها
45 a	خروجی استارت اول ورودی هر دو استارت
45 b	خروجی استارت دوم

شماره	تعریف
	جرقه ، کویل به دلکو مدار ضعیف ضعیف
	جرقه دلکو
1 a	سمت بک
1 b	سمت هو
2	ترمینال انتهای کوتاه سیستم جرقه مکانیکی
	جرقه ، کویل به دلکو ضعیف قوی
	جرقه ،کویل به دلکو - سیستم هو کویل
4 a	ترمینال : از کویل اول
4 b	ترمینال : از کویل دوم
15	سوئیچ به کویل
15 b	به سمت مقاومت خروجی کویل
	سوئیچ پیش گرم کن
17	استارت
17 a	پیش گرم کن
30	مثبت باتری
30 a	سوئیچ سری - موازی باتری -۲۶/۱۲-

جدول ۶-۲- استاندارد DIN ۷۲ ۵۵۲ برای ترمینال‌ها

ترمینال	تعریف
	رله برقی کلید نوع NC
87	ورودی
87a	خروجی اول
87 b	خروجی دوم
87 c	خروجی سوم
87 z	ورودی اول
87 y	ورودی دوم
87 x	ورودی سوم
	رله برقی کلید نوع NO
88	ورودی
	رله برقی کلید نوع NC
86 a	خروجی اول
86 b	خروجی دوم
86 c	خروجی سوم
	رله برقی نوع NO
85 z	ورودی اول
85 y	ورودی دوم
85 x	ورودی سوم
	آلترناتور و رله ولتاژ
B+	ترمینال مثبت باتری
B-	ترمینال منفی باتری
D+	ترمینال مثبت دینام
D-	ترمینال منفی دینام
DF	مالشنگ یا فیلدآلترناتور
DF 1	سیم‌پیچ فیلدآلترناتور اول
DF 2	سیم‌پیچ فیلدآلترناتور دوم
	آلترناتور
U, V, W	ترمینالهای خروجی آلترناتور
	چراغهای متفرقه
C	لامپ نشانده‌نده اول
C 0	ترمینال اصلی برای لامپ نشانده‌نده یا رله‌ها
C 2	لامپ نشانده‌نده دوم
C 3	لامپ نشانده‌نده سوم
L	چراغهای راهنما سمت چپ
R	چراغهای راهنما سمت راست

ترمینال	تعریف
77	کلید کنترل در
	تجهیزات علامت دهنده در تریلرها
54	چراغ اضطرار پس کشنده و تریلر
54 g	سوپاپ پنوماتیک
	کلیدها
81	ورودی
81 a	خروجی اول در کلید ساده حالت عادی بسته
81 b	خروجی دوم در کلید ساده حالت عادی باز
82	ورودی
82 a	خروجی اول
82 b	خروجی دوم
82 z	ورودی اول
82 y	ورودی دوم
	کلیدهای چند وضعیتی
83	ورودی
83 a	خروجی اول
83 b	خروجی دوم
83 L	خروجی چپ
83 R	خروجی راست
	رله چراغ
84	ورودی سیم‌پیچ پلاکس
84 a	خروجی سیم‌پیچ
84 b	خروجی پلاکس
	رله سیم‌پیچ
85	خروجی سیم‌پیچ
	ورودی سیم‌پیچ
86	ابتدای سیم‌پیچ
86 a	سیم‌پیچ اول در نوع دو سیم‌پیچ
86 b	سیم‌پیچ دوم در نوع دو سیم‌پیچ

ترمینال	تعریف
55	مه شکن جلو
56	چراغهای جلو
56 a	نور بالا
56 b	نور پایین
56 a	از دسته راهنما
57	تنظیم سواری ها و موتور سیکلت
	چراغ پارک
57 a	چراغهای پارک
57 L	چراغهای پارک چپ
57 R	چراغهای پارک راست
58	چراغهای راهنما و چراغ خطر عقب
58 b	چراغ دنباله در سیستم بین نایی
58 d	تعداد متغیردر
	چراغ راهنما
58 L	چپ
58 R	راست
	آلترناتور
59	خروجی استاتور
	ورودی صفحه دیود
59 a	محرک روتور
61	لامپ چراغ شارژ
	کنترل بی صدا توی
71	ورودی
71 a	خروجی به توی اول ودوم بم
71 b	خروجی به توی اول ودوم زیر
72	کلید
	آژیر
75	رادیو ضدک
76	ضدگوها

ادامهٔ جدول ۶-۲- استاندارد DIN ۷۲ ۵۵۲ برای ترمینال‌ها

۳-۲ اتصال سرسیم‌ها[1](فیش‌ها)

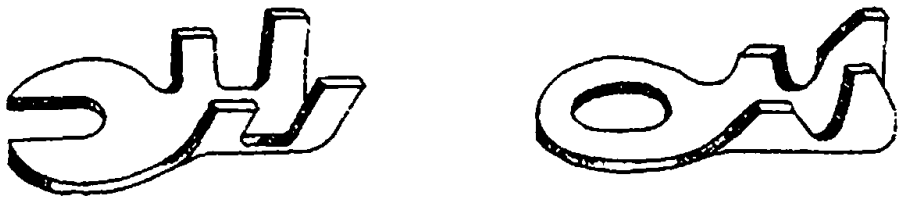
برای اتصال کابل‌ها به قسمت‌های مختلف مدار الکتریکی از فیش یا سرسیم استفاده می‌شود. جنس فیش‌ها معمولاً از برنج است و اندازهٔ آن به سایز کابل بستگی دارد. فیش‌ها ممکن است دارای روکشی از جنس پلاستیک بوده، یا اینکه بدون روکش باشند. معمولاً فیش کابلهایی که اتصال منفی یا بدنهٔ سیستم مورد نظر را تأمین می‌کنند و به بدنه وصل می‌شوند، بدون روکش بوده و بقیهٔ فیش‌ها، از نوع روکش‌دار

1- *Terminals*

می‌باشند.

۱ـ۳ـ۲ـفیشهای حلقه‌ای[1] و نیم حلقه‌ای [2]

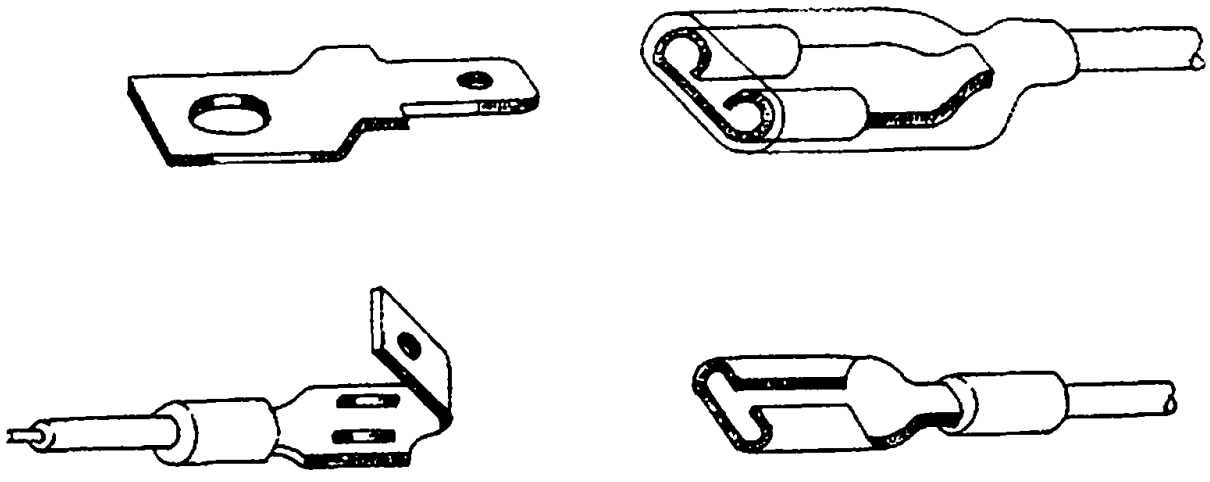
این اتصالات در شکل (۱ـ۲) قابل ملاحظه است. این نوع فیش‌ها غالباً برای اتصال قطعات مختلف الکتریکی، مخصوصاً ترمینال‌های اتصال بدنه استفاده می‌شود.



شکل ۱ـ۲ـ فیش حلقه‌ای و نیم‌حلقه‌ای

۲ـ۳ـ۲ـفیش‌های نر و مادگی [3]

این نوع فیش در شکل (۲ـ۲) قابل مشاهده است. این فیش از دو قسمت نری و مادگی تشکیل می‌شود و برای اتصال ترمینال‌ها به کابلها یا کابلها به کابلها استفاده می‌شود. از این نوع فیشها معمولاً در مدار جرقه، کلیدهای روشنایی، برف پاک کن و سیستم تهویه خودروها استفاده می‌گردند.



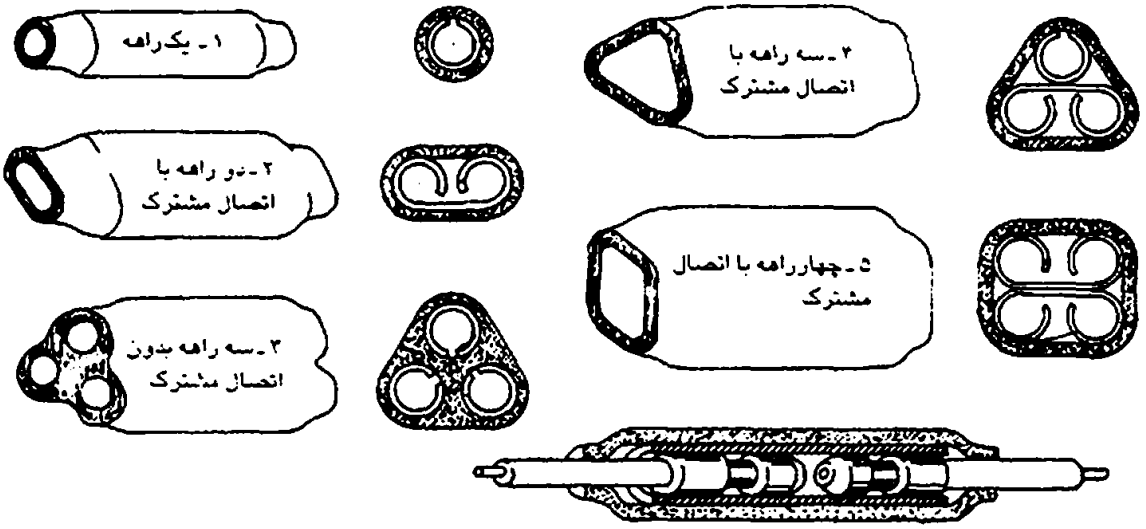
شکل ۲ـ۲ـ چند نوع فیش نرومادگی

۳ـ۳ـ۲ فیش‌های رابط

نوع دیگری از فیشها، فیشهای رابط هستند این فیش‌ها در شکل (۳ـ۲) قابل ملاحظه می‌باشند

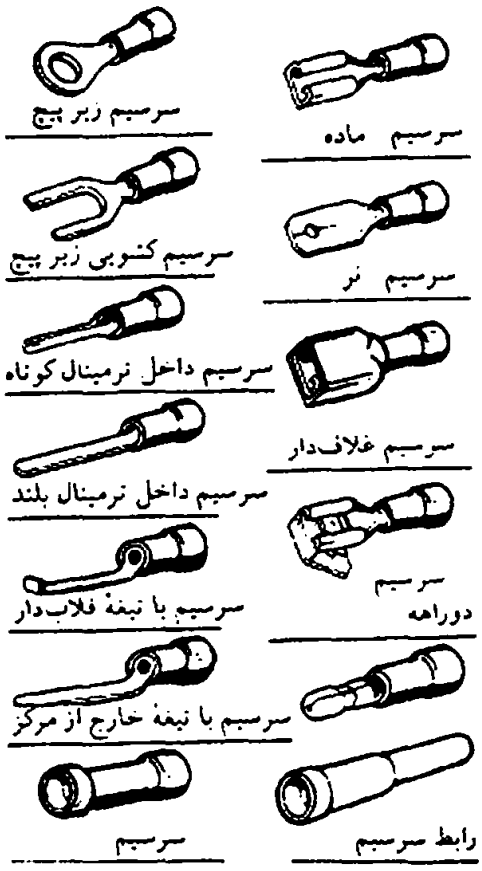
1- *Eyelet terminal*
2- *Fork terminal*
3- *Male & Female terminals*

فیشهای رابط به صورت مادگی هستند و فیشهای نر از طرفین در داخل فیشهای رابط قرار می‌گیرند. این رابط‌ها می‌تواند از نوع تکی، دوتایی، سه تایی و چهارتایی باشد.

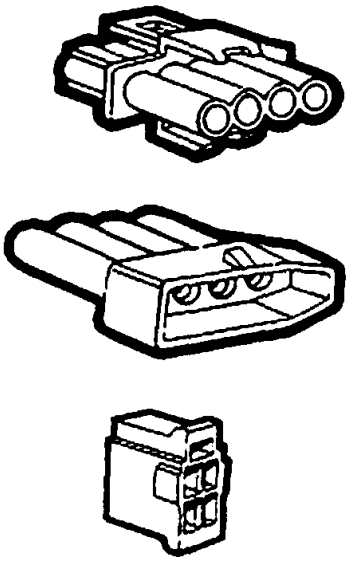


شکل ۳ـ۲ـ فیش‌های رابط

اشکال (۴ـ۲) و (۵ـ۲) نیز چند نوع فیش رایج در خودرو را نشان می‌دهد.



شکل ۴ـ۲ـ بعضی فیش‌های رایج در خودرو

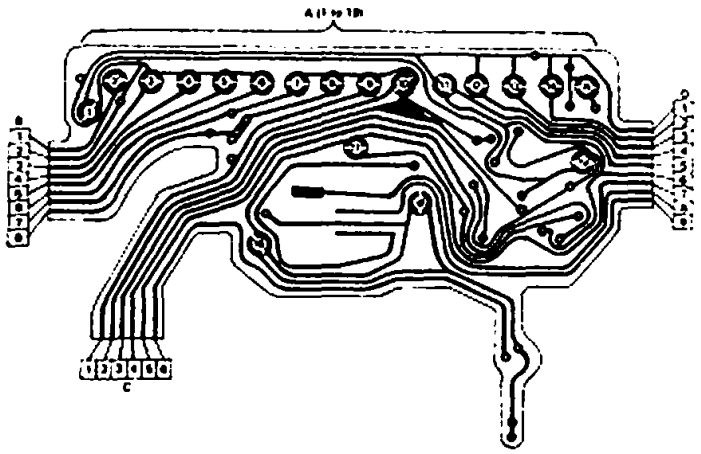


شکل ۵ـ۲ـ چند نوع فیش رابط

۴ـ۳ـ۲ـ مدار چاپی [۱]

تقریباً تمام اتومبیل‌های امروزی در قسمت‌های مختلف، مخصوصاً پشت داشبورد(پانل جلو) دارای مدار چاپی هستند. مدارهای چاپی، لایه‌های نازک مسی هستند که روی یک صفحه عایق، طبق یک نقشهٔ خاص قرار می‌گیرند. کاربرد این مدارها در نقاطی است که تعداد بسیار زیادی از کابل در نقطه‌ای جمع می‌شود.

شکل (۲.۶) یک نوع مدار چاپی را نشان می‌دهد این مدار چاپی دارای ۴ ترمینال خروجی می‌باشد که با حروف A، B، C، D مشخص شده است هر یک از خروجی‌ها به یک مدار متصل می‌شوند برای مثال تمام خروجی‌های قسمت A به چراغهای نشاندهندهٔ جلو داشبورد منتهی می‌گردد.



شکل ۶ـ۲ـ مدار چاپی مورد استفاده در پشت‌داشبورد

۴ـ۲ـ فیوزها [۲]

برای محافظت از وسایل الکتریکی و الکترونیکی و جلوگیری از عبور جریان بیش از حد مجاز از این دستگاهها، از فیوز استفاده می‌شود. امروزه تقریباً تمام مدارهای برقی خودروها توسط فیوزها محافظت می‌شوند. به عبارت ساده فیوز قسمت ضعیف مدار است. اگر جریان بیش از حد افزایش یابد این قسمت ضعیف قبل از همه می‌سوزد تا دستگاههای اصلی صدمه نبینند.

فیوزهایی که در خودروها استفاده می‌شوند ۳ نوع می‌باشند.

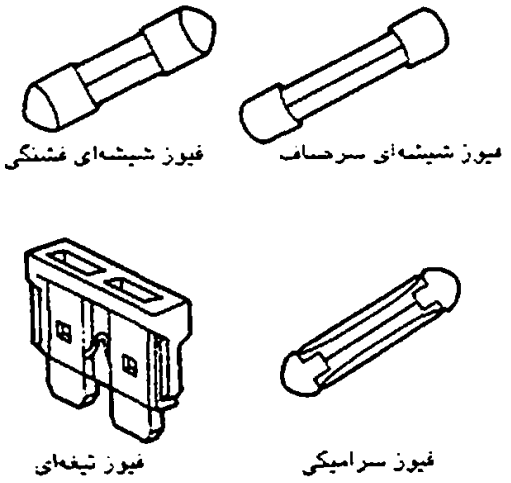
۱ ـ فیوزهای شیشه‌ای [۳]

1- Printed circuit
2- Fuse
3- Glass type fuse

۲ـ فیوزهای سرامیکی [1]

۳ـ فیوزهای تیغه‌ای [2](چاقویی)

شکل (۲ـ۷) انواع فیوزها را نشان می‌دهد.



شکل ۲ـ۷ـ انواع فیوزها

فیوز هر قسمت از مدار را براساس بیشترین جریان پیوسته عبوری از آن تعیین می‌کنند، در جدول‌های (۲ـ۷) و (۲ـ۸) مشخصات چند نوع فیوز شیشه‌ای و سرامیکی آمده است.

رنگ	جریان پیوسته (آمپر)	جریان فیوز (آمپر)
آبی	1	2
سبز	1.5	3
قرمز	2.5	5
آبی روی سبز	4	8
آبی کم‌رنگ	5	10
آبی روشن	7.5	15
آبی روی زرد	10	20
صورتی	12	25
سبز روی سفید	15	30
سفید	17.5	35
زرد	25	50

جدول ۲ـ۷ـ مشخصات فیوزهای شیشه‌ای

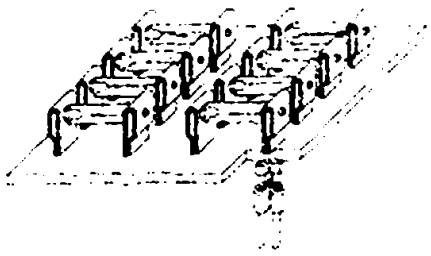
1- Ceramic type fuse *2- Blade type fuse*

نرخ عبور جریان برق	رنگ	تست جریان فیوز نسبت به زمان	
		نرخ × ۲/۵	نرخ × ۱/۵
۵	زرد	حدود ۱ دقیقه	حدود ۱ ساعت
۸	سفید	حدود ۱ دقیقه	حدود ۱ ساعت
۱۶	قرمز	حدود ۱ دقیقه	حدود ۱ ساعت
۲۵	آبی	حدود ۱ دقیقه	حدود ۱ ساعت

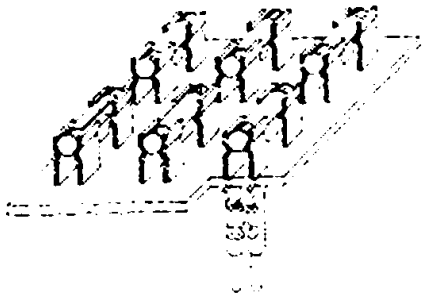
جدول ۸-۲- مشخصات فیوزهای سرامیکی

نکته: در بعضی خودروها از فیوزهای خاصی استفاده می‌شود که جریان پیوسته آن به ۵۰ و حتی ۱۵۰ آمپری می‌رسد این نوع فیوز در هنگام تصادف خودرو و یا اشتباه وصل کردن سیم‌ها و سرسیم‌ها عمل کرده و کل جریان برق خودرو را قطع می‌کند. در این صورت از سوختن کابلها و دستگاهها و ایجاد جرقه و در نتیجه خطر آتش‌سوزی جلوگیری می‌گردد.

تمام فیوزها درکنار هم و در داخل جعبه فیوز قرار می‌گیرند. شکل (۸-۲) و (۹-۲) دو نوع جعبه فیوز مربوط به فیوزهای شیشه‌ای و سرامیکی را نشان می‌دهند.



شکل ۸-۲- جعبه فیوز برای فیوزهای سرامیکی



شکل ۹-۲- جعبه فیوز برای فیوزهای شیشه‌ای

۵-۲- کلیدها[1]

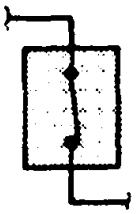
کلیدها وسایلی برای قطع و وصل کردن جریان الکتریکی در مدارات هستند. کلیدها را می‌توان به دو قسمت اصلی کنتاکت و مکانیزم کنترل کنتاکت، تقسیم بندی کرد. جنس کنتاکت‌ها معمولاً از مس، فسفر،

1. Switches

برنز، برنج، آلیاژ مس برلیم‌دار، نقره و آلیاژهای نقره و گاهی نیز در موارد خاص از طلا می‌باشد. نقره یکی از بهترین مواد برای ساخت کنتاکت‌ها است،به دلیل آنکه مقاومت الکتریکی نقره بسیار کم است، برای کاهش هزینه تولید قسمت کوچکی از نقره را روی اتصالات برنجی قرار می‌دهند. کلیدهای مورد استفاده در خودرو به روش زیر دسته‌بندی می‌گردند.

۱ـ۵ـ۲ـ کلید یک وضعیتی (SPST)[1]

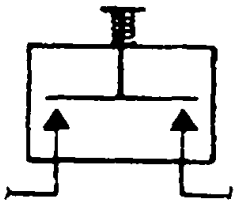
این نوع کلید دارای یک ورودی جریان برق و یک خروجی می‌باشد در حالت وصل بودن جریان را از خود عبور داده و در وضعیت دیگر قطع می‌باشد. این کلید در شکل (۱۰ـ۲) نشان داده شده است.



شکل ۱۰ـ۲ـ کلید یک وضعیتی

۲ـ۵ـ۲ـ کلید لحظه‌ای (SPST)

نوع خاصی از کلید یک وضعیتی می‌باشد که در هنگام فشار دادن شستی آن جریان برق مدار را وصل نموده و پس از برداشته شدن فشار، جریان را قطع می‌کند و یا برعکس در هنگام فشار دادن شستی جریان را قطع و پس از برداشته شدن فشار، از روی آن جریان را وصل می‌کند. این کلید در شکل (۱۱ـ۲) نشان داده شده است، کاربرد آن در کلید بوق، کلید لای در، کلید چراغ ترمز و غیره می‌باشد.



شکل ۱۱ـ۲ـ کلید لحظه‌ای

۳ـ۵ـ۲ـ کلید دو وضعیتی(SPDT)[2]

این کلید دارای یک برق ورودی و دو خرجی می‌باشد که با توجه به وضعیت کلید جریان برق را به یک قسمت مدار می‌فرستد. کاربرد این کلید در کلید نور بالا و پائین (استوپ زیرپا) می‌باشد. این کلید در شکل (۱۲ـ۲) نشان داده شده است.

1- *Single pole single Throw*

2- *Single pole double Throw*

۶ـ۲ـ لامپ ها[1]

لامپ‌ها به عنوان منبع روشنایی در خودروها کاربرد فراوانی دارند. از چراغهای جلو گرفته تا چراغهای داخل و چراغهای نشاندهنده، همگی با استفاده از لامپ روشن می‌شوند. لامپ خودروها معمولاً از نوع تنگستنی خلائی و یا تنگستنی گازی (هالوژن) می‌باشد.

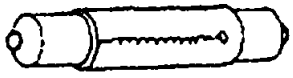
رشته تنگستن موجود در لامپ به دلیل عبور جریان گرم شده و به مرحله گداختگی می‌رسد. این دما در خلاء در حدود ۲۳۰۰ درجه سانتیگراد است (نقطهٔ ذوب تنگستن ۳۳۷۰ درجهٔ سانتیگراد می‌باشد). برای قراردادن رشته تنگستن در محلی کوچک، آنرا به صورت مارپیچ می‌سازند. این کار استحکام مکانیکی آنرا نیز افزایش می‌دهد.

گاز موجود در لامپ‌های تنگستن گازی، عمدتاً ید است ید جزء فلزات هالوژن در جدول تناوبی می‌باشد به همین دلیل به این گونه لامپ‌ها، لامپ‌های هالوژن می‌گویند. عمر این لامپ‌ها نسبت به نوع خلائی بیشتر بوده و برخلاف لامپ‌های خلائی با گذشت زمان سیاه نمی‌شوند.

در ادامه چند نوع لامپ مورد استفاده در خودروها آمده است:

۱ـ۶ـ۲ـ لامپ‌های تزئینی[2]

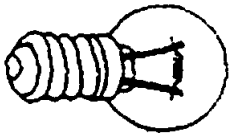
حباب این لامپ‌ها به شکل لوله است که یک رشته تنگستن بین دو کلاهک برنجی قرار می‌گیرد. از این لامپ‌ها معمولاً برای چراغ نمره و چراغ سقفی خودرو استفاده می‌شود. شکل (۲ـ۲۱) این لامپ را نشان می‌دهد.



شکل ۲ـ۲۱ـ لامپ تزئینی

۲ـ۶ـ۲ـ لامپ مینیاتوری معمولی (ادیسونی)[3]

شکل ظاهری این لامپ مانند لامپ‌های معمولی شهری می‌باشد. در خودروهای امروزی از این نوع لامپ کمتر استفاده می‌شود. در شکل (۲ـ۲۲) این لامپ قابل مشاهده است.



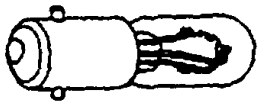
شکل ۲ـ۲۲ـ لامپ ادیسونی

1- *Light bulbs* 2- *Festoon*

3- *Edison Screw*

۳ـ۶ـ۲ـ لامپ مینیاتوری کنتاکت وسط[1]

در طرفین این لامپ ۲ پین وجود دارد. این لامپ به حالت مارپیچ روی سر لامپی محکم می‌شود. توان این لامپها بین ۱ تا ۵ وات می‌باشد. شکل (۲ـ۲۳) این نوع لامپ را نشان می‌دهد.



شکل ۲ـ۲۳ـ لامپ کنتاکت وسط

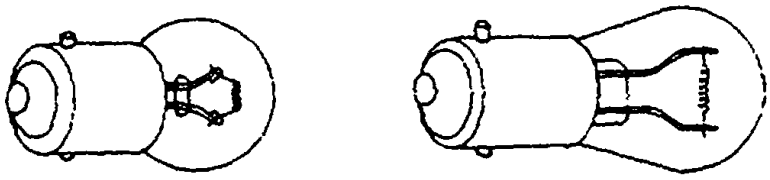
۴ـ۶ـ۲ـ لامپ بدون کلاهک[2]

همانطورکه در شکل (۲ـ۲۴) مشاهده می‌گردد این لامپ‌ها، حباب شیشه‌ای سر تخت دارند توان این لامپ‌ها بین ۱ تا ۵ وات می‌باشد و از آنها در چراغهای جلو داشبورد و چراغ پارک استفاده می‌شود.

شکل ۲ـ۲۴ـ لامپ بدون کلاهک

۵ـ۶ـ۲ـ لامپ تک کنتاکت[3]

این لامپ‌ها مانند نوع مینیاتوری کنتاکت وسط می‌باشد با این تفاوت که توان مصرفی آنها بین ۵ تا ۲۱ وات است. از نوع ۲۱ واتی در چراغ خطر عقب چراغ دنده عقب و چراغ مه شکن استفاده می‌شود. شکل (۲ـ۲۵) دو نوع از این لامپ‌ها را نشان می‌دهد.

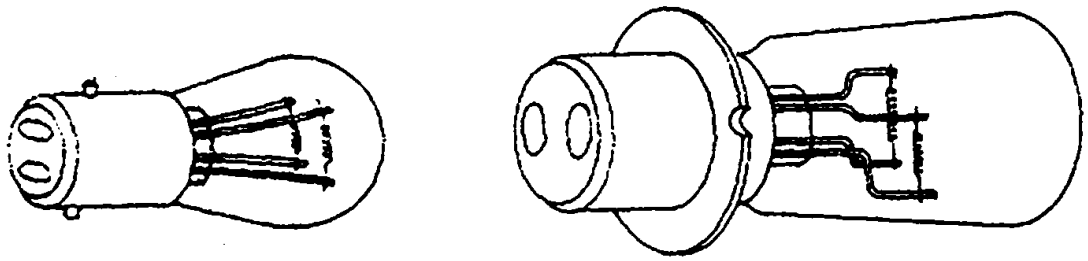


شکل ۲ـ۲۵ـ لامپ تک کنتاکت

۶ـ۶ـ۲ـ لامپ دو کنتاکت[4]

در این لامپ دو رشته تنگستن وجود دارد که یک سر هرکدام از آنها به یک کنتاکت متصل می‌شود و دو سر دیگر آنها به بدنهٔ کلاهک اتصال دارد این لامپ‌ها دو نوع می‌باشند یکی با توان مصرفی بین ۵ تا ۲۱ وات و دیگری با توان مصرفی بین ۴۰ تا ۵۵ وات می‌باشد شکل (۲ـ۲۶) لامپ دوکنتاکت را نشان می‌دهد.

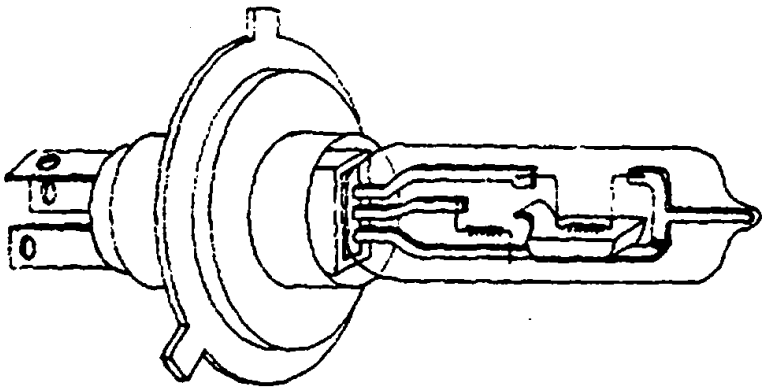
1- *Miniature center contact*
2- *Capless glass*
3- *Single contact*
4- *Double contact*



شکل ۲۶-۲- لامپ دو کنتاکت

۷-۶-۲- لامپ تنگستن - هالوژن [1]

همانطور که گفته شد این لامپ‌ها کارایی بالاتری نسبت به نوع خلائی دارند. جنس حباب آنها از کوارتز می‌باشد. توان مصرفی این لامپ‌ها بین ۵۵ تا ۶۰ وات می‌باشد و معمولاً برای چراغهای جلو و مه‌شکن‌ها استفاده می‌شوند. این نوع لامپ در شکل (۲-۲۷) قابل مشاهده می‌باشد.



شکل ۲۷-۲- لامپ هالوژن

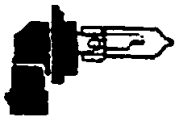
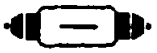
لامپ نشان داده شده در شکل (۲۷ - ۲) دارای دو فیلمان نور بالا و نور پایین می‌باشد. در قسمت زیر فیلمان نور پائین فلزی قرار داده شده است و این باعث می‌شود که نور تولید شده توسط این فیلمان به قسمت بالای رفلکتور کاسه چراغ برخورد کرده و سپس به قسمت جلوی خودرو روی سطح جاده تابیده می‌شود و در نتیجه نور پایین بوجود می‌آید. در حالیکه در اطراف فیلمان نور بالا هیچگونه فلزی قرار ندارد و از اینرو نور این فیلمان از تمامی اطراف به رفلکتور کاسه چراغ برخورد کرده و سپس به جاده تابیده می‌شود و از اینرو نور بالا بوجود می‌آید «برای مطالعه بیشتر به بخش (۳-۲-۱-۶-۷) مراجعه شود.»

در جدول (۲-۹) کلیه لامپهای رایج در خودرو با توجه به محل استفاده و توان مصرفی لامپ طبقه‌بندی شده‌اند.

1- *Tungsten - halogen*

نام	شماره	ولتاژ V	وات W	روشنایی lm	نوع	شکل
چراغ مه شکن چراغ دور بالا / پاس چراغهای کمکی در سیستم چهارتایی	H1	6 12 24	55 55 70	1,350[2]) 1,550 1,900	P14,5 s	
چراغ مه شکن چراغهای کمکی	H3	6 12 24	55 55 70	1,050[2]) 1,450 1,750	PK 22s	
چراغ دور بالا / پاس	H4	12 24	60/55 75/70	1,650/ 1,000[1]), [3]) 1,900/1,200	P 43 t – 38	
چراغ راهنما	H6W	12	6	125[3])	BAX9s	
چراغ دور بالا / پاس چراغ مه شکن	H7	12	55	[illegible]	[illegible]	
چراغ دور بالا / پاس چراغ مه شکن	H8	12	35	800[2])	PGJ19	
چراغ دور بالا	H9	12	65	2,100[2])	PGJ19-5	
چراغ دور پاس چراغ مه شکن	H11	12 24	50 70	1,350[2]) 1,750[2])	PGJ19-2	
چراغ مکمل	H21W	12	21	600[2])	BAY 9s	
چراغ دور پاس	HB4	12	55	1,100	P 22 d	

جدول ۲-۹- لامپ‌های رایج و مورد استفاده در خودرو

نام	شماره	ولتاژ V	وات W	روشنایی lm	نوع	شکل
چراغ نور بالا	HB3	12	60	1,900	P 20 d	
چراغ نرمز چراغ هشدار	P 21 W PY 21 W[7])	6 12 24	21	460[3])	BA 15 s	
چراغ نرمز چراغ گردان	P 21/5 W PY 21 W[7])	6 12 24	21/5[4]) 21/5 21/5	440/35[3]) 440/35 440/40[3])	BAY 15d	
چراغ راهنما چراغ گردان	R 5 W	6 12 24	5	50[3])	BA 15 s	
	R 10 W	6 12 24	10	125[3])		
چراغ گردان	C 5 W	6 12 24	5	45[3])	SV 8,5	
	C 21 W	12	21	460[3])	X SV 8,5	
چراغ موقعیت	T 4 W	6 12 24	4	35[3])	BA 9 s	
چراغ راهنما	W 5 W/ W 3 W	6 12 24	5/3	50/22[3])	W 2,1 x 9,5 d	
چراغ نور بالا/پایین چراغهای الکترونیک	D1S[5])	85 12[6])	35 ca. 40[6])	3,200	PK 32 d-2	
چراغ نور بالا/پایین چراغهای الکترونیک	D2S[5])	85 12[6])	35 ca. 40[6])	3,200	P 32 d-2	
چراغهای الکترونیک	D2R[5])	85 12[6])	35 ca. 40[6])	2,800	P 32 d-3	

ادامه جدول ۹-۲- لامپ‌های رایج و مورد استفاده در خودرو

۷-۲-خازن [1]

خازن‌ها شامل دو صفحهٔ رسانا می‌باشند که بوسیلهٔ یک صفحهٔ عایق از یکدیگر جدا می‌شوند. خازن‌ها را به صورت —||— یا —)||— در نقشه‌های الکتریکی نمایش می‌دهند.

1- *Capacitor*

وظیفهٔ خازن ذخیره و باز پس دادن انرژی الکتریکی به مدار است. و معمولاً با توجه به نحوهٔ قرارگیری آن در مدارهای مختلف، عملکرد تقریباً متفاوتی دارد. از اینرو در مدارات یا سیستم‌هایی که مورد استفاده قرار گرفته است، عملکرد آن تشریح می‌گردد.

۸ـ۲ـ مولتی متر[1]

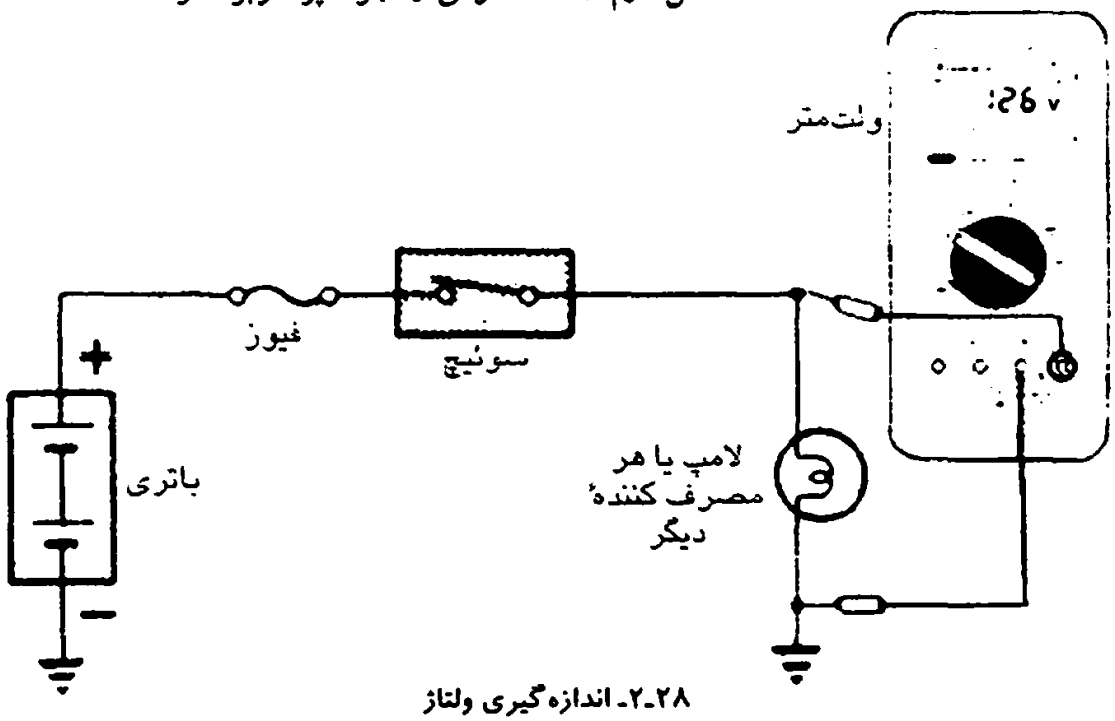
اندازه‌گیری مقدار ولتاژ، جریان و مقاومت قسمت‌های مختلف مدارهای الکتریکی در تنظیم و عیب‌یابی آنها موثر است. بنابراین به دستگاهی احتیاج می‌باشد که این کار را انجام دهد. مولتی‌متر دستگاهی است که تمام نیازها را در این مورد برآورده می‌کند.

مولتی‌مترها دارای اهم متر، ولت‌متر (جریان برق مستقیم و متناوب)، آمپرسنج و در برخی موارد دارای تست دیود می‌باشند. شکل‌های (۲۸ـ۲) و (۲۹ـ۲) و (۳۰ـ۲) به ترتیب نحوهٔ اندازه‌گیری ولتاژ، جریان و مقاومت یک مدار را نشان می‌دهند.

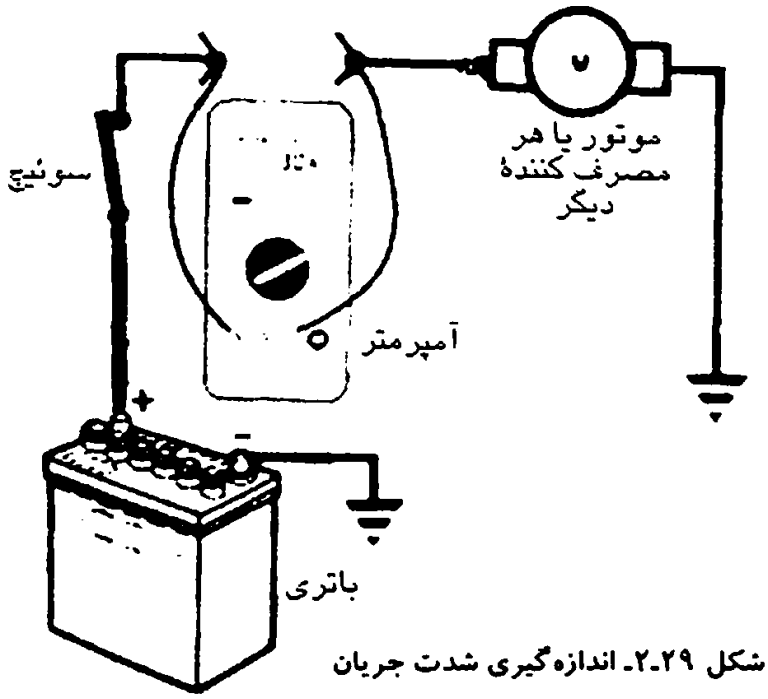
برای اندازه‌گیری کمیت‌های بالا ابتدا کلید مولتی‌متر را روی محدودهٔ مربوطه (ولتاژ، جریان، مقاومت) قرار داده و با توجه به اینکه در هنگام اندازه‌گیری ولتاژ مولتی متر به طور موازی و برای اندازه‌گیری مقاومت، برق مصرف کننده باید قطع کرد و مطابق شکل (۳۰ـ۲) مقدار مقاومت اندازه‌گیری شود و برای اندازه‌گیری جریان مولتی‌متر به طور سری با وسیله برقی مورد نظر قرار گرفته است و کمیت مورد نظر اندازه‌گیری می‌شود.

توجه: برای اندازه‌گیری ولتاژ با توجه به مستقیم یا متناوب بودن جریان، کلید مولتی‌متر را در محدودهٔ جریان مستقیم که با علامت DC یا ـ مشخص شده است و یا در محدودهٔ جریان متناوب که با علامت AC یا ~ مشخص شده است قرار داده و مقدار ولتاژ اندازه‌گیری می‌شود.

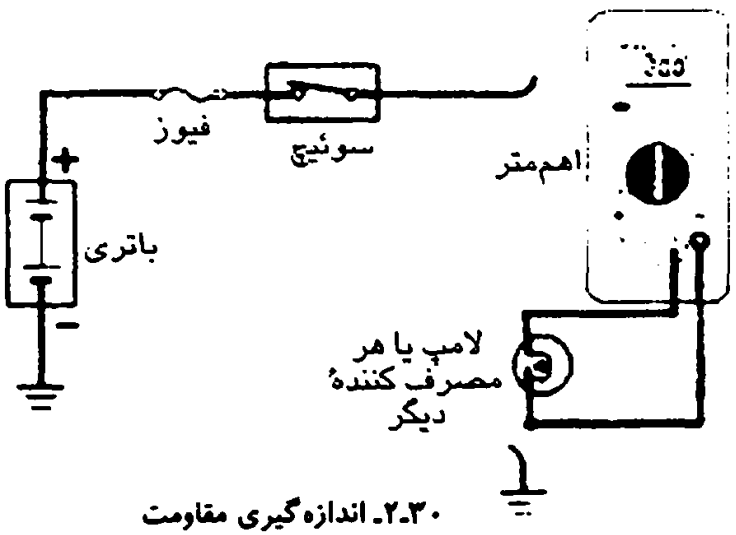
1- Multimeter



۲۸-۲- اندازه گیری ولتاژ



شکل ۲۹-۲- اندازه گیری شدت جریان



۳۰-۲- اندازه گیری مقاومت

۹ـ۲ خلاصهٔ فصل

- خصوصیات یک کابل خوب عبارتند از اشغال فضای کم، شکل پذیربودن، مقاومت الکتریکی کم و عایق بندی مناسب.
- مهمترین عامل در انتخاب اندازهٔ کابل توانایی انتقال قدرت الکتریکی در آن کابل است.
- کابلهای مورد استفاده در خودرو معمولاً بوسیلهٔ رنگ مشخص می‌شوند.
- برای اتصال کابلها به یکدیگر یا دستگاههای موجود در خودرو از سرسیم (فیش) استفاده می‌شود.
- برای محافظت از وسایل الکتریکی و الکترونیکی از فیوزها استفاده می‌شود.
- فیوزهای مورد استفاده در خودرو شامل ۳ نوع شیشه‌ای، سرامیکی و چاقویی می‌باشند.
- کلیدهای مورد استفاده در خودرو شامل کلیدهای یک وضعیتی، لحظه‌ای، دو وضعیتی، چند وضعیتی، جیوه‌ای، دمایی، دمایی المنتی، و دمایی زمانی می‌باشند.
- سوئیچ اصلی دارای چهار ترمینال B, ACC, IG, ST می‌باشد.
- سوئیچ اصلی می‌تواند ۳ یا ۴ وضعیتی باشد.
- رله‌ها نوعی کلید الکترومغناطیسی می‌باشند که برای قطع و وصل کردن یک جریان قوی توسط جریانی ضعیف استفاده می‌شوند.
- وظیفهٔ سولنوئیدها مانند رله می‌باشد اما این کار را به نحو دیگری انجام می‌دهند.
- لامپ‌ها به عنوان منبع روشنایی در خودرو می‌باشند.
- لامپ‌های هالوژن کارایی بیشتری نسبت به لامپ‌های خلائی دارند.
- برای اندازه‌گیری مقدار ولتاژ، مقاومت و جریان از دستگاهی به نام مولتی‌متر استفاده می‌شود.
- هنگام اندازه‌گیری ولتاژ، مولتی‌متر با دستگاه مورد نظر موازی بسته می‌شود.
- هنگام اندازه‌گیری جریان (آمپر)، مولتی‌متر با دستگاه مورد نظر به طور سری بسته می‌شود.
- برای اندازه‌گیری مقاومت، باید برق دستگاه قطع شده سپس با اتصال سیم‌های مولتی متر به ورودی و خروجی دستگاه میزان مقاومت آن اندازه‌گیری شود.

فصل ۳

باتری ؟

مقدمه

برای استفاده از امکانات برقی خودرو در هنگام خاموش بودن موتور و یا استارت زدن، لازم است که منبع تغذیهٔ جریان مستقیم تحت عنوان باتری در خودرو وجود داشته باشد. از اینرو با معیوب شدن باتری کار خودرو نیز با مشکل روبرو می‌شود. در اینصورت از باتری می‌توان به عنوان یک عنصر کلیدی در مدارات برقی خودرو نام برد و به لحاظ کاربرد زیاد و اهمیت آن در این فصل به طور مفصل در مورد باتریهای مورد استفاده در خودرو و به خصوص باتری سربی ـ اسیدی بحث شده است.

با توجه به موارد فوق لازم است قبل از بررسی هر مدار، انواع آزمایشات و روشهای تست باتری را یاد گرفته تا در صورت بروز مشکل در مدارات برقی خودرو، ابتدا کلیدی‌ترین عنصر مدار یا باتری را از لحاظ وجود عیب بررسی نموده، در صورت بی‌عیب بودن باتری، قسمت‌های دیگر مدار بررسی گردد.

۱ـ۳ـ وظیفهٔ باتری

باتری دستگاهی است که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. وظیفهٔ باتری در خودرو این است که در لحظهٔ روشن نمودن موتور خودرو و همچنین هنگامی که موتور خودرو خاموش است یا دور موتور پائین است نیازهای الکتریکی خودرو مانند استارت‌زدن، استفاده از رادیو، لامپ‌ها، شیشه بالابرها و... را برطرف نماید.

۲ـ۳ـ انواع باتری

۱ـ۲ـ۳ـ پیل یا باتری اولیه

این پیل الکتریکی ناشی از مجاورت دو فلز غیر هم‌جنس می‌باشند که باعث از بین رفتن دو فلز شده و

جریان بسیار ضعیفی تولید می‌کند. از این نوع باتری در فلاش‌های عکاسی و رادیوها استفاده می‌شود.

۲ـ۲ـ۳ـ پیل یا باتری‌های ثانویه

اگر دو فلز غیر هم جنس درون الکترولیت بازی یا اسیدی قرار گیرد، این نوع باتری تشکیل می‌شود. نمونهٔ بارز پیل ثانویه، باتری سربی اسیدی می‌باشد که در خودروها استفاده می‌شود. اگر از این نوع باتری استفاده شود و برق آن مصرف گردد، باتری تخلیه (دشارژ) می‌گردد. در این صورت بوسیلهٔ وارد کردن جریان برق به باتری توسط دینام، آلترناتور یا دستگاه شارژ می‌توان دوباره آنرا پر یا شارژ نمود.

به طور کلی باتریهای مورد استفاده در خودرو به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

۱ـ باتریهای خشک یاتر: این تقسیم‌بندی با توجه به نوع جامد یا مایع بودن الکترولیت باتری استفاده می‌شود.

۲ـ باتری‌های قابل تعمیر و غیرقابل تعمیر: اگر بتوان در پوش اصلی باتری را برداشته و محتویات خانه‌های باتری را تعمیر نموده باتری قابل تعمیر و در غیر این صورت غیر قابل تعمیر می‌باشد. به طور مثال باتری‌های قیری یا سیاه قابل تعمیر هستند.

۳ـ مهمترین روش دسته‌بندی باتری‌ها با توجه به نوع الکترولیت آنها است که شامل سه گروه باتری سربی ـ اسیدی، باتری نیکل ـ کادمیم(آلکالاین) و باتری سدیم ـ گوگرد می‌باشد.

جدول (۱ـ۳) چند نوع باتری مورد استفاده در خودرو را باهم مقایسه می‌کند.

نوع باتری	ولتاژ هر خانه باتری	احتیاج به نگهداری
سربی ـ اسیدی	۲ V	اگر از ژل به عنوان الکترولیت استفاده شود نیاز به نگهداری ندارد
نیکل ـ کادمیم	۱/۲ V	دارد
نیکل ـ آهن	۱/۲ V	دارد
سدیم ـ گوگرد	۲ V	ندارد

جدول ۱ـ۳ـ مقایسهٔ چند نوع باتری مورد استفاده در خودرو

متداولترین باتری در خودرو، باتری سربی ـ اسیدی می‌باشد که به بحث بیشتر در مورد آن می‌پردازیم

۱ـ۲ـ۲ـ۳ـ باتری سربی ـ اسیدی شارژ شده در حالت مرطوب

این نوع باتری در خودرو استفاده می‌شود در هنگام ساخت، این باتری‌ها را از الکترولیت پر نموده و شارژ می‌کنند. اگر این نوع باتری در انبار ذخیره شود پس از مدتی به طور خود به خود تخلیه می‌شود و

بنابراین باید به طور متوسط هر ۳ تا ۷ ماه یکبار آنها را شارژ نمود.

۲ـ۲ـ۲ـ۳ـ باتری سربی ـ اسیدی شارژ شده در حالت خشک

این نوع باتری در خودروها بسیار متداول می‌باشد. این باتری‌ها را پس از ساخت، ابتدا شارژ می‌کنند. سپس آنها را شسته و خشک می‌کنند و بدون الکترولیت نگهداری یا به بازار عرضه می‌کنند. این باتری‌ها را می‌توان به مدت ۱۲ تا ۱۸ ماه در انبار نگهداری نمود، بدون اینکه احتیاج به شارژ مجدد داشته باشد.

برای استفاده از این باتری‌ها باید آنها را از الکترولیت در حد مناسب و مجاز پر کرد و سپس شارژ نمود اکثر باتری‌های امروزی از این نوع می‌باشند.

بعضی از شرکت‌های سازنده این باتری‌ها، باتری‌هایی را به بازار عرضه می‌کنند که دارای جنس مرغوبتر بوده و با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته ساخت باتری، از زیاد شدن دمای داخل باتری در هنگام شارژ و دشارژ جلوگیری کرده و نهایتاً کاهش الکترولیت باتری را به حداقل می‌رسانند. به طوری که این نوع باتری‌ها تقریباً هر ۲۰۰۰۰ کیلومتر یکبار به اضافه کردن آب مقطر به باتری نیاز می‌باشد. و این باتری‌ها را، " باتری‌های با مراقبت کم[1] می‌نامند.

۳ـ۳ـ طرز کار باتری سربی ـ اسیدی

هرگاه دو فلز غیر هم جنس درون محلول اسیدی یا الکترولیت قرار گیرند، جریان برق تولید می‌شود. به طوری که یکی از این دو فلز الکترون می‌دهد (صفحهٔ منفی) و دیگری الکترون می‌گیرد (صفحهٔ مثبت).

میزان برق تولیدی یا ولتاژ برق تولیدی بستگی به جنس دو فلز و نوع الکترولیت دارد. جدول (۲ـ۳) قدرت الکترون‌گیری یا الکترون‌دهی چند فلز را نسبت به هیدروژن نشان می‌دهد. اعداد منفی به معنی دهندهٔ الکترون و اعداد مثبت به معنی گیرندهٔ الکترون می‌باشد.

ماده	طلا	مس	هیدورژن	سرب	قلع	نیکل	آهن	کرم	روی	آلومنیوم
ولتاژتولیدی	+۱/۵	-۰/۳۴	۰	-۰/۱۳	-۰/۱۴	-۰/۲۵	-۰/۴۴	-۰/۷۴	-۰/۷۶	-۱/۶۶

جدول ۲ـ۳ـ ولتاژ تولیدی برخی فلزات نسبت به هیدروژن (قدرت الکترون دهی یا الکترون‌گیری)

جدول (۲ـ۳) نشان می‌دهد که اگر دو فلز غیر هم جنس طلا و آلومینیم به عنوان صفحات باتری

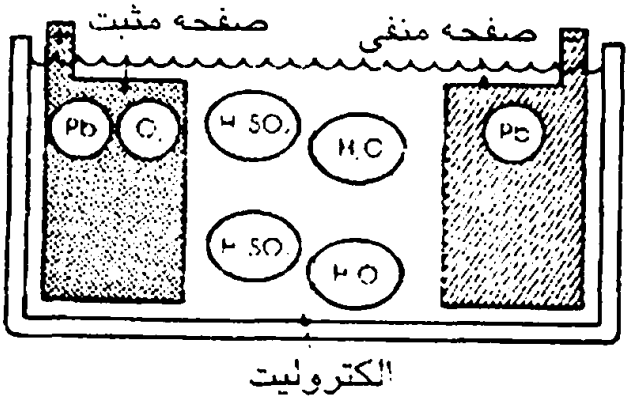
1- Low Maintenance Batteries

انتخاب شوند بیشترین مقدار برق تولید می‌گردد:

ولتاژ تولیدی = ولتاژ طلا - ولتاژ آلومینیم = ۱/۵ - (۱/۶۶-) = ۳/۱۶ V (۳-۱)

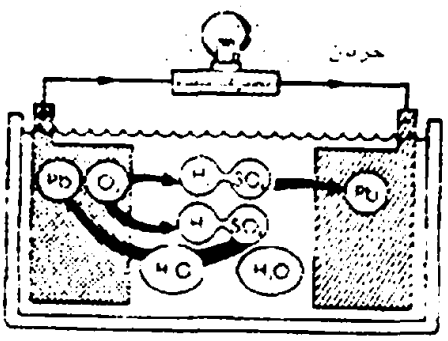
ولی به دلیل کمیابی و گران بودن این فلزات، ترجیح داده می‌شود که از فلزات ارزان‌تر و فراوان‌تر استفاده گردد و از اینرو با انجام اعمال شیمیایی روی فلز سرب، از این فلز در باتریهای خودرو استفاده می‌گردد. در این باتریها از محلول آب و اسید سولفوریک به عنوان الکترولیت استفاده می‌شود.

با توجه به مطالب فوق و شکل (۳-۱) اگر دو فلز غیر هم‌جنس، یکی از جنس سرب (ph) به عنوان صفحهٔ منفی و دیگری از جنس دی اکسید سرب ($ph(O_2)$) به عنوان صفحهٔ مثبت در محلول آب (H_2O) و اسیدسولفوریک (H_2SO_4) قرار گیرد، باتری سربی - اسیدی تشکیل می‌شود که حداکثر ۲/۲ ولت برق تولید می‌کند.



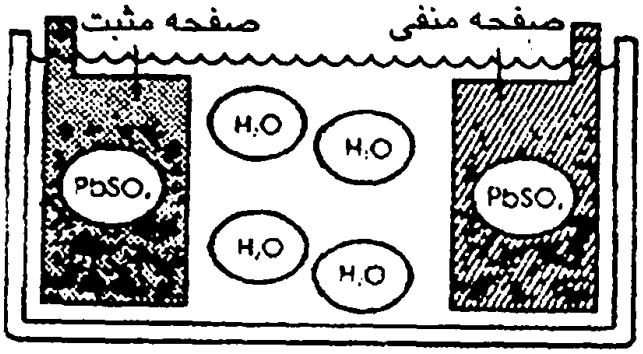
شکل ۳-۱. تشکیل باتری سربی اسیدی
در حالت شارژ کامل

اگر مطابق شکل (۳-۲) از این باتری استفاده شده و برق آن مورد مصرف قرار گیرد به تدریج سولفات (SO_4) از الکترولیت جدا شده و به صفحهٔ مثبت و منفی می‌چسبد و از طرفی اکسیژن (O_2) صفحهٔ مثبت نیز از این صفحه جدا شده و وارد الکترولیت می‌شود.



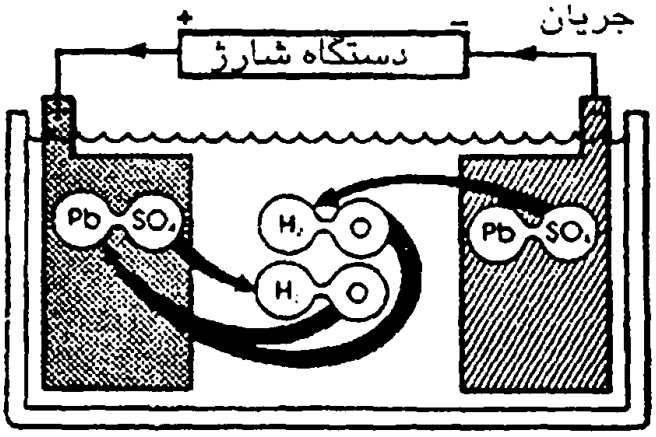
شکل ۳-۲. روند دشارژ باتری سربی - اسیدی

چنانچه این روند به مدت زیادی ادامه یابد، جنس صفحهٔ مثبت و منفی به سولفات سرب ($pbso_4$) و الکترولیت به آب تبدیل می‌شود. این موضوع در شکل (۳ـ۳) ملاحظه می‌شود.



شکل ۳ـ۳ـ باتری سربی-اسیدی و شارژ تخلیه شده

برای آنکه دوباره بتوان از این باتری استفاده نمود، باید باتری را به دستگاه شارژ باتری، دینام یا آلترناتور خودرو وصل نمود تا مطابق شکل (۳ـ۴) جنس صفحهٔ مثبت به دی اکسید سرب (pbo_2)، جنس صفحهٔ منفی به سرب (pb) و جنس الکترولیت به اسید سولفوریک (H_2SO_4) تبدیل گردد.



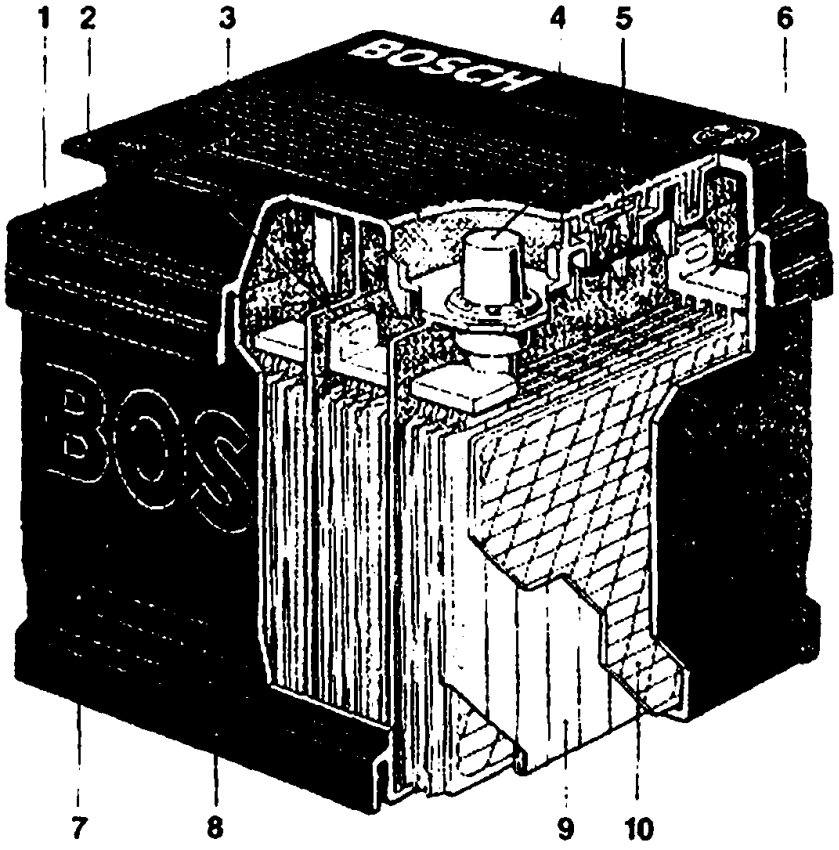
شکل ۴ـ۳ـ روند شارژ باتری سربی - اسیدی

به عبارتی دیگر شارژ باتری روندی است که سولفاتهای (so_4) چسبیده شده به صفحهٔ مثبت و منفی از صفحات جدا شده و وارد الکترولیت می‌گردند و اکسیژن (o_2) وارد شده از صفحهٔ مثبت به الکترولیت، به صفحهٔ مثبت بازمی‌گردد.

۴ـ۳ـ اجزاء باتری

اجزاء باتری عبارتند از: جعبه باتری، صفحات مثبت، صفحات منفی، صفحات عایق، قطب‌های باتری، درپوش باتری، پلاک مشخصات باتری، الکترولیت، نشانگر میزان الکترولیت درون باتری.

شکل (۳ـ۵) برخی از اجزاء باتری را نشان می‌دهد.



شکل ۳ـ۵ـ برخی اجزاء باتری مدرن قابل تعمیر(ساخت ۱۹۹۸)

۱ـ درپوش اصلی باتری که بوسیلهٔ پیچ به جعبه باتری بسته شده است.

۲ـ روکش محافظ قطب مثبت

۳ـ بست

۴ـ قطب منفی

۵ـ درپوش تهویهٔ باتری که زیر روکش بالایی جعبه باتری قرار گرفته است. با این کار گازها و اسیدهای خروجی به کاپوت خودرو برخورد نمی‌کنند.

۶ـ شانه

۷ـ جعبه باتری

۸ـ پایهٔ نگهدارندهٔ باتری، روی خودرو

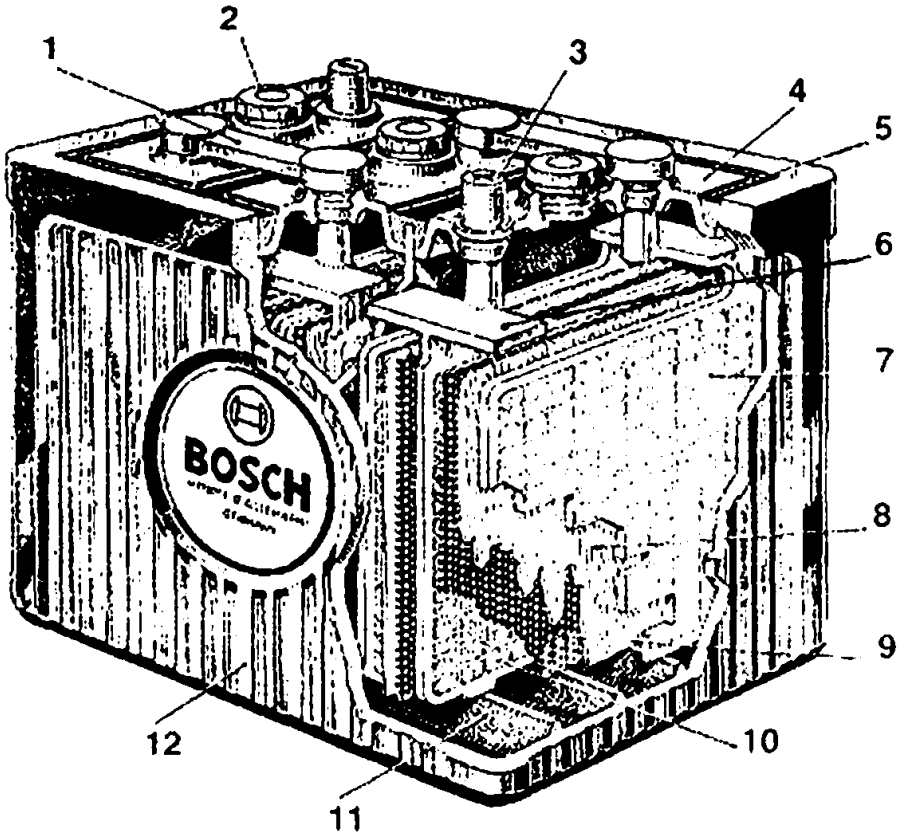
۹ـ صفحهٔ مثبت که داخل یک لفاف جداکننده از صفحهٔ منفی قرار گرفته است.

۱۰ـ صفحات منفی

درپوش اصلی این باتری به طور کامل باز می‌شود. و می‌توان آن را تعمیر نمود و یا الکترولیت آن را بازدید نمود. البته تعمیر این باتری در صورتی امکان‌پذیر است که بتوان بست‌های شماره ۳ را به نحوی جدا نمود و پس از تعمیر دوباره وصل نمود.

شکل (۳ـ۶) نوع دیگری از باتری را نشان می‌دهد. این باتری نیز بوسیلهٔ ذوب نمودن آب بند شمارهٔ ۵

توسط کاردک گداخته شده و بریدن بست شمارهٔ ۱ می‌توان درپوش هر خانه را باز کرده و تعمیرات مورد نیاز را روی آن انجام داد.



شکل ۶-۳. اجزاء باتری قابل تعمیر

۱. بست

۲. درپوش بازدید الکترولیت و تهویهٔ گازهای تولیدی

۳. قطب مثبت

۴. درپوش اصلی هر خانهٔ باتری

۵. آب بند درپوش اصلی باتری

۶. شانهٔ صفحات مثبت

۷. صفحهٔ منفی

۸. صفحهٔ عایق چوبی

۹. صفحهٔ عایق از پلاستیک فشرده

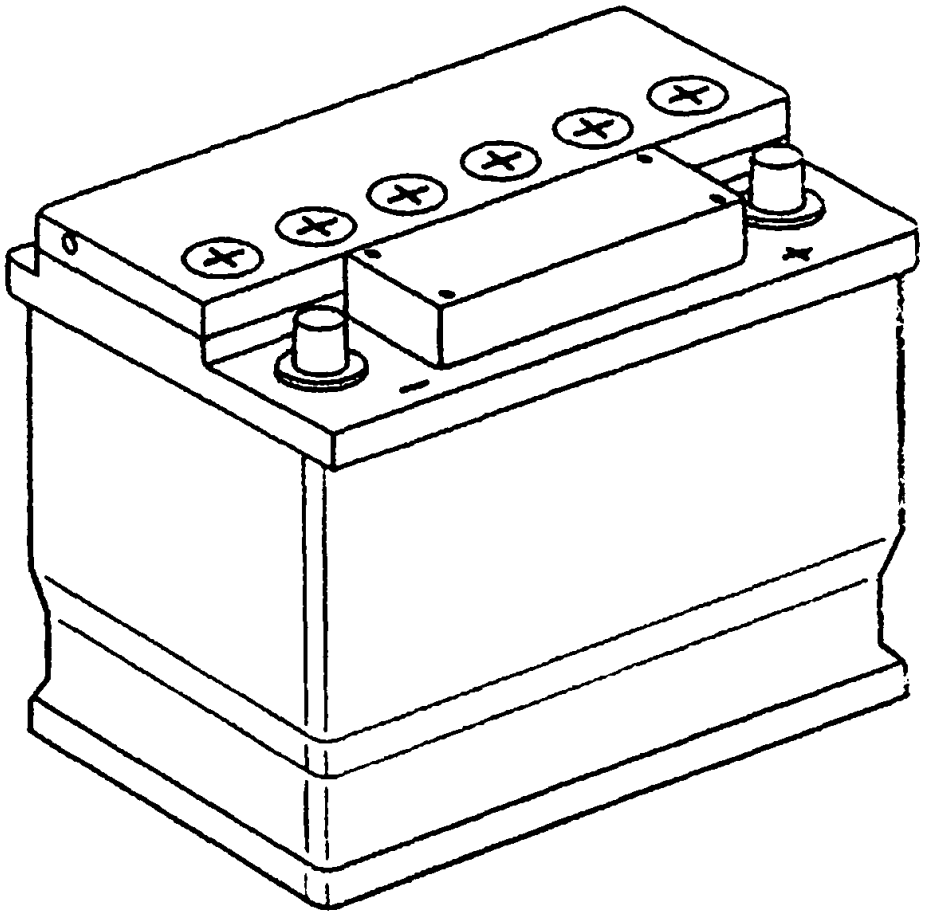
۱۰. صفحه مثبت

۱۱. تیغه‌های کف باتری به منظور تکیه‌گاه و رسوب‌گیر

۱۲. جعبه باتری

در این باتری به منظور ایجاد عایق خوب و مناسب بین صفحات مثبت و منفی از عایق دو لایه از جنس چوب و پلاستیک سخت و فشرده استفاده شده است.

شکل (۳.۷) نوعی باتری غیرقابل تعمیر را نشان می‌دهد.



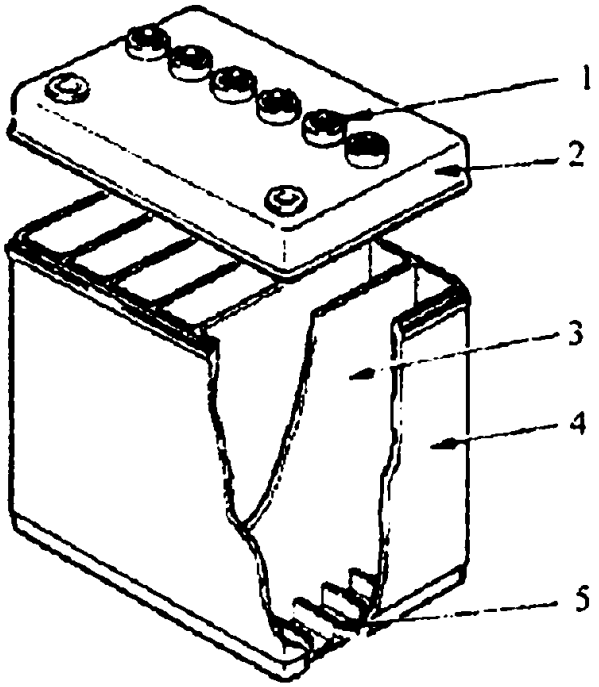
شکل ۳.۷- باتری غیر قابل تعمیر

۱-۴-۳-جعبه باتری

جنس جعبهٔ باتری از پلاستیک مصنوعی فشرده می‌باشد و باید در مقابل گرمای موتور و حرارت ناشی از فعل و انفعالات شیمیایی و خورندگی الکترولیت، ضربه و ارتعاش ناشی از حرکت خودرو مقاوم بوده و عایق خوب و مناسبی برای جلوگیری از عبور جریان باشد جعبه باتری ۶ ولت دارای سه خانه و باتری ۱۲ ولت دارای ۶ خانه می‌باشد که این خانه‌ها نباید به هم راه داشته باشند.

در کف خانه‌های باتری نیز تیغه هایی ایجاد شده است. این تیغه‌ها تکیه‌گاه صفحات باتری بوده و همچنین فضایی را بوجود می‌آورند که رسوبات ناشی از ریزش صفحات و ناخالصی‌های موجود در محلول الکترولیت در این فضا ته نشین شده و از اتصال صفحات مثبت و منفی جلوگیری می‌شود.

شکل (۳.۸) جعبه باتری، باتری ۱۲ ولت را نشان می‌دهد.



شکل ۸ـ۳ـ جعبه باتری. باتری ۱۲ ولت

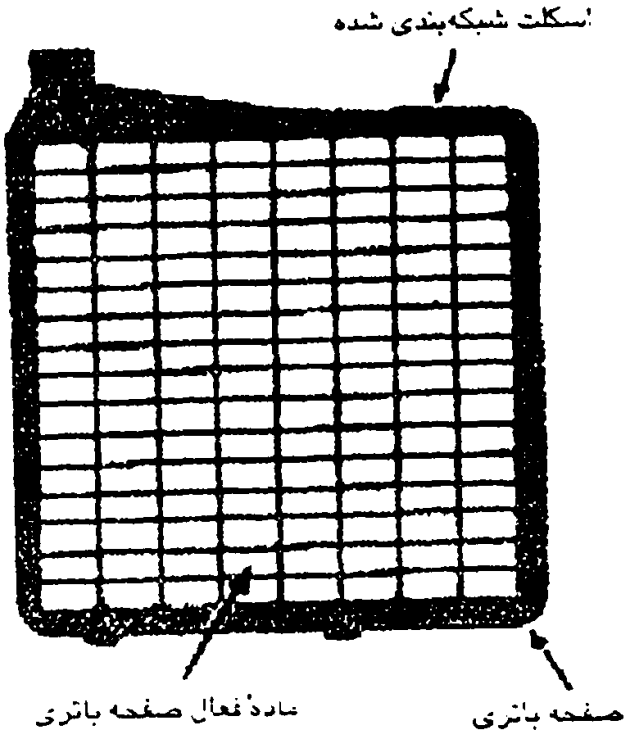
۱ ـ درپوش تهویه و بازدید الکترولیت
۲ ـ درپوش اصلی باتری
۳ ـ جداره بین خانه‌های باتری
۴ ـ جعبه باتری
۵ ـ تیغه‌های کف باتری

۲ـ۴ـ۳ـ صفحات مثبت

تعداد صفحات مثبت هر خانهٔ باتری، از صفحات منفی آن خانه یکی کمتر است. برای ساخت این صفحات مطابق شکل (۹ـ۳) ابتدا یک اسکلت شبکه‌بندی شده از جنس آلیاژ سرب به همراه درصدی از آنتیموان و کلسیم ساخته می‌شود.

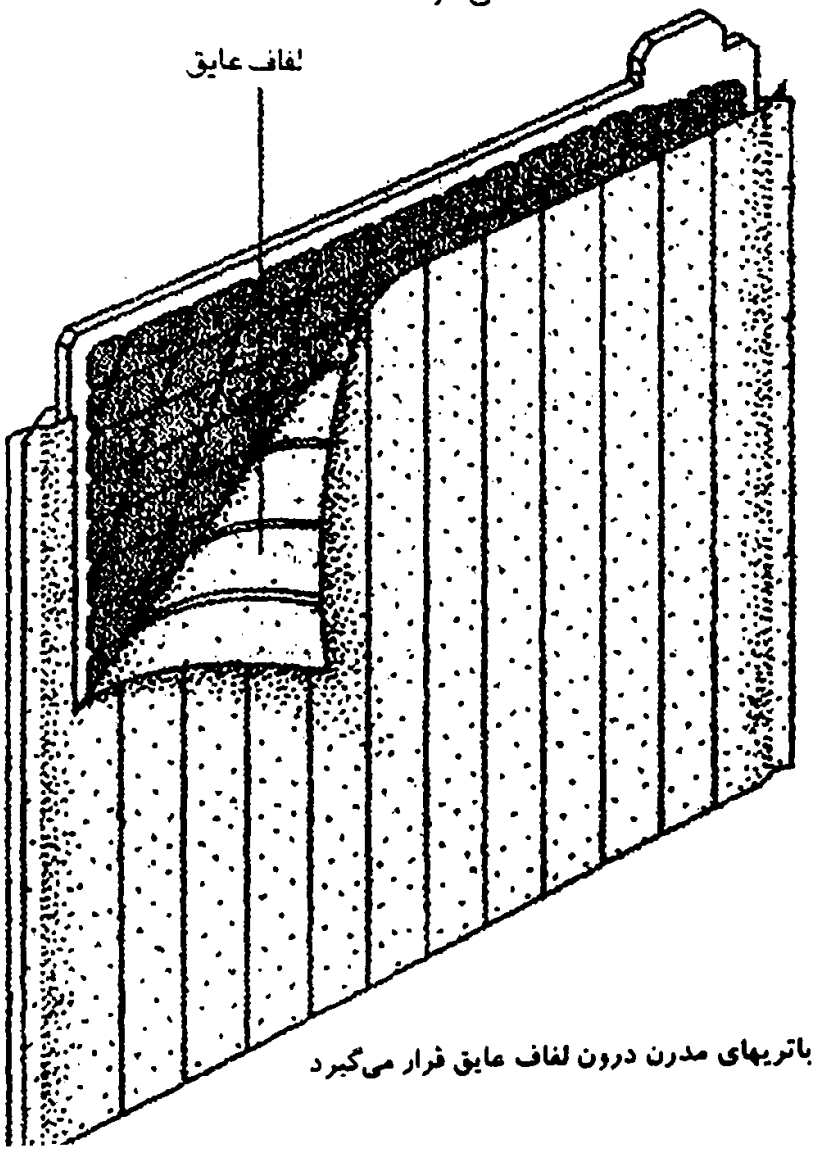
لازم به ذکر است که کلسیم و آنتیموان، مقاومت اسکلت شبکه‌بندی شده را افزایش می‌دهد. در حالیکه آنتیموان قابلیت ریخته‌گری سرب را نیز افزایش می‌دهد.

سپس اسکنت شبکه‌بندی را با دی اکسید سرب اسفنجی (pbo_2) پر کرده و نهایتاً صفحهٔ مثبت تشکیل می‌گردد. مادهٔ فعال صفحات مثبت در حالت شارژ کامل به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز می‌باشد. در باتریهای مدرن، صفحهٔ مثبت را درون لفاف عایق قرار می‌دهند که در اینصورت از ریزش مادهٔ فعال صفحهٔ مثبت جلوگیری شده و عملکرد صفحهٔ مثبت بهتر می‌شود. در اینگونه باتریها صفحهٔ عایق وجود ندارد.



شکل ۳-۹. اسکلت شبکه بندی صفحات مثبت و منفی باتری از جنس سرب به همراه آنتیموان و کلسیم

این نوع صفحهٔ مثبت در شکل (۳-۱۰) ملاحظه می‌شود.



شکل ۳-۱۰. صفحهٔ مثبت باتریهای مدرن درون لفاف عایق قرار می‌گیرد

۳ـ۴ـ۳ـ صفحات منفی

تعداد این صفحات در هر خانهٔ باتری از صفحات مثبت یکی بیشتر است و ساخت صفحات منفی مانند صفحات مثبت است. با این تفاوت که جنس مادهٔ فعال صفحات منفی از جنس سرب (ph) می‌باشد که در حالت شارژ کامل باتری، رنگ این صفحات خاکستری می‌باشد. مادهٔ فعال باید حالت اسفنجی داشته تا اسید به خوبی داخل آن نفوذ کرده و فعل و انفعالات بهتری انجام شود.

برای تولید مادهٔ فعال مقداری آب، اسید سولفوریک رقیق، فیبر پلاستیکی و اکسید سربی که حاوی ۵ تا ۱۵ درصد سرب می‌باشد را با هم ترکیب می‌کنند. در این حالت ماده خمیر مانندی بدست می‌آید. این خمیر را از اسکلت شبکه‌بندی شده عبور داده و سپس در کوره‌های مخصوص خشک می‌کنند. در این حین تغییرات شیمیایی نیز روی صفحات تولید شده انجام می‌دهند تا کیفیت صفحات بهبود یابد.

نکته: جنس صفحات مثبت و منفی باتری نوکه احتیاج به شارژ اولیه ندارند و باتری خشک گفته می‌شود pbo می‌باشد. ولی باتریهای نویی که نیاز به شارژ دارند جنس صفحه مثبت و منفی آنها pbo_2 است. در حالت دشارژ جنس هر دو صفحه از سولفات سرب ($pbso_4$) می‌باشد.

۴ـ۴ـ۳ـ صفحات عایق

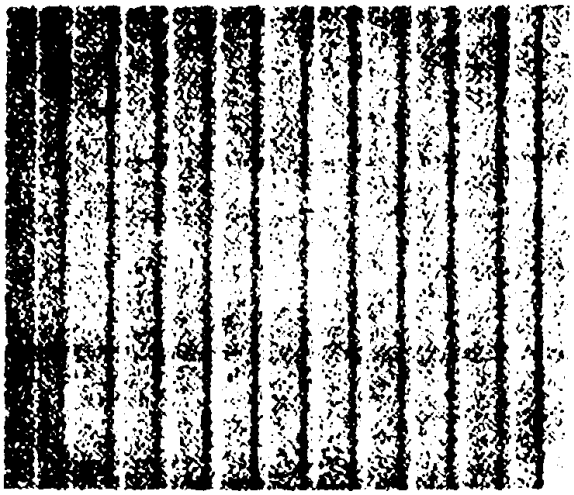
در باتریهای خودرو فاصلهٔ بین صفحات مثبت و منفی کم می‌باشد. اگر این صفحات با یکدیگر برخورد کنند، باتری خراب شده و از بین می‌رود. از اینرو از صفحات عایق بین صفحات مثبت و منفی استفاده می‌شود. تعداد صفحات عایق هر خانهٔ باتری یکی از مجموع صفحات مثبت و منفی آن خانه کمتر می‌باشد و یا به عبارتی دیگر تعداد صفحات عایق دوبرابر صفحات مثبت است.

جنس صفحات عایق از چوب مخصوص، کائوچو، فایبرگلاس، پشم شیشه، لاستیک منفذدار، سلولز صمغ و پلی وینیل کلراید[1] (P.V.C) می‌باشد. ولی P.V.C رایجتر بوده و بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این صفحات باید در مقابل خوردگی اسید مقاوم بوده و منافذی جهت عبور الکترولیت داشته باشند و همچنین مقاومت زیادی در مقابل عبور یون‌ها نداشته باشند. البته باید توجه داشت که اگر الیاف‌های بسیار ریز سرب درون منافذ صفحات عایق گیر کنند، باعث اتصال صفحات مثبت و منفی به یکدیگر شده و باتری خراب می‌شود.

مطابق شکل (۱۱ـ۳) بعضی از صفحات عایق به گونه‌ای ساخته می‌شوند که یک طرف آنها دارای

1- *Poly vinyl chloride*

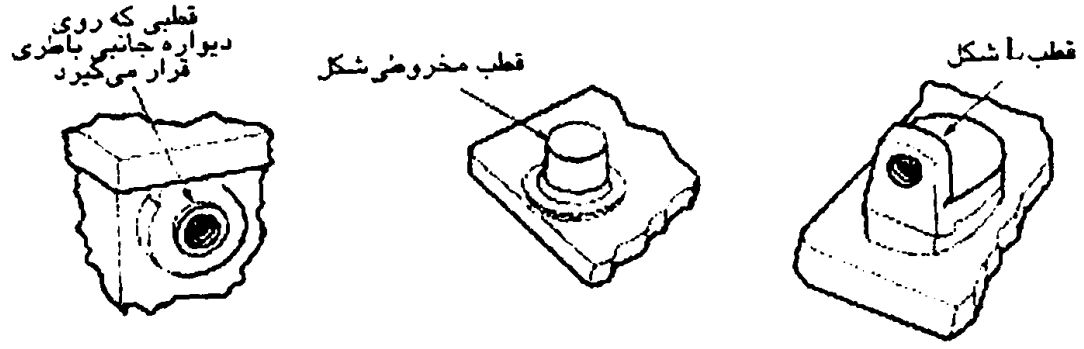
خطوط برجسته‌ای می‌باشند. باید دقت نمود، سمتی از صفحهٔ عایق که دارای خطوط برجسته‌تری است به سمت صفحات مثبت قرار گیرد. به خاطر آنکه فعل و انفعالات شیمیایی در صفحهٔ مثبت بیشتر بوده و این خطوط برجسته فضایی را بوجود می‌آورند تا مواد فعال جدا شده از صفحات مثبت به کف باتری منتقل شوند و بین تیغه‌های کف باتری جمع گردند.



شکل ۱۱-۳- صفحهٔ عایق و خطوط برجستهٔ روی آن

۵-۴-۳- قطب‌های باتری

قطب‌های مثبت و منفی باتری محل هایی هستند که می‌توان از آنجا برق مورد نیاز خودرو را از باتری تأمین نمود و یا اینکه باتری را شارژ نمود. از اینرو هر باتری دارای یک قطب مثبت و یک قطب منفی می‌باشد. شکل (۱۲-۳) برخی از پرکاربردترین نوع قطب‌های باتری را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲-۳- برخی از پرکاربردترین نوع قطب‌های باتری

هنگام نصب باتری روی خودرو باید دقت داشت که قطب منفی را به بدنه و قطب مثبت را به کابل استارت وصل نمود. از اینرو نحوهٔ شناسایی قطب‌های مثبت و منفی حائز اهمیت بوده و به شرح زیر

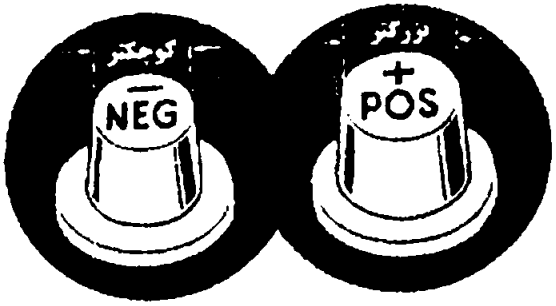
می‌باشند:

قطب مثبت را با علامت‌های (+)، (P)، (POS)[1] مشخص می‌کنند و یا قطب مثبت را با رنگ قرمز و یا اینکه قطب مثبت کلفت‌تر از قطب منفی می‌باشد.

قطب منفی را با علامت‌های (-)، (N)، (NEG)[2] مشخص کرده و یا با قطر کمتر نسبت به قطب مثبت و یا با رنگ سیاه مشخص می‌کنند.

شکل (۳.۱۳) برخی از این علامات را نشان می‌دهد اگر علامات فوق قابل تشخیص نبود می‌توان با یک مولتی متر، قطبها را مشخص نمود.

بدین ترتیب که کلید مولتی متر را روی قسمت ولت مستقیم قرار داده، سپس سیم‌های مولتی متر را به قطب‌های باتری وصل کرده و به حرکت عقربهٔ مولتی متر یا اعداد نشان داده شده روی صفحهٔ مولتی متر دقت شود.



شکل ۳.۱۳- شناسایی قطب مثبت و منفی باتری

اگر عقربه، به سمت مثبت حرکت کرد و یا عدد نشان داده شده مثبت بود به معنای آن است که مثبت باتری به مثبت مولتی متر و منفی باتری به منفی مولتی متر وصل است و در غیر اینصورت برعکس می‌باشد.

روش دیگر این است که دو سیم را به قطب‌های مثبت و منفی باتری وصل کرده و سر دیگر سیمها در محلول آب نمک یا الکترولیت باتری قرار داده شود. از اطراف هر سیمی که حباب بیشتری تولید شود. آن سیم به قطب منفی وصل می‌باشد.

روش آخر این است که دو سیم را به قطب‌های باتری وصل کرده، سپس سیم‌ها را در محلول الکترولیت تک تک خانه‌های باتری قرار داده شود. از اطراف هر سیمی که در تمام خانه‌ها حباب بیشتری خارج شد آن سیم به قطب منفی وصل است.

توجه: باید دقت شود که سیم‌ها درون الکترولیت باتری به یکدیگر برخورد نکنند چرا که خطرناک بوده و خطر پاشیدن الکترولیت به بیرون را به همراه دارد.

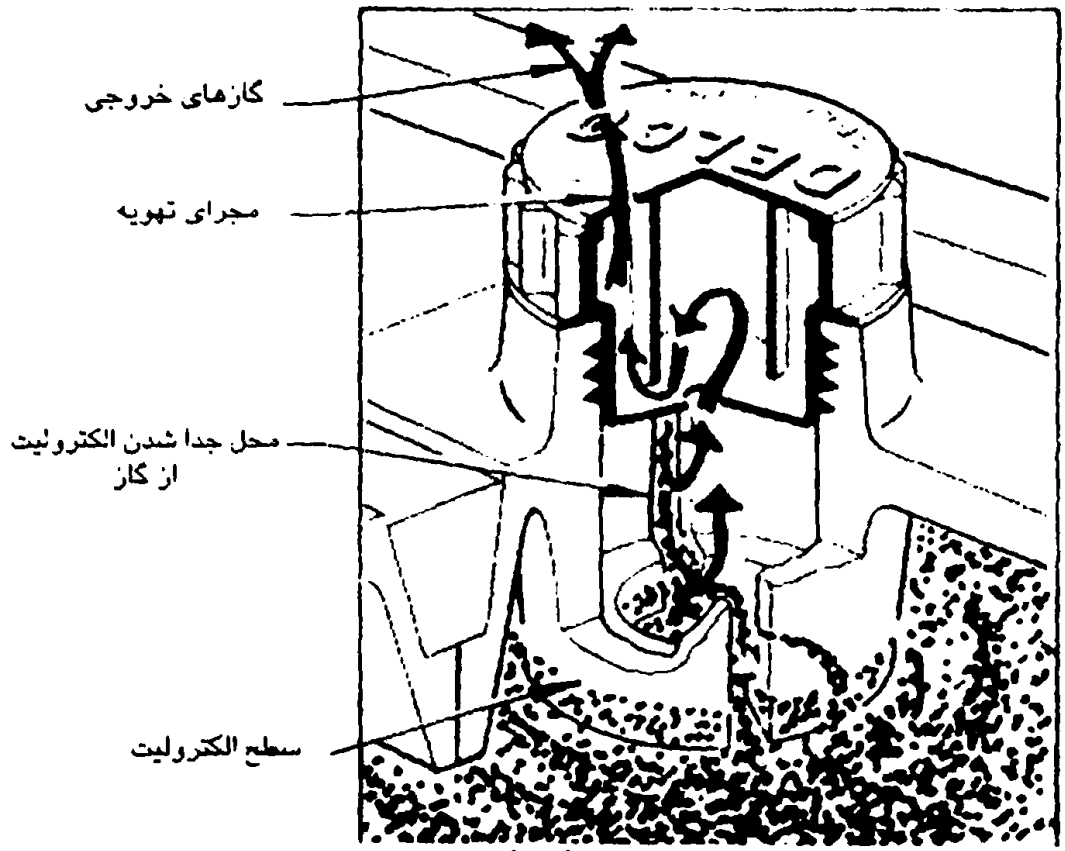
1- *Positive* 2- *Negative*

۶ـ۴ـ۳ـ درپوش باتری

پس از مدتی که از باتری استفاده می‌شود و یا باتری توسط دینام یا آلترناتور شارژ می‌شود مقداری گاز در خانه‌های باتری تولید می‌شود و در اثر تغییرات دما، حجم مایع الکترولیت درون باتری کم و زیاد می‌شود در اینصورت آب موجود در الکترولیت بخار می‌شود و در اثر گرم شدن الکترولیت و حرکات باتری مقداری الکترولیت باتری خارج می‌شود. از اینرو الکترولیت کاهش می‌یابد که در اینصورت باید درپوشی وجود داشته باشد که اجازهٔ تهویهٔ خانه‌های باتری را داده و بازدید مقدار الکترولیت باتری نیز امکان‌پذیر کرده، در حالیکه از ورود گرد و غبار به درون باتری جلوگیری کند. در اکثر باتریها مطابق شکل (۱۴ـ۳) پیچ درپوشی وجود دارد که نیازهای فوق را برآورده می‌کند.

در شکل (۳ـ۶) نیز این درپوش قابل ملاحظه است با وجود این درپوش گازها و بخارات از خانه‌های باتری خارج شده و در صورت کم شدن مقدار الکترولیت می‌توان به آن آب مقطر افزود.

در شکل (۱۴ـ۳) ملاحظه می‌شود که سوراخ پائینی و بالایی روی درپوش در یک راستا نیستند. این موضوع به خاطر این است که محلول الکترولیت از درپوش خارج نشود. به عبارتی دیگر مخلوط گاز و الکترولیت از سوراخ پائینی خارج شده و به دیوارهٔ بالایی درپوش برخورد می‌کنند.

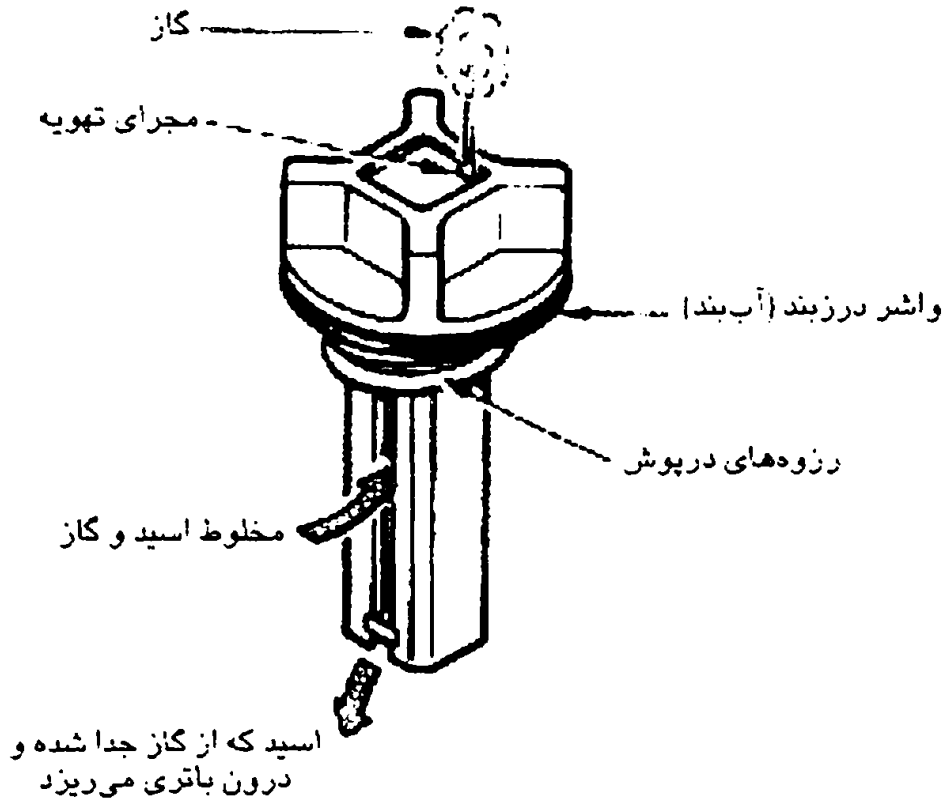


شکل ۱۴ـ۳ـ پیچ درپوش تهویهٔ خانهٔ باتری و بازدید الکترولیت

در این حالت گاز و الکترولیت از هم جدا می‌شوند. به طوری که گاز از سوراخ بالایی خارج شده در

حالیکه الکترولیت از سوراخهای پائینی به درون باتری باز می‌گردد.

شکل (۱۵ـ۳) این موضوع را بهتر نشان می‌دهد.



شکل ۱۵ـ۳ـ نوعی دیگر از پیچ در پوش باتری که به راحتی گاز و الکترولیت از یکدیگر جدا شده، گاز به محیط خارج و الکترولیت به باتری باز می‌گردد.

در بعضی از باتریهای مدرن مجرای تهویه خانه‌های باتری و درپوش سرزدید الکترولیت جداگانه می‌باشد. این موضوع در شکل (۳ـ۵) با شماره‌های ۵ و ۱ نشان داده شده است.

موضوع شمارهٔ ۵ مجرای تهویه بوده در حالیکه قطعهٔ شمارهٔ ۱ درپوش اصلی باتری بود که از جعبهٔ باتری به طور کامل جدا می‌شود.

۷ـ۴ـ۳ـ پلاک مشخصات باتری

بر روی دیواره جانبی اکثر باتریها، پلاکی حاوی مشخصات علمی باتری حک شده است به طور مثال در بعضی از باتریهای ایرانی مشخصاتی به صورت زیر نوشته می‌شود:

12V 60Ah 9PL[1]

معنای عبارت فوق به صورت زیر است:

12V: این باتری ۶ خانه داشته و هر خانه ۲ ولت برق تولید می‌کند که روی هم رفته کل باتری برقی با

1. Plate

ولتاژ ۱۲ ولت تولید می‌کند.

60Ah: ظرفیت باتری که در بخش (۳ـ۶) در مورد آن بحث می‌شود.

9PL: مجموع صفحات مثبت و منفی یک خانهٔ باتری ۹ صفحه می‌باشد و با توجه به بخش‌های (۳ـ۴ـ۲) تا (۳ـ۴ـ۴) می‌توان نتیجه گرفت که هر خانهٔ باتری ۴ صفحه مثبت، ۵ صفحهٔ منفی و ۸ صفحهٔ عایق دارد.

باتریهای با مشخصات دیگر نیز به صورت زیر می‌باشند:

12V 40Ah 9PL

12V 77Ah 15PL

12V 88Ah 17PL

باتریهای پیشرفته‌ای که براساس استاندارد DINساخته می‌شوند دارای پلاک مشخصاتی به صورت زیر می‌باشند:

56 638 12V 66Ah 300A 6F

56 638: کد استاندارد DIN

12V: باتری ۶ خانه دارد و ۱۲ ولت برق تولید می‌کند.

66Ah: ظرفیت باتری

300A: برای تست تخلیهٔ این باتری در شرایط سرد (صفر درجهٔ سانتیگراد یا ۱۸ـ درجهٔ فارنهایت) باید برقی با جریان ۳۰۰ آمپر از باتری گرفته شود.

6F: شمارهٔ فنی باتری

مثالی دیگر از این نوع پلاک مشخصات باتری به صورت زیر است:

61 023 12V 110Ah 450A

۸ـ۴ـ۳ـ الکترولیت باتری

الکترولیت مورد استفاده در باتری سربی ـ اسیدی خودرو، محلول اسید سولفوریک و آب می‌باشد. بدین ترتیب که با نسبت حجمی ۷۳٪ آب مقطر و ۲۷٪ اسید سولفوریک یا ۸ پیمانه آب مقطر و ۳ پیمانه اسید سولفوریک ساخته می‌شود. نسبت وزنی الکترولیت ۶۳٪ آب مقطر و ۳۷٪ اسید سولفوریک می‌باشد.

روش تهیهٔ الکترولیت بدین صورت است که ابتدا آب مقطر را در ظرف پلاستیکی تمیز و نسبتاً بزرگی ریخته، سپس اسید سولفوریک به آرامی به آن اضافه گردد. ریختن اسید سولفوریک داخل آب مقطر باید به صورت کاملاً آرام باشد و توسط یک میلهٔ چوبی یا شیشه‌ای تمیز باید محلول را دائماً به هم زد.

برای تهیهٔ آب مقطر روشهای زیر توصیه می‌شود:

۱ـ استفاده از دستگاههای تولید آب مقطر که معمولاً این دستگاه در دسترس عموم نیست.

۲ـ خرید آب مقطر از فروشگاههای لوازم یدکی یا تعویض روغنی

۳ـ استفاده از آبی که کاملاً جوشیده شده و سپس خنک گردیده است.

۴ـ آب نمودن برفک ـ یخچال و استفاده از آن به عنوان آب مقطر

۵ـ استفاده از آب باران و برف، در صورتی که هوا آلوده نباشد یا مدت زمان زیادی از بارش برف و باران گذشته باشد. در این صورت آب برف و باران به مدت چند ساعت بدون حرکت نگه داشته تا املاح موجود در هوا که وارد آب برف یا باران شده‌است ته‌نشین گردد و سپس مورد استفاده قرار گیرد.

به هر حال اگر مطابق روند فوق الکترولیت تهیه گردد در دمای $15^{\circ}c$ دارای چگالی $1280\frac{kg}{m^3}$ یا $1/28\frac{gr}{cm^3}$ می‌باشد. باید دقت نمود که این چگالی با توجه به دما تغییر می‌کند به طوری که به ازای هر تغییر دمای $1/5^{\circ}c$ بالاتر یا پائین‌تر از $15^{\circ}c$ چگالی الکترولیت به میزان $0/001\frac{gr}{cm^3}$ کم یا زیاد می‌شود. به طور مثال اگر در دمای $18^{\circ}c$ چگالی الکترولیت $1/278\frac{gr}{cm^3}$ باشد باید این چگالی را به دمای $15^{\circ}c$ برگرداند تا از وضعت شارژ باتری اطمینان حاصل شود. بدین ترتیب که اختلاف دمای بین $15^{\circ}c$ تا $18^{\circ}c$ برابر $3^{\circ}c$ یا $2\times1/5^{\circ}c$ می‌باشد. و همانطور که ذکر شد به ازای هر $1/5^{\circ}c$ بالاتر از دمای $15^{\circ}c$ به میزان $0/001\frac{gr}{cm^3}$ به چگالی افزوده می‌شود تا معادل آن دمای $15^{\circ}c$ بدست آید. پس باید به ازای $3^{\circ}c$ مقدار $0/002 = 0/001 \times 2\frac{gr}{cm^3}$ به چگالی اضافه گردد:

$$1/278 + 0/002 = 1/28\frac{gr}{cm^3}$$

پس اگر چگالی الکترولیت در دمای $18^{\circ}c$ برابر $1/278\frac{gr}{cm^3}$ باشد، باتری در وضعیت شارژ کامل است.

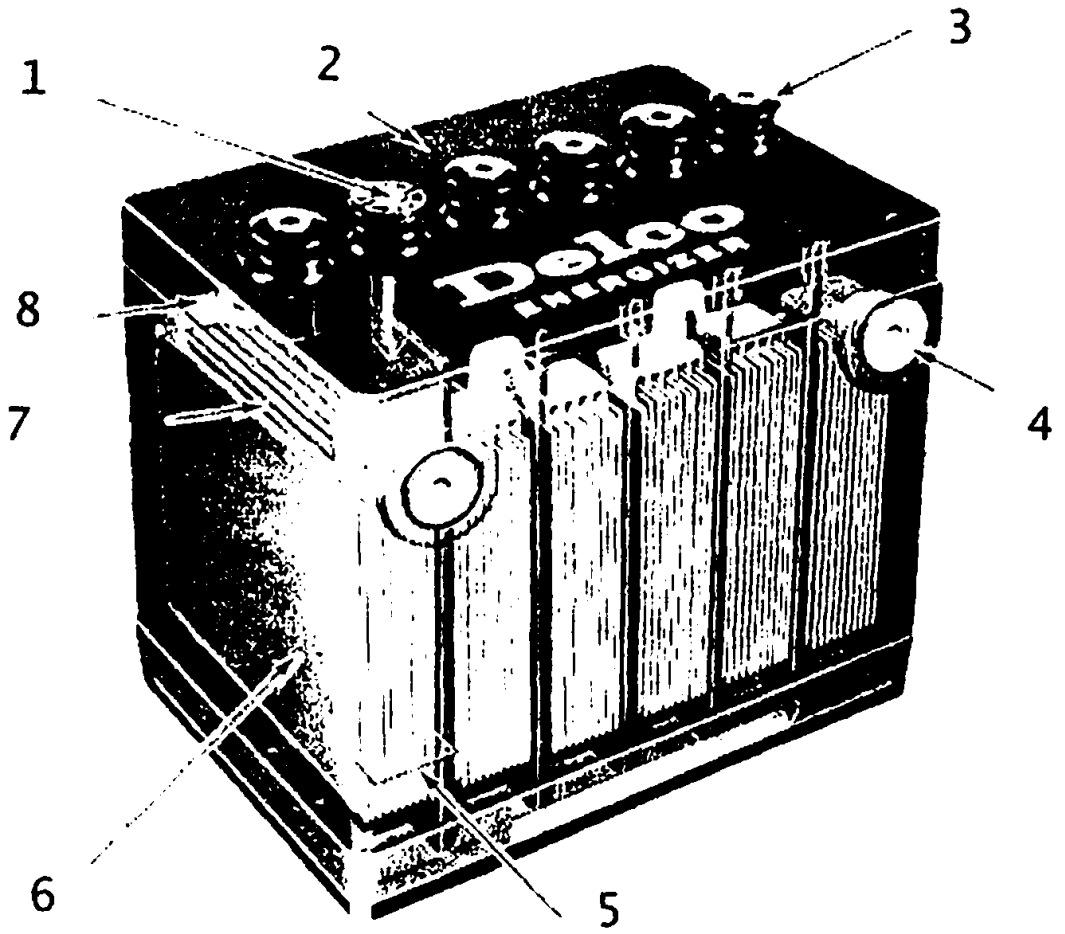
جدول (۳ـ۳) وضعیت شارژ باتری را نسبت به چگالی الکترولیت و بعضی مشخصه‌های دیگر نشان می‌دهد.

وضعیت شارژ باتری	ولتاژ کل باتری با ۶ خانه (V)	ولتاژ هر خانه (V)	چگالی الکترولیت $(\frac{gr}{cm^3})$		درجه یخ زدن الکترولیت(c)	
			در نواحی گرمسیری	شرایط استاندار $15^{\circ}c$	باتری نواحی گرمسیری	شرایط استاندار
شارژ کامل	۱۲/۷	۲/۱۲	۱/۲۳	۱/۲۸	ـ۴۰	ـ۶۸
نیمه شارژ	۱۲/۳	۲/۰۴	۱/۱۳ ~ ۱/۱۶	۱/۱۶ ~ ۱/۲	ـ۱۳ ~ ـ۱۷	ـ۱۷ ~ ـ۲۷
دشارژ کامل	۱۱/۸	۱/۹۶	۱/۰۳ ~ ۱/۰۸	۱/۰۴ ~ ۱/۱۲	ـ۲ ~ ـ۸	ـ۳ ~ ـ۱۱

جدول ۳ـ۳ـ وضعیت شارژ باتری با توجه به چگالی الکترولیت

۹ـ۴ـ۳ـ نشان دهندهٔ میزان الکترولیت باتری

برای آگاهی یافتن از مقدار الکترولیت درون باتری در برخی از باتریهای سیاه رنگ یا قیری مانند شکل (۱۶ـ۳) باید پیچ درپوش را باز نموده و میزان الکترولیت روی صفحات را اندازه‌گیری نمود. در این حالت ارتفاع الکترولیت روی صفحات باید به اندازهٔ ۱/۵ تا ۲ سانتی متر یا تقریباً یک بند انگشت باشد.



شکل ۱۶ـ۳ـ باتری با نشانگر مقدار الکترولیت

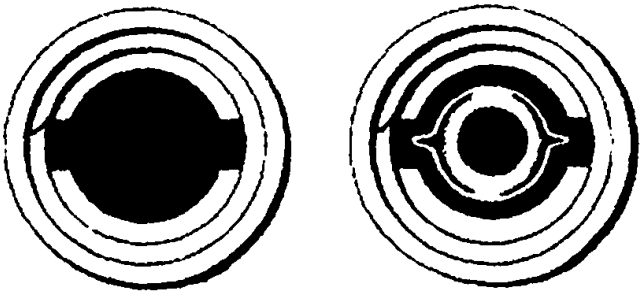
۱ ـ نشانگر میزان الکترولیت در باتری
۲ ـ درپوش اصلی باتری
۳ ـ درپوش بازدید و تهویه
۴ ـ قطب باتری
۵ ـ صفحات باتری
۶ ـ جعبه باتری
۷ ـ صفحهٔ عایق
۸ ـ بست

در باتریهای سفیدرنگ روی دیوارهٔ جانبی آن دو خط ترسیم شده است که کنار خط پائینی حرف "L" یا "Low" به معنای حداقل مقدار الکترولیت و کنار خط بالایی حرف "H" یا "High" به معنای حداکثر مقدار الکترولیت می‌باشد. از اینرو مقدار مناسب الکترولیت باید بین دو خط قرار گیرد. که از بیرون به خاطر شفاف بودن بدنهٔ باتری، الکترولیت موجود در آن قابل مشاهده است.

در باتریهای جدیدتر نشانگری روی قسمت فوقانی باتری قرار گرفته که مقدار الکترولیت را نشان

می دهد این نشانگر در شکل (۳ـ۱۶) نشان داده شده است.

با توجه به شکل (۳ـ۱۷) می‌توان وضعیت مقدار الکترولیت درون باتری را مشخص کرد.اگر مقدار الکترولیت کمتر از حد مجاز باشد، به آن آب مقطر اضافه کنید.



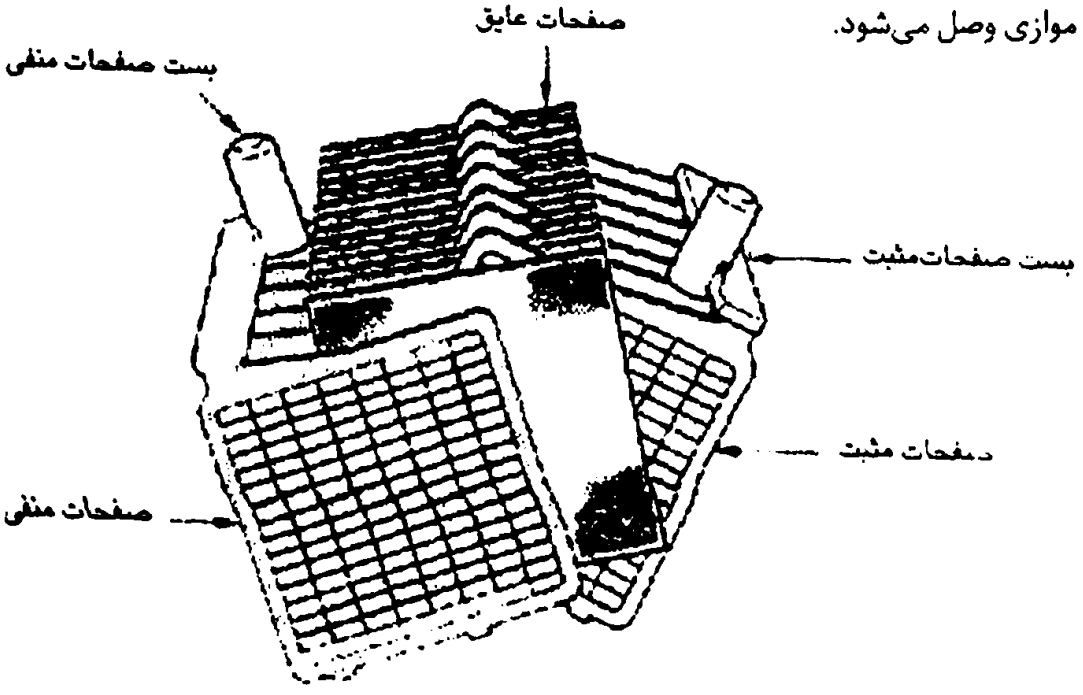
مقدار الکترولیت کم است　　مقدار الکترولیت مناسب است

شکل ۳ـ۱۷ـ وضعیت مقدار الکترولیت

و در صورتیکه مقدار الکترولیت از حد مجاز زیادتر باشد، مقدار اضافی الکترولیت را از باتری بوسیلهٔ هیدرومتر خارج کنید تا الکترولیت به حد مجاز برسد.

۵ـ۳ـ چیدن صفحات باتری

در بخش‌های قبل ذکر شد که هر خانهٔ باتری دارای سه نوع صفحهٔ مثبت، منفی و عایق می‌باشد. نحوهٔ قرار گرفتن صفحات باتری در کنار یکدیگر بسیار مهم می‌باشد که در این بخش به طور مفصل به آن پرداخته می‌شود. برای چیدن صفحات باتری، مطابق شکل (۳ـ۱۸) ابتدا صفحات مثبت به یک شانه به طور موازی وصل می‌شود.



شکل ۳ـ۱۸ـ نحوهٔ چیدن صفحات یک خانهٔ باتری

سپس صفحات منفی نیز به شانهٔ دیگر به صورت موازی وصل می‌گردد. آنگاه این صفحات را به گونه‌ای بین یکدیگر قرار می‌دهند که هر صفحهٔ مثبت بین دو صفحهٔ منفی قرار گیرد.

در انتها بین هر دو صفحهٔ مثبت و منفی یک صفحهٔ عایق قرار می‌گیرد. اگر صفحهٔ عایق دارای خطوط برجسته هستند، این خطوط باید به سمت صفحات مثبت قرار گیرد.

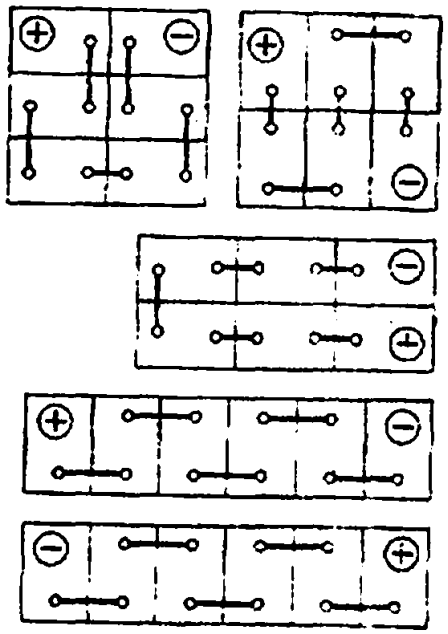
بدین ترتیب هر خانهٔ باتری دارای یک شانهٔ مثبت و یک شانهٔ منفی می‌باشد. در این صورت شانه‌های مربوط به خانه‌های باتری به صورت سری در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند. به عبارتی دیگر شانهٔ مثبت خانهٔ اول به شانهٔ منفی خانهٔ دوم و شانهٔ مثبت خانهٔ دوم به شانهٔ منفی خانه سوم وصل می‌شود. این روند تا خانهٔ ششم ادامه پیدا می‌کند و در نهایت دو شانه باقی می‌ماند که به هیچ شانهٔ دیگری وصل نیستند و در حقیقت این دو شانه قطب‌های مثبت و منفی باتری هستند.

به خاطر اینکه شانه‌های خانه‌های باتری به خانه‌های مجاور به صورت سری به یکدیگر وصل می‌شوند، ولتاژ کل خانه‌ها با هم جمع می‌شود و با فرض اینکه هر خانهٔ باتری تقریباً ۲/۱ ولت برق تولید کند، از اینرو ولتاژ کل باتری برابر است با:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 \qquad (۳_۲)$$

$$V = ۲/۱ + ۲/۱ + ۲/۱ + ۲/۱ + ۲/۱ + ۲/۱ = ۱۲/۶V$$

لازم به ذکر است که با توجه به نوع کاربرد باتری، نحوهٔ اتصال شانه‌های هر خانهٔ باتری به شانه‌های خانهٔ مجاور می‌تواند به صورت شکل (۱۹ـ۳) باشد.



شکل ۱۹ـ۳ـ نحوهٔ اتصال شانه‌های هر خانهٔ باتری به شانه‌های خانهٔ مجاور

۶ـ۳ـ ظرفیت باتری[1]

ظرفیت باتری برحسب آمپر ساعت (A.h) بیان می‌شود و عبارتست از حاصلضرب شدت جریان ثابت در زمانی که باتری می‌تواند این شدت جریان را تأمین کند به شرط آنکه ولتاژ هر خانهٔ باتری کمتر از ۱/۷۵ ولت نشود.

به طور مثال پلاک مشخصات یک باتری به صورت 12V 40Ah 9PL می‌باشدو عبارت 40Ah بیانگر این است که باتری قادر است در مدت یک ساعت، شدت جریان ۴۰ آمپر را تأمین کند و یا اینکه در مدت ۴۰ ساعت، شدت جریان یک آمپر را تأمین نماید و یا در مدت ۱۰ ساعت شدت جریان ۴ آمپر را بدهد و یا برعکس. به شرط آنکه ولتاژ هر خانهٔ باتری کمتر از ۱/۷۵ ولت نشود.

پس رابطهٔ ظرفیت باتری را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$C = I \times t \qquad (۳ـ۳)$$

C: ظرفیت باتری برحسب آمپرساعت (Ah)

I: شدت جریان ثابتی که باتری آن را تأمین می‌کند برحسب آمپر(A)

t: مدت زمانی که از باتری شدت جریان ثابت I گرفته می‌شود برحسب ساعت (h)

اگر یک باتری ۱۲ ولت مربوط به خودرو سواری با یک باتری ۱۲ ولت مربوط به کامیون با یکدیگر مقایسه شوند، ملاحظه می‌شود، که ولتاژ هر دو باتری یکسان است در صورتی که باتری کامیون بزرگتر از باتری خودرو سواری می‌باشد. ولی اگر از هر دو باتری جریان ثابتی گرفته شود، باتری کامیون به مدت زیادتری می‌تواند جریان مورد نظر را تأمین کند و با توجه به رابطهٔ (۳ـ۳) ظرفیت باتری کامیون بیشتر از ظرفیت خودرو سواری می‌باشد.

پس به عنوان یک نکته مهم می‌توان دریافت که ظرفیت باتری به عوامل زیر بستگی دارد:

۱ـ مساحت صفحات باتری

۲ـ تعداد صفحات باتری

۳ـ مقدار الکترولیت

۴ـ قدرت الکترولیت

۵ـ درجه حرارت

۶ـ نو و کهنه بودن باتری

و در کل می‌توان نتیجه گرفت که باتریهای بزرگتر دارای ظرفیت بیشتری می‌باشند.

1- Battery Capacity

۷ـ۳ـ ظرفیت ذخیرهٔ باتری[1]

چنانچه سیستم شارژ خودرو از کار بیافتد، باتری باید قادر باشد به مدت زمان نسبتاً طولانی برق مورد نیاز خودرو را تأمین کند. بدین ترتیب از تعریف "ظرفیت ذخیرهٔ باتری" استفاده می‌گردد.

ظرفیت ذخیرهٔ باتری عبارتست از مدت زمانی که بتوان در دمای $25^{\circ}c$ جریان ۲۵ آمپر از باتری برق گرفت مبنی بر آنکه ولتاژ هر خانهٔ باتری از ۱/۷۵ ولت کمتر نشود.

یکی از کاربردهای زمان بدست آمده این است که اگر این عدد بر ۱۶ تقسیم شود، جریان دستگاه شارژ جهت شارژ باتری به روش کند بدست می‌آید.

۸ـ۳ـ تست باتری تحت شرایط سرد[2]:

این آزمایش بدین صورت است که به مدت یک دقیقه در دمای $-18^{\circ}c$ جریانی معادل ۱۷۰ تا ۳۰۰ آمپر از باتری کشیده می‌شود به شرطی که ولتاژ هر خانهٔ باتری کمتر از ۱/۴ ولت نشود.

این تست نشان می‌دهد که آیا باتری موردنظر در شرایط سرد جوابگوی نیازهای برقی خودرو می‌باشد یا خیر. یکی از کاربردهای این تست، بدست آوردن جریان شارژ کند باتری می‌باشد. از اینرو جریان بدست آمده از این تست را بر ۴۰ تقسیم کرده تا جریان دستگاه شارژ جهت شارژ نمودن باتری بدست آید.

۹ـ۳ـ روشهای آگاهی یافتن از وضعیت شارژ باتری

برای آگاهی از شارژ باتری می‌توان از روشهای زیر استفاده نمود:

۱ـ۹ـ۳ـ استفاده از هیدرومتر برای تشخیص وضعیت شارژ باتری

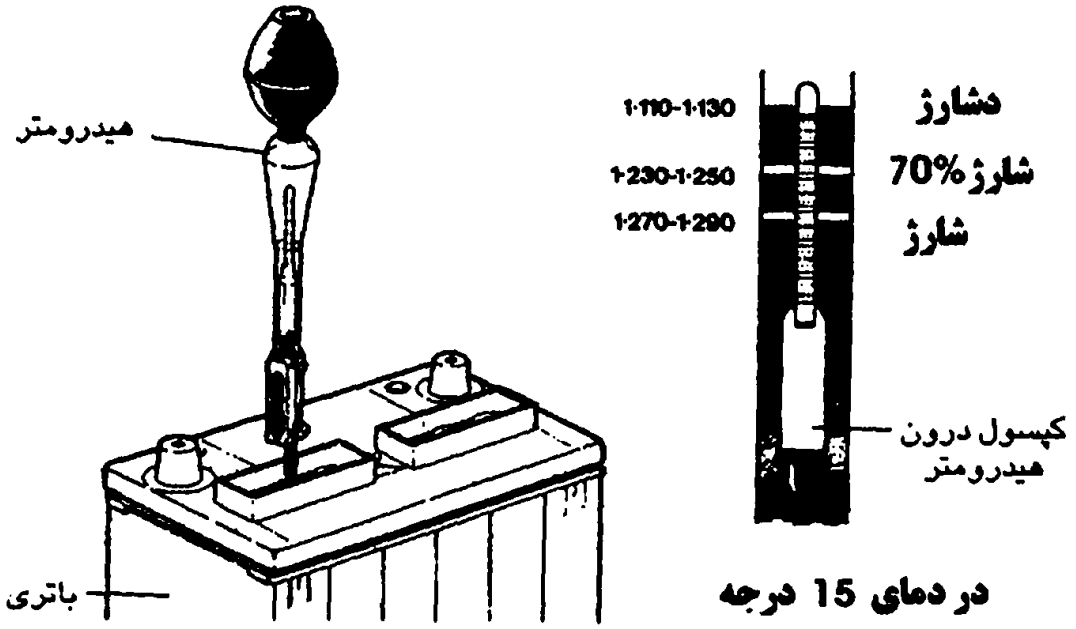
هیدرومتر دستگاهی است که غلظت الکترولیت را اندازه‌گیری می‌کند. از اینرو باید مقداری از الکترولیت هر خانهٔ باتری را بوسیلهٔ هیدرومتر خارج نموده و به عدد هیدرومتر دقت کرد. سپس مطابق جدول (۳ـ۳) اگر عدد مورد نظر در حدود $1/28 \frac{gr}{cm^3}$ بود نشانهٔ شارژ کامل باتری است. عددی در حدود $1/2 \frac{gr}{cm^3}$ به معنای نیمه شارژ بودن باتری و عددی در حدود $1/13 \frac{gr}{cm^3}$ به معنای دشارژ بودن باتری است مطالب فوق در شکل (۲۰ـ۳) دیده می‌شود.

لازم به ذکر است که اعداد فوق در دمای $15^{\circ}c$ معتبر می‌باشند. در دماهای مختلف باید مطابق آنچه که در بخش (۸ـ۴ـ۳) بیان شد، عمل شود. به طور مثال اگر در دمای $21^{\circ}c$ عددی که هیدرومتر نشان می‌دهد برابر $1/22 \frac{gr}{cm^3}$ باشد، بنابراین چگالی صحیح الکترولیت به صورت زیر بدست می‌آید:

$$1/22 + 0/001 \times \frac{21 - 15}{1/5} = 1/22 + 0/004 = 1/32 \frac{gr}{cm^3}$$

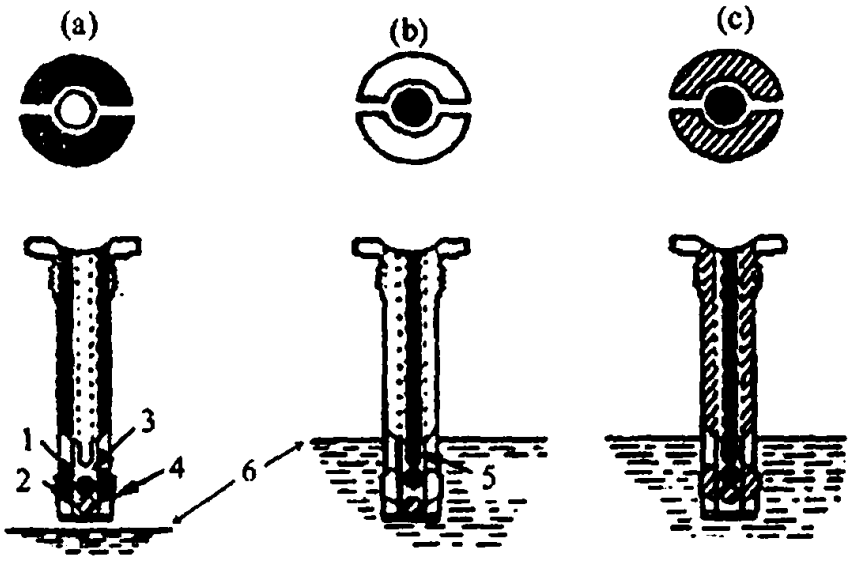
1- Reserve Capacity

2- Cold cranking amps



شکل ۲۰-۳. تشخیص وضعیت شارژ باتری بوسیلهٔ هیدرومتر

بعضی از باتریهای مدرن و پیشرفته که نیاز به مراقبت ندارند، پیچ درپوش جهت کم و زیاد کردن الکترولیت ندارند، برای آگاهی از شارژ این گونه باتریها، معمولاً هیدرومتری روی آنها تعبیه می‌شود. این هیدرومتر در شکل (۲۱-۳) ملاحظه می‌شود.



شکل ۲۱-۳. هیدرومتر نصب شده روی باتری، اجزاء هیدرومتر و نحوهٔ تشخیص شارژ باتری (این هیدورمتر میزن الکترولیت را نیز نشان می‌دهد)

(a) مقدار الکترولیت کم است (b) مقدار الکترولیت مناسب است ولی باتری شارژ نیست.

(c) مقدار الکترولیت مناسب است، باتری نیز شارژ است.

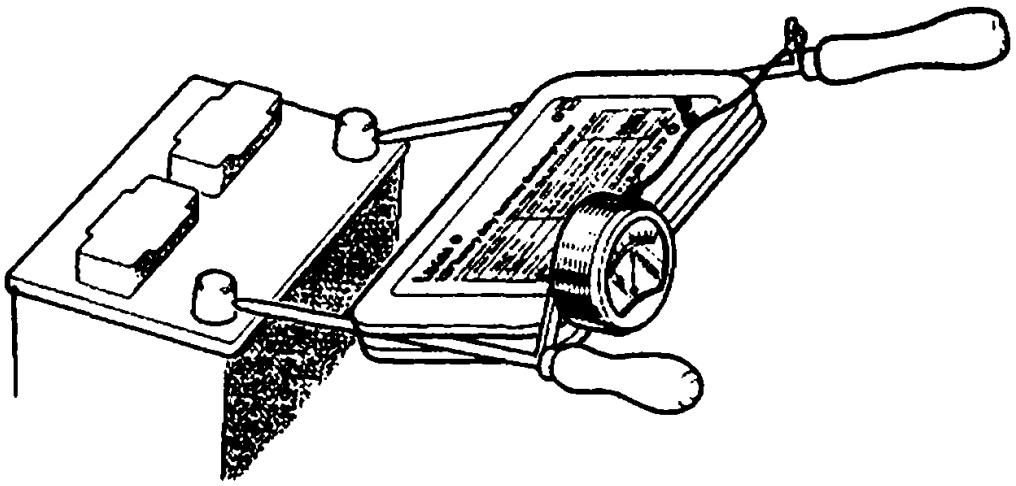
۱ ـ گلولهٔ شناور قرمز ۲ ـ گلولهٔ شناور آبی ۳ ـ محفظهٔ شناور ۴ ـ بلور ۵ ـ میلهٔ متوقف کنندهٔ گلوله ۶ ـ سطح الکترولیت

اگر روی این نوع باتریها، هیدرومتر نصب نشده باشد باید از روش (۲-۹-۳) یا (۳-۹-۳) جهت تشخیص شارژ باتری استفاده نمود.

۲-۹-۳-استفاده از آزمایش تحت بار باتری جهت تشخیص وضعیت شارژ باتری[1]

در این روش مطابق شکل (۲۲-۳) عمل می‌شود. بدین ترتیب که ولتمتر مخصوص برای مدت ۱۰ ثانیه به قطب‌های باتری وصل می‌شود. در این حالت عدد نشان داده شده توسط عقربهٔ ولتمتر بیانگر وضعیت شارژ باتری می‌باشد.

با توجه به جدول (۴-۳) می‌توان به مقدار شارژ باتری پی برد.



شکل ۲۲-۳. استفاده از آزمایش زیر بار باتری، جهت تعیین وضعیت شارژ باتری

وضعیت شارژ باتری	ولتاژ باتری در دمای $20^{\circ}C$
باتری کاملاً شارژ است	۱۲/۷ V
باتری نیمه شارژ است	۱۲/۳ V
باتری تقریباً دشارژ است	۱۲ V

جدول ۴-۳. وضعیت شارژ باتری با توجه به آزمایش زیر بار باتری

در این آزمایش اگر ولتاژ باتری کمتر از ۱۰V بود باید باتری تعویض گردد. هر خانه‌ای از باتری که در حین آزمایش، تولید گاز زیادی نمود به معنای اتصال کوتاه در آن خانه می‌باشد یا به عبارتی دیگر

1- *Heavy duty discharge test*

صفحات مثبت و منفی به هم وصل شده‌اند.

اگر عدد نشان داده شده صفر و یا خیلی کوچک باشد به معنی جداشدن اتصالات درون باتری می‌باشد. توجه کنید که در هنگام انجام این آزمایش، باتری زیر شارژ نباشد و از شبکه و جرقه نیز دور باشد.

۳ـ۹ـ۳ـاستارت زدن به مدت ۱۰ ثانیه جهت تشخیص شارژ باتری

در این روش ابتدا وایر مرکزی دلکو را برداشته تا به هنگام استارت زدن، موتور روشن نشود. سپس به مدت ۱۰ الی ۱۵ ثانیه استارت زده شود. به نحوهٔ استارت خوردن موتور دقت شود. اگر نحوهٔ استارت خوردن در مدت ۱۰ الی ۱۵ ثانیه یکسان بود و تغییری نداشت و حاکی از دوران مناسب میل لنگ موتور باشد، نشانهٔ شارژ کامل باتری است. در غیر اینصورت باتری دشارژ است. در این روش نیز، از هر خانه‌ای که گاز زیاد متصاعد شود، در آن خانهٔ باتری، صفحات مثبت و منفی با یکدیگر در تماس می‌باشند. (در این آزمایش باید مطمئن بود که سایر دستگاهها مانند استارت، قطعات موتور و... بدون عیب می‌باشند.)

۱۰ـ۳ـشارژ باتری

برای شارژ کردن باتری دو روش شارژ کند و شارژ سریع استفاده می‌شود.

۱ـ۱۰ـ۳ـشارژ کند

در این روش مطابق شکل (۳ـ۲۳) روند زیر انجام گردد:

۱ـ الکترولیت باتری در حد مجاز تنظیم شود

۲ـ درپوشهای باتری باز گردد.

۳ـ مثبت دستگاه به مثبت باتری و منفی دستگاه به منفی باتری وصل و دستگاه روشن شود.

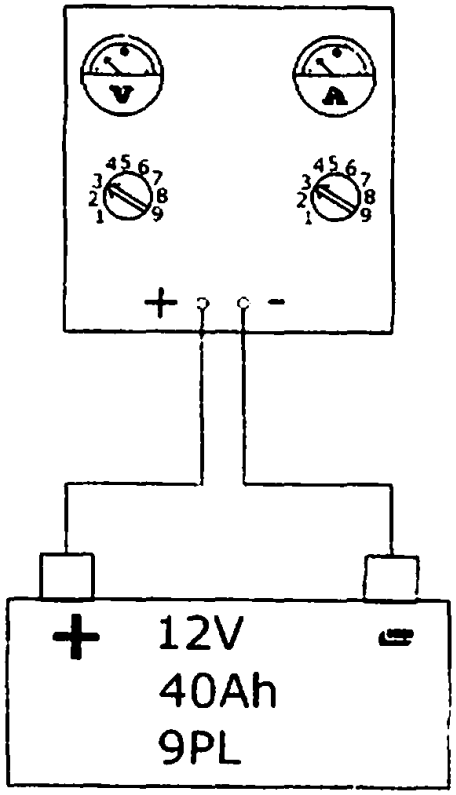
۴ـ ولتاژ دستگاه به اندازهٔ ۲۰٪ بیشتر از ولتاژ باتری انتخاب گردد

۵ـ جریان دستگاه شارژ به اندازهٔ یکدهم ظرفیت باتری یا $\frac{۱}{۱۶}$ ظرفیت ذخیره باتری و یا $\frac{۱}{۴۰}$ تست شرایط سرد باتری انتخاب شود. در باتریهای امروزی $\frac{۱}{۱۶}$ ظرفیت ذخیره باتری و $\frac{۱}{۴۰}$ تست شرایط سرد باتری بیشتر استفاده می‌شود.

۶ـ در هنگام شارژ باتری هر از گاهی بوسیلهٔ هیدرومتر، وضعیت شارژ باتری بررسی شود. چنانچه چگالی الکترولیت در حدود $۱/۲۸ \frac{gr}{cm^۳}$ باشد، نشانهٔ شارژ کامل باتری است.

۷ـ بعد از شارژ شدن باتری ابتدا دستگاه را خاموش کرده و سپس کابلهای دستگاه جدا شود تا جرقه

ایجاد نگردد. و درپوشهای باتری نیز بسته شود.



شکل ۲۳-۳- وصل کردن باتری به دستگاه جهت شارژ کند باتری

نکته: زمان شارژ باتری از حالت دشارژ کامل تقریباً بین ۱۰ الی ۱۴ ساعت است.

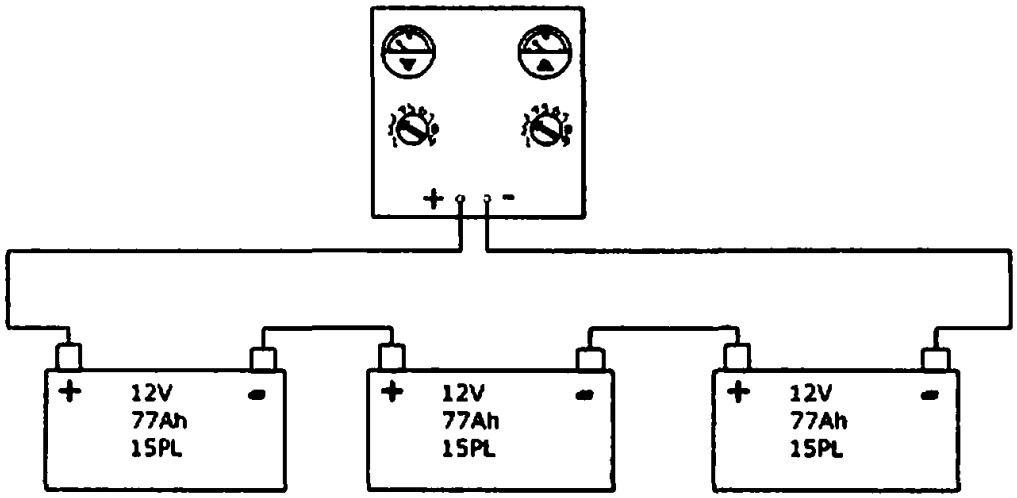
توجه: هنگام شارژ باتری از ایجاد جرقه خودداری شود، چراکه گازهای متصاعد شده از باتری، قابل اشتعال می‌باشند.

گاهی اوقات لازم است که چند باتری را به طور همزمان شارژ نمود. در این حالت می‌توان از روشهای زیر استفاده نمود:

۱-۱-۱۰-۳-ولتاژ باتریها یکسان، ظرفیت باتریها نیز با هم برابر است

در این حالت می‌توان باتریها را به صورت سری یا موازی به یکدیگر وصل کرده و سپس به دستگاه شارژ وصل نمود. ولی به دلیل محدود بودن جریان خروجی اکثر دستگاههای شارژ بهتر است که باتریها را مطابق شکل (۲۴-۳) به طور سری به یکدیگر وصل نمود.

در این حالت ولتاژ دستگاه را ۲۰٪ بیشتر از مجموع ولتاژ باتریها انتخاب نموده و شدت جریان دستگاه برابر یکدهم ظرفیت یکی از باتریها باشد. به دلیل آنکه در مدار سری ولتاژها با هم جمع شده ولی شدت جریان‌ها با هم برابرند.



شکل ۲۴-۳- شارژ چند باتری که ولتاژها برابر و ظرفیت آنها نیز با هم برابر است

مثال: سه باتری با مشخصات 12V 77Ah 15PL را به دستگاه شارژ وصل نموده، مقدار ولتاژ و جریان دستگاه شارژ چقدر است؟

چون ظرفیت باتریها برابر و ولتاژ آنها نیز یکسان است مطابق شکل (۲۴-۳) به صورت سری به یکدیگر وصل می شوند.

$V_1 = V_2 = V_3 = 12V$ ولتاژ دستگاه $V = (V_1+V_2+V_3) + \overbrace{0/2}^{\text{بیشتر}} \times (V_1+V_2+V_3)$

$C_1 = C_2 = C_3 = 77Ah$ $V = 12+12+12+0/2\ (12+12+12) = 43/2V$

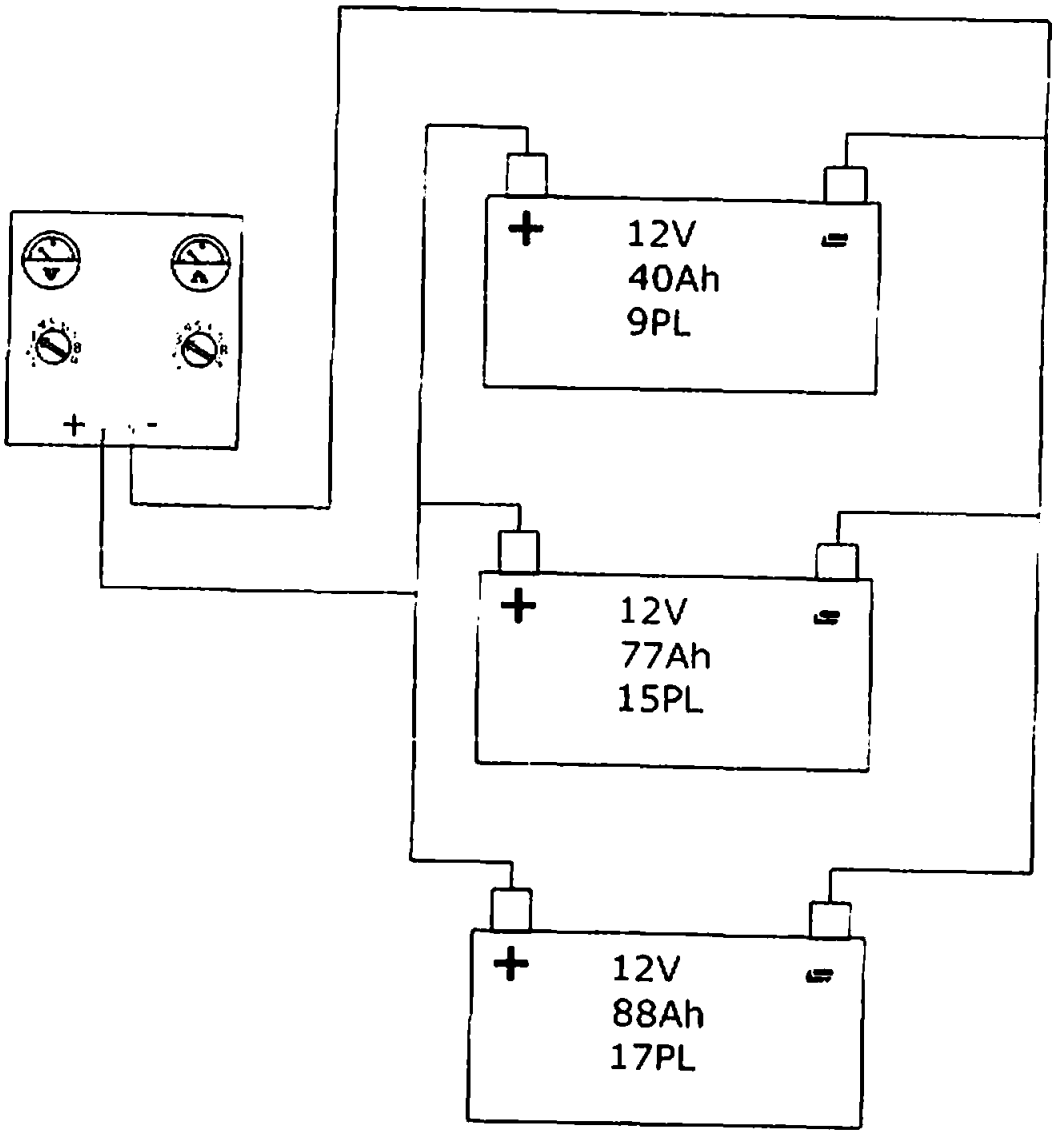
$$\text{شدت جریان دستگاه } I = \frac{C_1}{10} = \frac{C_2}{10} = \frac{C_3}{10} = \frac{77}{10} = 7/7\ A$$

۲-۱-۱۰-۳-ولتاژ باتریها یکسان ولی ظرفیت آنها با هم متفاوت است

در این حالت اگر شدت جریان خروجی دستگاه شارژ محدودیت نداشته باشد، بهتر است که باتریها را به طور موازی به یکدیگر وصل کرده و سپس به دستگاه شارژ وصل نمود. چون در این حالت هر باتری به اندازه مورد نیاز جریان برق را دریافت می‌کند و هر باتری که شارژ شد خود به خود از مدار خارج می‌شود و بیشتر شارژ نمی‌شود. این روش در شکل (۲۵-۳) ملاحظه می‌گردد.

در این حالت ولتاژ دستگاه ۲۰٪ بیشتر از ولتاژ یکی از باتریها انتخاب گردد. در حالی که شدت جریان دستگاه باید برابر با یکدهم مجموع ظرفیت باتریها انتخاب گردد. اگر عدد بدست آمده به عنوان شدت جریان دستگاه، از بیشترین شدت جریان خروجی دستگاه بیشتر باشد، پس از روش موازی نمی‌توان استفاده نمود. در این حالت باید باتریها را مطابق شکل (۳-۲۴) به طور سری به دستگاه وصل کرد. در این حالت ولتاژ دستگاه شارژ ۲۰٪ بیشتر از مجموع ولتاژ سه باتری و شدت جریان دستگاه برابر با یکدهم ظرفیت باتری که کمترین ظرفیت را دارد، انتخاب شود.

اگر ظرفیت باتریها مشخص نباشد حداکثر جریان دستگاه روی ۵ آمپر تنظیم گردد.



شکل ۳-۲۵- شارژ چند باتری با ولتاژ یکسان و ظرفیت‌های متفاوت به طور موازی

مثال: حداکثر شدت جریان خروجی دستگاه شارژی ۱۰ آمپر می‌باشد. با این دستگاه شارژ باید سه باتری با مشخصات زیر شارژ گردند نوع اتصال باتریها، شدت جریان دستگاه و ولتاژ دستگاه شارژ را

مشخص کنید.

$V_۱ = ۱۲V$ باتری اول 12V 40Ah 9PL

$V_۲ = ۱۲V$ باتری دوم 12V 77Ah 15PL

$V_۳ = ۱۲V$ باتری سوم 12V 88Ah 17PL

$C_۱ = ۴۰Ah$

$C_۲ = ۷۷Ah$

$C_۳ = ۸۸Ah$

ولتاژ دستگاه $V = V_۱ + ۰/۲ \times V_۱ = V_۲ + ۰/۲ \times V_۲ = V_۳ + ۰/۲ \times V_۳ = ۱۲ + ۰/۲ \times ۱۲ = ۱۴/۴V$

جریان دستگاه $I = \frac{C_۱}{۱۰} + \frac{C_۲}{۱۰} + \frac{C_۳}{۱۰} = \frac{۴۰}{۱۰} + \frac{۷۷}{۱۰} + \frac{۸۸}{۱۰} = ۲۰/۵A$

ملاحظه می‌شود که عدد بدست آمده برای جریان دستگاه ۲۰/۵ آمپر است ولی حداکثر جریان خروجی دستگاه ۱۰ آمپر است. پس نمی‌توان باتریها را به طور موازی وصل نمود. از اینرو باید به صورت سری مطابق شکل (۳-۲۴) وصل گردند.

در این حالت شدت جریان و ولتاژ دستگاه به صورت زیر بدست می‌آید:

ولتاژ دستگاه شارژ $V = (V_۱ + V_۲ + V_۳) + ۰/۲ \times (V_۱ + V_۲ + V_۳)$

$V = (۱۲+۱۲+۱۲) + ۰/۲ \times (۱۲+۱۲+۱۲) = ۴۳/۲V$

شدت جریان دستگاه $I = \frac{\text{کوچکترین ظرفیت}}{۱۰} = \frac{۴۰}{۱۰} = ۴A$

۳-۱-۱۰-۳-ولتاژ باتریها متفاوت، ظرفیت‌ها نیز متفاوت است

در این حالت بهتر است که باتریها به طور جداگانه شارژ شوند

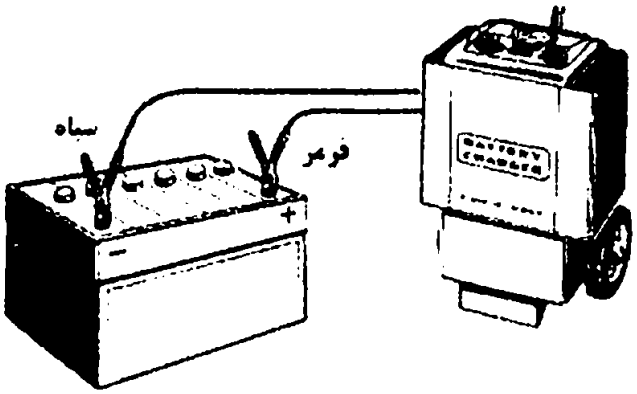
۳-۱۰-۲-شارژ سریع

این روش برای شارژ در مدت زمان کم و برای یک باتری امکان‌پذیر است.

ابتدا مطابق شکل (۳-۲۶) باتری را به دستگاه شارژ سریع وصل نموده و جریان دستگاه روی ۱۰۰ آمپر تنظیم شود. زمان شارژ باتری در این روش بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه می‌باشد و دمای الکترولیت نباید بیش از $۴۳^{\circ}C$ شود.

شارژ سریع برای باتری مفید نبوده و در حد امکان نباید از آن استفاده گردد چراکه عمر مفید باتری را

کاهش می‌دهد.

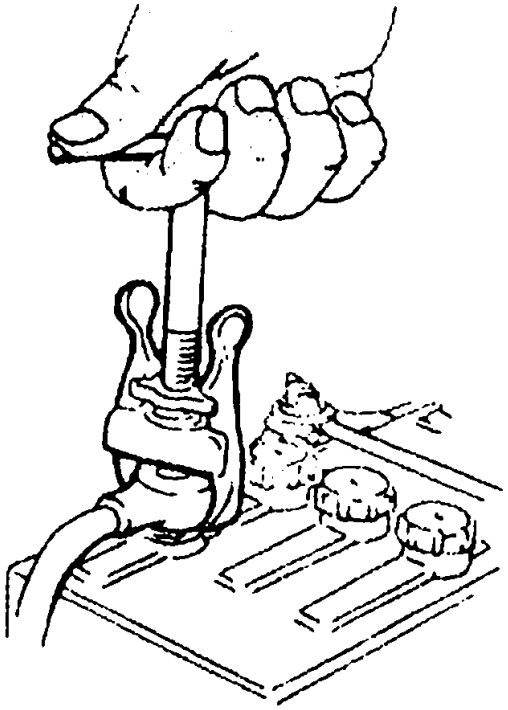


شکل ۲۶-۳- دستگاه شارژ سریع و نحوهٔ اتصال آن به باتری

۱۱-۳-تعمیر و نگهداری باتری

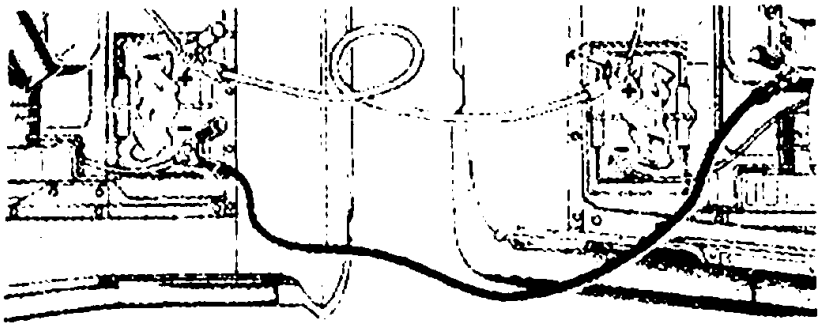
۱- هر هفته یکبار سطح الکترولیت باتری را بازدید کرده و مقدار آن در حد مجاز قرار گیرد. در صورت کاهش الکترولیت، فقط به آن آب مقطر اضافه گردد.

۲- برای خارج کردن ترمینال باتری از روی قطب آن از ابزار مخصوص مطابق شکل (۲۷-۳) استفاده گردد. در غیر اینصورت احتمال شکسته شدن جعبه باتری و شانهٔ متصل به قطب باتری می‌باشد.



شکل ۲۷-۳- روش صحیح بیرون آوردن ترمینال باتری

۳ـ جهت استفاده از باتری کمکی، مطابق شکل (۲۸ـ۳)، مثبت باتری کمکی را به مثبت باتری اصلی و منفی باتری کمکی را به منفی باتری اصلی وصل کنید.



شکل ۲۸ـ۳ـ روش استفاده از باتری کمکی

۴ـ از وصل نمودن قطب‌های باتری به طور مستقیم با کابل، سیم، پیچ گوشتی و... به یکدیگر خودداری شود چراکه احتمال ترکیدن باتری و یا از بین رفتن صفحات مثبت وجود دارد.

۵ـ باتری با جریان مناسب و حتی‌المکان با روش کند و به مدت زمان مناسب شارژ گردد.

۶ـ جهت تعمیر باتریهای قیری، مطابق شکل (۶ـ۳) ابتدا بست خانهٔ مورد نظر که با شمارهٔ ۱ مشخص شده را بریده، سپس آب بند درپوش اصلی باتری که با شمارهٔ ۵ مشخص شده، با کاردک گداخته ذوب گردد. پس از آن صفحات خانهٔ موردنظر بیرون آورده شود. پس از انجام کارهای تعمیراتی از قبیل تعویض صفحات باتری، ترمیم شانه و...، صفحات باتری در محل خود قرار داده شوند. در خاتمه درز بوجود آمده بین درپوش اصلی باتری و جعبه باتری را با قیر سفت پوشنده و اندکی قیر مذاب روی آن ریخته شود.

۷ـ از استارت زدن به مدت طولانی خودداری گردد. در صورت استفاده از استارت با زمان طولانی، عمر باتری کاهش یافته و صفحات مثبت باتری از بین می‌روند.

۸ـ به دلیل آنکه جنس قطب‌های باتری از فلز بوده ولی جنس باتری از مواد مصنوعی پلاستیکی است. از اینرو ضریب انبساط حرارتی آنها با یکدیگر متفاوت می‌باشد. در نتیجه هنگامی که از باتری جریان کشیده می‌شود و یا هنگام ساخت قطب‌های باتری، قطب‌ها گرم شده و قطر آنها افزایش می‌یابد در حالی که قطر سوراخ جعبه باتری که قطب‌ها از آنجا بیرون آمده‌اند به اندازهٔ کمتری افزایش می‌یابد و این عامل باعث افزایش اجباری قطر سوراخ جعبه باتری می‌شود. هنگامی که قطب‌ها سرد می‌شوند، قطر آنها کاهش یافته و به حالت اولیه باز می‌گردند، ولی قطر سوراخها به حالت اولیه باز نمی‌گردد. لذا منفذی بین قطب‌های باتری و سوراخ روی جعبهٔ باتری بوجود می‌آید. در اینصورت محلول الکترولیت از این منفذ به

بیرون نفوذ کرده و در محل اتصال قطب‌ها و ترمینالهای باتری سولفاته می‌شود.

برای جلوگیری از این عیب بین ترمینالهای باتری و جعبه باتری از واشرهای لاستیکی یا نمدی استفاده می‌گردد در صورت وجود سولفات، محل را با آب ولرم و در صورت موجود بودن جوش شیرین با محلول آب و جوش شیرین تمیز کرده و با آب شستشو گردد. در خاتمه روی قطب‌ها و ترمینالهای باتری با گریس پوشانده شود.

۹ـ باتریهای سولفاته شده، اگر با جریان کم در حدود $\frac{۱}{۲۰۰}$ تست شرایط سرد آن باتری و به مدت ۵۰ ساعت شارژ گردند، احتمال بهبود وضعیت آنها وجود دارد.

۱۰ـ چنانچه مدت زیادی نیاز به استفاده از باتری نباشد، باید آن را خشک نمود.

بدین ترتیب که ابتدا باتری را شارژ کرده، سپس الکترولیت باتری به آرامی تخلیه گردد به گونه‌ای که قل‌قل نکرده و رسوبات کف باتری بین صفحات گیر نکند. آنگاه باتری را با آب مقطر پر کرده و به مدت ۲۴ ساعت در همان وضعیت نگهداری شود.

در انتها، آب مقطر را به آرامی تخلیه کرده و باتری در وضعیتی قرار گیرد که درپوشها به سمت پائین باشند تا آب مقطر کاملاً تخلیه شود. پس از تخلیهٔ کامل آب مقطر و خشک شدن آن، باتری در محل خشک و مناسبی نگهداری شود.

۱۱ـ از باز بودن سوراخهای تهویهٔ درپوش‌های باتری اطمینان حاصل شود.

۱۲ـ۳ـ خلاصه فصل

● باتری دستگاهی است که انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند و باتری خودرو از نوع پیل یا باتری ثانویه می‌باشد که می‌تواند قابل تعمیر یا غیرقابل تعمیر باشد.

● باتریهای ثانویه در دو نوع خشک و مرطوب ساخته می‌شوند.

● در باتری‌های خودرو از سه نوع صفحهٔ مثبت، منفی و عایق استفاده می‌شود.

● صفحات مثبت یکی از صفحات منفی کمتر بوده، جنس آن در حالت نوبودن pbo، در حالت دشارژ $pbso_4$ و در حالت شارژ کامل pbo_2 بوده و رنگ آن‌ها در حالت شارژ قهوه‌ای مایل به قرمز است.

● صفحات منفی یکی از صفحات مثبت بیشتر بوده، جنس آن در حالت نو بودن pbo، در حالت دشارژ $pbso_4$ و در حالت شارژ کامل phمی باشد و رنگ آنها در حالت شارژ خاکستری می‌باشد.

● تعداد صفحات عایق یکی از مجموع صفحات مثبت و منفی کمتر بوده و یا دو برابر صفحات مثبت می‌باشند و باید دقت داشت که سمتی از صفحهٔ عایق که دارای خطوط برجسته‌تری است به سمت صفحهٔ مثبت باشد.

● قطب مثبت باتری با علامت‌ها (+)، (P)، (POS) یا با رنگ قرمز مشخص می‌شود و یاکلفت‌تر از قطب منفی است.

● قطب منفی باتری با علامت‌های (-)، (N)، (NEG) یا با رنگ سیاه مشخص می‌گردد و یا قطر آن کمتر از قطر مثبت می‌باشد.

● پیچ درپوش باتری باید به گونه‌ای باشد که به گازهای تولید شده در باتری اجازهٔ خروج داده ولی مانع خروج الکترولیت شود.

● الکترولیت باتری از ۸ پیمانه آب مقطر و ۳ پیمانه اسیدسولفوریک تشکیل شده و به گونه‌ای ساخته می‌شود که اسید به آرامی به آب مقطر اضافه کرده و محلول باید بوسیلهٔ میلهٔ چوبی یا شیشه‌ای تمیز به هم زده شود.

● صفحات مثبت هر خانه به طور موازی وصل شده در حالیکه صفحات منفی نیز به طور موازی وصل می‌گردند. ولی هر خانهٔ باتری نسبت به خانه‌های دیگر به طور سری به هم وصل می‌شوند.

● حاصلضرب شدت جریان ثابت در زمانی که باتری می‌تواند این شدت جریان را تأمین کند، به شرط آنکه ولتاژ هر خانه کمتر از ۱/۷۵ ولت نشود را ظرفیت باتری گویند.

● مدت زمانی که بتوان در دمای $25^{\circ}c$ جریان ۲۵ آمپر از باتری برق گرفت مبنی بر آنکه ولتاژ هر خانهٔ باتری از ۱/۷۵ ولت کمتر نشود را ظرفیت ذخیره باتری گویند.

● جریانی که در مدت یک دقیقه و در دمای $-18^{\circ}c$ می‌توان از باتری گرفت به شرط آنکه ولتاژ هر خانهٔ

باتری کمتر از ۱/۴ ولت نشود را تست شرایط سرد گویند. مقدار این جریان بین ۱۷۰ تا ۳۰۰ آمپر است.

● ساده‌ترین روش آگاهی از شارژ باتری، استفاده از هیدرومتر است که اگر چگالی الکترولیت را در حدود $\frac{gr}{cm^3}$-۱/۲۸ نشان دهد نشانهٔ شارژ کامل باتری است.

● برای شارژ باتری به روش کند جریان دستگاه را معادل یکدهم ظرفیت باتری یا $\frac{1}{10}$ ظرفیت ذخیره باتری یا $\frac{1}{40}$ تست شرایط سرد باتری و ولتاژ دستگاه به اندازه ۲۰٪ بیشتر از ولتاژ باتری انتخاب گردد.

● در شارژ سریع باتری جریان دستگاه روی ۱۰۰ آمپر گذاشته و زمان شارژ بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه می‌باشد.

فصل ۴

سیستم شارژ؟

مقدمه

برای تأمین برق مورد نیاز مصرف کننده‌های الکتریکی و شارژ باتری در هنگام روشن بودن موتور خودرو از سیستم شارژ[1] استفاده می‌گردد.

در این فصل انواع مولدهای جریان متناوب و اصول یکسوسازی جریان متناوب بیان شده است. ضمن آنکه نحوهٔ ارتباط منطقی بین مولد و مصرف کننده نیز تشریح شده است. همچنین دلیل استفاده از دستگاه محافظ مولد و مصرف کننده یا افتامات بیان گردیده است.

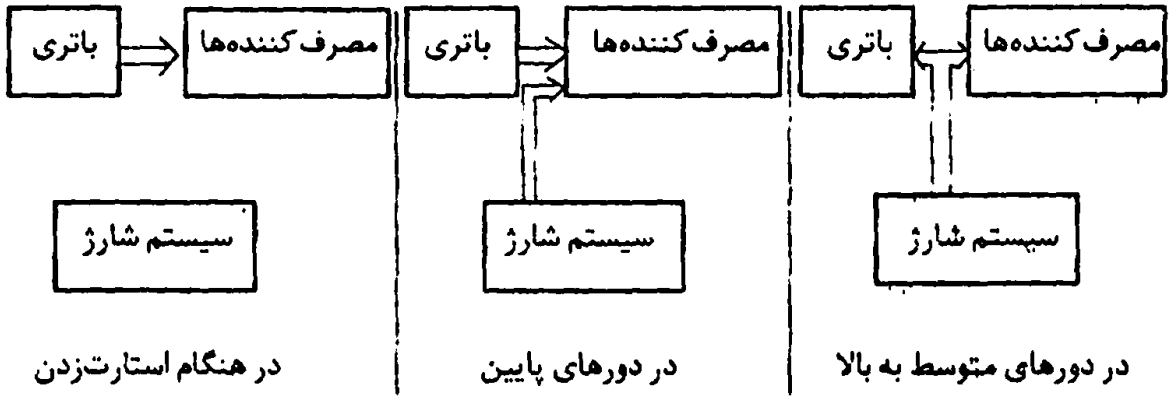
۱ـ۴ـ وظیفهٔ سیستم شارژ

با توجه به‌اینکه باتری‌ها توانایی ذخیرهٔ مقدار محدودی انرژی را دارند. اگر فقط از آنها استفاده شود، به سرعت خالی می‌شوند (انرژی خود را از دست می‌دهند) بنابراین به سیستمی نیاز است که جریان برق مورد نیاز خودرو را تأمین کرده و باتری را نیز شارژ نماید. سیستم شارژ این هدف را برآورده می‌کند. به عبارت ساده‌تر، سیستم شارژ باید بتواند تحت همهٔ شرایط برق مصرف‌کننده‌های خودرو مانند سیستم جرقه، چراغها و غیره را تأمین کرده و علاوه بر آن باتری را شارژ نماید.

سیستم شارژ، انرژی مکانیکی موتور را تبدیل به انرژی الکتریکی می‌کند. هنگامی که موتور روشن می‌شود، سیستم شارژ جریان برق مورد نیاز قسمت‌های الکتریکی خودرو را تأمین می‌کند. در دورهای پائین موتور خودرو، هنگامی که برخی مصرف کننده‌ها مانند چراغهای جلو که جریان زیادی را مصرف می‌کنند، روشن باشند، ممکن است کمی از جریان باتری مورد نیاز باشد، اما در دورهای متوسط به بالا این مجموعه انرژی مورد نیاز تمام وسایل برقی خودرو را تأمین می‌کند. بعلاوه مقداری از جریان برق را برای

1- Charging System

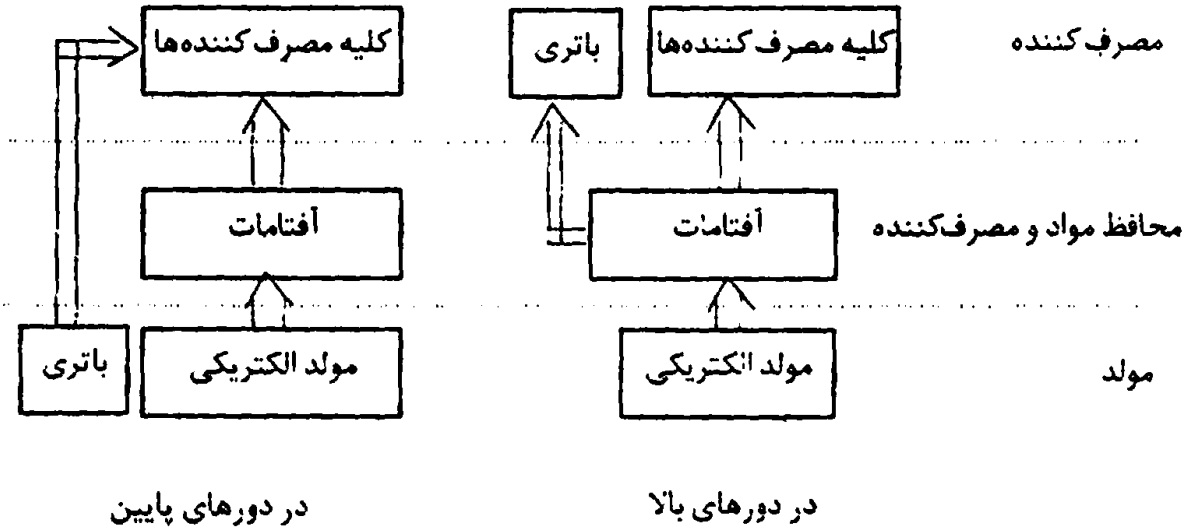
شارژ کردن باتری، به باتری می‌فرستد. شکل (a.۱-۴) موارد فوق را نشان می‌دهد.



شکل a.۱-۴- ارتباط بین سیستم شارژ و مصرف کننده‌ها و باتری

۲-۴-اجزاء سیستم شارژ

این سیستم دارای دو قسمت کلی، تولیدکنندهٔ جریان برق و "محافظ مولد و مصرف کننده" می‌باشد. قسمتی از جریان تولید شده در این سیستم به باتری و قسمتی دیگر به سایر مصرف کننده‌های خودرو می‌رود. ارتباط بین این اجزاء در شکل (b.۱-۴) نشان داده شده‌است.



شکل b.۱-۴- نحوهٔ ارتباط "مولد و محافظ مولد و مصرف کننده در دورهای مختلف

همانطور که در شکل (b.۱-۴) ملاحظه می‌گردد کل مجموعه به ۳ بخش مولد، "محافظ مولد و مصرف کننده" و مصرف کننده تقسیم شده است.

۱ـ **تولید کنندهٔ جریان (مولد الکتریکی)**[1]: ژنراتور الکتریکی می‌باشد که انرژی دورانی موتور را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند و شامل ۲ نوع دینام[2] و آلترناتور[3] می‌باشد.

۲ـ **محافظ مولد و مصرف کننده**: جهت جلوگیری از آسیب دیدن مولد و مصرف کننده از دستگاهی به نام آفتامات[4] یا رگلاتور[5] استفاده می‌گردد آفتامات‌ها در ۳ نوع الکترومکانیکی، ترانزیستوری و نیمه ترانزیستوری موجود می‌باشد.

۳ـ **مصرف کننده‌ها**: همانطور که از عنوان این قسمت برمی‌آید تمام وسایل الکتریکی و الکترونیکی موجود در خودرو، مانند لامپ‌ها، چراغها، مجموعه‌های هشداردهنده، مجموعه‌های صوتی و غیره جزء این قسمت قرار می‌گیرند.

همانطور که در فلوچارت (۱ـ۲) ملاحظه می‌گردد مصرف کننده‌ها به ۳ قسمت مصرف کنندگان همیشگی[6] مانند مدار جرقه، پمپ بنزین برقی و غیره، مصرف کنندگان طولانی مدت[7] مانند رادیو، چراغهای جلو و غیره و مصرف کنندگان کوتاه مدت[8] مانند مه شکن، استارت و برف پاک‌کن تقسیم می‌شوند. از اینرو مولد برق خودرو باید به گونه‌ای باشد که بتواند برق مورد نیاز مصرف‌کننده‌های مختلف که در فلوچارت (۱ـ۲) آمده است را تأمین نماید. به خصوص در زمانی که اکثر مصرف کننده‌ها با هم در حال کار می‌باشند یا زمانی که مصرف کنندگان همیشگی در حال کار بوده و موتور خودرو در حالت دور آرام باشد.

۳ـ۴ـ انواع روشهای تولید جریان برق متناوب در خودرو

همانطور که گفته شد، تولید کننده‌های جریان برق در خودرو به دو دسته کلی دینام‌ها و آلترناتورها تقسیم بندی می‌شوند دینام‌ها و آلترناتورها هر دو مولد جریان متناوب الکتریکی (دینام برق تک فاز و آلترناتور برق تک فاز یا سه فاز) است اما روش کار آنها با یکدیگر متفاوت می‌باشد. علاوه بر این به دلیل اینکه جریان متناوب در خودرو کاربردی ندارد و تمام مصرف کننده‌ها با برق جریان مستقیم کار می‌کنند باید به نحوی این جریان متناوب تولیدی به جریان مستقیم تبدیل شود. در دینام‌ها با استفاده از زغال‌ها و نیم حلقه‌ها و در آلترناتورها بوسیلهٔ دیودها این عمل را انجام می‌دهند. روش تولید جریان برق متناوب و تبدیل آن به جریان مستقیم به تفصیل در بخشهای (۱ـ۴ـ۴) و (۳ـ۶ـ۴) آمده است.

1- *Generator*
2- *Dynamo*
3- *Alternator*
4- *Aftamate*
5- *Regulator*
6- *Permanent loads*
7- *Long - time loads*
8- *Short - time Loads*

۴-۳- دینام

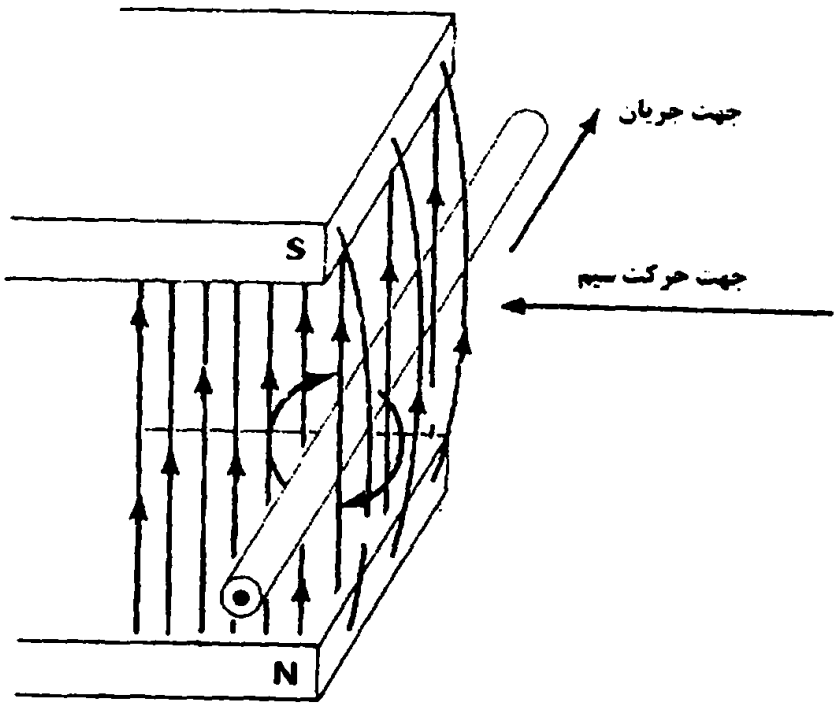
۱-۴-۳- اساس کار دینام

همانطورکه در بخش (۳-۱۰-۱) در مورد روش تولید جریان برق در مولدها گفته شد اگر سیمی در یک میدان مغناطیسی حرکت کند، بطوری که خطوط قوای میدان مغناطیسی را قطع کند در سیم جریان برق تولید می‌شود.

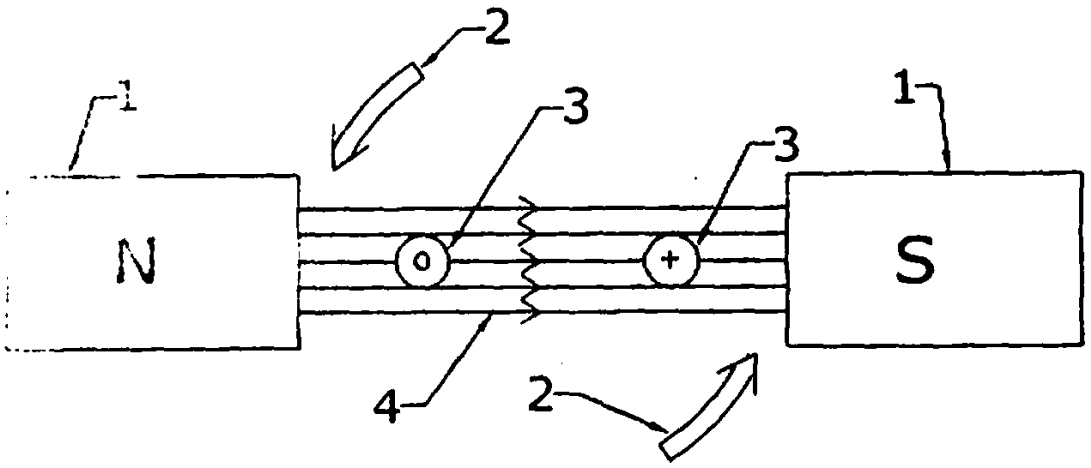
این مطلب در شکل (۲-۴) نشان داده شده است حال اگر مطابق شکل (۳-۴) سیمی را به صورت یک قاب درآورده و در میدان مغناطیسی چرخانده شود بطوری که سیم خطوط قوای مغناطیسی را قطع کند در یک طرف سیم جریان مثبت و در طرف دیگر جریان منفی بوجود می‌آید و اگر مطابق شکل (۴-۴) دو انتهای سیم به دو حلقهٔ مجزا متصل شود و مجموعه بچرخد ولتاژ تولیدی حاصل از این دوران در قاب سیمی مطابق نمودار شکل (۴-۴) خواهدبود. همانطور که ملاحظه می‌شود در اثر این دوران یک جریان متناوب (سینوسی) بوجود می‌آید.

از نظر به اینکه تمامی مصرف کننده‌های الکتریکی در خودرو با جریان مستقیم کار می‌کنند باید این جریان تولیدی متناوب به نوع مستقیم تبدیل شود.

برای این کار کافی است بجای استفاده از دو حلقه مجزا، از دو نیم حلقه استفاده شود.



شکل ۲-۴- تولید جریان در سیم



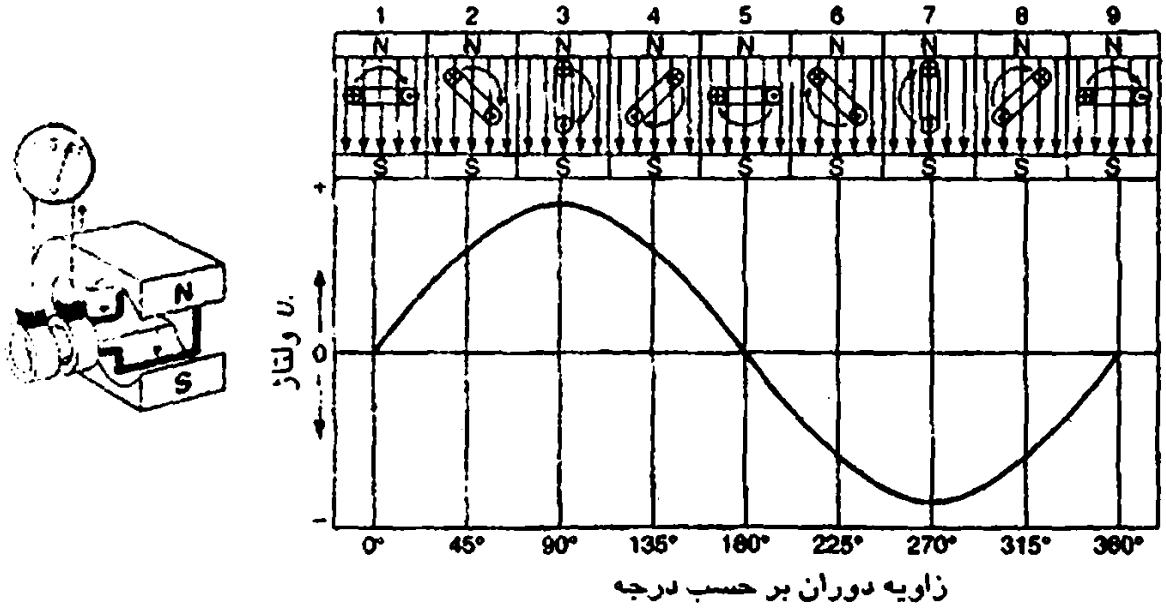
شکل ۳-۴- تولید جریان مثبت و منفی در قاب سیمی

۱ - آهنربا

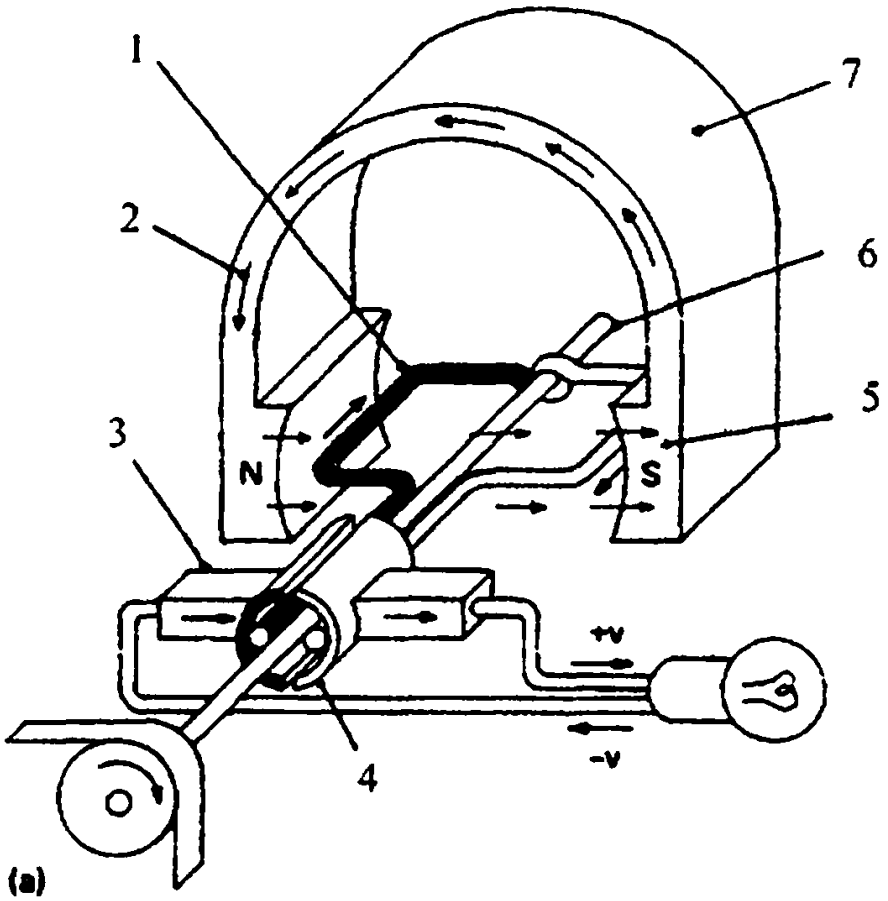
۲- جهت دوران

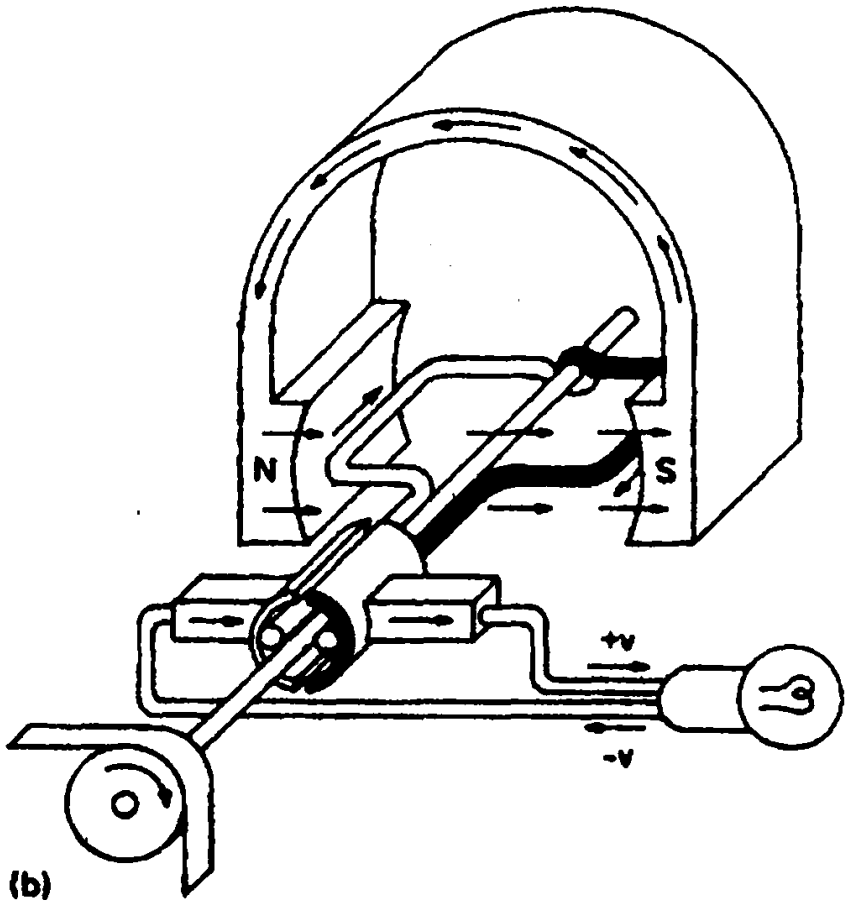
۳ - قاب سیم

۴ - خطوط نیروی مغناطیسی



شکل ۴-۴- منحنی تولید ولتاژ با استفاده از دو حلقه مجزا

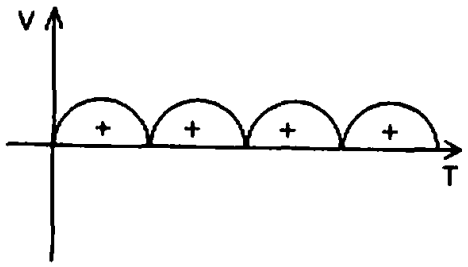




شکل ۴.۵- استفاده از نیم حلقه برای تولید جریان مستقیم در دینام

۱ ـ قاب سیم ۲ ـ جهت میدان درون آهنربا ۳ ـ زغال ۴ ـ لامل کلکتور ۵ ـ آهنربا
۶ ـ محور دوران قاب یا آرمیچر ۷ ـ بدنهٔ دینام

این مطلب در شکل (۴ـ۵) نشان داده شده‌است. در این صورت، آن طرفی از سیم که سمت قطب شمال است همواره جریان منفی و طرف دیگر همیشه جریان مثبت تولید می‌کند. بنابراین ولتاژ متناوب تولیدشده در قاب، پس از عبور از دو نیم حلقه و زغالها به ولتاژ مستقیم تبدیل می‌شود و قسمت منفی نمودار مطابق شکل (۴ـ۶) تبدیل به قسمت مثبت می‌گردد.



شکل ۴ـ۶ـ نمودار ولتاژ تولیدی دینام پس از استفاده از دو نیم حلقه

۲ـ۴ـ۴ـ روش افزایش ولتاژ تولیدی در دینام

با توجه به رابطه (۴ـ۱) که مربوط به تولید جریان برق در مولدها با استفاده از میدان مغناطیسی می‌باشد. ملاحظه می‌گردد برای افزایش ولتاژ (E) باید طرف دیگر معادله را افزایش داد.

$$E=BLV\sin\theta \qquad (۴ـ۱)$$

E: ولتاژ تولیدی برحسب ولت (V)

B: شدت میدان مغناطیسی برحسب وبر بر متر مربع $(\frac{Wb}{m^2})$

L: طول سیم برحسب متر (m)

θ: زاویه دوران برحسب درجه

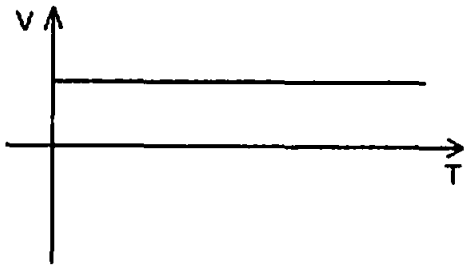
V: سرعت سیم برحسب متر بر ثانیه $(\frac{m}{s})$

از میان ۴ مورد فوق افزایش ضریب θ غیرممکن است، چون دائماً در حال تغییر است و فقط به دوران قاب سیمی بستگی دارد. سرعت حرکت آرمیچر (V) نیز تابع سرعت موتور می‌باشد و شدت میدان قطبین (B) نیز تابعی از قدرت خروجی دینام است بنابراین عملی‌ترین راه برای افزایش ولتاژ خروجی،افزایش طول سیم می‌باشد.این عمل در دینام‌ها به دو روش انجام می‌پذیرد، یکی افزایش تعداد دورهای سیم در یک قاب و دیگری استفاده از قابهای دوبل در آرمیچر می‌باشد.

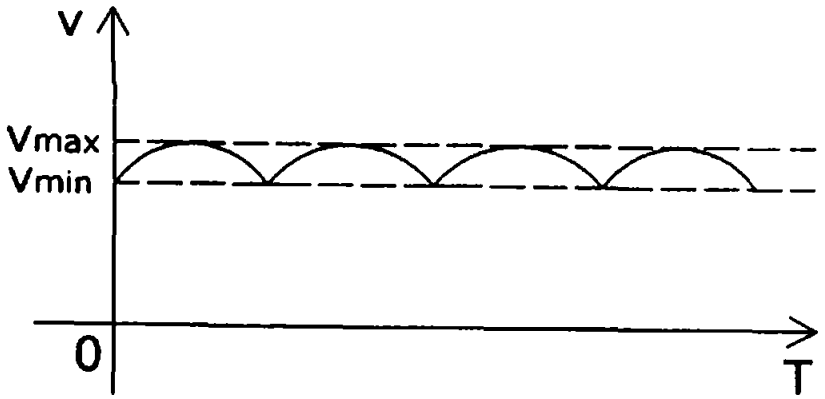
روش اخیر، در دینام لوکاس پیکانی استفاده شده است. که سیم‌های آرمیچر آن دوبل می‌باشد.

۳ـ۴ـ۴ـ بهینه سازی ولتاژ تولیدی دینام

با توجه به نمودار شکل (۴ـ۶) و مقایسه آن با نمودار جریان مستقیم باتری که در شکل (۴ـ۷) آمده است، ملاحظه می‌شود برق تولیدی دینام نوسانات ولتاژ زیادی دارد و این نوع جریان ممکن است باعث صدمه زدن به مصرف کننده‌های خودرو که برای کار با جریان مستقیم طراحی شده‌اند، بشود. بنابراین باید این نوسانات به حداقل ممکن رسانده شود. برای این کار کافی است تعداد قابها را افزایش داد.



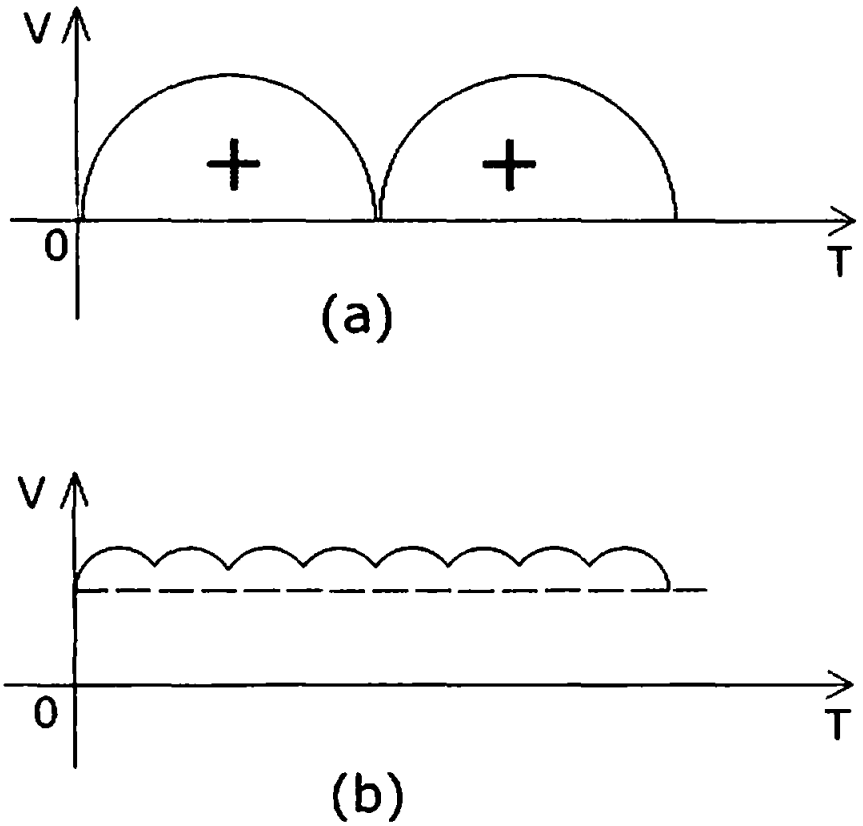
شکل ۴ـ۷ـ نمودار ولتاژ تولیدی توسط باتری



شکل ۴ـ۸ـ افزایش قابها

همانطور که در شکل (۴ـ۸) ملاحظه می‌شود، با افزایش تعداد قابها، تعداد منحنی نوسانات نیز افزایش می‌یابد. از این رو کل منحنی پس از یکسو شدن به خط صاف نزدیکتر می‌شود، زیرا قبل از اینکه ولتاژ قاب اول به صفر برسد، در قاب دوم جریان برق تولید می‌شود.

هر چه تعداد قابها در آرمیچر دینام بیشتر باشد، برق تولیدی آن به مستقیم (DC) نزدیکتر خواهدبود. این مطلب در شکل (۴ـ۹) نشان داده شده‌است.



a- منحنی تولید ولتاژ در دینام با یک قاب پس از یکسو شدن

b- منحنی تولید ولتاژ در دینام با قاب‌های بیشتر پس از یکسو شدسازی

شکل ۹-۴- مقایسهٔ منحنی تولید ولتاژ در دینام

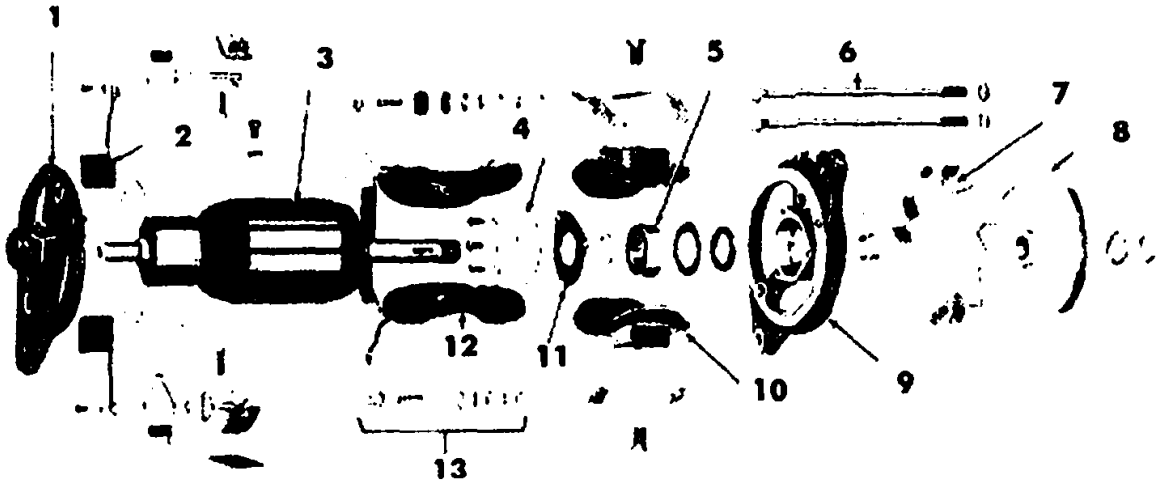
با یک قاب و دینام با قابهای بیشتر

۴-۴-۴-اجزاء دینام

با توجه به اشکال (۱۰-۴) و (۱۱-۴) دینام دارای اجزاء زیر می‌باشد.

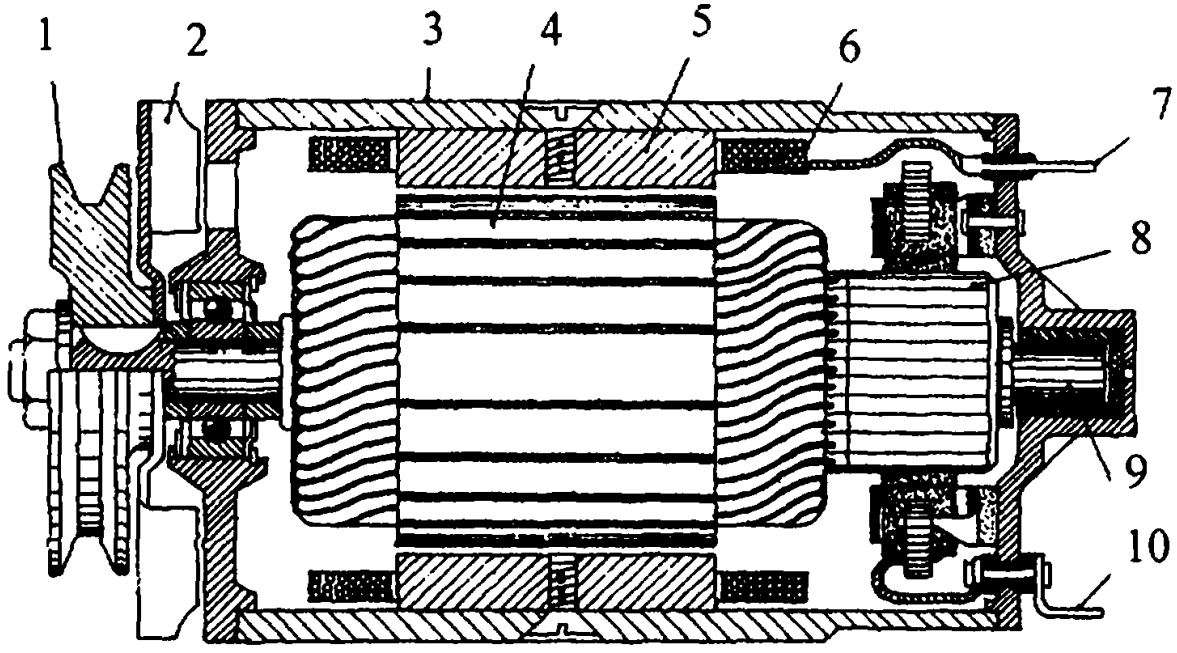
بدنه[۱]، درپوش‌ها، قطبین آهنربایی، آرمیچر[۲]، زغالها و جازغالی و فنر،پنکه[۳] و پولی[۴]، ترمینالهای خروجی.

1- *Yoke,Body*
2- *Armature*
3- *Fan*
4- *Pully*



شکل ۱۰-۴-اجزاء دینام

۱ - درپوش عقب
۲ - زغال
۳ - آرمیچر
۴ - نگهدارندهٔ بلبرینگ
۵ - بلبرینگ
۶ - پیچ اتصال درپوش جلو به درپوش عقب
۷ - فن دینام
۸ - پولی
۹ - درپوش جلو
۱۰ - کفشک
۱۱ - واشر
۱۲ - بالشتک
۱۳ - اجزاء ترمینال



شکل ۱۱-۴-برش خورده دینام

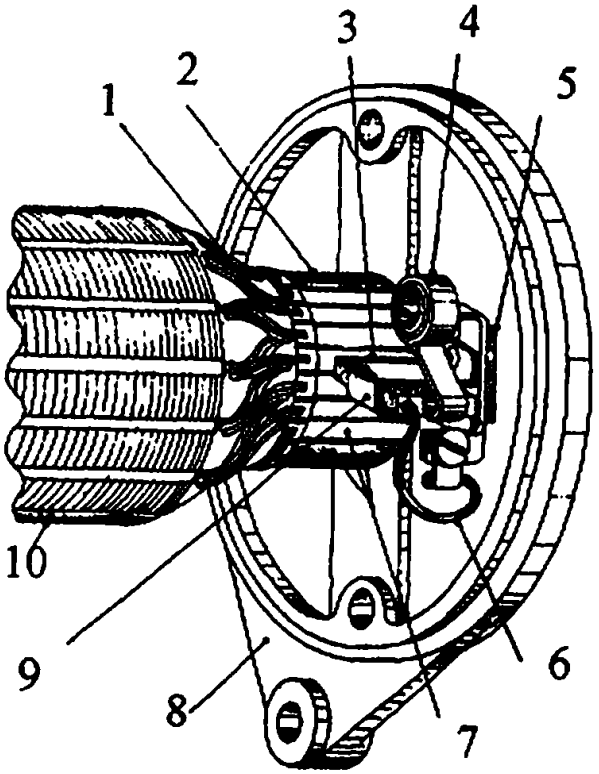
۱ - پولی
۲ - فن دینام
۳ - بدنه
۴ - آرمیچر
۵ - کفشک
۶ - سیم‌پیچ بالشتک
۷ - ترمینال *F*
۸ - کلکتور
۹ - محور اصلی آرمیچر
۱۰ - ترمینال *D*

۱ـ۴ـ۴ـ۴ـ۱ـ بدنه

استوانه‌ای فولادی و توخالی است که وظیفهٔ آن نگهداری قطبین آهنربایی، درپوش‌ها و آرمیچر می‌باشد، بعلاوه از خروج خطوط قوای مغناطیسی آهنرباها که باعث کم شدن جریان تولیدی در دینام می‌شود، جلوگیری می‌کند.

۲ـ۴ـ۴ـ۴ـ۲ـ درپوش

درپوشها در طرفین بدنه قرار می‌گیرند و یاتاقانهای آرمیچر روی این درپوش‌ها قرار دارند. یاتاقانهای مورد استفاده در درپوش جلویی معمولاً از نوع بلبرینگی و درپوش عقبی از نوع بوش می‌باشد. گاهی یاتاقانهای عقبی را نیز از نوع بلبرینگی انتخاب می‌کنند. در بعضی از دینام‌ها علاوه بر یاتاقانها، جازغالی و زغالها نیز روی درپوش‌ها قرار می‌گیرند شکل (۱۲ـ۴) این موضوع را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲ـ۴ نحوهٔ قرارگرفتن زغالها روی درپوش دینام

۱ـ سیم‌پیچ آرمیچر
۲ ـ کلکتور
۳ ـ زغال
۴ ـ فنر زغال
۵ ـ حایق نگهدارندهٔ زغال و فنر زغال
۶ ـ سیم زغال
۷ ـ لامل
۸ ـ درپوش عقب
۹ ـ نگهدارندهٔ زغال

۳ـ۴ـ۴ـ۴ـ۲ـ قطبین آهنربایی

شامل دو قسمت می‌باشد یکی هستهٔ آهنی (کفشک[1]) و دیگری سیم پیچ (بالشتک[2])

1- *Pole-Piece*
2- *Field Winding*

بالشتک: به دلیل اینکه جریان تولیدی برق توسط آهنرباهای دائم کم می‌باشد. (با توجه به فضای اختصاص یافته به قطبین در دینام) با استفاده از سیم پیچ، آهنربای مغناطیسی ساخته و بجای آهنربای دائم استفاده می‌گردد. استفاده از آهنربای مغناطیسی دارای این مزیت است که می‌توان قدرت آهنربایی آنرا افزایش یا کاهش داد. (با استفاده از زیاد و کم کردن ولتاژ برق عبوری از سیم پیچ)

کفشک: از جنس ورقه‌های فولادی مخصوص ساخته می‌شوند و وظیفهٔ آنها تقویت میدان مغناطیسی تولیدی در بالشتک‌ها است. آنها را به این دلیل ورقه ورقه می‌سازند تا جریان‌های گردابی موجود در آنها که باعث تضعیف میدان مغناطیسی می‌شوند به حداقل برسد.

۴-۴-۴-۴-آرمیچر

آرمیچر شامل ۳ قسمت: شفت یا محور اصلی، کلکتور (کموتاتور) و بدنهٔ آرمیچر می‌باشد

شفت (محور اصلی آرمیچر): استوانه‌ای توپر است که بدنهٔ اصلی و کلکتور روی آن قرار می‌گیرند (پرس می‌شوند) علاوه بر آن محلی برای قرار گرفتن در داخل یاتاقانهای جلو و عقب و همچنین سوار شدن پولی و پنکه روی آن در نظر گرفته می‌شود.

کلکتور (کموتاتور[1]): مجموعه‌ای از تیغه‌های مسی است که به صورت عایق روی محور اصلی قرار می‌گیرند. به هر یک از تیغه‌های مسی، لامل می‌گویند. لامل‌ها نسبت به یکدیگر عایق می‌باشند. سر سیم کلاف‌های (قابها) آرمیچر به لامل‌ها متصل می‌شوند.

بدنهٔ آرمیچر: بدنهٔ آرمیچر نیز مانند کفشک‌ها از ورقه‌های فولادی مخصوص ساخته می‌شود. در وسط آن سوراخی به اندازهٔ قطر شفت آرمیچر قرار دارد. در محیط نیز دارای شیارهایی است که محل قرار گرفتن کلاف‌های سیم آرمیچر می‌باشد.

۵-۴-۴-۴-زغال‌ها، جازغالی و فنر زغال

برای خارج کردن برق تولیدی در آرمیچر از زغالها استفاده می‌شود. زغالها مخلوطی از کربن و مس می‌باشند در هر دینام معمولاً دو زغال وجود دارد (بعضی از دینام‌های قدیمی دارای ۳ زغال می‌باشند). تماس زغالها با کلکتور بوسیلهٔ فنر پشت زغال حفظ می‌گردد. زغالی که به ترمینال برق خروجی متصل می‌گردد، زغال مثبت و زغالی که به بدنه متصل شده است زغال منفی نامیده می‌شود. جنس زغالها باید از جنس فلز نرم باشد تا در اثر اصطکاک موجود بین زغال و کلکتور، لامل‌ها دچار سائیدگی بیش از حد نشوند. زغالها و جازغالی و فنر زغال ممکن است که روی درپوش عقبی یا بدنهٔ دینام نصب شوند.

دقت شود که زغال مثبت نسبت به بدنهٔ دینام باید عایق‌بندی شود.

1- Commutator

۶-۴-۴-۴- پنکه و پولی

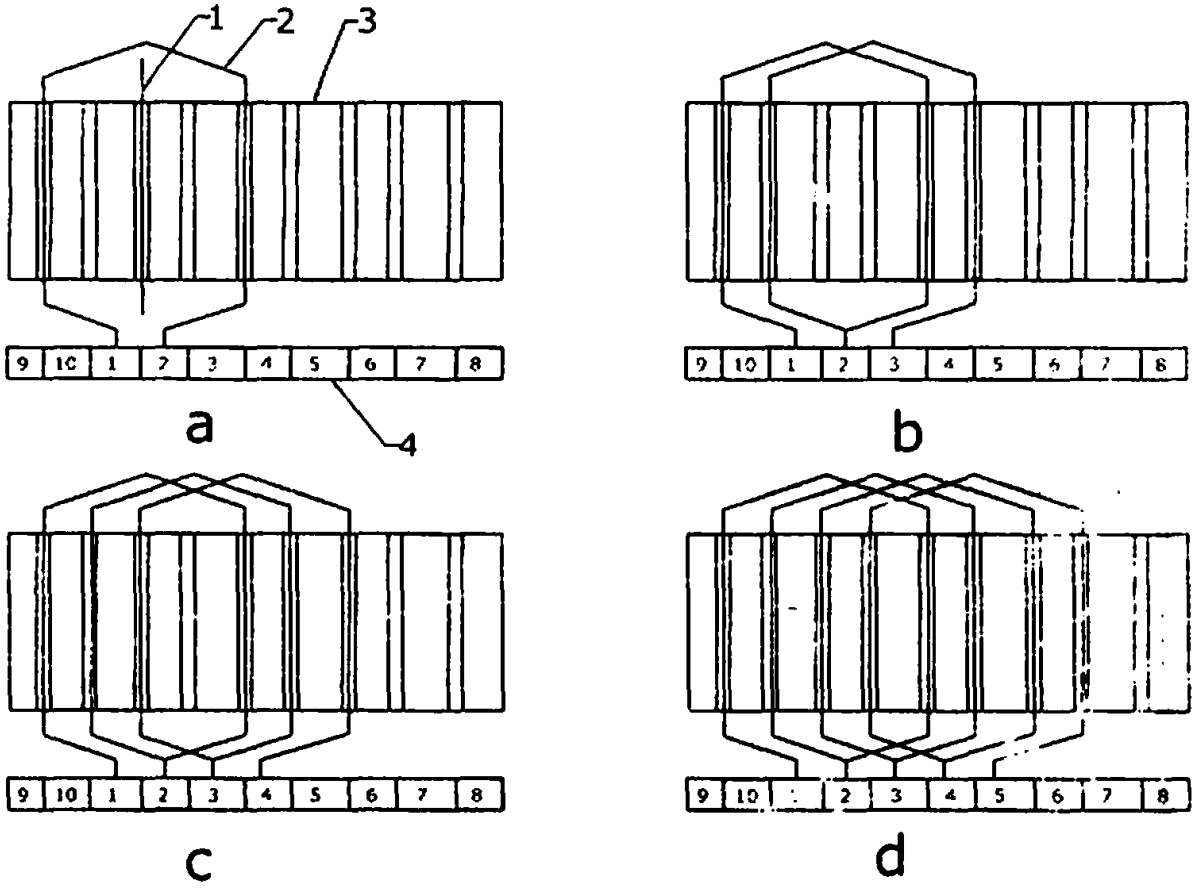
در قسمت جلو روی محور اصلی پنکه و پولی نصب می‌شوند. که ممکن است یکپارچه یا از هم جدا باشند. وظیفهٔ پنکه خنک نگه داشتن مجموعهٔ دینام و وظیفهٔ پولی انتقال نیروی دورانی از موتور خودرو به آرمیچر دینام می‌باشد.

۷-۴-۴-۴- ترمینال‌های خروجی دینام

دینام‌ها دارای ۲ ترمینال D و F می‌باشند. ترمینال Dکه برق دینام را خارج می‌کند و ترمینال F که برق بالشتک‌ها را تأمین می‌کند. ترمینال D از F بزرگتر می‌باشد، یا اینکه ترمینال D به رنگ قرمز و ترمینال F به رنگ سیاه مشخص می‌شود.

۵-۴-۴- سیم‌پیچی آرمیچر دینام

آرمیچر دینام‌ها به روش موازی (حلقوی) سیم‌پیچی می‌شوند. برای سیم‌پیچی آرمیچر مطابق شکل (۴-۱۳) مراحل زیر را انجام دهید:



شکل ۴-۱۳- مراحل سیم‌پیچی آرمیچر با ۱۰ شیار و ۱۰ لامل

۱- تیغه آرمیچر ۲- قاب سیم ۳- بدنهٔ آرمیچر و شیارها ۴- کلکتور و لامل‌ها

۱ـ تعداد شیارهای روی بدنهٔ آرمیچر شمرده شود. (در مثال شکل (۱۳ـ۴) ۱۰ شیار)

۲ـ عدد بدست آمده بر ۲ تقسیم گردد. (۵ = ۲ ÷ ۱۰) عدد ۲ در حقیقت تعداد قطب‌های دینام می‌باشد و عدد ۵ گام قطبی می‌باشد.

۳ـ یک تیغه اره را طوری در یکی از شیارهای آرمیچر قرار داده شود تا یک لامل در سمت چپ و لامل مجاور در سمت راست تیغه اره قرار گیرد (لامل شماره ۳ و ۴ در شکل (۱۳ـ۴) حالت a) سر سیم را روی یکی از لامل‌ها قرار می‌دهیم (مثلاً شماره ۳)

۴ـ از عدد بدست آمده در مرحلهٔ دوم یک را کم کرده (۴ = ۱ ـ ۵) عدد اخیر به ۲ تقسیم شود.

(۲ = ۲ ÷ ۴)

۵ـ به تعداد عدد بدست آمده در انتهای مرحله ۴، شیار به سمت چپ حرکت کرده از شیار مربوطه سیم رد شود (۲ شیار در سمت چپ تیغه اره)

۶ـ سپس به تعداد عدد بدست آمده در انتهای مرحله ۴، شیار به سمت راست تیغه اره حرکت کرده، سیم از شیار مربوطه عبور داده شود (۲ شیار به سمت راست تیغه اره)

۷ـ به تعداد پیشنهاد شده توسط کارخانه سازنده، سیم بین این دو شیار پیچیده شود. (مثلاً ۲۰ بار)

۸ـ انتهای سیم بر روی لامل سمت راست تیغه اره قرار داده شود. (لامل شماره ۴)

۹ـ تیغه اره یک خانه به سمت راست حرکت داده شود.

۱۰ـ مراحل ۵ تا ۹ مجدداً انجام شود.

در موارد فوق نیازی به اضافه کردن و یا کم کردن عدد یک به اعداد بدست آمده در مراحل مختلف نبود، از اینرو این نوع سیم‌پیچی را سیم‌پیچی با گام متوسط می‌گویند.

شکل (۱۳ـ۴) مراحل a تا d به ترتیب مطالب گفته شده در بالا را نشان می‌دهد.

نکته ۱: اگر تعداد شیارهای آرمیچر، فرد باشد پس از انجام مرحله ۲ عددی کسری بدست خواهد آمد. در سیم‌پیچی این نوع آرمیچرها، ابتدا یک واحد به تعداد شیارها اضافه می‌گردد. مثلاً اگر آرمیچر دارای ۱۱ شیار باشد، خواهیم داشت ۱۲=۱+۱۱ مراحل بعدی با توجه به عدد بدست آمده (۱۲) انجام می‌شود. این نوع سیم‌پیچی، سیم‌پیچی با گام بلند نامیده می‌شود.

اگر عدد بدست آمده در انتهای مرحلهٔ ۲ زوج باشد، در اینصورت به این عدد، عدد یک اضافه می‌کنیم و بقیهٔ مراحل را انجام می‌دهیم، به این نوع سیم‌پیچی نیز، سیم پیچی با گام بلند گفته می‌شود.

نکته ۲: اگر به موارد گفته شده در نکته ۱ به جای اضافه‌کردن عدد یک، عدد یک را کم کنیم سیم‌پیچی با گام کوتاه گفته می‌شود که اکثراً از این روش استفاده می‌شود و حتی‌الامکان باید از سیم‌پیچی با گام کوتاه استفاده نمود.

نکته ۳: برای اینکه آرمیچر مورد نظر از نظر وزنی متعادل بوده و در چرخیدن دچار مشکل نشود، بهتر است سر سیم کلاف بعدی با ۱۸۰ درجه اختلاف نسبت به کلاف قبلی پیچیده شود. برای مثال در مورد آرمیچر ذکر شده در بالا، بهتر است بعد از سیم‌پیچی کلاف بین لامل ۳ و ۴، کلاف بعدی روی لامل‌های ۸ و ۹ سیم‌پیچی شود.

نکته ۴: آرمیچرهایی که تعداد لامل‌های آنها ۲ برابر شیارهای آنها است. باید به روش دوتایی سیم‌پیچی شوند. یعنی در هر طرف تیغه اره دو لامل در نظر گرفته شود (در مجموع ۴ لامل) سپس ۲ سر سیم روی آنها قرار داده شود. هر دو سیم را با هم پیچیده و در پایان، انتهای هر دو سیم باید به ترتیب به صورت یکی در میان نسبت به سر سیم قبلی قرار گیرد.

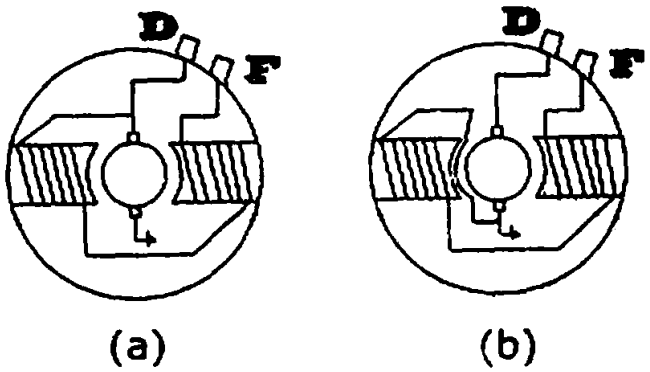
۶-۴-۴- تقسیم بندی دینام‌ها

دینام‌ها به دو روش تقسیم بندی می‌شوند:

۱- **از نظر زغالها:** دینام‌ها از این نظر به دو نوع ۲ زغاله و ۳ زغاله تقسیم می‌شوند. اما با توجه به اینکه دینام‌های ۳ زغاله بسیار کمتر از نوع دیگر هستند این نوع تقسیم بندی امروزه کاربرد کمی دارد.

۲- **از نظر اتصال بدنه:** از این نظر دینام‌ها به نوع اتصال بدنهٔ داخل و اتصال بدنهٔ خارج تقسیم می‌شوند با توجه به اینکه برای عبور جریان برق از یک سیم لازم است بین مثبت و منفی باتری ارتباطی برقرار شود و اتصال بدنه در خودرو به منزلهٔ اتصال منفی می‌باشد. بنابراین هر وسیلهٔ الکتریکی موجود در خودرو، احتیاج به یک برق مثبت و یک اتصال بدنه دارد. دینام نیز از این اصل مجزا نمی‌باشد.

اگر بالشتک‌های دینامی اتصال بدنهٔ لازم را در داخل خود داشته باشند به آن دینام اتصال بدنهٔ داخل می‌گویند و اگر بالشتک‌های دینامی اتصال بدنهٔ لازم را در خارج از دینام بدست آورند به آن اتصال بدنهٔ خارج گویند.



شکل ۱۴-۴- دینام اتصال خارج *(a)*

دینام اتصال داخل *(b)*

در شکل (۱۴-۴) دینام اتصال بدنهٔ خارج در قسمت (a) و دینام اتصال بدنهٔ داخل در قسمت (b) نشان داده شده است.

۷-۴-۴- بررسی‌ها و آزمایشات مربوط به دینام

بررسی و آزمایشات دینام شامل گروه، آزمایشات الکتریکی و بررسی‌های مکانیکی می‌گردد.

آزمایشات الکتریکی شامل آزمایشات مربوط به آرمیچر، بالشتک، بدنه و در نهایت یک آزمایش کلی جهت اطلاع از صحت عملکرد دینام می‌باشد.

بررسی‌های ظاهری شامل بازدید یاتاقانها، کلکتور، زغالها، فنر زغال، پنکه و پولی می‌گردد.

۱-۷-۴-۴- آزمایشات الکتریکی

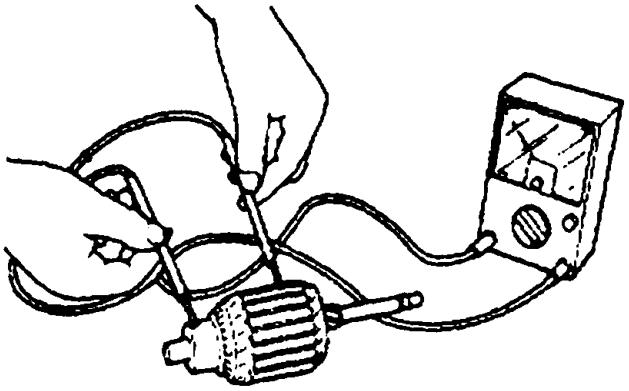
وسایل مورد نیاز در این آزمایشات شامل مولتی متر یا باتری و لامپ و دستگاه گرولر می‌باشد.

۱-۱-۷-۴-۴- آزمایشات آرمیچر

۱- **آزمایش پاره نبودن کلاف‌ها:** مولتی متر را در وضعیت اهمتر قرار داده سیم قرمز یا مثبت روی یک لامل و سیم منفی یا مشکی را روی لامل دیگر قرار داده شود. اگر مولتی متر عقربه‌ای باشدعقربه باید حرکت کند و اگر مولتی متر دیجیتالی باشد عددی غیر از ۱ را نشان دهد. اگر از لامپ و باتری در این آزمایش استفاده شود. لامپ باید روشن گردد.

۲- **آزمایش اتصال بدنه نبودن:** مولتی متر را در وضعیت اهمتر قرار داده، سیم مثبت (قرمز) مولتی متر را روی کلکتور و سیم منفی (سیاه) مولتی متر را روی بدنهٔ آرمیچر قرارداده شود. اگر مولتی متر عقربه‌ای باشد عقربه نباید حرکت کند و اگر مولتی‌متر دیجیتالی می‌باشد باید عدد ۱ را نشان دهد. شکل (۱۵-۴)

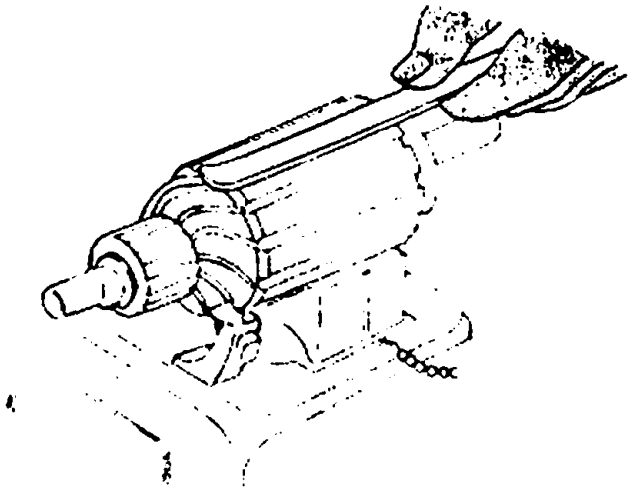
نحوهٔ آزمایش را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵ـ۴ـ نحوه آزمایش اتصال بدنه نبودن

۳ـ **آزمایش اتصال کوتاه آرمیچر:** بدنهٔ آرمیچر روی دستگاه گرولر قرار داده شود سپس تیغه اره‌ای بالای بدنه آرمیچر نگه داشته شود.

اگر تیغه اره نوسان کند نشانهٔ اتصال کوتاه در سیم‌پیچ‌های آرمیچر می‌باشد. دقت شود فاصلهٔ تیغه اره و بدنهٔ آرمیچر نباید زیاد باشد. چون در این صورت نتیجهٔ آزمایش معتبر نخواهد بود این آزمایش در شکل (۱۶ـ۴) نشان داده شده است



شکل ۱۶ـ۴ آزمایش گرولر (اتصال کوتاه)

۲ـ۱ـ۷ـ۴ـ۴ـ آزمایشات بدنه و بالشتک‌ها

۱ـ **آزمایش مدار باز قطب‌ها:** در دینام اتصال داخل مولتی متر را در وضعیت اهمتر قرار داده شود. سپس سیم مثبت مولتی متر به ترمینال F دینام و سیم منفی آن به بدنهٔ دینام متصل گردد. و در دینام

اتصال خارج سیم مثبت مولتی متر به ترمینال F دینام و سیم منفی مولتی متر به ترمینال D متصل گردد. اگر مولتی متر عقربه‌ای باشد باید عقربه حرکت کند و اگر دیجیتالی می‌باشد عددی غیر از ۱ را نشان دهد. دقت شود اگر بجای مولتی متر از لامپ و باتری استفاده می‌شود لامپ باید روشن گردد. در اینصورت مدار قطب‌ها برقرار و صحیح است.

۲ـ **آزمایش اتصال بدنهٔ قطب‌ها:** مولتی متر در وضعیت اهمتر قرار داده شود سپس سیم مولتی متر را به ترمینال F و سیم منفی آنرا به بدنهٔ دینام متصل گردد. دقت شود در دینام اتصال داخل سیمی که به بدنه متصل شده جدا شود. اگر مولتی متر عقربه‌ای باشد، عقربه نباید حرکت کند و اگر دیجیتالی می‌باشد باید عدد ۱ را نشان دهد.

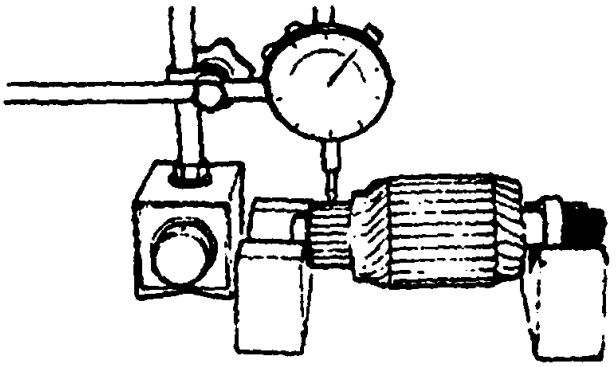
۳ـ **آزمایش اتصال بدنه شدن ترمینالها:** مولتی متر را در حالت اهمتر قرار داده سپس سیم مثبت مولتی متر را به ترمینال F یا D و سیم منفی مولتی متر به بدنهٔ دینام متصل گردد. توجه کنید که در نوع اتصال داخل سیم ترمینال F از بدنهٔ دینام جدا شود. در مولتی متر دیجیتالی باید عدد ۱ نشان داده شود و در مولتی متر عقربه‌ای، عقربه نباید حرکت کند.

۴ـ **آزمایش اتصال بدنهٔ زغال مثبت:** مولتی متر را روی حالت اهمتر قرار داده سپس سیم مثبت مولتی متر را به پایه زغال مثبت و سیم منفی مولتی متر به بدنه متصل شود. اگر در مولتی متر عقربه‌ای، عقربه حرکت نکند و در مولتی متر دیجیتالی عدد ۱ را نشان دهد نشانهٔ عدم وجود اتصال زغال مثبت به بدنه می‌باشد.

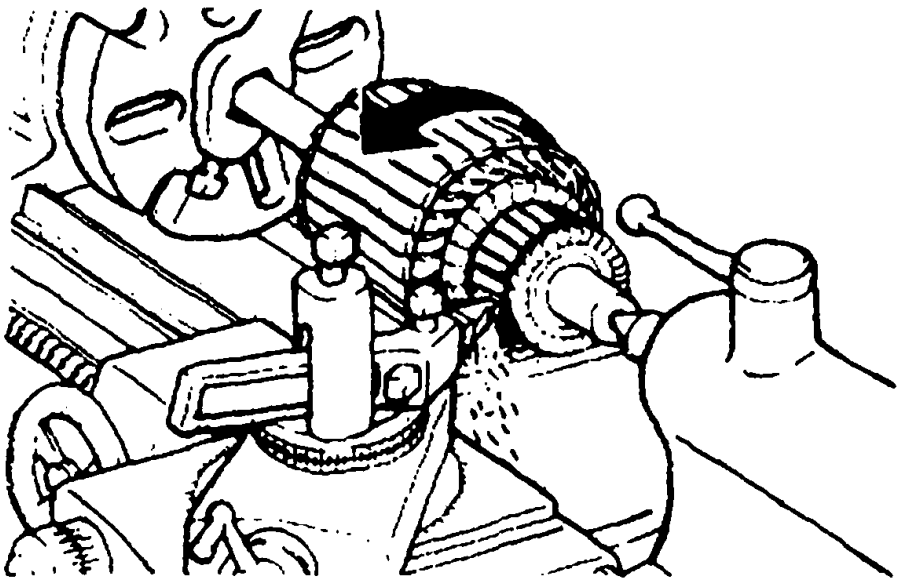
۲ـ۷ـ۳ـ۴ـ بررسی‌های ظاهری دینام

۱ـ سیم‌پیچی بالشتک‌ها از نظر پارگی پوشش آن بررسی گردد.

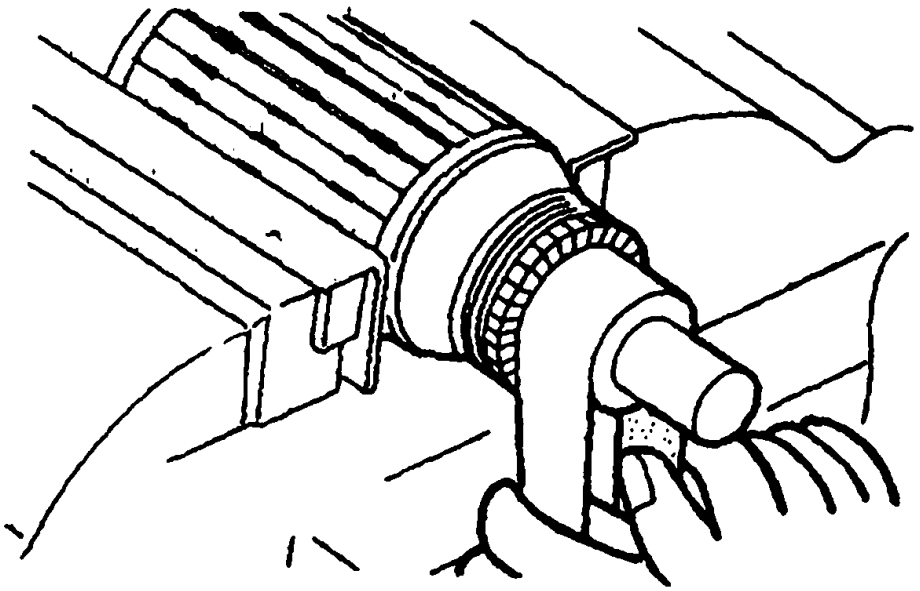
۲ـ سطح کلکتور بازدید شود. با استفاده از ساعت اندازه‌گیر مطابق شکل (۱۷ـ۴) کلکتور را از نظر ناصافی بررسی کنید.



شکل ۱۷ـ۴ بازدید سطح کلکتور

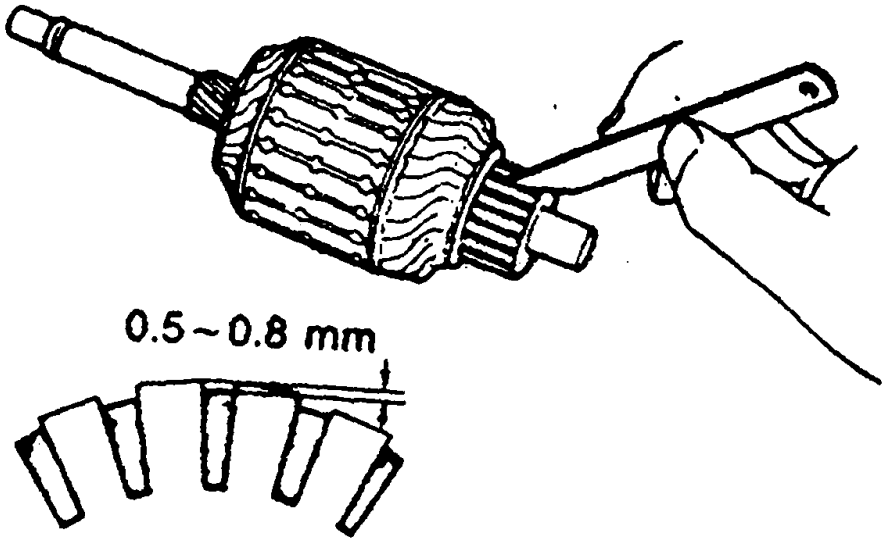


شکل ۱۸-۴- تراشیدن سطح کلکتور



شکل ۱۹-۴- سنباده زدن سطح کلکتور

در صورتی که سطح کلکتور ناصاف و یا مقدار دو پهنی آن بیش از ۰/۰۵ میلی‌متر باشد. با استفاده از دستگاه تراش مخصوص مطابق شکل (۱۸-۴) سطح کلکتور را بصورت یکنواخت تراش داده می‌شود. اگر دستگاه تراش مخصوص در دسترس نبود با استفاده از سنباده مطابق شکل (۱۹-۴) تصحیح شود. پس از این کار اگر لبهٔ لامل‌ها تا عایق فاصلهٔ کمی داشته باشد باید لبهٔ عایق را با تیغه اره، مطابق شکل (۲۰-۴) پایین‌تر برده شود.



شکل ۴.۲۰ تصحیح عمق شیار

۳ـ زغالها از نظر سائیدگی یا شکستگی یا کثیف بودن بررسی کرده و در صورتی که لبهٔ زغال با سطح کلکتور مطابقت نداشته باشد، با قراردادن یک سنباده بین زغال و کلکتور آنرا به اندازهٔ کافی سائیده و در صورت شکستگی یا کوتاه شدن زغال، تعویض گردد.

۴ـ فنر زغالها را از نظر نیروی آنها کنترل شود. اگر نیروی فنرها بیش از حد باشد باعث استهلاک سریع زغالها و اگر کمتر از حد لازم باشد اتصال بین زغال و کلکتور ضعیف شده، باعث جرقه زدن و سوختن کلکتور می‌شود اگر آثار سوختگی کلکتور یا تمام شدن سریع زغال مشاهده شود، فنر زغال باید تعویض گردد.

۵ـ اگر لقی بین آرمیچر و یاتاقانها بیش از حد باشد، باید یاتاقانها تعویض گردند.

۶ـ پروانه‌های پنکه از نظر تاب داشتن بررسی شود. چون ممکن است با بدنه و دینام یا با تسمه برخورد کند.

۳ـ۷ـ۲ـ۴ـ آزمایشات نهایی

این آزمایشات شامل پلاریزه کردن و آزمایش موتوری می‌باشد.

۱ـ۳ـ۷ـ۲ـ۴ـ پلاریزه کردن دینام

پس از جمع کردن دینام بهتر است پسماند مغناطیسی (آهنربای اولیه) در بالشتک‌ها ایجاد شود. چون ممکن است در اثر تعمیر، خاصیت مغناطیسی آنها از بین رفته باشد. برای این کار کافی است که در دینام اتصال داخل مثبت باتری را به ترمینال F و منفی باتری به بدنهٔ دینام برای یک لحظه اتصال داده

شود. و در دینام اتصال خارج مثبت باتری را به ترمینال D و منفی باتری برای یک لحظه به ترمینال F اتصال داده شود. جرقهٔ بنفش حاصل، نشان‌دهندهٔ بوجود آمدن پسماند در قطبین دینام است. این عمل را پلاریزه کردن دینام می‌گویند.

۲ـ۳ـ۷ـ۴ـ۴ـآزمایش موتوری

برای این کار باید به دینام برق داد تا آرمیچر آن بچرخد. چرخش آرمیچر نشانهٔ صحت دینام می‌باشد. نحوهٔ آزمایش مطابق مراحل زیر می‌باشد.

۱ـ ابتدا منفی باتری به بدنهٔ دینام متصل شود.

۲ـ سپس مثبت به ترمینال D دینام وصل شود.

۳ـ در دینام اتصال داخل ترمینال F به ترمینال D متصل شود.

۴ـ در دینام اتصال خارج ترمینال F به بدنهٔ دینام متصل شود.

۵ـ۴ـ آفتامات الکترومکانیکی (محافظ مولد و مصرف کننده)

۱ـ۵ـ۴ـ وظیفهٔ آفتامات

همانطور که قبلاً گفته شد، آفتامات‌ها برای کنترل ولتاژ و جریان تولیدی استفاده می‌شوند و با این عمل از صدمه دیدن و سوختن مولد برق و مصرف کننده‌ها جلوگیری می‌شود و همچنین رابطی میان باتری و دینام می‌باشد هنگامی که دور موتور بالا رود ولتاژ برق تولیدی در دینام زیاد می‌شود. این افزایش اگر از حدی بیشتر شود باعث سوختن مصرف کننده‌ها یا آسیب دیدن آنها می‌شود. بعلاوه اگر تعداد مصرف کننده‌های خودرو در یک لحظه زیاد شود، جریان (آمپر) زیادی از دینام کشیده می‌شود که این عمل موجب آسیب دیدن دینام می‌گردد. همچنین اگر وقتی که دور موتور پایین می‌باشد یا موتور خاموش است، دینام به باتری متصل شود. جریان برق از باتری به دینام می‌رود که این عمل مطلوب نیست و باعث سوختن دینام می‌شود. بنابراین برای جلوگیری از موارد گفته شده از وسیله‌ای به نام آفتامات یا رگلاتور استفاده می‌گردد.

بطور خلاصه آفتامات باید اهداف زیر را برآورده سازد.

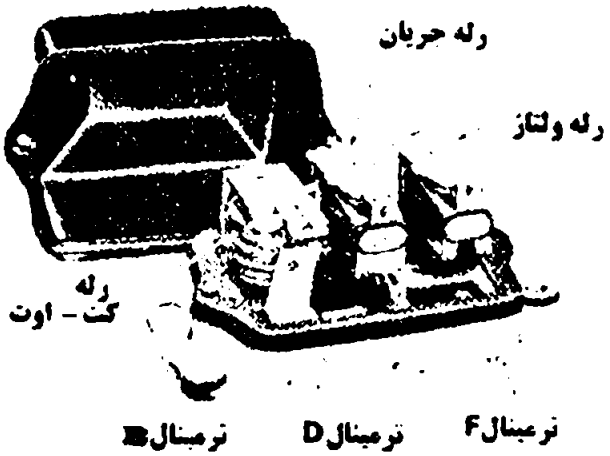
۱ـ کنترل مقدار ولتاژ تولیدی برای محافظت از مصرف کننده‌ها.

۲ـ کنترل مقدار جریان مصرفی برای محافظت از دینام.

۳ـ اجازهٔ شارژ باتری و جلوگیری از ورود جریان باتری به دینام در موقع خاموش بودن موتور.

آفتامات‌های مورد استفاده در دینام‌ها معمولاً شامل ۳ رله می‌باشد، هر یک از رله‌ها یکی از وظایف

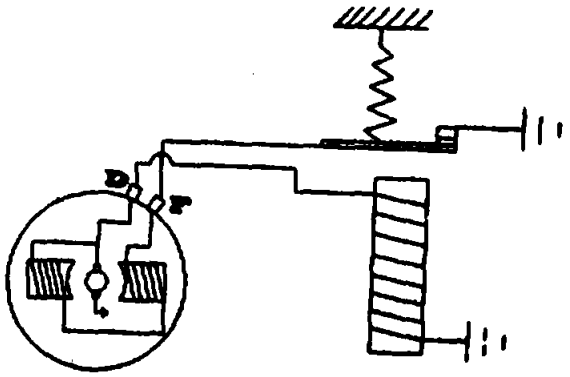
آفتامات را انجام می‌دهد. به رله‌ای که ولتاژ تولیدی را کنترل می‌کند، رلهٔ ولتاژ[1] می‌گویند. رله‌ای که جریان را کنترل می‌کند، رلهٔ جریان[2] (آمپر) می‌نامند و رله‌ای که در زمان بیشتر بودن ولتاژ دینام از باتری، عمل کرده، اجازه شارژ به باتری را می‌دهد رلهٔ کت ـ اوت[3] می‌نامند. شکل (۴ـ۲۱) آفتامات دینام و رله‌های آن را نشان می‌دهد.



شکل ۴ـ۲۱ـ آفتامات دینام

۱ـ۱ـ۵ـ۴ـ چگونه یک رله، ولتاژ تولیدی دینام را کنترل می‌کند

با توجه به شکل (۴ـ۲۲) هنگامی که موتور خودرو روشن شد و دینام، برق تولید کرد، برق از ترمینال D دینام خارج می‌شود و وارد سیم‌پیچ رله می‌شود. وقتی دور موتور بالا رفت، ولتاژ تولیدی دینام بیشتر می‌شود، در نتیجه نیروی مغناطیسی سیم‌پیچ رله بیشتر می‌شود تا هنگامی که این نیرو از نیروی فنر کمتر است، پلاتین در محل خود باقی می‌ماند. جریانی که از بالشتک‌ها می‌گذرد از ترمینال F دینام خارج شده، توسط پلاتین به بدنه می‌رود.



شکل ۴ـ۲۲ـ تنظیم ولتاژ توسط رله

1- *Voltage relay (regulator)*
2- *Current relay*
3- *Cut - Out relay*

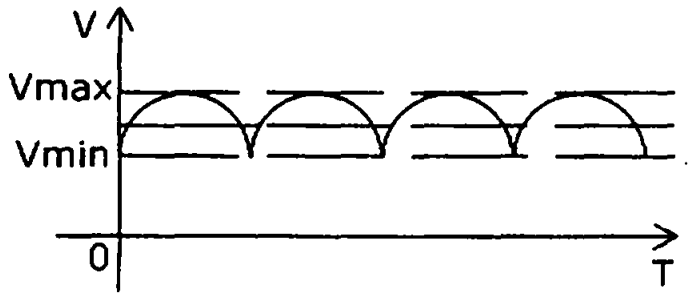
وقتی برق تولیدی دینام بیشتر شد نیروی مغناطیسی رله بر نیروی فنر غلبه می‌کند و پلاتین را به سمت خود می‌کشد. در نتیجه برق بالشتک‌ها قطع می‌شود (چون نمی‌تواند به بدنه برسد). به همین دلیل قدرت آهنربایی بالشتک‌های دینام بسیار کم شده، ولتاژ تولیدی به شدت کاهش می‌یابد. ولتاژ کاهش یافته نمی‌تواند نیروی کافی برای غلبه بر فنر رله ایجاد کند. در نتیجه فنر پلاتین را به جای اولیه خود برمی‌گرداند. در این هنگام مدار بالشتک‌ها کامل شده دوباره قدرت آهنربایی بالشتک‌ها افزایش و ولتاژ تولیدی نیز بیشتر می‌شود. این عمل مرتباً تکرار می‌شود و ولتاژ خروجی دینام از حد معینی بالاتر نمی‌رود.

آنچه در مورد نحوهٔ عملکرد رله برای کنترل ولتاژ گفته شد، در مورد کنترل جریان نیز صدق می‌کند.

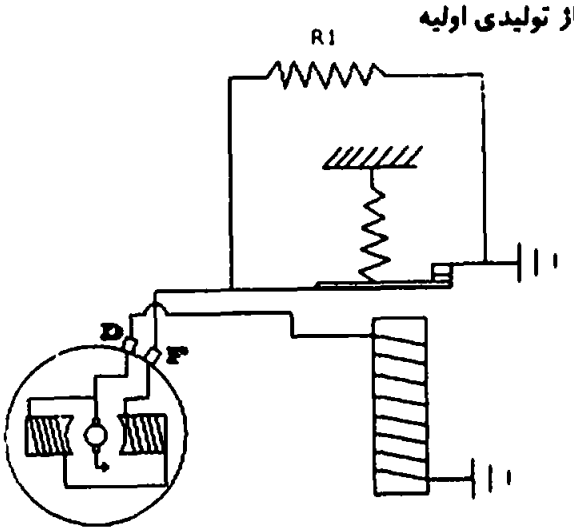
۲ـ۱ـ۵ـ۴ـ روش‌هایی جهت بهبود عملکرد رلهٔ ولتاژ و جریان

۱ـ۲ـ۱ـ۵ـ۴ـ استفاده از یک مقاومت موازی با پلاتین

هنگامی که پلاتین در اثر نیروی آهنربایی پایین می‌آید. جریانی که برق بالشتک‌ها را تأمین می‌کند قطع می‌شود. در نتیجه دینام در چند لحظه (هرچند کوتاه) جریان کمی تولید می‌کند. منحنی ولتاژ برق نسبت به زمان پس از کنترل به صورت شکل (۴ـ۲۳) خواهد بود.



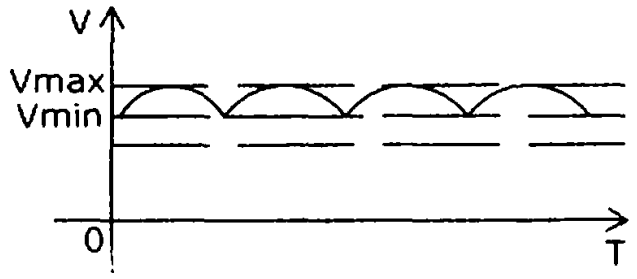
شکل ۴ـ۲۳ـ نمودار ولتاژ تولیدی اولیه



شکل ۴ـ۲۴ـ نحوهٔ استفاده از مقاومت موازی با پلاتین در رلهٔ ولتاژ و جریان آفتامات

همانطور که ملاحظه می‌شود، این تغییرات بسیار زیاد می‌باشد و برای مصرف کننده‌ها ایجاد مشکل می‌کند (مثلاً در لامپ‌ها، شدت نور کم و زیاد می‌شود) برای کاهش نوسانات و کاهش دامنهٔ نوسانات ولتاژ مطابق شکل (۴ـ۲۴) مقاومتی به صورت موازی با پلاتین قرار می‌دهند. که به آن مقاومت تعدیل کننده می‌گویند.

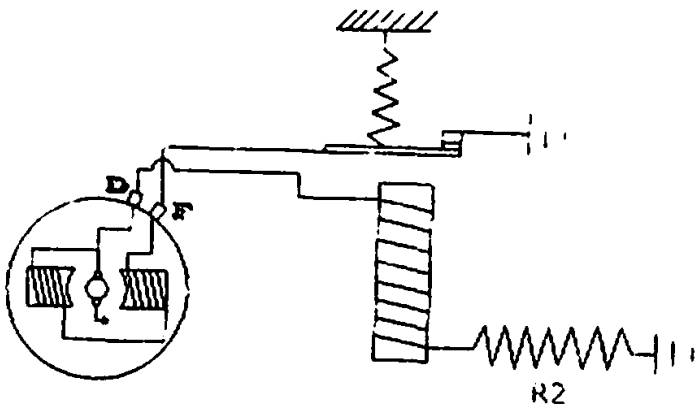
وقتی پلاتین در اثر نیروی مغناطیسی رله، به سمت رله کشیده شد جریان برق پس از عبور از مقاومت، R_1 به بدنه می‌رود. در نتیجه، جریان برق بالشتک‌ها کاملاً قطع نمی‌شود و جریان تولیدی دینام به شدت کاهش نمی‌یابد. در این حالت ولتاژ، نوسانات کمتری خواهد داشت. شکل (۴ـ۲۵) این موضوع را نشان می‌دهد.



شکل ۴ـ۲۵ـ ولتاژ تولیدی دینام پس از استفاده از مقاومت موازی در رلهٔ ولتاژ آفتامات

۲ـ۲ـ۱ـ۵ـ۴ـ استفاده از مقاومت سری با سیم‌پیچ رله

نیروی مغناطیسی تولید شده در سیم‌پیچ رله، بستگی به ولتاژ برق عبوری و طول سیم دارد. برای ایجاد نیروی بیشتر از فنر باید طول سیم پیچ زیادتر شود. حرارت تولیدی در سیم‌پیچ نیز بیشتر می‌شود. دمای زیاد عاملی مقاوم در برابر عبور جریان است بنابراین پس از مدتی، عملکرد رله مربوطه افت می‌کند. برای جلوگیری از این عمل، بجای اینکه طول سیم زیاد گردد، مقاومتی با رله سری می‌گردد. در حقیقت این مقاومت جبران کمبود تعداد حلقه‌ها و طول سیم سیم‌پیچ را می‌کند. شکل (۴ـ۲۶) این مقاومت جبران کننده را نشان می‌دهد.



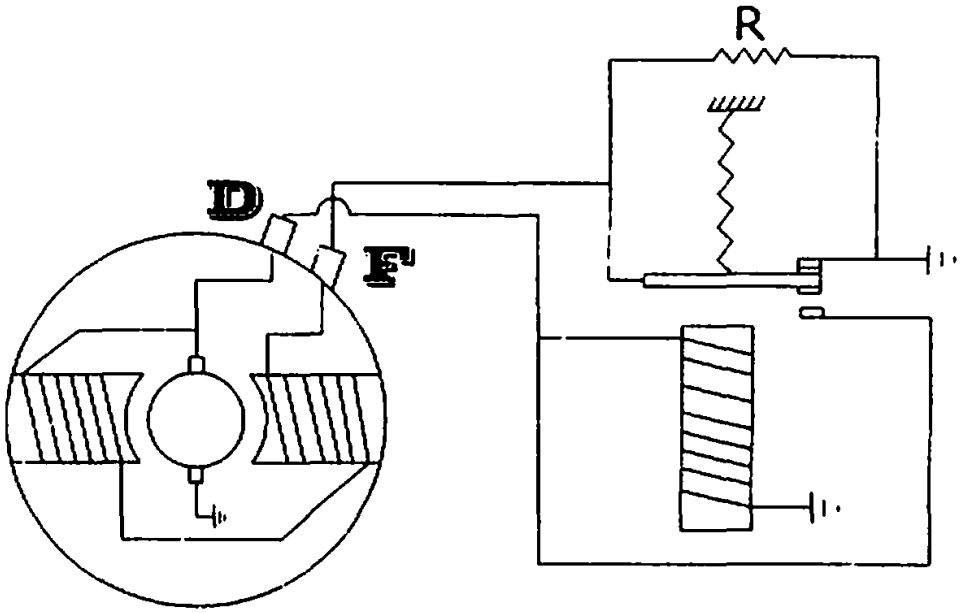
شکل ۴ـ۲۶ـ مقاومت سری با سیم‌پیچ

۳ـ۲ـ۱ـ۵ـ۴ـاستفاده از رله‌های دو کنتاکت

در خودروهای سنگین یا نیمه‌سنگین یا خودروهایی که جریان مصرفی الکتریسیته زیادی دارند. با قطع و وصل پلاتین، مقاومت وارد یا خارج از مدار می‌شود که این عمل باعث القای ولتاژ در مدار بلشتک‌ها می‌گردد. این ولتاژ القایی اضافی ممکن است باعث سوختن پلاتین شود. برای جلوگیری از این عمل از یک مجموعه با دو پلاتین استفاده می‌شود، که به آن رلهٔ دو کنتاکت نیز می‌گویند. شکل (۴ـ۲۷) این نوع رله را نشان می‌دهد.

در دورهای پایین جریان قطعها توسط پلاتین به بدنه رفته و ولتاژ افزایش می‌یابد. وقتی دور موتور بالاتر برود نیروی مغناطیس سیم‌پیچ رله بیشتر می‌شود و پلاتین را به سمت خود می‌کشد ابتدا صفحهٔ پلاتین از کنتاکت بالایی جدا می‌شود و جریان توسط مقاومت به بدنه می‌رود. مقدار این مقاومت نسبت به مقاومت موازی با پلاتین که در بخش (۱ـ۲ـ۱ـ۵ـ۴) گفته شد کمتر می‌باشد و این عمل باعث می‌شود که با زیاد شدن دور موتور، باز هم ولتاژ افزایش یابد.

بعد از اینکه ولتاژ تولیدی دینام بیشتر شد، کنتاکت وسطی به کنتاکت پائین متصل می‌شود یعنی ترمینال D به ترمینال F متصل می‌گردد چون D و F به دو سر قطب‌های دینام متصلند، برای یک لحظه ولتاژ به صفر می‌رسد و در نتیجه میدان مغناطیسی رله کم شده، صفحه پلاتین به حالت اولیه خود برمی‌گردد. این عمل از تولید ولتاژ زیاد توسط دینام جلوگیری می‌کند.



شکل ۴ـ۲۷ـ رلهٔ دوکنتاکت

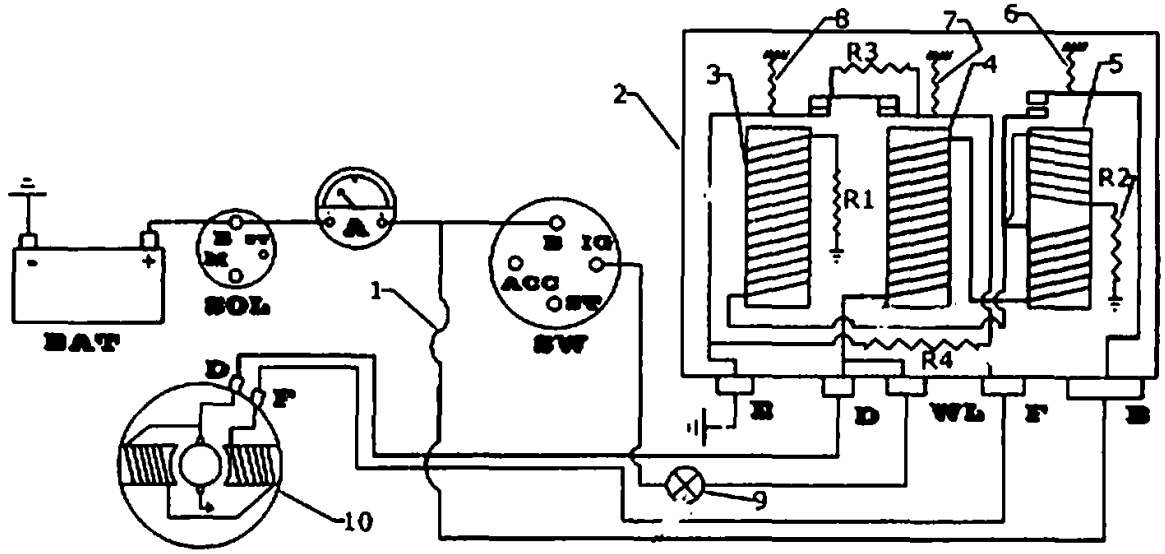
۳ـ۱ـ۵ـ۴ـعملکرد یک آفتامات کامل

همانطور که گفته شد یک آفتامات شامل ۳ رلهٔ ولتاژ، جریان و قطع و وصل است. شکل (۴ـ۲۸) مدار

کامل شارژ در دینام اتصال خارج را نشان می‌دهد.

۱ـ۳ـ۱ـ۵ـ۴ـرله ولتاژ

جریان تولیدی از ترمینال D دینام خارج شده، وارد ترمینال D آفتامات می‌گردد و پس از عبور از رلهٔ جریان و قسمتی از رله قطع و وصل، وارد رلهٔ ولتاژ شده اگر ولتاژ زیاد شود، توسط پلاتین رله ولتاژ ارتباط بین بالشتک‌ها و بدنه قطع شده مقدار ولتاژ کاهش می‌یابد. با کاهش ولتاژ نیروی مغناطیسی کمتر شده، پلاتین مجدداً متصل می‌گردد. دقت کنید که رلهٔ ولتاژ نسبت به سیم‌پیچ‌های رلهٔ قطع و وصل به صورت موازی قرار گرفته است به نحوی که ولتاژ خروجی از دینام و آفتامات روی این رله تأثیر گذاشته و این رله نسبت به ولتاژ حساس شده و نهایتاً ولتاژ دینام را کنترل می‌کند.



شکل ۲۸ـ۴ـ آفتامات مربوط به دینام اتصال بدنهٔ خارج

۱ ـ فیوز
۲ـ آفتامات
۳ ـ رلهٔ ولتاژ
۴ ـ رلهٔ جریان
R_1 و R_2 مقاومت‌های جبران کننده
۵ ـ رلهٔ قطع و وصل
۶ و ۷ و ۸ ـ فنر
۹ ـ لامپ شارژ
۱۰ ـ دینام
R_3 و R_4 مقاومت‌های تعدیل‌کننده

۲ـ۳ـ۱ـ۵ـ۴ـرلهٔ جریان (آمپر)

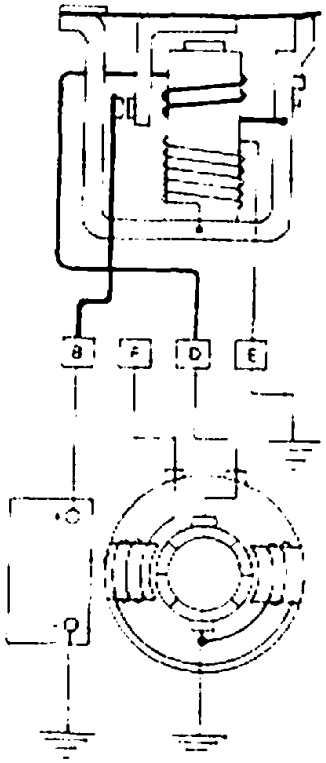
تمام جریان مصرفی از این رله عبور می‌کند. نحوهٔ عملکرد آن مانند رلهٔ ولتاژ می‌باشد. اگر جریان مصرفی در مجموعهٔ مصرف کننده‌ها زیادتر شود، اتصال بدنهٔ قطب‌های دینام قطع می‌شود و به دینام فشاری وارد نمی‌شود. پس از کاهش جریان مصرفی، پلاتین به محل خود بازگشته ارتباط برقرار می‌گردد.

سیم مورد استفاده در رلهٔ جریان نسبت به رلهٔ ولتاژ ضخیم‌تر می‌باشد. دقت کنید که رلهٔ جریان

نسبت به سیم‌پیچ کلفت رلهٔ قطع و وصل به صورت سری قرار گرفته است و بنابراین هر مقدار جریانی که از رلهٔ قطع و وصل عبور کند از رلهٔ جریان نیز عبور می‌کند و عبور این جریان از رلهٔ جریان باعث عملکرد این رله و در نتیجه کنترل جریان مصرفی مصرف‌کننده شده و از دینام محافظت می‌کند.

۳-۳-۱-۵-۴-رله قطع و وصل (Cut - Out)

هنگام خاموش بودن موتور و در ابتدای کار موتور، ولتاژ تولیدی دینام کمتر از ولتاژ باتری است. اگر بین باتری و دینام ارتباط برقرار شود، جریان از باتری به دینام می‌رود اما این عمل باعث تخلیهٔ باتری و آسیب دیدن دینام می‌گردد.



شکل ۲۹-۴- عملکرد رله قطع و وصل

بنابراین تا وقتی که ولتاژ دینام بیشتر از ولتاژ باتری نشده، نباید بین این دو قسمت ارتباطی برقرار شود. این رله همانطور که در شکل (۲۹-۴) نشان داده شده دارای دو سیم‌پیچ می‌باشد. یکی با سیم نازک و دیگری با سیم ضخیم، جهت سیم‌پیچی این دو مخالف یکدیگر است. پس از اینکه ولتاژ دینام به حد کافی زیاد شد، پلاتین وصل می‌شود و جریان تولیدی از دینام توسط ترمینال B آفتامات به سمت باتری و سایر مصرف کننده‌ها می‌رود.

نکته ۱: دلیل خلاف جهت بودن سیم‌پیچ‌های قطع و وصل این است که، اگر در زمان کم بودن ولتاژ تولیدی دینام نسبت به ولتاژ باتری، به دلیلی پلاتین رله گت ـ اوت وصل باشد (مثلاً چسبیده باشد). پس از عبور جریان باتری از سیم‌پیچ ضخیم‌تر، رله برعکس عمل کرده و باعث قطع شدن پلاتین شود و جریان وارد دینام نشود.

نکته ۲: رلهٔ قطع و وصل برخلاف رلهٔ ولتاژ و جریان در حالت عادی قطع می‌باشد.

۴ـ۱ـ۵ـ۴ـ چراغ شارژ و عملکرد آن

وظیفهٔ چراغ شارژ، نشان دادن صحت عملکرد مدار شارژ می‌باشد. چراغ شارژ بین ترمینال IG سوئیچ اصلی و ترمینال WL یا D آفتامات قرار دارد.

تشریح عملکرد چراغ شارژ مطابق شکل (۴ـ۲۸) به صورت زیر می‌باشد.

در هنگام استارت زدن جریانی از مثبت باتری وارد اتومات استارت، آمپرمتر و سپس B سوئیچ اصلی می‌گردد. آنگاه جریان وارد ترمینال IG سوئیچ شده از چراغ شارژ عبور می‌کند و وارد ترمینال WL و D و سپس با عبور از سیم‌پیچ رله‌های جریان، قطع و وصل و ولتاژ به بدنه می‌رود. در نتیجه چراغ شارژ روشن می‌شود. پس از اینکه جریان تولیدی در دینام بیشتر از باتری شد. پلاتین رلهٔ قطع و وصل، متصل شده و ولتاژ دینام به سمت آمپرمتر می‌رود. با توجه به بیشتر بودن مقدار ولتاژ دینام از باتری جریان از باتری قطع می‌گردد و برق دینام از طریق سوئیچ به چراغ شارژ می‌رسد. در این هنگام ولتاژ دو سر چراغ شارژ یکسان شده در نتیجه چراغ شارژ خاموش می‌گردد.

۵ـ۱ـ۵ـ۴ـ تنظیم آفتامات الکترومکانیکی

آفتامات‌های الکترومکانیکی قابل تنظیم می‌باشند، تنظیم آن بوسیلهٔ افزایش یا کاهش نیروی فنری است که بر روی پلاتین قراردارد. قبل از تنظیم آفتامات لازم است قسمت‌های زیر کنترل گردد.

۱ـ تسمه پروانه از نظر کشش

۲ـ باتری از نظر شارژ بودن

۳ـ اتصال کامل کابل‌های رابط در مدار

۴ـ سالم بودن دینام

۱ـ۵ـ۱ـ۵ـ۴ـ تنظیم رلهٔ ولتاژ

مطابق شکل (۴ـ۲۸) رلهٔ ولتاژ به صورت زیر تنظیم می‌گردد:

۱ـ فیش ترمینال B از آفتامات جدا شود.

۲ـ مولتی متر را روی وضعیت اندازه‌گیری ولتاژ DC قرار داده و سیم قرمز را به ترمینال D و سیم مشکی به بدنه متصل شود.

۳ـ دور موتور در حدود ۳۰۰۰ دور بر دقیقه رسانده شود.

۴ـ ولتاژ طوری تنظیم شود که در ۳۰۰۰ دور بر دقیقه بیش از ۱۵ ولت نباشد.

۵ـ اگر ولتاژ کم است نیروی فنر زیاد و اگر ولتاژ زیاد است نیروی فنر کم گردد. (بوسیلهٔ خم و راست کردن فنر پلاتین)

۲ـ۵ـ۱ـ۵ـ۴ـ تنظیم رلهٔ جریان

این تنظیم باید در هنگامی انجام شود که مصرف‌کننده‌ها روشن باشند (مخصوصاً مصرف‌کننده‌هایی مانند چراغهای جلو)

۱ـ با گیرهٔ سوسماری پلاتین رلهٔ ولتاژ را در حالت وصل نگه داشته تا از باز شدن آن جلوگیری شود.

۲ـ فیش B از ترمینال آفتامات جدا گردد.

۳ـ مولتی متر را در وضعیت اندازه‌گیری آمپر قرار داده و سیم قرمز را به ترمینال B آفتامات و سیم مشکی به فیش B متصل گردد.

۴ـ دور موتور در حدود ۴۰۰۰ دور بر دقیقه قرار گیرد.

۵ـ اگر جریان مصرفی از حدود ۲۲ آمپر تجاوز کرد، نیروی فنر کاهش و اگر کمتر از ۲۲ آمپر است نیروی فنر افزایش داده شود.

۳ـ۵ـ۱ـ۵ـ۴ـ تنظیم رلهٔ قطع و وصل

این رله باید هم در هنگام قطع شدن و هم هنگام وصل شدن تنظیم شود.

الف ـ حد باز شدن (قطع شدن)

۱ـ فیش B از ترمینال آفتامات جدا گردد

۲ـ مولتی متر را در وضعیت اندازه‌گیری ولتاژ DC قرار داده، سیم قرمز آن به ترمینال D و سیم مشکی به بدنه متصل گردد

۳ـ دور موتور در حدود ۳۰۰۰ دور بر دقیقه قرار گیرد.

۴ـ دور موتور آرام آرام کاهش یابد. در این هنگام به مولتی متر دقت شود.

۵ـ در جایی عقربه ناگهان به صفر می‌رسد. آخرین ولتاژ نشان داده شده قبل از صفر شدن، حد باز شدن پلاتین می‌باشد این ولتاژ باید در حدود ۹ تا ۱۱ ولت باشد. اگر ولتاژ کمتر از حد است، فاصلهٔ دهانهٔ

پلاتین زیاد و اگر بیشتر است فاصلهٔ دهانهٔ پلاتین کم شود. (مطابق شکل (۲۹ ـ۴))

ب ـ حد بسته شدن (وصل شدن)

۱ـ مولتی متر را در وضعیت اندازه‌گیری ولتاژ DC قرار داده، سیم قرمز به ترمینال D و سیم مشکی به بدنه متصل گردد.

۲ـ موتور را روشن کرده و به آرامی دور موتور زیاد گردد.

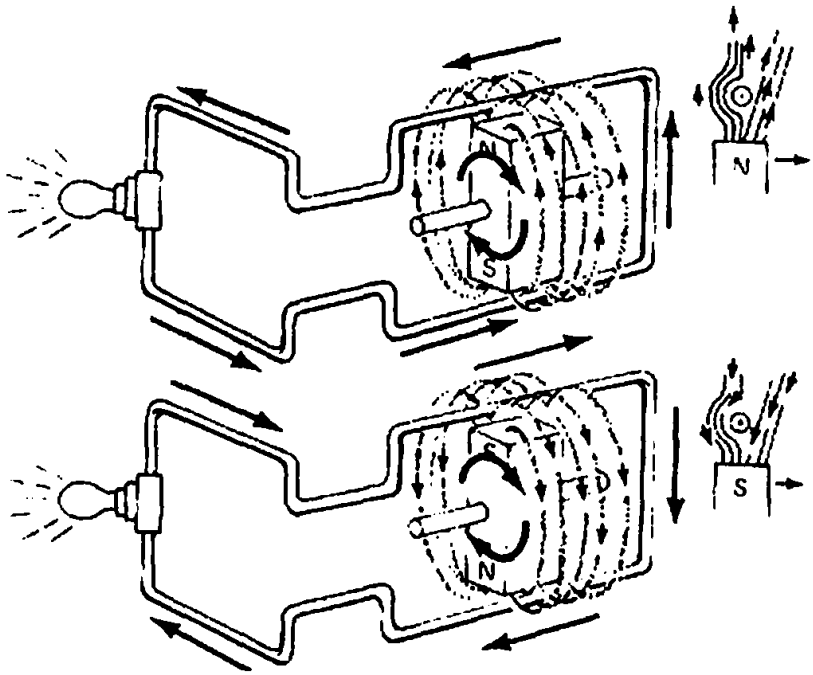
۳ـ عقربهٔ مولتی متر به طور یکنواخت افزایش پیدا می‌کند و در محلی چند لحظه مکث می‌کند. عدد نشان داده شده حد بسته شدن پلاتین می‌باشد.

۴ـ اگر عدد نشان داده شده بیش از ۱۲/۵ تا ۱۳/۵ ولت می‌باشد، کشش فنر کم گردد و اگر کمتر است نیروی فنر زیاد شود. (مطابق شکل (۲۹ ـ۴))

۶ـ۴ـ آلترناتور (Ac generator)

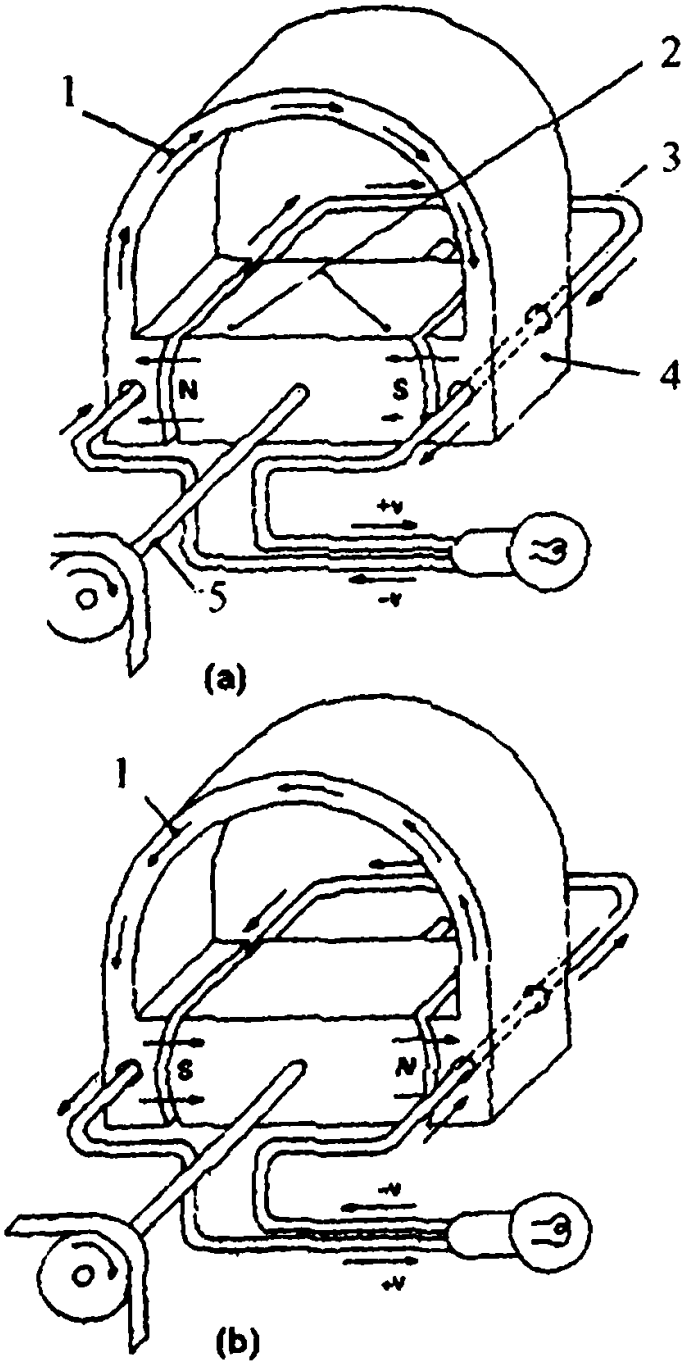
۱ـ۶ـ۴ـ اساس کار آلترناتور

آلترناتورها مولد جریان متناوب می‌باشند. اساس کار آنها شبیه به دینام‌ها می‌باشد با این تفاوت که در دینام‌ها میدان آهنربایی (مغناطیسی) ثابت است و جریان الکتریکی در قسمت متحرک (آرمیچر) بوجود می‌آید، اما در آلترناتورها برعکس می‌باشد بطوری که،میدان آهنربایی (روتور) متحرک است و جریان الکتریکی در قسمت ثابت شده روی بدنهٔ آلترناتور که استاتور نام دارد تولید می‌شود.



شکل ۳۰ـ۴ـ نحوهٔ تولید جریان در سیم استاتور

شکل (۴ـ۳۰) چگونگی تولید جریان برق در آلترناتور را نشان می‌دهد، همانطور که ملاحظه می‌گردد بسته به اینکه کدام قطب آهنربایی در مقابل سیم پاشد، جهت جریان تولیدی در سیم نیز متفاوت خواهد بود. (با توجه به قانون دست راست در مولدها) شکل (۴ـ۳۱) تصویر کاملتری از اجزاء آلترناتور ساده و نحوهٔ تولید جریان برق در آن را نشان می‌دهد.



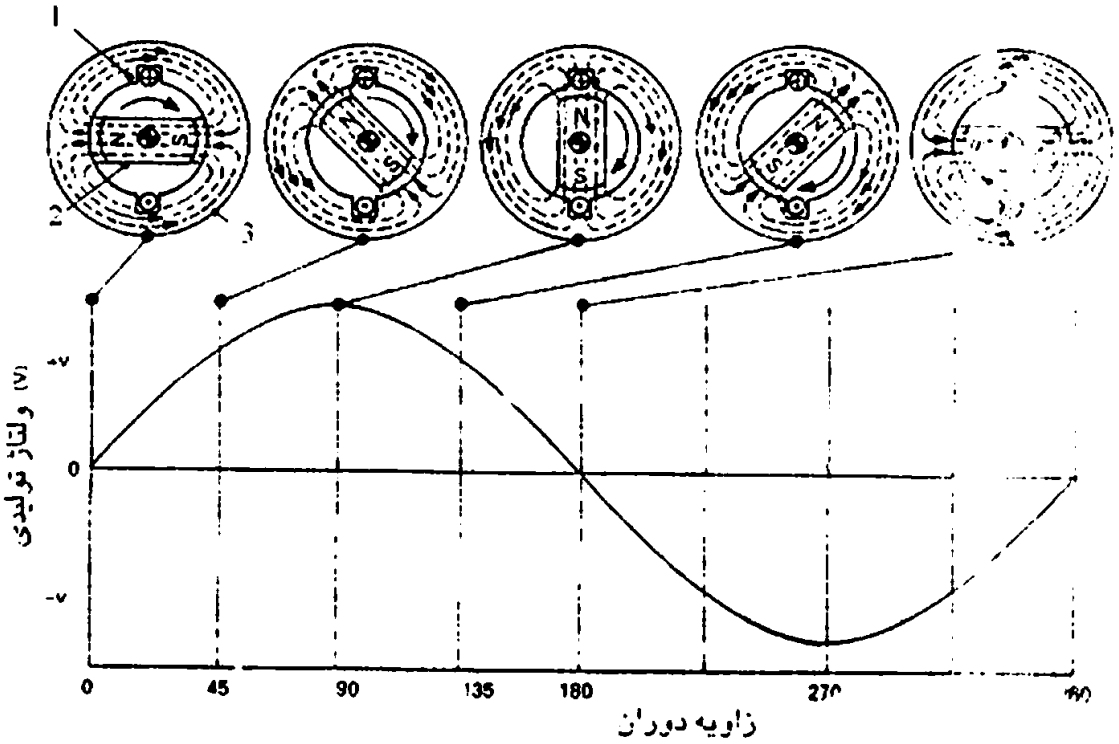
شکل ۴ـ۳۱ـ عملکرد آلترناتور ساده

۱ ـ جهت خطوط نیروی مغناطیسی در استاتور ۲ ـ روتور ۳ ـ قاب سیم در استاتور
۴ ـ استاتور ۵ ـ محور دوران روتور

در قسمت (الف) شکل (۴-۳۱) آهنربایی را نشان می‌دهد که در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد و قطب شمال آن در سمت چپ و قطب جنوب آن در سمت راست قرار گرفته است، در نتیجه خطوط قوای مغناطیسی در داخل استاتور از سمت قطب شمال به سمت قطب جنوب و یا در جهت عقربه‌های ساعت حرکت می‌کنند.

این خطوط قوای مغناطیسی توسط سیم‌هایی که از داخل استاتور گذشته است قطع می‌شوند. این عمل باعث می‌شود که جریان الکتریکی در جهت عقربه‌های ساعت در سیم پیچ تولید شود. حال اگر آهنربا نیم دور بچرخد، محل قرار گرفتن قطبین آهنربا تغییر خواهد کرد. بطوری که قطب شمال آهنربا مطابق شکل (۴-۳۱) حالت h در سمت راست و قطب جنوب در سمت چپ قرار خواهد گرفت. بر همین اساس جهت خطوط قوای مغناطیسی در استاتور از سمت راست به چپ یعنی خلاف جهت عقربه‌های ساعت خواهد بود، در نتیجه جهت جریان تولید شده در سیم برعکس خواهدبود. چرخیدن مداوم آهنربا باعث می‌شود، ولتاژ تولیدی در سیم از بیشترین حد مثبت به بیشترین حد منفی تغییر کند. نحوهٔ این تغییر در شکل (۴-۳۲) نشان داده شده است.

اگر از یک سیم برای سیم پیچی استاتور استفاده شود، آلترناتور برق تک فاز و اگر از ۳ سیم استفاده شود آلترناتور برق ۳ فاز تولید خواهدکرد.



شکل ۴-۳۲. نمودار تولید جریان متناوب در یک دور چرخش روتور

۱. فاز سیم ۲. روتور ۳. استاتور

۲ـ۶ـ۴ـ مزایای آلترناتور

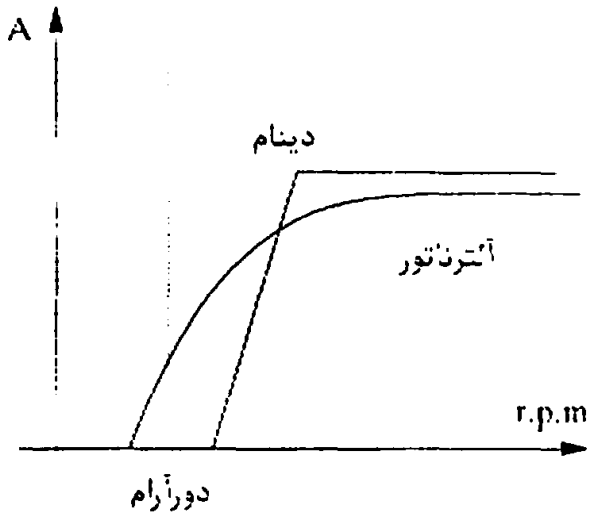
تقریباً تمام اتومبیل‌های امروزی بجای دینام، از آلترناتور استفاده می‌کنند. دلایل این جایگزینی عبارتند از:

۱ـ احتیاج کمتر به سرویس و نگهداری

۲ـ استفاده از آفتامات‌های الکترونیکی (ترانزیستوری) که نسبت به نوع الکترومکانیکی دقیقتر عمل کرده و کمتر خراب می‌شوند.

۳ـ مقدار جریان تولیدی در دورهای پایین نسبت به دینام بیشتر است. شکل (۴ـ۳۳) این مطلب را نشان می‌دهد.

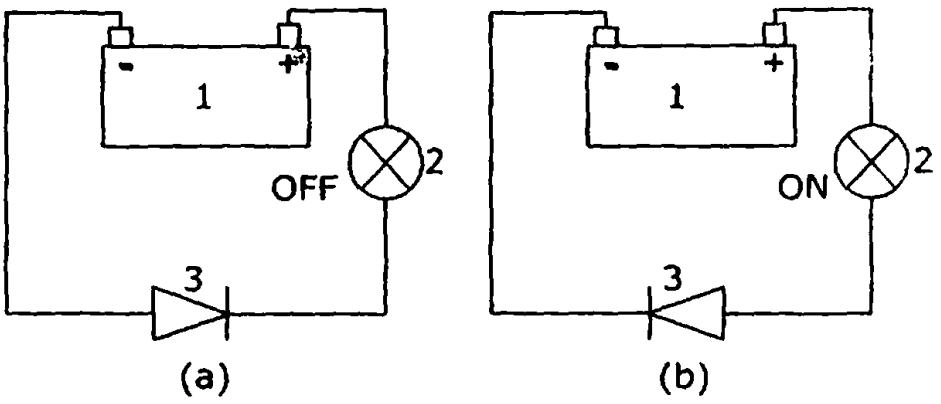
۴ـ دارای وزن کمتری نسبت به دینام می‌باشد.



شکل ۳۳ـ۴ـ منحنی تولید جریان در دینام و آلترناتور

۳ـ۶ـ۴ـ یکسوسازی جریان

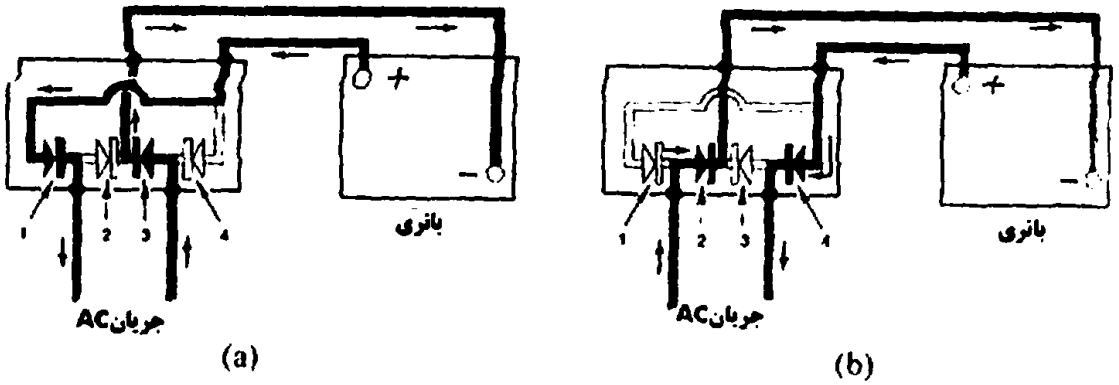
همانطور که ملاحظه گردید جریان تولیدی در آلترناتور متناوب می‌باشد و از قبل گفته شد تمامی مصرف کننده‌های برق در خودرو با جریان مستقیم کار می‌کنند. بنابراین لازم است که ولتاژ متناوب تولیدی در آلترناتور به ولتاژ مستقیم تبدیل شود این عمل با استفاده از چند دیود[۱] انجام می‌شود. دیودها در حقیقت نوعی نیمه هادی می‌باشند که مانند شیر یک طرفه عمل می‌کنند به این معنی که جریان برق را از یک طرف عبور می‌دهند اما اگر جهت جریان برعکس شود، اجازه عبور به جریان را نمی‌دهند. دیودها را با شکل ——▷|—— نشان می‌دهند که نوک فلش جهت عبور جریان را نشان می‌دهد. شکل (۴ـ۳۴) عملکرد دیود را نشان می‌دهد.



شکل ۴.۳۴ـ عملکرد دیود

۱ ـ باتری ۲ ـ لامپ یا هر مصرف‌کنندهٔ دیگر ۳ ـ دیود

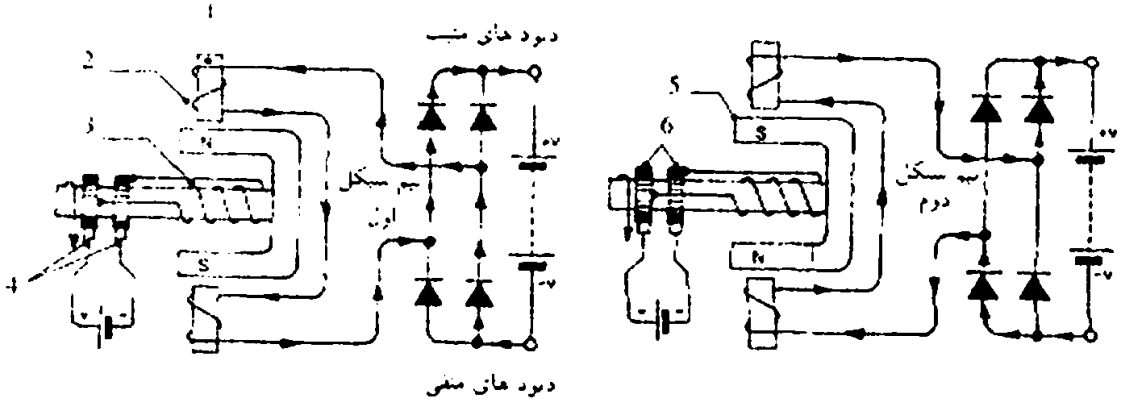
مطابق شکل (۴ـ۳۴)، در حالت a، دیود اجازهٔ عبور جریان را نمی‌دهد در صورتیکه در حالت b، دیود اجازهٔ عبور جریان را می‌دهد.



شکل ۴.۳۵ـ نحوهٔ یکسو سازی جریان برق تک فاز

در شکل (۴ـ۳۵) حالت a جریان از سیم سمت راست وارد صفحه دیودها می‌گردد. چون نمی‌تواند از دیود ۴ عبور کند. از سمت دیود ۳ به طرف منفی باتری می‌رود. و پس از عبور از داخل باتری، از قطب مثبت باتری خارج شده به سمت دیود ۱ می‌رود. و از سیم سمت چپ خارج می‌گردد. اگر جهت تولید جریان در سیمهای برق متناوب تغییر کند، شکل (۴ـ۳۵) حالت b اتفاق می‌افتد در این حالت جریان از سیم سمت چپ وارد دیود ۲ شده به سمت قطب منفی باتری می‌رود. سپس از قطب مثبت به سمت صفحه دیود می‌رود و چون نمی‌تواند وارد دیود ۱ گردد از طریق دیود ۴ به سیم سمت راست می‌رود در نتیجه جریان با استفاده ۲ دیود یکسو می‌شود. دقت کنید که در این حالت سیم سمت راست به دیود ۴ وصل است پس جریان از قطب باتری به سمت دیود ۴ می‌رود و به سمت دیود ۱ نمی‌رود.

معمولاً برای هر فاز به حداقل ۲ دیود برای یکسوسازی آن احتیاج است. مثلاً برای آلترناتورهای تک فاز، حداقل ۲ دیود و آلترناتورهای ۳ فاز، حداقل ۶ دیود برای یکسوسازی لازم است. به قسمتی که دیودها روی آن نصب می‌شوند، صفحه دیود یا رکتی فایر می‌گویند در شکل (۴ـ۳۶) نحوهٔ یکسو کردن جریان تک فاز با استفاده از ۴ دیود نشان داده شده است.



شکل ۴ـ۳۶ـ نحوهٔ یکسوسازی جریان تک فاز با استفاده از ۴ دیود

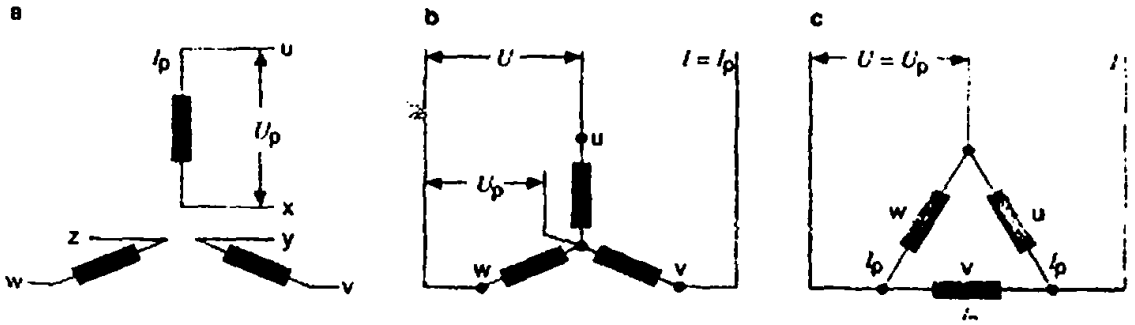
۱ـ استاتور
۲ ـ سیم‌پیچ استاتور
۳ـ سیم‌پیچ روتور
۴ ـ زغالها
۵ ـ قطب‌های روتور
۶ ـ حلقه‌های مسی روتور (که وظیفهٔ انتقال جریان برق به سیم‌پیچ روتور را بر عهده دارند)

۴ـ۶ـ۴ـ نحوهٔ اتصال سیم‌پیچها در استاتور آلترناتور ۳ فاز

در آلترناتورهای ۳ فاز از ۳ رشته سیم جدا از هم استفاده می‌شود. اگر تمام انتهای سیم‌پیچها به هم متصل باشدآلترناتور ۳ فاز از نوع ستاره[1] و اگر ابتدای یک سیم پیچ به انتهای دیگری متصل شود، آلترناتور را از نوع مثلث[2] می‌گویند.

با توجه به شکل (۴ـ۳۷) ملاحظه می‌گردد ولتاژ تولیدی در نوع ستاره $\sqrt{3}$ برابر می‌شود و در نوع مثلث جریان $\sqrt{3}$ برابر می‌شود. در طراحی‌ها اگر بخواهند آلترناتور ولتاژ بیشتری تولید کند، از نوع ستاره و اگر بخواهند جریان (آمپر) بیشتری تولید کند از نوع مثلث استفاده می‌کنند.

1. Star Connection
2. Delta Connection



شکل ۳۷-۴- نحوهٔ اتصال سیم‌پیچ‌های استاتور، در آلترناتور ۳ فاز

a: در حالتی که سیم‌پیچهای استاتور به هم وصل نیستند

b: اتصال سیم‌پیچ‌های استاتور به روش ستاره $U=\sqrt{3}\,U_p$ و $I=I_p$

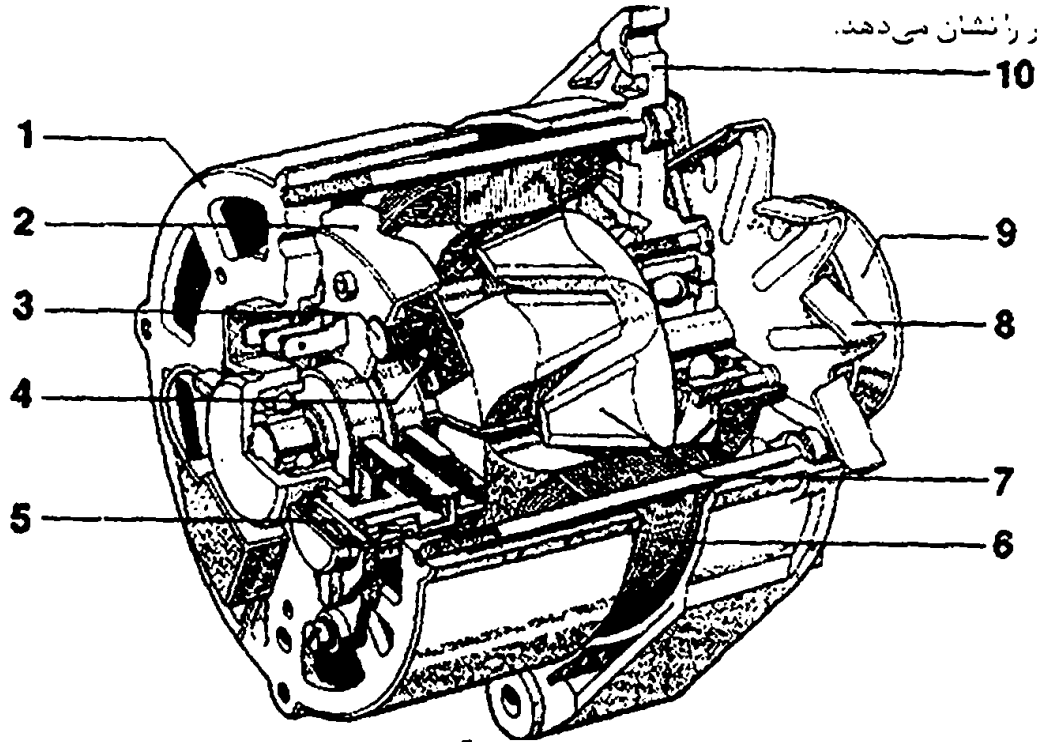
c: اتصال سیم‌پیچهای استاتور به روش مثلث $I=\sqrt{3}\,I_p$ و $U=U_p$

U: ولتاژ آلترناتور U_p: ولتاژ فاز I: شدت جریان آلترناتور I_p: شدت جریان فاز

۵-۶-۴- اجزاء آلترناتور

اجزاء آلترناتور عبارتند از:

بدنه، روتور[1]، استاتور[2]، صفحه دیود (رکتی فایر[3])، زغالها و فنر زغال، پولی و پروانه (پنکه). علاوه بر این اگر آلترناتورها از نوع ترانزیستوری باشد، در داخل آلترناتور قرار دارد. شکل (۳۸-۴) اجزاء آلترناتور را نشان می‌دهد.



شکل ۳۸-۴- اجزاء آلترناتور

۱- بدنهٔ آلترناتور ۲- رکتیفایر ۳- دیود قدرت (دیود یکسو کننده) ۴- دیود تحریک (دیود لامپ شارژ)
۵- آلتهامات ۶- استاتور ۷- روتور ۸- فن ۹- پولی ۱۰- محل اتصال آلترناتور به بدنهٔ موتور

1- *Rotor* 2- *Stator*
3- *Rectifier*

۱ـ۵ـ۶ـ۴ـ بدنهٔ اصلی

تمام قسمت‌های آلترناتور روی آن نصب می‌شوند.

۲ـ۵ـ۶ـ۴ـ روتور

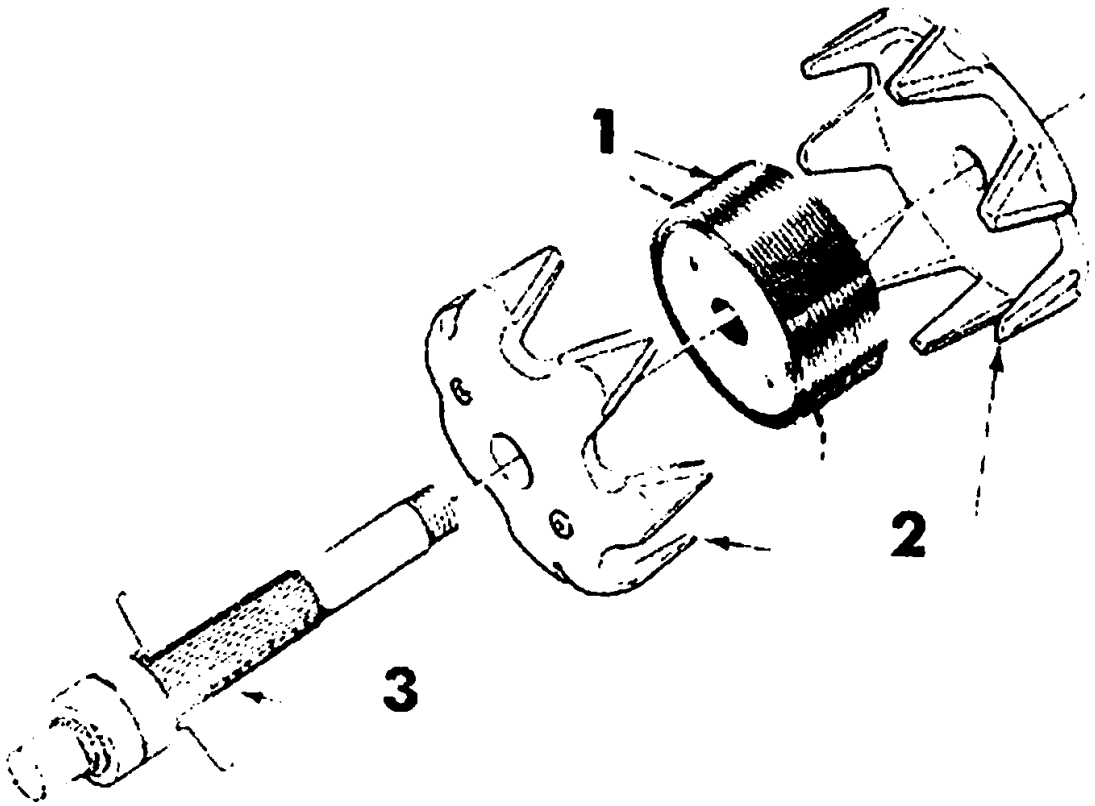
روتور خود شامل یک محور اصلی، دو قطب پنجه ای[1]، یک سیم پیچ و ۲ کلکتور می‌باشد که در شکل (۳۹ ـ ۴) ملاحظه می‌شود.

۱ـ۲ـ۵ـ۶ـ۴ـ محور

قطب‌های پنجه‌ای و سیم پیچ روتور و کلکتور روی آن قرار می‌گیرند. ضرفین شفت در داخل یاتاقان قرار می‌گیرند.

۲ـ۲ـ۵ـ۶ـ۴ـ سیم پیچ روتور

همانطور که در بخش دینام گفته شد، بجای اینکه برای تولید جریان برق از آهنربای دائم استفاده شود، از آهنربای الکتریکی استفاده می‌کنند. آهنربای الکتریکی این مزیت را نسبت به آهنربای دائم دارد که می‌توان آن را در زمان دلخواه قوی‌تر یا ضعیف‌تر کرد و در نتیجه میزان برق خروجی آلترناتور را کنترل نمود.



شکل ۳۹ـ۴ـ روتور آلترناتور

۱ ـ سیم‌پیچ روتور ۲ ـ قطب‌های روتور ۳ـ محور روتور

[1] Pole Pieces

۳ـ۲ـ۵ـ۶ـ۴ـ قطب پنجه‌ای روتور

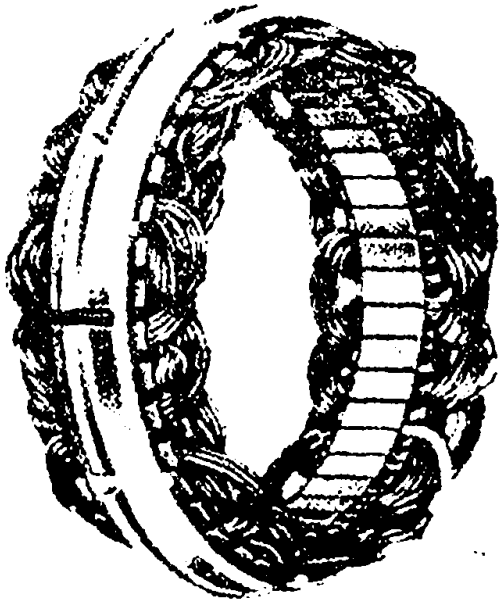
برای تقویت خاصیت آهنربایی از دو قاب فلزی در طرفین سیم پیچ استفاده می‌شود. پس از عبور جریان برق از سیم پیچ، یک طرف سیم پیچ تبدیل به قطب شمال و طرف دیگر قطب جنوب خواهد بود. قطب‌های پنجه‌ای روتور در هر طرف سیم پیچ قرارگیرند، تبدیل به قطب همان طرف می‌شوند پس از نصب این قسمت روی محور روتور قطب‌های شمال و جنوب یکی در میان درکنار هم قرار می‌گیرند

۳ـ۲ـ۵ـ۶ـ۴ـ کلکتور

با توجه به شکل (۴ـ۳۹) برای انتقال جریان برق به سیم پیچ روتور از دو حلقهٔ مسی استفاده می‌شود جریان برق توسط زغالهایی که روی کلکتور قرار می‌گیرند وارد سیم پیچ روتور می‌شود و روتور خاصیت مغناطیسی پیدا می‌کند. کلکتورها نسبت به محور آرمیچر عایق می‌باشند.

۳ـ۵ـ۶ـ۴ استاتور

مطابق شکل (۴ـ۴۰) استوانه‌ای توخالی و فلزی است که محیط داخلی آن شیارهایی دارد. از این شیارها سیم‌هایی عبور می‌کند که در آنها جریان برق تولید می‌شود. استاتورها از ورقه‌های نازک فولادی که بوسیلهٔ پرس روی هم قرار گرفته‌اند، ساخته می‌شوند.



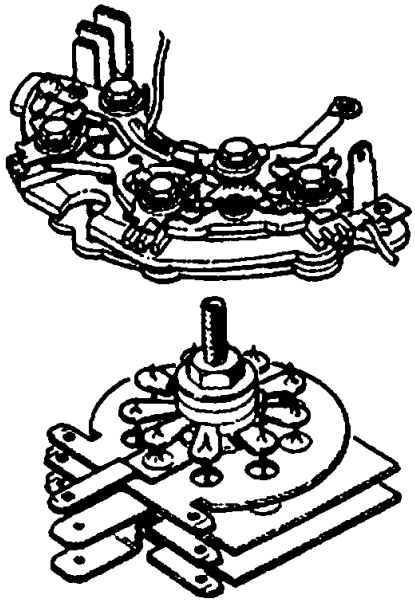
شکل ۴ـ۴۰ـ استاتور و سیم‌پیچی آن

۳ـ۵ـ۶ـ۴ـ صفحه دیود

همانطور که قبلاً گفته شد مجموعه‌ای از چند دیود است که عمل یکسوسازی جریان تولیدی را برعهده دارند معمولاً بر روی صفحه دیود علاوه بر دیودهای یکسوکننده، چند دیود دیگر نیز وجود دارد

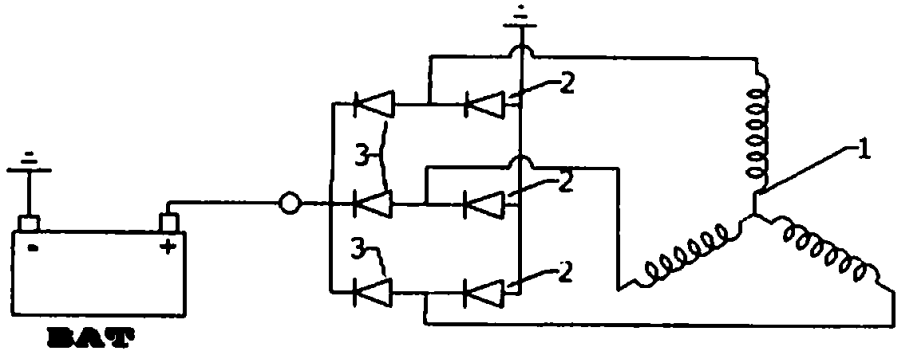
که برق مورد نیاز روتور را پس از بالارفتن دور موتور تأمین می‌کنند. به آنها دیودهای شارژ یا تحریک کننده می‌گویند.

چون کارکرد دیودها در اثر افزایش دما، کاهش پیدا می‌کند صفحه دیودها را معمولاً طوری قرار می‌دهند که هوا بتواند از کنار دیودها عبور کند و دیودها را خنک کند شکل (a-۴۱-۴) دو نوع صفحه دیود را نشان می‌دهد.



شکل a-۴۱-۴- دو نوع صفحه دیود

نحوهٔ اتصال دیودها به سیم‌پیچ‌های استاتور و یکسوسازی برق سه‌فاز در شکل (b-۴۱-۴) آمده است. لازم به ذکر است که نحوهٔ یکسوسازی برق متناوب سه‌فاز مانند برق تک‌فاز می‌باشد که در بخش (۳-۶-۴) آمده است.



شکل b-۴۱-۴- نحوهٔ اتصال دیودها به سیم‌پیچهای استاتور و یکسوسازی برق سه‌فاز

۱ - سیم‌پیچ‌های استاتور ۲ - دیودهای منفی ۳ - دیودهای مثبت

وضعیت سیم پیچ روتور بوسیلهٔ جریان باتری مغناطیسی می‌گردد) می‌باشد. و همچنین اجازهٔ عبور جریان تولیدی سیم‌پیچهای استاتور به سیم پیچ روتور جهت تولید میدان مغناطیسی، در موقع روشن بودن موتور را می‌دهد و از این رو به این دیودها، دیودهای تحریک میدان می‌گویند.

۵ـ۵ـ۶ـ۴ـ زغالها و فنرزغالها

وظیفهٔ انتقال جریان برق به سیم پیچ روتور را بر عهده دارند. جنس آنها مانند زغالهای دینام می‌باشد.

۶ـ۵ـ۶ـ۴ـ پولی و پنکه

پولی وظیفهٔ انتقال گشتاور از موتور خودرو به روتور را برعهده دارد

وظیفهٔ پنکه یا فن خنک نگه داشتن آلترناتور می‌باشد بعضی از آلترناتورها در قسمت بیرونی پشت پولی نصب می‌شود و در انواع دیگر در داخل آلترناتور نصب می‌شود.

۶ـ۶ـ۴ـ آزمایشات آلترناتور

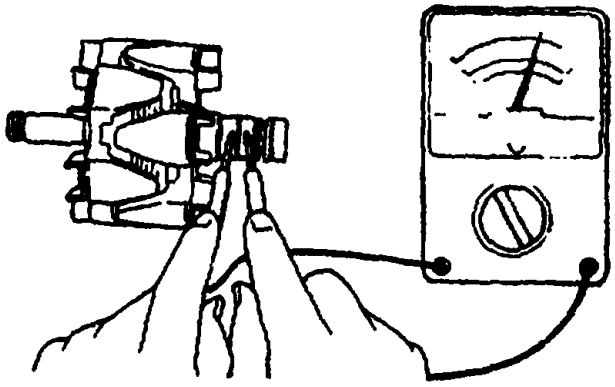
آزمایشات به ۲ دسته آزمایشات الکتریکی و بررسی‌های ظاهری تقسیم می‌شوند

آزمایشات الکتریکی شامل آزمایشات مربوط به روتور، استاتور، صفحه دیود و آفتامات می‌باشد و در بررسی‌های ظاهری نیز شامل بررسی سیم‌های استاتور، زغالها، فنرزغال، پنکه و پولی می‌باشد.

۱ـ۶ـ۶ـ۴ـ آزمایشات روتور

۱ـ۱ـ۶ـ۶ـ۴ـ قطع نبودن سیم پیچ روتور

مولتی متر را روی وضعیت اندازه‌گیری مقاومت قرار داده و سیم قرمز را به یک کلکتور و سیم مشکی به کلکتور دیگر متصل شود. عددی که مولتی متر نشان می‌دهد با عدد کاتالوگ مقایسه گردد. این آزمایش در شکل (۴ـ۴۲) نشان داده شده است.

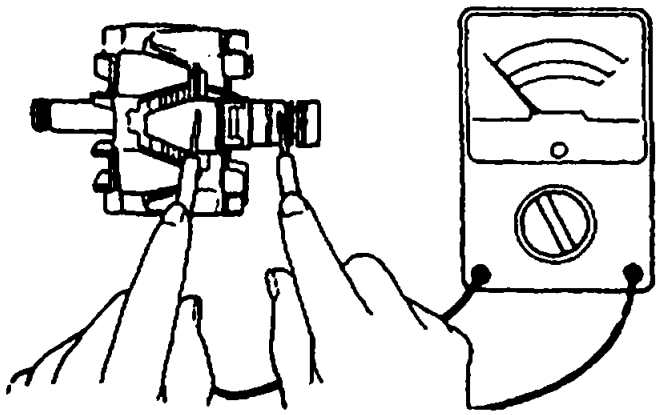


شکل ۴ـ۴۲ـ آزمایش قطع نبودن سیم‌پیچ روتور

عددی که مولتی متر نشان می‌دهد باید در حدود عدد کاتالوگ باشد و اگر عقربه حرکت نکرد و یا مولتی‌متر دیجیتال عدد یک را نشان داد، سیم‌پیچ روتور قطع شده است. و باید تعویض گردد.

۲ـ۱ـ۶ـ۶ـ۴ـ آزمایش اتصال بدنهٔ سیم پیچ روتور

مولتی متر را در وضعیت اندازه‌گیری مقاومت قرار داده، سیم قرمز به کلکتور و سیم مشکی به بدنهٔ روتور مطابق شکل (۴ـ۴۳) تماس داده شود. عقربهٔ مولتی متر نباید حرکت کند یا اگر مولتی متر از نوع دیجیتالی می‌باشد باید عدد ۱ را نشان دهد.

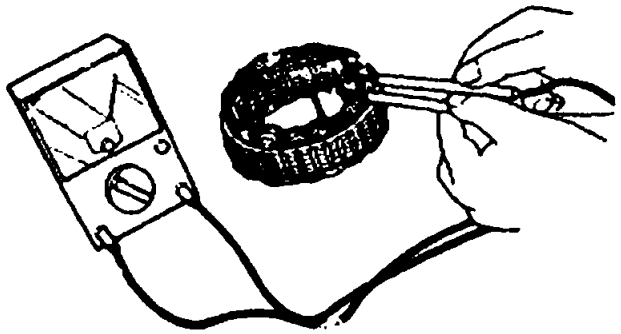


شکل ۴ـ۴۳ـ آزمایش اتصال بدنهٔ سیم‌پیچ روتور

۲ـ۶ـ۶ـ۴ـ آزمایشات استاتور

۱ـ۲ـ۶ـ۶ـ۴ـ آزمایش قطع نبودن سیم پیچ استاتور

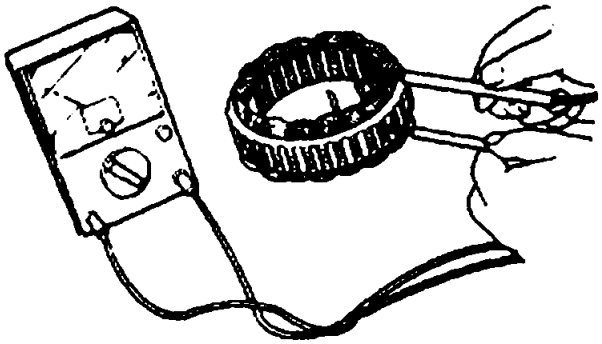
مطابق شکل (۴ـ۴۴) مولتی متر را روی وضعیت اندازه‌گیری مقاومت قرار داده، سیم قرمز به ابتدای یکی از کلاف‌ها و سیم مشکی به انتهای کلاف‌های دیگر متصل شود. عقربهٔ مولتی متر باید حرکت کند. و یا مولتی‌متر دیجیتال عددی غیر از یک را نشان دهد. و این عدد باید در حدود عدد ذکر شده در کاتالوگ آلترناتور باشد.



شکل ۴ـ۴۴ـ آزمایش قطع نبودن سیم‌پیچ استاتور

۲ـ۲ـ۶ـ۶ـ۴ـ آزمایش اتصال بدنه سیم پیچ‌های استاتور

شکل (۴ـ۴۵) این آزمایش را نشان می‌دهد. مولتی متر را در وضعیت اندازه‌گیری مقاومت قرار داده، سیم قرمز به سر سیم یکی از کلاف‌ها و سیم مشکی به بدنهٔ استاتور متصل گردد. عقربهٔ مولتی متر نباید حرکت کند و یا مولتی‌متر دیجیتال باید عدد یک را نشان دهد.

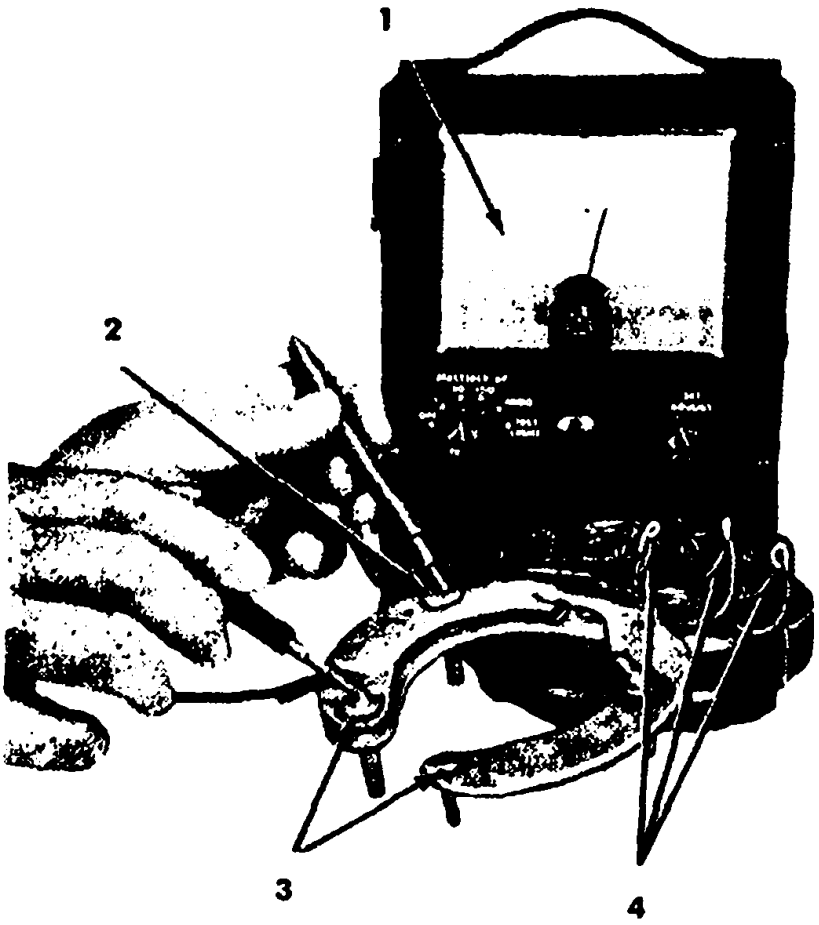


شکل ۴ـ۴۵ـ آزمایش اتصال بدنهٔ سیم پیچ استاتور

۳ـ۶ـ۶ـ۴ـ آزمایشات صفحه دیود

با توجه به عملکرد دیود، صفحه دیود به ۲ روش زیر آزمایش می‌شود.

روش اول: ابتدا کلید مولتی متر را روی قسمت دیود قرار داده، سپس سیم‌های مولتی متر به دو سر دیود مورد نظر متصل گردد. بعد از آن محل سیم‌های مولتی متر جابجا شود. اگر فقط از یک طرف عقربه مولتی متر حرکت کرد دیود موردنظر سالم می‌باشد. اگر از هر دو طرف عقربه حرکت کرد یا از هیچ طرف عقربه حرکت نکند دیود خراب می‌باشد. نحوهٔ آزمایش مطابق شکل (۴ـ۴۶) می‌باشد.



شکل ۴ـ۴۶ـ آزمایش دیودها

۱ ـ مولتی‌متر
۲ ـ دیود
۳ـ بدنهٔ رکتیفایر
۴ ـ سرسیم‌های سیم‌پیچ استاتور

روش دوم: در این آزمایش یک لامپ را با دیود سری کرده و به باتری وصل شود، در یک جهت لامپ باید روشن شود و اگر جای سیم‌ها عوض شود، لامپ نباید روشن شود. اگر در دو جهت لامپ روشن شود و یا اینکه در دو جهت لامپ روشن نشود، دیود خراب است.

۴ـ۶ـ۴ـ۴ـ آزمایشات آفتامات

با توجه با انواع مختلف آفتامات‌های آلترناتور و حجیم شدن مطلب، فقط آزمایشات مربوط به آفتامات تمام ترانزیستوری نوع لوکاس (پیکانی) در ذیل آمده است. برای آزمایش سایرآفتامات‌ها به کاتالوگ سازنده مراجعه شود.

آفتامات تمام ترانزیستوری پیکانی شامل یک سیم زرد و یک سیم مشکی می‌باشد. بدنهٔ این آفتامات به زغال منفی، سیم زرد به زغال مثبت و سیم مشکی نیز به عنوان اتصال بدنه آن عمل می‌کند. با استفاده از جدول (۱ـ۴) آفتامات مورد نظر آزمایش می‌شود. دقت شود، باید مولتی متر روی وضعیت اندازه‌گیری مقاومت قرار گیرد.

وضعیت	نتیجه آزمایش با استفاده از اهم‌متر حدوداً	نتیجه آزمایش با استفاده از لامپ و باتری
مثبت به زرد، منفی به بدنه	۱۱KΩ	خاموش
مثبت به زرد، منفی به مشکی	۳/۵ KΩ	خاموش
مثبت به بدنه، منفی به مشکی	۱۰ KΩ	کم نور
مثبت به بدنه، منفی به زرد	۱۲ KΩ	روشن
مثبت به مشکی، منفی به بدنه	۱۵ KΩ	روشن
مثبت به مشکی، منفی به زرد	۳/۵ KΩ	روشن

جدول ۱ـ۴ـ آزمایش آفتامات

دقت شود اعداد ذکر شده در جدول، مخصوص یک نوع آفتامات می‌باشد و بهترین روش مقایسهٔ آفتامات با آفتامات نو می‌باشد. در صورتی که نتایج حاصله با نتایج موجود در جدول یکسان باشد، نشانهٔ سالم بودن آفتامات است

۵ـ۶ـ۴ـ۴ـ بررسی ظاهری

مانند بررسی‌های ظاهری در دینام می‌باشد برای مطالعه بیشتر به قسمت (۲ـ۷ـ۴ـ۴) مراجعه شود.

۶ـ۶ـ۴ـ۴ـ آزمایش نهایی

آزمایش نهایی، آزمایش تولید جریان برق توسط آلترناتور می‌باشد. مولتی متر را روی وضعیت اندازه‌گیری ولتاژ جریان مستقیم قرار داده، سیم قرمز به ترمینال B. و سیم مشکی به بدنه آلترناتور

متصل گردد. پس از آن مثبت باتری را به ترمینال DF و منفی باتری را به بدنهٔ آلترناتور وصل کنید. سیم یا نخی را حول پولی پیچیده سپس سیم به سرعت کشیده شود. عقربهٔ مولتی متر باید حرکت کند. در این آزمایش بجای مولتی متر می‌توان از یک لامپ استفاده کرد. لامپ به صورت لحظه‌ای روشن می‌گردد. و حرکت عقربهٔ مولتی‌متر و یا روشن شدن لامپ نشانهٔ عملکرد آلترناتور می‌باشد.

۷ـ۶ـ۴ـ سیم پیچی استاتور

این سیم پیچی به تعداد قطبهای روتور و تعداد شیارهای استاتور بستگی دارد. برای سیم پیچی استاتور مراحل زیر به ترتیب انجام شود.

۱ـ تعداد قطبهای روتور مشخص شود. این تعداد برای روتور آلترناتور پیکان ۱۲ عدد می‌باشد.

۲ـ تعداد فازهای تولیدی آلترناتور مشخص شود. مثلاً آلترناتور پیکان برق ۳ فاز تولید می‌کند.

۳ـ تعداد شیارهای استاتور شمرده شود. در آلترناتور پیکان استاتور ۳۶ شیار دارد.

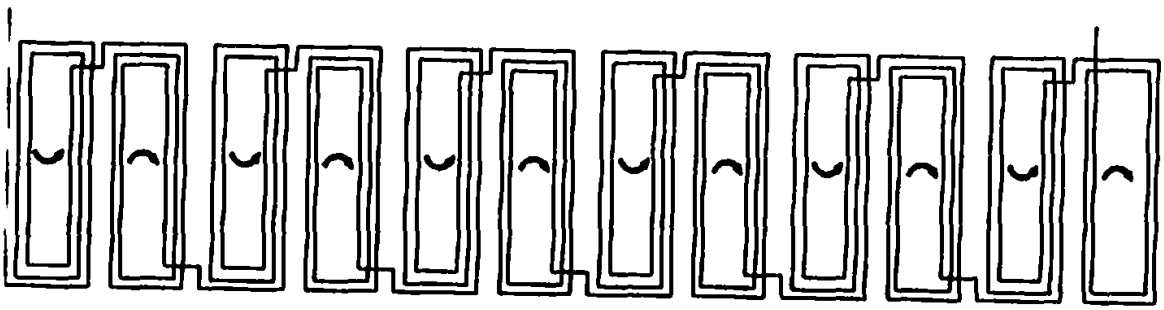
۴ـ تعداد شیارهای استاتور بر تعداد قطبهای روتور تقسیم شود. ۳ = ۱۲ ÷ ۳۶

۵ـ با استفاده از چوب، قالبی به اندازه عدد بدست آمده در مرحله ۴ و به اندازهٔ پهنای برآمدگی بین شیارهای استاتور ساخته شود. مثلاً در مورد آلترناتور پیکان چوبی را به اندازه پهنای ۳ برآمدگی بین شیارهای استاتور تهیه شود و یا به عبارتی دیگر سیم از شیار اول عبور کرده و از شیار چهارم خارج شود به طوری که بین شیار اول و چهارم، ۳ برآمدگی قرار می‌گیرد.

۶ـ سیم به تعداد پیشنهاد شده توسط سازنده، دور قاب چوبی پیچیده شود. دقت شود قطر سیم نیز با توجه به کاتالوگ انتخاب شود.

۷ـ پس از پیچیده شدن کامل مرحلهٔ ۶، سیم‌های پیچیده شده را از قاب چوبی خارج کرده، کلاف دیگر سیم پیچی شود. لازم به ذکر است، جهت سیم پیچی کلاف‌ها یکی در میان برعکس می‌شود.

۸ـ به تعداد قطبهای روتور کلاف آماده شود. شکل (۴ـ۴۷) تعداد کلاف‌ها و جهت سیم پیچی استاتور پیکانی را نشان می‌دهد. که تعداد کلاف‌ها باید ۱۲ تا باشد.



شکل ۴ـ۴۷ـ سیم‌پیچی استاتور

۹ـ به تعداد فازهای آلترناتور، مراحل ۱ تا ۸ را انجام دهید. مثلاً برای پیکان ۳ مجموعه مانند شکل (۴ـ۴۷) فراهم شود.

۱۰ـ مجموعه روی استاتور جا زده شود. بطوری که سیم‌های مجاور در داخل یک شیار قرار گیرد.

۱۱ـ سر سیم‌ها را به صورت اتصال ستاره یا مثلث به هم وصل کنید و انتهای دیگر سیم‌ها را به صفحه دیود وصل نمائید.

۷ـ۴ـ آفتامات آلترناتور

آفتامات‌های مورد استفاده در آلترناتورها به ۳ دسته الکترومکانیکی، نیمه ترانزیستوری و ترانزیستوری تقسیم می‌شوند همانطور که دینام‌ها به آفتامات نیاز دارند، آلترناتورها نیز به آن محتاج می‌باشند، با این تفاوت که آلترناتورها به قسمت تنظیم کنندهٔ جریان (آمپر) احتیاج ندارند.

علاوه بر آن وجود دیودهای یکسوکننده در آلترناتورها مانع از جریان یافتن برق از باتری به آلترناتور در زمان خاموش بودن موتور می‌شود در نتیجه به قسمت کنترل کنندهٔ رابطه باتری و آلترناتور نیازی ندارند.

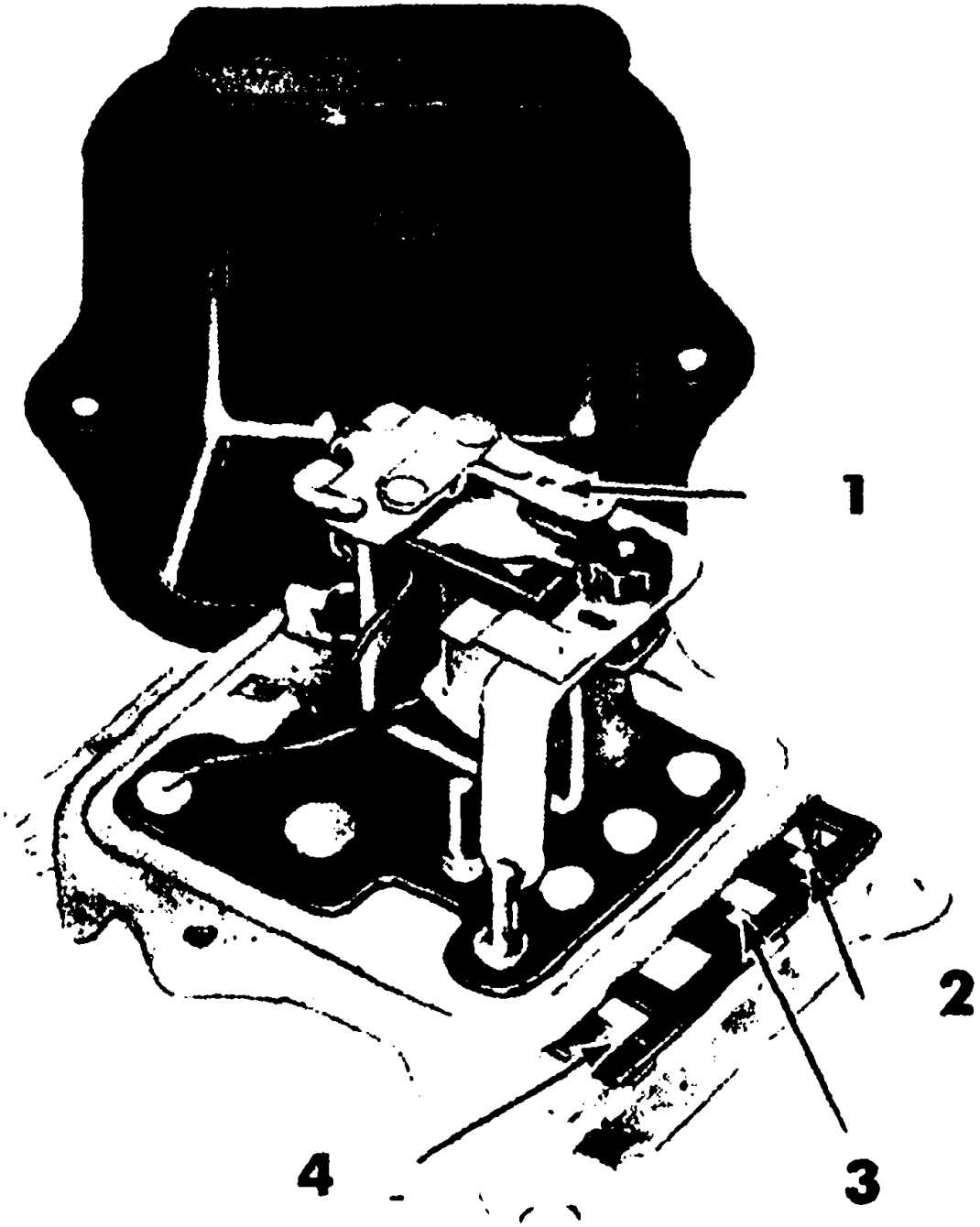
به دلیل استفاده‌از لامپ شارژ در مدار شارژ، از رله‌ای درون آفتامات استفاده می‌شود که در هنگام روشن شدن موتور و تولید جریان برق بوسیلهٔ آلترناتور، لامپ شارژ را خاموش می‌کند. به همین دلیل به این رله، رلهٔ لامپ شارژ گفته می‌شود که در آفتامات‌های دو رله‌ای استفاده می‌گردد. و در آفتامات‌های یک رله‌ای بدلیل عدم وجود این رله نمی‌توان از لامپ شارژ استفاده نمود.

۱ـ۷ـ۴ـ آفتامات الکترومکانیکی

آفتامات‌های الکترومکانیکی موجود برای آلترناتورها به ۲ دسته آفتامات‌های یک رله‌ای و آفتامات‌های ۲ رله‌ای تقسیم می‌شوند.

۱ـ۱ـ۷ـ۴ـ آفتامات الکترومکانیکی یک رله‌ای

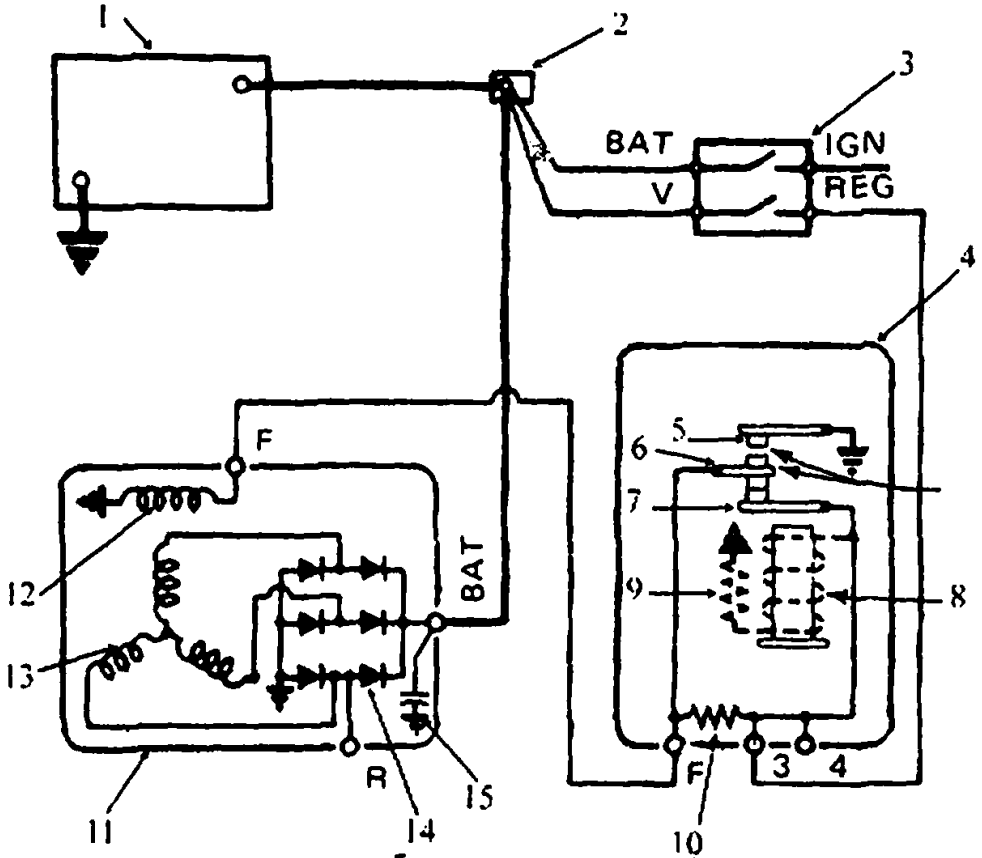
در برخی مدارها، باتری از طریق فیش IG سوئیچ اصلی به میدان مغناطیسی روتور متصل می‌شود. در این نوع سیستم‌ها، فقط یک رله ولتاژ لازم است و چون رلهٔ لامپ شارژ ندارد نمی‌توان از لامپ شارژ در مدار استفاده نمود. شکل (۴ـ۴۸) این نوع آفتامات را نشان می‌دهد.



شکل ۴۸-۴- آفتامات یک رله‌ای

۱ - رلهٔ ولتاژ
۲ - ترمینال ۴
۳ - ترمینال ۳
۴ - ترمینال ۱

با توجه به مدار شکل (۴-۴۹) هنگامی که سوئیچ اصلی در حالت IG قرار می‌گیرد باتری به سیم پیچ روتور متصل می‌شود. به همین دلیل، میدان مغناطیسی در روتور ایجاد می‌شود، حال اگر روتور بچرخد، جریان برق در سیم پیچ استاتور تولید می‌شود این جریان پس از عبور از دیودهای یکسوکننده به سمت باتری حرکت می‌کند. هنگامی که ولتاژ تونیدی آلترناتور بیشتر از ولتاژ تنظیمی آفتامات شود. نیروی مغناطیسی ایجاد شده در رلهٔ ولتاژ زیاد شده باعث پایین آمدن صفحه پلاتین زیرین می‌گردد.



شکل ۴۹-۴. مدار شارژ با استفاده از آفتامات یک رله‌ای

۱ ـ باتری
۲ ـ انومات استارت
۳ ـ سوئیچ اصلی
۴ ـ آفتامات
۵ ـ پلاتین متحرک بالایی
۶ ـ پلاتین ثابت
۷ ـ پلاتین متحرک پائینی
۸ ـ سیم‌پیچ رلهٔ ولتاژ
۹ ـ مقاومت جبران کننده
۱۰ ـ مقاومت تعدیل کننده
۱۱ ـ آلترناتور
۱۲ ـ سیم‌پیچ روتور
۱۳ ـ سیم‌پیچ استاتور
۱۴ ـ رکتیفایر
۱۵ ـ خازن

چون جریان مورد نیاز روتور پس از عبور از مقاومت تأمین می‌شود (دلیل استفاده از مقاومت مانند مطلب گفته شده در بخش (۱-۲-۱-۵-۴) می‌باشد) بنابراین مقدار ولتاژ برق تولیدی در آلترناتور پایین می‌آید و پلاتین زیرین به محل اولیهٔ خود باز می‌گردد. این سیکل بطور مرتب تکرار می‌شود. در نتیجه ولتاژ تولیدی آلترناتور در دورهای پایین تنظیم می‌گردد.

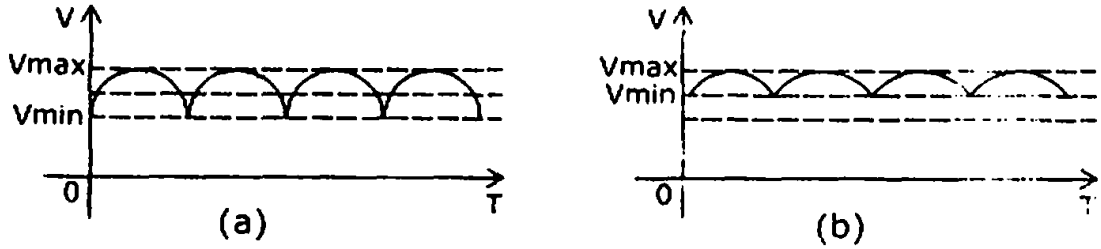
اما در دورهای بالا و مخصوصاً زمانی که باتری کاملاً شارژ شده باشد و فقط بعضی از مصرف کننده‌ها روشن باشند این مقاومت نمی‌تواند به اندازهٔ کافی ولتاژ را پایین نگه دارد. بنابراین حتی پس از پایین آمدن صفحه پلاتین زیرین، ولتاژ افزایش می‌یابد. در نتیجه نیروی آهنربایی رلهٔ ولتاژ بیشتر شده باعث پایین آمدن پلاتین بالایی و تماس با صفحه پلاتین میانی می‌گردد. در این هنگام طرفین روتور به بدنه متصل می‌شود. که باعث افت شدید میدان روتور شده و ولتاژ تولیدی کاهش یافته و پلاتین‌ها به محل اولیهٔ خود برمی‌گردند. در حقیقت در دورهای پایین موتور که تغییرات ولتاژ کم است، فقط پلاتین زیرین حرکت می‌کند، اما در دورهای بالا که تغییرات ولتاژ زیاد است، هم پلاتین زیرین و هم پلاتین بالایی

حرکت کرده و عمل کنترل ولتاژ آلترناتور را انجام می‌دهند.

نکته: در این نوع مدار شارژ با آفتامات یک رله‌ای نمی‌توان از چراغ شارژ استفاده کرد.

توجه: وجود خازن در داخل آلترناتور باعث یکنواخت‌تر شدن جریان الکتریکی می‌شود

مطابق شکل (۴-۵۰) حالت h هنگامی که ولتاژ به بیشترین حد می‌رسد، کمی از آن در خازن ذخیره می‌شود. هنگامی که ولتاژ افت می‌کند قبل از اینکه به حداقل برسد خازن شروع به تخلیه انرژی خود می‌کند. در نتیجه محدودهٔ نوسان ولتاژ کمتر می‌شود.



a) نمودار ولتاژ تولیدی بدون خازن
b) نمودار ولتاژ تولیدی با خازن

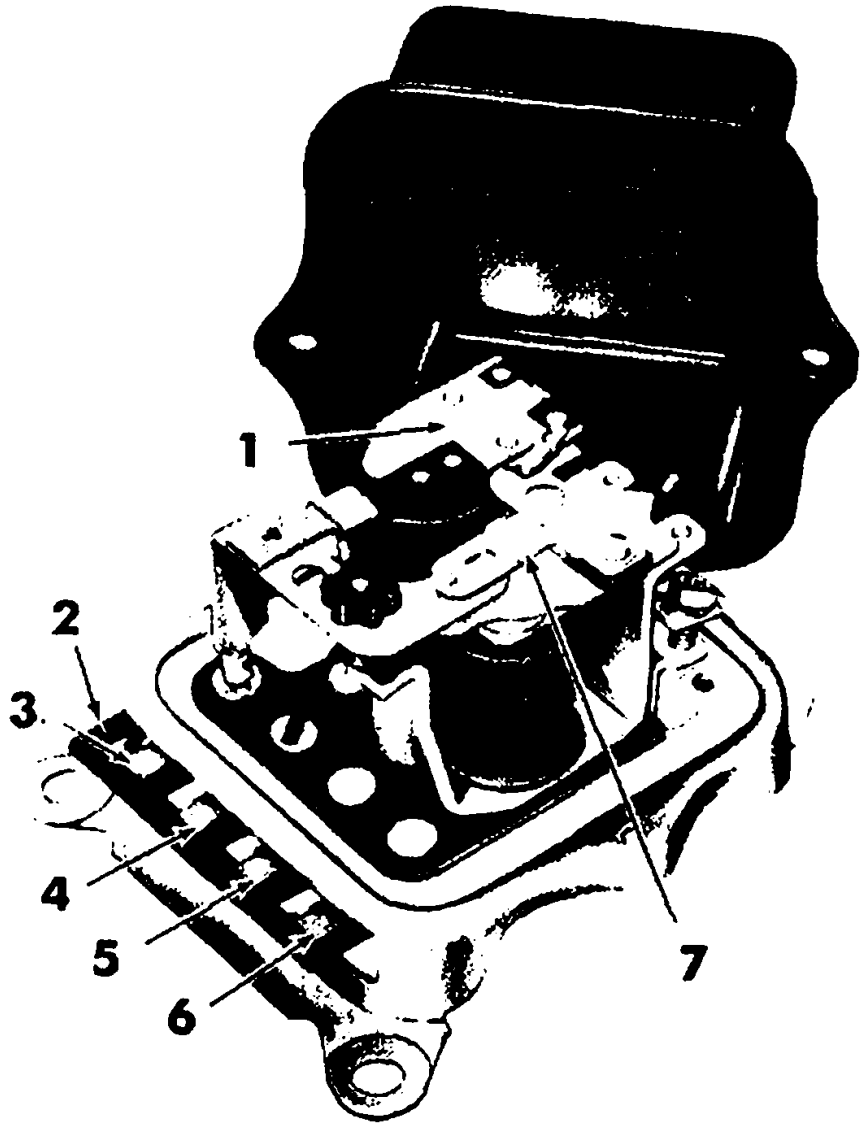
شکل ۵۰-۴- نمودار ولتاژ تولیدی

۲-۱-۷-۴- آفتامات الکترومکانیکی دو رله‌ای

نوعی از آفتامات ۲ رله‌ای در شکل (۴-۵۱) آمده است و شکل (۴-۵۲) مدار شارژ با این نوع آفتامات را نشان داده است.

عملکرد آفتامات دو رله‌ای مانند نوع یک رله‌ای می‌باشد و به دلیل آنکه بتوان از لامپ شارژ نیز استفاده نمود از رله دیگری به نام رلهٔ لامپ شارژ استفاده شده است. هنگامی که سوئیچ در وضعیت IG قرار می‌گیرد برق باتری با عبور از سوئیچ و لامپ شارژ به ترمینال ۴ می‌رسد و از آنجا از طریق پلاتین رلهٔ ولتاژ به سیم‌پیچ روتور می‌رسد و در این وضعیت لامپ شارژ روشن شده و سیم‌پیچ روتور نیز مغناطیسی می‌شود. هنگامی که موتور روشن می‌شود و روتور به دوران درمی‌آید جریان برقی در سیم‌پیچ‌های استاتور القاء می‌شود. مقداری از این جریان از طریق ترمینال R به ترمینال ۲ آفتامات رسیده و از آنجا به رلهٔ لامپ شارژ می‌رسد و با مغناطیسی شدن رلهٔ لامپ شارژ، پلاتین آن وصل می‌گردد. با وصل شدن پلاتین رلهٔ لامپ شارژ، جریان رلهٔ ولتاژ از طریق ترمینال ۳ و پلاتین رلهٔ لامپ شارژ تأمین می‌شود. ضمن

آنکه دو سر لامپ شارژ نیز دارای جریان برقی است که از ترمینال ۳ می‌گذرد و در اینصورت لامپ شارژ خاموش می‌شود. دقت کنید که با روشن شدن موتور پلاتین رلهٔ لامپ شارژ همواره وصل می‌باشد. عملکرد رلهٔ ولتاژ نیز مانند رلهٔ ولتاژ در آفتامات یک رله‌ای می‌باشد که در بخش (۱-۱-۷-۴) بیان شد.



شکل ۵۱-۴- آفتامات ۲ رله‌ای

۱ - رلهٔ لامپ شارژ

۲- بدنهٔ آفتامات

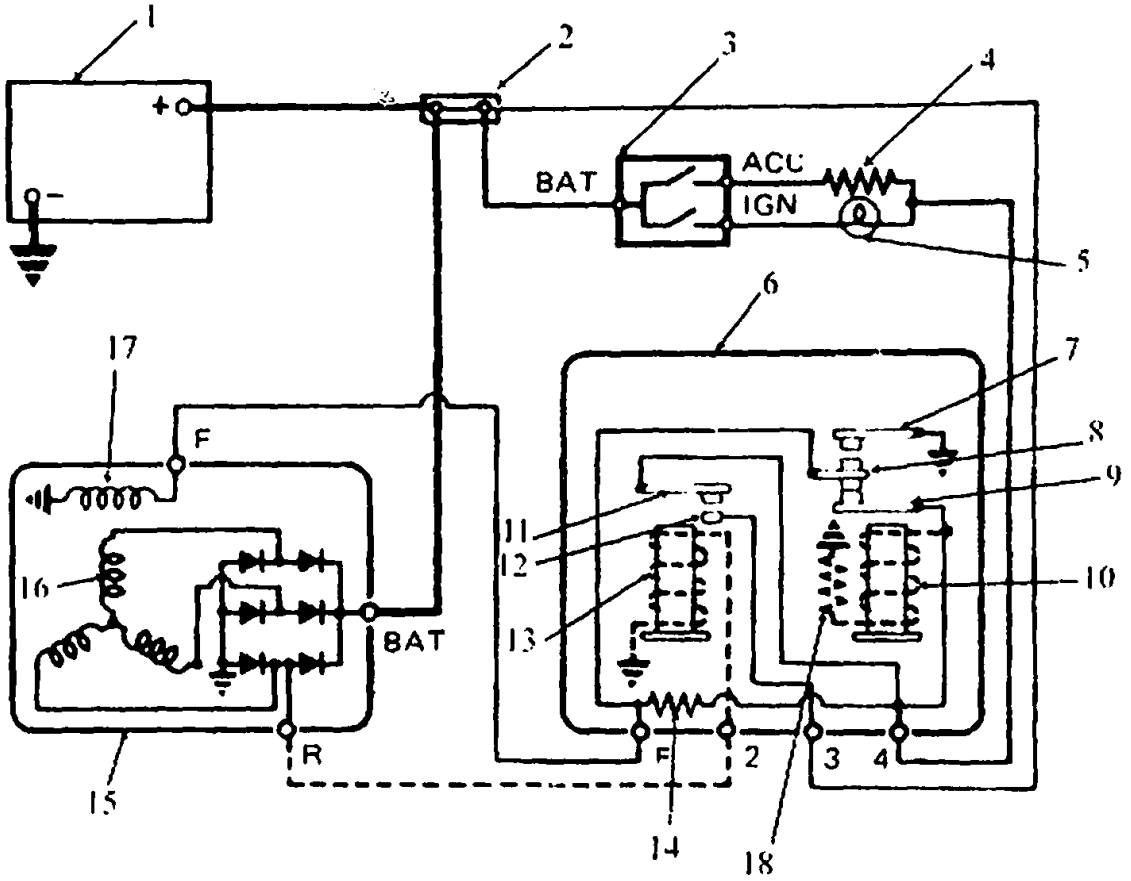
۳ - ترمینال F

۴ - ترمینال ۲

۵- ترمینال ۳

۶- ترمینال ۴

۷ - رلهٔ ولتاژ



شکل ۵۲ـ۴ـ مدار شارژ آلترناتور با افتامات ۲ رله‌ای

۱ ـ باتری
۲ ـ اتومات استارت
۳ ـ سوئیچ اصلی
۴ ـ مقاومت
۵ ـ لامپ شارژ
۶ ـ افتامات
۷ ـ پلاتین متحرک بالایی
۸ ـ پلاتین ثابت
۹ ـ پلاتین متحرک پایینی
۱۰ ـ رلهٔ ولتاژ
۱۱ ـ پلاتین متحرک
۱۲ ـ پلاتین ثابت
۱۳ ـ رلهٔ لامپ شارژ
۱۴ ـ مقاومت تعدیل کننده
۱۵ ـ آلترناتور
۱۶ ـ سیم‌پیچ‌های استاتور
۱۷ ـ سیم‌پیچ روتور
۱۸ ـ مقاومت جبران‌کننده

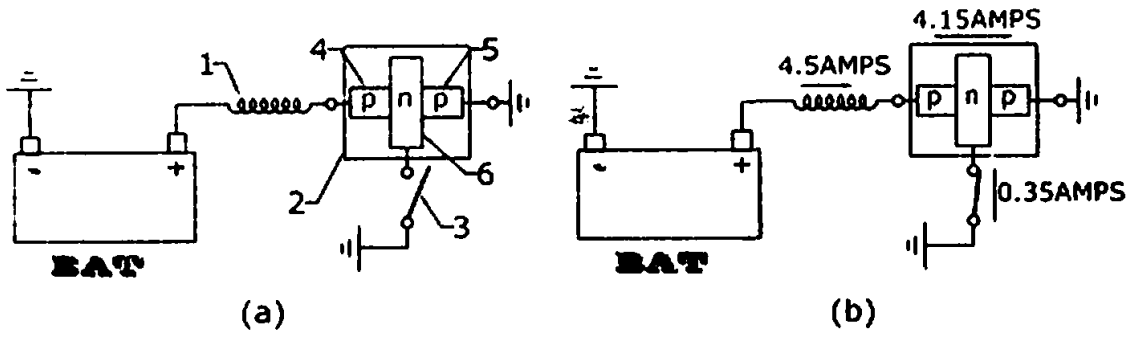
۲ـ۷ـ۴ـ افتامات نیمه ترانزیستوری

این نوع افتامات‌ها ترکیبی از یک یا چند رله با ترانزیستور می‌باشد. اما قبل از اینکه به عملکرد این نوع افتامات پرداخته شود، باید دربارهٔ ترانزیستورها مختصر توضیحی داده شود.

۱ـ۲ـ۷ـ۴ـ ترانزیستور[1]

قطعات الکترونیکی هستند که از کنار هم گذاشتن ۳ نیمه‌هادی بوجود می‌آیند. ترانزیستورها دارای ۳ پایه می‌باشند. بیس[2]، امیتر[3] و کلکتور[4]. شکل (۴ـ۵۳) عملکرد یک نوع ترانزیستور را نشان می‌دهد.

1- Transistor
2- Base
3- Emitter
4- Collector

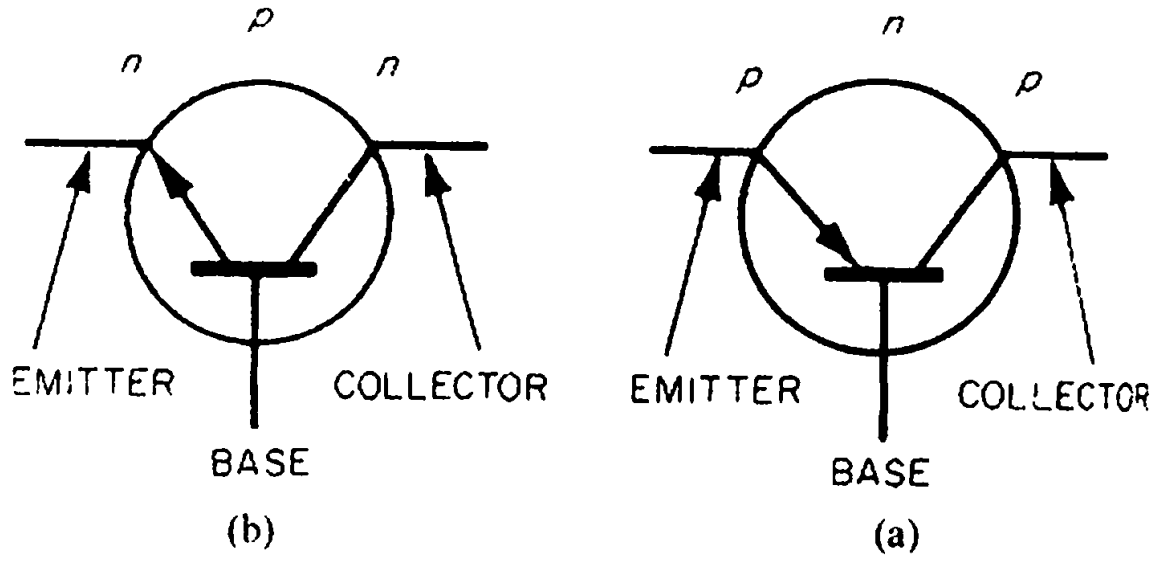


شکل ۴.۵۳ـ عملکرد ترانزیستور

۱ ـ سیم‌پیچ ۲ ـ ترانزیستور ۳ـ سوئیچ ۴ ـ امپر ۵ـ کلکتور ۶ـ بیس

در شکل (۴.۵۳) حالت a سوئیچ خاموش است و بنابراین هیچ جریانی از پایه‌های ترانزیستور عبور نمی‌کند. در حالت b از شکل (۴.۵۳) سوئیچ وصل می‌باشد. در این وضعیت بیس ترانزیستور به بدنه وصل شده است و جریانی معادل ۰/۳۵ آمپر از آن عبور می‌کند و اجازه عبور جریان قوی‌تر معادل ۴/۱۵ آمپر را از امیتر به کلکتور می‌دهد. بنابراین گر جریان ضعیفی از امیتر به بیس برود، آنگاه جریان قوی‌تری می‌تواند از امیتر به کلکتور برود.

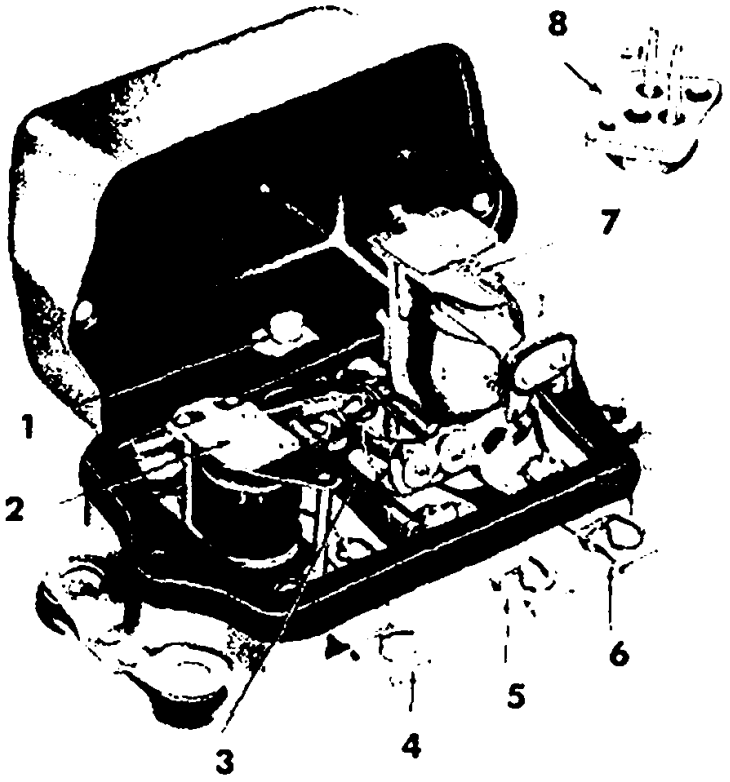
این نوع ترانزیستور که در شکل (۴.۵۴) حالت a نیز مشاهده می‌شود ترانزیستور نوع pnp گویند. نوع دیگری از ترانزیستور که در شکل (۴.۵۴) حالت b مشاهده می‌شود ترانزیستور نوع npn نامیده می‌شود و تفاوت آن با نوع pnp در این است که اگر جریان ضعیفی از بیس به امیتر برود، آنگاه جریان قوی‌تر می‌تواند از کنکتور به امیتر برود. (مطالب فوق بر حسب جهت جریان قراردادی می‌باشد).



a: ترانزیستور pnp *b: ترانزیستور npn*

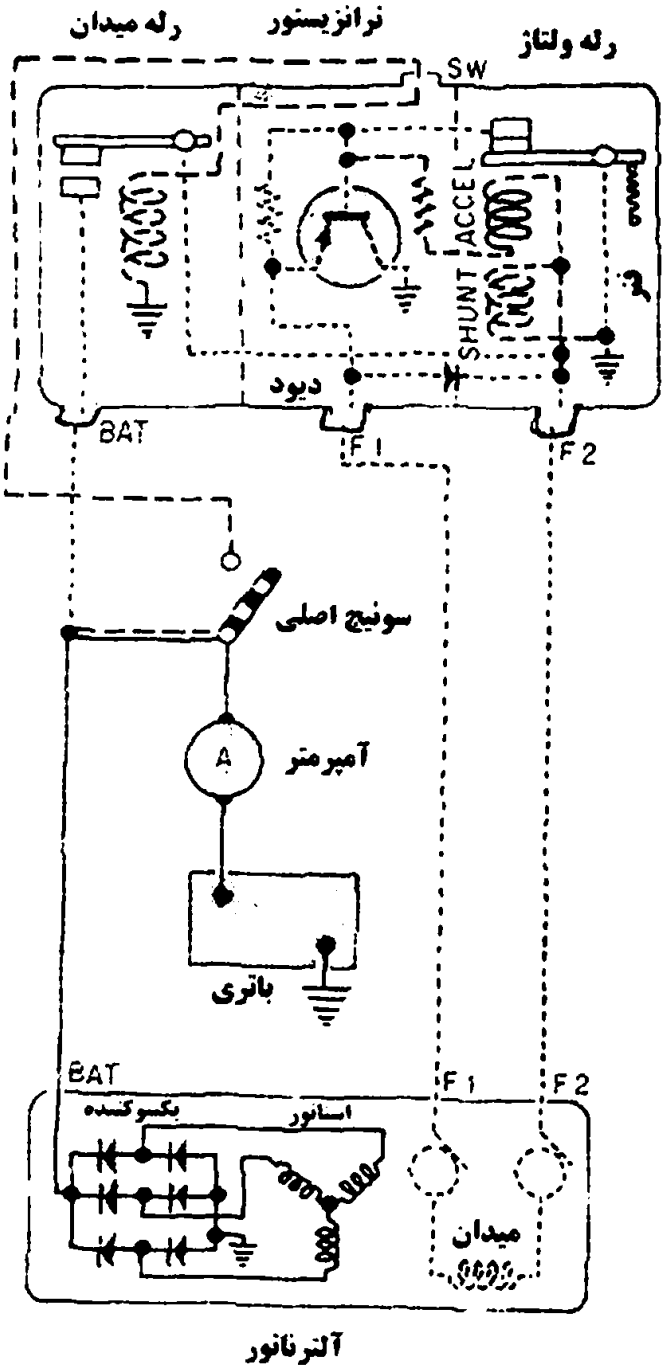
شکل ۴.۵۴ـ دو نوع ترانزیستور موجود

آفتامات‌های نیمه ترانزیستوری از خاصیت ترانزیستور استفاده کرده و به کنترل ولتاژ تولیدی آلترناتور می‌پردازند شکل (۴.۵۵) یک نوع از این آفتامات‌ها را نشان می‌دهد و در شکل (۴.۵۶) مدار شارژ و مدار داخلی این نوع آفتامات ملاحظه می‌شود.



۱ ـ ترمینال SW
۲ ـ رله میدان
۳ ـ مقاومت
۴ ـ ترمینال BAT
۵ ـ ترمینال F
۶ ـ ترمینال F_2
۷ ـ رله ولتاژ
۸ ـ ترانزیستور

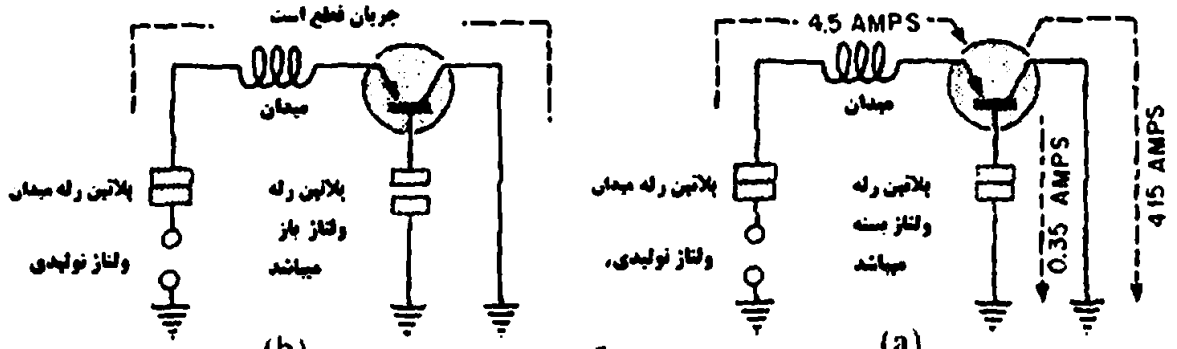
شکل ۴.۵۵ـ آفتامات نیمه ترانزیستوری



شکل ۴-۵۶- مدار داخلی آفتامات نیمه ترانزیستوری

عملکرد دستگاه بصورت ساده: با توجه به اینکه مدار شکل (۴-۵۶) پیچیده می‌باشد می‌توان آنرا به صورت ساده و به شکل (۴-۵۷) تبدیل کرد. هنگامی که سوئیچ روشن می‌شود پلاتین‌های رله میدان با هم تماس پیدا می‌کنند و جریان وارد سیم پیچ روتور می‌شود و از آنجا به سمت ترانزیستور (pnp) می‌رود. چون جریان می‌تواند از بیس خارج شود (پلاتین ولتاژ بسته است). بنابراین جریان قوی‌تری از امیتر به بدنه می‌رود که در شکل (۴-۵۷) حالت a مشاهده می‌شود. حال اگر ولتاژ تولیدی زیاد شود، باعث عمل کردن رلهٔ ولتاژ می‌گردد و پلاتین‌های این رله قطع می‌شود این حالت در شکل (۴-۵۷) حالت b قابل مشاهده می‌باشد. در نتیجه اتصال پایه بیس ترانزیستور قطع شده جریانی نمی‌تواند از امیتر به بدنه برود.

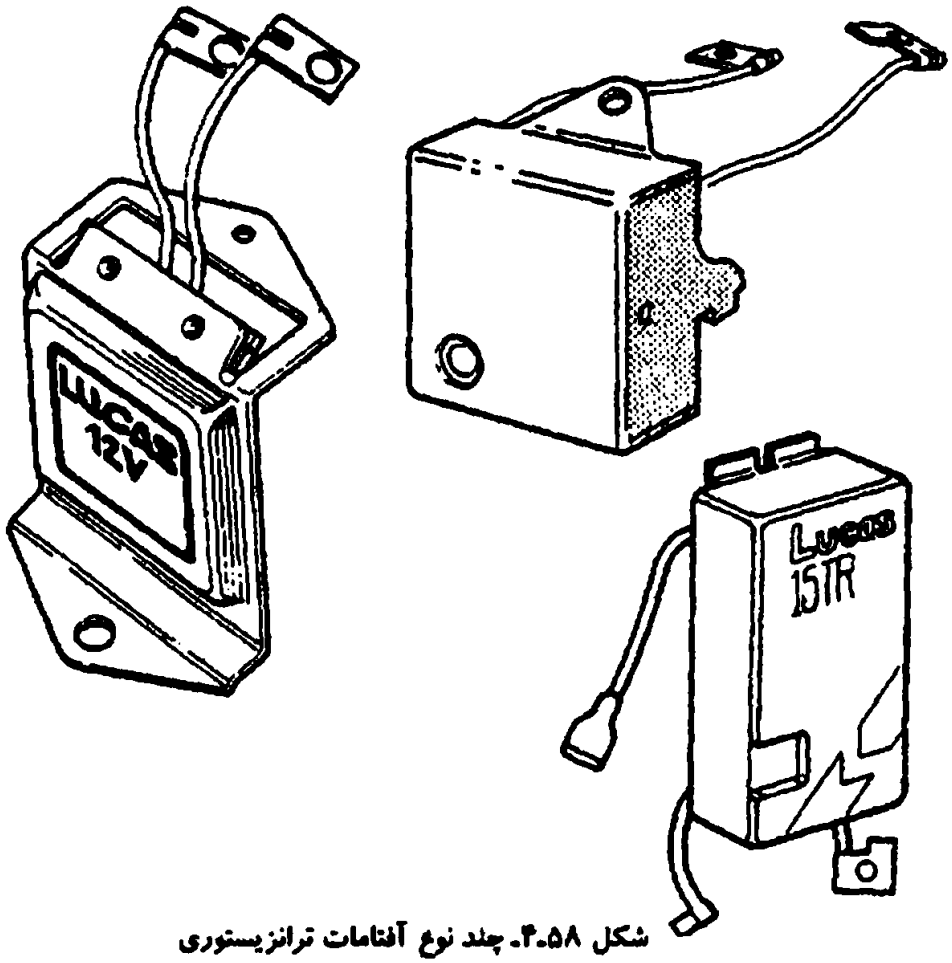
بنابراین جریانی از سیم پیچ روتور عبور نکرده، میدان روتور ضعیف شده و ولتاژ تولیدی آلترناتور کمتر می‌شود این سیکل مرتباً تکرار می‌شود تا ولتاژ از حد معینی تجاوز نکند. وجود ترانزیستور باعث می‌شود جریان کمی از پلاتین‌ها بگذرد در نتیجه پلاتین‌ها دیرتر خواهند سوخت.



شکل ۴.۵۷- مدار ساده آفتامات نیمه ترانزیستوری

۳-۷-۴- آفتامات‌های ترانزیستوری

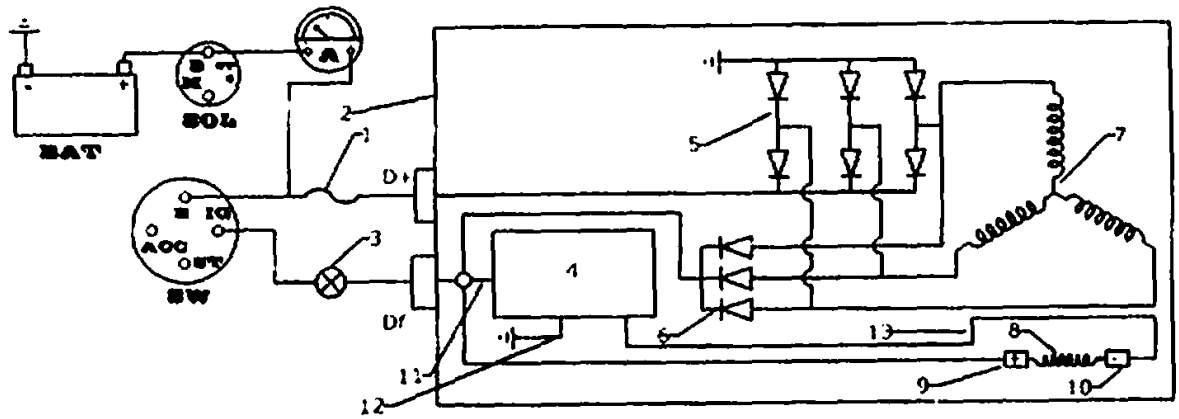
آفتامات خودروهای امروزی معمولاً از نوع تمام ترانزیستوری می‌باشند. شکل (۴.۵۸) چند نوع آفتامات ترانزیستوری را نشان می‌دهند آفتامات‌های ترانزیستوری جدید قابلیت تنظیم شدن را ندارند و اگر خراب شوند باید آنها را تعویض کرد. البته بعضی از آفتامات‌های ترانزیستوری قدیمی با استفاده از مقاومت متغیر می‌توانند تا حدی تنظیم شوند.



شکل ۴.۵۸- چند نوع آفتامات ترانزیستوری

۸-۴-مدار شارژ در اتومبیل پیکان (آلترناتور)

اُفتامات مورد استفاده در آلترناتور پیکان از نوع تمام ترانزیستوری می‌باشد. سیم پیچی استاتور نیز از نوع ستاره است در شکل (۴-۵۹) به دلیل پیچیده شدن مدار از رسم مدار داخلی اُفتامات خودداری شده است هنگامی که سوئیچ روشن می‌گردد، جریان برق از باتری به سمت سوئیچ حرکت می‌کند پس از عبور از اتومات استارت، آمپرمتر، ترمینال B سوئیچ، ترمینال IG سوئیچ از چراغ شارژ عبور کرده وارد ترمینال DF آلترناتور می‌شود و از آنجا از طریق سیم پیچ روتور به بدنه می‌رسد. در نتیجه چراغ شارژ روشن می‌شود. سیم پیچ روتور نیز با عبور جریان برق دارای خاصیت مغناطیسی می‌گردد. هنگامی که موتور روشن شد روتور می‌چرخد و در نتیجه جریانی در سیم پیچ‌های استاتور تولید می‌شود این جریان پس از عبور از دیودهای شارژ به سمت اتومات استارت می‌رود. هم زمان جریانی دیگر از دیودهای تحریک گذشته و وارد اُفتامات می‌شود. این جریان از سمت دیگر اُفتامات خارج می‌شود. در این زمان با توجه به اینکه وُلتاژ دو سر چراغ شارژ یکی می‌شود این چراغ خاموش می‌گردد. به محض رسیدن ولتاژ به حد موردنظر، اُفتامات جریان روتور را قطع می‌کند در نتیجه نیروی مغناطیسی ضعیف شده، وُلتاژ برق تولیدی آلترناتور کم می‌شود. این سیکل مرتباً ادامه پیدا می‌کند تا ولتاژ خروجی آلترناتور در حد ۱۴/۵ ثابت بماند.



شکل ۴-۵۹- مدار آلترناتور پیکان

۱ - فیوز
۲ - آلترناتور
۳- لامپ شارژ
۴- اُفتامات
۵ - دیودهای قدرت
۶- دیودهای تحریک میدان
۷ - سیم‌پیچ های استاتور
۸ - سیم‌پیچ روتور (میدان)
۹ - زغال مثبت
۱۰ - زغال منفی
۱۱ - سیم زرد اُفتامات
۱۲- سیم مشکی اُفتامات
۱۳- رابط فلزی که زغال منفی را به بدنهٔ اُفتامات وصل می‌کند.

۹-۴-جدول عیب یابی سیستم شارژ

وضعیت	عیوب احتمالی	بررسی و برطرف کردن عیب
۱- باتری کند شارژ می‌شود	● وضعیت تقریباً نرمال است	● کشش تسمه پروانه کنترل شود
۲- باتری سریع شارژ می‌شود	● رلهٔ ولتاژ روی مقدار زیاد تنظیم شده‌است ● آفتامات خراب است ● اتصالات ضعیف می‌باشد ● اتصال بدنهٔ آفتامات ضعیف است	● رلهٔ ولتاژ تنظیم شود ● آفتامات تعویض شود ● اتصالات محکم شوند ● اتصال بدنهٔ آفتامات بررسی شود
۳- باتری دشارژ (تخلیه) می‌شود و سرعت شارژ کم است	● تسمه پروانه شل است ● اتصالات نامناسب در مدار وجود دارد ● رلهٔ ولتاژ روی حد کم تنظیم شده است ● آفتامات خراب است ● اتصال بدنهٔ آفتامات ضعیف است ● آلترناتور یا دینام خراب است	● کشش تسمه پروانه کنترل شود ● اتصالات بررسی و تمیز شود ● رلهٔ ولتاژ تنظیم شود ● آفتامات تعویض گردد ● اتصال بدنه آفتامات بررسی شود ● آلترناتور یا دینام تعمیر شود
۴- چراغ شارژ خاموش است	● تسمه پروانه شل است ● سیم‌های رابط مدار قطع می‌باشد ● آفتامات خراب می‌باشد ● لامپ سوخته است	● کشش تسمه‌پروانه کنترل شود ● مدار بررسی شود ● آفتامات تعویض گردد ● لامپ عوض شود
۵- آلترناتور (یا دینام) صدا می‌دهد	● اتصال پایهٔ آلترناتور ضعیف است ● تسمه پروانه خراب است ● خرابی در داخل قطعات آلترناتور (دینام) مانند بلبرینگ‌ها و بوش‌ها و... وجود دارد	● پایهٔ آلترناتور محکم شود ● تسمه پروانه تعویض گردد ● آلترناتور باز شده قطعات آن بررسی شود
۶- باتری دشارژ می‌شود و سرعت شارژ زیاد است	● وضعیت تقریباً نرمال است	● باتری سالم است ولی سیستم سوخت رسانی یا موتور بررسی شوند

۱۰-۴-خلاصهٔ فصل

- وظایف سیستم شارژ عبارتند از تأمین برق موردنیاز خودرو در زمان روشن بودن موتور و شارژ باتری
- اجزاء سیستم شارژ عبارتند از: مولد جریان برق و محافظ مولد و مصرف کننده
- تولیدکننده‌های جریان برق به دو نوع دینام و آلترناتور تقسیم‌بندی می‌شوند
- دینام و آلترناتور هر دو جریان متناوب تولید می‌کنند
- به مولدی که در آن آهنربا ثابت بوده و سیم پیچ تولیدکنندهٔ جریان حرکت کند، دینام گویند
- اگر مولدی دارای آهنربای متحرک و سیم پیچ تولیدکننده جریان ثابت باشد، آلترناتور نام دارد
- در دینام، جریان برق بوسیلهٔ دو نیم حلقه به برق مستقیم تبدیل می‌شود، اما در آلترناتورها از صفحه دیود استفاده می‌شود
- مؤثرترین راه افزایش ولتاژ در دینام، افزودن طول سیم پیچ آرمیچر است
- دینام‌ها به دو نوع اتصال بدنهٔ داخل و اتصال بدنهٔ خارج تقسیم بندی می‌شوند.
- بعد از جمع کردن دینام بهتر است پسماندی در قطبین ایجاد شود. به این کار پلاریزه کردن دینام می‌گویند.
- محافظ موتور و مصرف کننده را اقتامات یا رگلاتور گویند.
- وظایف اقتامت عبارتند از تنظیم ولتاژ تولیدی، تنظیم جریان مصرفی و اجازهٔ شارژ به باتری و جلوگیری از ورود جریان برق باتری به دینام.
- اقتامات‌ها به سه دسته الکترومکانیکی، نیمه ترانزیستوری و تمام ترانزیستوری تقسیم‌بندی می‌شوند
- اقتامات‌های الکترومکانیکی که در دینام‌ها استفاده می‌شوند معمولاً ۳ رله ولتاژ، جریان و قطع و وصل را دارا می‌باشند.
- اقتامات‌های الکترومکانیکی که در آلترناتورها استفاده می‌شوند ممکن است دارای یک یا دو رله باشند.
- اقتامات‌های الکترومکانیکی قابلیت تنظیم شدن را دارند.
- مزایای آلترناتور نسبت به دینام عبارتند از کوچکتر بودن و سبکتر بودن، احتیاج کمتر به سرویس و نگه داری و تولید جریان بیشتر در دورهای آرام
- آلترناتورها دو نوع برق، تک فاز و سه فاز تولید می‌کنند

- آلترناتورها دو نوع برق، تک فاز و سه فاز تولید می‌کنند
- در مدار شارژ آلترناتور با آفتامات یک رله‌ای از چراغ شارژ استفاده نمی‌شود
- بسته به نحوهٔ اتصال سیم پیچ استاتور، آلترناتورها به دو نوع ستاره و مثلث تقسیم می‌شوند.
- در نوع ستاره ولتاژ بیشتری تولید می‌شود و در نوع مثلث مقدار جریان بیشتری تولید می‌شود

فصل

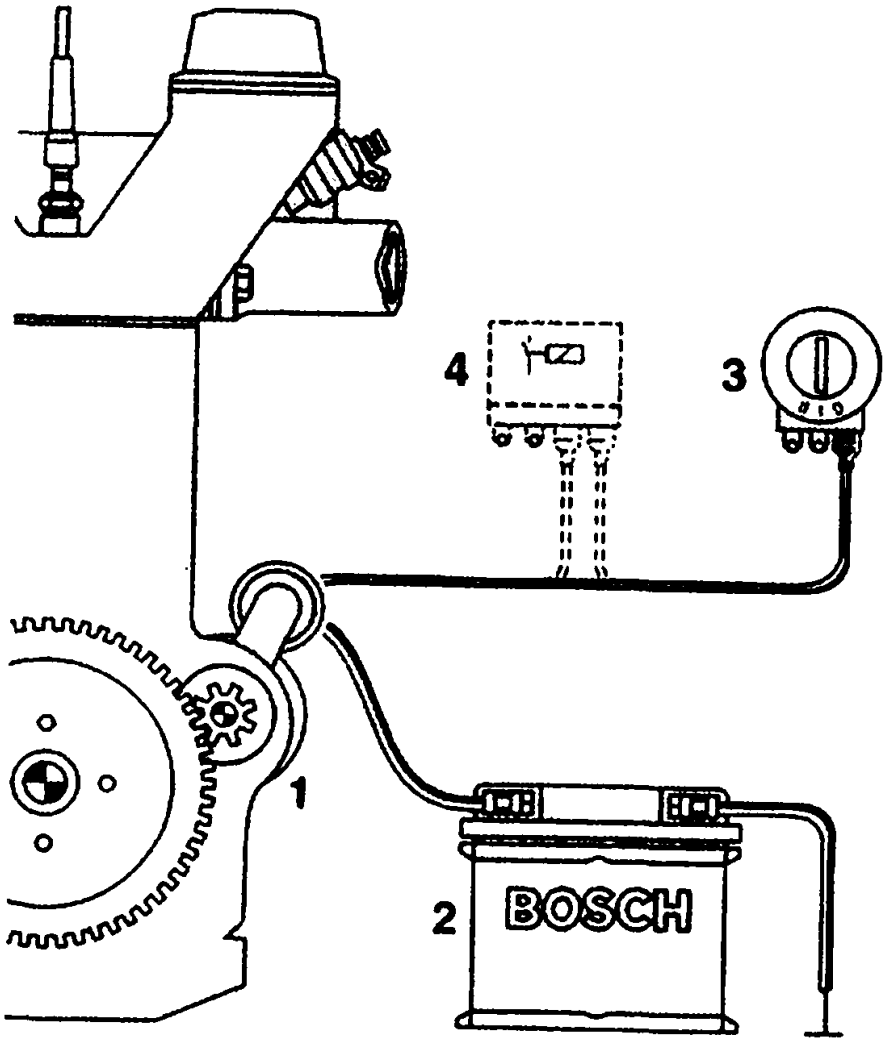
۵

سیستم راه‌انداز خودرو (استارت)

با بالا رفتن پیستون، مخلوط هوا و سوخت متراکم می‌گردد علاوه بر آن به دلیل اینکه میل بادامک حرکت خود را از میل لنگ می‌گیرد و آنرا به میل دلکو منتقل می‌کند. حرکت میل لنگ باعث حرکت میل دلکو شده و در نتیجه پلاتین‌ها حرکت کرده و از حرکت آنها زمان جرقه در هر سیلندر مشخص می‌گردد. بنابراین کافی است حداقل دور در موتور ایجاد شود، تا موتور روشن گردد.

سیستم استارت با استفاده از موتور استارت که یک موتور الکتریکی جریان مستقیم می‌باشد، انرژی الکتریکی باتری را به انرژی مکانیکی از نوع دورانی تبدیل می‌کند. و با ایجاد حداقل دور در موتور نیازهای فوق را برآورده کرده و موتور را روشن می‌کند.

شکل (۱ـ۵) مدار مکانیکی ساده استارت را نشان می‌دهد و شکل (۲ـ۵) مدار ساده الکتریکی استارت را نشان می‌دهد.



شکل ۱ـ۵ـ مدار ساده مکانیکی استارت

۱ـ موتور استارت ۲ـ باتری ۳ـ سوئیچ ۴ـ رله

مقدمه

برای راه‌اندازی موتور خودرو به دستگاه راه انداز یا استارت نیاز می‌باشد که در حقیقت یک موتور الکتریکی جریان مستقیم است. برای تجزیه و تحلیل اصول کار موتور استارت و مدار آن نیاز به شناسایی انواع موتورهای جریان مستقیم می‌باشد که دراین فصل پس از معرفی انواع موتورهای جریان مستقیم، با ذکر دلایل منطقی نشان داده می‌شود که موتور استارت چه نوع موتور الکتریکی جریان مستقیمی می‌باشد و باید چه مشخصه‌ای داشته باشد.

در بحث استارت سعی بر آن بوده است که این موضوعات در مورد تمامی استارت خودروها صادق باشد. از این رو در انتهای فصل و بخش (۳ـ۷) انواع استارت‌ها در خودروهای سواری معمولی، پیشرفته، اتوبوسها، مینی بوسها، کامیونها و موتورهای صنعتی آورده شده است.

۱ـ۵ـ وظیفهٔ سیستم استارت[۱]

برای روشن شدن موتور خودرو باید سه مورد زیر فراهم باشد:

۱ـ مخلوط مناسب سوخت و هوا در محفظهٔ احتراق

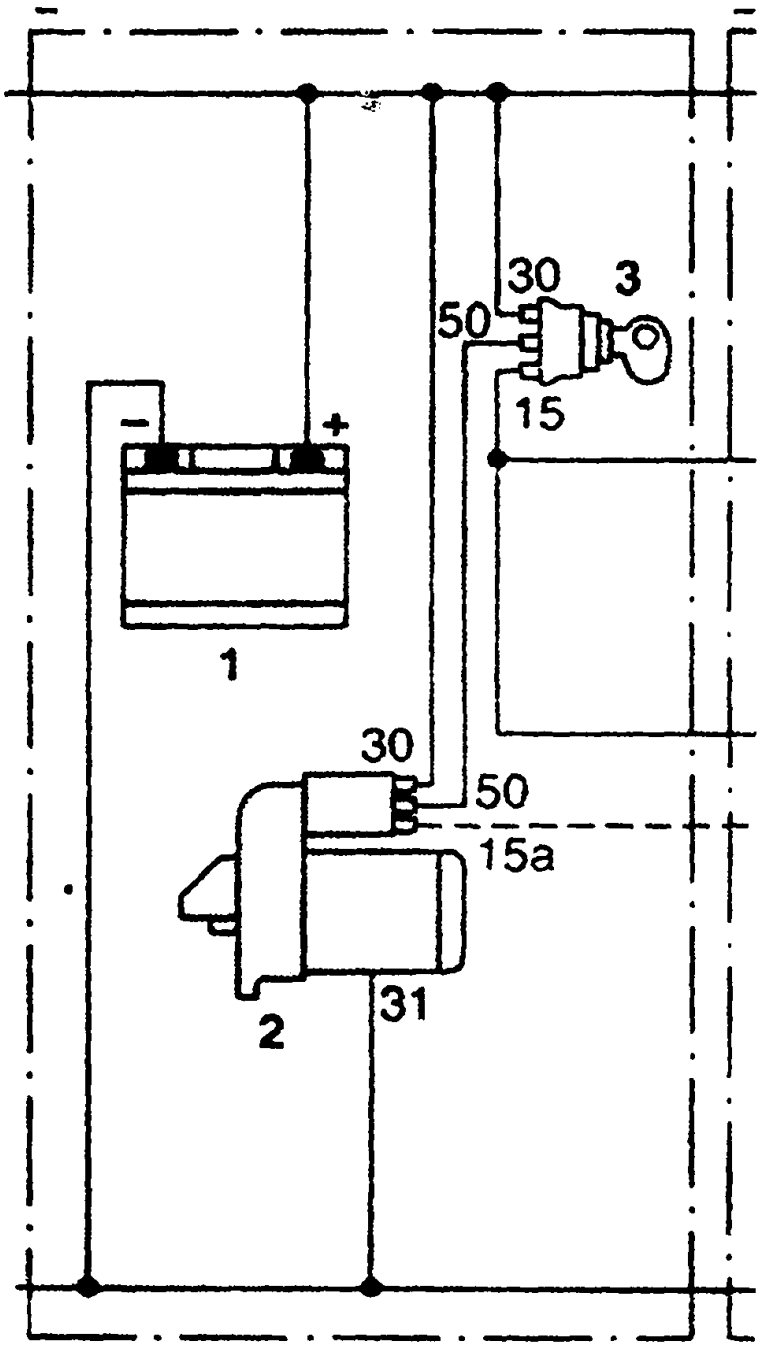
۲ـ متراکم نمودن مخلوط سوخت و هوا در اتاق احتراق

۳ـ ایجاد جرقه در زمان مناسب درون محفظهٔ احتراق

با توجه به مکانیزم موتورهای احتراق داخلی با چرخاندن میل لنگ و ایجاد حداقل دور (در حدود ۵۰۰ دور بر دقیقه) می‌توان سه عامل بالا را فراهم کرد. به این معنی که با چرخش میل لنگ، در سیلندر حالت مکش بوجود می‌آید و در نتیجه بنزین از کاربراتور به سمت اتاق احتراق کشیده می‌شود و سپس

---

۱ *Starting system*



شکل ۲-۵- مدار ساده الکتریکی استارت

۱ - باتری ۲ - استارت ۳ - سوئیچ

۲-۵- موتورهای جریان مستقیم[1]

همانطور که گفته شد، سیستم استارت با استفاده از موتور الکتریکی جریان مستقیم، فلایویل و در نتیجه میل لنگ را به حرکت در می‌آورد.

1- *Direct Current motor*

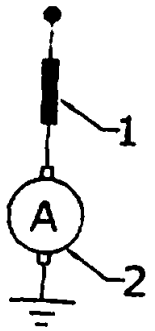
اگر به یک سیم پیچ که در میان دو قطب آهنربا قرار دارد جریان برق مستقیم داده شود به دلیل ایجاد میدان حول سیم پیچ، سیم پیچ به دوران در می‌آید. اصول کار موتورهای الکتریکی در بخش (۱ـ۱۰ـ۱) به تفصیل آمده است موتور استارت همانند دینام‌ها دارای یک آرمیچر در مرکز استارت و چند آهنربا در طرفین بدنهٔ استارت است. در دینام‌ها معمولاً از دو زغال و دو بالشتک (آهنربای الکتریکی) استفاده می‌شود. اما در استارت‌ها معمولاً از ۴ زغال و ۴ بالشتک استفاده می‌گردد. دلیل استفاده از ۴ بالشتک، تولید گشتاور قوی‌تر توسط استارت می‌باشد تا به راحتی میل لنگ را به حرکت درآورده و موتور را روشن نماید.

۱ـ۲ـ۵ـ انواع موتورهای جریان مستقیم

با توجه به نحوهٔ اتصال سیم پیچ بالشتک‌ها نسبت به آرمیچر، موتورهای DC را می‌توان به چهاردسته، موتور سری، موتور موازی، موتور سری ـ موازی (ترکیبی) و موتور با آهنربای دائمی تقسیم کرد.

۱ـ۱ـ۲ـ۵ـ موتور سری[1]

در این موتورها مطابق شکل (۵ـ۳) بالشتک با آرمیچر بصورت سری قرار می‌گیرد مزیت عمده این نوع موتور الکتریکی بدین صورت است که در لحظهٔ شروع به کار موتور الکتریکی جریان زیادی از بالشتک و آرمیچر عبور می‌کند. عبور جریان زیاد از بالشتک باعث تولید میدان مغناطیسی قوی می‌شود و با توجه به اینکه این جریان زیاد از آرمیچر نیز عبور می‌کند سبب می‌شود که گشتاور زیادی در لحظهٔ شروع حرکت توسط این نوع موتور الکتریکی تولید شود و به تدریج مقدار گشتاور تولیدی کاهش یافته و دور آن افزایش می‌یابد.



شکل ۵ـ۳ـ شماتیک موتور سری

۱ـ سیم‌پیچ میدان آرمیچر

1- *Series wound motor*

از آنجایی که برای چرخاندن فلایویل و نهایتاً میل لنگ در لحظهٔ شروع حرکت به گشتاور زیادتری نیاز می‌باشد و به تدریج پس از حرکت میل لنگ به گشتاور کمتری احتیاج می‌باشد. بنابراین موتور الکتریکی سری به عنوان استارت خودروهای سواری استفاده می‌گردد.

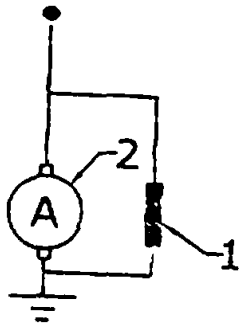
لازم به ذکر است که این نوع موتور، در هنگام دوران آرمیچر در میدان مغناطیسی بالشتک‌ها، جریانی در سیم پیچ‌های آرمیچر القا می‌شود که با جریان اصلی مخالفت می‌کند و از این رو عبور جریان از بالشتک کاهش یافته و میدان مغناطیسی آن کمتر می‌شود و این روند همچنان ادامه داشته و باعث می‌شود که در هنگام کارکردن این موتور الکتریکی در حالت بدون بار دور آن افزایش یابد، باعث صدمه دیدن آرمیچر شود. بنابراین باید دقت شود که این نوع موتورها نباید به مدت طولانی (بیش از ۱ دقیقه) در حالت بدون بار کار کنند.

۲ـ۱ـ۲ـ۵ـ موتور موازی[1]

در این موتورها مطابق شکل (۵ـ۴) بالشتک نسبت به آرمیچر به صورت موازی قرار گرفته است با توجه به موازی بودن بالشتک با آرمیچر، عبور جریان از بالشتک و آرمیچر به یکدیگر وابسته نیست.

از این رو عبور جریان از بالشتک همواره ثابت بوده و بنابراین میدان مغناطیسی ثابتی تولید می‌کند در حالیکه عبور جریان از سیم پیچ‌های آرمیچر نیز ثابت بوده و در نتیجه آرمیچر با دور ثابتی دوران می‌نماید.

لازم به ذکر است در این نوع موتور گشتاور تولیدی مستقل از دور می‌باشد. این نوع موتورها به لحاظ تولید گشتاور ثابت به عنوان موتور استارت مناسب نمی‌باشند.



شکل ۵ـ۴ـ شماتیک موتور موازی

۱ـ سیم‌پیچ میدان آرمیچر

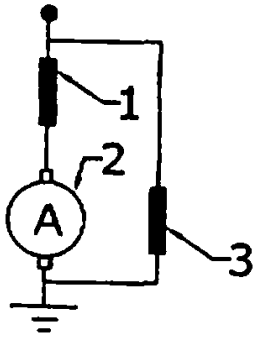
۳ـ۱ـ۲ـ۵ـ موتور سری ـ موازی (ترکیبی)[2]

در این نوع موتور مطابق شکل (۵ـ۵) تعدادی از بالشتک‌ها به صورت سری با آرمیچر و بقیه بطور موازی نسبت به آرمیچر قرار گرفته‌اند.

1- Shunt Wound motor

2- Compound wound motor

این نوع موتور دارای مزایای موتورهای سری و موتورهای موازی می‌باشد بطوری که در لحظهٔ شروع حرکت گشتاور زیادی را تولید کرده و پس از حرکت، افزایش دور آن کنترل شده و دور آن از حد معینی بالاتر نمی‌رود. بنابراین از موتور فوق به عنوان موتور استارت خودروهای سنگین استفاده می‌گردد.



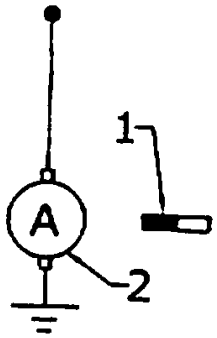
شکل ۵ـ۵. شماتیک موتور ترکیبی

۱ـ سیم‌پیچ سری ۲ـ آرمیچر ۳ ـ سیم‌پیچ موازی (شنت)

۴ـ۱ـ۲ـ۵ـ موتور با آهنربای دائم[1]

در این موتور با توجه به شکل (۵ـ۶) بجای استفاده از سیم پیچ برای ایجاد میدان مغناطیسی از تعدادی آهنربای دائم استفاده می‌شود.

به دلیل تولید گشتاور کم در این نوع موتورها، از آنها غالباً در موتورهای کوچک مانند موتور برف پاک کن، موتور بخاری و غیره استفاده می‌شود. خصوصیت مهم استارت‌هایی که از آهنربای دائم استفاده می‌کنند، طراحی ساده و اندازهٔ کوچک آنها است در این نوع موتور، جریان برق فقط وارد آرمیچر می‌شود به همین دلیل جریان القایی تولید شده در سیم‌های آرمیچر روی بالشتک‌ها تأثیری نمی‌گذارد. اگر از این موتور به عنوان موتور استارت استفاده شود، به دلیل قدرت کمتر آهنربای دائم نسبت به آهنربای الکتریکی، معمولاً از ۶ آهنربای دائم (بجای ۴ بالشتک) استفاده می‌شود. علاوه بر آن برای افزایش گشتاور خروجی از یک مجموعه چرخدنده خورشیدی استفاده می‌شود.



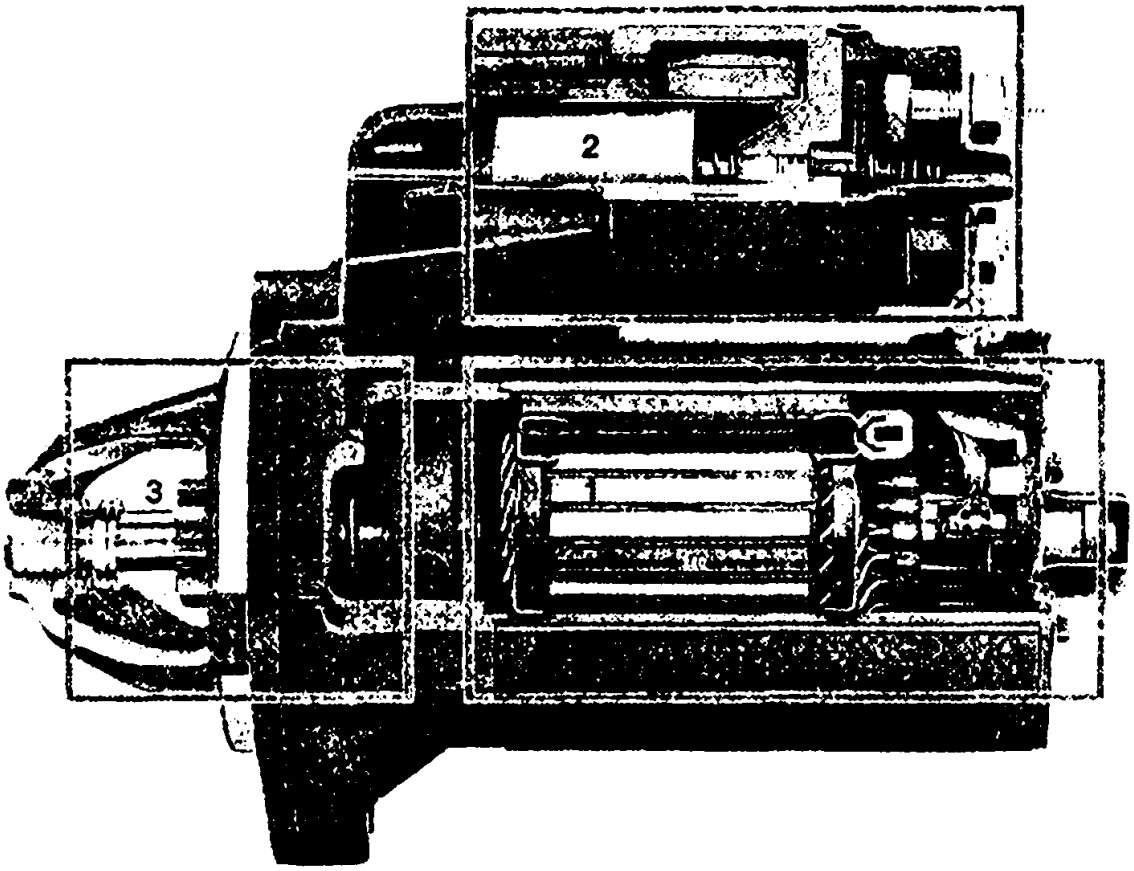
شکل ۶ـ۵ـ شماتیک موتور با آهنربای دائم

۱ ـ آهنربای دائم ۲ ـ آرمیچر

1- *Permanent magnet motor*

۵-۳-اجزاء سیستم استارت

سیستم استارت شامل موتور استارت[۱]، اتومات استارت[۲]، پینیون[۳] (چرخدنده استارت) و کلاچ اوورران[۴] می‌باشد شکل (۵-۷) برش خورده مجموعه استارت را نشان می‌دهد.



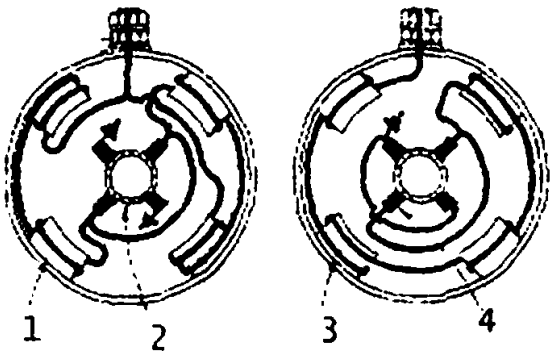
شکل ۵-۷- برش خودهٔ موتور استارت و اتومات استارت

۱ - موتور استارت ۲ - اتومات استارت ۳- پینیون و کلاچ اوورران

۵-۳-۱- موتور استارت

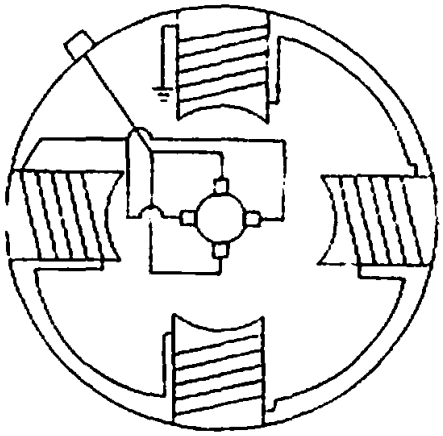
با توجه به موارد ذکر شده در بخش (۵-۲-۱-۱) از موتور سری به عنوان موتور استارت استفاده می‌شود. شکل (۵-۸) مدار داخلی دو نوع استارت با موتور سری را نشان می‌دهد جریان برقی که وارد استارت می‌شود، می‌تواند ابتدا وارد بالشتک‌ها گردد و بعد از عبور از آنها از طریق زغال مثبت وارد آرمیچر شده و نهایتاً به بدنه برود و یا اینکه ابتدا جریان برق از طریق زغال مثبت به آرمیچر رفته و بعد از عبور از زغال منفی وارد بالشتک‌ها شده و از آنجا وارد بدنه گردد. شکل (۵-۹) موتور استارت نوع اخیر را نشان می‌دهد.

1- *Starter motor*
2- *Solenoid Switch*
3- *Pinion*
4- *Overrun Clutch*



شکل ۸-۵. مدار داخلی بالشتک موتور استارت

۱ ـ آنکر ۲ ـ آرمیچر ۳ ـ بالشتک ۴ ـ زغال



شکل ۹-۵. نوعی موتور استارت که جریان ابتدا وارد آرمیچر شده و سپس به بالشتک‌ها می‌رود.

موتور استارت از اجزاء زیر تشکیل شده است:

۱ـ۱ـ۳ـ۵ـ بدنهٔ استارت

در برگیرندهٔ تمام قسمت‌های موتور استارت می‌باشد و همچنین از پراکندگی خطوط قوای مغناطیسی که باعث کاهش قدرت خروجی استارت می‌شود، جلوگیری می‌کند.

۲ـ۱ـ۳ـ۵ـ درپوش‌ها

در طرفین بدنهٔ استارت قرار می‌گیرد. داخل آنها، یاتاقانها قرار دارند. که تکیه گاههای محور آرمیچر می‌باشند. همانند دینام‌ها، گاهی زغالها روی درپوش‌ها نصب می‌گردند.

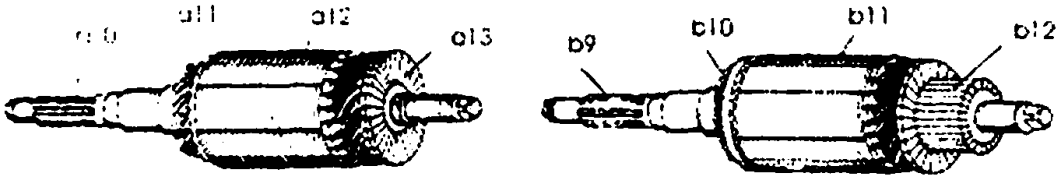
۳ـ۱ـ۳ـ۵ـ بالشتک ها

موتور استارت معمولاً دارای ۴ بالشتک می‌باشد. به دلیل ایجاد میدان مغناطیسی قوی برای تولید گشتاور زیاد جهت چرخاندن میل‌لنگ، باید شدت جریان زیادی از سیم پیچ بالشتکهای استارت عبور کند و به این دلیل باید از سیم‌های ضخیم‌تر در بالشتک‌های استارت استفاده شود.

اگر موتور از نوع آهنربای دائم باشد، معمولاً ۶ بالشتک دارد.

۴-۱-۳-۵-آرمیچر

آرمیچر استارت مانند آرمیچر دینام شامل ۳ جزء محور اصلی، بدنه و کلکتور می‌باشد برای توضیح کاملتر به بخش (۴-۴-۴-۴) مراجعه شود. شکل (۵-۱۰) دو نوع آرمیچر مورد استفاده در موتور استارت را نشان می‌دهد. همانطور که در شکل (۵-۱۰) ملاحظه می‌گردد دو نوع کلکتور مورد استفاده قرار گرفته است. یکی ازنوع محوری (a) و دیگری از نوع شعاعی. (b). در حالت (a) یا نوع محوری زغالهای استارت موازی با محور آرمیچر قرار می‌گیرند ولی در حالت (b) یا نوع شعاعی. زغالهای استارت در امتداد شعاع آرمیچر قرار می‌گیرند.



(a) (b)

شکل ۵-۱۰- دو نوع آرمیچر استارت

a10 و b9: محور اصلی

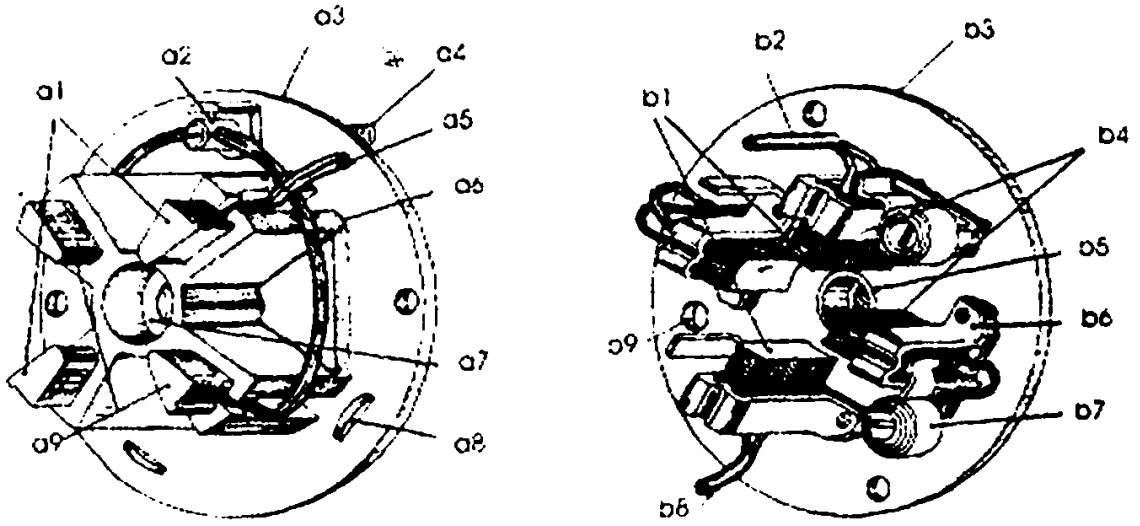
a11 و b10: سیم‌پیچی آرمیچر

a12 و b11: بدنهٔ آرمیچر

a13 و b12: کلکتور

۵-۱-۳-۵-زغالها

زغالها مخلوطی از کربن و مس می‌باشند که مس موجود در این زغالها درصد بیشتری نسبت به زغال دینام و آلترناتور دارد. دلیل این کار احتیاج به عبور شدت جریان زیاد از زغالها می‌باشد. و چون استارت‌ها به مدت کوتاهی کار می‌کنند. از این رو وجود زیاد مس در زغالها، فرسودگی زیادی را در کلکتور ایجاد نخواهد کرد. نحوهٔ اتصال زغالها به کلکتور استارت به دو صورت می‌باشد که در شکل (۵-۱۱) مشاهده می‌گردد. حالت a مخصوص کلکتور محوری و حالت b مخصوص کلکتورهای شعاعی می‌باشد.



شکل ۱۱-۵- نحوهٔ قرارگرفتن زغالها روی درپوش

a1: زغال منفی که برق را از آرمیچر می‌گیرد و به بالشتک می‌دهد.

a2: نگهدارنده ترمینال *a3 و b3:* درپوش *a4:* ترمینال

a5: سیمی که زغال منفی را به سیم‌پیچ بالشتک وصل می‌کند. *a6 و b6:* نگهدارنده زغال

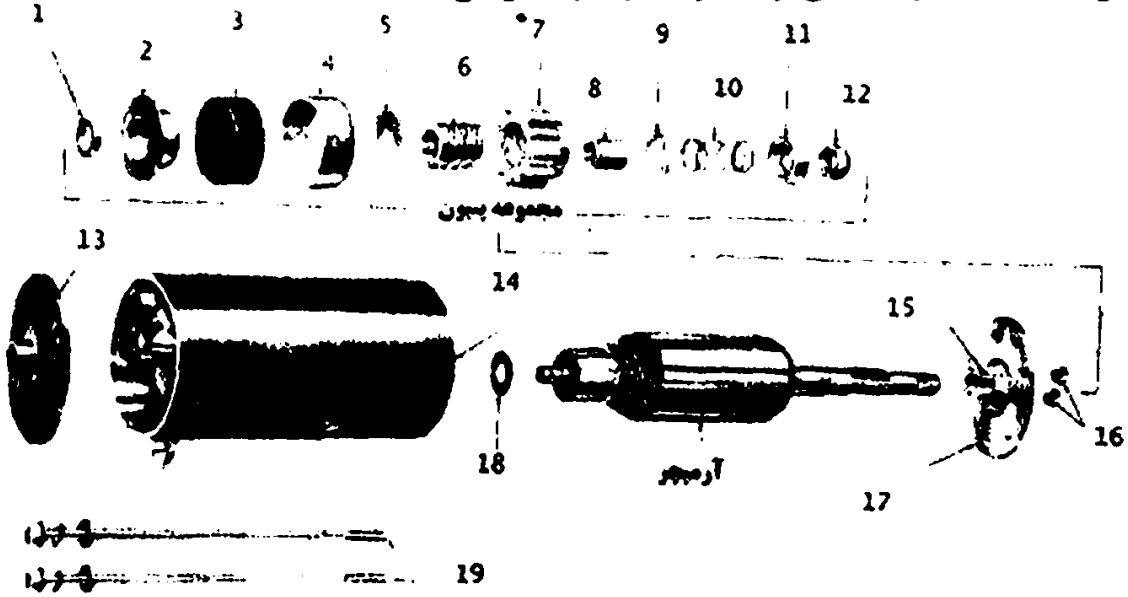
b5 و a7: یاتاقان *a8:* راننده درپوش *a9:* زغال مثبت

b1: زغال مثبت که برق را از بالشتک می‌گیرد و به سیم‌پیچ آرمیچر می‌دهد.

b4: زغال منفی متصل به بدنه *b7:* فنر زغال

b8 و b2: سیمی که برق بالشتک را به زغال مثبت می‌دهد *b9:* سوراخ جای ته میال ورودی

شکل (۱۲-۵) مجموعهٔ کاملی از موتور استارت را نشان می‌دهد.



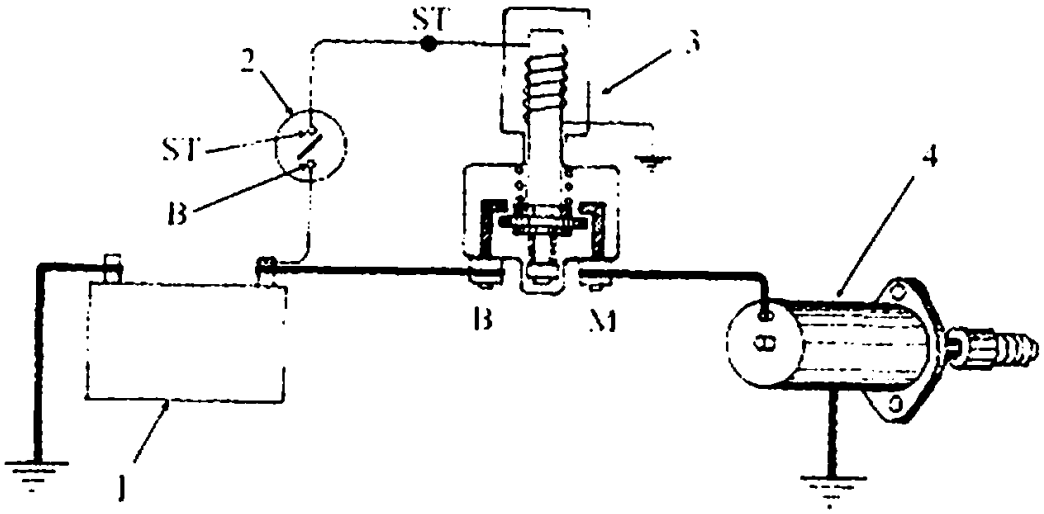
شکل ۱۲-۵- اجزاء کامل موتور استارت

۱ - واشر فاصله‌انداز
۲ - واشر
۳ - نگهدارندهٔ واشر
۴ - محدودکننده
۵ - واشر
۶ - محور مارپیچ
۷ - پینیون
۸ - راهنمای فنر
۹ - واشر
۱۰ - فنر
۱۱ - محدودکننده
۱۲ - مهره
۱۳ - درپوش عقب
۱۴ - بدنه
۱۵ - یاتاقان
۱۶ - مهره
۱۷ - درپوش جلو
۱۸ - واشر
۱۹ - پیچ

۲ـ۳ـ۵ـ اتومات استارت

اتومات استارت در حقیقت سولنوئیدی می‌باشد که برای عبور دادن برق با شدت جریان بالا از باتری به موتور استارت و بدون عبور از سوئیچ استفاده می‌شود شکل (۱۳ـ۵) نوعی اتومات استارت ساده را نشان می‌دهد.

نحوهٔ عملکرد سولنوئید در بخش (۱۱ـ۵ـ۲) توضیح داده شده است.



شکل ۱۳ـ۵ـ محل اتومات استارت در مدار استارت

۱ ـ باتری
۲ـ سوئیچ
۳ ـ اتومات استارت
۴ ـ موتور استارت

اتومات استارت دارای ۳ ترمینال B، M و ST می‌باشد مثبت باتری توسط کابل فشار ضعیفی به B در سوئیچ اصلی و از ST سوئیچ اصلی به ST اتومات و کابل فشار قوی از ترمینال M به داخل موتور استارت متصل می‌باشد و ترمینال B اتومات بوسیلهٔ کابل به قطب مثبت باتری وصل می‌شود.

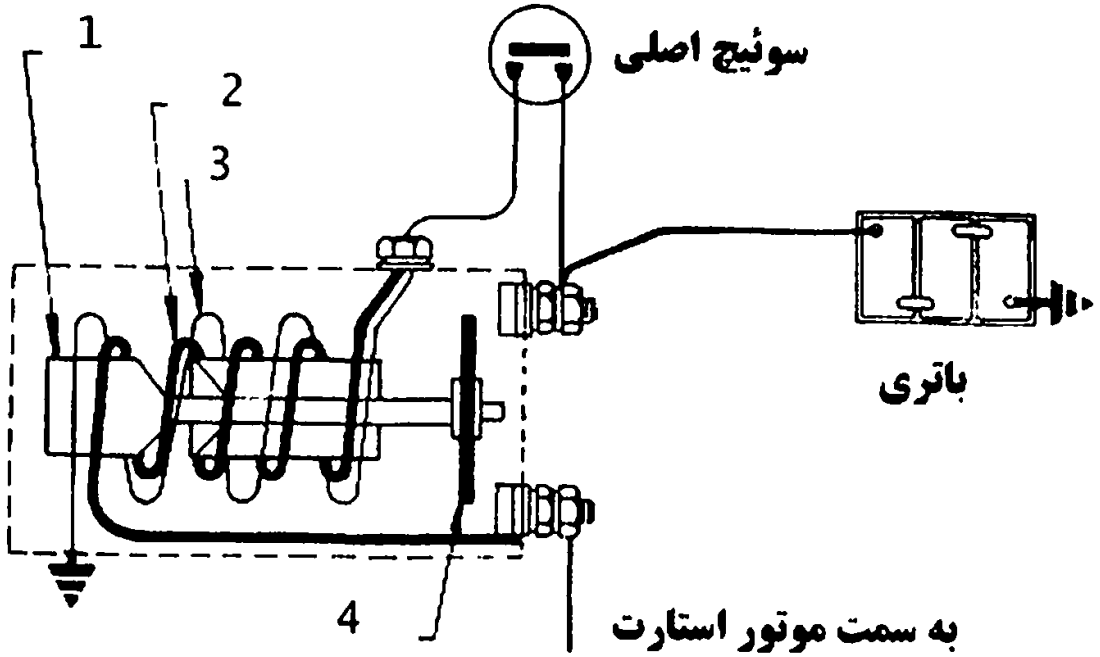
چرا از اتومات استارت استفاده می‌شود؟

ممکن است این سؤال پیش آید که چرا از اتومات استارت استفاده می‌شود، در حالی که می‌توان جریان لازم را از سوئیچ اصلی مستقیماً به موتور استارت رساند.

برای پاسخ باید گفت: موتور استارت برای چرخاندن فلایویل به نیروی زیادی نیازمند است. بدین منظور به برق با شدت جریان بالا نیاز دارد. و عبور برق با شدت جریان بالا از مجموعه، باعث سوختن سوئیچ اصلی و مجموعهٔ مدارات موجود در جلو داشبورد مانند کیلومتر شمار، سوخت‌نما و غیره می‌شود. از این رو از اتومات استارت استفاده می‌گردد تا برق با شدت جریان بالا را تأمین نماید و این جریان از سوئیچ عبور نکند.

اتومات‌های مورد استفاده در استارت خودروهای امروزی دارای دو سیم پیچ به نام‌های کشنده[1] و نگهدارنده[2] می‌باشد این دو سیم پیچ در شکل (۵-۱۴) قابل مشاهده می‌باشند.

وظیفهٔ سیم پیچ کشنده حرکت دادن اولیه صفحهٔ تماس دهندهٔ ترمینال‌ها به کمک سیم پیچ نگهدارنده و ایجاد اتصال بین باتری و موتور استارت می‌باشد. به دلیل اینکه حرکت از حالت سکون به نیروی بیشتری احتیاج دارد.



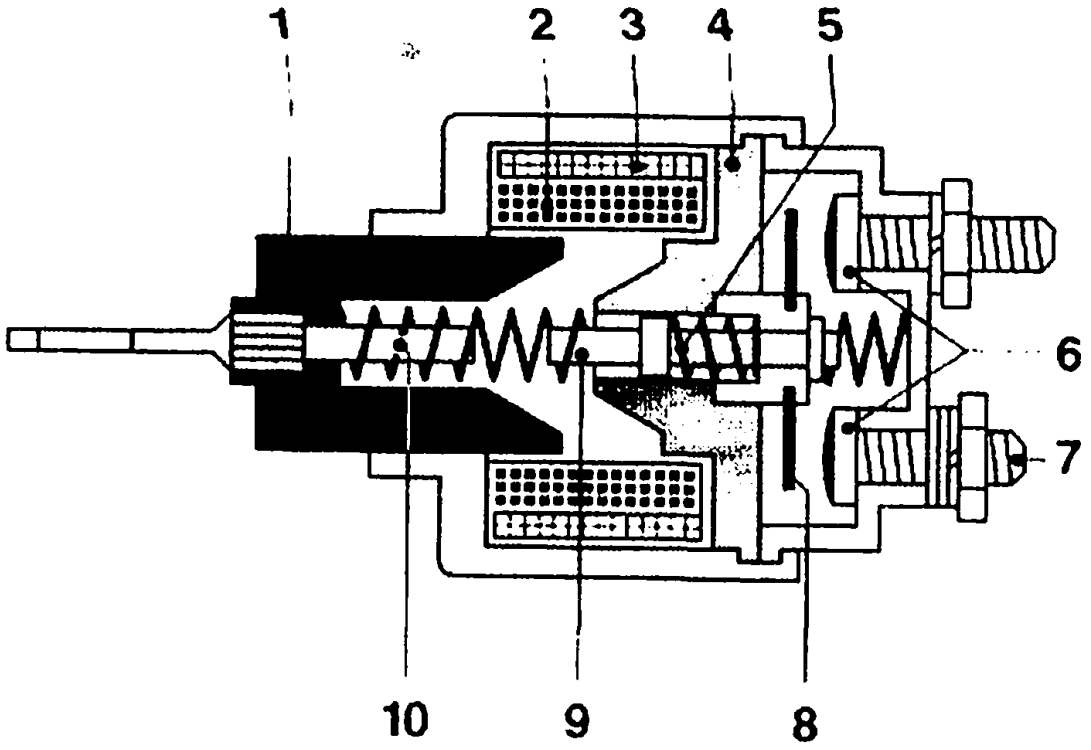
شکل ۵-۱۴- شماتیک اتومات استارت

۱ - پلانجر
۲- سیم‌پیچ کشنده
۳ - سیم‌پیچ نگهدارنده
۴ - صفحه‌ای که کنتاکت‌ها را به هم وصل می‌کند.

سیم مورد استفاده‌برای سیم پیچ کشنده را ضخیمتر انتخاب می‌کنند یا اینکه تعداد دورهای سیم پیچ کشنده را بیشتر از نگهدارنده در نظر می‌گیرند، شکلهای (۵-۱۴) و (۵-۱۵) بیانگر مطالب فوق می‌باشد.

بعد از اینکه اتصال باتری و موتور استارت برقرار شد جریان سیم پیچ کشنده قطع می‌شود چون دو سر آن دارای یک ولتاژ می‌شود. از این لحظه به بعد سیم پیچ نگه‌دارنده که هنوز مغناطیس می‌باشد، صفحهٔ تماس دهندهٔ ترمینال‌ها را در محل خود نگه می‌دارد و این عمل تا وقتی که سوئیچ اصلی در حالت استارت زدن (ST) باشد ادامه می‌یابد. بعد از قطع کردن جریان ترمینال ST سوئیچ، جریان سیم پیچ نگه‌دارنده قطع شده و فنر، صفحهٔ تماس دهنده را به محل اولیه خود برمی‌گرداند. در نتیجه جریان برق موتور استارت قطع شده و کار موتور استارت پایان می‌پذیرد.

1- Pull-in winding *2- Hold-in winding*



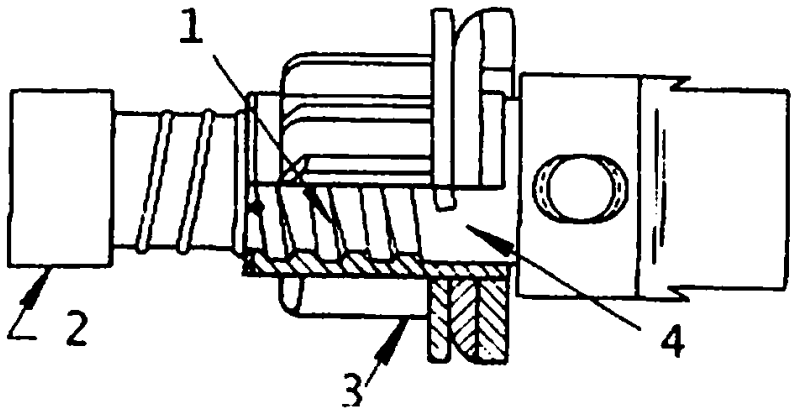
شکل ۱۵-۵. اتومات استارت

۱ ـ پلانجر
۲ ـ سیم‌پیچ کشنده
۳ ـ سیم‌پیچ نگهدارنده
۴ ـ درپوش سولنوئید
۵ ـ فنر
۶ ـ عرکتناکت‌ها
۷ ـ ترمینال
۸ ـ صفحهٔ متصل‌کننده؛ کنتاکت‌ها به یکدیگر
۹ ـ پین انتقال حرکت به صفحهٔ متصل‌کننده؛ ترمینالها
۱۰ ـ فنر برگرداننده

۳-۳-۵- پینیون و نحوهٔ حرکت آن

پینیون یا دنده استارت عامل انتقال گشتاور از موتور استارت به فلایویل می‌باشد. دنده‌های پینیون از نوع مستقیم بوده و نسبت انتقال بین فلایویل و پینیون بین ۱۰:۱ تا ۱۵:۱ می‌باشد.

برای درگیر شدن پینیون با فلایویل، باید پینیون روی محور آرمیچر استارت حرکت کند و برای سهولت درگیری بین پینیون و فلایویل، قسمت مارپیچ شکلی روی شفت آرمیچر می‌سازندو پینیون روی این مارپیچ به سمت داخل یا خارج موتور استارت حرکت می‌کند و با فلایویل درگیر شده یا از آن جدا می‌شود. شکل (۱۶-۵) پینیون و مارپیچ روی شفت آرمیچر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۶-۵- پینیون

۱ - مارپیچ

۲- محدودکنندهٔ حرکت پینیون

۳- پینیون

۴ - محور آرمیچر

از نظر نحوهٔ درگیری پینیون با فلایویل، استارت‌ها به دو دستهٔ زیر تقسیم می‌شوند.

۱- استارت لغزشی[1] (اینرسی)

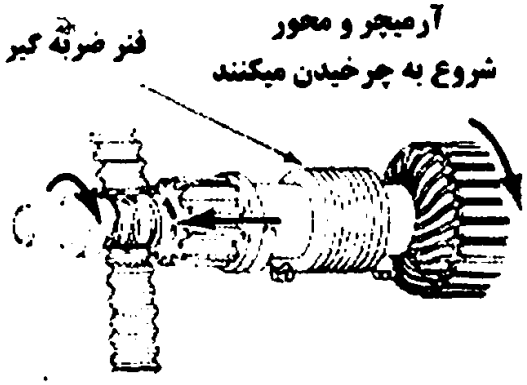
۲- استارت پیش‌درگیر[2]

۱-۳-۵- استارت لغزشی (اینرسی)

این نوع استارت به نوع درگیری لخت نیز معروف می‌باشد. درگیری بین پینیون و فلایویل براساس حرکت مارپیچی پینیون روی شفت استارت به کمک اینرسی پینیون انجام می‌پذیرد. شکل (۱۷-۵) عملکرد این نوع استارت را نشان می‌دهد.

1- Inertia Starter

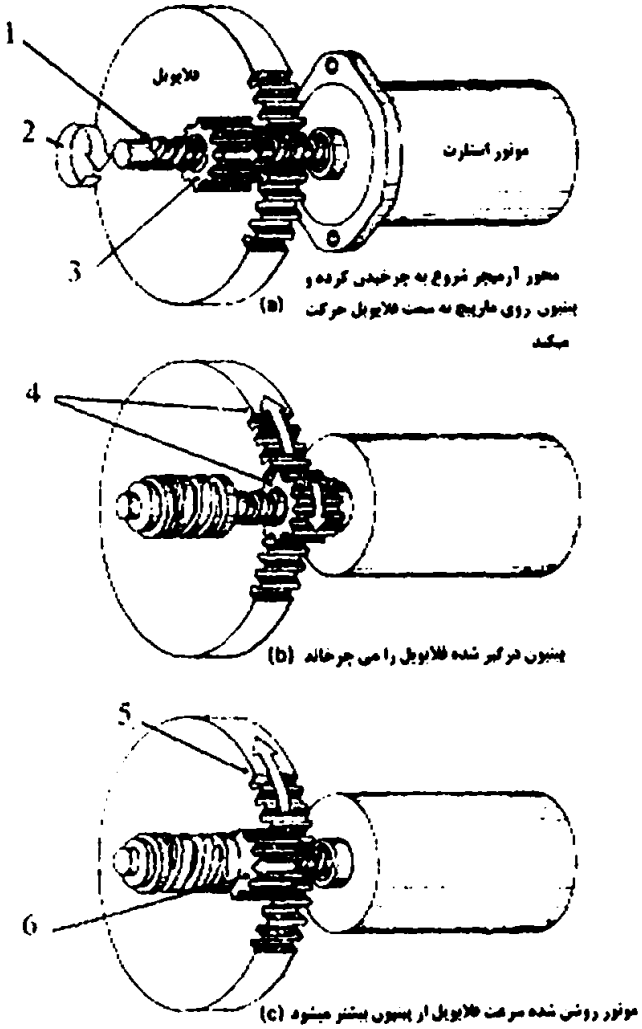
2- Pre - engaged starter



شکل ۱۷-۵- مراحل عملکرد استارت لغزشی

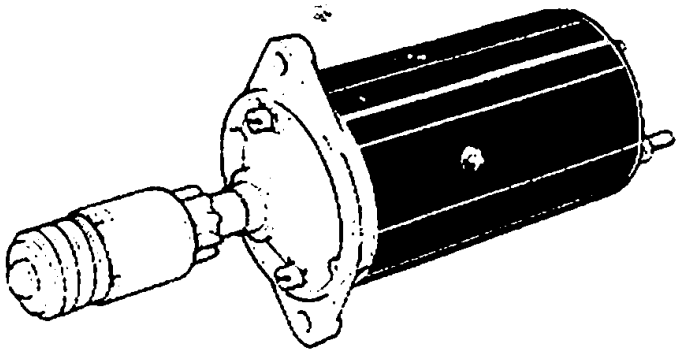
هنگامی که اتصال بین باتری و موتور استارت توسط اتومات استارت برقرار می‌شود. آرمیچر شروع به دوران می‌کند. با توجه به اینکه پینیون دارای اینرسی می‌باشد و این اینرسی با حرکت مخالفت می‌کند. در این هنگام که قسمت مارپیچی شفت آرمیچر شروع به دوران می‌نماید، پینیون روی مارپیچ آرمیچر لغزیده و به سمت فلایویل حرکت می‌کند. که در شکل (۱۷-۵)، حالت a قابل مشاهده می‌باشد.

پس از درگیری کامل بین پینیون و فلایویل، گشتاور از آرمیچر به فلایویل منتقل شده، باعث دوران آن می‌شود. شکل (۱۷ـ۵)، حالت b این مرحله را نشان می‌دهد. هنگامی که موتور روشن شد دور فلایویل بیشتر از آرمیچر می‌شود و در نتیجه پینیون در جهت عکس حالت قبل روی مارپیچ آرمیچر می‌لغزد و در نتیجه پینیون به سمت عقب حرکت کرده، از فلایویل جدا می‌شود. این مرحله در شکل (۱۷ـ۵)، حالت c نشان داده شده‌است. وجود فنر قوی در انتهای مسیر باعث استهلاک ضربه پینیون شده از صدمه دیدن پینیون و آرمیچر جلوگیری می‌کند. همانطور که در شکل (۱۷ـ۵) ملاحظه شد جهت حرکت پینیون به سمت خارج از استارت می‌باشد. ممکن است جهت حرکت پینیون به سمت داخل استارت باشد. استارت نوع بُوکاس که در پیکانهای قدیمی مورد استفاده قرار می‌گرفت از این نوع می‌باشد. نحوهٔ عملکرد این استارت‌ها مطابق با شکل (۱۸ـ۵) می‌باشد. شکل (۱۹ـ۵) این نوع استارت را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸ـ۵ـ عملکرد استارت

۱ ـ مارپیچ آرمیچر
۲ ـ جهت دوران آرمیچر
۳ ـ پینیون
۴ ـ پینیون، فلایویل را می‌چرخاند
۵ ـ موتور روشن شده و سرعت دورانی فلایویل زیاد می‌گردد
۶ـ پینیون از فلایویل جدا می‌شود



شکل ۱۹ـ۵ـ استارت لوکاس (پیکانی قدیمی)

۲ـ۳ـ۳ـ۵ـ استارت پیش‌درگیر

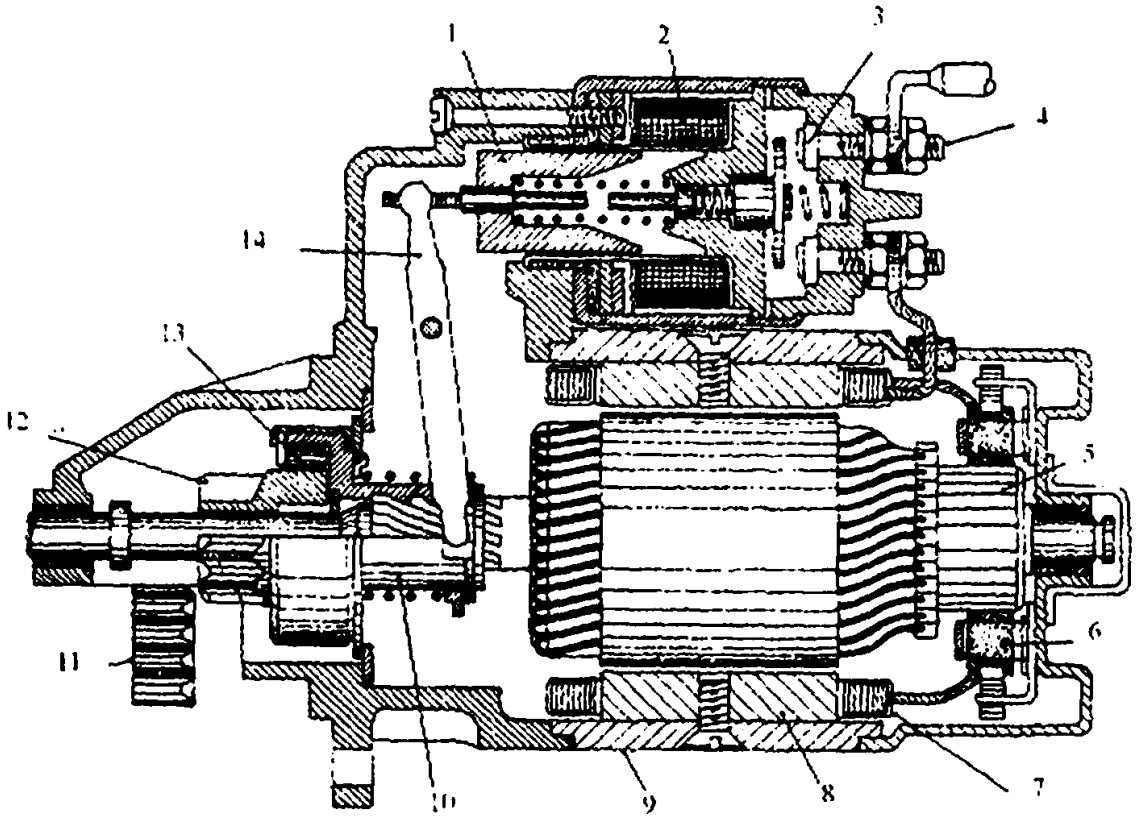
اکثر استارت‌های مورد استفاده در خودروها از این نوع می‌باشند در استارت‌های پیش‌درگیر حرکت اتومات استارت بوسیلهٔ اهرم بندی به پینیون انتقال پیدا می‌کند. شکل (۲۰ـ۵) این نوع استارت را نشان می‌دهد. در این نوع استارت، ابتدا پینیون بطور کامل با فلایویل درگیر شده، سپس آرمیچر به دوران درمی‌آید. به همین دلیل آنرا استارت پیش‌درگیر می‌نامند. به عبارتی دیگر قبل از دوران آرمیچر، درگیری پینیون با فلایویل کامل می‌شود.

نحوهٔ عملکرد آن به شرح زیر می‌باشد:

هنگامی که سوئیچ را در حالت ST (استارت زدن) قرار می‌دهیم. جریان برق از سوئیچ وارد ترمینال STاتومات استارت می‌شود و از سیم پیچ‌های کشنده و نگهدارنده عبور می‌کند. برق سیم پیچ نگهدارنده مستقیماً به بدنه می‌رود و برق سیم پیچ کشنده از طریق سیم پیچ موتور استارت به بدنه می‌رسد. در نتیجه هر دو سیم پیچ آهنربا شده باعث حرکت پلانجر استارت می‌گردد در یک طرف پلانجر[1]، صفحهٔ تماس دهنده قرار دارد که باعث اتصال ترمینال‌های M و B اتومات استارت می‌شود و در طرف دیگر آن بوسیلهٔ اهرم‌بندی به مجموعهٔ کلاچ اوررانر و پینیون ارتباط دارد و باعث می‌شود که این مجموعه به سمت فلایویل حرکت کند. و به علت اینکه جریان برقی که از سیم‌پیچ کشنده عبور می‌کند از طریق آرمیچر و بالشتک موتور استارت وارد بدنه می‌شود، باعث می‌شود که آرمیچر استارت به کندی دوران نماید و این دوران به درگیری راحت پینیون و فلایویل کمک می‌کند. همزمان با کامل شدن درگیری بین پینیون و فلایویل، جریان از ترمینال B توسط صفحهٔ اتصال دهنده به ترمینال M رفته و در نتیجه وارد موتور استارت می‌شود و آرمیچر را به حرکت درمی‌آورد. در این زمان، جریانی از سیم پیچ کشنده عبور نمی‌کند.

1- Plunger

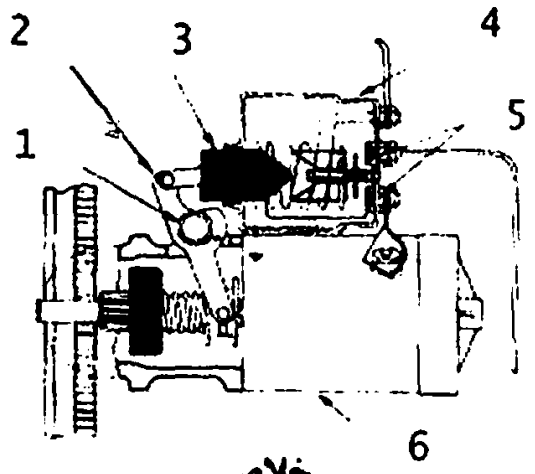
و فقط سیم پیچ نگهدارنده دارای جریان و در نتیجه خاصیت مغناطیسی می‌باشد و همین مقدار نیروی مغناطیسی سیم‌پیچ نگهدارنده پلانچر را در محل خود ثابت نگه داشته و در نتیجه تا زمانی که سوئیچ در حالت استارت قرار دارد ترمینال B اتومات استارت به M وصل بوده و موتور استارت کار می‌کند.



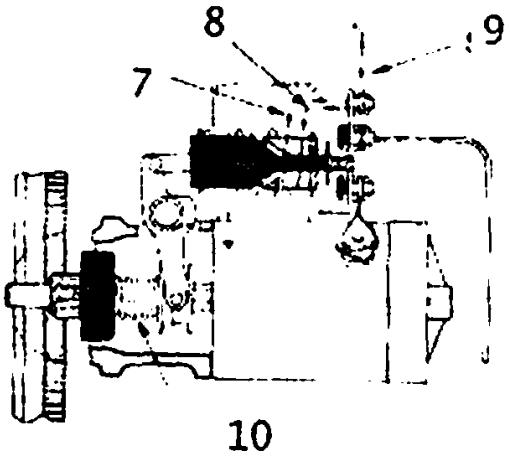
شکل ۲۰-۵. برش خوردهٔ استارت پیش‌درگیر

۱ ـ پلانجر
۲ ـ سولنوئید
۳ ـ کنتاکت
۴ ـ ترمینال B
۵ ـ کلکتور
۶ ـ زغال
۷ ـ سیم‌پیچ بانشنک
۸ ـ کفشک با قطب آهنربایی
۹ ـ بدنهٔ استارت
۱۰ ـ مجموعهٔ پینیون و کلاچ اوورران
۱۱ ـ فلایویل
۱۲ ـ پینیون
۱۳ ـ غلتک کلاچ اوورران غلتکی
۱۴ ـ اهرم دو شاخه

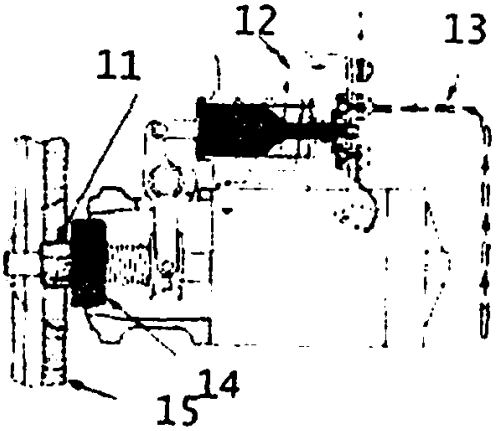
پس از اینکه سوئیچ اصلی از حالت ST رها شد به دلیل قطع شدن جریان سیم پیچ نگهدارنده، پلانجر توسط فنر به محل اولیهٔ خود باز می‌گردد. که در نتیجه، هم اتصال بین باتری و موتور استارت قطع شده و هم مجموعه پینیون به جای اولیه خود بازگشته از فلایویل جدا می‌شود. شکل (۲۱-۵) مراحل درگیری فلایویل و پینیون را نشان می‌دهد.



خلاص



قسمتی از پنیون درگیر است



پنیون کاملا درگیر است و
موتور میچرخد

شکل ۲۱-۵. مراحل درگیری پینیون و فلایویل

۱ ـ لولای اهرم دوشاخه
۲ ـ اهرم دوشاخه
۳ ـ بلانجر
۴ ـ اتومات استارت
۵ ـ ترمینالها
۶ ـ موتور استارت
۷ ـ سیم‌پیچ نگهدارنده
۸ ـ سیم‌پیچ کشنده
۹ ـ جریان ورودی از سوئیچ
۱۰ ـ فنر
۱۱ ـ پینیون
۱۲ ـ جریان عبوری به سیم‌پیچ نگهدارنده بعد از شروع به کار استارت
۱۳ ـ جریان عبوری از باتری به ترمینال B اتومات استارت

۴ـ۳ـ۵ـ کلاچ اوررانِ

در تمام استارت‌ها حرکت چرخشی آرمیچر توسط کلاچ اوررانِ یا کلاچ یک طرفه به پینیون انتقال پیدا می‌کند کلاچ اوررانِ باعث چرخیدن پینیون توسط آرمیچر می‌شود. اما زمانی که موتور روشن شد و دور فلایویل و در نتیجه دور پینیون نسبت به حالت عادی بیشتر می‌شود، در این صورت اگر دور موتور به آرمیچر منتقل شود باعث آسیب دیدن آرمیچر استارت می‌شود. و از این رو کلاچ اوررانِ ارتباط بین پینیون و آرمیچر را قطع می‌کند. با استفاده از کلاچ اوررانِ، اگر پینیون به دلیلی از دنده فلایویل جدا نشود، فقط پینیون دوران می‌کند (وقتی موتور روشن شد) و دور موتور به آرمیچر منتقل نمی‌شود. در نتیجه از دوران بیش از حد و صدمه دیدن آرمیچر جلوگیری می‌شود. کلاچ اوررانِ بین پینیون و آرمیچر استارت قرار می‌گیرد.

۱ـ۴ـ۳ـ۵ـ انواع کلاچ‌های اوررانِ

کلاچهای اوررانِ به دو دسته تقسیم می‌شوند

۱ـ کلاچهای اوررانِ غلتکی[1]

۲ـ کلاچهای اوررانِ چند صفحه‌ای[2]

۱ـ۱ـ۴ـ۳ـ۵ـ کلاچ اوررانِ غلتکی

در استارت‌های پیش‌درگیر معمولاً از این نوع کلاچ استفاده می‌شود که برش خوردهٔ آن در شکل (۲۲ـ۵) آمده است.

اجزای این کلاچ عبارتند از:

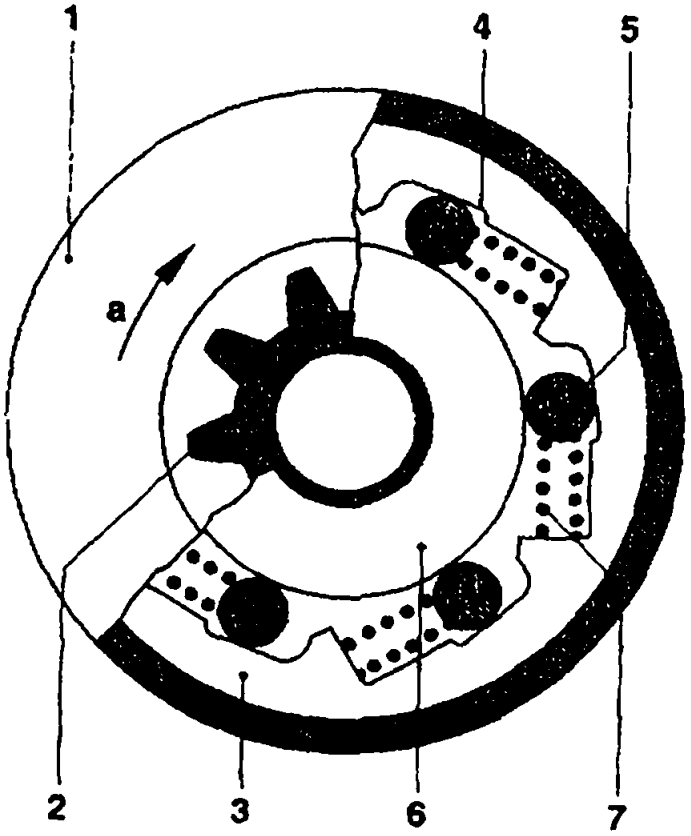
پوستهٔ خارجی که با دنده استارت یا پینیون یکپارچه شده است، رینگ داخلی که بوسیلهٔ مارپیچ به آرمیچر وصل است، غلتک‌ها و فنرها.

در حالت عادی فنرها، غلتک‌ها را در فضای تنگ بین رینگ داخلی و پوسته خارجی قرار داده است، در اینصورت با دوران آرمیچر، حرکت دورانی از طریق مارپیچ به رینگ داخلی و از طریق غلتک‌ها، به پوستهٔ خارجی و در نتیجه پینیون و نهایتاً به فلایویل می‌رسد و در این حالت آرمیچر، رینگ داخلی، پوستهٔ خارجی و پینیون با هم دوران می‌کنند.

1- *Roller type overruning clutches*

2- *Multiplate overruning clutches*

هنگامی که موتور روشن شد، دور فلایویل و در نتیجه دور پینیون نسبت به حالت عادی کار موتور استارت زیادتر می‌شود و از اینرو دور پوسته خارجی کلاچ و پینیون از دور آرمیچر و رینگ داخلی زیادتر می‌گردد و این اختلاف دور بین پوسته خارجی و رینگ داخلی مانند این است که پوستهٔ خارجی نسبت به رینگ داخلی بیشتر دوران می‌کند و در اینصورت پوستهٔ خارجی غلتک‌ها را با خود به فضای گشادتر هدایت می‌کند و تماس بین رینگ داخلی و پوستهٔ خارجی از طریق غلتک‌ها از بین می‌رود و دور از پوستهٔ خارجی به رینگ داخلی و در نتیجه آرمیچر منتقل نمی‌شود و اگر پینیون از فلایویل جدا نشود، آرمیچر آسیبی نمی‌بیند. مطالب فوق در شکل (۲۲ـ۵) و (۲۳ـ۵) نمایش داده شده است.



شکل ۲۲ـ۵ـ برش خوردهٔ کلاچ غلتکی

۱ ـ بدنهٔ کلاچ

۲ ـ پینیون

۳ ـ رینگ خارجی متصل به بدنهٔ کلاچ

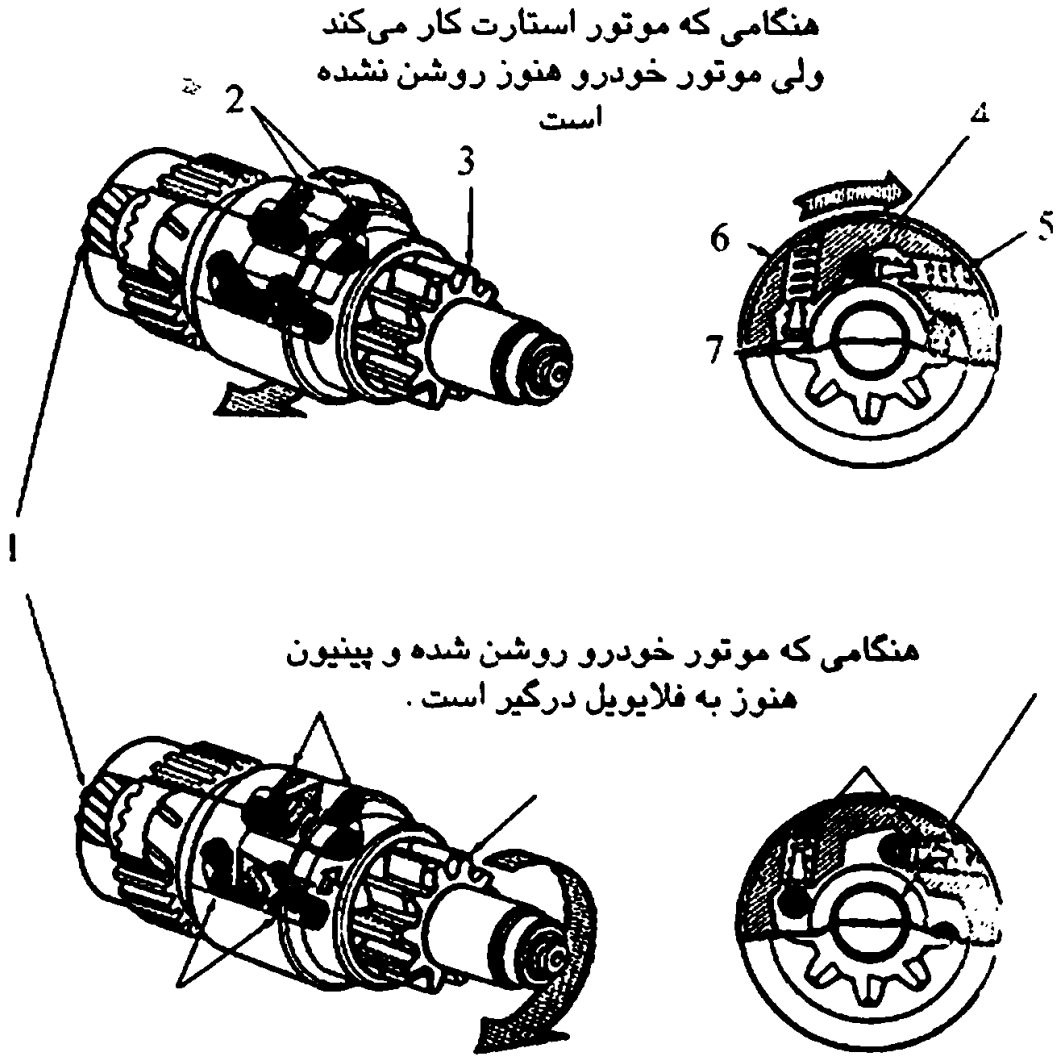
۴ ـ محفظهٔ غلتک

۵ ـ غلتک

۶ ـ حلقهٔ داخلی کلاچ

۷ ـ فنر

a ـ جهت دوران برای قفل شدن کلاچ

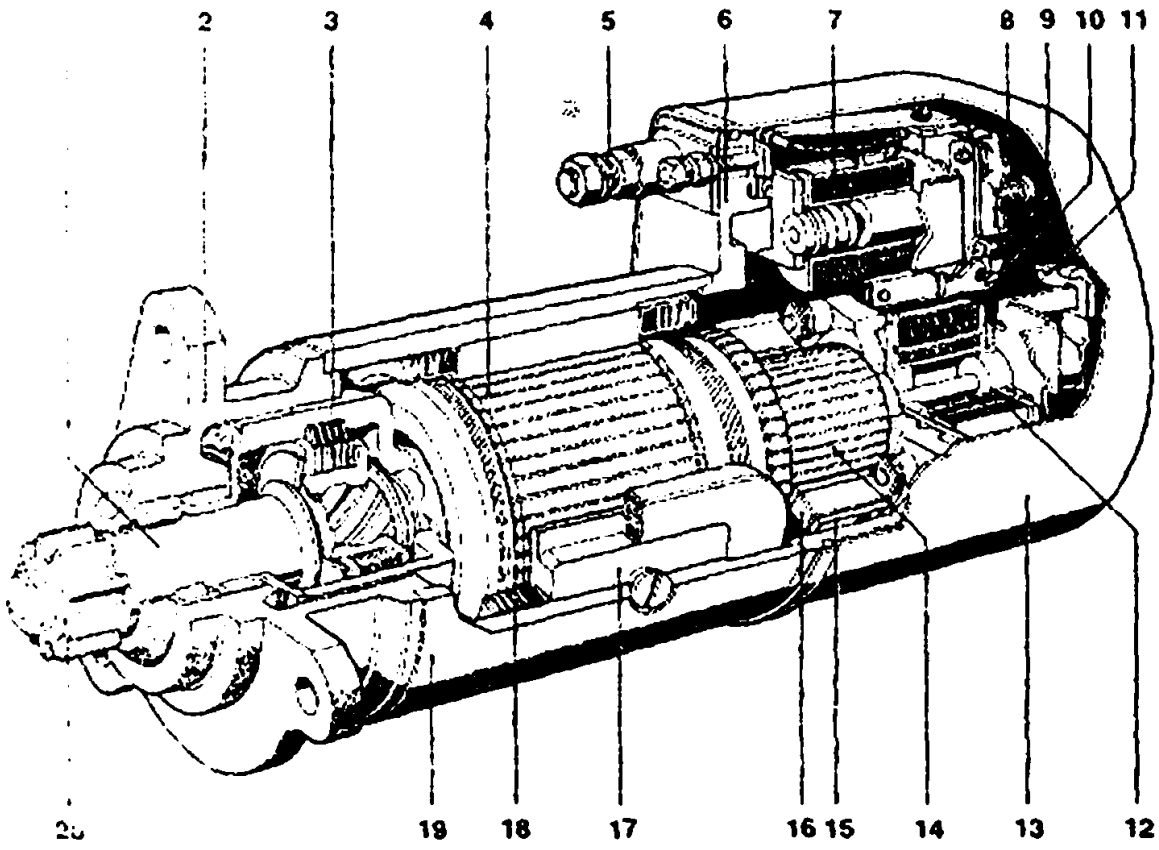


شکل ۵.۲۳ـ عملکرد کلاچ اوررانِ غلتکی

۱ ـ محور پینیون
۲ ـ فنر های غلتک
۳ ـ پینیون
۴ ـ غلتک
۵ ـ فنر غلتک
۶ ـ پوستهٔ خارجی کلاچ
۷ ـ حلقهٔ داخلی کلاچ که با مارپیچ آرمیچر متصل است

۲ـ۱ـ۴ـ۵.۳ـ کلاچ چند صفحه‌ای اوررانِ

این نوع کلاچ‌ها معمولاً در استارت‌های لغزشی (الکتریکی لغزشی) بکار برده می‌شوند. شکل (۵.۲۴) یک استارت که در آن کلاچ چند صفحه‌ای بکار رفته است را نشان می‌دهد. این مجموعه شامل چند صفحهٔ اصطکاکی است که در صورت به هم فشرده شدن این صفحات، گشتاور را به پینیون و نهایتاً به فلایویل منتقل می‌کنند.



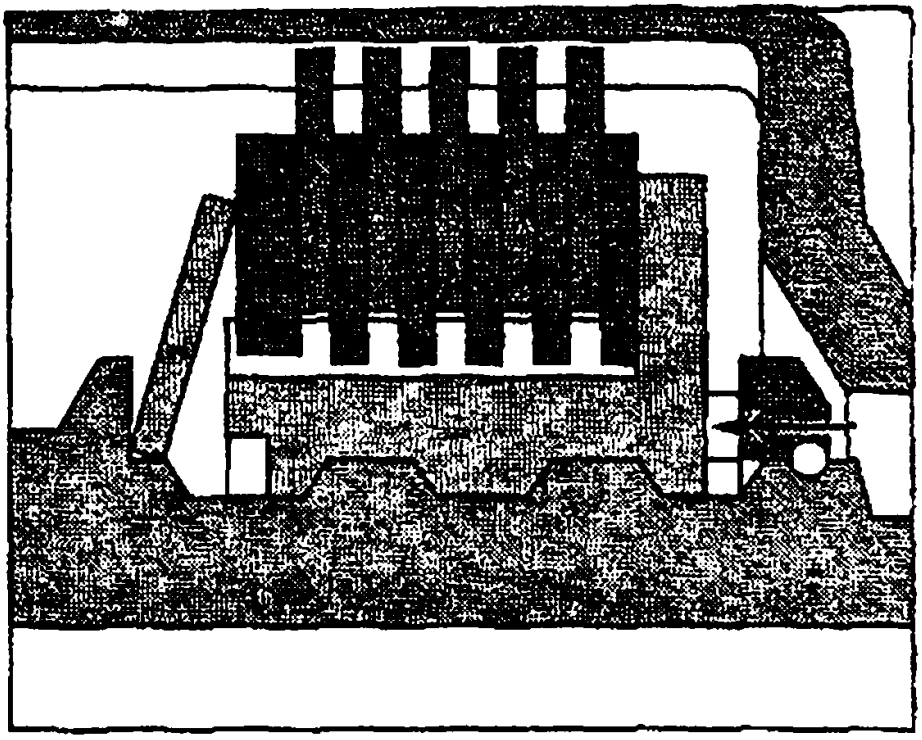
شکل ۲۴-۵. استارت با کلاچ چند صفحه‌ای اوران

۱ ـ محور پینیون
۲ ـ درپوش جلو استارت
۳ ـ کلاچ اوران چند صفحه‌ای
۴ ـ آرمیچر
۵ ـ ترمینال B
۶ ـ درپوش جلوی اتومات استارت
۷ ـ رابط کنتاکت اتومات استارت
۸ ـ کنتاکت متحرک
۹ ـ محدود کنندهٔ حرکت کنتاکت متحرک
۱۰ ـ بازوی انعطاف‌پذیر
۱۱ ـ بازوی خلاص کنندهٔ حرکت کنتاکت متحرک
۱۲ ـ سولنوئید درگیرکنندهٔ کلاچ و پینیون
۱۳ ـ درپوش عقب اتومات استارت
۱۴ ـ کلکتور
۱۵ ـ زغال
۱۶ ـ نگهدارندهٔ زغال
۱۷ ـ فشنگ
۱۸ ـ سیم‌پیچ میدان (سیم‌پیچ سری با آرمیچر)
۱۹ ـ بدنهٔ استارت
۲۰ ـ پینیون

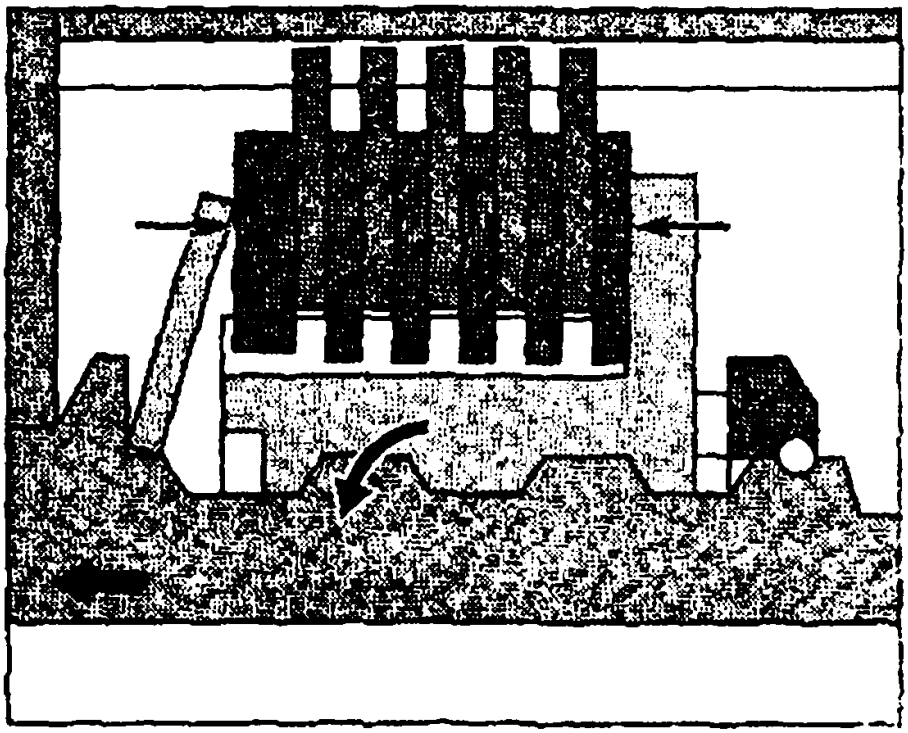
همانطور که ملاحظه می‌شود مجموعهٔ کلاچ دارای پوسته، صفحات اصطکاکی داخلی و صفحات اصطکاکی که بین پوستهٔ کلاچ و محور پینیون قرار گرفته‌اند می‌باشد. عملکرد این کلاچ به شرح زیر می‌باشد:

هنگامی که جریان برق وارد اتومات استارت می‌شود کل آرمیچر به سمت فلایویل حرکت می‌کند (برای توضیح بیشتر در مورد عملکرد این نوع استارت به بخش (۲-۴-۵) مراجعه شود) با حرکت آرمیچر، پوستهٔ داخلی کلاچ نیز حرکت می‌کند. در نتیجه صفحه‌های اصطکاکی داخلی و خارجی به هم

شده و باعث حرکت محور پینیون شده، پینیون به سمت فلایویل حرکت کرده و با آن درگیر می‌شود.



شکل ۲۵-۵- حالت خلاص کلاچ



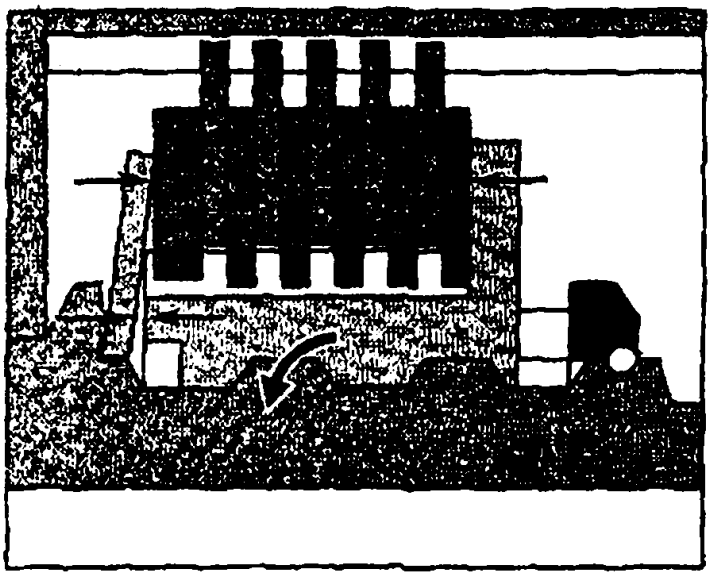
شکل ۲۶-۵- انتقال نیرو در کلاچ

پس از درگیری کامل بین پینیون با فلایویل، جریان برق وارد آرمیچر می‌گردد، که باعث چرخیدن آرمیچر می‌شود با چرخیدن آرمیچر، مارپیچ نیز همراه با آن می‌چرخد. در نتیجه پوستهٔ داخلی به سمت

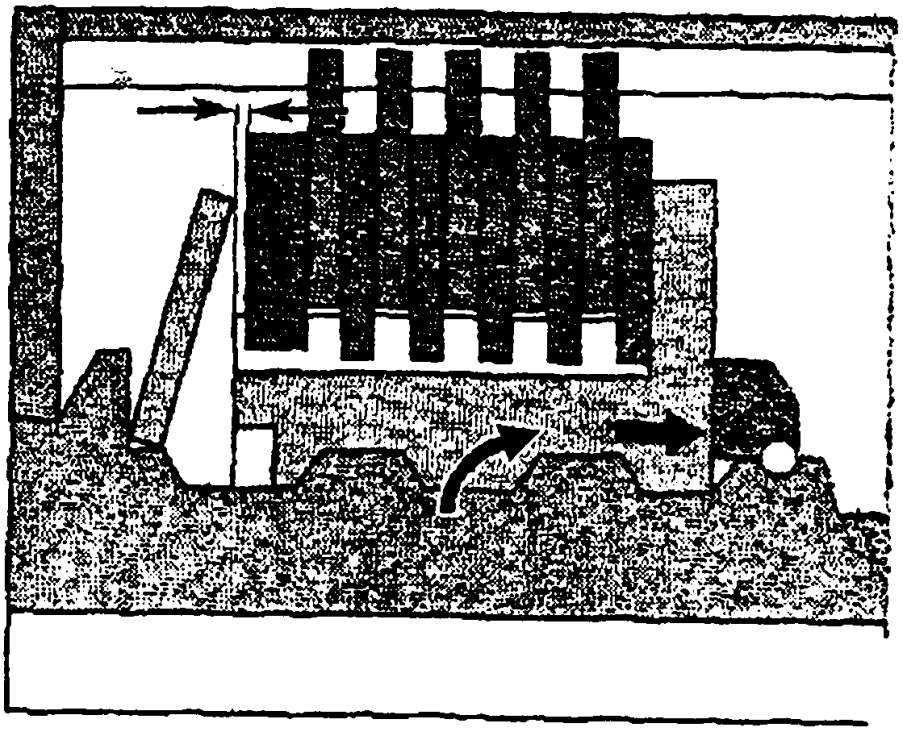
واشر محدود کننده حرکت می‌کند. این عمل باعث فشرده‌تر شدن صفحات اصطکاکی می‌شود این نیرو آنقدر افزایش پیدا می‌کند که می‌تواند گشتاور آرمیچر از صفحات اصطکاکی عبور کرده به پینیون برسد و از طریق پینیون گشتاور استارت به فلایویل منتقل می‌شود.

مسیر انتقال گشتاور بدین ترتیب است که گشتاور آرمیچر به صفحات اصطکاکی خارجی سپس به صفحات اصطکاکی داخلی و از آنجا گشتاور به محور کلاچ (محور پینیون) می‌رسد. از آنجا به پینیون و سپس به فلایویل می‌رسد و میل‌لنگ را به حرکت درمی‌آورد شکل (۵-۲۵) حالت خلاص کلاچ چند صفحه‌ای اوران را نشان می‌دهد و شکل (۵-۲۶) نحوهٔ انتقال گشتاور را در کلاچ چند صفحه‌ای اوران نشان می‌دهد.

مطابق شکل (۵-۲۷) بیشترین گشتاور انتقالی زمانی است که مجموعهٔ کلاچ به انتهای مارپیچ رسیده باشد و به واشر محدود کننده برخورد کند. در این حالت به دلیل افزایش نیروی اصطکاکی بین محور آرمیچر و کلاچ، مانند این است که دو قسمت یکپارچه شده و با هم می‌چرخند هنگامی که موتور روشن شده، دور فلایویل از پینیون بیشتر می‌شود. در نتیجه نیروی اصطکاکی بین صفحات کاسته می‌شود و باعث می‌شود صفحات اصطکاکی روی هم لغزیده و گشتاوری را از فلایویل به آرمیچر منتقل نمی‌کند. شکل (۵-۲۸) مطلب فوق را بیان می‌کند. یعنی در این حالت دور فلایویل و پینیون نسبت به حالت عادی کار موتور استارت زیادتر می‌شود و پینیون نسبت به آرمیچر دوران بیشتری می‌کند و باعث می‌شود که مارپیچ پینیون نیرویی به صفحه کلاچ‌ها اعمال کند و این نیرو باعث می‌شود که فشار از روی صفحه کلاچ‌ها برداشته شود و دور منتقل شده از فلایویل به پینیون، به آرمیچر منتقل نگردد.



شکل ۵-۲۷- بیشترین گشتاور



شکل ۲۸ـ۵ـ اوران

۵ـ۳ـ۵ـ ترمز آرمیچر[1]

همانطور که موتور استارت در زمان استارت زدن باید سریع و صحیح عمل کند، در پایان کار موتور استارت نیز باید آرمیچر موتور استارت سریع متوقف شود. دلیل این کار کاهش فرسودگی و افزایش عمر موتور استارت می‌باشد. در استارت‌های پیش‌درگیر می‌توان از یک صفحهٔ اصطکاکی استفاده کرد. هنگامی که مجموعهٔ کلاچ اوران و پینیون به سمت عقب حرکت می‌کند، صفحه اصطکاکی که در شکل (۳۳ـ۵) با شمارهٔ ۱۹ مشخص شده با بدنهٔ استارت درگیر می‌شود و از آنجایی که قسمت داخلی آن با محور آرمیچر درگیر است باعث توقف آرمیچر می‌شود.

در استارت هایی که از آهنربای دائم استفاده می‌شود نیروی مغناطیسی موجود در قطبها باعث کاهش سرعت آرمیچر می‌شود. در استارت‌های خودروهای سنگین مانند کامیون‌ها از قطبهای سری ـ موازی استفاده می‌شود. بالشتک موازی در حقیقت وظیفهٔ کنترل دور آرمیچر استارت را بر عهده داشته و در هنگام قطع شدن برق موتور استارت، به علت پسماند مغناطیسی موجود در این قطب از استارت، به متوقف شدن سریعتر آرمیچر کمک می‌کند و در نتیجه آرمیچر زودتر متوقف می‌شود.

---

1. *Armature braking*

۵-۴-انواع دیگر استارت

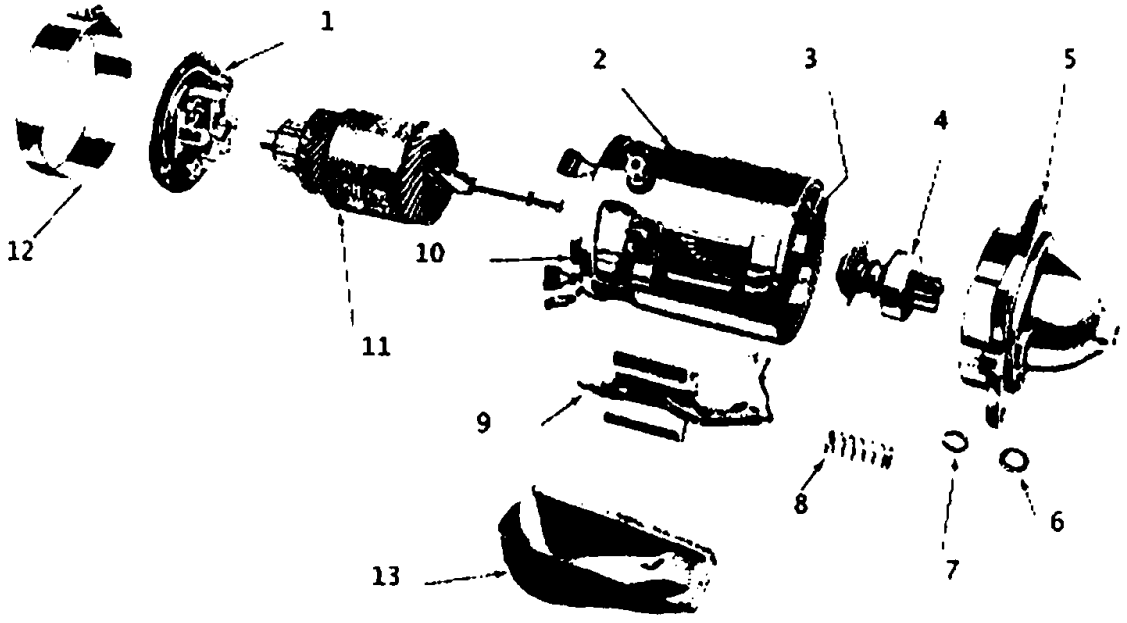
در این بخش چند نوع استارت مورد استفاده در خودروها مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد.

لازم به ذکر است که همگی این استارت‌ها از نوع پیش‌درگیر می‌باشند یا به عبارتی دیگر در این استارت‌ها عمل درگیری بین پینیون و فلایویل، قبل از دوران آرمیچر صورت می‌گیرد.

۵-۴-۱-استارت با یک کفشک متحرک

این استارت در بعضی خودروهای آمریکایی استفاده می‌شود اجزاء این استارت در شکل (۵-۲۹) ملاحظه می‌گردد.

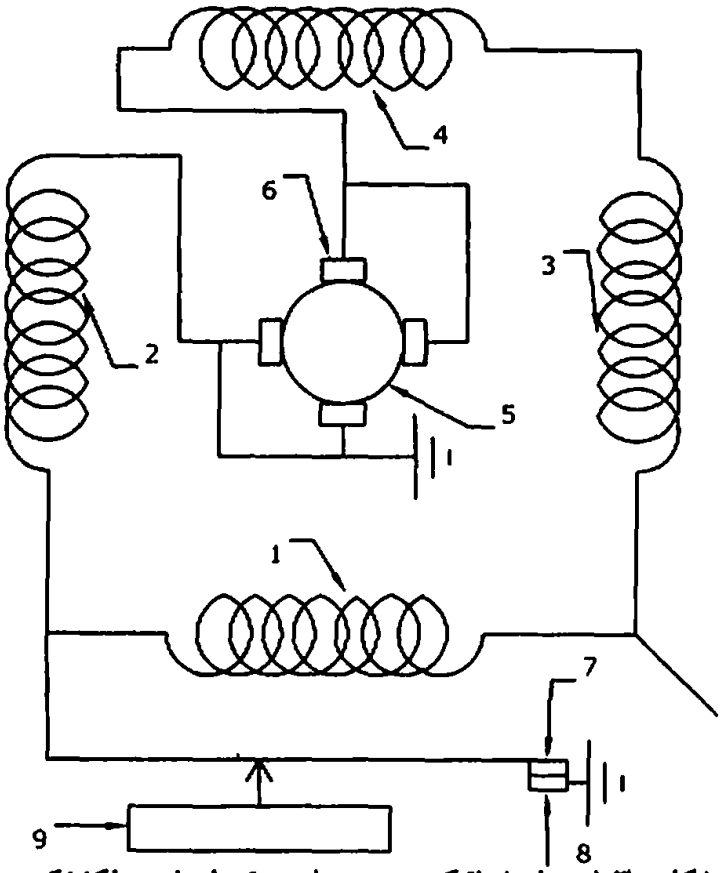
همانطور که در شکل (۵-۳۰) ملاحظه می‌شود، انتهای بالشتک شماره ۱ بوسیلهٔ پلاتینی به بدنه متصل می‌شود. هنگامی که سوئیچ اصلی در حالت ST قرار داده شود جریان باتری وارد ترمینال M شده پس از عبور از بالشتک ۱ از پلاتین گذشته به بدنه می‌رود (به دلیل وجود مقاومت کمتر نسبت به مسیر بالشتک ۲، ۳ و ۴).



شکل ۵-۲۹-اجزاء استارت با کفشک متحرک

۱ - درپوش عقب استارت
۲ - بدنهٔ استارت
۳ - سیم‌پیچ بالشتک
۴ - مجموعهٔ پینیون و کلاچ اورران
۵ - درپوش جلو و محفظهٔ پینیون
۶ - نگهدارندهٔ رینگ محدود کننده
۷ - رینگ محدود کننده حرکت پینیون
۸ - فنر برگرداننده پینیون
۹ - کفشک متحرک و اهرم آن
۱۰ - زغالها
۱۱ - آرمیچر
۱۲ - نگهدارنده درپوش عقب
۱۳ - درپوش کفشک متحرک

در نتیجه بالشتک ۱ مغناطیس شده و کفشک متحرک شمارهٔ ۹ در شکل (۵-۳۰) به سمت داخل استارت کشیده می‌شود. این کار باعث جداشدن پلاتین‌ها از یکدیگر می‌شود و جریان ورودی به تمام بالشتک‌ها می‌رسد. علاوه بر آن دو شاخهٔ متحرک کفشک متحرک باعث حرکت پینیون به سمت فلایویل شده و همزمان با درگیری کامل با فلایویل، آرمیچر نیز به دوران درمی‌آید و پینیون، فلایویل را می‌چرخاند با برگشتن سوئیچ به حالت IG به دلیل قطع شدن جریان بالشتک‌ها، کفشک متحرک به سمت خارج استارت حرکت کرده و در نتیجه پینیون نیز به عقب برمی‌گردد و از درگیری با فلایویل آزاد می‌شود.



شکل ۵-۳۰- مدار شماتیک سیم‌پیچ‌های موتور استارت با کفشک متحرک

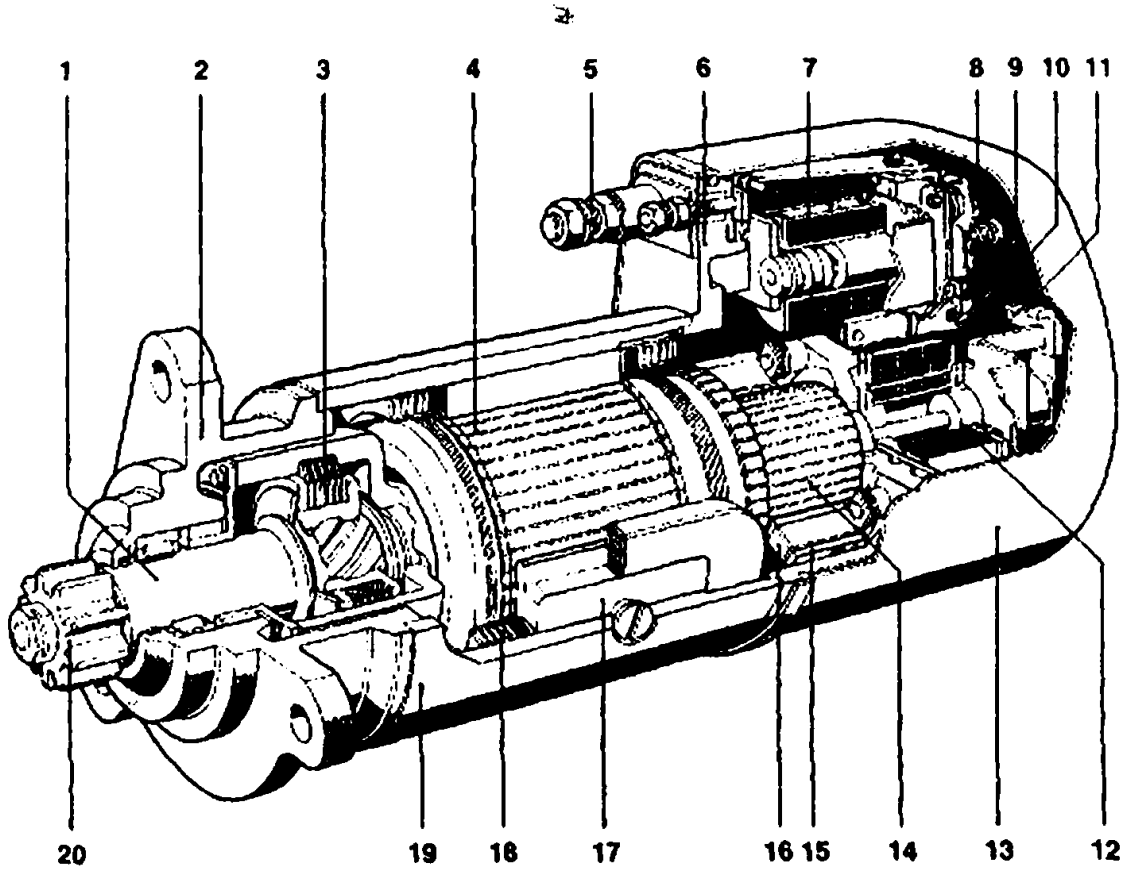
۱، ۲، ۳ و ۴ ـ سیم‌پیچ بالشتک‌ها
۵ ـ آرمیچر
۶ ـ زغال
۷ ـ پلاتین متحرک
۸ ـ پلاتین ثابت
۹ ـ کفشک متحرک

۲-۴-۵-استارت لغزشی ـ الکتریکی

این نوع استارت‌ها در خودروهای سنگین مانند کامیونها، اتوبوسها، ماشین‌های کشاورزی و غیره متداول می‌باشد.

شکل (۵-۳۱) استارتی از این نوع را نشان می‌دهد در این نوع استارت‌ها با قرار دادن سولنوئیدی بر روی محور آرمیچر (شکل ۵-۳۱ شمارهٔ ۱۲) باعث حرکت کردن کل مجموعهٔ آرمیچر به سمت فلایویل

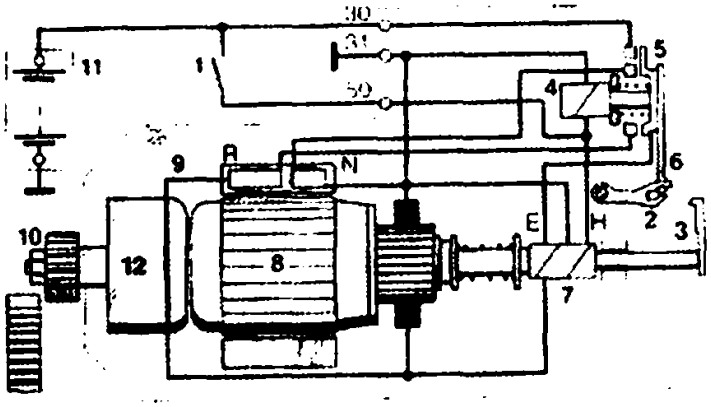
شده و پس از درگیری کامل بین پینیون و فلایویل، جریان برق وارد آرمیچر شده، آنرا به دوران درمی‌آورد.



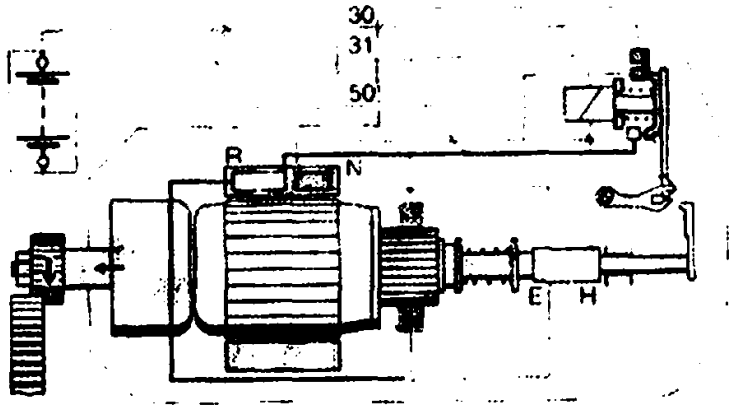
شکل ۵.۳۱. برش خوردهٔ استارت لغزشی الکتریکی

۱ ـ محور پینیون
۲ ـ درپوش جلو استارت
۳ ـ کلاچ اوورران چند صفحه‌ای
۴ ـ آرمیچر
۵ ـ ترمینال B
۶ ـ درپوش جلوی اتومات استارت
۷ ـ رلهٔ کنتاکت اتومات استارت
۸ ـ کنتاکت متحرک
۹ ـ محدود کنندهٔ حرکت کنتاکت
۱۰ ـ بازوی لغزشی
۱۱ ـ بازوی خلاص کنندهٔ حرکت کنتاکت متحرک
۱۲ ـ سولنوئید درگیر کننده، کلاچ و پینیون
۱۳ ـ درپوش عقب اتومات استارت
۱۴ ـ کلکتور
۱۵ ـ زغال
۱۶ ـ نگهدارندهٔ زغال
۱۷ ـ کفشک
۱۸ ـ سیم‌پیچ میدان (سیم‌پیچ سری با آرمیچر)
۱۹ ـ بدنهٔ استارت
۲۰ ـ پینیون

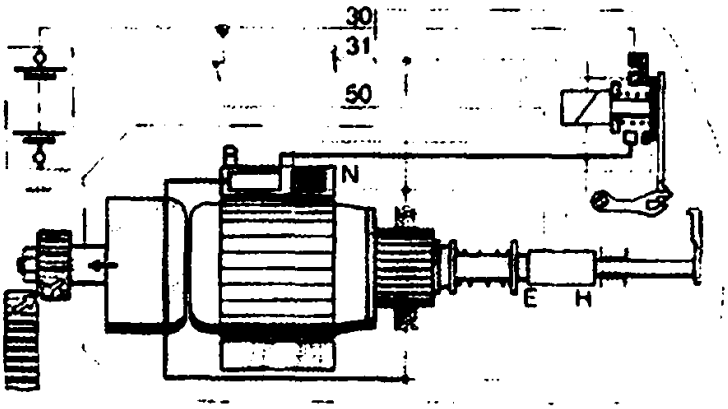
گشتاور تولیدی توسط آرمیچر پس از عبور از کلاچ اوورران چند صفحه‌ای به پینیون رسیده، باعث چرخاندن فلایویل و در نتیجه میل‌لنگ می‌گردد. عملکرد این نوع استارت در شکل (۵.۳۲) نشان داده شده است.



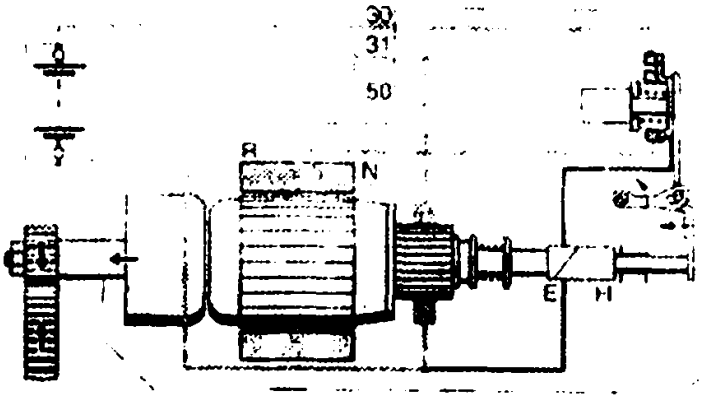
۱ ـ حالت خلاص ولتاژی عبور نمی‌کند



۲ ـ حالت درگیری صحیح پینیون با فلایویل



۳ ـ حالت دنده به دنده و آرمیچر کمی می‌چرخد



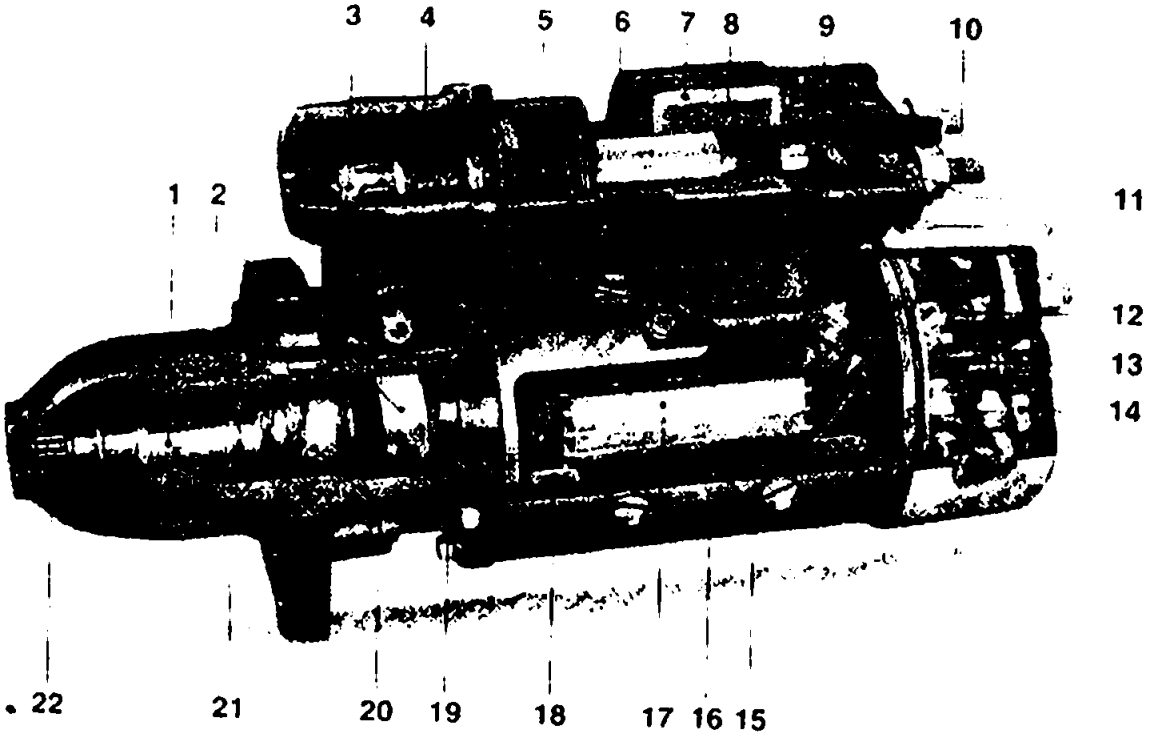
۴ ـ فلایویل توسط آرمیچر استارت با بیشترین گشتاور به دوران در می‌آید.

شکل ۳۲-۵ـ مراحل عملکرد استارت لغزشی الکتریکی

۱ ـ سوئیچ اصلی، ۲ ـ بازوی لغزشی، ۳ ـ بازوی خلاص کنندهٔ حرکت کنتاکت، ۴ ـ رلهٔ کنتاکت ۵ ـ کنتاکت متحرک، ۶ ـ محدودکنندهٔ حرکت کنتاکت متحرک، ۷ ـ سولنوئید درگیر کنندهٔ کلاچ و پینیون، *E*: سیم‌پیچ کشنده، *H*: سیم‌پیچ نگهدارنده، ۸ ـ آرمیچر، ۹ ـ سیم‌پیچ بالشتک، *N*: سیم‌پیچ موازی با آرمیچر، *R*: سیم‌پیچ سری با آرمیچر، ۱۰ ـ پینیون، ۱۱ ـ باتری، ۱۲ ـ کلاچ اوورران چند صفحه‌ای

۳ـ۴ـ۵ـ استارت لغزشی ـ مکانیکی

این استارت نیز مانند نوع لغزشی ـ الکتریکی در خودروهای سنگین که دارای موتور دیزل هستند بکار برده می‌شود شکل (۵ـ۳۳) استارت لغزشی ـ مکانیکی را نشان می‌دهد. مزیت این استارت‌ها احتیاج به سرویس و نگهداری کمتر در حدود هر ۸۰۰۰۰۰ کیلومتر یک بار می‌باشد.

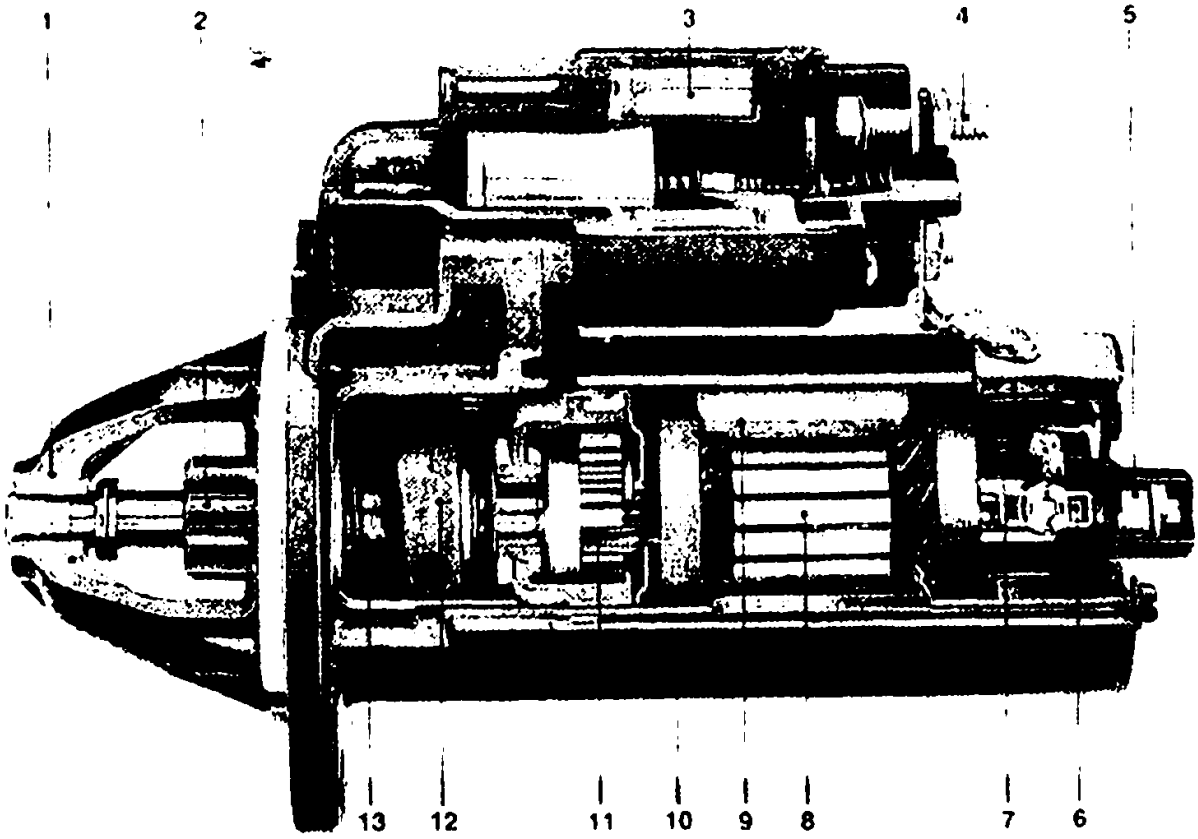


شکل ۵ـ۳۳ـ استارت لغزشی ـ مکانیکی

۱ ـ پینیون
۲ ـ اهرم دو شاخه
۳ ـ راهنمای حرکت فنر و اهرم دوشاخه
۴ ـ فنر جداکننده
۵ ـ فنر برگرداننده
۶ ـ اتومات استارت
۷ ـ سیم‌پیچ نگهدارنده
۸ ـ سیم‌پیچ کشنده
۹ ـ کنتاکت متحرک
۱۰ ـ ترمینال
۱۱ ـ کنتاکت
۱۲ ـ فنر زغال
۱۳ ـ کلکتور
۱۴ ـ زغال
۱۵ ـ کفشک
۱۶ ـ بدنهٔ استارت
۱۷ ـ آرمیچر
۱۸ ـ سیم‌پیچ بالشتک
۱۹ ـ ترمز آرمیچر
۲۰ ـ مارپیچ آرمیچر
۲۱ ـ فنر
۲۲ ـ درپوش جلو و محفظه پینیون

۲ـ۴ـ۵ـ استارت با آهنربای دائم

شکل (۵ـ۳۴) استارتی با استفاده از آهنربای دائم را نشان می‌دهد. نحوهٔ عملکرد این استارت، مانند استارت پیش‌درگیر بخش (۲ـ۳ـ۵) بوده و فقط بجای استفاده از سیم پیچ در بالشتک‌ها، از آهنربای دائم استفاده می‌شود.



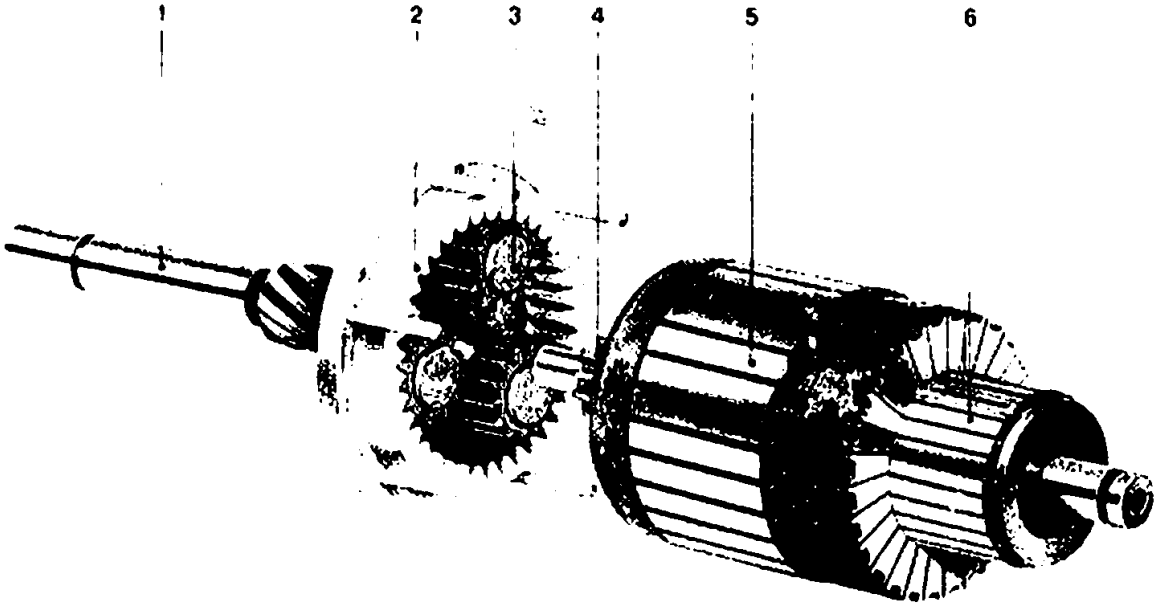
شکل ۳۴-۵. برش خوردهٔ استارت با آهنربای دائم

۱ ـ درپوش جلو و محفظهٔ پینیون
۲ ـ پینیون
۳ ـ اتومات استارت
۴ ـ ترمینال
۵ ـ یاتاقان عقب استارت
۶ ـ زغال
۷ ـ کلکتور
۸ ـ آرمیچر
۹ ـ بالشتک آهنربای دائمی
۱۰ ـ بدنهٔ استارت
۱۱ ـ مجموعهٔ چرخ‌دندهٔ خورشیدی به منظور کاهش دور و افزایش گشتاور
۱۲ ـ اهرم دو شاخه
۱۳ ـ محور پینیون

علاوه بر آن همانطور که در شکل (۳۵-۵) نشان داده شده است. برای افزایش گشتاور خروجی آرمیچر، بین آرمیچر و محوری که پینیون روی آن قرار دارد از مجموعهٔ چرخ‌دندهٔ خورشیدی[1] استفاده می‌گردد.

در این حالت چرخ‌دندهٔ خورشیدی محرک، چرخ‌دندهٔ رینگی ثابت و قفسه متحرک می‌باشد و در اینصورت، گشتاور خروجی موتور استارت به مقدار زیادی افزایش می‌یابد. و لازم به ذکر است که چرخ دندهٔ خورشیدی به آرمیچر وصل است و قفسه به پینیون وصل می‌باشد.

1- *Sun gear system*



شکل ۵.۳۵ـ استفاده از چرخ‌دندهٔ خورشیدی در استارت با آهنربای دائم

۱ـ محور خروجی که به قفسهٔ مجموعهٔ خورشیدی وصل است
۲ـ دندهٔ رینگی
۳ـ چرخ‌دندهٔ هرزگرد قفسه
۴ـ دندهٔ خورشیدی از مجموعهٔ خورشیدی که با محور آرمیچر یکپارچه است
۵ـ آرمیچر
۶ـ کلکتور

۵ـ۵ـ آزمایشات استارت

این آزمایشات شامل آزمایشات قبل از باز کردن استارت از خودرو، آزمایشات بعد از باز کردن استارت و بررسی قطعات ظاهری استارت می‌باشد.

۱ـ۵ـ۵ـ آزمایش‌های قبل از پیاده کردن استارت از خودرو

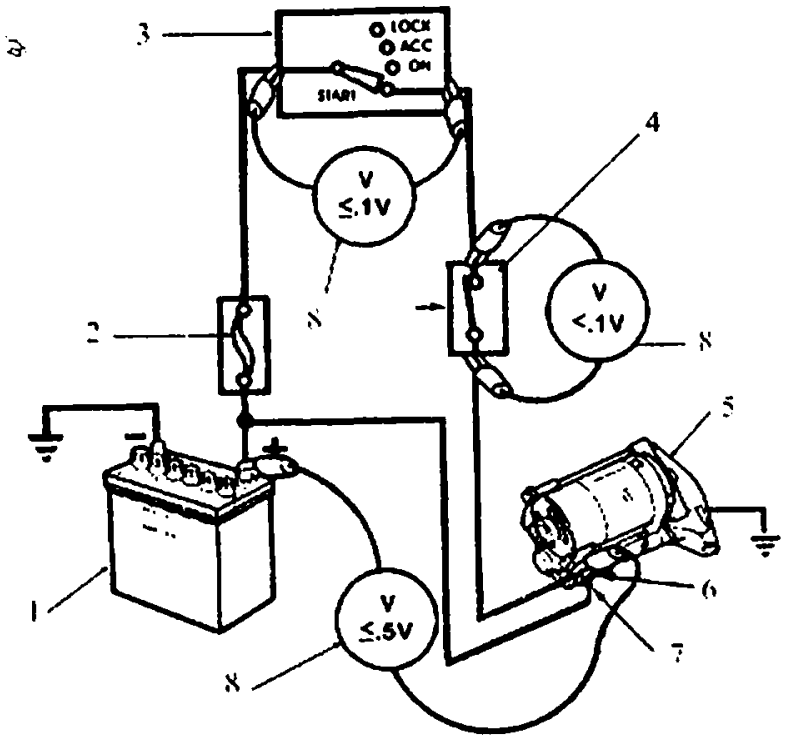
روش‌های مختلفی توسط سازندگان استارت‌ها برای تست روی خودرو ارائه شده است. در ادامه روشی که نسبت به سایرین کارایی بیشتری دارد آورده شده است.

۱ـ۱ـ۵ـ۵ـ آزمایش ولتاژ

قبل از انجام آزمایش از شارژ بودن باتری اطمینان حاصل نموده سپس مراحل زیر انجام گیرد.

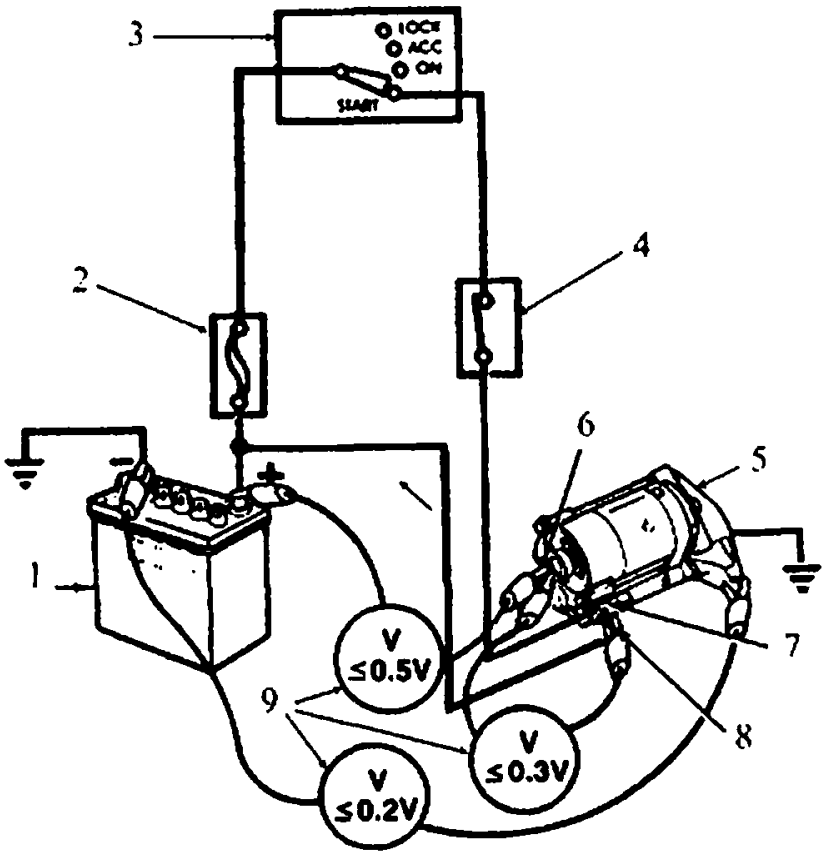
۱ـ تمام اتصالات مدار استارت با ولت متر آزمایش شود. اختلاف بین دو سر هر اتصال باید کمتر از ۰/۵ ولت باشد شکل‌های (۵.۳۶) و (۵.۳۷) نحوه انجام این کار را نشان می‌دهد.

اختلاف ولتاژ بیش از حد مجاز نشانهٔ شل یا کثیف بودن اتصال مربوطه می‌باشد که باید نسبت به رفع این عیب اقدام نمود.



۱ ـ باتری
۲ ـ فیوز
۳ ـ سوئیچ
۴ ـ کلید ایمنی استارت
۵ ـ استارت
۶ ـ ترمینال *ST*
۷ ـ ترمینال *B*
۸ ـ ولتمتر

شکل ۵.۳۶ـ تست ولتاژ اتصالات مدار استارت

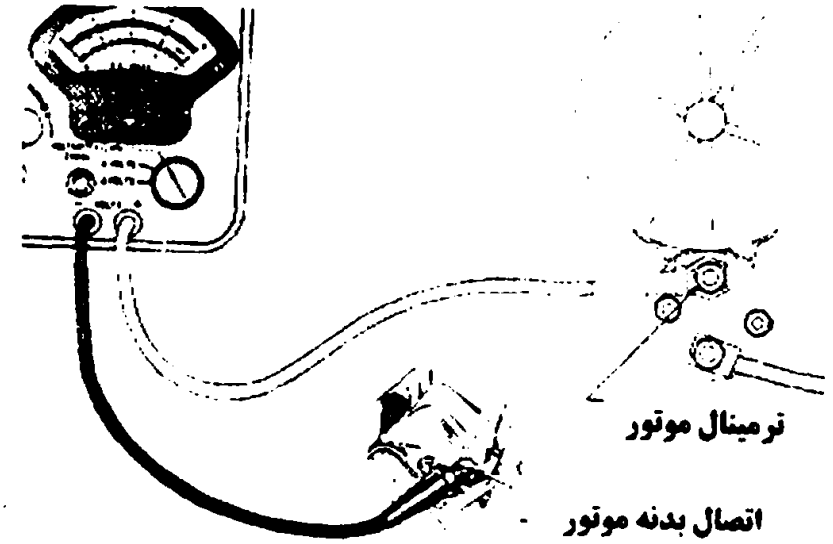


۱ ـ باتری
۲ ـ فیوز
۳ ـ سوئیچ
۴ ـ کلید ایمنی استارت
۵ ـ استارت
۶ ـ ترمینال *M*
۷ ـ ترمینال *ST*
۸ ـ ترمینال *B*
۹ ـ ولتمتر

شکل ۵.۳۷ـ تست ولتاژ اتصالات موتور استارت

۲ـ سیم سوئیچ اصلی به کویل را قطع کرده تا اتومبیل روشن نشود سیم‌های مولتی متر را مطابق شکل (۵ـ۳۸) یکی به ترمینال M اتومات و دیگری را به بدنه وصل می‌کنیم. دقت شود سلکتور مولتی متر روی حالت DC یا اندازه‌گیری ولتاژ برق جریان مستقیم گرفته باشد.

۳ـ به مدت حداکثر ۳۰ ثانیه استارت زده شود.



شکل ۵ـ۳۸ـ نحوهٔ اتصال ولتمتر برای اندازه‌گیری ولتاژ دو سر موتور استارت

۴ـ اگر موتور استارت فلایویل را چرخانده و ولتاژی که ولتمتر نشان می‌دهد در حدود ۹ ولت باشد. نشانهٔ سالم بودن استارت است.

۵ـ اگر استارت به‌کندی فلایویل را بچرخاند و مقدار ولتاژی که ولتمتر نشان می‌دهد، بیش از ۹ ولت باشد نشانهٔ وجود عیب در موتور استارت است.

۶ـ اگر سرعت دورانی میل‌لنگ کم باشد و ولت‌متر عددی کمتر از ۹ ولت را نشان دهد در این صورت سیستم استارت دارای مشکل مکانیکی مانند گیرکردن کلاچ یک طرفه یا گیرکردن پلانجر سولنوئید می‌باشد یا اینکه موتور خودرو دارای مشکلی مانند گیر کردن پیستون، کم بودن روغن و غیره می‌باشد.

۲ـ۵ـ۵ـ آزمایشات پس از بازکردن استارت از خودرو

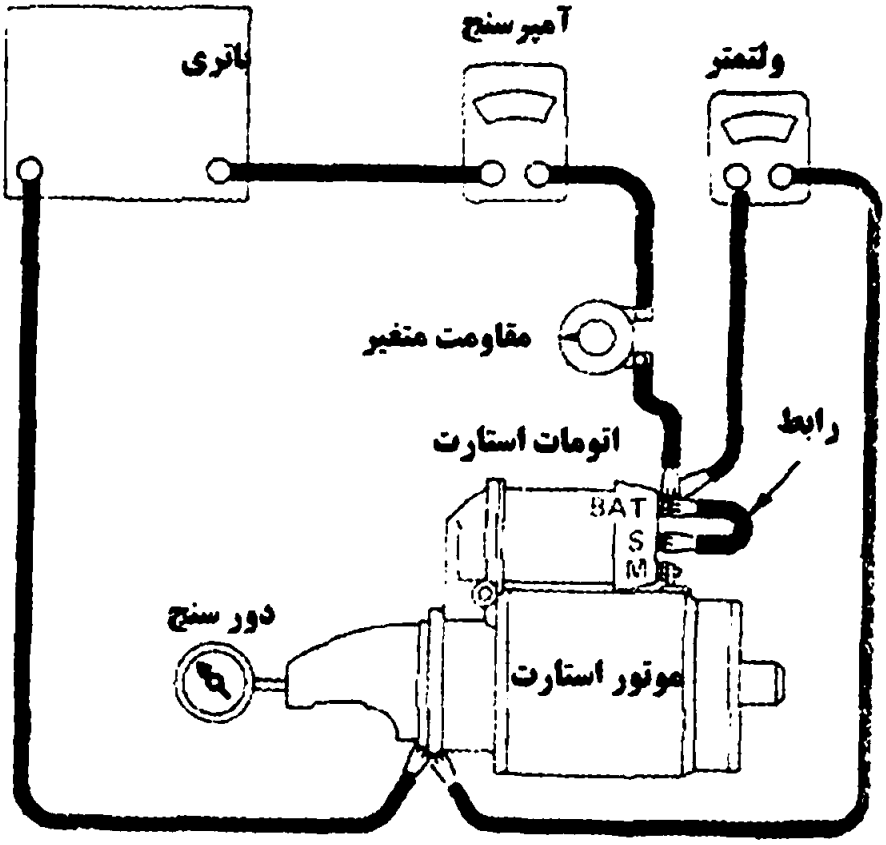
این آزمایشات شامل: آزمایش بدون بار و ایست موتور، آزمایش آرمیچر، بالشتک‌ها و اتومات استارت می‌باشد.

۱ـ۲ـ۵ـ۵ـ آزمایش بدون بار

وسایل مورد نیاز در این آزمایش عبارتند از:

ولتمتر، آمپرمتر، مقاومت متغیر (رئوستا) و دورسنج.

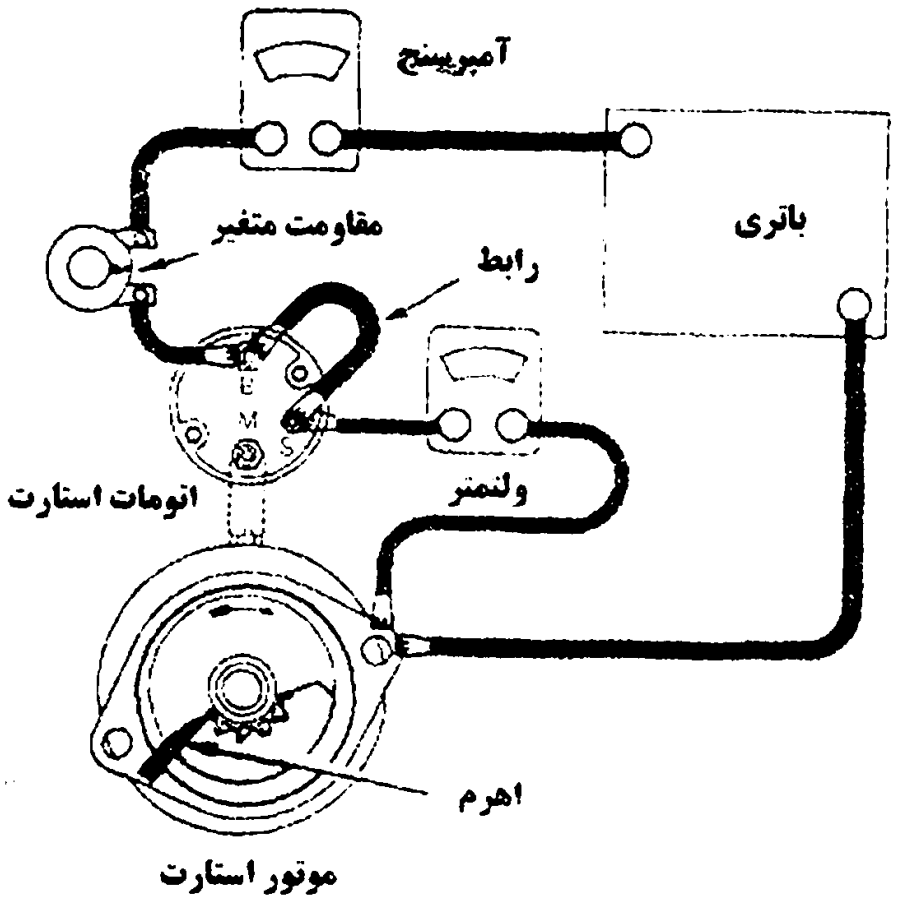
مدار را مطابق شکل (۵ـ۳۹) سیم کشی نموده، سپس مقدار مقاومت متغیر را آنقدر تغییر داده تا ولت متر عددی را که سازندهٔ استارت پیشنهاد کرده، نشان دهد. سپس اعدادی که آمپرمتر و دورسنج نشان می‌دهند را یادداشت کرده و با اعداد کاتالوگ مقایسه گردد.



شکل ۵ـ۳۹ـ آزمایش بدون بار

۲ـ۲ـ۵ـ۵ـ آزمایش ایست موتور

وسایل مورد نیاز این آزمایش شامل: باتری، آمپرمتر، مقاومت متغیر، مجموعهٔ استارت، ولت متر و یک گوه می‌باشد مداری مطابق شکل (۵ـ۴۰) بسته شود. و گوه‌ای را به نحوی بین دندانه‌های پینیون قرارداده تا از حرکت دورانی پینیون جلوگیری شود در این حالت عددی را که ولت متر نشان می‌دهد یادداشت شود. سپس گوه را جدا کرده و مقاومت متغیر را آنقدر تغییر داده تا ولت متر همان ولتاژ قبلی را نشان دهد. در این زمان عددی که آمپرمتر نشان می‌دهد، یادداشت گردد. با استفاده از قانون اهم، مقاومت مدار مطابق رابطهٔ (۵ـ۱) محاسبه می‌شود.



شکل ۴۰-۵. آزمایش ابست موتور

$$R = \frac{V}{I} \qquad (۵-۱)$$

R: مقاومت مدار، برحسب اهم (Ω)

V: ولتاژی که ولت متر نشان می‌دهد، برحسب ولت (V)

I: شدت جریانی که آمپرمتر نشان می‌دهد، برحسب آمپر (A)

نتایج حاصل از دو آزمایش بدون بار و ایست موتور:

اعداد بدست آمده در آزمایش بدون بار و ایست موتور با کاتالوگ استارت مربوطه مقایسه گردد

۱- مقدار مناسب جریان و دور موتور در آزمایش بدون بار، نشاندهندهٔ عملکرد صحیح استارت می‌باشد.

۲- دور کم موتور استارت و جریان زیاد آن به دلایل زیر می‌تواند باشد.

الف - کثیف بودن یا خرابی بلبرینگ، تاب داشتن محور آرمیچر یا شل بودن اتصال کفشک‌ها به بدنه

ب - وجود اتصال بدنه در آرمیچر یا بانشتک‌ها.

ج - لاغر شدن قطر محور آرمیچر

۳ـ دور موتور زیاد و جریان زیاد نشانهٔ اتصال کوتاه میدان است. باید تک تک سیم پیچ‌های قطبین آزمایش شود

۴ـ دور موتور استارت و شدت جریان پایین نشانهٔ مشکلات زیراست:

الف ـ قطع شدن سیم پیچ بالشتک ها

ب ـ وجود مقاومت زیاد در مدار مانند کثیف بودن یا سوختگی کلکتور

۳ـ۲ـ۵ـ۵ـ۵ـ آزمایشات آرمیچر و بالشتک‌ها

آزمایشات مربوط به آرمیچر و بالشتک‌های استارت، مانند آزمایشات بالشتک دینام می‌باشد. برای انجام این آزمایشات به بخش‌های (۱ـ۱ـ۷ـ۴ـ۴) و (۲ـ۱ـ۷ـ۴ـ۴) مراجعه شود.

۴ـ۲ـ۵ـ۵ـ۵ـ آزمایشات اتومات استارت

شامل آزمایش سیم پیچ نگهدارنده و سیم پیچ کشنده می‌باشد

۱ـ۴ـ۲ـ۵ـ۵ـ۵ـ آزمایش سیم پیچ نگهدارنده

کابل ورودی موتور استارت را از ترمینال M اتومات جداکرده سپس مثبت باتری را به ترمینال ST اتومات و منفی باتری به بدنهٔ استارت متصل شود. پلانجر اتومات استارت باید حرکت کند. در غیر اینصورت سیم پیچ نگهدارنده یا سوخته و یا قطع شده است.

۲ـ۴ـ۲ـ۵ـ۵ـ۵ـ آزمایش سیم پیچ کشنده

اتومات استارت را از بدنهٔ موتور استارت جداکرده سپس مثبت باتری به ترمینال ST اتومات و منفی باتری به ترمینال M اتومات استارت وصل شود. اگر پلانجر حرکت کرد، نشانهٔ صحت عملکرد سیم پیچ کشنده است.

۵ـ۲ـ۵ـ۵ـ بررسی ظاهری قطعات

برای بررسی ظاهری قطعات موتور استارت مانند آرمیچر، سیم پیچ‌ها، زغالها، کلکتور مانند قطعات دینام به بخش (۲ـ۷ـ۴ـ۴) مراجعه شود.

۵ـ۶ـ جدول عیب یابی سیستم استارت

وضعیت	عیب‌های احتمالی	بررسی و برطرف کردن عیب
۱ـ فلایویل نمی‌چرخد و چراغ شارژ روشن می‌ماند	● مدار سوئیچ اصلی قطع است ● مدار موتور استارت قطع است ● مدار اتومات استارت قطع است ● در مدار، سوئیچ ایمنی وجود دارد	● تمام اتصالات بررسی شود ● زغالها و فنر زغالها بررسی شود ● اتومات استارت بررسی شود ● اتصال سوئیچ برقرار شود
۲ـ فلایویل نمی‌چرخد و چراغ شارژ کم‌کم خاموش می‌شود	● باتری ضعیف است ● موتور عیب مکانیکی دارد ● پینیون گیر کرده است ● محور آرمیچر در یاتاقانها خوب حرکت نمی‌کند	● باتری بررسی و تعویض شود ● موتور خودرو از نظر عیوب مکانیکی بررسی شود ● گیر پینیون برطرف شود ● یاتاقانها تعویض شود
۳ـ فلایویل نمی‌چرخد و چراغ شارژ خاموش می‌شود	● پینیون با فلایویل درگیر نمی‌شود ● در مدار آرمیچر، مقاومت بالا وجود دارد ● اتصالات مدار استارت ضعیف است	● تمیز کردن اهرم‌بندی و پینیون ضروری است ● کلکتور و زغال بررسی و تعویض شود ● اتصالات مدار بررسی شود
۴ـ نه فلایویل می‌چرخد و نه چراغ شارژ روشن می‌شود	● باتری کاملاً دشارژ شده است ● مدار شارژ قطع است	● باتری شارژ یا تعویض شود ● کل مدار بررسی شود
۵ـ فلایویل آرام می‌چرخد اما موتور خودرو روشن نمی‌شود	● باتری ضعیف شده است ● دمای محیط پائین است ● موتور استارت معیوب است ● اتصالات کابل باتری کامل نیست ● موتور خودرو عیب مکانیکی دارد ● به وضعیت ۶ مراجعه شود	● باتری شارژ شود ● ــــــــــ ● قطعات معیوب موتور استارت تعویض گردد ● اتصالات محکم شود ● معایب مکانیکی موتور خودرو برطرف شود
۶ـ فلایویل باسرعت مناسب می‌چرخد، اما موتور خودرو روشن نمی‌شود	● عیبی در مدار جرقه وجود دارد ● سیستم سوخت رسانی وموتور خودرو دارای عیب است	● مدار جرقه بررسی شود ● مدار سوخت رسانی بررسی شود معایب مکانیکی خودرو برطرف شود
۷ـ پلانجر اتومات استارت، چک چک می‌کند	● مدار سیم‌پیچ نگهدارنده معیوب است ● باتری ضعیف است	● اتومات استارت تعمیر یا تعویض گردد ● باتری شارژ یا تعویض گردد
۸ـ پینیون بعد از استارت زدن به آرامی از فلایویل جدا می‌شود	● پلانجر اتومات گیر می‌کند ● کلاچ اوران مشکل دارد ● اهرم‌بندی دارای مشکل است	● پلانجر تعویض یا تعمیر گردد ● کلاچ اوران تعمیر یا تعویض شود ● اهرم بندی تعمیر شود

۷ـ۵ـ خلاصهٔ فصل

- وظیفهٔ سیستم استارت، راه اندازی موتور خودرو می‌باشد.
- موتورهای جریان مستقیم از نظر عبور جریان از بالشتک‌ها (قطبها) نسبت به آرمیچر به انواع سری، موازی، سری ـ موازی و آهنربای دائم تقسیم می‌شوند.
- موتور استارت خودروهای سواری معمولاً از نوع سری می‌باشد.
- موتور استارت خودروهای سنگین مانند اتوبوسها و کامیونها معمولاً از نوع سری ـ موازی می‌باشد.
- تعداد قطبهای موتور استارت ۴ عدد می‌باشد. اگر استارت از نوع آهنربای دائم باشد، تعداد قطبهای آن ۶ عدد خواهدبود.
- درصد مس موجود در زغالهای موتور استارت بیشتر از نوع دینامی می‌باشد.
- ضخامت سیم پیچ بالشتک‌های استارت بیشتر از ضخامت سیم در بالشتک دینام می‌باشد، که دلیل آن عبور جریان بیشتر جهت ایجاد گشتاور لازم برای چرخاندن فلایویل می‌باشد.
- سیستم استارت شامل موتور استارت، اتومات استارت، کلاچ اوران و پینیون می‌باشد.
- اتومات استارت نوعی سولنوئید است.
- در اتومات استارت دو سیم پیچ وجود دارد. یکی سیم پیچ کشنده و دیگری سیم پیچ نگهدارنده نامیده می‌شود.
- استارت‌ها از نظر نحوهٔ درگیری با فلایویل به دو نوع پیش‌درگیر و اینرسی تقسیم می‌گردند.
- برای جلوگیری از انتقال گشتاور از فلایویل به آرمیچر موتور استارت، از کلاچ اوران استفاده می‌شود.
- کلاچهای اوران به دو نوع غلتکی و چند صفحه‌ای تقسیم می‌شوند.

فصل ۶

سیستم جرقه زنی ؟

مقدمه

موتورهای احتراق داخلی که از سوخت بنزین و گاز استفاده می‌کنند، برای محترق کردن مخلوط سوخت و هوا در پایان زمان تراکم نیاز به دستگاهی دارند که بوسیلهٔ جرقه زدن، مخلوط سوخت و هوا را در لحظهٔ مناسب محترق نماید. از اینرو ایجاد جرقه و زمان ایجاد جرقه در هر سیلندر موتور بسیار مهم می‌باشد به‌نحوی که این وظایف بر عهدهٔ سیستم جرقه زنی خودرو می‌باشد. این فصل بحث مفصلی را در مورد سیستم جرقه زنی پلاتینی در بردارد. لازم به ذکر است که سیستم‌های جرقه‌زنی پیشرفته‌ای مانند جرقه زنی ماگنتی، ترانزیستوری، جرقه زنی بدون دلکو، جرقه زنی پیزوالکتریک و... در خودروهای جدید مورد استفاده قرار گرفته است که بحث در مورد این نوع سیستم‌ها از حوصلهٔ این کتاب خارج می‌باشد.

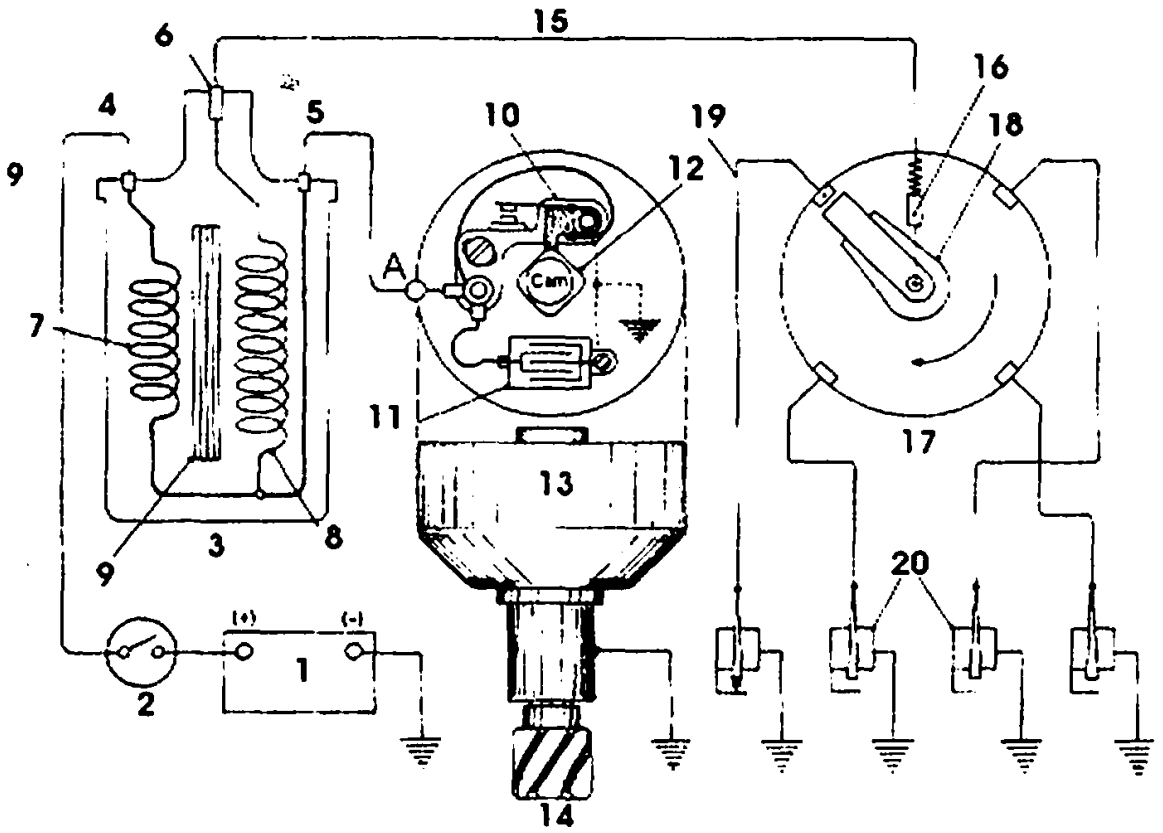
۱ـ۶ـ وظیفهٔ سیستم جرقه زنی[1]

وظیفهٔ سیستم جرقه زنی، مشتعل نمودن مخلوط سوخت و هوای درون سیلندر در زمان مناسب قبل از نقطهٔ مرگ بالا، بوسیلهٔ ایجاد جرقه یا قوس الکتریکی می‌باشد. جرقهٔ ایجاد شده با توجه به شرایط کارکرد موتور خودرو بین ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ولت می‌باشد. هنگامی که دهانهٔ شمع کوچکتر از حد مجاز باشد، موتور گرم بوده و یا فشار تراکم کم باشد، جرقه ایجاد شده، ولتاژی در حدود ۵۰۰۰ ولت را دارا می‌باشد. و زمانی که فاصلهٔ بین دهانهٔ شمع زیادتر از حد مجاز بوده، موتور سرد باشد و فشار تراکم زیاد باشد. جرقه در حدود ۲۰۰۰۰ ولت می‌باشد.

۲ـ۶ـ اجزاء سیستم جرقه زنی

شکل (۱ـ۶) اجزاء سیستم جرقه زنی را به طور خلاصه و مختصر نشان می‌دهد.

1- The igniition system



شکل ۱-۶- اجزاء سیستم جرقه‌زنی

۱- باتری	۲- سوئیچ اصلی	۳- کویل[1]	۴- ترمینال ورودی کویل
۵- ترمینال خروجی کویل	۶- ترمینال مرکزی کویل	۷- سیم پیچ اولیهٔ کویل	۸- سیم پیچ ثانویهٔ کویل
۹- هستهٔ کویل	۱۰- پلاتین	۱۱- خازن	۱۲- میل دلکو
۱۳- بدنهٔ دلکو	۱۴- چرخ دندهٔ سر میل دلکو	۱۵- وایر مرکزی دلکو (وایر فشار قوی)	۱۶- زغال و فنر در دلکو
۱۷- در دلکو	۱۸- جکنن برق	۱۹- وایر شمع	۲۰- شمع

با توجه به ولتاژ جریان برقی که از قسمت‌های مختلف سیستم جرقه عبور می‌کند، می‌توان سیستم جرقه را به دو مدار اولیه یا فشار ضعیف[2] و ثانویه یا فشار قوی[3] تقسیم نمود.

ولتاژ جریان برقی که از مدار اولیه یا فشار ضعیف عبور می‌کند بین ۱۲ تا ۲۵۰ ولت بوده، در حالیکه ولتاژ جریان برق مدار ثانویه یا فشار قوی بین ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ولت می‌باشد.

۱-۲-۶- مدار اولیه یا فشار ضعیف

ولتاژ جریان برقی که از مدار اولیه یا فشار ضعیف عبور می‌کند بین ۱۲ تا ۲۵۰ ولت می‌باشد و اجزای مدار فشار ضعیف به شرح زیر می‌باشد:

۱- باتری ۲- سوئیچ اصلی ۳- سیم پیچ اولیهٔ کویل ۴- پلاتین و خازن دلکو

1- *Coil*
2- *Low voltage circuit*
3- *High voltage circuit*

مسیر عبور جریان برق در مدار فشار ضعیف به ترتیب زیر می‌باشد:

مثبت باتری ← ترمینال[1] ورودی سوئیچ (B) ← ترمینال جرقهٔ سوئیچ (IG) ← ترمینال ورودی فشار ضعیف کویل ← سیم‌پیچ اولیه کویل ← ترمینال خروجی فشار ضعیف کویل ← پلاتین متحرک و خازن ← پلاتین ثابت و بدنهٔ خازن ← بدنهٔ دلکو ← منفی باتری ← مثبت باتری

۲ـ۲ـ۶ـ مدار ثانویه یا فشار قوی

ولتاژ جریان برقی که از مدار ثانویه یا فشار قوی عبور می‌کند بین ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ولت می‌باشد.

اجزای مدار ثانویه به شرح زیر می‌باشد:

۱ـ سیم پیچ ثانویه کویل ۲ـ وایر فشار قوی کویل به در دلکو

۳ـ فنر و زغال در دلکو ۴ـ چکش برق

۵ـ وایر شمع ۶ـ شمع ها

مسیر عبور جریان برق در مدار فشار قوی به ترتیب زیر می‌باشد:

سیم پیچ ثانویه ← برج مرکزی کویل ← وایر فشار قوی کویل به در دلکو ← برج مرکزی در دلکو ← زغال و فنر دردلکو ← چکش برق ← ترمینالهای در دلکو ← وایر شمع‌ها ← الکترود مرکزی شمع ← الکترود بدنهٔ شمع ← منفی باتری ← مثبت باتری ← سیم پیچ ثانویه

۳ـ۶ـ وظیفهٔ اجزاء سیستم جرقه زنی

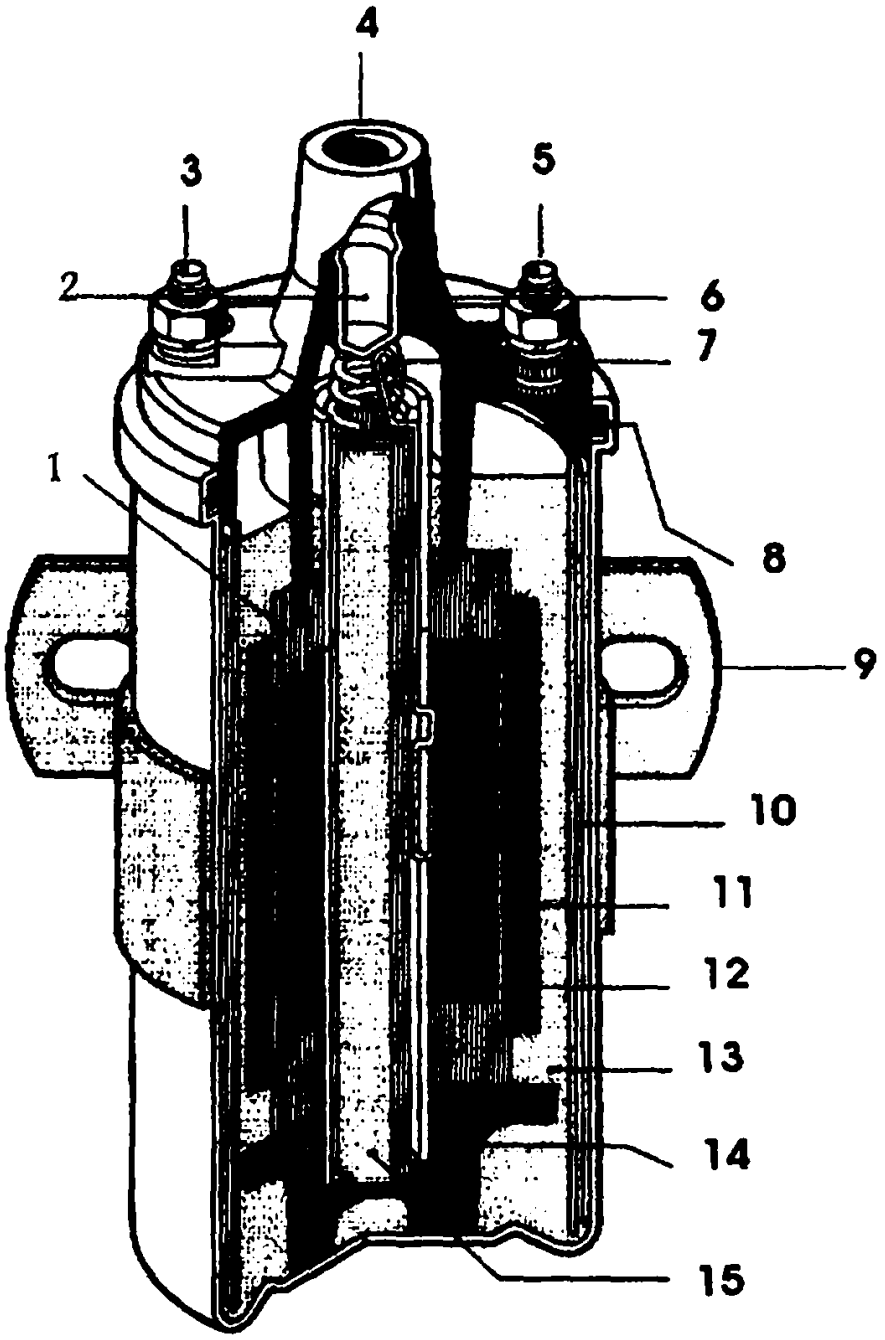
در این بخش وظیفهٔ قسمت‌های مختلف مدار جرقه بیان می‌شود.

۱ـ۳ـ۶ـ کویل

کویل در حقیقت ترانسفورماتور افزاینده می‌باشد که برق فشار ضعیف ۱۲ ولت باتری را به برق فشار قوی با ولتاژ بین ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ولت جهت ایجاد جرقه در محفظهٔ احتراق تبدیل می‌کند.

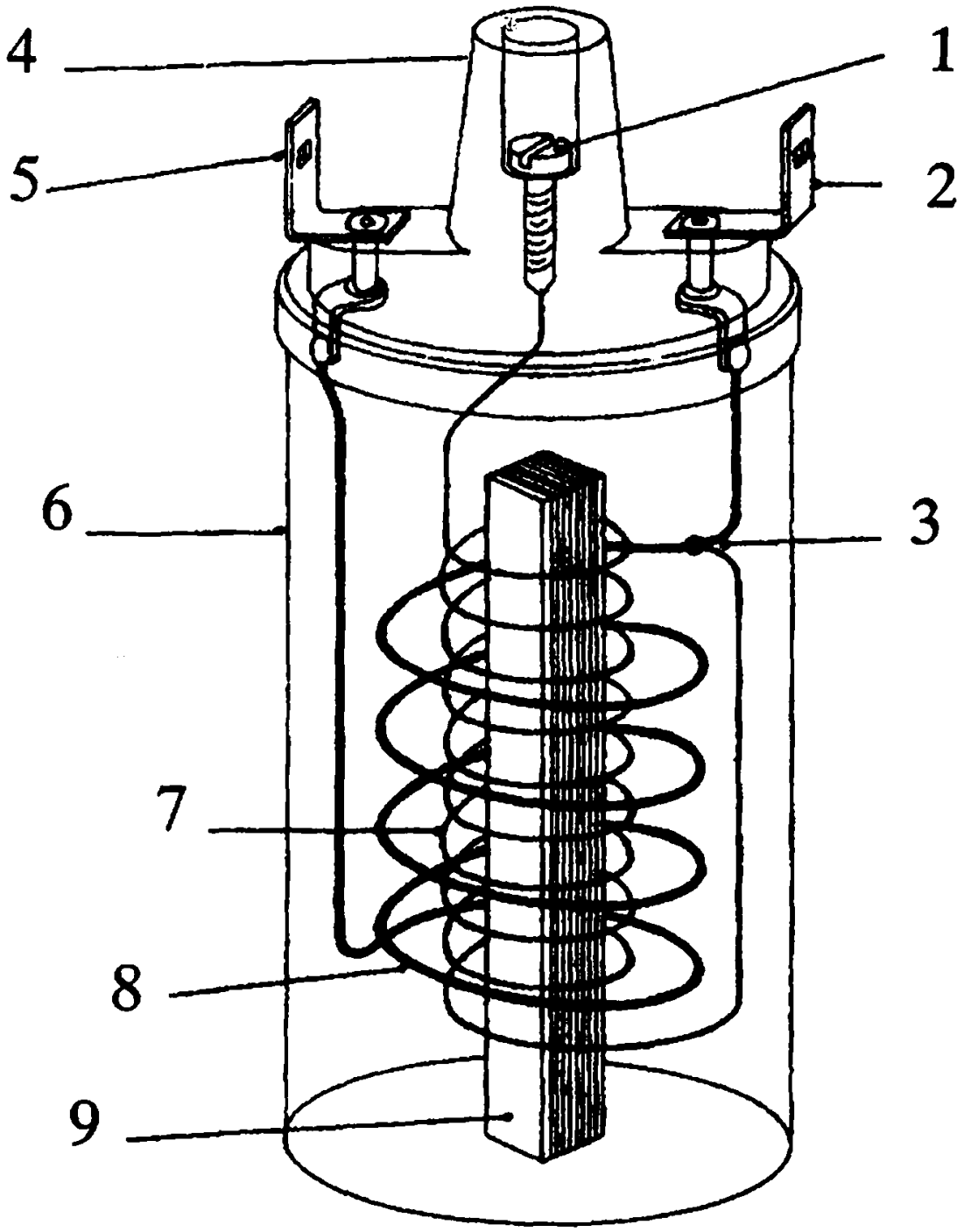
شکل (۲ـ۶) کویلی را به همراه اجزاء آن نشان می‌دهد. شکل (۳ـ۶) نیز شماتیک کویل را نشان می‌دهد.

1- Terminal



شکل ۲-۶-کویل جرقه و اجزای آن

۱ ـ لایه‌های کاغذی بین سیم‌پیچ اولیه و ثانویه
۲ ـ ترمینال مرکزی کویل
۳ ـ ترمینال ورودی کویل
۴ ـ برجک مرکزی کویل
۵ ـ ترمینال خروجی فشار ضعیف
۶ ـ درپوش عایق کویل
۷ ـ فنر یا سیمی که انتهای سیم‌پیچ ثانویه را به ترمینال مرکزی کویل وصل می‌کند
۸ ـ بدنهٔ کویل
۹ ـ نگهدارندهٔ کویل
۱۰ ـ صفحات فلزی پیرامون سیم‌پیچ‌ها
۱۱ ـ سیم‌پیچ اولیه
۱۲ ـ سیم‌پیچ ثانویه
۱۳ ـ روغن کویل
۱۴ ـ عایق چینی
۱۵ ـ هستهٔ کویل



شکل ۳-۶- شماتیک کویل

۱ - ترمینال مرکزی کویل
۲ - ترمینال خروجی فشار ضعیف کویل
۳ - محل اتصال انتهای سیم‌پیچ اولیه و سیم‌پیچ ثانویه
۴ - برجک مرکزی کویل
۵- ترمینال ورودی فشار ضعیف کویل
۶ - بدنهٔ کویل
۷ - سیم‌پیچ ثانویه
۸ - سیم‌پیچ اولیه
۹ - هسته

در زیر وظیفهٔ اجزای کویل تشریح می‌شود.

۱ـ۱ـ۳ـ۶ـ ترمینال ورودی کویل

برق خروجی از ترمینال جرقهٔ سوئیچ به ترمینال ورودی کویل وارد شده، سپس به سیم پیچ اولیه می‌رسد. این ترمینال با علامت‌های (-)، (15)،(Coil) و (SW) مشخص می‌شود.

۲ـ۱ـ۳ـ۶ـ ترمینال فشار ضعیف خروجی کویل

برقی که وارد سیم پیچ اولیه می‌گردد، پس از مغناطیس نمودن سیم پیچ اولیه از طریق ترمینال فشار ضعیف خروجی کویل خارج و به دلکو می‌رود. ترمینال فشار ضعیف خروجی کویل با علائم (-)، (CB)،(DIS) و (1) مشخص می‌شود.

۳ـ۱ـ۳ـ۶ـ ترمینال فشار قوی کویل

انتهای سیم پیچ ثانویه به این ترمینال وصل می‌شود، تا جریان برق فشار قوی را به خارج از کویل هدایت کند.

۴ـ۱ـ۳ـ۶ـ بدنهٔ کویل

جنس بدنهٔ کویل از فلزاتی می‌باشد که ضریب انتقال حرارت بالایی داشته و به راحتی بتواند حرارت تولید شده توسط سیم پیچهای اولیه و ثانویه را به هوای محیط منتقل کند و سبک نیز باشد. که در اینصورت معمولاً جنس بدنهٔ کویل را از آلومینیم انتخاب می‌کنند.

۵ـ۱ـ۳ـ۶ـ صفحات فلزی پیرامون سیم پیچ ها[1]

به جهت بهبود یافتن خاصیت مغناطیسی و کامل‌تر شدن مدار مغناطیسی سیم پیچهای کویل، در اطراف قسمت خارجی سیم پیچ اولیه از صفحات استوانه شکلی که دارای چاک‌های عمودی هستند استفاده می‌شود. این صفحات در شکل (۲ـ۶) مشاهده می‌شوند.

این پوشش استوانه‌ای شکل فلزی، باعث کاهش میدانهای مغناطیسی سرگردان شده، در حالی که چاک‌های عمودی، جریان‌های گردابی را کاهش می‌دهند. جنس این پوشش فلزی از ورق آهن نرم می‌باشد.

۶ـ۱ـ۳ـ۶ـ سیم پیچ اولیه[2]

به دلیل اینکه بیشتر حرارت تولید شده در کویل مربوط به سیم پیچ اولیه می‌باشد، آن را روی سیم

1- *Metal Plate Jacketing*
2- *Primary winding*

پیچ ثانویه می‌پیچند تا حرارت به راحتی به هوای محیط منتقل شود و برای اینکه این حرارت به سیم پیچ ثانویه منتقل نشود، بین سیم پیچ اولیه و ثانویه معمولاً کاغذ عایق قرار می‌دهند. قطر سیم آن در حدود یک میلی متر و جنس آن از مس می‌باشد.

تعداد حلقه‌های این سیم پیچ بین ۲۵۰ تا ۳۵۰ حلقه بوده و مقاومت کل این سیم پیچ در حدود ۳ اهم است.

۷ـ۱ـ۳ـ۶ـ سیم پیچ ثانویه[1]

این سیم پیچ روی هستهٔ کویل و زیر سیم پیچ، اولیهٔ پیچیده می‌شود و بین هسته و سیم ثانویه معمولاً عایق کاغذی قرار می‌دهند. جنس سیم آن از مس و دارای قطری در حدود یکدهم میلیمتر می‌باشد. تعداد حلقه‌های این سیم پیچ بین ۱۵۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ حلقه می‌باشد، نسبت حلقه‌های سیم پیچ ثانویه به سیم پیچ اولیه معمولاً بین ۱:۵۰ تا ۱:۱۵۰ می‌باشد.

گاهی اوقات ملاحظه می‌شود که هستهٔ کویل به صورت سری بین سیم پیچ ثانویه و ترمینال مرکزی کویل قرار می‌گیرد. در اینصورت مقاومت سیم پیچ ثانویه و خطر اتصال کوتاه آن کاهش می‌یابد.

۸ـ۱ـ۳ـ۶ـ هسته

برای افزایش قدرت مغناطیسی سیم پیچ اولیه، از هستهٔ آهنی در کویل استفاده می‌گردد. جنس هستهٔ کویل از فولاد نیکل منگنزدار بوده و باید به گونه‌ای باشد که هنگام قطع جریان سیم پیچ اولیه، به راحتی خاصیت مغناطیسی خود را از دست بدهد.

اگر هستهٔ کویل به صورت یک تکه ساخته شود، درون آن جریان‌های گردابی ناخواسته‌ای بوجود می‌آید. این جریان‌های گردابی همانند گردابه‌هایی است که در جریان آب بوجود می‌آید. وجود جریان‌های گردابی درون هسته، باعث داغ شدن هسته و اتلاف انرژی و کاهش راندمان کویل می‌شود. برای جلوگیری از این مشکل، هستهٔ کویل را به صورت ورقه ورقه می‌سازند. به طوری که ورقه‌های دارای ضخامت ۰/۵ تا ۱/۵ میلی متر و پهنای ۱ سانتی‌متر می‌باشند. لازم به ذکر است که این صفحات توسط لاک یا پلاستیک‌های نازک نسبت به یکدیگر عایق می‌شوند و مطابق شکل(۳ـ۶) به صورت یک دستهٔ ورقه ورقه در کنار هم قرار می‌گیرند.

در اینصورت جریان گردابی در این ورقه‌ها به مراتب کمتر از هستهٔ یک تکه می‌باشد و داغ شدن هسته، اتلاف انرژی و کاهش راندمان کویل، کمتر می‌گردد.

1- *Secondary Winding*

۹ـ۱ـ۳ـ۶ـ عایق‌های کویل

در کویل معمولاً از سه نوع عایق استفاده می‌شود که به شرح زیر می‌باشند:

۱ـ۹ـ۱ـ۳ـ۶ـ عایق‌های کاغذی

این صفحات کاغذی بین هسته و سیم پیچ ثانویه و یا بین سیم پیچ ثانویه و سیم پیچ اولیه قرار می‌گیرند. در این حالت از انتقال حرارت هسته یا سیم پیچ اولیه به سیم پیچ ثانویه جلوگیری شده و همچنین از اتصال سیم پیچ ثانویه به هسته و سیم پیچ اولیه جلوگیری می‌شود.

۲ـ۹ـ۱ـ۳ـ۶ـ عایق‌های روغنی

برای جلوگیری از اتصال حلقهٔ سیم پیچ‌ها با یکدیگر و یا اتصال سیم پیچ ثانویه با هسته و سیم پیچ اولیه، از نوعی روغن عایق در کویل استفاده می‌شود. علاوه بر این، روغن وظیفهٔ انتقال حرارت از سیم پیچ‌ها و هسته به بدنهٔ کویل را نیز دارا می‌باشد و این حرارت از طریق بدنهٔ کویل به هوای محیط منتقل می‌شود. روغن‌های عایق از تقطیر نفت بدست آمده و به صورت روغن ترانسفورماتور، روغن کنید، روغن کابل و روغن خازن وجود دارند.

۳ـ۹ـ۱ـ۳ـ۶ـ عایق‌های چینی

این نوع عایق از چینی یا سرامیک ساخته شده و در کف کویل قرا می‌گیرد. در این صورت، این عایق به عنوان تکیه‌گاه سیم پیچ‌ها و هستهٔ کویل عمل کرده و از اتصال هسته و سیم پیچ‌ها به بدنهٔ کویل جلوگیری می‌کند.

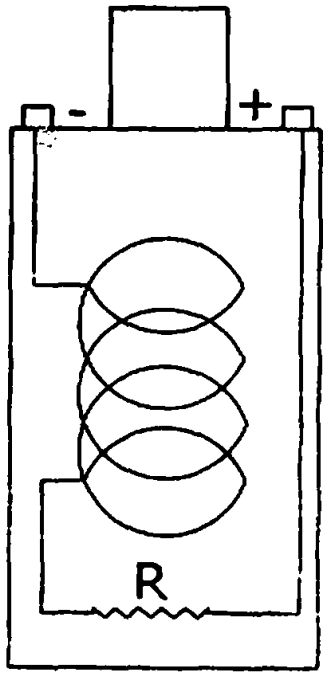
۱۰ـ۱ـ۳ـ۶ـ مقاومت کویل

در کویل از دو نوع مقاومت الکتریکی استفاده می‌گردد:

۱ـ۱۰ـ۱ـ۳ـ۶ـ مقاومت داخلی کویل

این مقاومت به طور سری با سیم پیچ اولیه و قبل از آن درون دلکو قرار می‌گیرد. این مقاومت در حقیقت جبران کمبود حلقه‌های سیم پیچ اولیه را بر عهده دارد و از داغ شدن و سوختن سیم پیچ اولیه جلوگیری می‌کند. این مقاومت در شکل (۴ـ۶) ملاحظه می‌گردد.

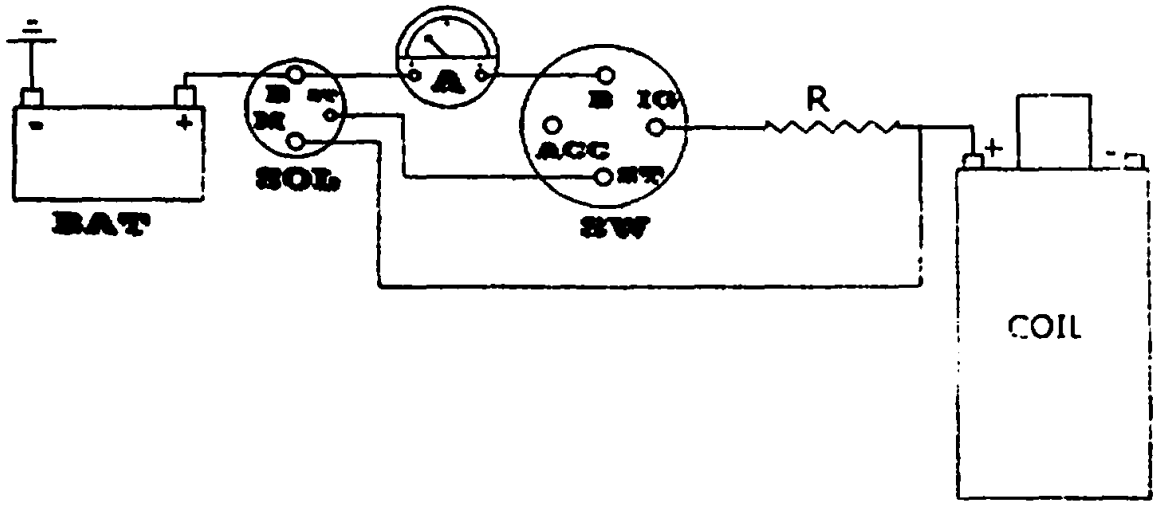
البته این مقاومت به ندرت در کویل استفاده می‌شود چون باعث گرم شدن درون کویل و در نتیجه سوختن سیم پیچ‌ها می‌شود و معمولاً در کویلهای قدیمی استفاده شده است.



شکل ۴ـ۶ـ مقاومت داخلی کویل

۲ـ۱۰ـ۱ـ۳ـ۶ـ مقاومت خارجی کویل

در بعضی از کویل‌ها مطابق شکل (۵ـ۶) مقاومتی بیرون از کویل و قبل از سیم پیچ اولیه قرار می‌گیرد. کار این مقاومت، محافظت از سیم پیچ اولیه کویل و یا مانند مقاومت جبران کننده در آفتامات، وظیفه جبران کمبود تعداد حلقه‌های سیم پیچ اولیه را بر عهده دارد. (برای مطالعه بیشتر به بخش (۲ـ۲ـ۱ـ۵ـ۴) مراجعه شود).



شکل ۵ـ۶ـ مقاومت خارجی کویل

طرز کار به شرح زیر است:

از آنجایی که ولتاژ برق خروجی آلترناتور در حدود ۱۴ ولت می‌باشد و سیم پیچهای کویل برای ولتاژ

خاصی طراحی گردیده‌اند که این ولتاژ معمولاً کمتر از ۱۴ ولت است تا بتواند هنگام استارت زدن، بوسیلهٔ ولتاژ باتری که در حدود ۱۲ ولت است، سیستم جرقه را فعال نگه داشته و موتور به راحتی روشن شود.

لذا عبور برق ۱۴ ولت از سیم پیچ اولیه سبب گرم شدن آن می‌گردد و اگر این گرم شدن از حدی زیادتر شود، منجر به سوختن یا نیم سوز شدن سیم‌پیچ‌های کویل یا پائین آمدن راندمان آن می‌شود.

با توجه به مدار فوق مقاومت R را به طور سری با سیم پیچ اولیه قرار می‌دهند تا در هنگام روشن بودن موتور که آلترناتور برق مصرف کننده‌ها را بوسیلهٔ جریان برق تولیدی با ولتاژی در حدود ۱۴ ولت تأمین می‌کند، ولتاژ معینی در حدود ۱۲ ولت در دو سر سیم پیچ اولیه برقرار گردد و این ولتاژ به ولتاژ باتری نزدیک می‌شود.

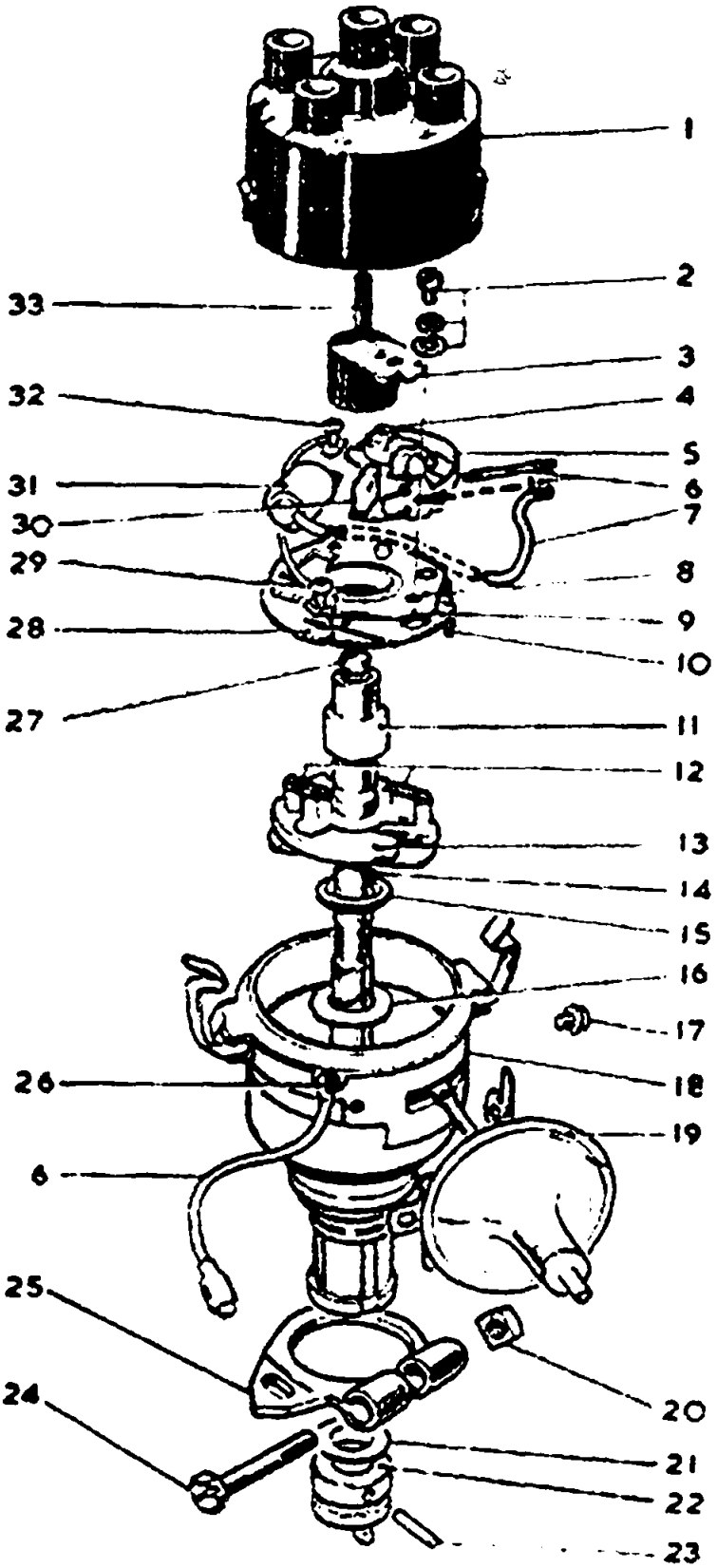
هنگامی که موتور خاموش است، مصرف کننده‌ها برق خود را از باتری تأمین می‌کنند، به خصوص در زمان استارت زدن، که قسمت عمده‌ای از جریان برق باتری صرف به حرکت درآوردن استارت و میل‌لنگ می‌شود، اگر برق مورد نیاز سیم پیچ اولیهٔ کویل از مقاومت R نیز عبور کند، برق با ولتاژ کمی به سیم پیچ اولیه می‌رسد و قدرت مغناطیسی آن کاهش می‌یابد به طوریکه روشن شدن موتور با مشکل مواجه می‌شود.

بدین ترتیب از سولنوئیدی استفاده شده (در بیشتر خودروها این سولنوئید همان اتومات استارت است که این کار را انجام می‌دهد) تا در هنگام استارت زدن این سولنوئید مغناطیس گردیده و برق مورد نیاز کویل را بدون عبور از مقاومت R و به طور مستقیم از باتری یا اتومات استارت به ترمینال مثبت کویل (ترمینال ورودی فشار ضعیف کویل) رسانده و در نتیجه جریان برق با ولتاژ کافی به سیم پیچ اولیه کویل رسیده و موتور به خوبی روشن می‌گردد. هنگامی که موتور روشن می‌گردد با رها شدن سوئیچ از حالت استارت زدن برق مستقیم از باتری به ورودی فشار ضعیف کویل نیز قطع شده و جریان برق تولیدی آلترناتور پس از عبور از سوئیچ با گذشتن از مقاومت R به سیم پیچ اولیهٔ کویل می‌رسد و در این حالت نیز جریان برق با ولتاژ ۱۲ ولت به سیم پیچ اولیه کویل می‌رسد. با استفاده از این مقاومت خارجی و سولنوئید، در هر دو حالت استفاده از جریان برق آلترناتور یا جریان برق باتری، جریان برق با ولتاژ معینی به سیم‌پیچ اولیه می‌رسد. به طوری که قدرت مغناطیسی سیم پیچ اولیه مناسب بوده و کویل نیز بیش از حد داغ نمی‌کند.

۲ـ۳ـ۶ـ دلکو

دلکو دستگاهی است که زمان ایجاد جرقه را با توجه به شرایط کارکرد موتور مانند حالت شتابگیری، تحت بار و... تنظیم نموده و سپس جریان فشار قوی را بین شمع‌های موتور تقسیم می‌نماید.

شکل (۶ـ۶) یک نوع دلکو را نشان می‌دهد.



۱ ـ در دلکو
۲ ـ بیج و واشر تنظیم پلاتین
۳ ـ چکش برق
۴ ـ محور عایق پلاتین متحرک
۵ ـ فنر پلاتین متحرک
۶ ـ سیم پلاتین متحرک
۷ ـ سیم خازن
۸ ـ صفحهٔ متحرک دلکو
۹ ـ صفحهٔ ثابت دلکو
۱۰ ـ پایهٔ صفحهٔ ثابت دلکو
۱۱ ـ بادامک میل‌دلکو
۱۲ ـ فنر وزنه‌های دستگاه آوانس وزنه‌ای
۱۳ ـ وزنهٔ دستگاه آوانس وزنه‌ای
۱۴ ـ میل‌دلکو
۱۵ ـ واشر
۱۶ ـ واشر تنظیم لقی محوری میل دلکو
۱۷ ـ بیج دستگاه آوانس خلائی
۱۸ ـ بدنهٔ دلکو
۱۹ ـ دستگاه آوانس خلائی
۲۰ ـ مهرهٔ تنظیم آوانس استاتیکی دلکو
۲۱ ـ واشر
۲۲ ـ محرک میل دلکو
۲۳ ـ پین
۲۴ ـ پیچ تنظیم آوانس استاتیکی دلکو
۲۵ ـ واشر گلوئی
۲۶ ـ لاستیک عایق کننده
۲۷ ـ نمد
۲۸ ـ بربدگی صفحه ثابت دلکو
۲۹ ـ پیچ اتصال صفحهٔ ثابت به بدنهٔ دلکو
۳۰ ـ نمد
۳۱ ـ خازن
۳۲ ـ پیچ اتصال خازن به صفحهٔ متحرک
۳۳ ـ فنر و زغال در دلکو

شکل ۶ـ۶ـ یک نوع دلکو

طرز کار قسمت‌های مختلف دلکو به شرح زیر می‌باشد:

۱ـ۲ـ۳ـ۶ـ در دلکو

جنس در دلکو از پلاستیک فشرده و یا موادی که در مقابل عبور جریان برق فشار قوی و حرارت مقاوم هستند، می‌باشد.

در دلکو دارای یک ترمینال مرکزی بوده که برق فشار قوی از کویل به این ترمینال وارد می‌شود. و به تعداد سلیندرهای موتور نیز، ترمینالهایی در کنار ترمینال مرکزی وجود دارد که این ترمینالها جریان برق فشار قوی را از چکش برق دریافت و بوسیلهٔ وایر شمع، به شمع‌های موتور می‌رسانند.

شکل (۶ـ۷) نوعی در دلکو را نشان می‌دهد.

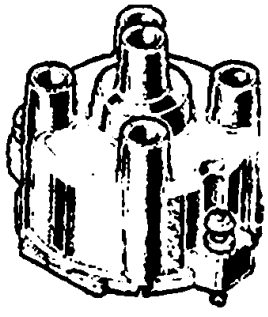
در دلکو به هیچ عنوان نباید ترک یا شکستگی داشته باشد. چون اگر شکستگی یا ترکی وجود داشته باشد برق فشار قوی از طریق ترک به بدنه منتقل می‌شود و یا اینکه افت ولتاژ بوجود می‌آید. و احتمال نشت جریان برق فشار قوی به ترمینالهای مجاور وجود دارد.

۲ـ۲ـ۳ـ۶ـ فنر و زغال دلکو

برای انتقال جریان برق فشار قوی از ترمینال مرکزی کویل به چکش برق، از فنر و زغال استفاده می‌شود. این فنر و زغال، داخل در دلکو بوده و به هنگام باز نمودن در دلکو باید از وجود آن اطمینان حاصل کرده و دقت گردد که از محل خود خارج نشود.

وظیفهٔ فنر این است که همواره زغال را به چکش برق در تماس نگه داشته و جریان برق فشار قوی از طریق این فنر و زغال، از ترمینال مرکزی در دلکو به چکش برق انتقال یابد.

شکل (۶ـ۸) فنر و زغال دلکو را نشان می‌دهد.



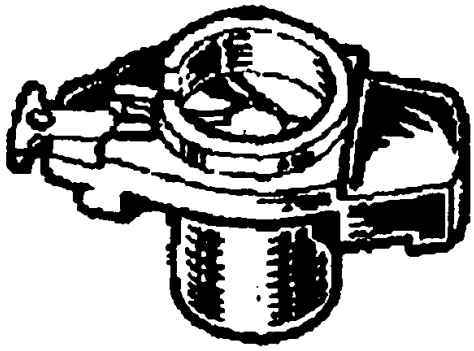
شکل ۶ـ۷ـ در دلکو

شکل ۶ـ۸ـ فنر و زغال دلکو

۳ـ۲ـ۳ـ۶ـ چکش برق

چکش برق روی میل دلکو قرار گرفته و با آن دوران می‌نماید. چکش برق از دو قسمت فلزی و

پلاستیکی تشکیل شده است. قسمت فلزی چکش برق وظیفهٔ انتقال جریان برق فشار قوی از فنر و زغال دلکو به ترمینالهای اطراف ترمینال مرکزی در دلکو را بر عهده دارد. در حالیکه قسمت پلاستیکی آن باید در مقابل عبور جریان فشار قوی به اندازهٔ کافی مقاومت داشته و از انتقال جریان برق به میل دلکو جلوگیری کند. شکل (۹ـ۶) چکش برق را نشان می‌دهد.



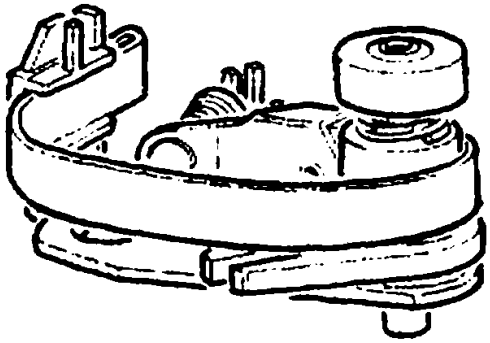
شکل ۹ـ۶ـ چکش برق

از اینرو فلز چکش برق باید رسانای خوب و پلاستیک فشردهٔ چکش برق باید عایق خوبی باشد.

۴ـ۲ـ۳ـ۶ـ پلاتین

همانگونه که در شکل (۱ـ۶) ملاحظه می‌شود، پلاتین و خازن به صورت موازی با یکدیگر قرار گرفته و در حقیقت دو عنصر انتهایی از مدار فشار ضعیف می‌باشند. شکل (۱۰ـ۶) پلاتین را نشان می‌دهد.

همانگونه که از شکل (۱۰ـ۶) پیداست، مجموعهٔ پلاتین، از دو قسمت پلاتین ثابت و پلاتین متحرک تشکیل شده است.



شکل ۱۰ـ۶ـ پلاتین

پلاتین ثابت بوسیلهٔ پیچ به صفحهٔ متحرک دلکو وصل می‌شود و در حقیقت اتصال بدنه را برای پلاتین متحرک که به جریان برق خروجی کویل وصل است، بوجود می‌آورد.

پلاتین متحرک روی پلاتین ثابت لولا شده و در محل لولا بین پلاتین ثابت و متحرک، عایق وجود

دارد. پلاتین متحرک بوسیلهٔ یک فنر همواره به سمت پلاتین ثابت فشرده می‌شود و از طرفی بادامک‌های میل دلکو بر خلاف فنر عمل کرده و تماس بین پلاتین ثابت و متحرک را قطع می‌کنند.

البته بین پلاتین متحرک و بادامک دلکو نیز فیبر پلاتین قرار گرفته که عایق می‌باشد و از انتقال جریان برق به میل دلکو جلوگیری می‌کند. به طوری که اگر پلاتین متحرک روی پلاتین ثابت قرار بگیرد، جریان برق از پلاتین متحرک به پلاتین ثبت می‌رود و در صورت قطع شدن تماس بین پلاتین متحرک و پلاتین ثابت، عبور جریان قطع می‌شود.

به هر حال پلاتین به عنوان کلید قطع و وصل در انتهای مدار اولیه و فشار ضعیف و موازی با خازن قرار گرفته است به طوری که جریان برق از سیم پیچ اولیهٔ کویل به پلاتین متحرک و از پلاتین متحرک (در صورت اتصال پلاتین متحرک به پلاتین ثابت) به پلاتین ثابت انتقال می‌یابد.

نکته: جریان برقی که از پلاتین عبور می‌کند در حدود ۵ آمپر است و حداکثر ولتاژی که بین پلاتین ثابت و متحرک وجود دارد در حدود ۵۰۰ ولت می‌باشد. از طرفی به خاطر تعداد سیلندرها و دور موتور، تعداد قطع و وصل پلاتین در دقیقه بسیار زیاد می‌باشد.

به طور مثال موتور چهار سیلندری با دور ۶۰۰۰ دور بر دقیقه، پلاتین آن در هر دقیقه ۱۲۰۰۰ بار باز و بسته می‌شود.

تعداد دور میل بادامک = $\frac{\text{تعداد دور میل‌لنگ}}{۲}$ = $\frac{۶۰۰۰}{۲}$ = ۳۰۰۰ R.P.M

R.P.M : دور بر دقیقه

تعداد باز و بسته شدن پلاتین در دقیقه = تعداد جرقه یا تعداد دور میل دلکو × تعداد بادامک میل دلکو = ۳۰۰۰ × ۴ = ۱۲۰۰۰

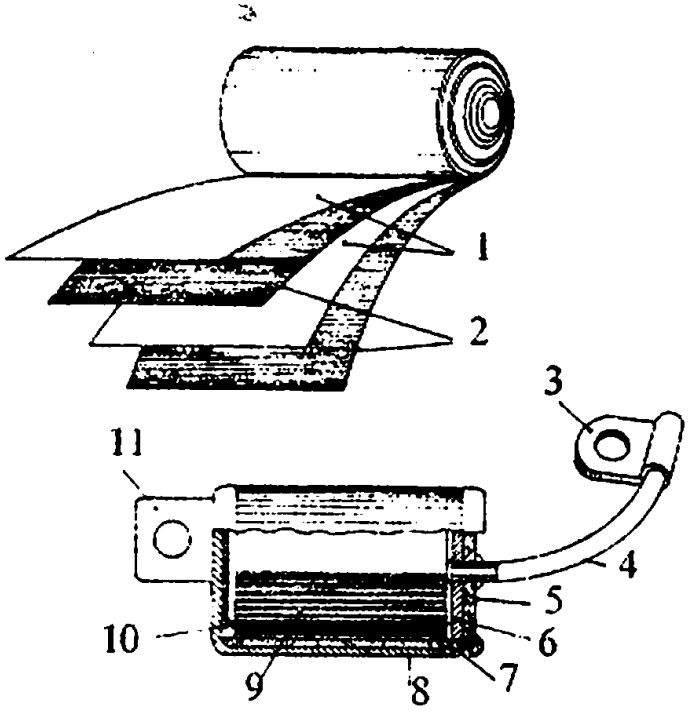
از اینرو جنس پلاتین باید از موادی باشد که در برابر دما و جرقه‌های ایجاد شده مقاومت کافی داشته باشد و در نتیجه جنس فلز پلاتین را از تنگستن یا ولفرام در نظر گرفته که نقطهٔ ذوب این فلز در حدود ۳۳۷۰°C می‌باشد.

۵ـ۲ـ۳ـ۶ـ خازن

همانگونه که بیان شد، خازن و پلاتین به طور موازی با یکدیگر در انتهای مدار اولیه یا فشار ضعیف قرار گرفته‌اند و این موضوع در شکل (۱ـ۶) مشهود است.

شکل (۱۱ـ۶) اجزای داخلی خازن را نشان می‌دهد. خازن از دو صفحهٔ فلزی تشکیل شده است. به

طوری که این صفحات باید نسبت به هم عایق بوده و به یکدیگر متصل نباشند.



شکل ۱۱-۶-اجزای داخلی خازن

۱ ـ ورقه‌های فلزی

۲ ـ ورقه‌های عایق

۳ ـ ترمینال برق ورودی

۴ ـ سیم خازن

۵ ـ درپوش عایق

۶ ـ صفحهٔ فلزی متصل به صفحهٔ حامل بار مثبت

۷ ـ مقوا

۸ ـ بدنه

۹ ـ ورقه‌های فلزی و عایق لوله شده

۱۰ ـ واشر فلزی متصل کنندهٔ صفحه حامل بار منفی به بدنه

۱۱ ـ محل اتصال بدنهٔ خازن به بدنهٔ دلکو

در خازنهای مدار جرقه زنی خودرو، جنس صفحات خازن از سرب یا آلومینیم در نظر گرفته می‌شود. این صفحات به خاطر آنکه فضای کمی اشغال کنند، آنها را به صورت نوارهای بلند و باریک ساخته و بین آنها بوسیلهٔ صفحهٔ عایق از جنس لاستیک یا کاغذ آغشته به روغن عایق، عایق گذاری می‌کنند. سپس صفحات را به شکل استوانه به دور هم پیچیده و درون محفظهٔ استوانه‌ای آلومینیمی قرار می‌دهند. آنگاه انتهای یکی از صفحات فلزی بوسیلهٔ واشر فنری به بدنهٔ خازن یا محفظهٔ آلومینیومی وصل نموده و انتهای

صفحهٔ دیگر به سیم خازن وصل می‌گردد.

عملکرد خازن مانند فنر می‌باشد. بدین صورت که هر فنر با نیروی مشخصی جمع می‌شود یا به عبارتی دیگر همانگونه که فنر با هر نیرویی جمع نمی‌شود، خازن نیز با هر ولتاژی شارژ نمی‌گردد. خازن مورد استفاده در سیستم جرقه زنی خودرو با ولتاژی در حدود ۱۰۰ تا ۲۵۰ ولت شارژ می‌شود و هنگامی که ولتاژ مدار فشار ضعیف از این مقدار کمتر شد، خازن انرژی ذخیره شده را پس می‌دهد.

یا به عبارتی دیگر صفحات خازن مانند دیواری هستند که اگر توپ به این دیوار برخورد نماید، دوباره توپ باز می‌گردد. در اینجا نیز الکترونها به صفحات خازن برخورد کرده و پس از آنکه صفحات را تحت فشار الکتریکی قرار می‌دهند مانند توپ دوباره باز می‌گردند. دقت کنید که این فشار الکتریکی برای خازن مدار جرقه‌زنی بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ ولت می‌باشد ظرفیت خازن سیستم جرقه زنی بین ۰/۱۸ تا ۰/۲۵ میکرو فاراد می‌باشد.

۶ـ۲ـ۳ـ۶ـ صفحات دلکو

دلکو دارای دو نوع صفحه می‌باشد:

صفحهٔ زیرین یا ثابت و صفحهٔ بالایی یا متحرک

این صفحات در شکل (۶ـ۱۲) مشاهده می‌شود. صفحهٔ زیرین یا ثابت دلکو بوسیلهٔ چند پیچ به بدنهٔ دلکو متصل شده و هیچ گونه حرکتی ندارد. صفحه بالایی یا متحرک، روی صفحهٔ زیرین لولا شده است و این صفحه توسط میله‌ای به دستگاه آوانس خلائی متصل است و در صورت لزوم می‌تواند چند درجه دوران داشته باشد. از اینرو به این صفحه، صفحهٔ متحرک دلکو گویند. لازم به ذکر است که خازن و پلاتین نیز روی صفحه متحرک دلکو نصب می‌گردند.

صفحهٔ دیگر به سیم خازن وصل می‌گردد.

عملکرد خازن مانند فنر می‌باشد. بدین صورت که هر فنر با نیروی مشخصی جمع می‌شود یا به عبارتی دیگر همانگونه که فنر با هر نیرویی جمع نمی‌شود، خازن نیز با هر ولتاژی شارژ نمی‌گردد. خازن مورد استفاده در سیستم جرقه زنی خودرو با ولتاژی در حدود ۱۰۰ تا ۲۵۰ ولت شارژ می‌شود و هنگامی که ولتاژ مدار فشار ضعیف از این مقدار کمتر شد، خازن انرژی ذخیره شده را پس می‌دهد.

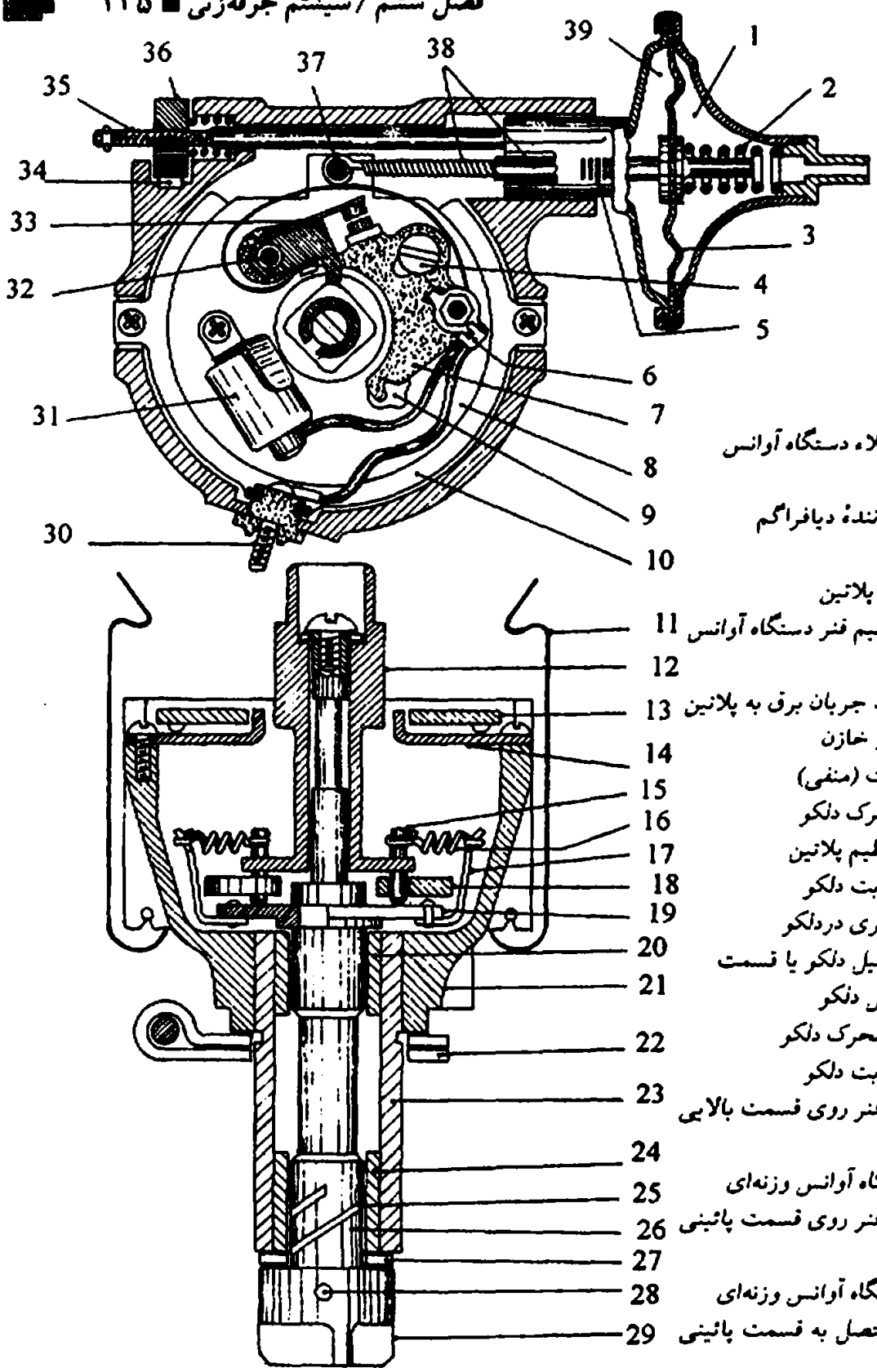
یا به عبارتی دیگر صفحات خازن مانند دیواری هستند که اگر توپ به این دیوار برخورد نماید، دوباره توپ باز می‌گردد. در اینجا نیز الکترونها به صفحات خازن برخورد کرده و پس از آنکه صفحات را تحت فشار الکتریکی قرار می‌دهند مانند توپ دوباره باز می‌گردند. دقت کنید که این فشار الکتریکی برای خازن مدار جرقه‌زنی بین ۱۰۰ تا ۲۵۰ ولت می‌باشد ظرفیت خازن سیستم جرقه زنی بین ۰/۱۸ تا ۰/۲۵ میکرو فاراد می‌باشد.

۶ـ۲ـ۳ـ۶ـ صفحات دلکو

دلکو دارای دو نوع صفحه می‌باشد:

صفحهٔ زیرین یا ثابت و صفحهٔ بالایی یا متحرک

این صفحات در شکل (۱۲ـ۶) مشاهده می‌شود. صفحهٔ زیرین یا ثابت دلکو بوسیلهٔ چند پیچ به بدنهٔ دلکو متصل شده و هیچ گونه حرکتی ندارد. صفحه بالایی یا متحرک، روی صفحهٔ زیرین لولا شده است و این صفحه توسط میله‌ای به دستگاه آوانس خلائی متصل است و در صورت لزوم می‌تواند چند درجه دوران داشته باشد. از اینرو به این صفحه، صفحهٔ متحرک دلکو گویند. لازم به ذکر است که خازن و پلاتین نیز روی صفحه متحرک دلکو نصب می‌گردند.



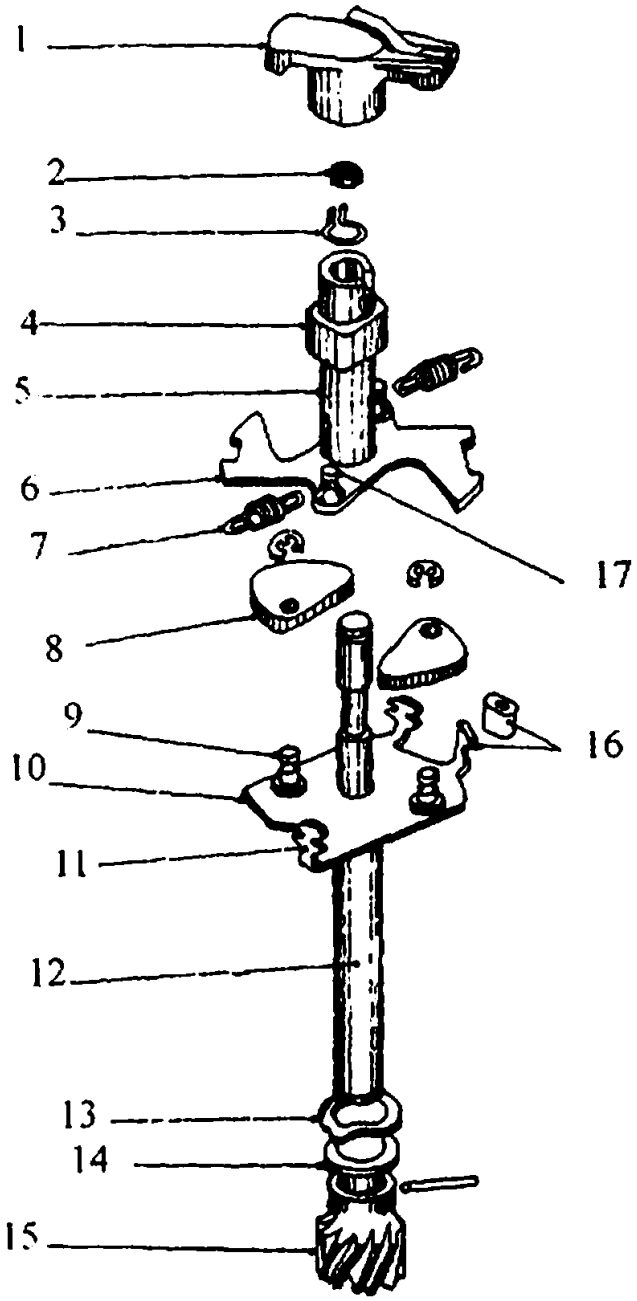
شکل ۱۲ـ۶ـ اجزای داخلی دلکو و صفحات ثابت و متحرک

۲۰ ـ بوش بالایی دلکو، ۲۱ ـ بدنهٔ دلکو، ۲۲ ـ واشر گلویی برای تنظیم آوانس استاتیکی دلکو، ۲۳ ـ قسمت پائینی بدنه دلکو، ۲۴ ـ بوش پائینی دلکو، ۲۵ ـ شیار روغنکاری، ۲۶ ـ قسمت پائینی میل دلکو، ۲۷ ـ واشر فاصله، ۲۸ ـ پین، ۲۹ ـ محرک میل دلکو، ۳۰ ـ ترمینال برق ورودی فشار ضعیف دلکو، ۳۱ ـ خازن، ۳۲ ـ محور پلاستیکی پلاتین متحرک، ۳۳ ـ پلاتین متحرک، ۳۴ ـ ضامن، ۳۵ ـ پیچ تنظیم آوانس خلائی، ۳۶ ـ مهرهٔ تنظیم آوانس خلائی، ۳۷ ـ زائده متصل به صفحه متحرک دلکو، ۳۸ ـ میله و فنر دستگاه آوانس خلائی، ۳۹ ـ محفظهٔ هوای دستگاه آوانس خلائی

۷ـ۲ـ۳ـ۶ـ میل دلکو

میله‌ای که از وسط بدنهٔ دلکو عبور می‌کند را میل دلکو گویند. میل دلکو به صورت دو تکه می‌باشد، به گونه‌ای که قسمت بالایی میل دلکو توخالی بوده و روی قسمت پائینی میل دلکو سوار می‌شود. قسمت پائینی میل دلکو به انتهای میل محرک پمپ روغن یا چرخ دندهٔ میل بادامک وصل می‌باشد. قسمت پائینی و بالایی میل دلکو نیز از طریق دستگاه آوانس وزنه‌ای به یکدیگر وصل می‌باشند.

روی قسمت بالایی میل دلکو نیز به تعداد سیلندرهای موتور بادامک وجود داشته، به طوری که این بادامک‌ها عمل باز نمودن پلاتین را انجام می‌دهند. چکش برق نیز روی قسمت بالایی میل دلکو سوار می‌گردد. شکل (۱۳ـ۶) مجموعهٔ گستردهٔ میل دلکو را نشان می‌دهد.



۱ ـ چکش برق
۲ ـ نمد
۳ ـ خار نگهدارندهٔ قسمت بالایی میل دلکو روی قسمت پائینی
۴ ـ بادامک میل دلکو
۵ ـ قسمت بالایی میل‌دلکو
۶ ـ صفحه متصل به قسمت بالایی میل دلکو
۷ ـ فنر دستگاه آوانس وزنه‌ای
۸ ـ وزنه دستگاه آوانس وزنه‌ای
۹ ـ لولای وزنه‌ها
۱۰ ـ صفحه متصل به قسمت پائینی میل دلکو
۱۱ ـ تکیه‌گاه فنر روی صفحهٔ متصل به قسمت پائینی میل دلکو
۱۲ ـ قسمت پائینی میل دلکو
۱۳ ـ واشر موج‌دار
۱۴ ـ واشر فاصله
۱۵ ـ چرخ دندهٔ محرک
۱۶ ـ محدود کنندهٔ حرکت وزنه
۱۷ ـ تکیه‌گاه فنر روی صفحه متصل به قسمت بالایی میل دلکو

شکل ۱۳ـ۶ـ شکل گستردهٔ مجموعهٔ میل دلکو

نکته: قسمت بالایی میل دلکو می‌تواند روی قسمت پائینی میل دلکو دوران نماید که این عمل توسط دستگاه آوانس وزنه‌ای انجام می‌شود.

۸ـ۲ـ۳ـ۶ـ دستگاه آوانس وزنه‌ای

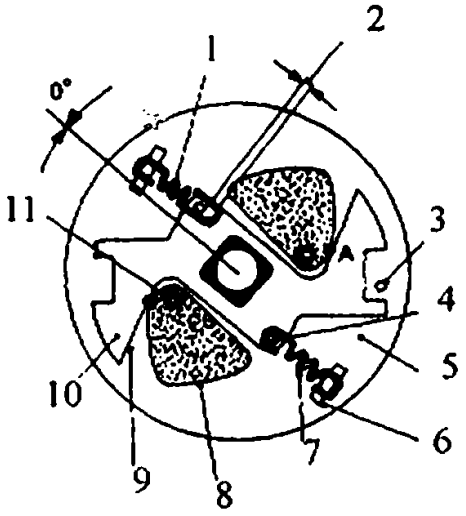
همانگونه که در شکل (۱۳ـ۶) مشاهده می‌شود، دستگاه آوانس وزنه‌ای از دو عدد وزنه و دو فنر تشکیل شده است. وزنه‌ها روی صفحه‌ای که با قسمت پائینی میل دلکو یکپارچه است لولا شده است و از طرفی با صفحهٔ متصل به قسمت بالای میل دلکو در تماس می‌باشند. دو فنر نیز صفحهٔ متصل به قسمت بالایی میل دلکو را به صفحهٔ متصل به قسمت پائینی میل دلکو متصل می‌کنند.

طرز کار دستگاه آوانس وزنه‌ای بدین صورت است که با زیاد شدن دور میل دلکو، در اثر نیروی جانب مرکز (گریز از مرکز) وزنه‌ها به سمت بیرون پرتاب می‌شوند. پرتاب وزنه‌ها به سمت بیرون باعث می‌شود که وزنه‌ها در محل تماس با صفحهٔ متصل به قسمت بالایی میل دلکو، نیرو اعمال کرده و باعث می‌شود که قسمت بالایی میل دلکو بتواند چند درجه در جهت دوران قسمت پائینی میل دلکو، دوران بیشتری نماید. یا به عبارتی دیگر قسمت بالایی میل دلکو بیشتر از قسمت پائینی میل دلکو دوران می‌کند و بادامک‌های میل دلکو زودتر به فیبر پلاتین رسیده و پلاتین را باز می‌کنند و بنابراین آوانس جرقه صورت می‌گیرد

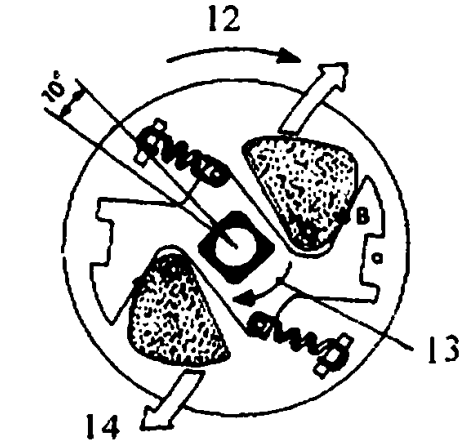
شکل (۱۴ـ۶) عملکرد دستگاه آوانس وزنه‌ای را نشان می‌دهد.

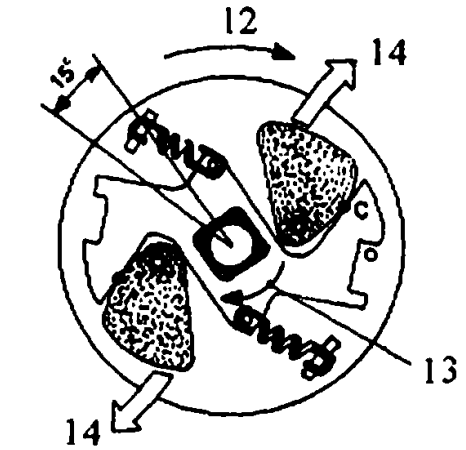
در شکل (۱۴ـ۶) ملاحظه می‌شود که در دورهای کم نقطهٔ A از وزنه‌ها با صفحه متصل به قسمت بالایی میل دلکو در تماس می‌باشد. با زیاد شدن دور میل دلکو، نقطهٔ B محل تماس وزنه‌ها و صفحهٔ متصل به قسمت بالایی میل دلکو است که با این عمل، صفحهٔ متصل به قسمت بالایی میل دلکو به اندازهٔ ۱۰ درجه در جهت قسمت پائینی آن بیشتر دوران می‌کند. با زیاد شدن دور میل دلکو، وزنه‌ها بیشتر باز شده و نقطهٔ C محل تماس وزنه‌ها و صفحهٔ متصل به قسمت بالایی میل دلکو بیشتر می‌باشد که در اینصورت قسمت بالایی میل دلکو به اندازهٔ ۱۵ درجه در جهت قسمت پائینی میل دلکو دوران می‌کند.

دوران زیادتر قسمت بالایی میل دلکو نسبت به قسمت پائینی، باعث آوانس شدن جرقه می‌شود که در بخش (۲ـ۲ـ۶ـ۶) آمده است.



۱ ـ فنر ثانویه
۲ ـ مقدار لقی، که در این فاصله فقط فنر اولیه عمل می‌کند و فنر ثانویه آزاد است
۳ ـ محدود کنندهٔ میزان حرکت قسمت بالایی میل دلکو نسبت به قسمت پائینی میل دلکو
۴ ـ نکیه‌گاه فنر روی صفحهٔ منصل به قسمت بالایی میل دلکو
۵ ـ صفحهٔ متصل به قسمت پائینی میل دلکو
۶ ـ نکیه‌گاه فنر روی صفحهٔ متصل به قسمت پائینی میل دلکو
۷ ـ فنر
۸ ـ وزنه
۹ ـ قسمتی از صفحهٔ متصل به قسمت بالایی میل دلکو که با وزنه‌ها در تماس است
۱۰ ـ قسمت بادامک‌شکل صفحهٔ متصل به قسمت بالایی میل دلکو
۱۱ ـ لولای وزنه
۱۲ ـ جهت دوران قسمت پائینی میل دلکو
۱۳ ـ جهت دوران قسمت بالایی میل دلکو نسبت به قسمت پائینی آن
۱۴ ـ نیروی جانب مرکز (گریز از مرکز)





شکل ۱۴ـ۶ـ عملکرد دستگاه آوانس وزنه‌ای

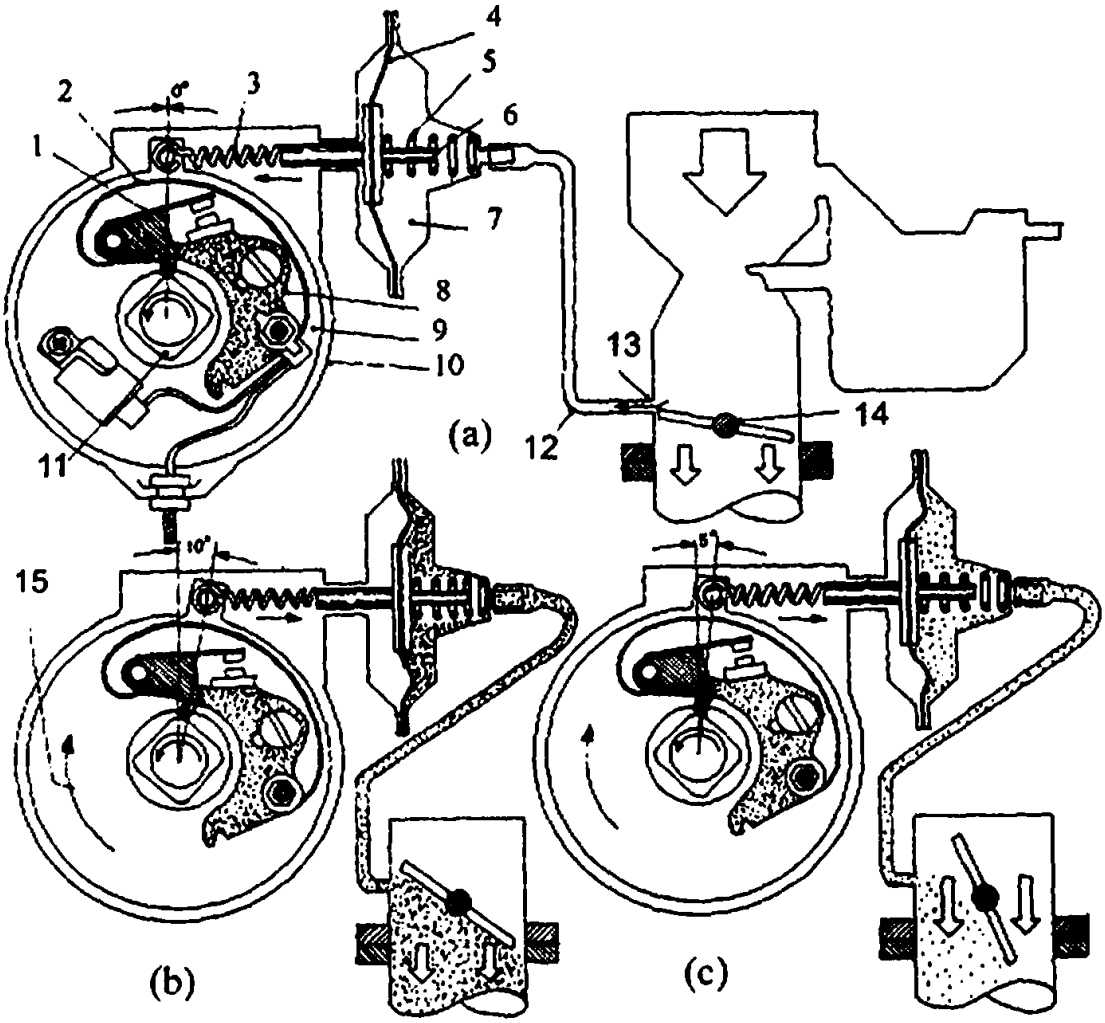
۹ـ۲ـ۳ـ۶ـ دستگاه آوانس خلائی

مطابق شکل (۱۵ـ۶)، این دستگاه متشکل از محفظه‌ای می‌باشد که درون آن یک دیافراگم وجود دارد. یک سمت دیافراگم بوسیلهٔ شیلنگ به کنار دریچهٔ گاز کاربراتور وصل شده و سمت دیگر دیافراگم به

صفحهٔ متحرک دلکو متصل می‌باشد.

هنگامی که خلاء در قسمت دریچهٔ گاز کاربراتور زیاد می‌شود، این خلاء روی دیافراگم تأثیر گذاشته و دیافراگم را به سمت راست می‌کشد. در اینصورت دیافراگم نیز که به صفحهٔ متحرک دلکو متصل است، صفحهٔ متحرک دلکو را در جهت مخالف دوران میل دلکو می‌چرخاند.

دقت کنید که پلاتین و خازن نیز با صفحهٔ متحرک دوران می‌نمایند و از اینرو فیبر پلاتین زودتر به بادامک میل دلکو رسیده و پلاتین زودتر باز می‌شود. این عمل منجر به آوانس جرقه خلائی می‌شود که در بخش (۱-۲-۶-۶) آمده است با توجه به شکل (۱۵-۶) مشاهده می‌شود که در حالت تمام بار (باز بودن کامل دریچهٔ گاز) مقدار آوانس خلائی کاهش می‌یابد و زمانی که دریچهٔ گاز کمی باز است، آوانس خلائی زیاد می‌باشد. از اینرو در دورهای متوسط بیشترین مقدار آوانس خلائی وجود دارد.



شکل ۱۵-۶- دستگاه آوانس خلائی و نحوهٔ عملکرد آن

۱ - پلاتین متحرک، ۲ - فنر پلاتین متحرک، ۳ - فنر دستگاه آوانس خلائی، ۴ - دیافراگم، ۵ - فنر برگردانند، ۶ - محدودکنندهٔ حرکت دیافراگم، ۷ - محفظهٔ خلاء، ۸ - پلاتین ثابت، ۹ - صفحهٔ متحرک دلکو، ۱۰ - بدنهٔ دلکو، ۱۱ - بادامک میل‌دلکو، ۱۲ - لولهٔ خلاء، ۱۳ - کاربراتور، ۱۴ - دریچهٔ گاز، ۱۵ - جهت حرکت صفحهٔ متحرک در هنگام ایجاد آوانس خلائی، a: دریچهٔ گاز بسته است و آوانس خلائی عمل نمی‌کند، b: دریچهٔ گاز کمی باز است و آوانس خلائی حداکثر است، c: حالت تمام بار که آوانس خلائی کاهش می‌یابد.

۱۰ـ۲ـ۳ـ۶ـ بدنهٔ دلکو

بدنهٔ دلکو در شکل (۶ـ۶) قابل مشاهده است. این قطعه در برگیرندهٔ قطعات دلکو می‌باشد. جنس آن از آلیاژ آلومینیم بوده و باید دقت شود که دو عدد بوش در قسمت پائینی بدنهٔ دلکو وجود دارد که وظیفهٔ کنترل لقی عرضی یا شعاعی میل دلکو را بر عهده دارد. در صورت زیاد شدن لقی عرضی میل دلکو، باید بوش‌ها را تعویض نمود.

۳ـ۳ـ۶ـ وایر شمع

وایر شمع یا وایرهای فشار قوی که وظیفهٔ انتقال جریان برق فشار قوی را از ترمینال مرکزی کویل به ترمینال مرکزی دلکو و همچنین از ترمینالهای دلکو به شمع‌ها را بر عهده دارند باید خصوصیات زیر را داشته باشند:

۱ـ عایق آن، مقاومت الکتریکی تا ۴۰۰۰۰ ونت را داشته باشد و در مایعات و هوا، جریان برق را از خود عبور ندهد

۲ـ در برابر تغییرات دمایی از $-40^{\circ}C$ تا $260^{\circ}C$ به خوبی مقاومت کند.

۳ـ از تولید امواج الکترومغناطیسی و تداخل آن با امواج دستگاههای صوتی و تصویری جلوگیری کند.

۴ـ در حدود ۱۶۰۰۰۰ کیلومتر عمر مفید داشته و به مدت ۱۰ سال استحکام و دوام مناسب داشته باشد

وایر شمع‌ها در دو نوع ساخته می‌شوند:

۱ـ۳ـ۳ـ۶ـ وایر شمع با سیم فلزی در مرکز آن

در این نوع، یک سیم فلزی از وسط وایر شمع عبور کرده که وظیفهٔ انتقال جریان برق فشار قوی را بر عهده داشته و یک پوشش عایق نیز روی سیم فلزی کشیده شده است.

رسانایی که در مرکز کابل قرار دارد ممکن است با قنع روکش شود ولی معمولاً از یک سیم مرکزی که با استفاده از تارهای کربن پوشیده شده است، استفاده می‌شود. این کار برای جلوگیری از تولید امواج الکترومغناطیسی و اختلال در سیستم‌های صوتی و تصویری خودرو انجام می‌گیرد.

برای طول‌های کمتر از ۳۰۰ میلی متر، کابلی با مقاومت ۲۵۰۰۰ تا ۳۴۰۰۰ اهم بر متر $\left(\frac{\Omega}{m}\right)$ استفاده می‌شود. اگر طول وایر شمع بیشتر از ۳۰۰ میلی متر باشد، از کابلی با مقاومت ۱۵۰۰۰ تا ۲۴۰۰۰ اهم بر متر $\left(\frac{\Omega}{m}\right)$ استفاده می‌گردد.

برای این نوع وایر شمع‌ها دو نوع کابل وجود دارد: یکی ۹/۰۳ و دیگری ۱۹/۰۳

در کابل نوع اول ۹ رشته سیم فلزی وجود دارد و قطر هر رشته ۰/۳ میلی متر که در اینصورت سطح مقطع قسمت فلزی وایر شمع ۰/۶۵ میلی متر مربع (mm^2) می‌باشد. این نوع کابل دارای قطر خارجی ۵ میلی متر است.

کابل نوع دوم دارای ۱۹ رشته به قطر ۰/۳ میلی متر می‌باشد که سطح مقطع قسمت فلزی وایر شمع ۱/۳۵ میلی متر مربع (mm^2) خواهد بود و قطر کابل ۷ میلی متر است.

قسمت هستهٔ فلزی بوسیلهٔ روکش P.V.C یا نوعی پلاستیک با تار و پودهایی از جنس پنبه پوشیده شده و از انتقال برق فشار قوی از قسمت مرکزی به بدنه جلوگیری می‌شود.

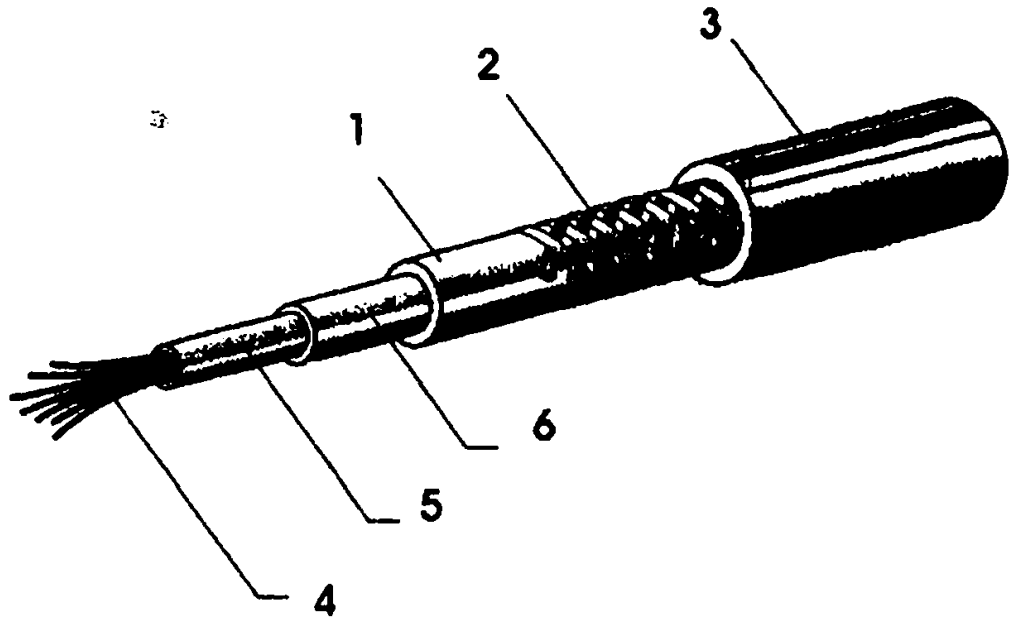
امروزه از این نوع وایر شمع‌ها به ندرت استفاده می‌شود.

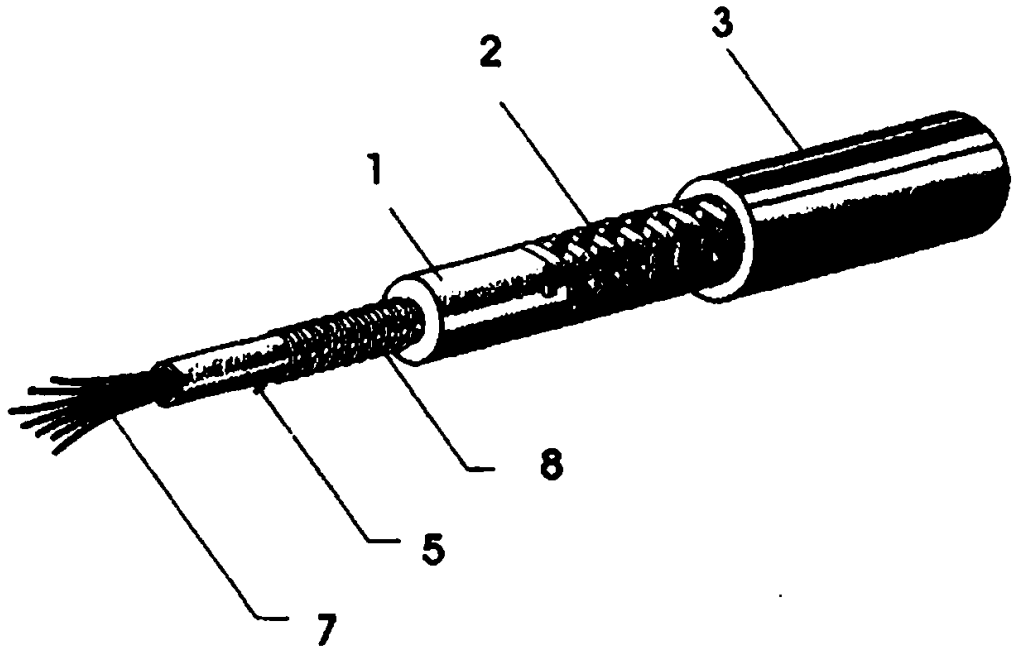
۲ـ۳ـ۳ـ۶ـ وایر شمع با عایق در مرکز آن

این نوع وایر شمع که در خودروهای امروزی مورد استفاده قرار می‌گیرد نیز دو نوع می‌باشند که در شکل (۱۶ـ۶) ملاحظه می‌شود.

در هنگام عبور جریان برق از یک سیم فلزی، بیشتر حرکت الکترونها از سطح فلز صورت می‌گیرد و فقط قسمت کمی از جریان برق از هستهٔ سیم عبور می‌کند. بر همین اساس وایر شمع‌های جدید را به گونه‌ای می‌سازند که هستهٔ آنها را از مواد عایق پر کرده و اطراف این هستهٔ عایق از مواد رسانا مانند سیلیکون می‌پوشانند.

در بعضی از وایر شمع‌ها به دور لایه رسانا، یک سیم فلزی پیچیده می‌شود که در اینصورت عبور جریان برق بهبود یافته و امواج الکترومغناطیسی کمتری در وایر شمع بوجود می‌آید و از تداخل با امواج سیستم‌های صوتی و تصویری خودرو جلوگیری می‌کند. قسمت خارجی لایهٔ رسانا و سیم فلزی پیچیده شده روی لایهٔ رسانا توسط لایهٔ عایق پوشانیده شده و جهت بالا بردن استحکام وایر به دور لایهٔ عایق از یک لفاف ابریشمی بافته شده استفاده می‌گردد. روی این لفاف ابریشمی نیز پوشش اصلی وایر شمع از جنس P.V.C قرار گرفته است.





شکل ۱۶ـ۶ـ وایر شمع‌های مدرن که در خودروهای جدید استفاده می‌شود

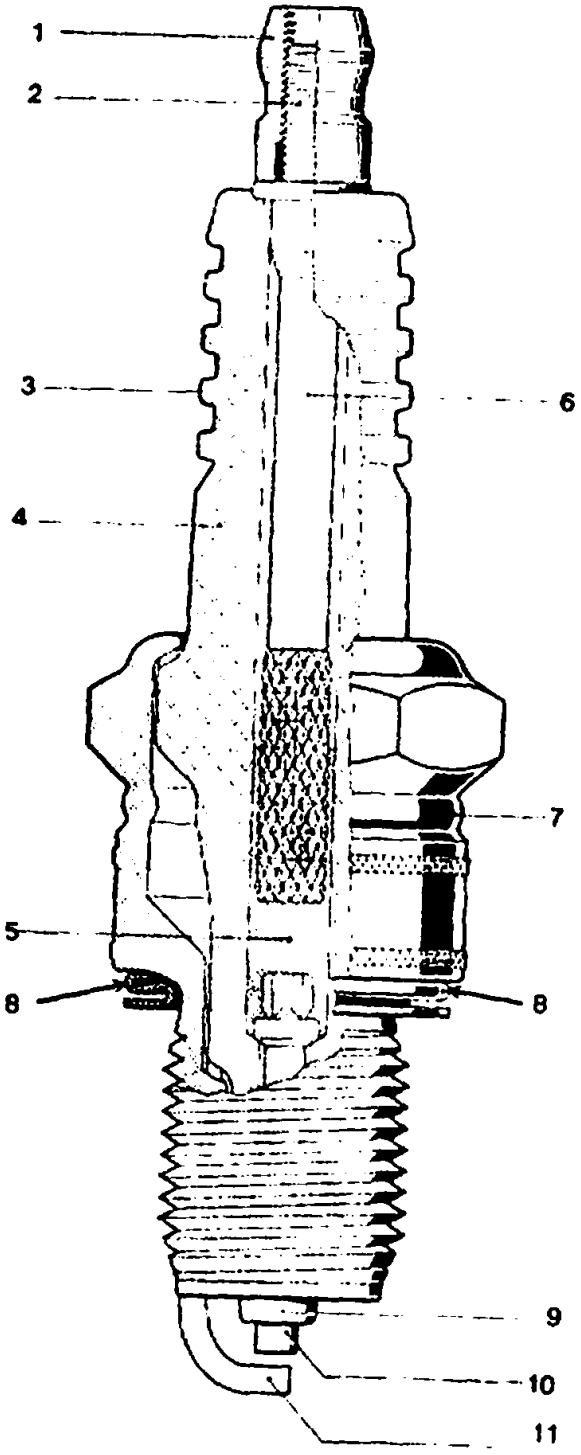
۱ ـ عایق ۳ ـ روکش ۵ ـ لاستیک رسانا ۷ ـ سیم‌پیچ
۲ ـ الیاف ابریشمی ۴ ـ فیبر عایق ۶ ـ سیلیکون رسانا

۴ـ۳ـ۶ـ شمع جرقه[1]

وظیفهٔ شمع تولید جرقه در محفظهٔ احتراق به جهت محترق نمودن مخلوط سوخت و هوا می‌باشد

1· *Spark plug*

شمع باید ولتاژی در حدود ۳۰۰۰۰ ولت را از خود عبور داده و عایق شمع باید تا دمای ۱۲۰۰°C خصوصیات عایق بودن را به خوبی داشته باشد و همچنین شمع باید فشار محفظهٔ احتراق را در حدود ۵۰ بار تحمل نماید. شکل (۱۷ـ۶) ساختمان شمع را نشان می‌دهد.



شکل ۱۷ـ۶ـ ساختمان شمع جرقه

۱ ـ مهره ترمینال
۲ ـ رزوهٔ ترمینال
۳ ـ مانع نشت جریان
۴ ـ عایق آلومین
۵ ـ رسانای شیشه‌ای مخصوص
۶ ـ میلهٔ ترمینال
۷ ـ آچارخور و هادی جریان
۸ ـ واشر درزگیر
۹ ـ عایق چینی
۱۰ ـ الکترود مرکزی
۱۱ ـ الکترود بدنه

قسمت‌های مختلف شمع در زیر شرح داده می‌شوند:

۱ـ۴ـ۳ـ۶ـ ترمینال اصلی شمع[1]

جنس این ترمینال از فولاد بوده که از بالا به وایر شمع و از پائین توسط هادی شیشه‌ای به الکترود مرکزی شمع وصل می‌شود. این ترمینال درون عایق سرامیکی به طور کامل عایق‌بندی می‌شود و وظیفه آن انتقال جریان برق فشار قوی از وایر شمع به الکترود مرکزی می‌باشد.

۲ـ۴ـ۳ـ۶ـ عایق سرامیکی

جنس این عایق از اکسید آلومینیم (Al_2O_3) یا آلومین می‌باشد که دارای ۲۸ درصد اکسید آلومینیم، ۵/۶ درصد اکسید آهن و درصد زیادی اکسید تیتان می‌باشد و نقطهٔ ذوب آن $2050^{\circ}C$ می‌باشد وظیفهٔ عایق سرامیکی، عایق بندی ترمینال اصلی و الکترود مرکزی شمع از بدنهٔ شمع می‌باشد.

برای اطمینان از عمل عایق بندی، عایق سرامیکی را فشرده کرده، سپس سطح خارجی آن را بوسیلهٔ لعاب شیشه، می‌پوشانند. استفاده از لعاب شیشه باعث پوشانیده شدن منافذ و جلوگیری از چسبیدن رطوبت و کثافات و در نتیجه جلوگیری از افت ولت می‌شود. عایق سرامیکی باید تا دمای $1200^{\circ}C$ خصوصیات عایق بودن خود را حفظ کند.

۳ـ۴ـ۳ـ۶ـ بدنهٔ شمع

جنس آن از فولاد بوده و وظیفهٔ آن محکم نگه داشتن شمع به بدنهٔ سرسیلندر می‌باشد. قسمت بالایی بدنهٔ شمع دارای آچارخور شش گوش می‌باشد و قسمت پائین آن دارای رزوه می‌باشد که داخل سرسیلندر پیچیده می‌شود. بین بدنهٔ شمع و سرسیلندر با استفاده از واشر درزبند، عمل آب بندی را انجام داده و از خروج مخلوط سوخت و هوا جلوگیری می‌شود.

برای جلوگیری از پوسیدگی بدنهٔ شمع قسمت خارجی آن را با نیکل می‌پوشانند.

۴ـ۴ـ۳ـ۶ـ الکترود بدنه[2]

این الکترود دارای مقطع مستطیل شکل بوده و به بدنهٔ شمع متصل می‌باشد. به دلیل آنکه به جهت تنظیم فاصلهٔ هوایی بین الکترود بدنه و الکترود مرکزی شمع، الکترود بدنه باید قابلیت خم شدن را داشته باشد، جنس آن از آلیاژ کرم، نیکل می‌باشد.

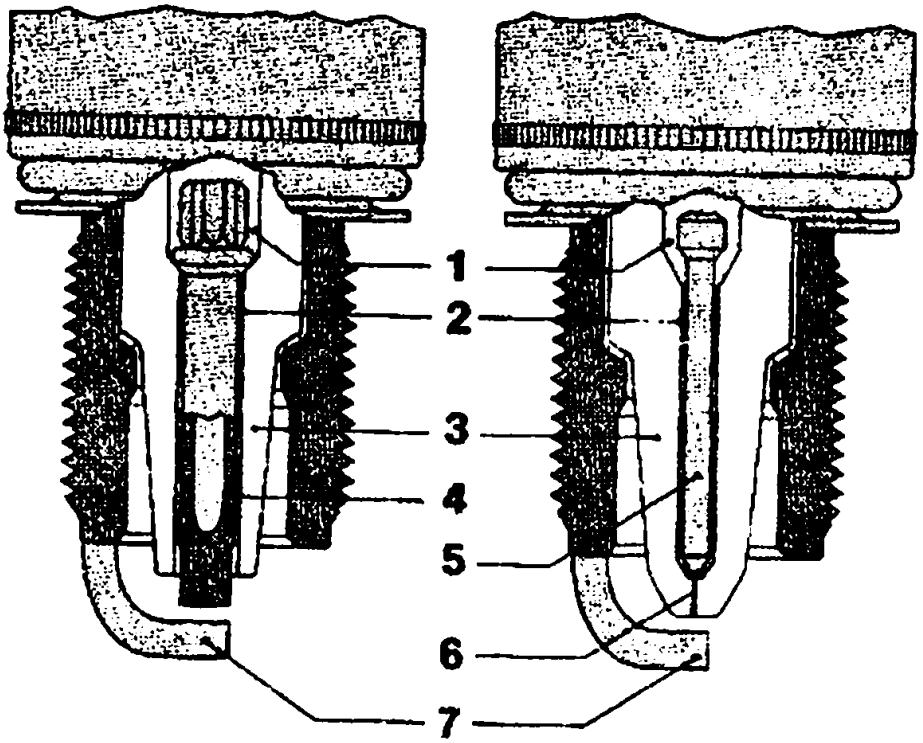
۵ـ۴ـ۳ـ۶ـ الکترود مرکزی[3]

این الکترود با توجه به کاربرد شمع دارای جنس‌های گوناگونی می‌باشد.

1- *Terminal stud*
2- *Ground electrode*
3- *Center electrode*

در بعضی از شمع‌ها جنس هستهٔ الکترود مرکزی را از مس در نظر گرفته، سپس آنرا با آلیاژ نیکل ـ کرم، نیکل ـ منگنز یا نیکل ـ سیلیکون می‌پوشانند. منگنز و سیلیکون باعث مقاومتر شدن الکترود در مقابل عوامل شیمیایی مانند دی اکسید سولفور که از احتراق سوخت بدست می‌آید می‌شود. این نوع الکترودها را الکترود با جنس مرکب گویند. فلز دیگری که به عنوان الکترود مرکزی در نظر گرفته می‌شود، پلاتین می‌باشد. این فلز در مقابل پوسیدگی بسیار مقاوم است.

این دو نوع الکترود در شکل (۱۸ـ۶) ملاحظه می‌شود. در برخی موارد نیز جنس الکترود مرکزی را از نقرهٔ سخت در نظر می‌گیرند. لازم به ذکر است که در بین فلزات،نقره بیشترین قابلیت هدایت گرمایی و الکتریکی را دارا می‌باشد. بنابراین استفاده از نقره در الکترود مرکزی بهتر بوده ولی قیمت شمع را افزایش می‌دهد. قطر الکترود مرکزی این نوع شمع‌ها، از شمع‌های معمولی کمتر است ولی برخلاف قطر کمتر، انتقال حرارت آن نسبت به شمع‌های معمولی بهتر است.



شکل ۱۸ـ۶ـ دو نوع شمع با جنس الکترود مرکزی متفاوت

a: الکترود مرکزی مرکب

۱ ـ رسانای شیشه‌ای مخصوص

۲ ـ فاصلهٔ هوایی بین الکترود مرکزی و عایق چینی به جهت انبساط الکترود مرکزی

۳ ـ امتداد عایق چینی

۴ ـ الکترود مرکزی مرکب

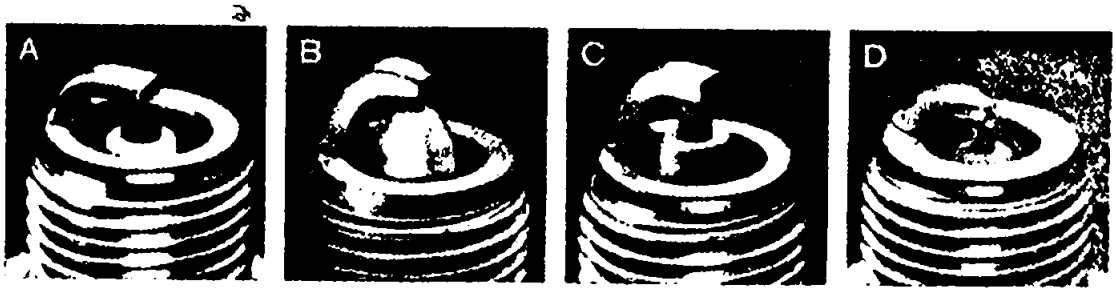
b: الکترود مرکزی از جنس پلاتین یا طلای سفید

۵ ـ کنتاکت فلزی

۶ ـ الکترود مرکزی از جنس پلاتین یا طلای سفید

۷ ـ الکترود به بدنه

شکل (۱۹ـ۶) شمع‌ها، با الکترودهای مرکزی متفاوت را نشان می‌دهد.



شکل ۱۹ـ۶ـ شمع‌ها با الکترودهای مرکزی متفاوت

A: شمع با الکترود مرکزی از جنس مواد مرکب

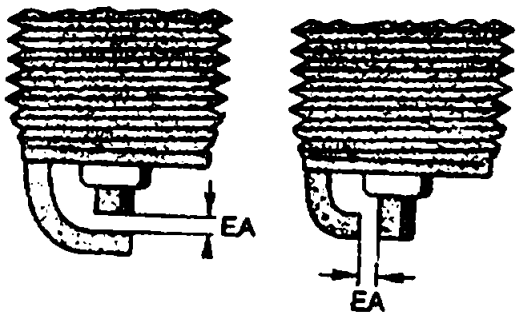
B: شمع با الکترود مرکزی از جنس پلاتین

D و C: شمع با الکترود مرکزی از جنس نقره

نکته: مواد خالص دارای هدایت الکتریکی بهتری می‌باشند.

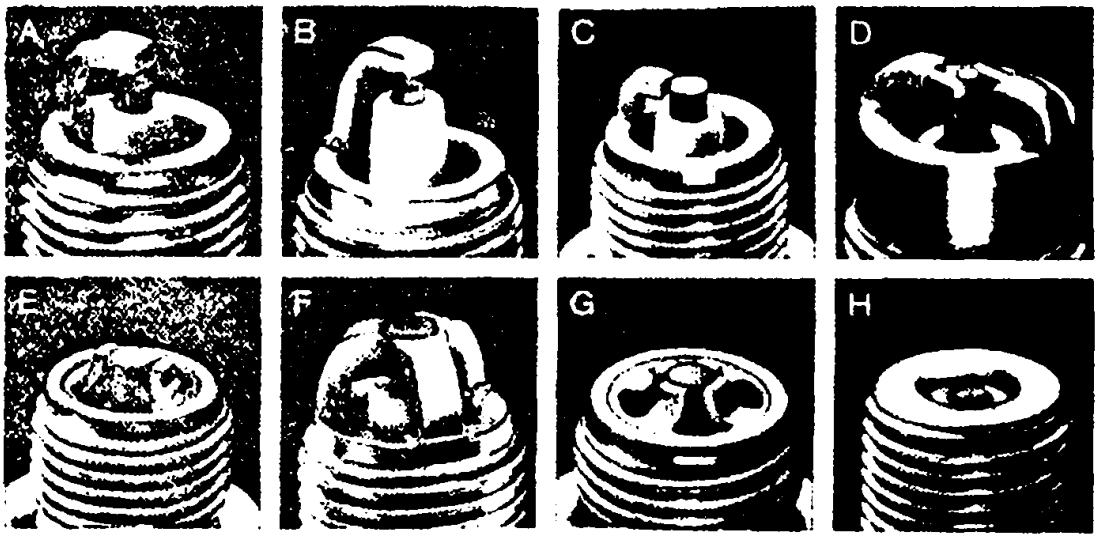
با توجه به شکل (۲۰ـ۶) فاصلهٔ هوایی بین الکترود مرکزی و الکترود بدنهٔ شمع وجود دارد. به طوری که جریان برق با ولتاژ زیاد از این فاصله پرش نموده و جرقه را بوجود می‌آورد. این فاصلهٔ هوایی با توجه به نوع موتور خودرو و نوع سیستم جرقه زنی باید بین ۰/۵ تا ۱/۵ میلی متر باشد که مقدار دقیق آن در کاتالوگ خودرو مورد نظر آمده است.

a) الکترود روبرو b) الکترود جانبی



شکل ۲۰ـ۶ـ فاصلهٔ هوایی بین الکترود و بدنه و الکترود مرکزی شمع

شکل (۲۱ـ۶) انواع شمع را از لحاظ ترکیب بندی الکترود بدنه و الکترود مرکزی شمع، نشان می‌دهد.



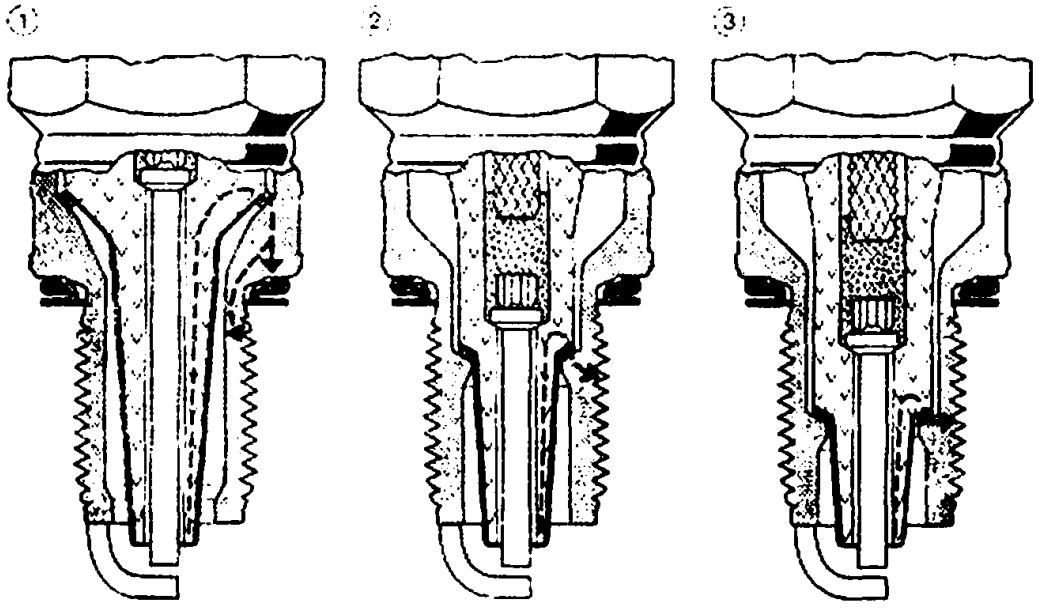
شکل ۲۱-۶- انواع ترکیب‌بندی الکترود بدنه و الکترود مرکزی شمع

۶-۴-۳-۶- دسته بندی شمع براساس نحوهٔ انتقال حرارت

دمای قسمتی از شمع که درون محفظهٔ احتراق قرار می‌گیرد، باید بین ۴۵۰°C تا ۸۵۰°C باشد. اگر دما کمتر از ۴۵۰°C باشد، احتراق نامناسب ایجاد شده و شمع رسوب می‌گیرد و اگر دما بیش از ۸۵۰°C باشد، شمع بیش از حد گرم شده و باعث ایجاد احتراق خود به خود یا خودسوزی در محفظهٔ احتراق می‌شود.

از طرفی دیگر موتورهای خودرو دارای خصوصیات متفاوتی از قبیل: بار اعمال شده به خودرو، اصول کار (دو زمانه، چهار زمانه، وانکل و...)، نسبت تراکم، دور موتور، نحوهٔ خنک کاری، تنظیم کاربراتور و نوع سوخت می‌باشند و این امر باعث می‌شود که دمای احتراق موتورها متفاوت بوده و نتوان در همهٔ آنها از یک نوع شمع استفاده نمود.

با توجه به مطالب فوق شمع‌ها را به سه گروه گرم، نیمه گرم و سرد دسته بندی می‌کنند.



۱- شمع گرم
۲- شمع نیمه گرم ۳- شمع سرد

سطح جذب حرارت
مسیر انتقال دما

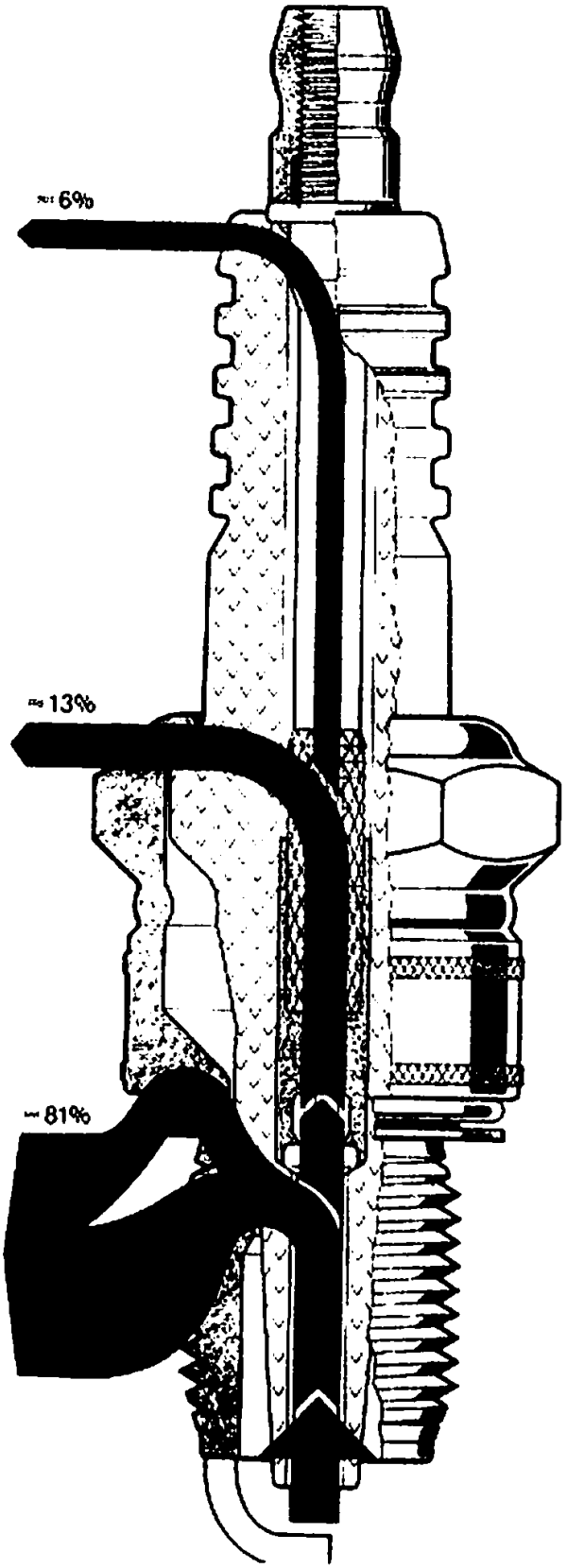
شکل ۲۲-۶- دسته‌بندی شمع‌ها

۱ـ **شمع سرد:** شمعی است که سطح عایق سرامیکی درون محفظهٔ احتراق کوچک بوده و در نتیجه حرارت کمتری از احتراق سوخت و هوا دریافت می‌کند و به آن شمع پایه کوتاه نیز گفته می‌شود.

۲ـ **شمع نیمه گرم:** این نوع شمع دارای سطح حرارت‌گیری بیشتری نسبت به شمع سرد می‌باشد، یعنی سطح عایق سرامیکی درون محفظهٔ احتراق بزرگتر می‌باشد و در نتیجه حرارت بیشتری از احتراق مخلوط سوخت و هوا دریافت می‌کند.

۳ـ **شمع گرم:** این شمع دارای سطح حرارت‌گیری زیادی بوده و سطح عایق سرامیکی درون محفظهٔ احتراق، حرارت زیادتری از احتراق سوخت و هوا دریافت می‌کند. به این نوع شمع، شمع پایه بلند نیز گفته می‌شود. این سه نوع شمع در شکل (۶ـ۲۲) دیده می‌شوند.

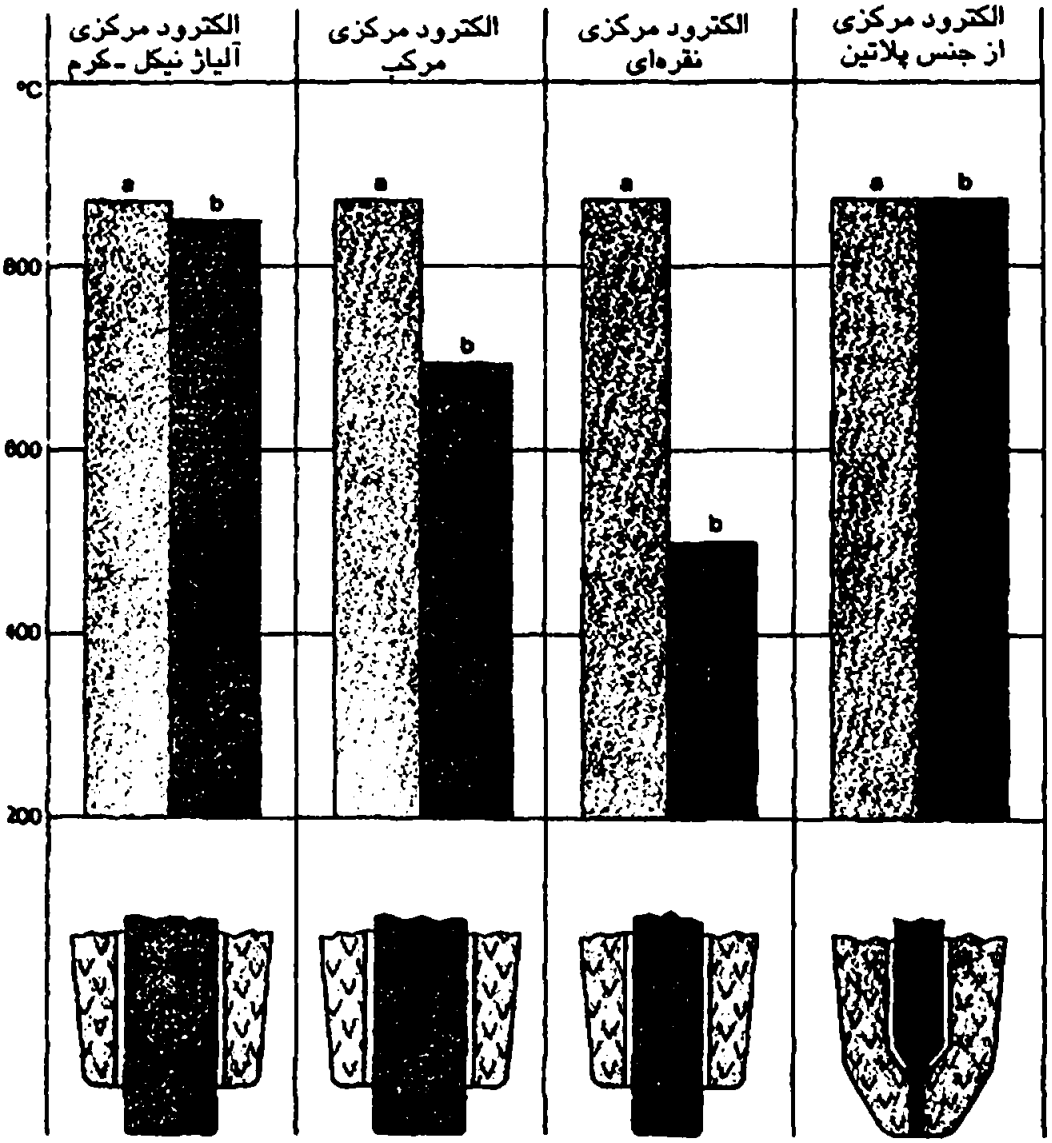
نحوهٔ انتقال حرارت شمع به بدنهٔ سرسیلندر و هوای محیط در شکل (۶ـ۲۳) ملاحظه می‌شود.



شکل ۶ـ۲۳ـ انتقال حرارت شمع‌ها

جذب حرارت به عایق سرامیکی موجود در محفظهٔ احتراق بستگی دارد، در حالیکه انتقال حرارت به نوع و جنس الکترود مرکزی نیز وابسته است.

با توجه به شکل (۲۴ـ۶) دیده می‌شود که اگر جنس الکترود مرکزی از نقره باشد، حرارت جذب شده بوسیلهٔ عایق سرامیکی دمای حدود $850^{\circ}C$ را داراست ولی به دلیل آنکه نقره انتقال حرارت زیادتری دارد دمای الکترود مرکزی آن در حدود $500^{\circ}C$ می‌باشد.



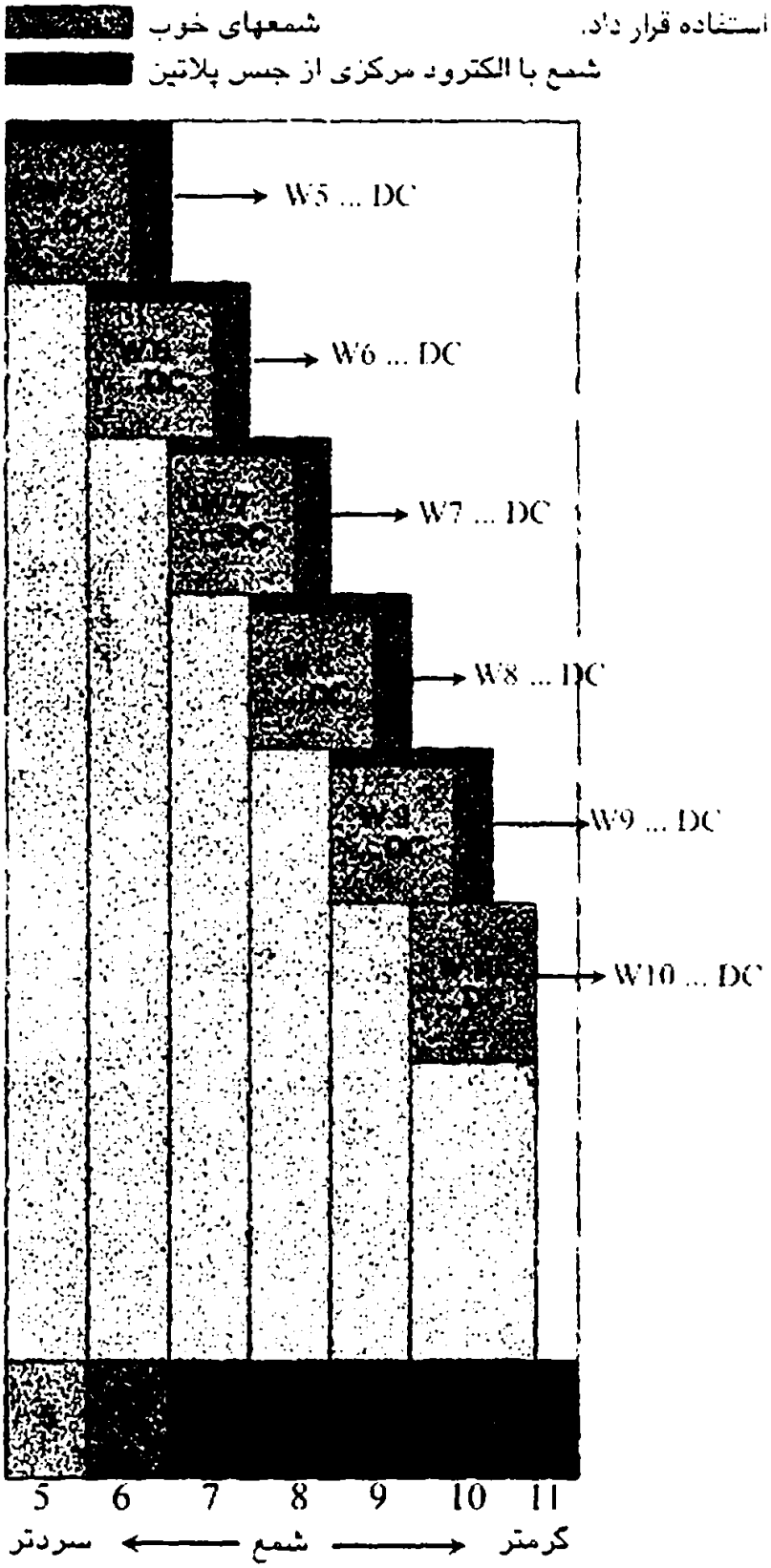
شکل ۲۴ـ۶. نحوهٔ انتقال حرارت شمع با توجه به جنس الکترود مرکزی

a: دمای عایق اطراف الکترود مرکزی *b: دمای الکترود مرکزی*

دسته بندی شمع سرد و گرم براساس استاندارد SAE و Bosch مطابق شکل (۲۵ـ۶) می‌باشد.

همانگونه که از شکل پیداست اعداد کوچکتر، ۲ تا ۴ بیان کنندهٔ شمع سرد، اعداد ۵ و ۶ برای شمع نیمه گرم و اعداد ۷ تا ۱۱ شمع گرم را نشان می‌دهند.

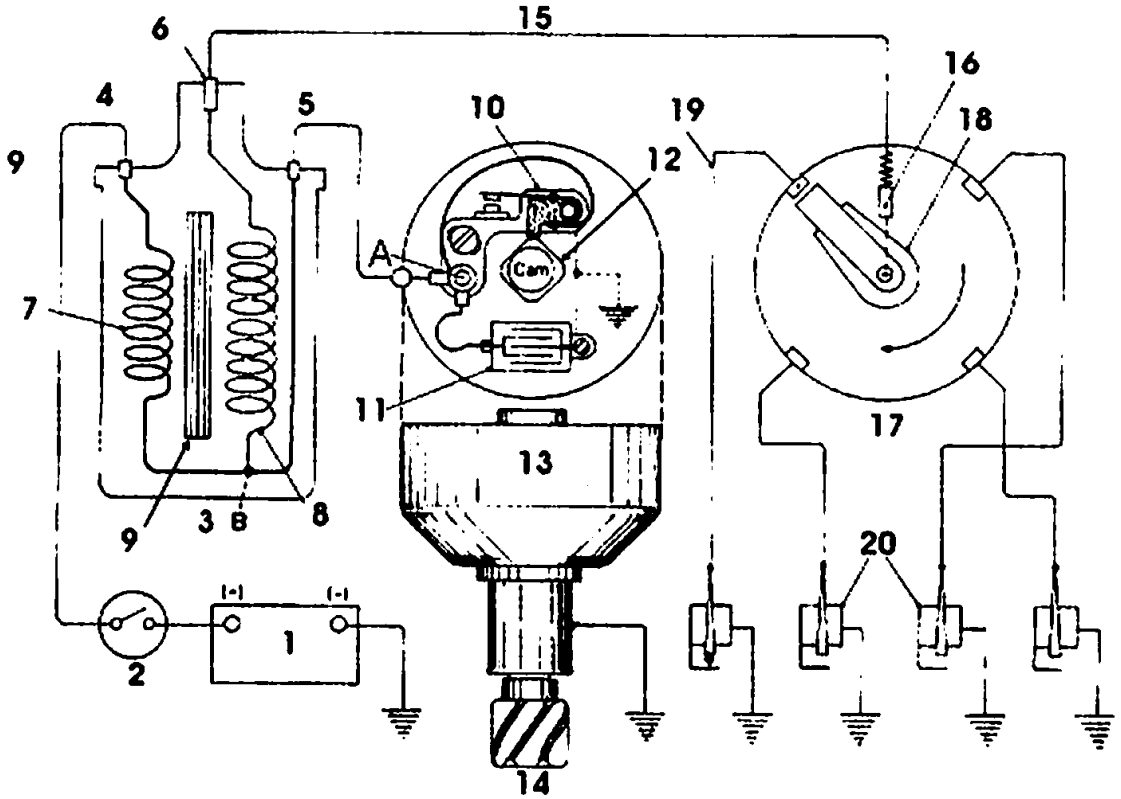
در ضمن باید دقت کرد که شمع سرد را برای موتورهای گرم (موتوری که سیستم خنک کاری خوبی ندارد، دور موتور زیادی دارد، نسبت تراکم بالاست، ارزش حرارتی سوخت مصرفی زیاد است و...) و شمع گرم برای موتورهای سرد (دارای سیستم خنک کاری خوب، دور موتور پائین، نسبت تراکم پائین، سوخت نامرغوب و...) مورد استفاده قرار داد.



شکل ۲۵-۶- دسته‌بندی شمع بوسیلهٔ عدد براساس استاندارد *SAE* و *Bosch*

۴ـ۶ـ طرز کار مدار جرقه‌زنی

هنگامی که سوئیچ اصلی روشن می‌گردد، در صورت بسته‌بودن پلاتین، جریان برق پس از عبور از سوئیچ وارد سیم پیچ اولیهٔ کویل شده و از طریق پلاتین متحرک به پلاتین ثابت رفته و از آنجا وارد بدنه می‌شود. عبور جریان از سیم پیچ اولیهٔ کویل، باعث می‌شود که سیم‌پیچ اولیه کویل مغناطیس شده و خطوط قوای مغناطیسی به آرامی تولید گردند. با چرخیدن میل لنگ توسط استارت، میل بادامک و در نتیجه میل دلکو به همراه آن می‌چرخد. به محض اینکه یکی از بادامک‌های میل دلکو به فیبر پلاتین می‌رسد، پلاتین متحرک را از پلاتین ثابت مطابق شکل (۶ـ۲۶) جدا می‌کند و در این هنگام عبور جریان از سیم پیچ اولیه کویل قطع می‌گردد. در لحظه قطع پلاتین، تعدادی از الکترونها روی مرز جدایش پلاتین ثابت و متحرک قرار دارند، به طوری که یا باید به سمت پلاتین ثابت پرش کنند و یا اینکه به سمت پلاتین متحرک بپرند و باید دقت داشت که در هر دو صورت، پرش الکترونها مساوی با تولید جرقه و در نتیجه ذوب نمودن پلاتینها می‌باشد. از اینرو خازنی را موازی با پلاتین قرار می‌دهند که در حقیقت این خازن مانند پمپ مکشی، الکترونهایی را که قصد پرش دارند را به طرف خود کشیده و سپس به مدار باز می‌گرداند. حرکت الکترونها به سمت خازن، باعث شارژ شدن خازن می‌شود. سپس این الکترونها دوباره از خازن برگشته و به نقطهٔ A در شکل (۶ـ۲۶) می‌رسند.



شکل ۶ـ۲۶ـ نحوهٔ عملکرد مدار جرقه‌زنی

A: محل اتصال سیم ورودی به دلکو با سیم خازن و پلاتین منفی، *B*: محل اتصال سیم پیچ ثانویه به سیم پیچ اولیه

۱ـ باتری، ۲ـ سوئیچ اصلی، ۳ـ کویل، ۴ـ ترمینال ورودی کویل، ۵ـ ترمینال خروجی کویل، ۶ـ ترمینال مرکزی کویل، ۷ـ سیم‌پیچ اولیهٔ کویل، ۸ـ سیم‌پیچ ثانویهٔ کویل، ۹ـ هستهٔ کویل، ۱۰ـ پلاتین، ۱۱ـ خازن، ۱۲ـ میل‌دلکو، ۱۳ـ بدنهٔ دلکو، ۱۴ـ چرخ‌دندهٔ سر میل‌دلکو، ۱۵ـ وایر مرکزی دلکو (فشار قوی)، ۱۶ـ زغال و فنر در دلکو، ۱۷ـ در دلکو، ۱۸ـ چکش برق، ۱۹ـ وایر شمع، ۲۰ـ شمع

در نقطهٔ A دو راه برای عبور الکترونها وجود دارد. راه اول به سمت پلاتین‌ها می‌باشد که به دلیل باز بودن پلاتین‌ها و وجود مقاومت زیاد، پس از این مسیر عبور نمی‌کنند. راه دوم حرکت الکترونها به سمت کویل می‌باشد. در این حالت الکترونها به سمت کویل حرکت کرده تا به نقطهٔ B برسند. در نقطهٔ B یا الکترونها باید به سمت سیم پیچ اولیه حرکت کنند و یا اینکه به سمت سیم پیچ ثانویه بروند. ولی به دلیل اینکه تعداد حلقه‌های سیم پیچ ثانویه خیلی زیاد است و قطر سیم آن نیز کم است، از اینرو مقاومت سر راه عبور جریان در سیم پیچ ثانویه زیاد می‌باشد، پس الکترونها به سمت سیم پیچ اولیه حرکت می‌کنند.

در این حالت جهت این جریان با جهت جریان اصلی که از باتری می‌آید معکوس می‌باشد و این جریان تمایل دارد که سیم پیچ اولیه را در جهت عکس حالت قبل مغناطیس کند و این عامل باعث می‌شود که خطوط قوای مغناطیسی سیم پیچ اولیه‌ای که به علت عبور جریان باتری تولید شده‌اند و اکنون به دلیل باز شدن پلاتین و قطع جریان در حال از بین رفتن هستند، خیلی سریع از بین ببرد، یا به عبارتی دیگر این خطوط قوا، خیلی سریع به سیم پیچ اولیه باز گردند. این حرکت سریع خطوط قوای مغناطیسی باعث می‌شود که خطوط قوای مغناطیسی به حلقه‌های سیم پیچ ثانویه برخورد کرده و "جریان القایی" را در سیم پیچ ثانویه بوجود آورد.

از طرفی با برخورد این خطوط قوای مغناطیسی با حلقه‌های سیم پیچ اولیه باعث می‌شود که "جریان خودالقایی" در سیم پیچ اولیه بوجود آید و این جریان خودالقایی طبق قانون لنز در جهت عکس جریان اصلی می‌باشد. با توجه به اینکه ولتاژ جریان خودالقایی در حدود ۱۰۰ تا ۲۵۰ ولت و تعداد حلقه‌های سیم پیچ اولیه در حدود ۲۵۰ تا ۳۵۰ حلقه و تعداد حلقه‌های سیم پیچ ثانویه نیز در حدود ۱۵۰۰۰ تا ۳۰۰۰۰ حلقه می‌باشد می‌توان از رابطهٔ (۱ـ۶) ولتاژ القاء شده در سیم پیچ ثانویه را بدست آورد.

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} \qquad (۱ـ۶)$$

E_2: ولتاژ القاء شده در سیم پیچ ثانویه برحسب ولت (V)

E_1: ولتاژ خودالقایی سیم پیچ اولیه برحسب ولت (V)

N_2: تعداد حلقه‌های سیم پیچ ثانویه

N_1: تعداد حلقه‌های سیم پیچ اولیه

مثال: اگر ولتاژ خودالقایی سیم پیچ اولیه ۲۰۰ ولت و تعداد حلقه‌های آن ۲۰۰ حلقه و تعداد حلقه‌های سیم پیچ ثانویه نیز ۲۰۰۰۰ حلقه باشد، ولتاژ جریان القایی در سیم پیچ ثانویه را بدست آورید.

$E_2 = ?$

$E_1 = ۲۰۰V$

$N_2 = ۲۰۰۰۰$

$N_1 = ۲۰۰$

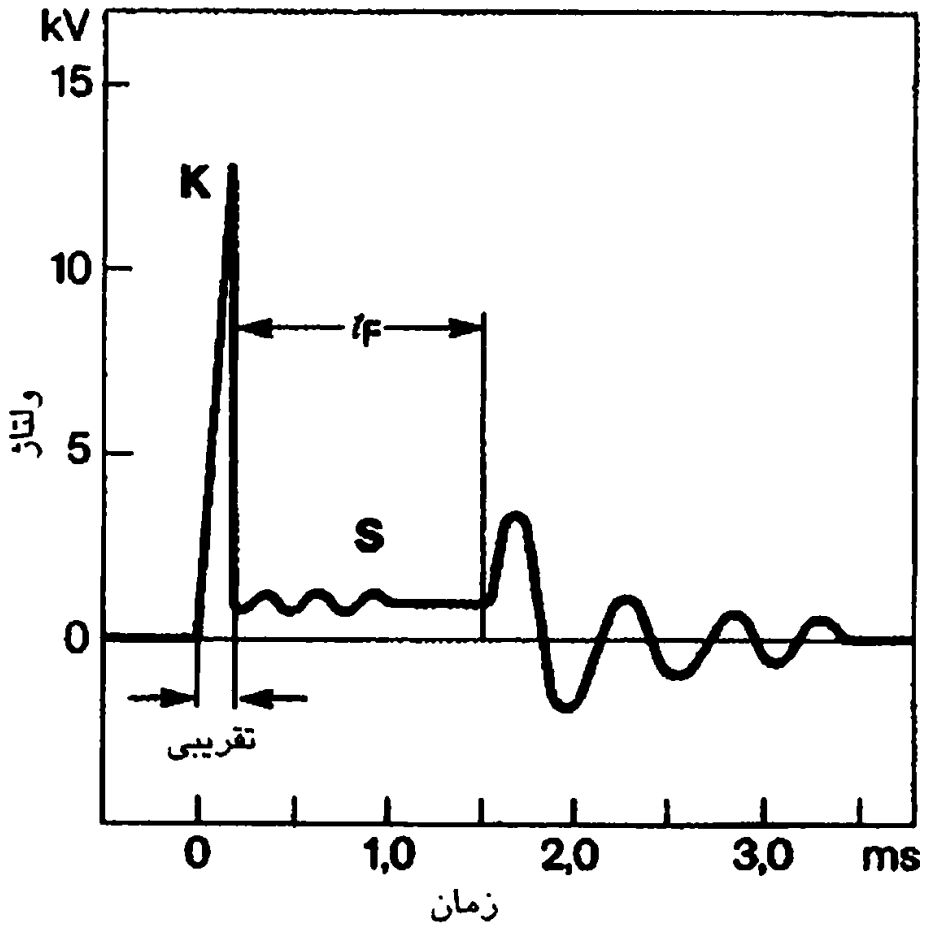
$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{N_2}{N_1} \rightarrow E_2 = \frac{N_2}{N_1} \times E_1 = \frac{۲۰۰۰۰}{۲۰۰} \times ۲۰۰ = ۲۰۰۰۰\ V$$

پس ولتاژ ۲۰۰۰۰ ولت در سیم پیچ ثانویه کویل تولید می‌شود که به شمع‌ها فرستاده می‌شود.

البته باید توجه داشت، الکترونهایی که از خازن به سمت شیم پیچ اولیه حرکت کردند، هنگامی که ولتاژ خودالقایی تولید شد، ابتدا الکترونها در جهت عکس جریان اصلی حرکت می‌کنند و سپس در جهت جریان اصلی تغییر مسیر می‌دهند تا دوباره به خازن می‌رسند چون در این هنگام هنوز پلاتین‌ها باز هستند. پس از برخورد الکترونها به صفحات خازن، دوباره الکترونها به سمت سیم پیچ اولیه باز می‌گردند و این رفت و برگشت الکترونها بین سیم پیچ اولیه و خازن تا هنگامی که جریان تولید شده در سیم پیچ مستهنک شود ادامه دارد و همین رفت و برگشت الکترونها یا جریان برق بین خازن و سیم پیچ اولیه باعث می‌شود که جریان تولید شده در سیم پیچ ثانویه ادامه داشته باشد.

جریان برق فشار قوی تولید شده از طریق ترمینال مرکزی کویل به ترمینال مرکزی در دلکو و از آنجا بین شمع‌ها تقسیم می‌شود و از طریق وایر شمع‌ها به ترمینال اصلی شمع، سپس به هادی شیشه‌ای و بعد از آن به الکترود مرکزی شمع و در نهایت بین الکترود مرکزی و الکترود بدنهٔ شمع، تولید جرقه می‌کند.

شکل (۲۷ـ۶) ولتاژ جرقهٔ ایجاد شده در دهانهٔ شمع و به مدت ۰/۰۰۳ ثانیه را نشان می‌دهد.



شکل ۲۷ـ۶ـ ولتاژ جرقهٔ ایجاد شده در دهانهٔ شمع

K: ماکزیمم جرقه S: ادامه جرقه tF: مدت جرقه

همانگونه که از شکل پیداست، تمامی مراحلی که در بالا ذکر شد در حدود ۰/۰۰۳ ثانیه انجام می‌شود.

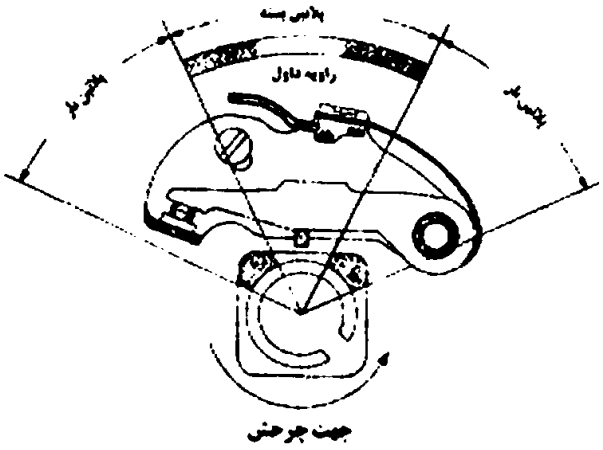
نکته: خازن هم در زیاد کردن مقدار ولتاژ جرقه و هم در طولانی‌تر کردن مدت زمان جرقه زنی تأثیر دارد. به طوری که اگر خازن از مدار جرقه زنی جدا شود، جرقهٔ تولید شده بسیار ضعیف بوده و توانایی روشن کردن موتور را ندارد.

۵ـ۶ـ زاویهٔ داول[1]

هر سیم پیچ برای اینکه قدرت مغناطیسی آن به مقدار حداکثر برسد باید به مدت زمان معینی جریان برق از آن عبور کند که به آن ثابت زمانی سیم پیچ گویند. در سیستم جرقه زنی خودرو نیز جهت مغناطیس کامل شدن سیم پیچ کویل، نیاز می‌باشد که این زمان، توسط زمان روی هم نشستن پلاتینها کنترل گردد. از اینرو زاویه‌ای از میل دلکو که پلاتینها روی هم می‌نشینند و جریان از مدار اولیه عبور می‌کند را زاویهٔ داول گویند. اگر زاویهٔ داول کم باشد، سیم پیچ اولیه به اندازهٔ کافی مغناطیس نشده و از اینرو جرقهٔ سرشمع به اندازهٔ کافی نمی‌باشد که این باعث کاهش قدرت موتور و افزایش مصرف سوخت می‌گردد. اگر زاویه داول زیادتر از حد مجاز باشد، از سیم پیچ اولیهٔ کویل به مدت زمان زیادتری جریان عبور می‌کند و این عامل باعث گرم شدن کویل و کاهش جرقه و در نتیجه کاهش قدرت موتور و افزایش مصرف سوخت می‌گردد. از اینرو زاویهٔ داول نقش مهمی در قدرت و مصرف سوخت موتور دارد.

زاویهٔ داول در شکل (۲۸ـ۶) ملاحظه می‌شود.

زاویهٔ داول در موتورهای چهارسیلندر با سیستم جرقه زنی پلاتینی بین ۴۸ تا ۵۲ درجه و در موتورهای شش سیلندر بین ۳۶ تا ۴۰ درجه می‌باشد.



شکل ۲۸ـ۶ـ زاویهٔ داول یا زاویهٔ بسته‌بودن پلاتینها

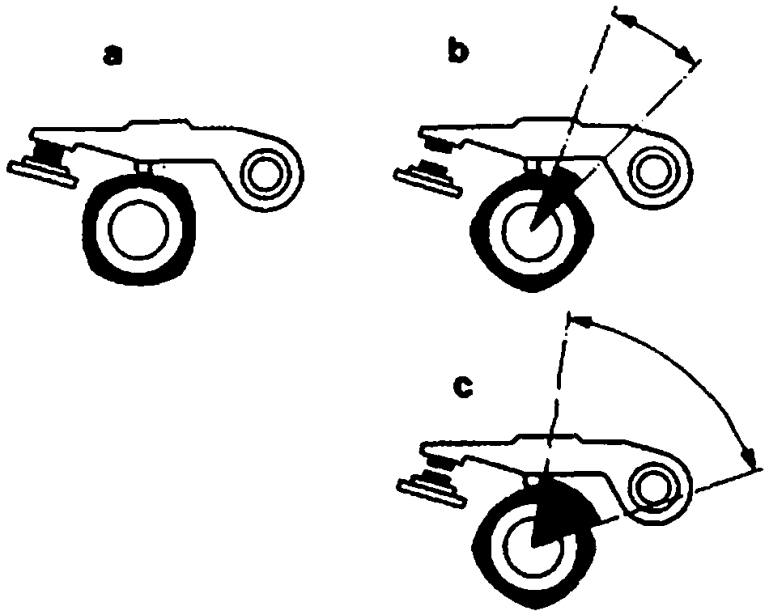
1- *Dwell angle*

از رابطهٔ (۲ـ۶) نیز می‌توان مقدار تقریبی زاویهٔ داول را بدست آورد.

$$\text{زاویهٔ داول} = \frac{۶۰}{\text{تعداد سیلندر موتور}} \times ۰/۶ \qquad (۶ـ۲)$$

یکی از مواردی که در تغییر زاویه داول تأثیر دارد، تنظیم دهانهٔ پلاتین می‌باشد. با زیادتر شدن فاصلهٔ دهانهٔ پلاتین از حد مجاز، زاویهٔ داول کاهش می‌یابد در حالی که با کاهش دهانهٔ پلاتین نسبت به حالت مجاز، زاویهٔ داول افزایش می‌یابد. این موارد در شکل (۲۹ـ۶) ملاحظه می‌گردد و بیان کنندهٔ این مطلب است که با تنظیم صحیح پلاتین، زاویهٔ داول نیز به طور صحیح تنظیم می‌شود.

از طرفی ملاحظه می‌گردد که با توجه به رابطهٔ (۲ـ۶) با افزایش تعداد سیلندرهای موتور، زاویهٔ داول کاهش می‌یابد. در موتورهای با تعداد سیلندر زیاد از روشهای مختلفی مانند دو پلاتینه کردن دلکو، دو پلاتینه کردن به همراه استفاده از دو کویل و... استفاده می‌گردد.



شکل ۲۹ـ۶ـ تغییر زاویهٔ داول با تغییر تنظیم دهانهٔ پلاتین

a: پلاتین بسته است

b: دهانهٔ پلاتین بیش از حد مجاز باز است بنابراین زاویهٔ داول کاهش می‌یابد.

c: دهانهٔ پلاتین کمتر از حد مجاز باز است و بنابراین زاویهٔ داول افزایش می‌یابد.

۶ـ۶ـ آوانس جرقه یا پیش جرقه[1]

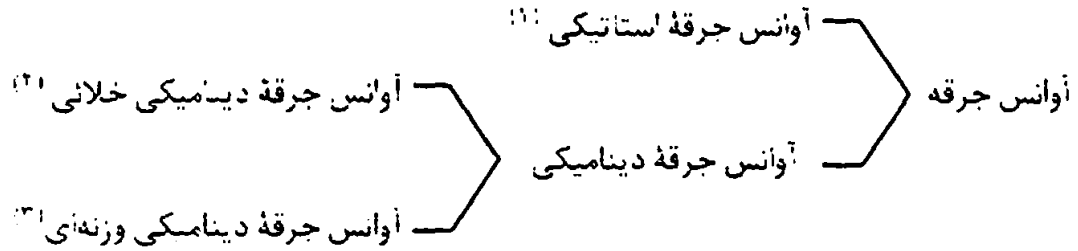
محترق شدن مخلوط سوخت و هوای درون سیلندر به زمانی بین ۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۴ ثانیه نیاز دارد. از

1. *Ignition advance*

اینرو اگر شمع درست در پایان زمان تراکم و در نقطهٔ مرگ بالا جرقه بزند، هنگامی که پیستون در حال پائین رفتن است، احتراق سوخت و گاز کامل می‌شود. و در اینصورت قدرت تولیدی موتور کاهش می‌یابد. و به عبارتی دیگر، بهتر است که جرقه شمع چند درجه قبل از نقطهٔ مرگ بالا ایجاد شود، تا در پایان زمان تراکم احتراق سوخت و گاز به طور کامل انجام شده و با قدرت کافی پیستون را به سمت پائین حرکت دهد.

با توجه به مطالب فوق باید از آوانس یا پیش‌جرقه استفاده نمود. و در حقیقت مقدار درجه‌ای از گردش میل لنگ که جرقه در زمان تراکم و قبل از نقطهٔ مرگ بالا در شمع ایجاد می‌شود را آوانس یا پیش‌جرقه گویند. و این آوانس باید با توجه به دور موتور تنظیم گردد به طوری که با زیاد شدن دور موتور، مقدار آوانس جرقه نیز به مقدار مناسب افزایش یابد.

از اینرو از دو نوع آوانس استفاده می‌گردد:



۱ـ۶ـ۶ـ آوانس جرقهٔ استاتیکی

این آوانس یا پیش‌جرقه با دور موتور تغییر نکرده و در تمامی دورها ثابت می‌باشد.

مقدار تقریبی آوانس استاتیکی از رابطهٔ (۳ـ۶) بدست می‌آید

$$\text{آوانس استاتیکی} = \frac{\text{دور آرام موتور}}{۱۰۰} \qquad (۶ـ۳)$$

نکته: این رابطه برای سیستم‌های جرقه زنی پلاتینی به طور تقریبی صادق است ولی در سیستم‌های جرقه زنی پیشرفته‌تر به دلیل استفاده از دستگاههای آوانس متعدد و سیستم‌های کنترل الکترونیکی، مقدار آوانس استاتیکی را باید از کاتالوگ خودرو مشخص کرد و به احتمال زیاد با این رابطه منافات خواهد داشت.

1- *Static advance*
2- *Vacuum advance*
3- *Centrifugal advance*

۲ـ۶ـ۶ـ آوانس دینامیکی

آوانس دینامیکی به معنای پیش جرقه‌ای است که با دور موتور تغییر می‌کند و به عبارتی دیگر با زیادتر شدن دور، آوانس را زیاد کرده و با کاهش دور، مقدار آوانس راکاهش می‌دهد. برای این منظور از دو روش خلائی و وزنه‌ای استفاده می‌گردد که در زیر آمده است.

۱ـ۲ـ۶ـ۶ـ آوانس جرقه دینامیکی خلائی

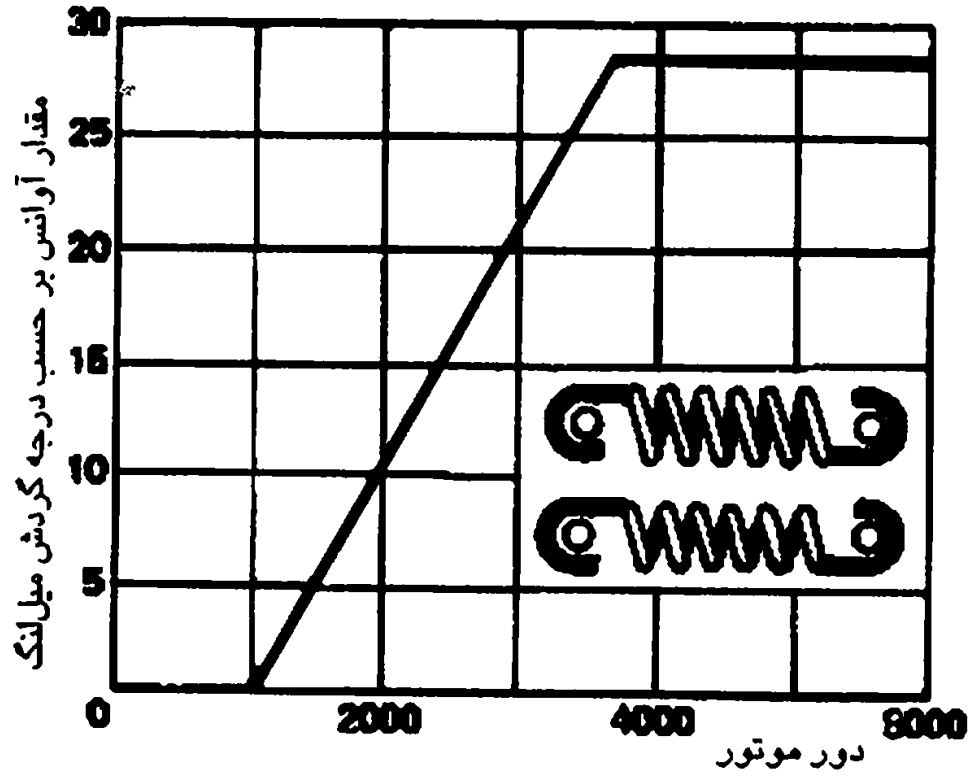
طرزکار این نوع آوانس در بخش (۹ـ۲ـ۳ـ۶) توضیح داده شد. این نوع آوانس صفحهٔ متحرک دلکو را در جهت خلاف دوران میل دلکو به اندازهٔ ۰ تا ۲۰ درجه از دوران میل لنگ می‌چرخاند و باعث می‌شود که پلاتین نیز چرخیده و نهایتاً فیبر پلاتین زودتر به بادامک میل دلکو رسیده و جرقه زودتر ایجاد می‌شود. زمان عملکرد آوانس خلائی بین آوانس استاتیکی و آوانس وزنه‌ای قرار دارد و بیشترین مقدار آن در دورهای متوسط می‌باشد و آوانس خلائی به شتابگیری خودرو کمک می‌کند.

۲ـ۲ـ۶ـ۶ـ آوانس جرقه دینامیکی وزنه‌ای

همانگونه که در بخش (۸ـ۲ـ۳ـ۶) توضیح داده شد، میل دلکو را به صورت دو تکه ساخته و دو وزنه و دو فنر قسمت بالا و پائین میل دلکو را به هم وصل می‌کند که در اینصورت با باز شدن وزنه‌ها، قسمت بالای میل دلکو هم جهت با قسمت پائین آن، دوران بیشتری کرده و بادامک‌های میل دلکو زودتر به فیبر پلاتین رسیده و پلاتین را باز می‌کنند که با این عمل جرقه زودتر از موقع ایجاد می‌شود. ملاحظه می‌شود که هر چه دور موتور بیشتر باشد، مقدار باز شدن وزنه‌ها زیادتر و در نتیجه مقدار آوانس وزنه‌ای افزایش می‌یابد و بر عکس.

در نتیجه آوانس وزنه‌ای در دورهای متوسط به بالا عمل می‌کند شکل (۳۰ـ۶) آوانس جرقه وزنه‌ای را با توجه به دور موتور نشان می‌دهد.

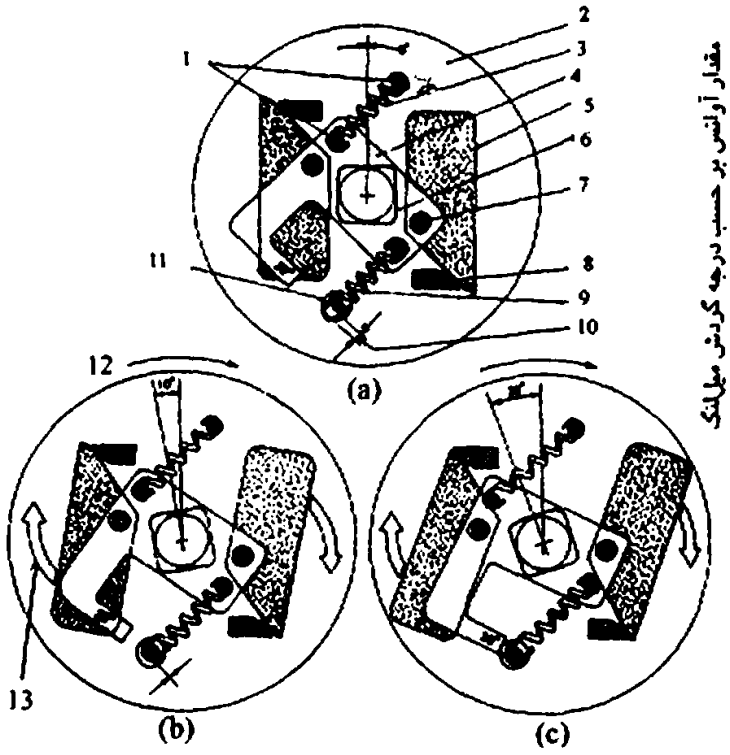
با توجه به شکل (۳۰ـ۶) مشاهده می‌شود که با زیاد شدن دور موتور، مقدار آوانس وزنه‌ای نیز زیاد می‌شود.

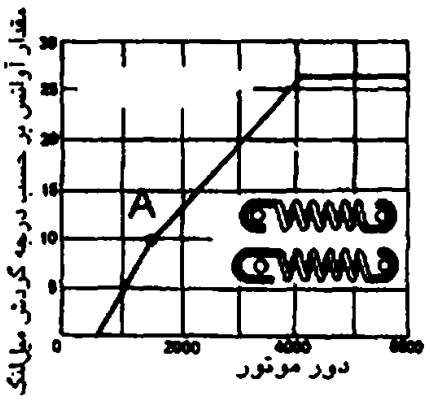


شکل ۶.۳۰ـ تغییر آوانس جرقه نسبت به دور موتور هنگامی که هر دو فنر با هم عمل می‌کنند.

گاهی اوقات این موضوع مناسب نمی‌باشد و لازم است که در دورهای بالا مقدار آوانس خیلی زیاد نشود. در این حالت فنرها را به گونه‌ای می‌سازند که ابتدا یکی از فنرها وارد عمل شده و هنگامی که دور زیاد شد و وزنه‌ها از هم باز شدند، فنر بعدی نیز وارد عمل می‌شود و از زیاد باز شدن فنرها و در نتیجه آوانس زیاد جرقه، جلوگیری می‌کند. این موضوع در شکل (۶.۳۱) دیده می‌شود.

ملاحظه می‌گردد که در این حالت، فنر شماره ۹ مقداری خلاصی داشته (به اندازه مقدار شماره ۱۰) و همین خلاصی باعث می‌شود که ابتدا فقط فنری که خلاصی نداشته (فنر شماره ۳)، تا هنگامی که مقدار خلاصی فنر دیگر از بین برود، عمل می‌کند و سپس که مقدار خلاصی از بین رفت، فنر شماره ۹ نیز وارد عمل می‌شود. و در اینصورت مطابق شکل (۶.۳۱) منحنی به صورت دو مرحله‌ای تبدیل می‌شود. و نقطهٔ A روی نمودار نشان دهندهٔ زمانی است که فنر دوم نیز وارد عمل می‌شود مقدار آوانس وزنه‌ای بین ۰ تا ۳۰ درجه از دوران میل لنگ می‌باشد.





شکل ۳۱-۶- تغییر آوانس جرقهٔ وزنه‌ای با استفاده از دو فنر که در دورهای مختلف عمل می‌کنند.

a: آوانس وزنه‌ای عمل نمی‌کند *b: فقط فنر اولیه وارد عمل شده است* *c: هر دو فنر وارد عمل شده‌اند*

۱ ـ تکیه‌گاه فنر

۲ ـ صفحهٔ متصل به قسمت پائینی میل‌دلکو

۳ ـ فنر اولیه

۴ ـ صفحهٔ متصل به قسمت بالایی میل دلکو

۵ ـ وزنه

۶ ـ بادامک میل‌دلکو

۷ ـ لولای وزنه‌ها

۸ ـ تکیه‌گاه وزنه‌ها

۹ ـ فنر ثانویه

۱۰ ـ مقدار لقی، که در این فاصله فقط فنر اولیه عمل می‌کند و فنر ثانویه آزاد است.

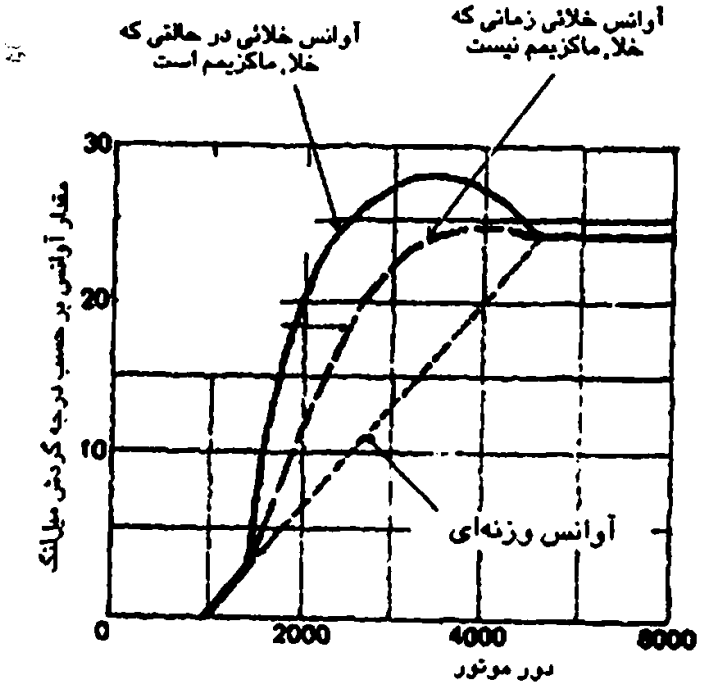
۱۱ ـ محدود کنندهٔ حرکت صفحهٔ متصل به قسمت بالایی دلکو

۱۲ ـ جهت دوران میل دلکو

۱۳ ـ جهت باز شدن وزنه‌ها

شکل (۳۲-۶) مقدار آوانس وزنه‌ای و خلائی را برحسب دوران میل لنگ نشان می‌دهد.

در این شکل ملاحظه می‌شود که آوانس وزنه‌ای به صورت خط چین و مورب است. در حالتی که دریچهٔ گاز کمی باز است، آوانس خلائی مانند منحنی بریده بریده عمل نموده و هنگامی که دریچهٔ گاز بیشتر باز شده و خلاء زیادتری وجود داشته، مقدار آوانس خلائی مانند منحنی با خط توپر نشان داده شده است.



شکل ۶ـ۳۲ـ تغییر آوانس وزنه‌ای و خلائی بر حسب دور موتور

دقت کنید که مقدار آوانس خلائی به آوانس وزنه‌ای افزوده می‌شود و در هر دور آوانس کل از رابطهٔ (۶ـ۴) محاسبه می‌گردد.

(۶ـ۴) آوانس خلائی + آوانس وزنه ای + آوانس استاتیکی = آوانس کل

۶ـ۷ـ آزمایش، تعمیر و تنظیم مدار جرقه زنی

در این بخش آزمایشات، تعمیر و تنظیمات مدار جرقه بررسی می‌شود

۶ـ۷ـ۱ـ آزمایش کویل

۶ـ۷ـ۱ـ۱ـ آزمایش افت ولت مجاز کویل

ابتدا بوسیلهٔ مولتی متر در حالیکه کلید مولتی متر را در قسمت اندازه‌گیری ولتاژ برق مستقیم قرار داده، ولتاژ باتری را اندازه‌گیری کرده، سپس منفی کویل را به بدنه و سیم قرمز یا مثبت مولتی متر را به مثبت کویل و سیم مشکی یا منفی مولتی متر را به بدنه وصل نموده، آنگاه سوئیچ اصلی را روشن نموده و مقدار ولت را از روی مولتی متر خوانده تا افت ولت کویل از رابطهٔ (۶ـ۵) بدست آید.

(۶ـ۵) ولتاژ اندازه‌گیری شده در سر کویل ـ ولتاژ باتری = افت ولت کویل

حداکثر افت ولت مجاز کویل باید ۰/۵ ولت باشد.

در صورتی که افت ولت از ۰/۵ ولت زیادتر باشد، بست‌ها و سرسیم‌ها را کنترل کنید.

۲ـ۱ـ۷ـ۶ـ آزمایش اتصال بدنهٔ کویل

کلید مولتی متر را در قسمت اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی قرار داده، سپس یکی از سیم‌های مولتی متر را به بدنهٔ کویل و سیم دیگر را یکبار به ترمینال منفی، بار دیگر به ترمینال مثبت و در نهایت به ترمینال مرکزی کویل وصل نموده و در تمامی موارد عقربهٔ مولتی متر نباید حرکتی داشته باشد و یا اینکه مولتی متر دیجیتال، عددی را نشان ندهد و یا در همهٔ موارد عدد یک را نشان دهد. در غیر اینصورت کویل اتصال بدنه شده و باید تعویض گردد.

۳ـ۱ـ۷ـ۶ـ آزمایش وصل بودن مدار اولیه کویل

کلید مولتی متر را در حالت اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی قرار داده، سپس یکی از سیم‌های مولتی متر را به ترمینال مثبت و سیم دیگر مولتی متر به ترمینال منفی کویل وصل شود. در صورت حرکت عقربهٔ مولتی متر یا نشان دادن عدد غیر یک در مولتی متر دیجیتال *نشانهٔ وصل بودن مدار اولیه است.*

۴ـ۱ـ۷ـ۶ـ آزمایش وصل بودن مدار ثانویه کویل

با قرار دادن کلید مولتی متر روی قسمت اندازه‌گیری مقاومت الکتریکی، یک سیم مولتی متر را در ترمینال مرکزی کویل قرار داده و سیم دیگر مولتی متر را یکبار به ترمینال منفی و بار دیگر به ترمینال مثبت کویل وصل کردد. در هر دو حالت عقربهٔ مولتی متر باید حرکت کند یا مولتی متر دیجیتال عددی غیر یک را نشان دهد.

۵ـ۱ـ۷ـ۶ـ آزمایش کلی کویل

مقادیر مقاومت الکتریکی در آزمایش مرحلهٔ (۳ـ۱ـ۷ـ۶) و (۴ـ۱ـ۷ـ۶) را یادداشت کرده و با کاتالوگ یا کویل نو مقایسه گردد. اگر مقاومت اندازه‌گیری شده از مقاومت کویل نو یا کاتالوگ کمتر باشد، دلیل بر نیم سوز بودن یا به طور کامل سوختن کویل می‌باشد.

بوسیلهٔ جرقه فشار قوی کویل نیز می‌توان سالم بودن کویل را بررسی کرد. بدین صورت که جرقهٔ آبی یا بنفش کویل نشانهٔ سالم بودن کویل، جرقهٔ قرمز و قهوه‌ای نشانهٔ نیم سوز بودن و عدم ایجاد جرقه، دلیل بر خرابی کویل می‌باشد. (در این حالت وایر مرکزی را در فاصله ۸ میلی‌متری از بدنه خودرو قرار داده و در حین استارت زدن به جرقه توجه کنید.)

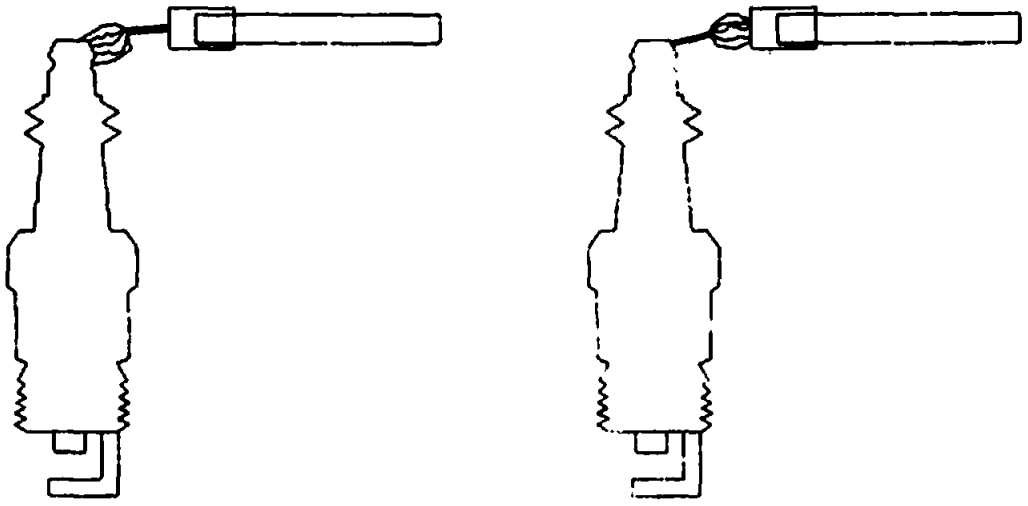
۶ـ۱ـ۷ـ۶ـ آزمایش اتصال صحیح کویل

اگر ترمینال مثبت و منفی کویل مشخص نباشد، احتمال اشتباه بسته شدن کویل در مدار جرقه وجود

دارد. که ممکن است در نحوهٔ کار موتور ایجاد مشکل بنماید چون جهت جرقه برعکس شده و جریان برق فشار قوی از الکترود بدنه وارد الکترود مرکزی شمع می‌شود. (البته در سیستمهای جدید جرقه زنی به خصوص سیستم‌های جرقه زنی بدون دلکو ثابت شده است که جهت جرقه از الکترود مرکزی شمع به الکترود بدنه یا بالعکس تأثیری در قدرت موتور و مصرف سوخت موتور ندارد).

به هر حال بهتر است که ترمینال منفی کویل به پلاتین متحرک و ترمینال مثبت کویل به IG سوئیچ وصل گردد. چنانچه علامت‌های ترمینالهای فشار ضعیف مشخص نباشد به روش زیر می‌توان از صحیح قرار گرفتن کویل در مدار جرقه اطمینان حاصل نمود.

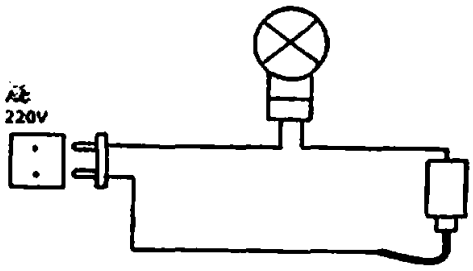
مطابق شکل (۳۳-۶) وایر مرکزی کویل به در دلکو را بیرون آورده و سر فلزی وایر مرکزی کویل در فاصلهٔ ۸ میلیمتری از ترمینال شمع قرار گیرد. با استارت زدن یا قطع و وصل نمودن پلاتین به نحوهٔ ایجاد جرقه دقت شود. اگر جرقه در نوک وایر پخش گردد و در نوک ترمینال شمع به صورت تیز و یک شاخه‌ای باشد، کویل به طور صحیح در مدار قرار گرفته است. ولی اگر جرقه در نوک وایر تیز بوده و در نوک ترمینال شمع پخش شده باشد، کویل به صورت معکوس در مدار قرار گرفته است و جای ترمینالهای آن را باید عوض نمود.



شکل ۳۳-۶- آزمایش اتصال صحیح کویل در مدار جرقه‌زنی

۲-۷-۶- آزمایش خازن

در صورت معیوب شدن خازن، پلاتینها در مدت زمان کوتاهتری سوخته و باعث ضعیف شدن جرقه می‌شود و به دلیل ضعیف شدن جرقه قدرت موتور کاهش می‌یابد و یا اینکه موتور روشن نمی‌شود.



شکل ۳۴ـ۶ـ آزمایش خازن با برق شهر

برای آزمایش خازن مطابق شکل (۳۴ـ۶) لامپ ۲۲۰ ولتی را با خازن سری کرده و به برق شهر وصل گردد. در این حالت نباید لامپ روشن شود و خازن نیز داغ نشده و دود از آن تولید نشود.

بعد از قطع نمودن برق در صورتی که سیم خازن به بدنهٔ آن وصل گردد باید جرقهٔ قوی و آبی رنگی تولید گردد در غیر اینصورت خازن معیوب است و باید تعویض شود.

۳ـ۷ـ۶ـ آزمایش و تعمیر پلاتین

دهانهٔ پلاتین باید در حد امکان تمیز باشد، چرا که سوختگی، کثیف بودن و یا تنظیم نامناسب آن، سبب کاهش قدرت جرقه زنی و در نتیجه کاهش قدرت موتور و افزایش مصرف سوخت می‌گردد. از اینرو باید پلاتین‌ها را هر از گاهی از لحاظ تمیز بودن، کج نبودن و سوختگی بررسی نمود.

بوسیلهٔ آزمایش افت ولت می‌توان سوختگی یا کثیف بودن پلاتین را بررسی کرد. بدین ترتیب که کلید مولتی متر را روی قسمت اندازه گیری ولتاژ برق مستقیم قرار داده، سپس سیم قرمز یا مثبت مولتی متر را به ترمینال منفی کویل و سیم سیاه یا منفی مولتی متر را به بدنه وصل کرده و در حالتی که دهانهٔ پلاتین بسته است، سوئیچ اصلی را روشن نموده و به عدد مولتی متر دقت شود. در این حالت عددی که مولتی متر نشان می‌دهد نباید بیشتر از ۰/۲ ولت باشد. در غیر اینصورت دهانهٔ پلاتین از نظر سوختگی، کجی و یا زنگ زدگی پلاتین ثابت، بررسی گردد.

در مورد خال زدن و ذوب شدن پلاتین نکات زیر حائز اهمیت است:

اگر انتقال فلز پلاتین، از پلاتین منفی (ثابت) به پلاتین مثبت (متحرک) باشد، برای از بین بردن عیب باید:

۱ـ طول سیم خازن را کوتاه‌تر نمود.

۲ـ ظرفیت خازن دلکو را افزایش داد.

۳ـ سیم فشار ضعیف کویل به دلکو را از وایر فشار قوی و بدنه دور کرد.

در صورتی که انتقال فلز از پلاتین مثبت (متحرک) به پلاتین منفی (ثابت) باشد، برای برطرف نمودن

غیب باید:

۱ـ ظرفیت خازن دلکو را کاهش داد

۲ـ وایر فشار قوی کویل به دلکو را کوتاه نمود.

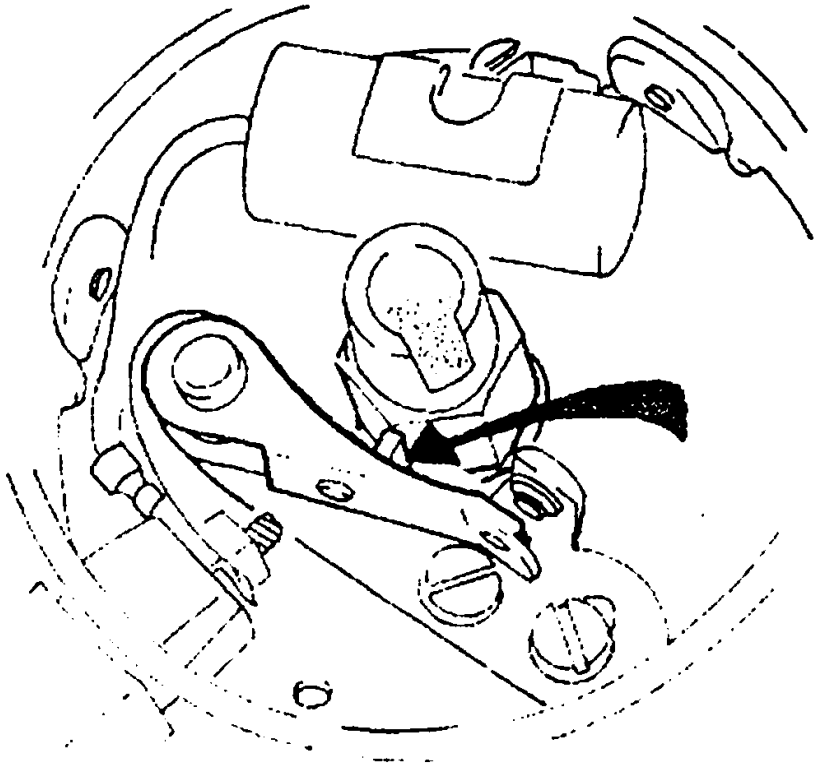
۳ـ وایر فشار قوی کویل به دلکو را از بدنه دور کرد

۴ـ سیم خازن را کمی صولانی تر نمود

۶ـ۷ـ۴ـ تنظیم پلاتین

برای تنظیم پلاتین باید مراحل زیر را انجام داد:

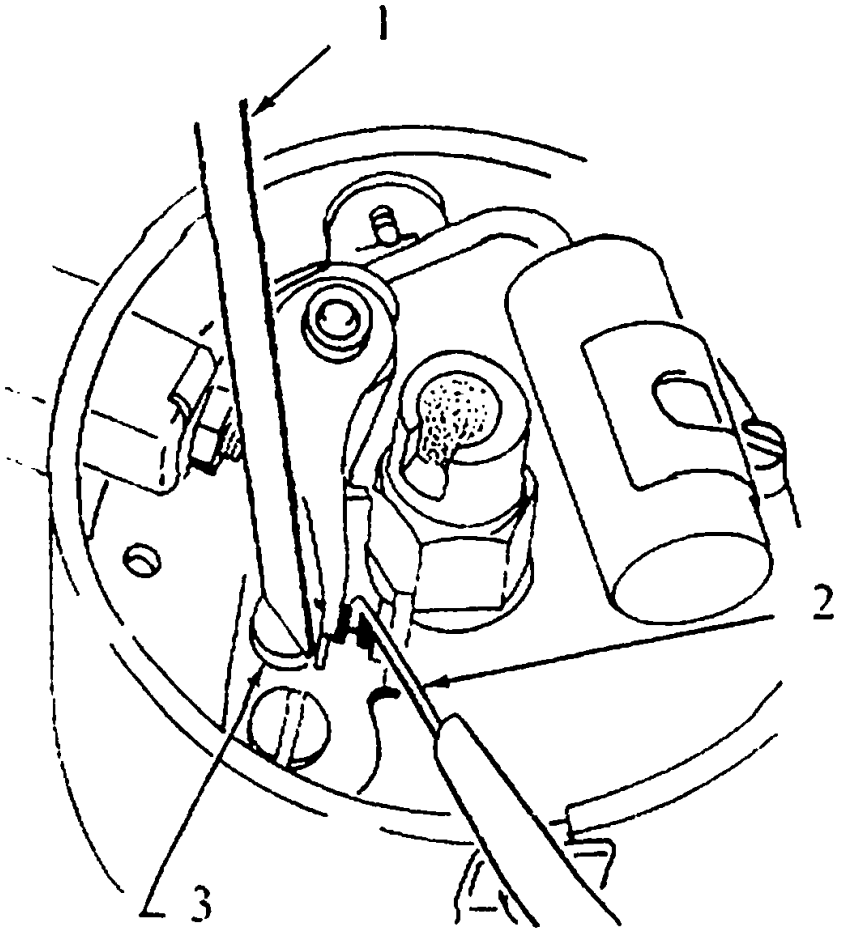
۱ـ میل لنگ را چرخانده. تا مطابق شکل (۶ـ۳۵) یکی از بادامک‌های میل دلکو زیر فیبر پلاتین قرار گیرد و دهانهٔ پلاتین تا حداکثر باز گردد.



شکل ۶ـ۳۵ـ قرار گرفتن بادامک
میل دلکو زیر فیبر پلاتین

۲ـ با توجه به نوع خودرو و کاتالوگ آن مطابق شکل (۶ـ۳۶) فیلری به‌اندازهٔ ۰/۳۵ تا ۰/۶ میلی متر انتخاب کرده و بین دهانهٔ پلاتین "رار داده و پیچ پلاتین شل شود.

۳ـ پس از شل کردن پیچ پلاتین، دقت شود که هر دو پلاتین با فیلر در تماس باشند و سپس پیچ پلاتین سفت گردد.



شکل ۶.۳۶ـ قرار دادن فیلر بین پلاتین

۱ ـ پیچ‌گوشتی ۲ ـ فیلر ۳ ـ پیچ تنظیم پلاتین

نکته: زیاد بودن دهانهٔ پلاتین باعث کاهش زاویهٔ داول و آوانس شدن جرقه می‌گردد. در حالیکه کم بودن دهانهٔ پلاتین باعث افزایش زاویهٔ داول و ریتارد[1] شدن جرقه می‌گردد.

۵ـ۷ـ۶ـ تنظیم آوانس استاتیکی

برای تنظیم آوانس استاتیکی می‌توان از دو روش زیر استفاده نمود

۱ـ۵ـ۷ـ۶ـ تنظیم آوانس استاتیکی بدون چراغ دلکو

در این روش برای تنظیم آوانس استاتیکی باید مراحل زیر را انجام داد.

۱ـ مقدار آوانس استاتیکی را از رابطهٔ (۶.۳) یا کاتالوگ خودرو استخراج کرده (مقدار آوانس استاتیکی

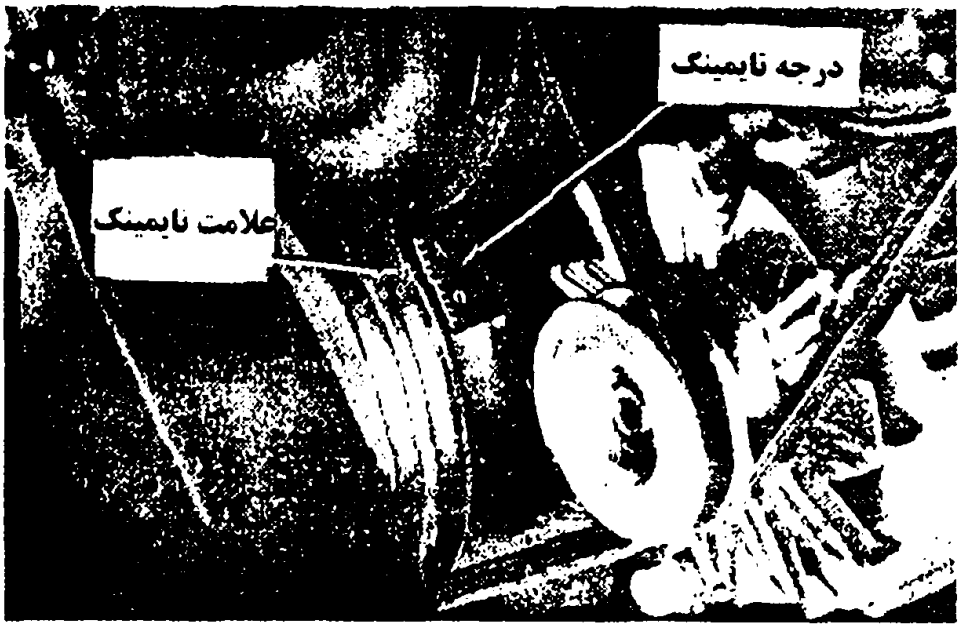
---

۱. ریتارد به معنی پس جرقه می‌باشد و به عبارتی دیگر جرقه بعد از نقطهٔ مرگ بالا زده می‌شود.

پیکان ۷/۵ درجه و پراید ۲ می‌باشد)

۲ـ سیلندریک را در حالت تراکم قرار داده و یا اینکه سوپاپ‌های سیلندر چهار در حالت قیچی قرار گیرند. (برای موتور ۴ سیلندر)

۳ـ با توجه به مقدار آوانس استاتیکی و علامت روی بدنه و پولی میل لنگ، علامت‌ها را مطابق شکل (۶ـ۳۷) تنظیم کنید



۶ـ۳۷ـ تنظیم علامت روی بدنه و پولی میل‌لنگ

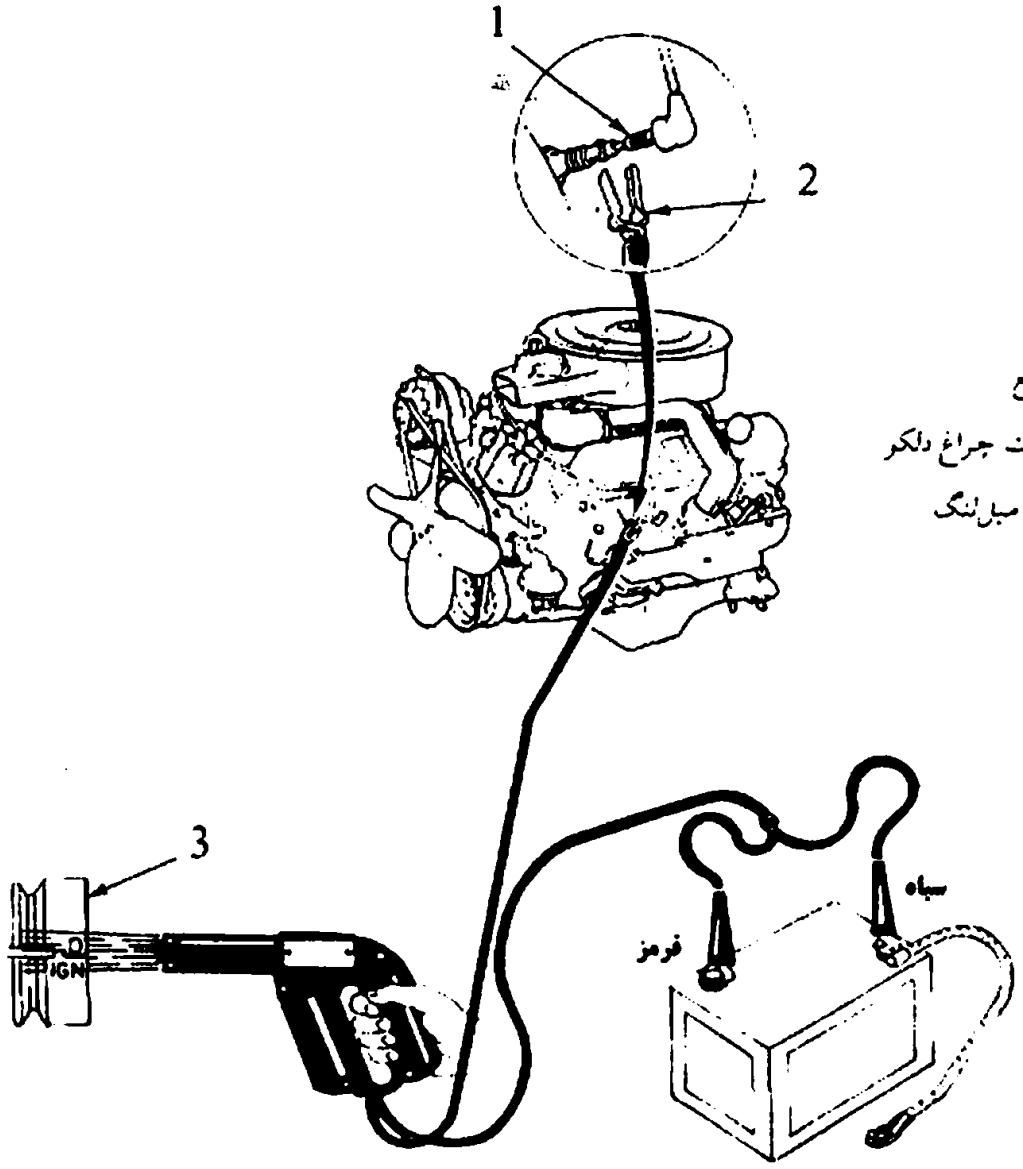
۴ـ لامپی را به صورت موازی بین کویل و بدنه قرار داده، یعنی سیم آن به منفی کویل و بدنهٔ آن به بدنهٔ موتور وصل شود.

۵ـ پیچ تنظیم دلکو شل گردد.

۶ـ سوئیچ اصلی را روشن نموده و بدنهٔ دلکو را در دو جهت مطابق شکل (۶ـ۴۰) چرخانده، لحظهٔ روشن شدن لامپ به منزلهٔ باز شدن پلاتین‌ها و در نتیجه ایجاد جرقه می‌باشد. در این حالت پیچ تنظیم دلکو سفت گردد.

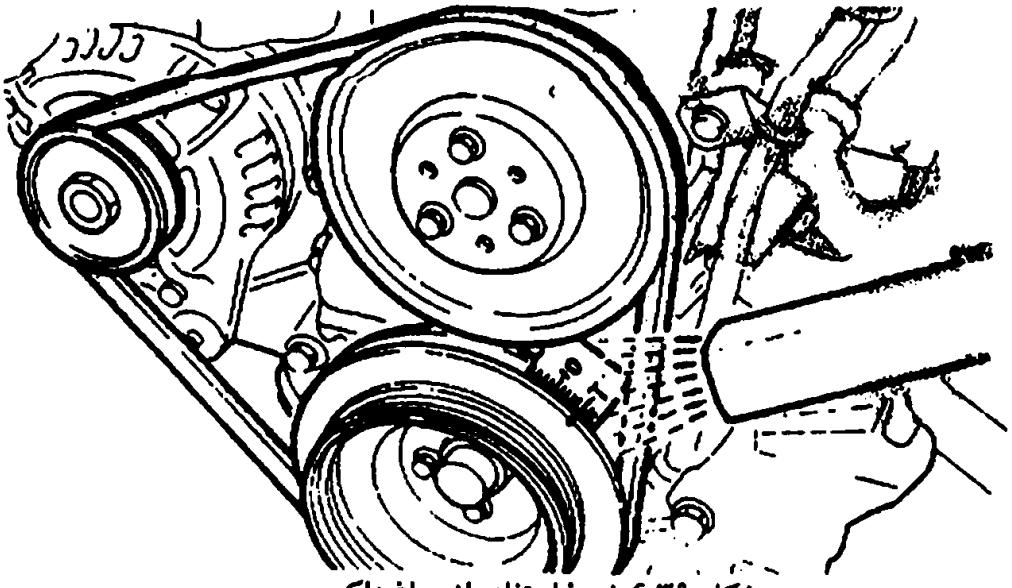
۲ـ۵ـ۷ـ۶ـ تنظیم آوانس استاتیکی با استفاده از چراغ دلکو

در این روش موتور را روشن کرده و مطابق شکل (۶ـ۳۸) سیم قرمز یا مثبت چراغ دلکو را به مثبت باتری و سیم منفی یا سیاه چراغ دلکو را به منفی باتری وصل نموده و در نهایت سیم قطورتر را بوسیلهٔ گیره به وایر شمع شمارهٔ یک وصل شود. سپس پیچ دلکو را شل نموده و نور چراغ دلکو را مطابق شکل (۶ـ۳۸) و (۶ـ۳۹) روی علامت پولی میل لنگ انداخته و مطابق شکل (۶ـ۴۰) دلکو را چرخانده تا مقدار آوانس استاتیکی، با توجه به علامت روی پولی میل لنگ تنظیم گردد.

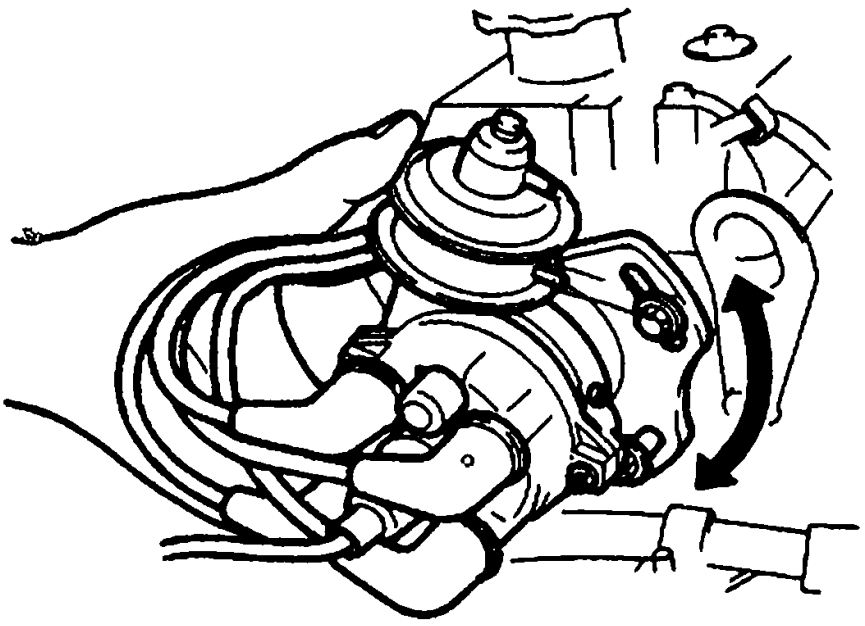


۱ ـ دابر شمع
۲ ـ کابل کلفت چراغ دلکو
۳ ـ پولی سر میل‌لنگ

شکل ۶.۳۸ـ طریقهٔ وصل کردن چراغ دلکو



شکل ۶.۳۹ـ نحوهٔ استفاده از چراغ دلکو



شکل ۴۰-۶- چرخاندن دلکو جهت تنظیم آوانس استاتیکی

با تنظیم شدن علامت روی پولی میل لنگ با علامت روی بدنه، پیچ دلکو را سفت کنید.

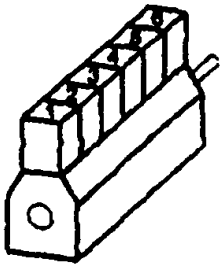
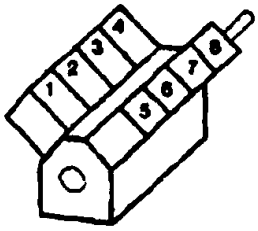
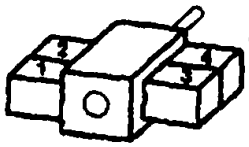
۶-۷-۶- وایر چینی شمع‌ها

برای وایر چینی شمع‌ها مراحل زیر را طی کنید:

۱- سیلندر شمارهٔ یک را در حالت تراکم قرار دهید به طوری که پیستون در نقطهٔ مرگ بالا قرار گیرد.

۲- جایی که چکش برق قرار گرفت، وایر آن ترمینال در دلکو، به شمع سیلندر یک وصل گردد. اگر دلکو به طور صحیح و اصولی روی موتور سوار شده باشد، جهت چکش برق باید به سمت سیلندر شماره یک باشد.

۳- ترمینالهای بعدی را در جهت دوران میل دلکو و با توجه به ترتیب احتراق موتور وصل کنید. ترتیب احتراق موتورها در جدول (۱-۶) آمده است.

طرح سیلندر	تعداد سیلندر	ترتیب احتراق مرسوم
 قدرت خروجی	4 5 6 8	1342 or 1243 12453 153624 or 124653 or 142635 or 145832 16258374 or 13684275 or 14738526 or 13258674
 قدرت خروجی	4 6 8	1324 125643 or 145623 16354728 or 15486372 or 18364527
 قدرت خروجی	4	1432

جدول ۱-۶- ترتیب احتراق موتورها

۷-۷-۶- تعمیر و نگهداری دلکو

برخی از تعمیرات اساسی دلکو به صورت زیر می‌باشد.

۱- فاصلهٔ بین نبهٔ چکش برق تا ترمینالهای داخل در دلکو نباید بیش از ۰/۵ میلی متر باشد.

۲- در دلکو از لحاظ شکستگی یا ترک داستن بررسی کرده، در صورت وجود شکستگی یا ترک باید تعویض گردد.

۳- روان بودن حرکت صفحهٔ متحرک دلکو و آوانس وزنه‌ای بررسی گردد.

۴- به جهت روان بودن دستگاه آوانس وزنه‌ای هر از گاهی داخل میل دلکو چند قطره روغن ریخته شود.

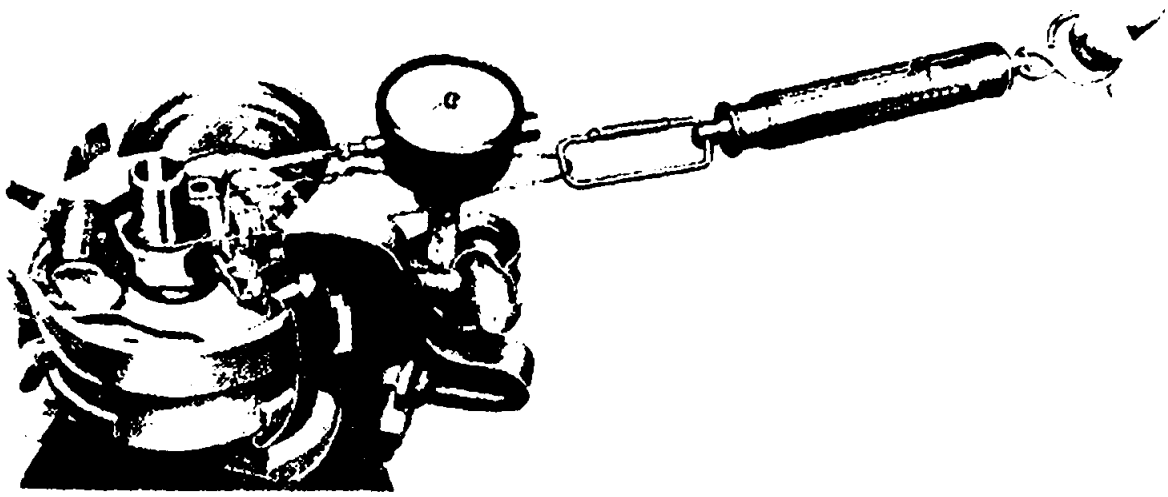
۵- لقی طولی میل دلکو را بوسیلهٔ کم و زیاد کردن واشرهای تنظیم در قسمت زیر دستگاه آوانس وزنه‌ای بین میل دلکو و بدنهٔ دلکو تنظیم شود. این واشرهای تنظیم در شکل (۶-۶) مشاهده می‌گردد.

۶- برای کنترل لقی جانبی میل دلکو مطابق شکل (۶-۴۱) با استفاده از نیروسنج و ساعت اندازه گیر، اگر در اثر اعمال نیروی ۲/۷ کیلوگرم، تغییر مکان جانبی میل دلکو بیشتر از ۰/۱۵ میلی متر بود، باید

بوشهای بدنهٔ دلکو تعویض گردند.

بوشها را توسط پرس یا چکش بیرون آورده و بوش نو جاگذاری کنید.

برای استفاده از بوش نو، بوش نو را به مدت ۲۴ ساعت در روغن ۳۰ یا ۴۰ شناور نموده و یا اینکه به مدت ۲ ساعت در روغن با دمای $100^{\circ}C$ نگهداشته و بعد از خنک شدن در روغن، استفاده نمائید

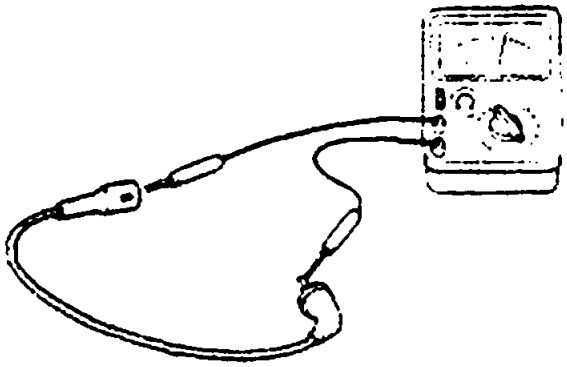


شکل ۶-۴۱- کنترل لقی جانبی میل دلکو

۶-۷-۸- تعمیر و تنظیم شمع

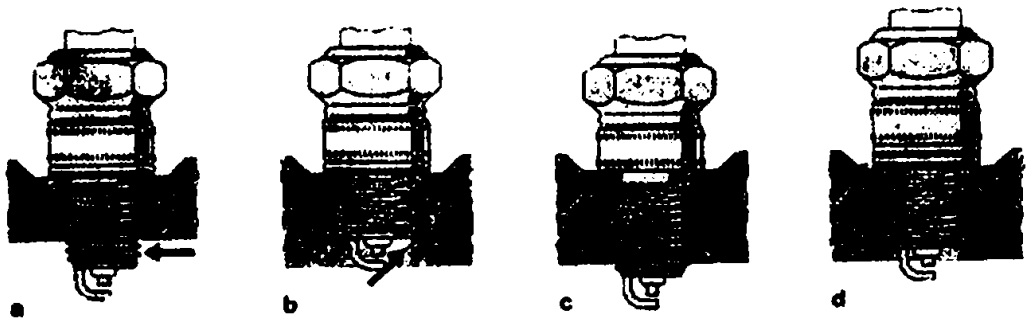
قبل از تعمیر و تنظیم شمع مطابق (۶-۴۲) مقاومت وایر شمع‌ها را اندازه گیری کرده و با وایر شمع نو یا کاتالوگ مقایسه کنید. در صورت زیاد شدن مقاومت، وایر شمع‌ها را عوض کنید.

شمع خودرو دارای عمر ۱۵۰۰۰ تا ۲۵۰۰۰ کیلومتر می‌باشد. ولی در فاصلهٔ هر ۵۰۰۰ کیلومتر یکبار باید باز شده و تمیز و بررسی گردد در مورد تعمیر و تنظیم شمع نکات زیر را مدنظر داشته باشید:



شکل ۶-۴۲- اندازه گیری مقاومت وایر شمع

۱ـ همواره دقت داشته باشید که طول رزوه شمع با طول رزوهٔ جای شمع در سر سیلندر برابر باشد. شکلهای نامناسب طول رزوهٔ شمع در شکل (۴۳ـ۶) نمایش داده شده است.



شکل ۴۳ـ۶ـ اشکال نامناسب طول رزوهٔ شمع

a: طول رزوهٔ شمع زیاد است

b: طول رزوهٔ شمع کوتاه است

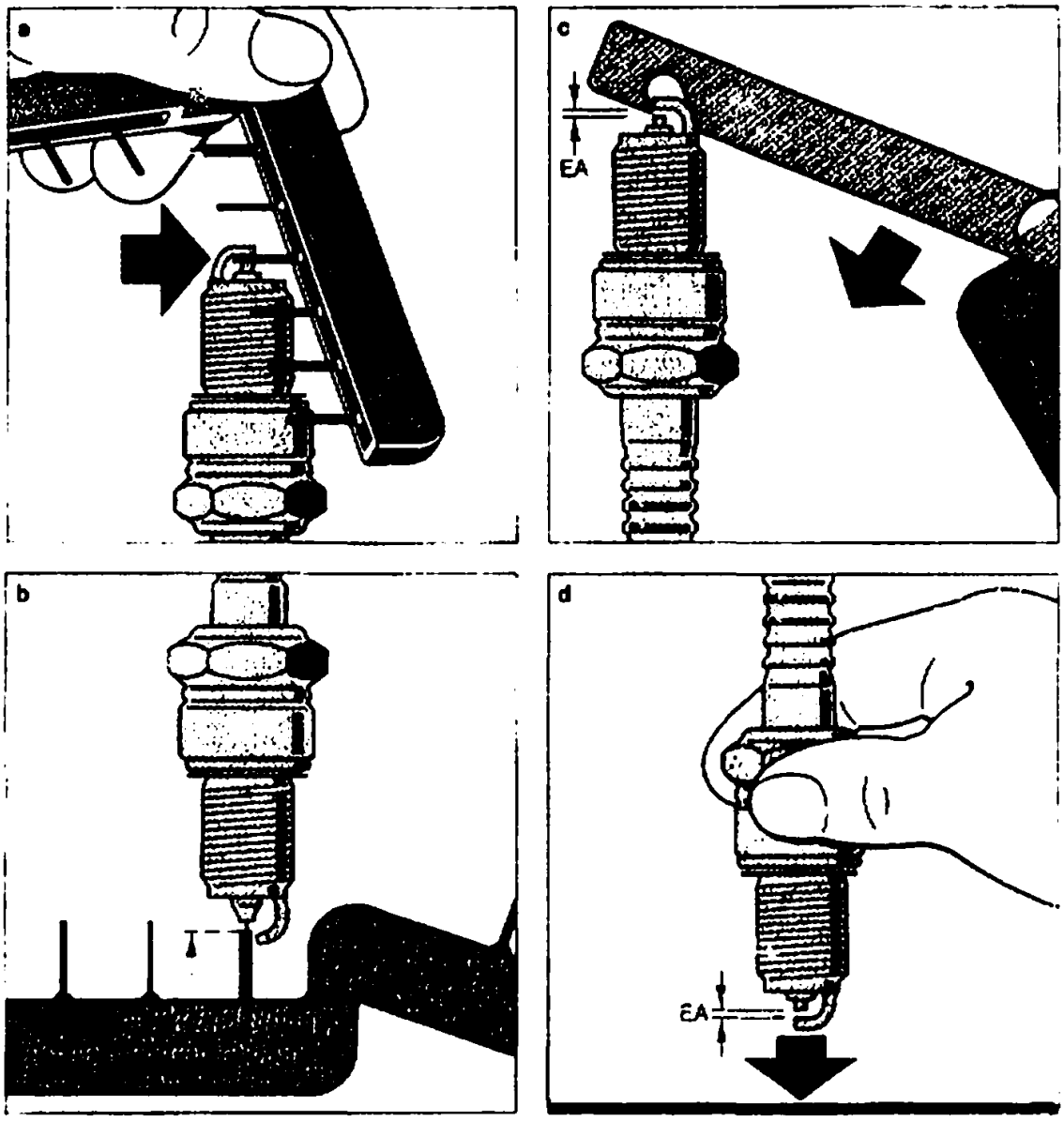
c: طول زیاد رزوهٔ شمع به دلیل عدم وجود واشر آب‌بندی

d: کوتاه بودن طول رزوهٔ شمع به دلیل استفاده از واشر اضافی

اگر طول رزوهٔ شمع کوتاه باشد، جرقهٔ ضعیف درون محفظهٔ احتراق بوجود آمده و دمای شمع کمتر از حد مجاز $450^{\circ}C$ تا $850^{\circ}C$ بوده و رزوه‌های سر سیلندر سوخته و رسوب می‌گیرد به گونه‌ای که بستن شمع نو مناسب با مشکل مواجه می‌شود. اگر طول رزوهٔ شمع از حد مجاز بیشتر باشد، باعث گداخته شدن قسمت اضافی بدنهٔ شمع و در نتیجه ذوب شدن رزوه‌های شمع و یا رسوب گرفتن و باز نشدن شمع می‌شود.

عدم وجود واشر آب بندی و یا استفاده از واشر اضافی نیز مناسب نمی‌باشد. چرا که طول رزوهٔ شمع درون سرسیلندر کم و زیاد می‌گردد. «حالت c و d از شکل (۴۳ ـ ۶)»

۲ـ فاصلهٔ هوایی بین الکترود بدنه و الکترود مرکزی شمع برای خودروها با توجه به سیستم‌های جرقه‌زنی مختلف بین ۰/۵ تا ۱/۵ میلی متر می‌باشد. در هر بار بررسی شمع، مطابق شکل (۴۴ـ۶) فاصلهٔ هوایی تنظیم گردد و پوسیدگی الکترود مرکزی برطرف شود.



شکل ۴۴-۶- تنظیم و بررسی نمودن شمع

a: اندازه‌گیری فاصلهٔ هوایی بین الکترود مرکزی و الکترود بدنه

b: اندازه‌گیری پوسیدگی الکترود مرکزی شمع‌هایی که جنس آنها از فلز پلاتین یا طلای سفید می‌باشند

c: زیاد کردن فاصلهٔ هوایی بین الکترود مرکزی و الکترود بدنه

d: کم کردن فاصلهٔ هوایی بین الکترود مرکزی و الکترود بدنه

با توجه به ظاهر شمع می‌توان از صحت یا سقم عملکرد سیستم جرقه، سوخت رسانی و نحوهٔ کار موتور اطمینان حاصل نمود. بعضی از این شرایط در زیر بیان شده است:

۱-شرایط خوب و معمولی

مطابق شکل (۴۵-۶) رنگ عایق سرامیکی درون محفظهٔ احتراق سفید متمایل به خاکستری یا خاکستری متمایل به زرد یا قهوه‌ای می‌باشد.

شکل ۶-۴۵- شرایط خوب و معمولی شمع

در این حالت وضعیت کار موتور و انتقال حرارت شمع مطلوب است. سیستم جرقه و سوخت رسانی نیز تنظیم می‌باشد. هیچ رسوبی از سوخت و روغن موتور روی شمع وجود ندارد و در کل بهترین وضعیت از کار موتور است.

۲-وجود دودهٔ کربن روی شمع

با توجه به شکل (۶-۴۶)، عایق سرامیکی و الکترودهای شمع با لایهٔ نازک و نرمی از دوده پوشیده شده است. این عیب به علت غنی بودن مخلوط سوخت و هوا، کثیف بودن فیلتر هوا، معیوب بودن ساسات اتوماتیک، استفاده زیاد از ساسات دستی، سرد ماندن شمع و یا کوچک بودن عدد روی شمع می‌باشد که در اینصورت باید نسبت به رفع عیب قدام نمود.

شکل ۶-۴۶- وجود دودهٔ کربن روی شمع

۳-وجود روغن روی شمع:

در این وضعیت عایق سرامیکی و الکترودها با لایهٔ نازکی از روغن و دوده پوشیده می‌شوند. این موضوع در شکل (۶-۴۷) مشاهده می‌شود.

این عیب به دلیل وجود روغن در محفظهٔ احتراق می‌باشد که به دلیل بالا بودن سطح روغن، خراب بودن رینگ‌ها و معیوب شدن راهنمای سوپاپ‌ها می‌باشد.

در موتورهای دو زمانه نیز که روغن را با سوخت به جهت روغنکاری قطعات استفاده می‌کنند، وجود

۶ـ پوسیدگی زیاد در الکترود بدنه

در این حالت فاصلهٔ هوایی زیادی به دلیل فرسایش الکترودهابین الکترود مرکزی و الکترود بدنه بوجود آمده است که در شکل (۶ـ۵۰) ملاحظه می‌گردد این عیب به دلیل نامناسب بودن افزودنی‌های روغن و سوخت می‌باشد و یا به دلیل حرکت نامناسب مخلوط سوخت و هوا در اتاق احتراق و یا ضربه می‌باشد.

شکل ۶ـ۵۰ـ پوسیدگی الکترود بدنه شمع

۸ـ۶ـ جدول عیب یابی سیستم جرقه‌زنی

توصیف	عیب‌های احتمالی	بررسی و برطرف کردن عیب
۱ـ موتور به راحتی دوران می‌کند ولی روشن نمی‌شود	● سیم‌پیچ اولیه قطع است یا به بدنه وصل شده است ● پلاتین‌ها باز نمی‌شوند ● پلاتین‌ها سوخته‌اند ● خازن معیوب است ● آوانس جرقه نامناسب است ● سیم‌پیچ ثانویه کویل قطع یا به بدنه وصل است ● جریان برق فشار قوی نشتی دارد ● شمع جرقه کثیف است ● سیستم سوخت تنظیم نیست	● اتصالات سونیچ اصلی، کویل و پلاتین بررسی شود ● پلاتین‌ها تنظیم گردد ● پلاتین، تمیز یا تعویض شود. ● تعویض شود ● آوانس استاتیکی تنظیم گردد ● کویل عوض شود ● سرکویل، در دلکو، چکش برق و وایر شمع‌ها را بررسی کرده در صورت معیوب بودن، تعویض شوند ● شمع تمیز،تنظیم یا تعویض گردد ● سیستم سوخت تنظیم گردد
۲ـ موتور کار می‌کند ولی یکی از سیلندرها عمل نمی‌کند،برای تشخیص این عیب وایر شمع‌ها را تک‌تک در حالتی‌که موتور روشن است،جداکرده و در جای خود قرار دهید،اگر وایر شمعی جدا شد و صدای موتور تغییر نکرد، نشانهٔ عدم کار کردن آن سیلندر می‌باشد.	● شمع عمل نمی‌کند ● در دلکو نشتی دارد ● ایراد از قطعات موتور مانند رینگ، پیستون، سوپاپ و... است.	● شمع تمیز یا تعویض شود ● در دلکو عوض شود ● قطعات بازبینی کرده و در صورت لزوم تعویض شود
۳ـ موتور کار می‌کند ولی بعضی از سیلندرها به طور نامناسب عمل می‌کنند	● پلاتین کثیف، سوخته یا تنظیم نیست ● خازن خراب است ● آوانس وزنه‌ای عمل نمی‌کند ● وایرهای فشار قوی معیوبند ● کویل ضعیف شده یا معیوب است ● اتصالات شل یا کثیف هستند ● جریان برق فشار قوی نشتی دارد ● شمع ایراد دارد	● پلاتین تمیز، تنظیم و یا تعویض گردد ● خازن عوض گردد ● تعمیر و در صورت لزوم تعویض گردد ● وایرها عوض شود ● کویل تعویض گردد ● اتصالات تمیز کرده و محکم بسته شوند ● سرکویل،در دلکو، چکش برق و وایرها بررسی شوند ● شمع تمیز، تنظیم یا تعویض گردد

	● سیستم سوخت تنظیم نیست ● قطعات موتور مانند رینگ،پیستون و... معیوبند	● سیستم سوخت تنظیم گردد ●قطعات موتور را بازدید کرده، درصورت لزوم تعویض شوند
۴ـ قدرت موتور کم است	● تنظیم جرقه نامناسب است ● اگزوز مسدود شده است ● مقاومت غلتشی خودرو زیاد است ● روغن موتور سفت است ●سوخت نامرغوب است ● موتور داغ می‌کند ● عیب‌های وضعیت ۳ ممکن است موجودباشد	● پلاتین، شمع و آوانس استاتیکی تنظیم گردند ● اگزوز تمیز شود ● تایرها، ترمز و بلبرینگ چرخها بازدید و تنظیم گردند ● از روغن موتور مناسب استفاده شود ● از سوخت مرغوب و مناسب استفاده گردد ● به وضعیت ۵ مراجعه شود ● به وضعیت ۳ مراجعه گردد
۵ـ موتور داغ می‌کند	● جرقه ریتارد است ●سیستم خنک‌کاری موتور معیوب‌است ● سوپاپ‌ها تنظیم نیستند	● جرقه و آوانس استاتیکی تنظیم گردد ● قطعات سیستم خنک‌کاری بازدید و رفع عیب گردد ● سوپاپ‌ها تنظیم شوند
۶ـ موتور پس می‌زند	● تنظیم جرقه مناسب نیست ● در بعضی از سیلندرها جرقهٔ اضافی تولید می‌شود ● عدد روی شمع‌که نشان دهندهٔ سرد و گرم بودن آن است نامناسب است ● موتور داغ می‌کند ● سیستم سوخت معیوب است و مخلوط سوخت و هوا تنظیم نیست ● سوپاپ‌ها زیاد داغ شده و یا درون محفظهٔ احتراق کربن‌های داغ وجود دارد	● جرقه تنظیم گردد ● وایرهای فشار قوی، در دلکو، چکش برق را از لحاظ نشت برق فشار قوی بررسی شوند ● شمع با عدد صحیح جایگزین شود ● به وضعیت ۵ مراجعه گردد ● سیستم سوخت و خنک‌کاری بررسی‌شوند ● قطعات موتور بررسی شوند
۷ـ موتور ضربه می‌زند و سر و صدا می‌کند	● زمان ایجاد جرقه نامناسب است ● دستگاه‌های آوانس معیوب هستند ● پلاتین تنظیم نیست	● جرقه تنظیم گردد ● دستگاه‌های آوانس بررسی شوند ● پلاتین تنظیم شود

	● بوشهای دلکو خراب و یا میل دلکو تاب دارد ● عدد شمع نامناسب است ● اکتان سوخت پائین است ● عیب‌های وضعیت ۶ نیز ممکن است وجود داشته باشد	●بوشهاتعویض و میل‌دلکوتعویض‌گردد ● شمع با عدد صحیح نصب گردد ●از سوخت بااکتان مناسب‌استفاده‌گردد ● به وضعیت ۶ مراجعه گردد
۸ـ پلاتین سوراخ شده است	● مواد پلاتین ذوب و به پلاتین دیگر منتقل شده است	اگر مواد به پلاتین مثبت رفته باشند: ● خازن با ظرفیت بیشتر استفاده شود ● سیم خازن را کوتاهتر نمائید ● سیم فشار ضعیف کویل به دلکو را از بدنه و وایر فشار قوی دور کنید اگرمواد به پلاتین منفی منتقل شده باشند ● از خازن با ظرفیت کمتر استفاده شود ● سیم خازن طولانی‌تر شود. ● وایرفشار قوی کویل به دلکو کوتاهتر و از بدنه دور گردد
۹ـ پلاتین‌ها سوخته یا اکسید شده است	● مقاومت زیاد در مسیر خازن قرار گرفته است ● ولتاژ زیاد است ● زاویه داول زیاد است ● کشش فنر ضعیف است ● روغن یا بخارات آن از موتور وارد دلکو شده است	● اتصالات خازن رابررسی کرده و یا از خازن نو استفاده شود ● آفتامات و آلترناتور بررسی شود ● دهانهٔ پلاتین تنظیم گردد ● کشش فنر تنظیم گردد ● سیستم‌روغنکاری‌موتوربررسی شده و دلکو را تمیز نموده، سپس به مقدار مناسب روغنکاری شود
۱۰ـ شمع جرقه معیوب است	● عایق سرامیکی شکسته است ● شمع دوده گرفته است ● بدنهٔ شمع سفید یاخاکستری و عایق سرامیکی درون محفظهٔ احتراق، نقطه نقطه شده است	● شمع تعویض گردد ●سیستم سوخت و روغن‌بررسی شده و شمع تمیز شود ● از شمع سردتر استفاده گردد(عدد شمع کوچکتر انتخاب شود)

فصل ۷

مدارات الکتریکی خودرو

مقدمه

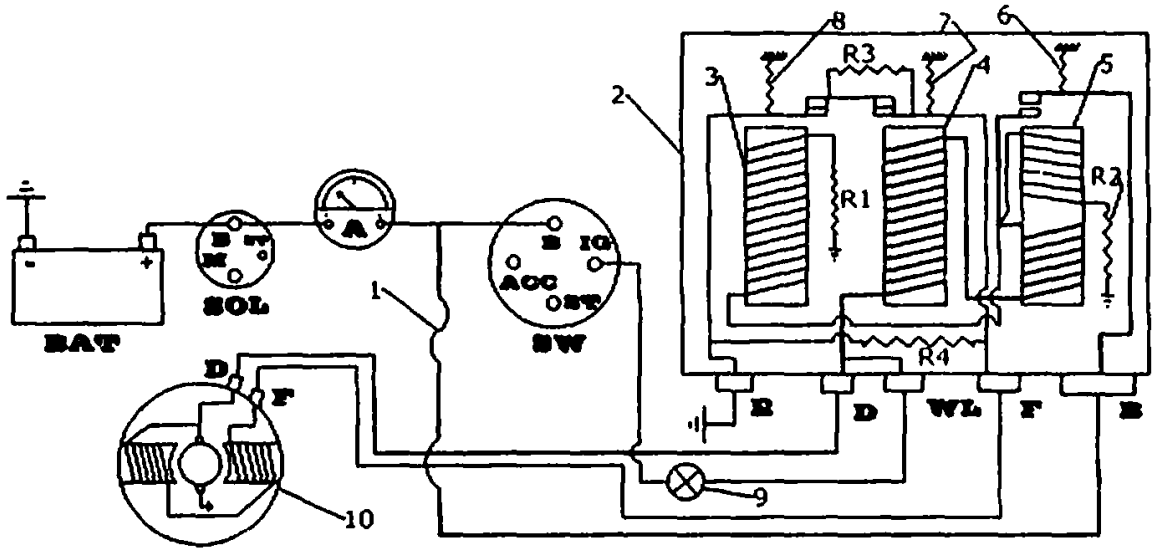
مدارهای برقی خودرو، در زمینهٔ پایداری خودرو، راحتی سرنشین، ایمنی سرنشین و آلودگی محیط زیست از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می‌باشند. از اینرو نحوهٔ عملکرد آنها بسیار مهم بوده و باید نهایت دقت را در سیم کشی تعمیر و تنظیم آنها انجام داد.

از اینرو در این فصل انواع مدارات رایج در خودرو مانند مدار کولر، جرقه، قفل مرکزی، دزدگیر، راهنما و... به همراه نحوهٔ عملکرد آنها آورده شده است. البته بعضی از مدارها مانند مدار ترمز ضد قفل (ABS)[1]، سوخت رسانی انژکتوری، فرمان برقی و... از حوصلهٔ این کتاب خارج می‌باشد و در مورد آنها بحثی صورت نگرفته است.

۱ـ۷ـ مدار شارژ دینامی

این مدار در شکل (۱ـ۷) مشاهده می‌شود که عملکرد آن در بخش (۳ـ۱ـ۵ـ۴) آمده است

1- Anti-Lock Brake system

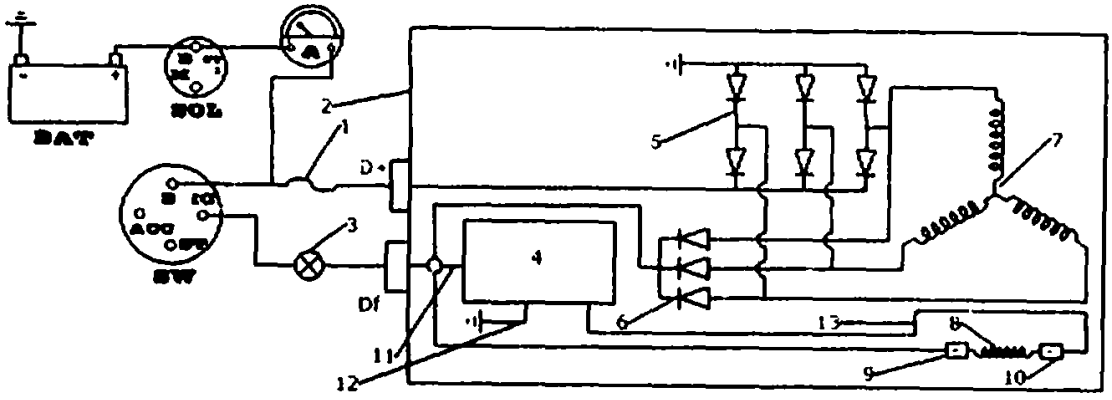


شکل ۱-۷- مدار شارژ دینامی برای دینام با اتصال بدنهٔ خارج

۱ - فیوز
۲ - آفتامات
۳ - رلهٔ ولتاژ
۴ - رلهٔ جریان
R_2R_1 مقاومت های جبران کننده
۵ - رلهٔ قطع و وصل
۸ و ۷ و ۶ - فنر
۹ - لامپ شارژ
۱۰ - دینام
R_4R_3 مقاومت های تعدیل کننده

۲-۷- مدار شارژ آلترناتوری

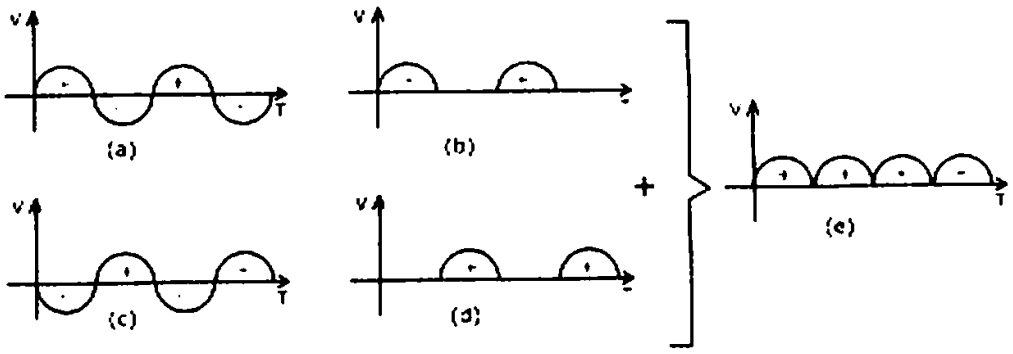
این مدار در شکل (۲-۷) مشاهده می‌گردد که عملکرد آن در بخش (۴-۸) آمده است.



شکل ۲-۷- مدار شارژ آلترناتوری خودرو پیکان

۱ - فیوز
۲- آلترناتور
۳ - لامپ شارژ
۴ - آفتامات
۵- دیودهای قدرت
۶ - دیودهای تحریک میدان
۷ - سیم‌پیچ‌های استاتور
۸- سیم‌پیچ روتور (میدان)
۹- زغال مثبت
۱۰- زغال منفی
۱۱- سیم زرد آفتامات
۱۲- سیم مشکی آفتامات
۱۳- رابط فلزی که زغال منفی را به بدنه آفتامات وصل می‌کند

مداری که در شکل (۲-۷) آمده است مدار شارژ در خودرو پیکان می‌باشد. در ادامه چند مدار شارژ

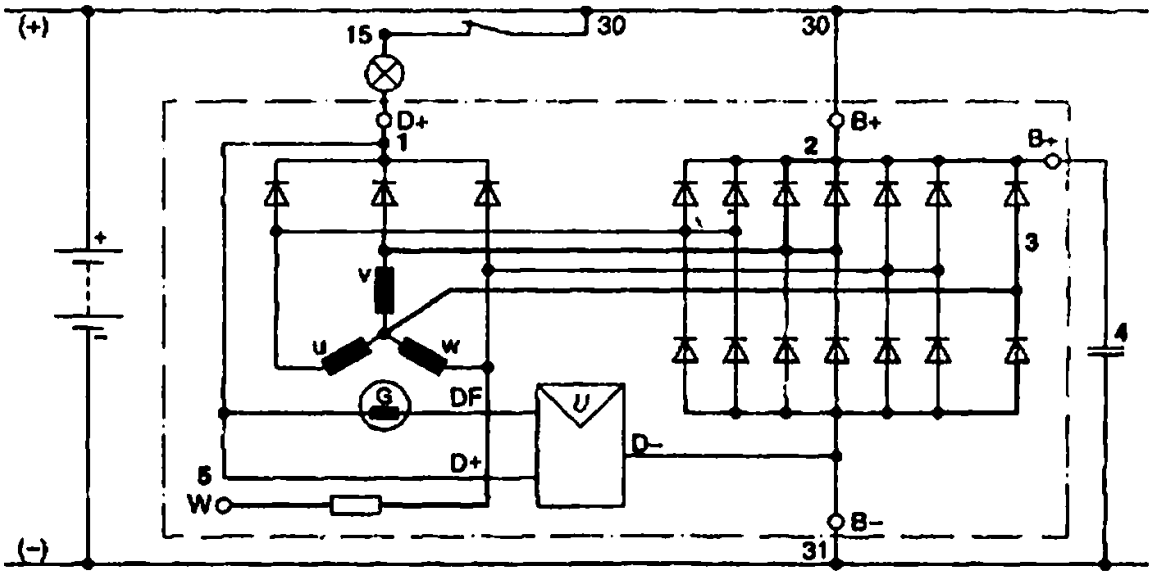


شکل ۴-۷. نمودار ولتاژ تولیدی در هر یک از سیم‌های استاتور ژیان

a: ولتاژ تولید شده بوسیلهٔ سیم‌پیچ اول استاتور قبل از یکسو شدن
b: ولتاژ تولید شده بوسیلهٔ سیم‌پیچ اول استاتور بعد از یکسو شدن
c: ولتاژ تولید شده بوسیلهٔ سیم‌پیچ دوم استاتور قبل از یکسو شدن
d: ولتاژ تولید شده بوسیلهٔ سیم‌پیچ دوم استاتور بعد از یکسو شدن
e: مجموع ولتاژ تولید شده بوسیلهٔ سیم‌پیچ‌های استاتور یا ولتاژ خروجی آلترناتور

۲-۲-۷- آلترناتور با ۱۴ دیود شارژ

به دلیل اینکه جریان زیادی از این نوع آلترناتور کشیده می‌شود (تعداد مصرف‌کننده‌های برقی خودور زیاد است). اگر فقط از ۶ دیود شارژ استفاده شود ممکن است که دیودها بسوزند یا اینکه باید از دیودهای بزرگتر استفاده شود که در این صورت جاسازی دیودهای بزرگ روی رکتی فایر مشکل می‌باشد. بنابراین بجای هر دیود شارژ از دو دیود استفاده شده است. که در مجموع ۱۲ دیود می‌شود، علاوه بر آن در دورهای بالا در محل اتصال سیم‌پیچ‌های استاتور به یکدیگر نیز جریان کمی تولید می‌شود.



شکل ۵-۷. آلترناتور با ۱۴ دیود شارژ

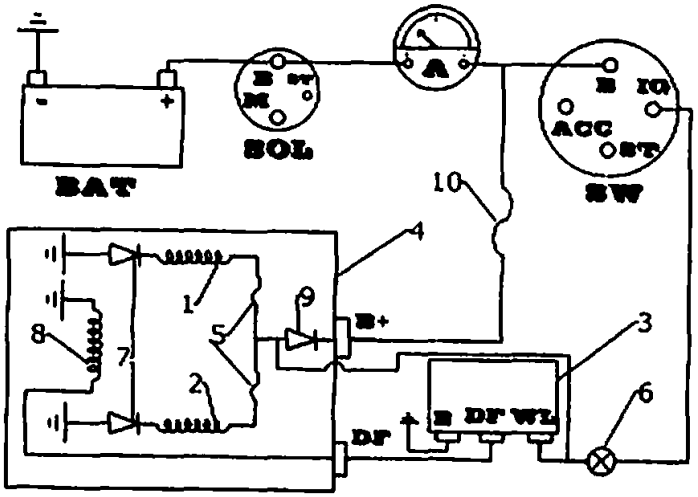
۱- دیودهای تحریک میدان
۲- دیودهای قدرت (یکسوساز)
۳- دیودهای اضافی
۴- خازن
۵- ترمینال *W* برای گرفتن برق تک‌فاز یکسو نشده از آلترناتور

دیگر آورده شده است

۱ـ۲ـ۷ـ مدار شارژ ژیان

مولد برق در ژیان از نوع آلترناتور تک فاز می‌باشد جریان تولیدی توسط ۲ دیود به جریان مستقیم تبدیل می‌شود. آفتامات این مدار از نوع یک رله‌ای می‌باشد. در شکل (۳ـ۷) مدار این سیستم آمده است.

همانطور که قبلاً گفته شد با یک رشته سیم می‌توان جریان برق متناوب تولید کرد. اما منحنی ولتاژ تولیدی پس از مستقیم شدن به صورت شکل (۴ـ۷) حالت b یا حالت d درمی‌آید. در حقیقت پیوستگی در جریان تولیدی وجود نخواهد داشت. برای تولید جریانی پیوسته از دو سیم پیچ در استاتور آلترناتور ژیان استفاده می‌شود.



شکل ۳ـ۷ـ مدار شارژ آلترناتور ژیان

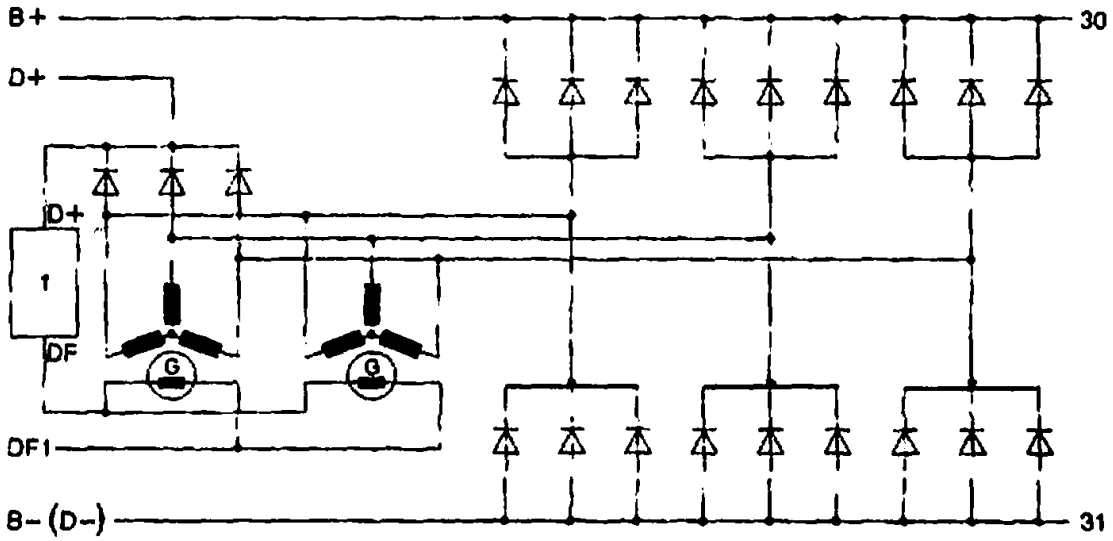
۱ ـ سیم‌پیچ اول استاتور
۲ ـ سیم‌پیچ دوم استاتور
۳ـ آفتامات
۴ـ آلترناتور
۱۰ و ۵ـ فیوز
۶ ـ لامپ شارژ
۷ ـ دیودهای یکسو کننده
۸ ـ سیم‌پیچ روتور (میدان)
۹ ـ دیود محافظ (از عبور جریان به آفتامات و روتور در هنگام خاموش بودن موتور جلوگیری می‌کند)

هنگامی که آلترناتور فعال می‌شود در هر سیم پیچ ۱ و ۲ جریان برق بوجود می‌آید که دو جریان بوجود آمده ۱۸۰ درجه نسبت به هم اختلاف فاز داشته و یا به عبارتی دیگر برعکس هم هستند. این موضوع در شکل (۴ـ۷) حالت a و c بهتر نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود. هنگامی که در سیم پیچ ۱ جریان مثبت تولید می‌شود، در سیم پیچ ۲ جریان منفی تولید می‌کند و برعکس. این دو جریان پس از یکسو شدن با هم جمع می‌شود. حاصل جمع این دو پس از یکسو شدن در شکل (۴ـ۷) حالت c قابل مشاهده می‌باشد.

اگر این قسمت به مدار شارژ اضافه شود، در دورهای ۳۰۰۰ دور بر دقیقه به بالا بین ۱۰ الی ۱۵ درصد به قدرت تولیدی آلترناتور اضافه می‌شود. ۲ دیودی که در قسمت ۳ شکل (۷ـ۵) وجود دارند این هدف را برآورده می‌کنند.

۳ـ۲ـ۷ـ آلترناتور با ۲ استاتور و ۱۸ دیود شارژ

برای اینکه تولید جریان برق افزایش پیدا کند گاهی بجای یک استاتور و روتور از دو استاتور و دو روتور استفاده می‌شود. نحوهٔ قرارگیری سیم پیچ‌ها و دیودها در شکل (۷ـ۶) آمده است. ملاحظه می‌گردد، به دلیل تولید جریان بالا در این نوع آلترناتور، بجای یک دیود از سه دیود استفاده می‌شود. این سیستم دارای ۱۸ دیود شارژ و ۳ دیود تحریک می‌باشد



شکل ۷ـ۶ـ آلترناتور با دو استاتور و دو روتور

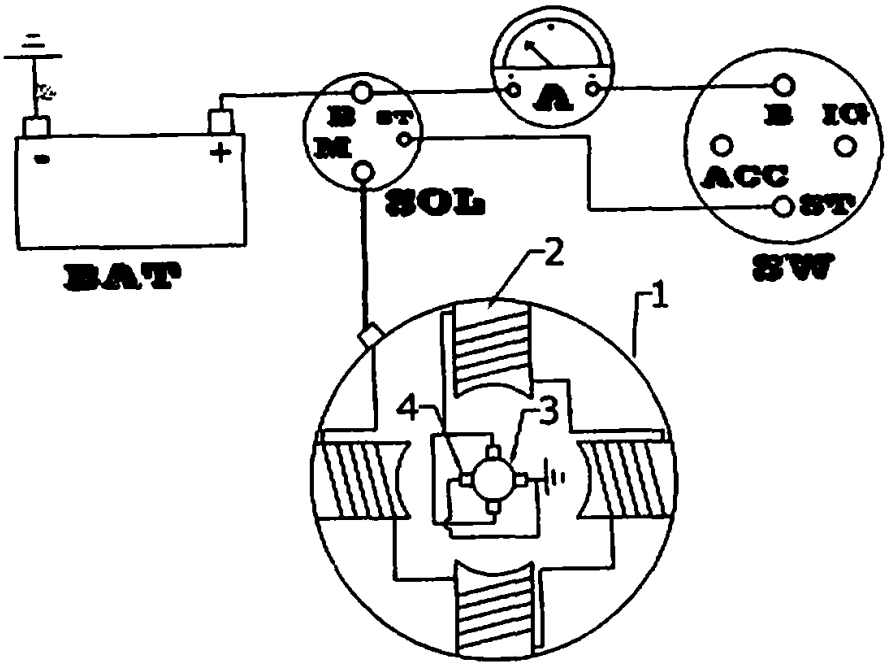
۱ ـ آفتامات

۳ـ۷ـ مدار استارت

مدار استارت مطابق شکل (۷ـ۷) می‌باشد که در فصل استارت به تفصیل در مورد آن بحث شده است.

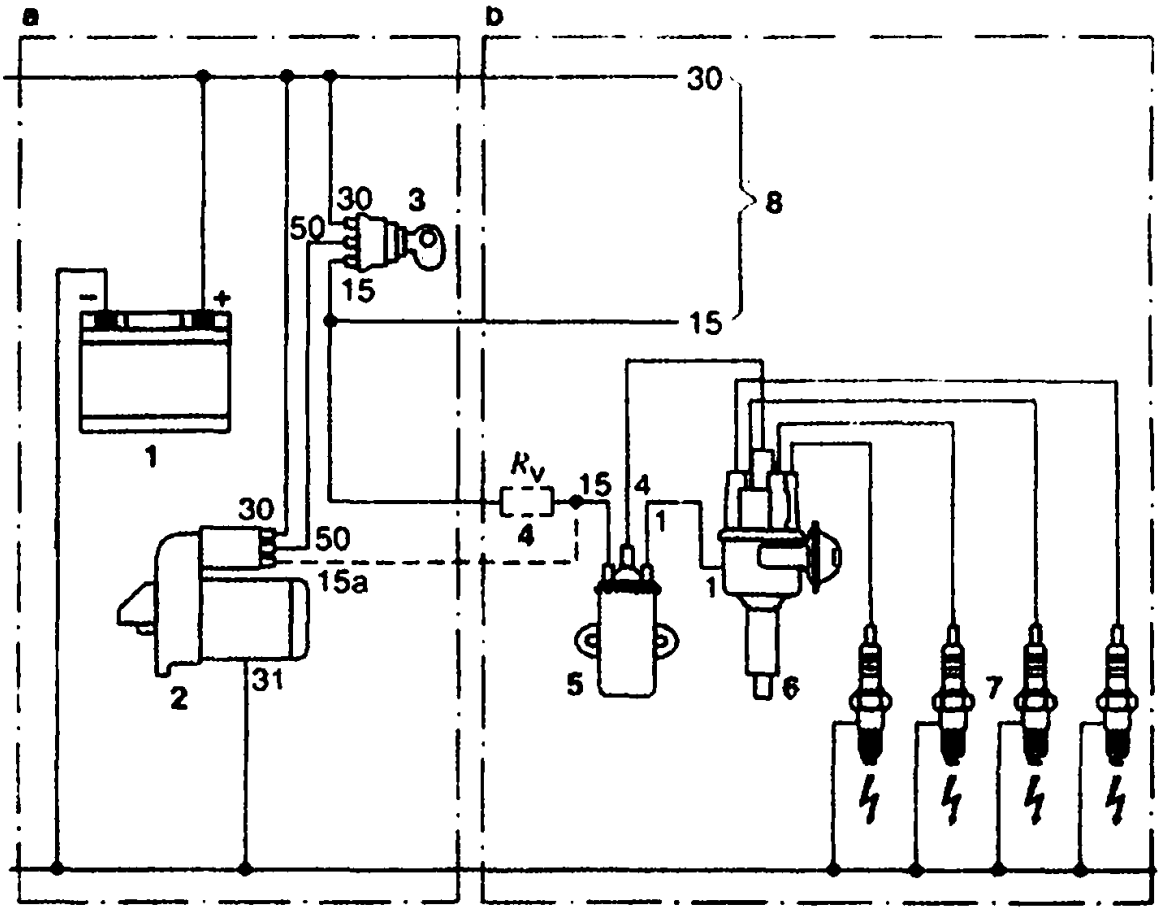
شکل (۷ـ۸) مدار استارت و جرقه خودروهای بنزینی را به صورت شماتیک نشان می‌دهد مقاومت R_V، مقاومت خارجی کویل می‌باشد که در بخش (۲ـ۱۰ـ۱ـ۳ـ۶) تشریح شده است.

نظر به استفاده از انواع مختلف استارت در خودروها، چند مدار که در سایر خودروها بکار برده می‌شود در ادامه آمده است.



شکل ۷-۷. مدار استارت

۱ ـ موتور استارت ۲ ـ بالشتک استارت ۳ ـ آرمیچر ۴ ـ زغال



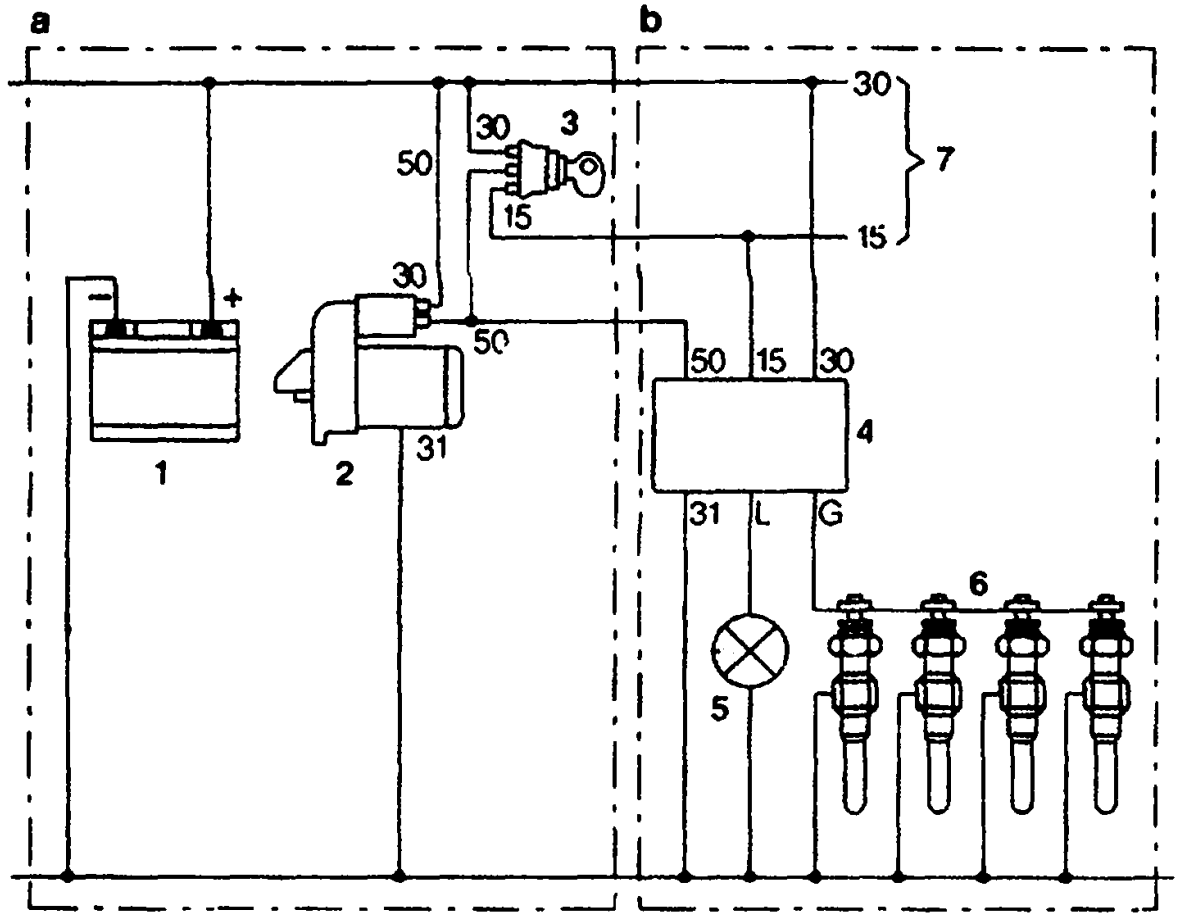
شکل ۸-۷. مدار استارت و جرقه موتورهای بنزینی

a: مدار استارت شامل: ۱ ـ باتری ۲ ـ موتور استارت ۳ ـ سوئیچ جرقه

b: مدار جرقه شامل: ۴ ـ مقاومت خارجی ۵ ـ کویل ۶ ـ دلکو ۷ ـ شمع ۸ ـ سایر مصرف‌کننده‌ها

۱ـ۳ـ۷ـاستارت به همراه گرم کن[1] در موتور دیزل

این مدار در خودروهای دیزل استفاده می‌شود، همانطور که در شکل (۷ـ۹) ملاحظه می‌گردد. سیستمی به نام پیش گرم کن به مدار استارت اضافه شده است.



شکل ۷ـ۹ مدار استارت با شمع گرم کن

a: مدار استارت شامل:

۱ ـ باتری

۲ ـ موتور استارت

۳ ـ سوئیچ جرقه

b: مدار شمع‌گرم‌کن موتور دیزل شامل:

۴ ـ واحد کنترل شمع‌گرم‌کن

۵ ـ چراغ مدار شمع‌گرم‌کن

۶ ـ شمعهای گرم‌کن

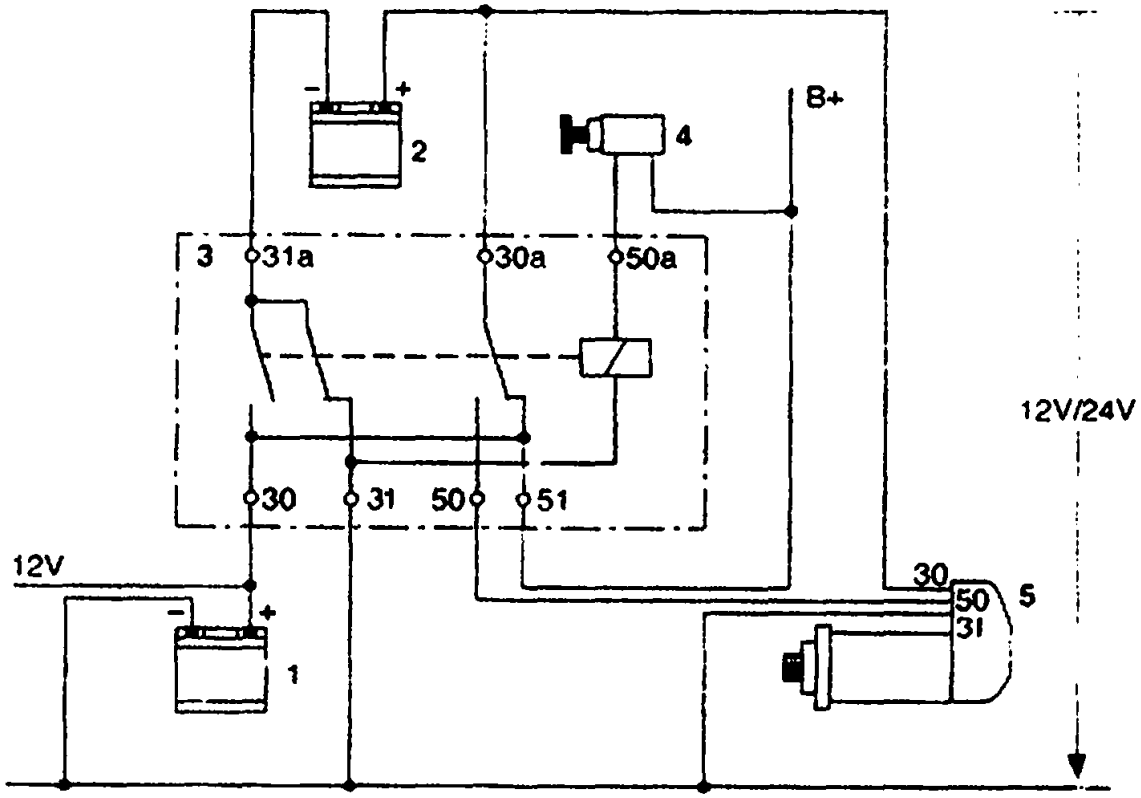
۷ ـ سایر مصرف‌کننده‌ها

1- Glow plug

۳ـ۳ـ۷ـ مدار استارت ۱۲/۲۴ ولت (مبدل سری ـ موازی یا آفتامات هنشلی)

در بعضی از خودروهای سنگین از سیستم ۱۲/۲۴ ولت استفاده می‌شود در این نوع خودروها سیستم استارت با ولتاژ ۲۴ ولت فعال می‌شود و سایر سیستم‌ها و مدارها با برق ۱۲ ولت کار می‌کنند.

مطابق شکل (۱۲ـ۷) هنگامی که استارت زده می‌شود ۲ باتری توسط رله شماره ۳ به صورت سری قرار گرفته، ولتاژ برق خروجی ۲۴ ولت می‌شود. بعد از استارت زدن، ۲ باتری با هم موازی شده و همزمان شارژ می‌شوند.



شکل ۱۲ـ۷ـ مدار استارت ۱۲/۲۴ ولت

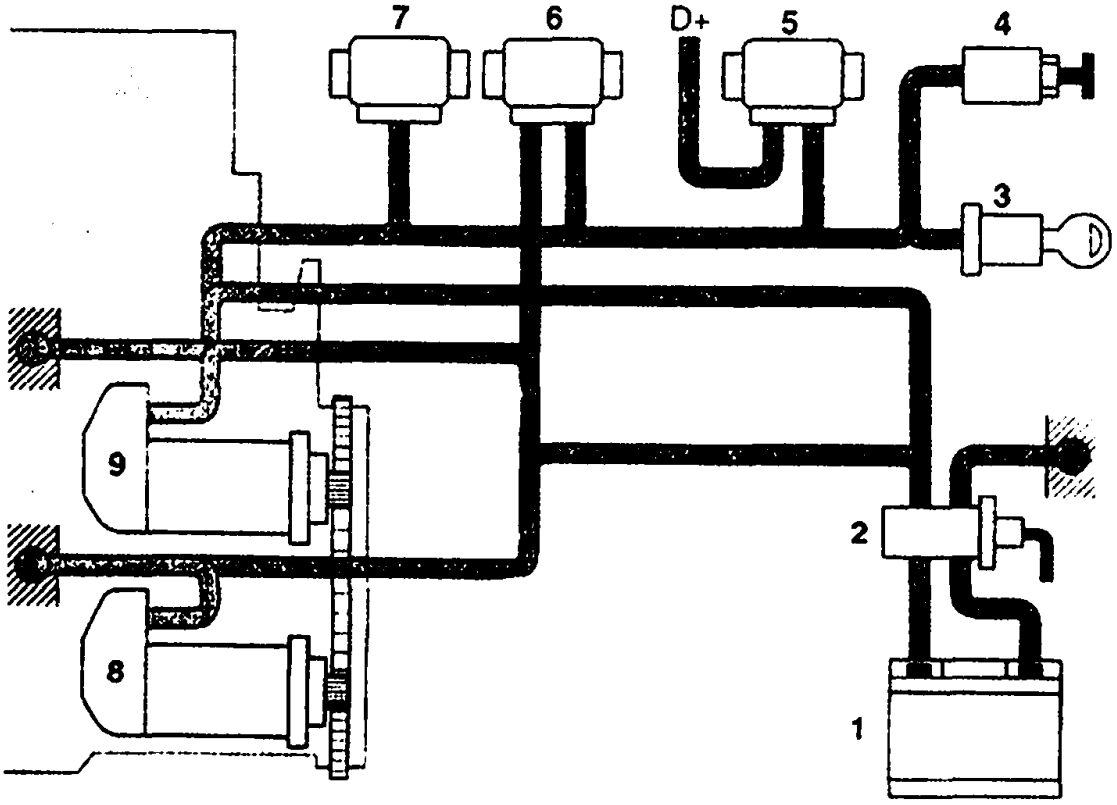
۱ ـ باتری ۱۲ ولت اول
۲ ـ باتری ۱۲ ولت دوم
۳ ـ رلهٔ سری ـ موازی (آفتامات هنشلی)
۴ ـ کلید استارت
۵ ـ موتور استارت

نکته: رلهٔ شماره ۳ به آفتامات هنشل نیز معروف می‌باشد.

۴ـ۳ـ۷ـ مدار استارت با ۲ موتور استارت

در موتورهای احتراق داخلی بزرگ بخصوص موتورهای دیزل بزرگ، برای روشن کردن موتور باید از موتور الکتریکی بزرگی به عنوان استارت استفاده گردد. از آنجایی که این نوع استارت‌ها استاندارد نبوده و

برای تهیه و تولید آنها باید هزینهٔ زیادی پرداخته شود و همچنین فضای زیادی را اشغال می‌کند، سعی می‌شود که در این موتورها، از دو استارت کوچکتر و استاندارد که در اغلب موتورهای دیزل کوچکتر بکار برده می‌شود، استفاده گردد. در این صورت هزینهٔ طراحی، ساخت، تعمیر و نگهداری موتور استارت به مراتب کاهش می‌یابد. شکل (۱۳-۷) این سیستم استارت را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳-۷- مدار استارت با ۲ موتور استارت

۱ - باتری
۲ - سوئیچ باتری
۳ - سوئیچ اصلی
۴ - کلید استارت
۵ - رلهٔ قفل استارت
۶ - رلهٔ تکرار استارت
۷ - رلهٔ استارت دوبل
۸ - استارت اول
۹ - استارت دوم
D+: ترمینال آلترناتور

در چنین مواردی دو موتور استارت باید به نحوی روی موتور نصب گردند که در هنگام استارت زدن با هم عمل کرده و گشتاور یکسانی را به فلایویل منتقل نمایند و همچنین تعداد دوران دو استارت با هم برابر باشد. مدار استارت این موتورها بنحوی است که تا هنگامی که دو پینیون مربوط به دو استارت با فلایویل درگیر نشوند. برق اصلی استارت وصل نمی‌شود و آرمیچر استارت‌ها نمی‌توانند دوران نمایند. به عبارتی دیگر پس از درگیری کامل پینیون‌های هر دو استارت، برق اصلی استارت‌ها وصل شده و آرمیچر آنها بطور همزمان شروع به دوران می‌کند، که در این صورت فلایویل و میل لنگ را چرخانده و موتور

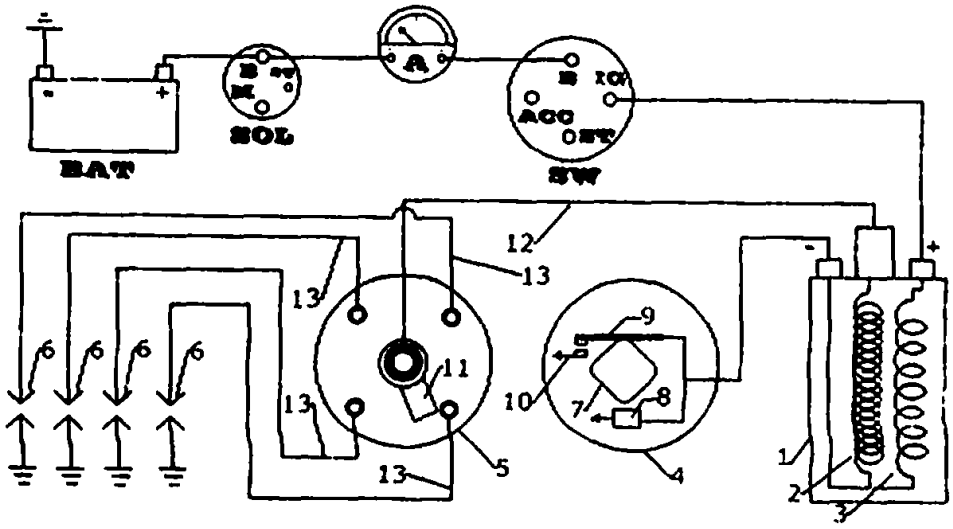
روشن می‌شود.

پس از قطع برق استارت‌ها، پینیون‌ها مانند پینیون استارت‌های معمولی از فلایویل جدا می‌شوند.

ملاحظه می‌شود که در این مدار نیز از رلهٔ قفل استارت و رلهٔ تکرار استارت استفاده گردیده است. که در بخش (۲-۳-۷) توضیح داده شد.

۴-۷-مدار جرقه زنی

مدار سیستم جرقه زنی مطابق شکل (۱۴-۷) می‌باشد که در فصل ششم به تفصیل آمده است.



شکل ۱۴-۷- مدار سیستم جرقه زنی

۱ - کویل
۲ - سیم‌پیچ ثانویه
۳ - سیم‌پیچ اولیه
۴ - دلکو
۵ - در دلکو
۶ - شمع‌ها
۷ - میل دلکو
۸ - خازن
۹ - پلاتین متحرک
۱۰ - پلاتین ثابت
۱۱ - جکش برق
۱۲ - وایر شمع بین برجک مرکزی کویل و ترمینال مرکزی در دلکو
۱۳ - وایر شمع‌ها

۵-۷-مدار بوق

شکل (۱۵-۷) مدار بوق را نشان می‌دهد.

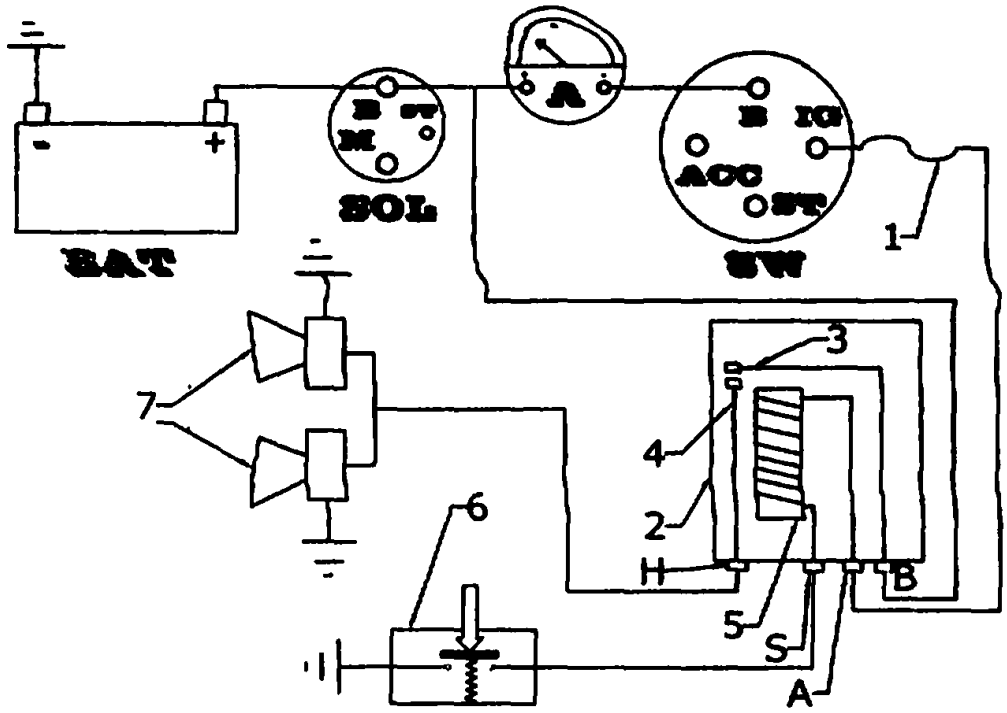
اجزاء مدار شامل: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، کلید بوق، رلهٔ بوق و بوق می‌باشد.

با توجه به اینکه بوق جریان بالایی را مصرف می‌کند، برای جلوگیری از ورود برق با جریان بالا به مجموعهٔ جلو داشبورد و عبور آن از شستی بوق (که معمولاً در دسته راهنما قرار دارد)، از یک رله استفاده می‌شود. تا علاوه بر اینکه به سیم‌های مجموعهٔ جلو داشبورد صدمه نزند، باعث کوتاه شدن مسیر جریان با آمپر بالا نیز شود.

عملکرد:

هنگامی که شستی بوق فشار داده می‌شود جریان برق پس از عبور از اتومات استارت، آمپرمتر و سوئیچ وارد سیم پیچ رلهٔ بوق می‌شود و از طریق شستی بوق منفی خود را دریافت می‌کند. پس از اتصال دو پلاتین، جریانی از ترمینال B اتومات استارت وارد رلهٔ بوق شده و از پلاتین‌ها عبور می‌کند و در نهایت به بوقها می‌رسد که باعث فعال شدن دستگاه بوق می‌گردد. و با مرتعش شدن دیافراگم، صدای بوق تولید می‌گردد.

در صورتی که کلید بوق رها گردد، نیروی مغناطیسی رلهٔ بوق از بین رفته و پلاتین‌ها از هم جدا شده و جریان برق عبوری به بوق قطع می‌گردد. و با مرتعش نشدن دیافراگم بوق، صدای آن نیز قطع می‌گردد.



شکل ۱۵-۷- مدار بوق

۱ - فیوز
۲ - اتومات بوق (رلهٔ بوق)
۳- پلاتین متحرک
۴ - پلاتین ثابت
۵ - سیم‌پیچ رله
۶ - کلید بوق
۷ - بوق

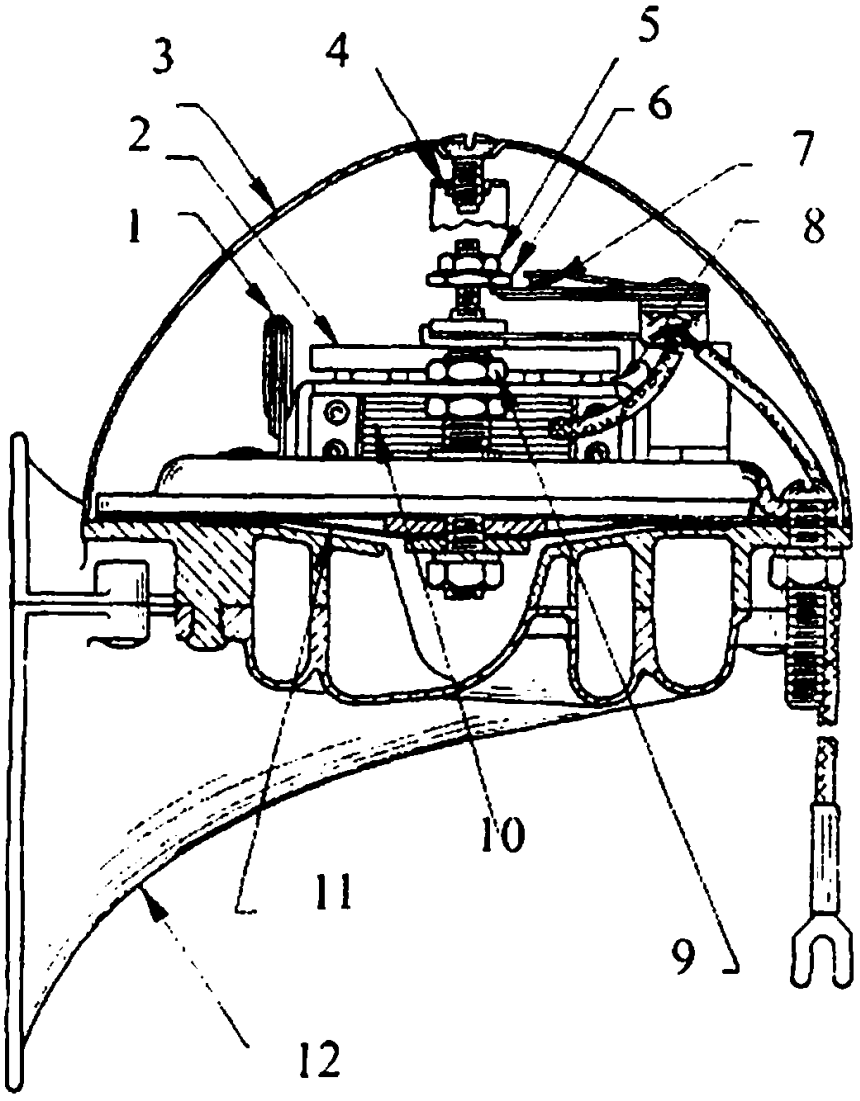
B: ترمینالی که مستقیماً به برق باتری وصل می‌شود
A: ترمینالی که به IG سوئیچ وصل می‌شود
S: ترمینالی که به کلید بوق وصل می‌شود
H: ترمینالی که به بوقها وصل می‌شود

۵-۷- بوق

بوقی که در خودروهای سواری استفاده می‌شود معمولاً از نوع دیافراگمی - برقی می‌باشد. یک نوع از ن بوق در شکل (۱۶-۷) مشاهده می‌گردد. با توجه به شکل (۱۶-۷) ملاحظه می‌گردد که در هنگام وصل ریان برق بوق، سیم پیچ داخل بوق مغناطیس می‌گردد و در اینصورت هستهٔ سیم پیچ که به دیافراگم

وصل است به سمت پائین حرکت کرده، مهرهٔ انتهای هستهٔ سیم پیچ، پلاتین را قطع می‌کند و در نتیجه دیافراگم و هستهٔ سیم پیچ به سمت بالا حرکت می‌کنند و دوباره پلاتین وصل شده و رله مغناطیس می‌شود و در اینصورت دیافراگم را به سمت پائین می‌کشد و این روند تا زمانی که جریان برق بوق وصل است ادامه می‌یابد و از اینرو دیافراگم بوق مرتعش می‌شود.

ارتعاش دیافراگم باعث حرکت ملکولهای هوا شده و این ملکولها پس از عبور از مجرای هوای بوق، صدای خاصی را تولید می‌کند. از اینرو با تغییر دادن مجرای خروجی هوای بوق، صداهای مختلفی تولید می‌شود.



شکل ۷.۱۶ـ بوق دیافراگمی ـ برقی

۱ ـ مقاومت
۲ ـ نگهدارنده
۳ ـ درپوش
۴ ـ بست
۵ ـ مهره قفلی
۶ ـ مهرهٔ تنظیم
۷ ـ کنتاکت
۸ ـ فاصلهٔ هوایی جهت بالا و پایین شدن دیافراگم
۹ ـ مهرهٔ تنظیم فاصلهٔ هوایی
۱۰ ـ سیم‌پیچ میدان
۱۱ ـ دیافراگم
۱۲ ـ مجرای هوا (شیپور)

۲ـ۵ـ۷ـ تنظیم بوق

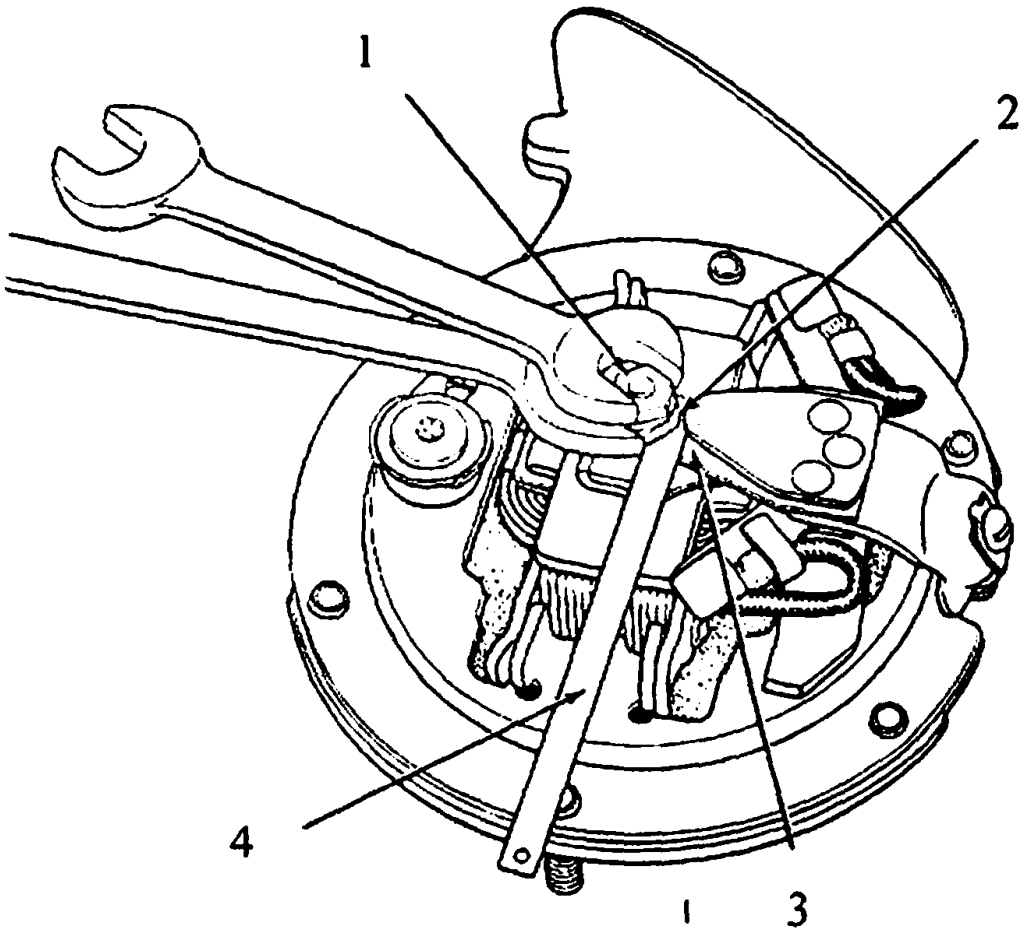
۱ـ تنظیم بوقهایی که درپوش آنها برداشته می‌شود به شرح زیر است:

مطابق شکل (۱۷ـ۷) فیلری بین ۰/۱۷۸ تا ۶/۳۵ میلی متر بین مهرهٔ انتهای میلهٔ متصل به دیافراگم و دنبالهٔ پلاتین قرار داده و مهرهٔ میلهٔ دیافراگم را سفت یا شل کنید، تا فاصلهٔ بین مهره و دنبالهٔ پلاتین تنظیم شود.

پس از تنظیم، صدای بوق را امتحان کنید، در صورت مناسب نبودن صدای آن، فیلر را کم و زیاد کنید و تنظیم را دوباره انجام دهید.

توجه: از فیلر بیشتر از ۶/۳۵ میلی متر، هرگز استفاده نکنید. چراکه موجب آسیب دیدن دیافراگم می‌شود.

۲ـ تنظیم بوقهایی که درپوش آنها برداشته نمی‌شود به صورت زیر است:



شکل ۱۷ـ۷ـ تنظیم بوق

۱ـ مهرهٔ قفلی ۲ـ مهرهٔ تنظیم ۳ـ صفحهٔ کنتاکت ۴ـ فیلر

این بوق‌ها دارای پیچ تنظیمی هستند که از بیرون می‌توان، آنرا شل یا سفت کرد. در اینصورت پیچ را شل یا سفت کرده و پس از هر بار تنظیم، به صدای بوق گوش کنید. در صورت مناسب بودن صدای بوق، پیچ تنظیم، را بوسیلهٔ سفت کردن مهرهٔ آن ثابت کنید و در صورت نامناسب بودن صدای بوق، دوباره پیچ را شل و سفت کنید.

۶ـ۷ـ مدار روشنایی

با توجه به اهمیت فراوانی که چراغهای جلو[1] در مدار روشنایی دارند. در این بخش ابتدا به انواع چراغ‌های جلو پرداخته و سیستم‌های مورد استفاده در خودروها بررسی شده و در پایان مدار روشنایی آمده است.

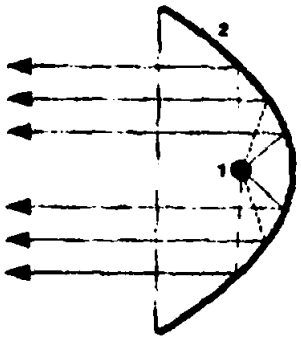
۱ـ۶ـ۷ـ چراغهای جلو

وظیفهٔ چراغهای جلو روشن کردن سطح جاده به طور مناسب می‌باشد. به طوری که علاوه بر روشن شدن مسافت مناسبی از جلوی خودرو، باعث ناراحتی راننده‌ای که از مقابل حرکت می‌کند نیز نشود.

چراغهای جلویی که در اکثر خودروها استفاده می‌گردد، شامل سه قسمت منعکس کننده[2] (کاسه چراغ)، لامپ[3] و لنز[4] (شیشه چراغ) می‌باشد.

۱ـ۱ـ۶ـ۷ـ منعکس کننده (رفلکتور یا کاسه چراغ)

هدف از استفادهٔ منعکس کننده‌ها در چراغ جلو، افزایش نور لامپ و تصحیح مسیر نور می‌باشد. شکل (۱۸ـ۷) نمای شماتیک منعکس کننده را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود. نوری که از منعکس کننده به سمت بیرون هدایت می‌گردد، موازی با سطح جاده می‌باشد کاسه چراغ‌ها معمولاً بوسیله پوشاندن لایه‌ای از نقره، کرم یا آلومینیوم بر روی یک سطح صاف و صیقلی از جنس برنج یا شیشه تهیه می‌گردند. سطح خارجی این لایه در اثر مجاورت با هوا کدر می‌شود.



شکل ۱۸ـ۷ـ شماتیک کاسه چراغ

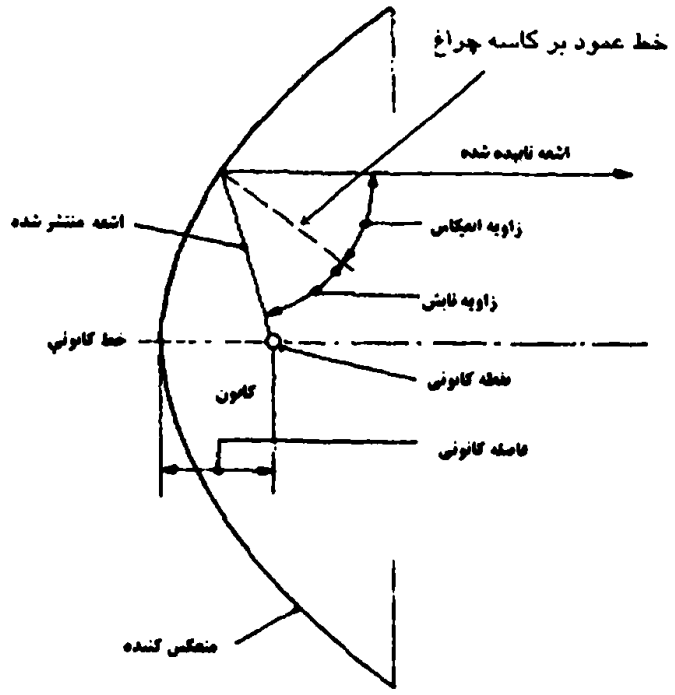
۱ ـ لامپ ۲ ـ کاسه چراغ

1- *Head lamps* 2- *Reflector*

3- *Lamp* 4- *Lens*

به همین دلیل هنگامی که از شیشه برای رفلکتورها استفاده می‌گردد برای جلوگیری از کدر شدن شیشه، سطح خارجی آنرا با لایه‌ای از لاک روغنی یا چیزی شبیه به آن می‌پوشانند.

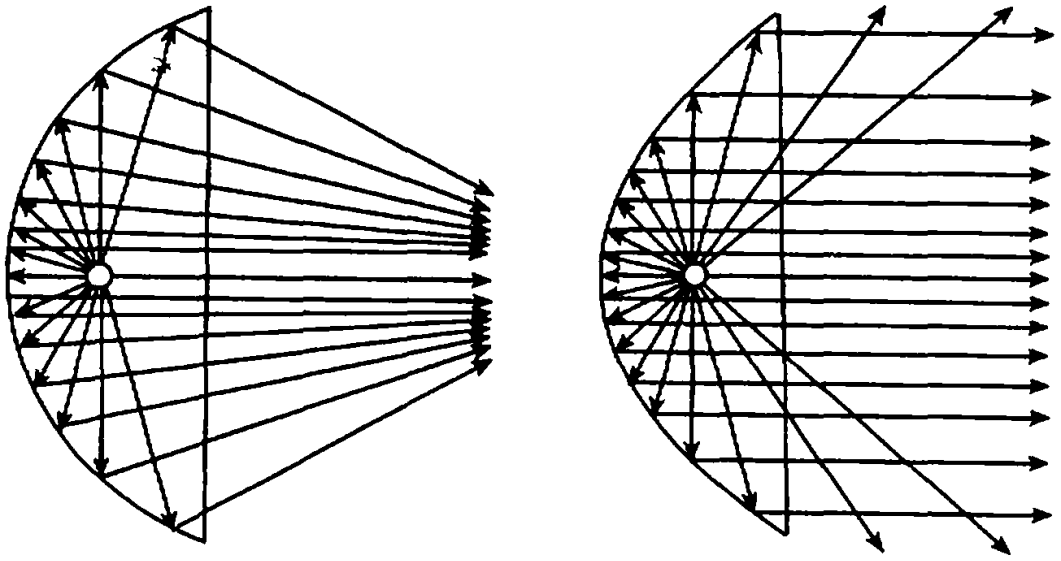
با توجه به کاسه چراغ که به صورت خمیده به داخل می‌باشد به آن، رفلکتور مقعر نیز می‌گویند. نقطهٔ مرکزی منعکس کننده در واقع همان نقطهٔ کانونی می‌باشد و خطی که از مرکز رفلکتور و نقطهٔ کانونی می‌گذرد، محور کانونی نامیده می‌شود. این مطالب در شکل (۱۹ـ۷) مشخص شده است.



شکل ۱۹ـ۷ـ اجزاء منعکس کننده

۱ـ۱ـ۱ـ۶ـ۷ـ منعکس کنندهٔ سهموی

اگر رفلکتور قسمتی از یک کره باشد، شعاع‌های نور منعکس شده از آن به سمت یک نقطه هدایت می‌شوند، در حالی که لازم است تمام شعاعهای نور به طور موازی با هم باشند. به همین دلیل از منعکس کننده‌های سهموی استفاده می‌کنند. شکل (۲۰ـ۷) حالت a و b به ترتیب انعکاس نور را در رفلکتور کروی و سهموی نشان می‌دهد. ملاحظه می‌گردد تمامی شعاعهای نور منعکس شده توسط رفلکتور سهموی موازی با محور اصلی می‌باشند. ولی در رفلکتور کروی، شعاعهای نور منعکس شده به سمت یک نقطه هدایت می‌شوند.



شکل ۲۰-۷- منعکس کنندهٔ کروی و سهموی

a: انعکاس نور در رفلکتور کروی *b: انعکاس نور در رفلکتور سهموی*

۲-۱-۱-۶-۷- عمق و پهنای نور منتشره از کاسه چراغ

با توجه به شکل (۲۰-۷) حالت b مشاهده می‌گردد بیشتر نور لامپ منعکس می‌شود و فقط مقدار کمی از آن بصورت مورب خارج می‌گردند. اما در واقع نور منعکس کننده‌ها با توجه به طول و پهنایی که روشن می‌کنند سنجیده می‌شوند و بر این اساس رفلکتورها به ۲ دسته تقسیم می‌شوند.

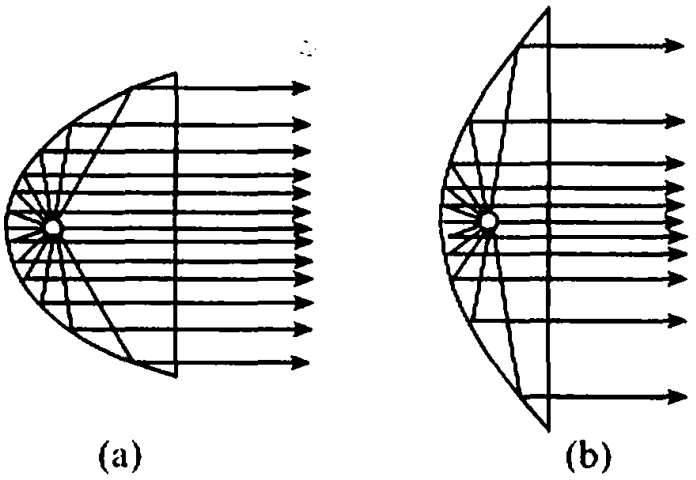
۱- منعکس کننده کم عرض[1]:

همانطور که در شکل (۲۱-۷) حالت a مشاهده می‌شود. شعاعهای منعکس کننده از این نوع، بسیار به هم نزدیک می‌باشند. این نوع رفلکتورها برای نورافکن‌ها مناسب می‌باشند.

۲- منعکس کننده با عرض زیاد:

با توجه به شکل (۲۱-۷) حالت b ملاحظه می‌گردد، شعاعهای منعکس شده توسط این رفلکتور دارای فاصله زیادی نسبت به یکدیگر می‌باشند. از این نوع منعکس کننده‌ها به دلیل پخش مناسب نور بر سطح جاده، در چراغهای جلو استفاده می‌گردد.

1- Narrow - angle reflector

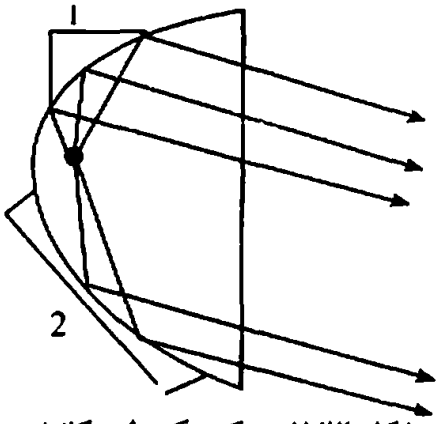


شکل ۷.۲۱ـ منعکس کنندهٔ کم عرض و عریض

a: رفلکتور کم عرض　　*b*: رفلکتور با عرض زیاد

۳ـ۱ـ۱ـ۶ـ۷ـ منعکس کنندهٔ دو کانونی[1]

منعکس کنندهٔ دو کانونی در شکل (۷.۲۲) نشان داده شده است این نوع رفلکتورها نسبت به نوع سهموی در نور پائین، بهتر عمل کرده و سطح جاده را بهتر روشن می‌کنند.



شکل ۷.۲۲ـ منعکس کنندهٔ دو کانونی

۱ ـ قسمت اول رفلکتور　　۲ ـ قسمت دوم رفلکتور

۴ـ۱ـ۱ـ۶ـ۷ـ منعکس کنندهٔ با فاصله کانونی یکسان

شکل (۷.۲۳) منعکس کننده با فاصله کانونی یکسان را نشان می‌دهد در این نوع کاسه چراغ با اضافه کردن یک سطح انعکاس اضافی که نقطهٔ کانونی آن با نقطهٔ کانونی سطح اصلی منعکس کننده اصلی یکی می‌باشد، شدت نور خروجی از چراغ را افزایش می‌دهند.

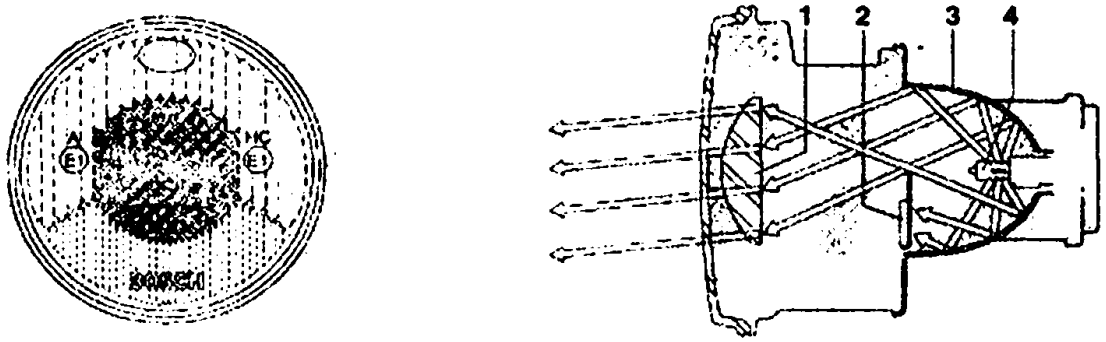
1- *Wide - angle reflector*

شکل ۷.۲۳ـ منعکس کننده با فاصله کانونی یکسان

۱ ـ مجموعهٔ کاسه چراغ
۱a ـ رفلکتور اصلی
۱b ـ رفلکتور مکمل
۲ ـ رفلکتور نور بالا
۳ ـ رفلکتور مه‌شکن

۵ـ۱ـ۱ـ۶ـ۷ـ منعکس کنندهٔ PES[1]

برخی از خودروهای پیشرفته از نوع دیگری کاسه چراغ استفاده می‌کنند که به اختصار به آن PES می‌گویند PES به معنی سیستم چند بیضوی می‌باشد. رفلکتور مورد استفاده در این سیستم از چند سطح بیضوی تشکیل شده است.

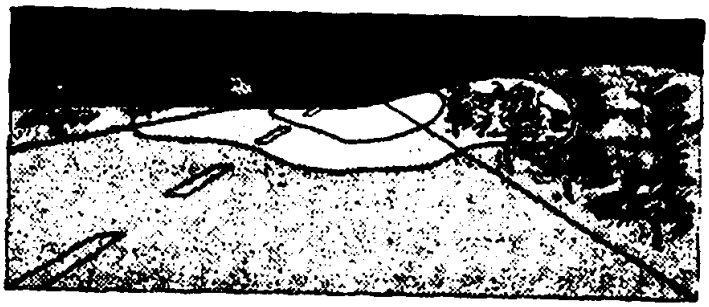


شکل ۷.۲۴ـ منعکس کنندهٔ PES

۱ ـ لنز
۲ ـ مانع
۳ ـ رفلکتور
۴ ـ لامپ

شکل (۷ـ۲۴) این نوع کاسه چراغ را نشان می‌دهد. مزیت این نوع منعکس کننده در الگویی است که بر روی سطح جاده می‌اندازد. مطابق شکل (۷ـ۲۵) با استفاده از این منعکس کننده در فاصله‌های نزدیک‌تر به خودرو که دید راننده بهتر است نور کمتری تابیده می‌شود و قسمتی از جاده راکه دارای فاصلهٔ بیشتری با خودرو است روشن‌تر می‌گرداند.

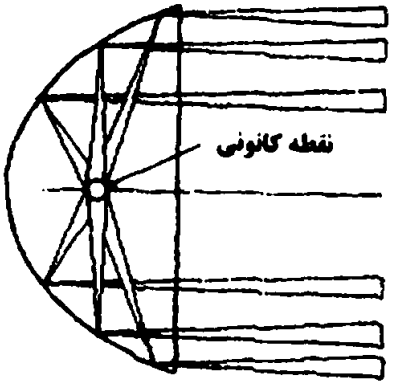
1- PES: (Poly - Ellipsoid - System)



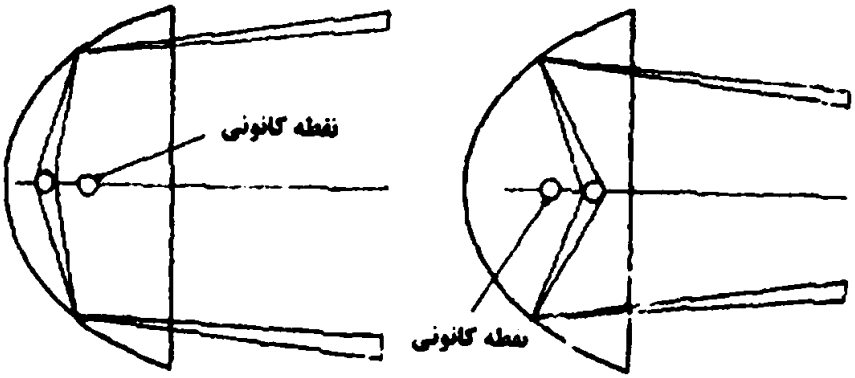
شکل ۲۵ـ۷ـ شدت نور در فاصله‌های مختلف در سیستم *PES*

۲ـ۱ـ۶ـ۷ـ محل لامپ در چراغ جلو

محل قرارگرفتن لامپ در چراغ جلو بسیار مهم می‌باشد. این محل با توجه به نقطهٔ کانونی سنجیده می‌شود. اگر لامپ در نقطهٔ کانونی قرار گیرد تمام شعاعهای منعکس شده با هم موازی خواهندبود. شکل (۲۶ـ۷) حالت a این موضوع را نشان می‌دهد. اگر لامپ بین نقطهٔ کانونی و رفلکتور قرارگیرد نور حاصل از انعکاس واگرا (جدا شونده) خواهد بود. شکل (۲۶ـ۷) حالت b حالت فوق را نشان می‌دهد و اگر لامپ جلوتر از فاصلهٔ کانونی قرار گیرد. شعاعهای نوری همگرا خواهند بود. شکل (۲۶ـ۷) حالت c نیز این موضوع را نشان می‌دهد.



(a) لامپ در نقطه کانونی



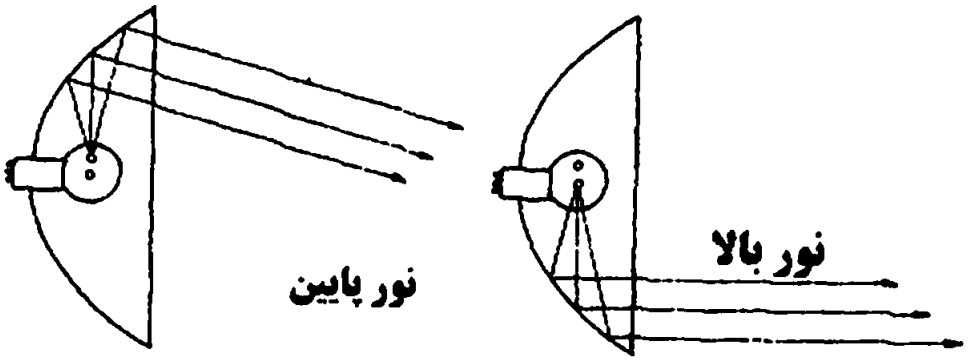
(b) عقبتر از نقطه کانونی (c) جلوتر از نقطه کانونی

شکل ۲۶ـ۷ـ ارتباط بین محل لامپ و شعاع‌های نور منعکس کننده

با توجه به آنچه گفته شد سیستم‌های مختلفی را برای محل لامپ در کاسه چراغ در نظر می‌گیرند. لازم به ذکر است لامپهای مورد استفاده در چراغهای جلو دارای ۲ فیلمان می‌باشند که یکی مربوط به نور بالا و دیگری مربوط به نور پایین می‌باشد. که در شکل (۲۷ ـ ۷) ملاحظه می‌شود.

۱ـ۲ـ۱ـ۶ـ۷ـ نوع اول

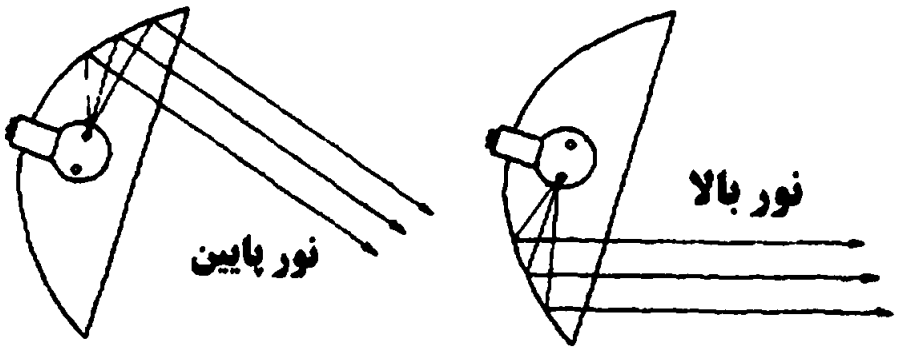
در این نوع، فیلمان نور پایین کمی بالاتر و فیلمان نور بالا کمی پایین‌تر از نقطهٔ کانونی می‌باشند. نحوهٔ انعکاس نور در این نوع چراغها در شکل (۲۷ ـ ۷) نشان داده شده است. زاویه‌ای که کاسه چراغ نسبت به خط قائم دارد باعث موازی شدن نور انعکاسی از فیلمان نور بالا با سطح جاده می‌شود.



شکل ۲۷ـ۷ـ نوع اول

۲ـ۲ـ۱ـ۶ـ۷ـ نوع دوم

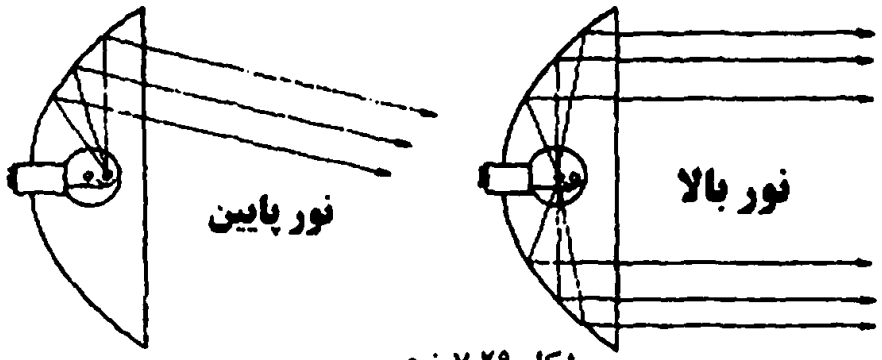
در این نوع، فیلمان نور بالا در نقطه کانونی قرار دارد، اما فیلمان نور پایین بالاتر از نقطه کانونی قرار دارد. و منعکس کننده مطابق شکل (۲۸ـ۷) عمود بر سطح افق می‌باشد. به این ترتیب نور تابیده شده از فیلمان اصلی (نور بالا) بطور موازی منعکس می‌گردد و نور تابیده شده از فیلمان نور پایین به سمت سطح جاده هدایت می‌گردد.



شکل ۲۸ـ۷ـ نوع دوم

۳ـ۲ـ۱ـ۶ـ۷ـ نوع سوم

در این سیستم هر دو فیلمان روی محور کانونی قرار دارند. فیلمان نور بالا در نقطهٔ کانونی و فیلمان نور پایین کمی جلوتر از نقطهٔ کانونی قرار دارد. شکل (۲۹ـ۷) این نوع چراغ را نشان می‌دهد. در زیر فیلمان نور پایین مانعی قرار دارد تا از تابیده شدن نور از این فیلمان به سمت قسمت پایینی کاسه چراغ جلوگیری کند. نور بالا چون در نقطهٔ کانونی قرار دارد، دارای انعکاس نوری موازی با سطح جاده خواهدبود و نور انعکاسی از فیلمان نور پایین فقط به قسمت بالای کاسه چراغ برخورد کرده و به سمت پایین منعکس می‌گردد. برای مطالعه بیشتر به بخش (۷ـ۶ـ۲) مراجعه شود.

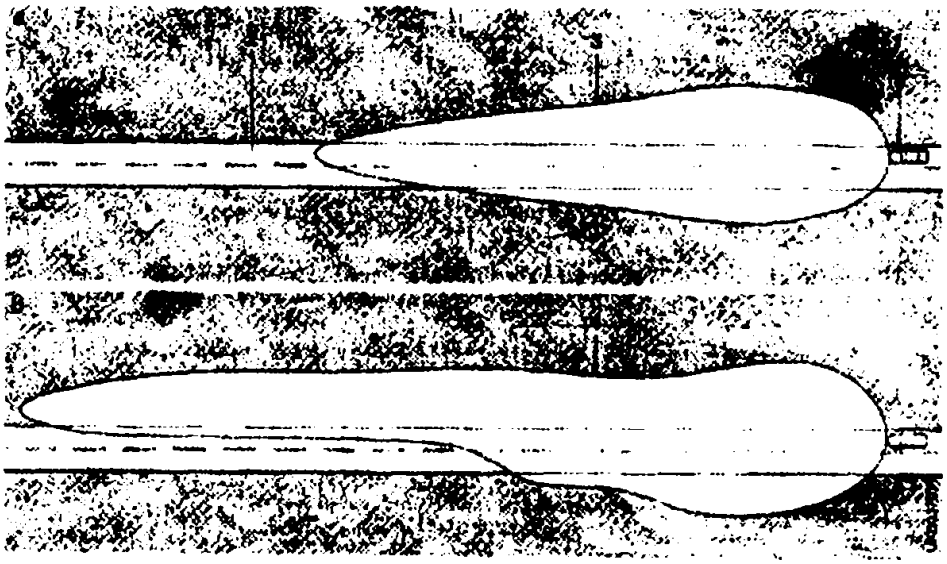


شکل ۲۹ـ۷ـ نوع سوم

۳ـ۱ـ۶ـ۷ـ لنز (شیشه چراغ جلو)

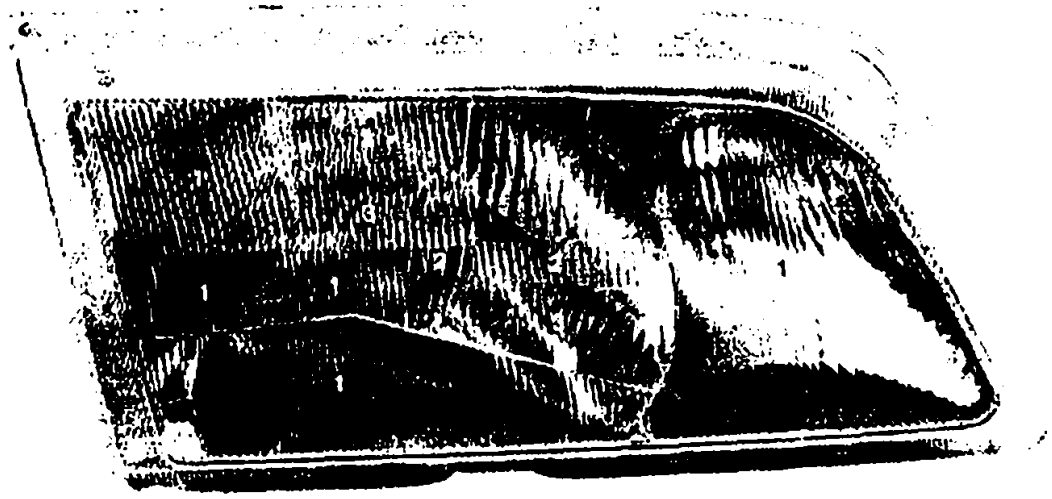
هدف استفاده از لنز، ایجاد الگوی مناسب بر روی سطح جاده می‌باشد. شکل (۳۰ـ۷) دو الگوی مختلف برای روشن کردن سطح جاده را نشان می‌دهد.

در چراغهای جلو از مجموع چند طرح برای تولید شیشهٔ جلو خودرو استفاده می‌گردد.



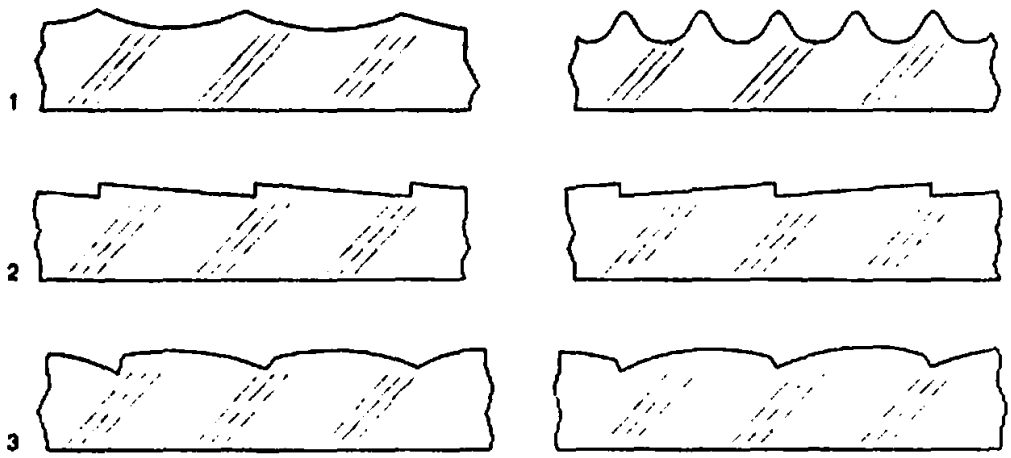
شکل ۳۰ـ۷ـ الگوهایی برای روشن کردن سطح جاده توسط چراغ جلو

۱ ـ خودرو ۲ ـ سطح جاده ۳ ـ الگوی نور پائین متقارن ۴ ـ الگوی نور پائین نامتقارن



شکل ۳۱-۷- نوعی لنز چراغ جلو

۱ - لنز ۲ - قسمت منشوری ۳ - قسمت ترکیبی



شکل ۳۲-۷- الگوهای بکار رفته در لنز چراغ شکل (۳۱-۷)

۱ - لنز ۲ - قسمت منشوری ۳ - قسمت ترکیبی

شکل (۳۱-۷) نوعی چراغ جلو را نشان می‌دهد. در این چراغ از ۳ الگوی مختلف برای شیشهٔ چراغ جلو استفاده شده است. برشی از این ۳ الگو در شکل (۳۲-۷) نشان داده شده است. لازم به ذکر است که این الگوها به بهتر روشن شدن سطح جاده کمک می‌کنند.

۲-۶-۷- سیستم‌های مختلف نصب چراغهای جلو

مطابق با شکل (۳۳-۷)، ۳ استاندارد زیر برای نصب چراغ جلو متداول است:

۱- سیستم دوتایی:

در این سیستم از دو چراغ جلو که دارای نور بالا و نور پایین می‌باشند استفاده می‌گردد این طرح در

شکل (۷ـ۳۳) حالت a نشان داده شده است.

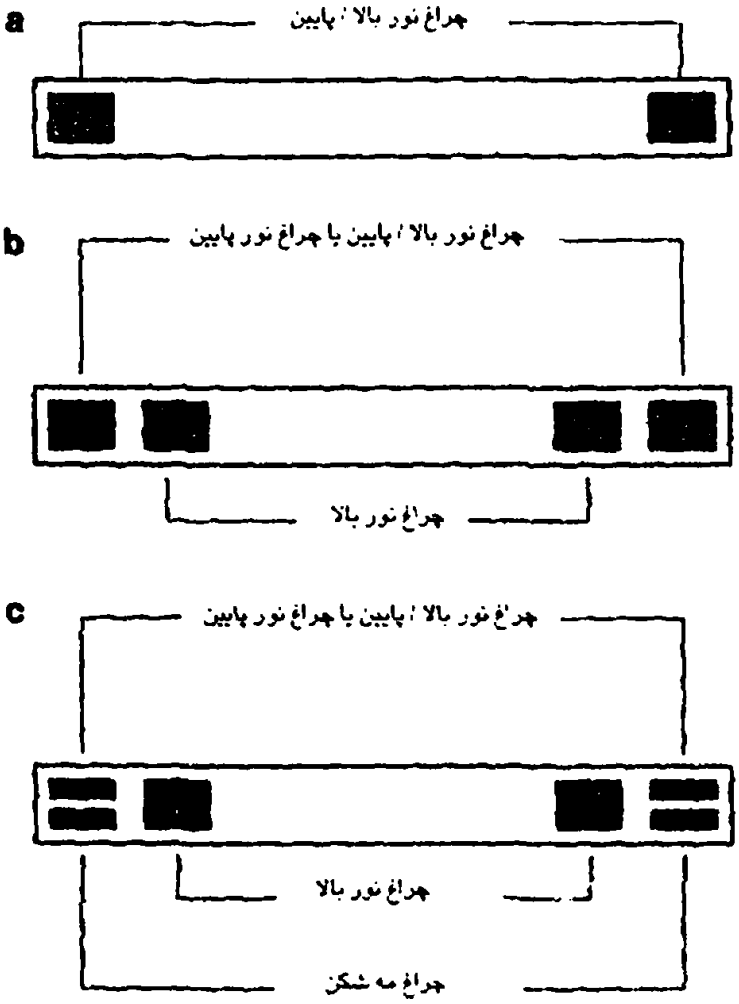
۲ـ سیستم چهارتایی:

همانطور که در شکل (۷ـ۳۳) حالت b نشان داده شده، این سیستم دارای ۲ چراغ نور بالا و پایین یا چراغ نور پائین در طرفین و دو چراغ نور بالا در قسمت داخلی می‌باشند.

۳ـ سیستم شش تایی:

شکل (۷ـ۳۳) حالت c، سیستم شش تایی را نشان می‌دهد. فرق این سیستم با نوع قبلی، اضافه شدن دو لامپ مه شکن در طرفین آن می‌باشد.

a. سیستم دوتایی
b. سیستم چهارتایی
c. سیستم شش‌تایی



شکل ۷ـ۳۳ـ سیستم‌های نصب چراغ جلو

۳ـ۶ـ۷ـ تنظیم چراغ جلو

برای بدست آوردن بهترین دید در جاده و جلوگیری از خیره کردن چشم راننده بخودرو مقابل، لازم است چراغ جلو در موقعیت صحیح نسبت به بدنهٔ خودرو تنظیم گردد. برای این کار لازم است مراحل زیر انجام شود:

۱ـ فشار باد تایرها تنظیم گردد. دقت شود این تنظیم شدن در زمانی باشد که تایرها هم دمای محیط باشند (داغ نباشند)

۲ـ باری مطابق آنچه در زیر می‌آید به خودرو اعمال شود:

- در خودروهای سواری، باری معادل ۷۰ کیلوگرم یا یک نفر در صندلی عقب قرار گیرد.
- در تریلی‌ها، باری معادل ۷۰ کیلوگرم یا یک نفر در صندلی راننده قرار گیرد.
- در کامیونها بدون اعمال بار

۳ـ در این حالت خودرو به سمت جلو یا عقب حرکت داده شود، تا بار اعمال شده اثر لازم را به سیستم تعلیق خودرو اعمال کند

۴ـ خودرو در سطح افقی کاملاً صافی پارک گردد. بطوری که فاصلهٔ چراغهای جلو از دیوار روبروی خودرو به اندازه ۱۰ متر باشد

۵ـ ارتفاع مرکز چراغ جلو تا سطح زمین را از روی خودرو نو یا کاتالوگ خودرو استخراج نموده و با نام پارامتر H یادداشت گردد.

۶ـ فاصلهٔ مرکز چراغهای طرفین جلو را از روی خودرو نو یا کاتالوگ خودرو استخراج نموده و با نام پارامتر A یادداشت شود.

۷ـ مقدار e از جدول (۱ـ۷) استخراج گردد.

۸ـ روی دیوار روبرو دو خط موازی با افق به ارتفاع H و h از سطح زمین ترسیم گردد. مقدار h از رابطهٔ (۱ـ۷) محاسبه می‌گردد.

$$h = H - e \qquad (۷_۱)$$

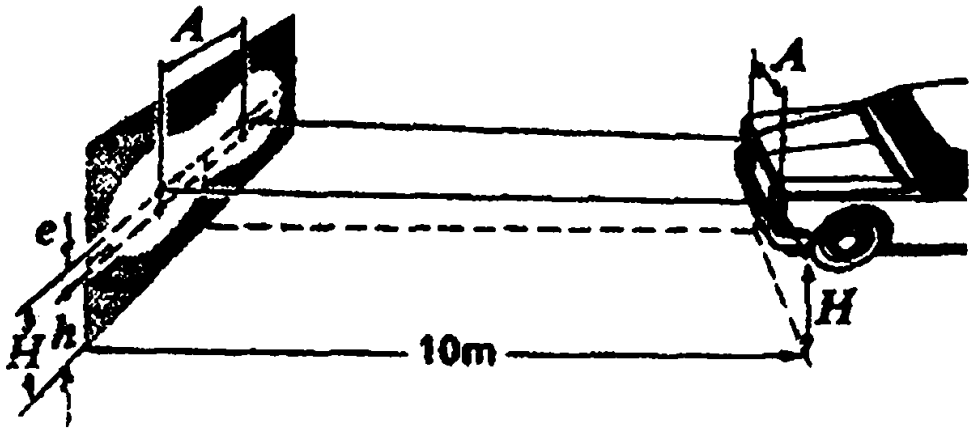
۹ـ از وسط خودرو خطی مطابق شکل‌های (۳۴ـ۷)و (۳۵ـ۷) عمود بر دیوار رسم گردد. (این خط در شکل‌ها به صورت خط چین است)

۱۰ـ از طرفین خط مرکزی خودرو روی دیوار به اندازهٔ A دو خط عمود بر افق رسم گردد تا دو خط افقی به ارتفاع H و h را قطع کند.

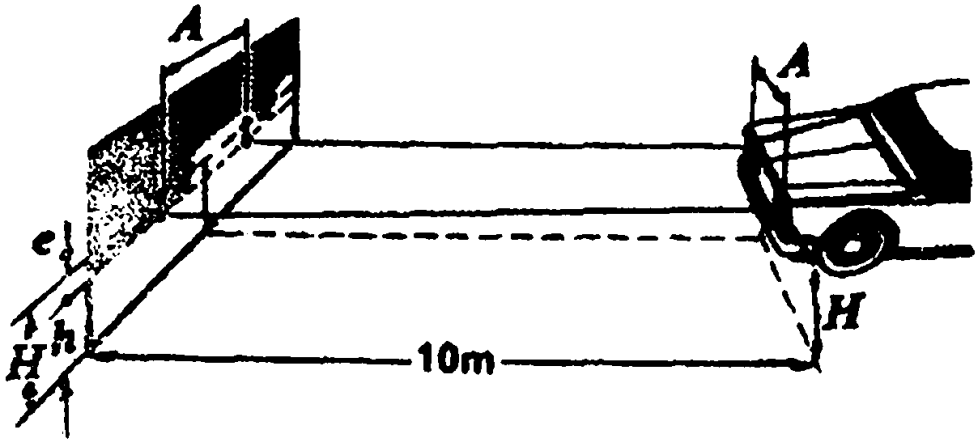
تقاطع خط عمودی سمت راننده با خط افقی به ارتفاع H نقطهٔ F_1 و تقاطع خط عمودی مذکور با خط افقی به ارتفاع h را E_1 نامگذاری کرده و دو نقطهٔ دیگر در سمت مخالف به ترتیب F_2 و E_2 نامگذاری می‌شوند.

۱۱ـ با روشن نمودن نور بالای چراغها، مطابق شکل (۷ـ۳۴) مرکز نورانی چراغها باید روی نقاط F_1 و F_2 واقع شود.

۱۲ـ با روشن کردن نور پایین چراغها، مطابق شکل (۷ـ۳۵) مرکز نورانی چراغها باید روی نقاط E_1 و E_2 واقع شود.



شکل ۷ـ۳۴ـ تنظیم نور بالای چراغ جلو



شکل ۷ـ۳۵ـ تنظیم نور پائین چراغهای جلو

نوع خودرو	مقدار e بر حسب سانتی‌متر	
	چراغهای استاتیک	چراغ مه‌شکن
۱ـ خودروهایی که ارتفاع لبهٔ بالایی کاسه چراغ از سطح زمین بیشتر از ۱۳۵ سانتی متر نباشد که شامل خودروهای زیر می‌شود ـ خودروهای سواری به جز استیشن ـ خودروهایی که چراغ آنها با توجه به حرکت سیستم تعلیق بطور خودکار تنظیم شود. ـ کشنده‌هایی که تعداد اکسلهای آنها زیاد است ـ کامیونهایی که قسمت جلوی آنها بار زده می‌شود. مانند کامیونهای معدن	۱۰	۲۰
ـ کامیونهایی که قسمت عقب آنها بار زده می‌شود. ـ خودروهایی که با طول زیاد توسط مفصل به‌هم وصل شده و چراغ آنهابا توجه به حرکت سیستم تعلیق تنظیم نمی‌شود. ـ اتوبوس‌ها بجز آنهایی که چراغ آنها با توجه به وضعیت سیستم تعلیق تنظیم می‌شود.	۳۰	۴۰
ـ خودروهای استیشن که چراغ آنهابا حرکت سیستم تعلیق تنظیم نمی‌شود ـ خودروهایی که ارتفاع لبهٔ بالایی کاسه چراغهای جلو از سطح زمین بیش از ۱۳۵ سانتی متر باشد.	$\frac{H}{۳}$	$\frac{H}{۳}$۷
ـ خودروهای کشنده که معمولاً با نور پایین کار می‌کنند و زاویهٔ انحراف چراغ آنها مشخص می‌باشد.	۲N مقدار N توسط سازنده پیشنهاد می‌شود.	۲۰

جدول ۱ـ۷ـ مقدار e برای خودروهای متفاوت

۴ـ۶ـ۷ مدار روشنایی

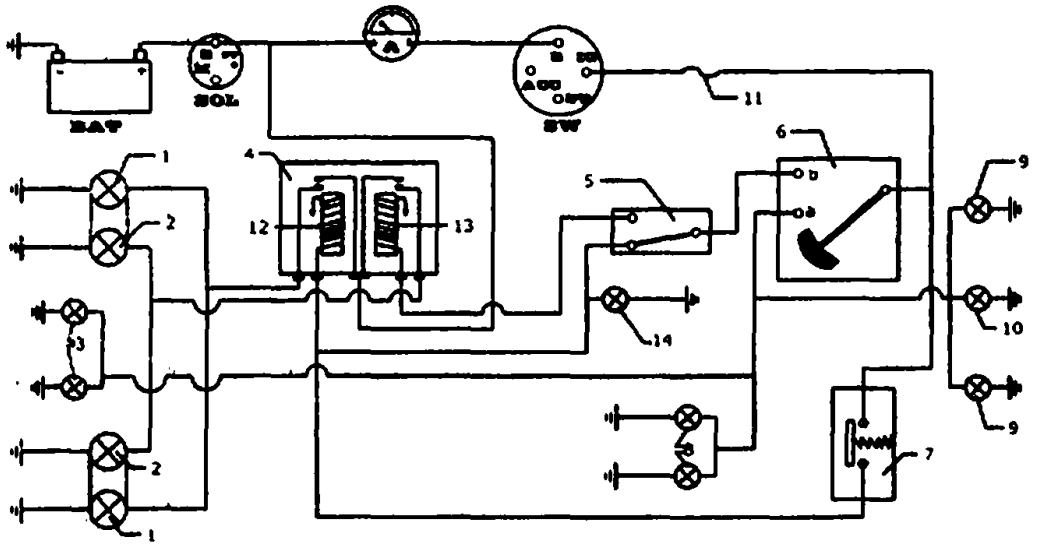
شکل (۳۶ـ۷) مدار روشنایی را نشان می‌دهد مدار دارای اجزاء زیر می‌باشد:

اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، کلید اصلی چراغها، کلید نور بالا ـ نور پایین (استوپ زیر پا)، رله چراغ راهنما، چراغ نمره، چراغ‌های جلو داشبورد، چراغهای کوچک و چراغهای بزرگ

ـ کلید اصلی چراغها از نوع دو وضعیتی (SPDT) می‌باشد. این کلید در بخش (۳ـ۵ـ۲) توضیح داده

شده است

-رله چراغ: دلیل استفاده از این رله‌ها مانند رلهٔ بوق می‌باشد این مجموعه دارای دو رله می‌باشد یکی از آنها برای نور بالا و دیگری برای نور پایین استفاده می‌شود.



شکل ۳۶-۷. مدار روشنائی

۱ ـ لامپ نور بالا
۲ـ لامپ نور پائین
۳ ـ لامپ‌های کوچک جلو
۴ـ اتومات چراغ (رلهٔ چراغ)
۵ ـ اسنپ نور بالا و پائین
۶ ـ کلید چراغ
۷ ـ کلید لحظه‌ای برای روشن کردن اضطراری چراغهای نور بالا
۸ ـ لامپ‌های جلو داشبورد
۹ ـ لامپ‌های عقب
۱۰ ـ لامپ پلاک خودرو
۱۱ ـ فیوز
۱۲ ـ رلهٔ نور بالا
۱۳ ـ رلهٔ نور پائین
۱۴ ـ لامپ هشدار نور بالا جلو داشبورد

عملکرد: هنگامی که کلید اصلی چراغها در حالت a (چراغهای کوچک) قرار گیرد. جریان برق پس از عبور از اتومات استارت، آمپرمتر، ترمینال B سوئیچ اصلی، ترمینال IG سوئیچ و جعبه فیوز وارد کلید اصلی چراغها شده از آنجا به سمت چراغ پلاک، چراغهای جلو داشبورد و چراغهای کوچک جلو، عقب رفته، باعث روشن شدن آنها می‌گردد.

وقتی کلید اصلی در حالت b (چراغهای بزرگ) قرار گیرد. جریان ورودی به کلید اصلی هم باعث روشن شدن چراغهای ذکر شده در مرحلهٔ قبل می‌گردد و هم اینکه به سمت کلید استوپ زیر پا می‌رود. بسته به اینکه کلید استوپ زیر پا در کدام حالت (نور بالا یا نور پایین) قرار داشته باشد، جریان به سمت سیم پیچ رله مربوطه رفته باعث اتصال پلاتین‌های مربوط به آن رله می‌شود. سپس جریانی از B اتومات استارت

وارد پلاتین‌ها شده و سپس به لامپ‌های مربوطه می‌رسد.

با عوض شدن وضعیت استوپ زیر پا فیلمانی که روشن بود خاموش شده و فیلمان دیگر روشن می‌شود (دقت شود چراغهای جلو دارای دو فیلمان برای نور بالا و پایین می‌باشند)

در بعضی از مدارهای روشنایی، چراغ نور بالا با استفاده از کلید لحظه‌ای (SPST) موجود در دسته راهنما نیز فعال می‌شود در این مدارها، جریان پس از عبور از جعبه فیوز وارد دسته راهنما شده و از آنجا به سیم پیچ رلهٔ نور بالا رفته، باعث مغناطیس شدن سیم پیچ شده، پلاتین‌ها را به هم متصل می‌کند و لامپ نور بالا توسط جریانی که از B اتومات استارت وارد پلاتین‌ها می‌گردد، روشن می‌شود. پس از رها کردن دسته راهنما، برق و سیم پیچ رله قطع شده، چراغ خاموش می‌گردد.

توجه: در بعضی از مدارهای روشنایی، کلید استوپ زیر پا حذف شده بجای آن کلید موجود در دسته راهنما این وظیفه را برعهده می‌گیرد. یعنی بجای استفاده از کلید لحظه‌ای، از یک کلید دو وضعیتی ساده در دسته راهنما استفاده می‌شود. جریان خروجی از وضعیت a کلید اصلی وارد دسته راهنما می‌گردد. ضمن آنکه کلید لحظه‌ای نیز در دسته راهنما وجود دارد (هنگامی که کلید لحظه‌ای عمل می‌کند، چراغهای نور بالا روشن می‌شوند که به آن چراغ پلیسی نیز گفته می‌شود)

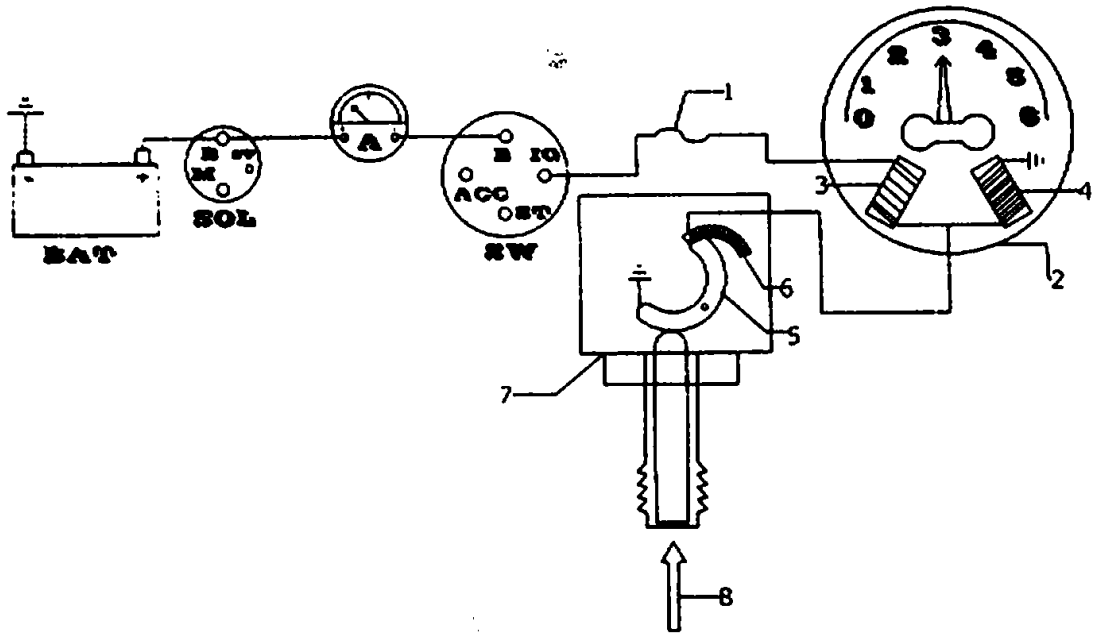
۷ـ۷ـ مدار نشان دهندهٔ فشار روغن

در برخی از خودروها، کاهش فشار روغن توسط لامپ به اطلاع راننده می‌رسد و در برخی دیگر از خودروها، نشان دهندهٔ مقدار فشار روغن استفاده می‌گردد.

شکل (۷ـ۳۷) مدار نشان دهندهٔ فشار روغن را نشان می‌دهد.

اجزاء مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، نشان دهندهٔ فشار روغن و فشنگی روغن.

سیم پیچ منحرف کننده که سمت راست نشان دهندهٔ فشار روغن قرار گرفته است تعداد حلقه‌های زیادتری نسبت به سیم پیچ سمت چپ نشان دهندهٔ فشار روغن یا سیم پیچ کنترل کننده دارا می‌باشد.



شکل ۳۷-۷- مدار نشان دهندهٔ فشار روغن

۱ ـ فیوز
۲ ـ نشان دهندهٔ فشار روغن
۳ـ سیم‌پیچ کنترل کننده
۴ ـ سیم‌پیچ منحرف کننده
۵ ـ حلقهٔ متحرک رئوستا
۶ ـ مقاومت رئوستا
۷ ـ فشنگی روغن
۸ ـ فشار روغن

عملکرد: نشان دهندهٔ مقدار فشار روغن دارای دو سیم پیچ کنترل و منحرف کننده می‌باشد علاوه بر آن، فشنگی روغن نیز دارای رئوستایی است که بوسیلهٔ تغییر فشار روغن، مقاومت آن تغییر می‌کند.

جریان برق پس از عبور از باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، ترمینال B سوئیچ و ترمینال IG سوئیچ، وارد جعبه فیوز می‌شود. سپس به سیم پیچ کنترل کننده رفته و در قسمت خروجی سیم پیچ کنترل کننده به دو قسمت تقسیم می‌گردد. قسمتی از جریان وارد سیم پیچ منحرف کننده و قسمتی دیگر از طریق رئوستای فشنگی روغن به بدنه می‌رسد. هر چه فشار روغن زیادتر شود فاصلهٔ قسمت متحرک، از ابتدای سمت چپ رئوستا بیشتر شده، در نتیجه مقومت رئوستا زیادتر می‌گردد. افزایش مقاومت رئوستای فشنگی روغن باعث می‌شود که جریان کمتری از آن بگذرد و جریان بیشتری وارد سیم‌پیچ منحرف کننده شود و با توجه به اینکه تعداد حلقه‌های سیم پیچ منحرف کننده زیادتر است در نتیجه قدرت مغناطیسی سیم پیچ منحرف کننده بیشتر شده و عقربه را به سمت خود می‌کشد. در نتیجه عقربه، فشار بیشتری را نشان می‌دهد.

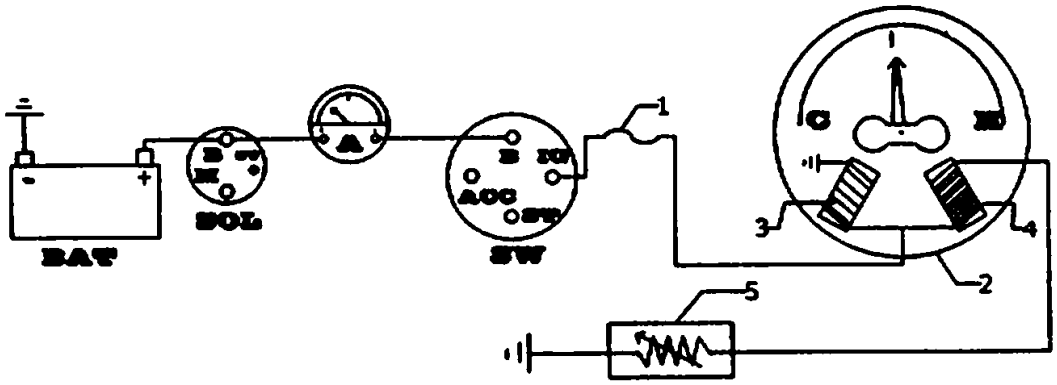
با کاهش فشار روغن، قسمت متحرک رئوستا به ابتدای سمت چپ رئوستا نزدیکتر شده و مقاومت رئوستا کمتر می‌شود و در نتیجه جریان بیشتری از سیم پیچ کنترل کننده عبور کرده و از سیم پیچ منحرف

کننده جریان ضعیفی عبور می‌کند. در نتیجه عقربه به سمت سیم پیچ کنترل کننده حرکت کرده و کاهش فشار روغن را نشان می‌دهد.

۸ـ۷ـ مدار نشان دهندهٔ دمای آب

مطابق شکل (۳۸ـ۷) مدار نشان دهندهٔ دمای آب دارای اجزاء زیر می‌باشد:

باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، نشان دهندهٔ دمای آب، فشنگی آب



شکل ۳۸ـ۷ـ مدار نشان دهندهٔ دمای آب موتور

۱ ـ فیوز
۲ ـ نشان دهندهٔ دمای آب
۳ ـ سیم‌پیچ کنترل کننده
۴ ـ سیم‌پیچ منحرف‌کننده
۵ ـ فشنگی آب

نشان دهندهٔ آب مانند نشان دهندهٔ فشار روغن دارای دو سیم پیچ کنترل کننده و منحرف کننده می‌باشد. با این تفاوت که سیم پیچ کنترل کننده و منحرف کننده نسبت به یکدیگر موازی بوده و فشنگی آب در انتهای سیم پیچ منحرف کننده و به صورت سری با آن قرار گرفته است.

نکته: سیم پیچ کنترل کننده دارای تعداد حلقه‌های کمتری نسبت به سیم پیچ منحرف کننده می‌باشد.

نکته: فشنگی دمای آب، نوعی مقاومت متغیر دمایی است که با افزایش دمای آب، مقاومت آن کاهش می‌یابد

عملکرد: هنگامی که سوئیچ اصلی در حالت IG قرار می‌گیرد، جریان از باتری، اتومات استارت و آمپرمتر عبور کرده، وارد ترمینال B سوئیچ و سپس به ترمینال IG سوئیچ می‌رود. بعد از آن جریان به

سیم پیچ کنترل کننده و منحرف کننده می‌رود. اگر آب موتور سرد باشد، مقاومت فشنگی آب زیاد می‌شود. در نتیجه مجموع مقاومت سیم پیچ منحرف کننده و فشنگی آب از مقاومت سیم پیچ کنترل کننده بیشتر می‌گردد و از اینرو جریان کمتری به سمت سیم پیچ منحرف کننده رفته و بیشتر جریان از سیم پیچ کنترل کننده عبور می‌کند. به همین دلیل عقربه به سمت سیم پیچ کنترل کننده یا حرف [1](C) (سرد) منحرف می‌شود که بیانگر کم بودن دمای آب موتور می‌باشد.

با روشن شدن موتور، درجه حرارت آب بالا می‌رود، در نتیجه مقاومت فشنگی کمتر می‌شود. به همین دلیل جریان بیشتری از سیم پیچ منحرف کننده عبور می‌کند با توجه به زیاد بودن تعداد حلقه‌های سیم پیچ منحرف کننده قدرت مغناطیسی آن افزایش یافته و عقربه را به سمت خود می‌کشد و در این حالت عقربه به سمت حرف [2](H) یا گرم حرکت می‌کند و نشان می‌دهد که دمای آب موتور در حال زیاد شدن می‌باشد.

نکته: بعضی از نشان دهنده‌های آب، با استفاده از بی‌متال، درجهٔ آب را نشان می‌دهند.

۹-۷- مدار سوخت نما

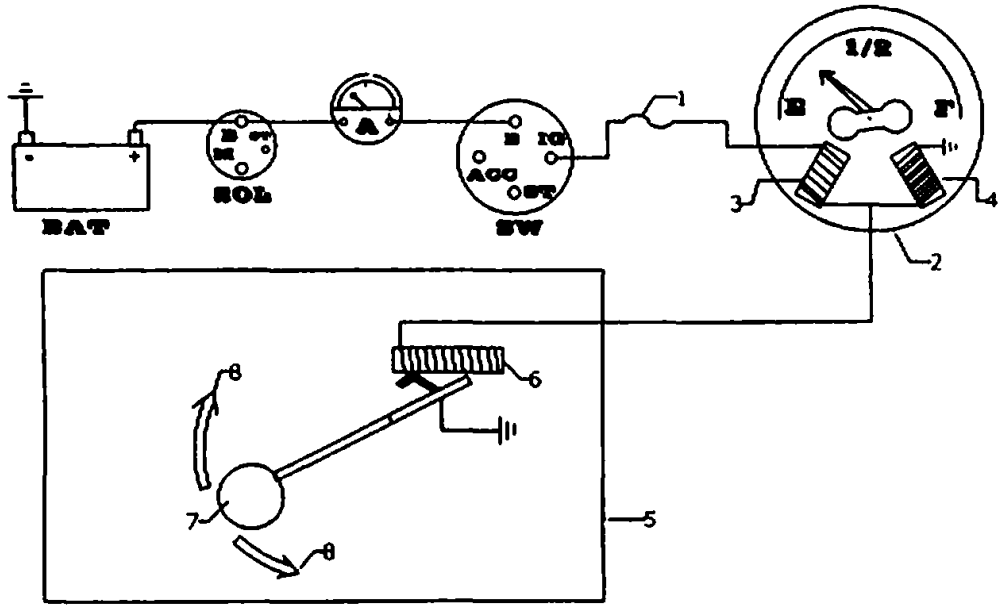
شکل (۷-۳۹) مدار سوخت نما را نشان می‌دهد.

اجزاء مدار شامل: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ جرقه، جعبه فیوز، نشان دهندهٔ مقدار سوخت روی داشبورد و واحد باک می‌باشد.

همانطور که ملاحظه می‌گردد، نشان دهندهٔ مقدار سوخت نیز مانند نشان دهندهٔ فشار روغن و نشان دهندهٔ دمای آب دارای سیم پیچ منحرف کننده در سمت راست و سیم پیچ کنترل کننده در سمت چپ می‌باشد. که تعداد حلقه‌های سیم پیچ منحرف کننده بیشتر از تعداد حلقه‌های کنترل کننده می‌باشد.

واحد باک نیز از یک رئوستا و شناور تشکیل شده است هر چقدر شناور باک بالاتر بیاید مقاومت رئوستای موجود در باک زیاد شده و با پائین رفتن شناور، مقدار مقاومت رئوستا کاهش می‌یابد

1- Cold 2- Hot



شکل ۳۹-۷. مدار سوخت نما

۱ ـ فیوز
۲ ـ نشان‌دهندهٔ مقدار سوخت باک
۳ ـ سیم‌پیچ کنترل کننده
۴ ـ سیم‌پیچ منحرف کننده
۵ ـ باک
۶ ـ مقاومت رئوستا
۷ ـ شناور حلقهٔ متحرک رئوستا
۸ ـ جهت حرکت شناور به سمت بالا یا پائین

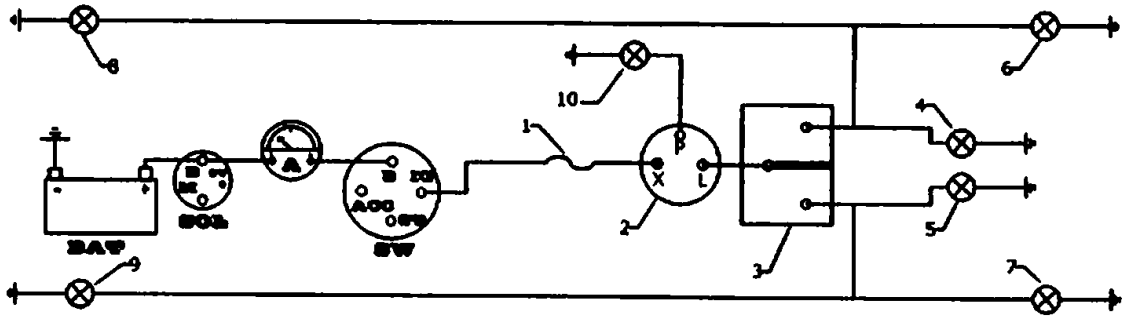
عملکرد: جریان پس از عبور از جعبه فیوز وارد سیم پیچ کنترل کننده می‌شود. در قسمت خروجی سیم پیچ کنترل کننده، جریان خروجی به دو قسمت تقسیم می‌شود. قسمتی از جریان برق وارد سیم پیچ منحرف کننده شده و بقیه از طریق رئوستا به بدنه می‌رود. حال اگر مقدار سوخت درون باک کم باشد، شناور به سمت پائین حرکت کرده و مقدار مقاومت رئوستا کاهش می‌یابد و در نتیجه جریان بیشتری وارد بدنه شده و جریان کمتری وارد سیم پیچ منحرف کننده می‌شود و از اینرو، قدرت مغناطیسی سیم پیچ کنترل کننده زیاد شده و عقربه به سمت حرف $E^{(1)}$ یا خالی بودن باک حرکت می‌کند. با افزایش مقدار سوخت در باک، مقاومت رئوستا افزایش می‌یابد، در نتیجه جریان کمتری از طریق رئوستا وارد بدنه می‌شود و مقدار جریان ورودی به سیم پیچ منحرف کننده افزایش یافته و با توجه به زیاد بودن تعداد حلقه‌های سیم پیچ منحرف کننده، قدرت مغناطیسی آن افزایش می‌یابد و عقربه به سمت حرف $F^{(2)}$ یا پر بودن باک حرکت می‌کند.

1- Empty *2- Full*

۱۰ـ۷ـ مدار راهنما

این مدار شامل اجزاء زیر می‌باشد:

باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، اتومات راهنما، دسته راهنما، لامپ راهنمای جلو داشبورد چراغهای راهنمای سمت چپ و راست خودرو.



۴۰ـ۷ـ مدار راهنما

۱ ـ فیوز
۲ ـ اتومات راهنما
۳ ـ کلید راهنما
۵ و ۴ ـ لامپ‌های راهنما درون جلو داشبورد
۷ و ۶ ـ لامپ‌های راهنمای عقب خودرو
۹ و ۸ ـ لامپ‌های راهنما جلو خودرو
۱۰ ـ لامپ درون جلوداشبورد مربوط به سیستم‌هایی که فقط یک لامپ راهنما در جلو داشبورد دارند.

عملکرد: هنگامی که چراغهای راهنمای سمت چپ یا راست توسط راننده فعال می‌شود، جریان برق پس از عبور از اتومات استارت، آمپرمتر، ترمینال B سوئیچ، ترمینال IG سوئیچ و جعبه فیوز، وارد اتومات راهنما می‌شود. اتومات راهنما در حقیقت یک نوع کلید دمایی المنتی می‌باشد که عملکرد آن در بخش (۲ـ۵ـ۷) توضیح داده شده است.

جریان برق از اتومات راهنما گذشته و با عبور از دسته راهنما، با توجه به جهت آن به سمت چراغهای سمت چپ یا راست و چراغهای جلو داشبورد رفته و از آنجا به بدنه می‌رسد. با عبور جریان از اتومات راهنما ورقهٔ بی‌متال داخل اتومات داغ شده و خم می‌گردد و در اینصورت ارتباط بین جعبه فیوز و دستهٔ راهنما قطع می‌گردد و در نتیجه چراغهای راهنمای مربوطه خاموش می‌شوند.

پس از قطع جریان، ورقهٔ بی‌متال نیز جریانی را عبور نداده و خنک می‌شود و در این حالت ورقهٔ بی‌متال به وضعیت عادی خود بازمی‌گردد و جریان برق برقرار شده و چراغهای راهنما روشن می‌شوند. این عمل تا زمانی که دسته راهنما به یکی از چراغهای چپ یا راست متصل است ادامه پیدا می‌کند.

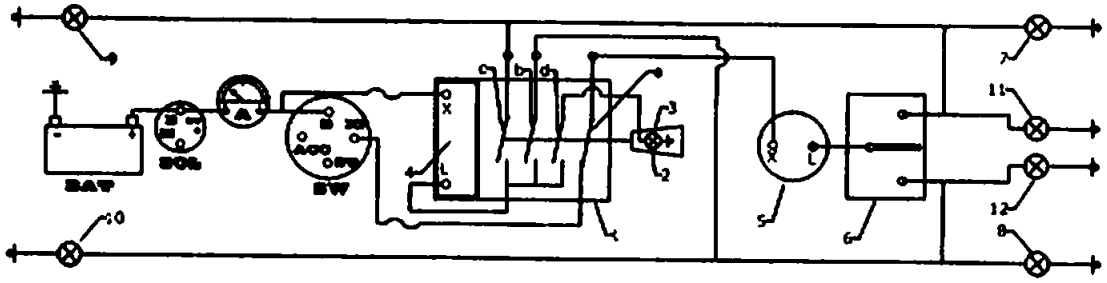
توجه: اتومات راهنمای فوق از نوع الکترومکانیکی بوده و در حالیکه نوع الکترونیکی آن نیز وجود دارد که در آن از ورقهٔ بی‌متال استفاده نمی‌شود.

نکته: اتومات راهنما دارای ترمینال دیگری به نام ترمینال P می‌باشد که می‌توان این ترمینال را به لامپی واقع در جلو داشبورد وصل نمود و این موضوع مربوط به سیستم‌هایی می‌باشد که فقط یک چراغ راهنما در جلو داشبورد وجود دارد. هر بار که مدار راهنما فعال شود (چه به سمت چپ و چه به سمت راست) این چراغ روشن و خاموش می‌شود و در این سیستم دو لامپ راهنمای جلو داشبورد حذف می‌شوند.

۱۱ـ۷ـ مدار فلاشر

شکل (۴۱ـ۷) مدار فلاشر را نشان می‌دهد

اجزاء این مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، اتومات راهنمای فلاشر، کلید فلاشر چراغهای راهنمای جلو و عقب و چراغ جلو داشبورد



شکل ۴۱ـ۷ـ مدار فلاشر

۱ ـ کلید فلاشر
۲ـ لامپ فلاشر درون کلید فلاشر
۳ـ اهرم کلید فلاشر
۴ـ اتومات فلاشر
۵ـ اتومات راهنما
۶ـ کلید راهنما (دسته راهنما)
۸ و ۷ ـ لامپ‌های راهنمای عقب خودرو
۱۰ و ۹ ـ لامپ‌های راهنمای جلوی خودرو
۱۲ و ۱۱ ـ لامپ‌های راهنمادرون جلو داشبورد
a: کلید قطع جریان اتومات راهنما در هنگام استفاده از فلاشر و وصل جریان هنگامی که از فلاشر استفاده نمی‌شود.
d و c و b مجموعه کلید قطع و وصل جریان به تمامی لامپ‌های راهنما. این سه کلید و کلید a همزمان با هم عمل می‌کنند.

عملکرد: در هنگام روشن بودن سوئیچ اصلی، برق از طریق کنتاکت a کلید فلاشر به اتومات راهنما رفته و از آنجا به دسته راهنما و نهایتاً در مواقع نزوم چراغهای راهنمای مورد نظر روشن می‌گردند.

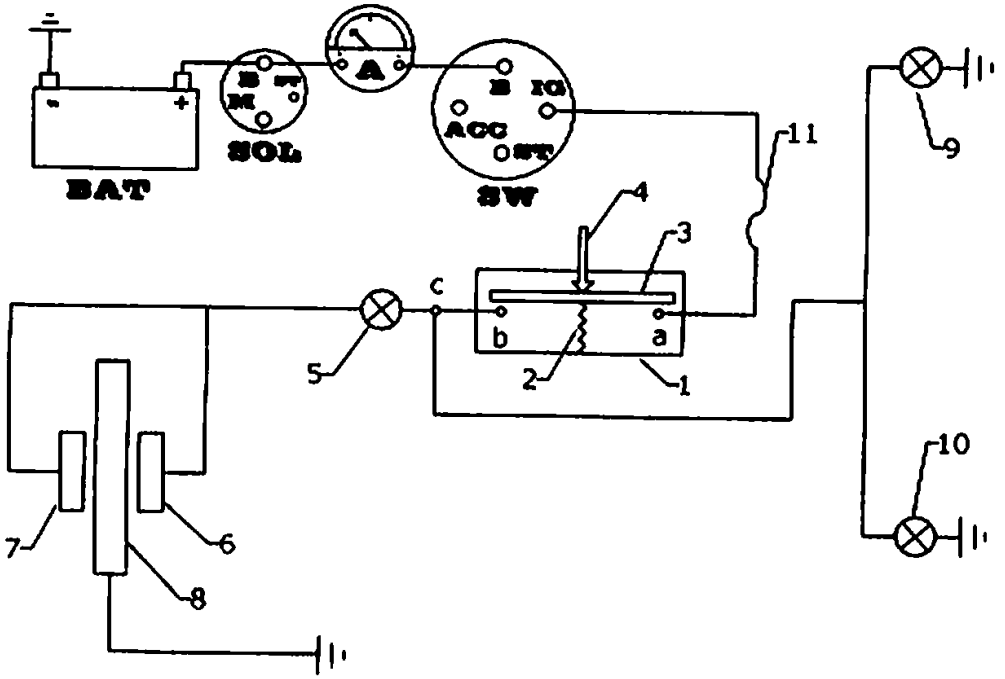
برق اتومات راهنمای فلاشر به طور مستقیم از باتری تأمین می‌شود. جریان برق باتری وارد ترمینال X یا B اتومات راهنمای فلاشر شده و پس از عبور از ترمینال L وارد کلید فلاشر می‌شود. از این رو با فشار دادن کلید فلاشر، کنتاکت‌های b و c و d وصل شده و کنتاکت a قطع می‌گردد. کنتاکت b برق چراغهای راهنمای سمت راننده را تأمین می‌کند و کنتاکت c برق چراغهای راهنمای سمت دیگر را تأمین می‌کند و کنتاکت d برق مورد نیاز چراغ نشاندهندهٔ داخل کلید فلاشر را تأمین می‌کند.

چون با وصل شدن کنتاکت‌های b و c و d، کنتاکت شماره a قطع می‌گردد. از این رو در زمان استفاده از فلاشر نمی‌توان از اتومات راهنما استفاده نمود. زیرا برق اتومات راهنما قطع می‌شود.

۱۲-۷- مدار اخطار لنت ترمز

اجزای این مدار مطابق شکل (۷.۴۲) می‌باشد

اجزای این مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، کلید هیدرولیکی، لامپ اخطار، لنت ترمز و دیسک ترمز



شکل ۷.۴۲- مدار اخطار تمام شدن لنت ترمز

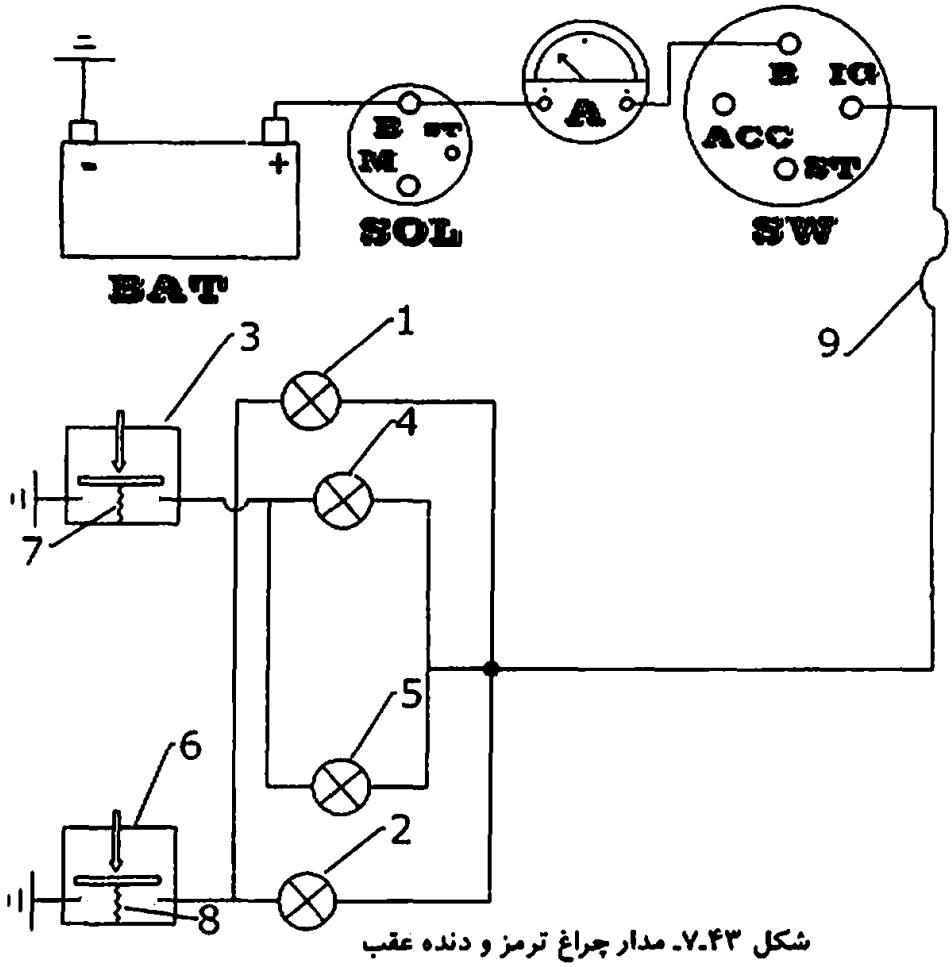
۱ - کلید لحظه‌ای چراغ ترمز (هیدرولیکی)
۲ - فنر
۳ - صفحه فلزی
۴ - فشار روغن ترمز
۵ - لامپ هشدار دهندهٔ تمام شدن لنت ترمز (لامپ اخطار)
۷ و ۶ - لنت‌های ترمز
۸ - دیسک ترمز
۱۰ و ۹ - لامپ‌های ترمز عقب خودرو
۱۱ - فیوز
b و a - کنتاکت‌های کلید چراغ ترمز

عملکرد: هنگامی که سوئیچ روشن است و پدال ترمز فشرده می‌شود، فشار هیدرولیک به کلید هیدروئیکی فشار آورده و باعث می‌شود که کنتاکت‌های a و b را به هم وصل کند. در این صورت جریان برق با عبور از باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، B سوئیچ و IG سوئیچ به کنتاکت a و سپس به کنتاکت b می‌رسد. با عبور جریان برق از کنتاکت b، جریان برق به نقطه c می‌رسد در نقطهٔ c جریان برق به دو قسمت، تقسیم می‌شود. مقداری از این جریان به چراغهای ترمز عقب خودرو رفته و چراغها را روشن می‌کند. اگر لنت‌های ترمز چرخهای جلو بیش از حد سائیده شده و به انتها رسیده باشند. در اینصورت مقداری از جریان برق از نقطهٔ c به لامپ اخطار و از آنجا به لنت‌ها رفته و نهایتاً با تماس کنتاکت‌های درون لنت به دیسک ترمز، به بدنه می‌رسد و باعث می‌شود که چراغ اخطار روشن شود و نشان می‌دهد که لنت‌ها باید تعویض گردند.

۱۳ـ۷ـ مدار چراغهای ترمز و دنده عقب

این مدار در شکل (۷ـ۴۳) مشاهده می‌گردد.

اجزای این مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، چراغ‌های ترمز، چراغهای دنده عقب



شکل ۷ـ۴۳ـ مدار چراغ ترمز و دنده عقب

۱ و ۲ ـ لامپ‌های ترمز در عقب خودرو ۳ ـ کلید دنده عقب ۴ و ۵ ـ لامپ‌های دنده عقب در عقب خودرو
۶ ـ کلید ترمز بالا یا پائین پدال ترمز ۷ و ۸ ـ فنر ۹ ـ فیوز

عملکرد: در مدار (۷-۴۲) ملاحظه شد که برای روشن شدن چراغهای ترمز عقب در هنگام ترمزگیری، کلیدی که با فشار هیدرولیک روغن مدار ترمز عمل می‌کرد وجود داشت. در بعضی از خودروها کلیدی بالای پدال ترمز وجود دارد که در هنگام ترمزگیری مدار لامپ‌های ترمز را وصل نموده و چراغهای ترمز روشن می‌شوند و به خودرو پشت سر خبر می‌دهند که خودرو در حال کاهش سرعت می‌باشد مدار اخیر در شکل (۷-۴۳) نشان داده شده است.

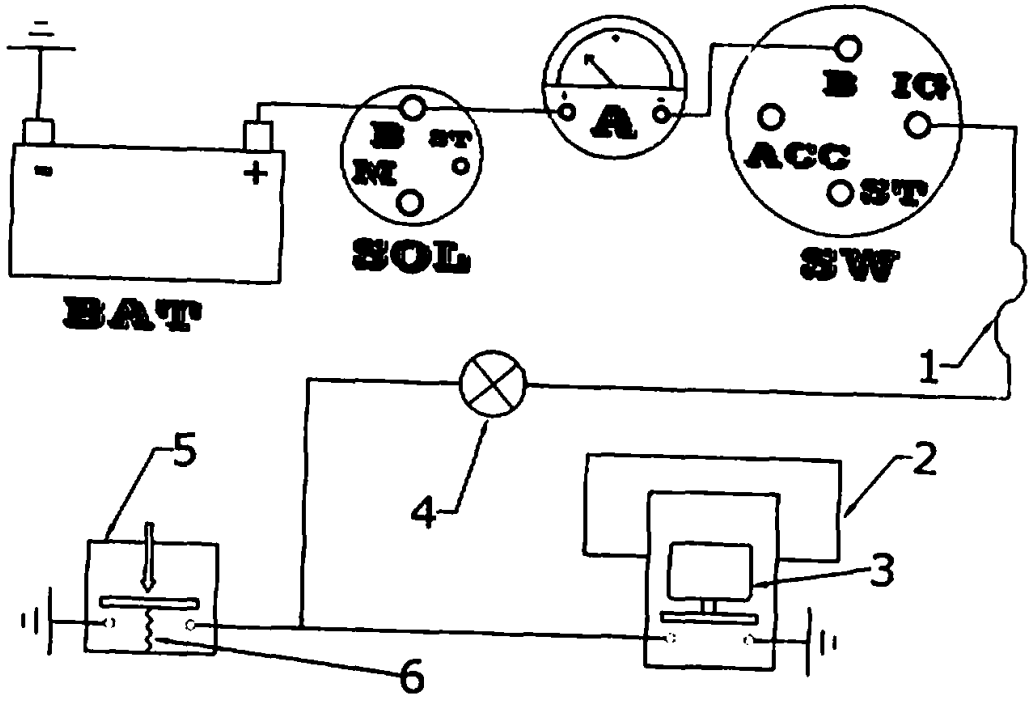
ملاحظه می‌شود در هنگام ترمزگیری کلید روی پدال ترمز وصل شده و جریان برق لامپ‌های ترمز در هنگام روشن بودن سوئیچ کامل می‌شود و چراغهای ترمز روشن می‌شوند.

برای چراغهای دنده عقب نیز کلیدی روی جعبه دنده و کنار دسته دنده (در داخل جعبه دنده) قرار داده شده، بطوری که در هنگام دنده عقب این کلید مطابق شکل اتصال بدنه لامپ‌های دنده عقب را تأمین نموده و جریان برق در هنگام روشن بودن سوئیچ از این لامپ‌ها عبور کرده و چراغ دنده عقب را روشن می‌کند.

۱۴-۷- مدار چراغ ترمز دستی و روغن ترمز

این مدار در شکل (۷-۴۴) ملاحظه می‌گردد

اجزاء این مدار: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، لامپ جلو داشبورد، کلید ترمز دستی و سوئیچ روغن ترمز می‌باشد.



شکل ۷-۴۴- مدار اخطار روغن ترمز و ترمز دستی

۱ - فیوز ۲ - درپوش مخزن روغن ترمز ۳ - شناور صفحهٔ فلزی متصل به آن ۴ - لامپ هشدار دهندهٔ کمبود روغن ترمز و یا فعال بودن ترمز دستی ۵ - کلید ترمز دستی بالا یا پائین بازوی ترمز دستی ۶ - فنر

عملکرد: این مدار برای هنگامی است که روغن ترمز به حداقل خود رسیده و یا خودرو در حالت ترمز دستی باشد در این حالت با روشن شدن چراغی راننده متوجه می‌شود، سطح روغن ترمز کاهش یافته و یا خودرو در حالت ترمز دستی می‌باشد.

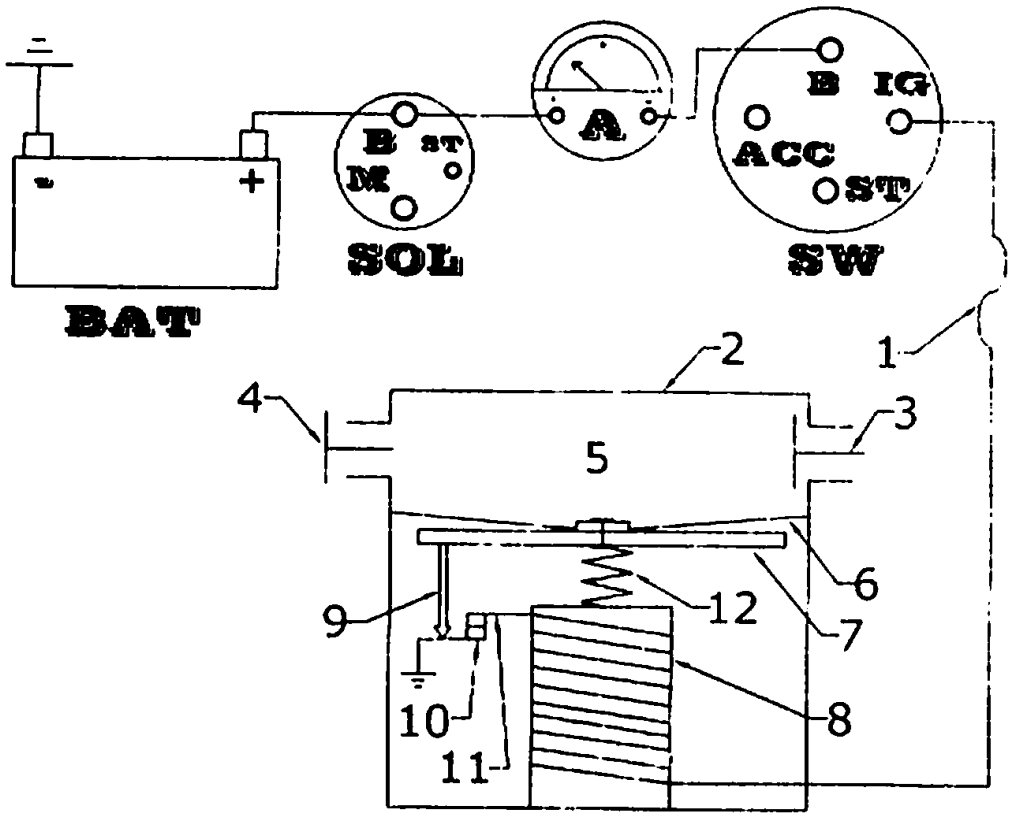
با توجه به شکل (۷ـ۴۴) جریان برق از باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، لامپ جلو داشبورد عبور کرده و به کلید پشت اهرم ترمز دستی و یا کلید روغن ترمز که روی در مخزن روغن ترمز قرار دارد می‌رسد اگر اهرم ترمز دستی بالا باشد، کلید مربوطه، اتصال بدنهٔ لامپ را تأمین می‌کند و چراغ روشن می‌شود. همچنین اگر سطح روغن ترمز کاهش بیابد، شناور پایین رفته و دو کنتاکت را به هم وصل می‌کند و از این رو چراغ روشن شده که نشان‌دهندهٔ کاهش روغن موجود در مخزن روغن می‌باشد.

۱۵ـ۷ـ مدار پمپ بنزین برقی

همانطوری که می‌دانید پمپ بنزین مکانیکی روی بدنهٔ موتور نصب می‌شود. به همین دلیل گرمای ایجاد شده در موتور (در حالت روشن بودن) از طریق بدنه به پمپ بنزین منتقل می‌گردد. این گرما باعث تبخیر بنزین موجود در پمپ می‌گردد. در نتیجه بنزین کمتری به کاربراتور ارسال می‌شود که به این حالت قفل گازی می‌گویند. برای جلوگیری از بروز این مشکل از پمپ بنزین برقی استفاده می‌گردد.

شکل (۷ـ۴۵) مدار یک نوع پمپ بنزین برقی را نشان می‌دهد.

این مدار شامل باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز و پمپ بنزین برقی می‌باشد.



شکل ۷ـ۴۵ـ مدار پمپ بنزین برقی (مکشی)

۱ـ فیوز ۲ـ پمپ بنزین ۳ـ سوپاپ ورودی ۴ـ سوپاپ خروجی ۵ـ محفظهٔ مکش و تراکم پمپ بنزین ۶ـ دیافراگم ۷ـ صفحهٔ فلزی ۸ـ سیم‌پیچ ۹ـ بازوی متصل به صفحهٔ فلزی ۱۰ـ پلاتین متحرک ۱۱ـ پلاتین ثابت ۱۲ـ فنر

همانطور که ملاحظه می‌گردد از یک سولنوئید برای ایجاد مکش و تراکم در پمپ بنزین استفاده می‌گردد.

عملکرد: هنگامی که سوئیچ در حالت IG قرار می‌گیرد. جریانی از باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، ترمینال B سوئیچ و ترمینال IG سوئیچ عبور کرده وارد جعبه فیوز می‌گردد. پس از آن جریان وارد سیم پیچ پمپ بنزین شده و از طریق پلاتین به بدنه می‌رود. بنابراین سیم پیچ را مغناطیس می‌کند. در نتیجه میله‌ای که به دیافراگم پمپ بنزین متصل است به سمت داخل سیم پیچ کشیده می‌شود. این عمل باعث پایین آمدن دیافراگم و ایجاد خلاء در محفظهٔ بالایی پمپ بنزین می‌گردد. با پایین آمدن دیافراگم، زائده‌ای که به واشر فنزی دیافراگم متصل است باعث قطع شدن ارتباط پلاتین‌ها شده و در نتیجه جریان سیم پیچ قطع می‌گردد.

و دیافراگم بوسیلهٔ فنر به محل اولیه خود باز می‌گردد. در این صورت سوخت به کاربراتور فرستاده می‌شود. با بالا آمدن دیافراگم، اتصال پلاتین‌ها برقرار شده و جریان سیم پیچ دوباره متصل می‌گردد. این سیکل مرتباً تکرار شده و سوخت به کاربراتور ارسال می‌گردد.

در زمانی که پیالهٔ کاربراتور به اندازهٔ کافی پر باشد، سوزن شناور از ورود بنزین به پیاله جلوگیری می‌کند. در این صورت سوخت بالای دیافراگم، از بالا آمدن دیافراگم جلوگیری می‌کند و ایست پمپ اتفاق می‌افتد. هنگامی که سوزن شناور اجازهٔ عبور بنزین به داخل پیاله را بدهد، دیافراگم به سمت بالا حرکت کرده و به کار خود ادامه می‌دهد.

توجه: پمپ بنزین‌های برقی دو نوع می‌باشند. نوعی که در بالا عملکرد آن توضیح داده شده، پمپ بنزین مکشی (فانوسی) نامیده می‌شود. و نوع دیگر پمپ بنزین فشاری می‌باشد. عملکرد این پمپ مانند پمپ آب یا پمپ شیشه‌شوی برف‌پاک‌کن می‌باشد.

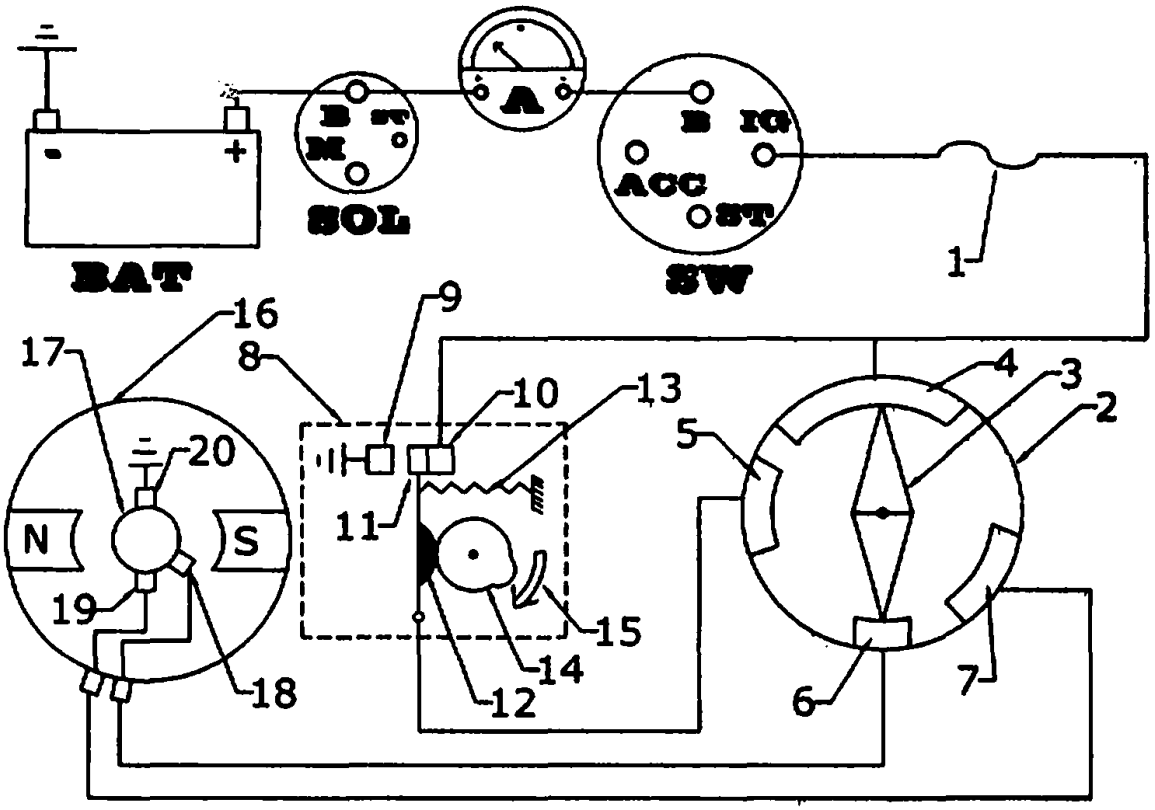
۱۶ـ۷ـ مدار برف پاک کن

شکل (۴۶ـ۷) مدار الکتریکی برف پاک کن ۲ دور را نشان می‌دهد.

این مدار دارای اجزاء زیر می‌باشد:

باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، کلید برف پاک کن و موتور برف پاک‌کن

کلید برف پاک کن نوع خاصی از کلید ۳ وضعیتی می‌باشد وضعیت اول باعث اتصال کنتاکت مربوط به برگشت تیغه‌های برف پاک کن و دور کم می‌شود. در وضعیت دوم کنتاکت دور کم و کنتاکت برق اصلی اتصال دارند و در وضعیت سوم برق اصلی به کنتاکت دور تند متصل می‌شود.



شکل ۴۶-۷- مدار برف پاک‌کن با ۲ سرعت

۱ - فیوز
۲ - کلید برف‌پاک‌کن
۳- کنتاکت متحرک کلید برف پاک‌کن
۴ - کنتاکت برق ورودی کلید برف پاک‌کن
۵ - کنتاکت خاموش بودن کلید برف پاک‌کن و انتقال تیغه‌های برف‌پاک‌کن به پائین شیشه
۶ - کنتاکت دور تند کلید برف‌پاک‌کن
۷- کنتاکت دور کند کلید برف‌پاک‌کن
۸ - مجموعه پلاتین برگشت تیغه‌های برف‌پاک‌کن به پائین شیشه
۹ - پلاتین ثابت متصل به بدنه
۱۰ - پلاتین ثابت متصل به برق مثبت
۱۱ - پلاتین متحرک
۱۲ - عایق
۱۳ - فنر
۱۴ - زائدهٔ روی محور آرمیچر
۱۵ - جهت دوران آرمیچر برف‌پاک‌کن
۱۶ - موتور برف‌پاک‌کن
۱۷ - آرمیچر برف‌پاک‌کن
۱۸ - زغال دور تند
۱۹ - زغال دور کند
۲۰ - زغال منفی

عملکرد: هنگامی که کلید برف پاک‌کن در دور کند قرار می‌گیرد. اگر سوئیچ اصلی در حالت روشن باشد جریان برق از اتومات استارت و آمپرمتر وارد ترمینال B سوئیچ و از آنجا به ترمینال IG می‌رود. جریان پس از عبور از جعبه فیوز وارد کنتاکت اصلی برف پاک‌کن می‌گردد و از آنجا به کنتاکت دور کند وارد شده به سمت موتور برف پاک‌کن می‌رود.

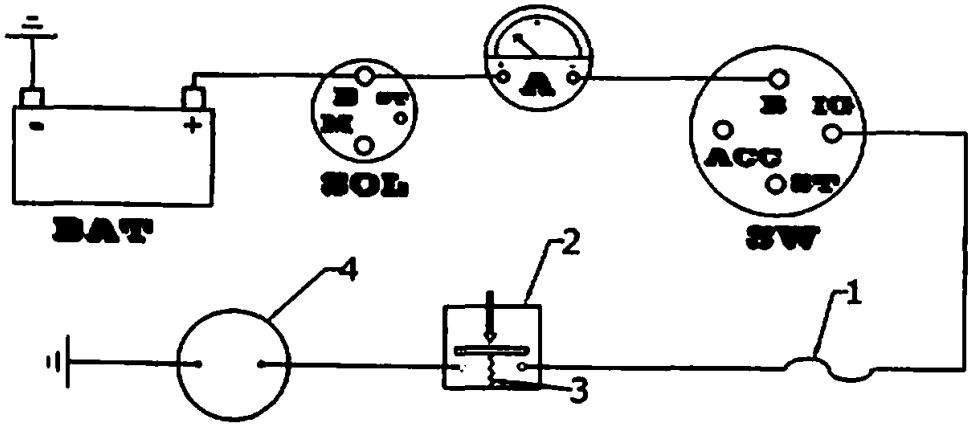
پس از عبور از آرمیچر به بدنه می‌رسد در نتیجه آرمیچر شروع به دوران کرده باعث حرکت مکانیزم

برف پاک‌کن و در نهایت حرکت تیغه‌های برف پاک‌کن می‌گردد. اگر کلید برف پاک‌کن در حالت دور تند قرار گیرد. جریان برق از کنتاکت اصلی برف پاک‌کن وارد کنتاکت دور تند شده و از آنجا به ترمینال دور تند موتور برف پاک‌کن می‌رود. و پس از عبور از آرمیچر به بدنه می‌رود. با توجه به محل قرار گرفتن زغال دور تند، آرمیچر با سرعت بیشتر می‌چرخد. هنگامی که کلید برف پاک‌کن قطع می‌شود ممکن است تیغه آن در نیمه مسیر باشد. در این مواقع باید تیغه برف پاک‌کن آنقدر به حرکت ادامه دهد تا به ابتدای مسیر برسد. برای رسیدن به این هدف از مجموعه‌ای شامل پلاتین، بادامک و زائده استفاده می‌شود. بادامک روی محور آرمیچر نصب می‌گردد. این بادامک طوری طراحی شده است که اگر تیغهٔ برف پاک‌کن در ابتدای مسیر نباشد و کلید برف پاک‌کن قطع شود هیچ نیرویی به پلاتین اعمال نکرده و پلاتین جریان برق را به کنتاکت ۵ و از طریق کنتاکت متحرک به کنتاکت دور کند (کنتاکت ۷) منتقل می‌کند و موتور برف‌پاک‌کن با دور کند حرکت می‌کند تا زمانی که بادامک زیر پلاتین قرار گرفته و در اینصورت پلاتین متحرک (پلاتین ۱۱) را به پلاتین ثابت ۹ وصل می‌کند و در اینصورت هر دو زغال آرمیچر به بدنه وصل می‌شود و با توجه به اینکه در این حالت تیغه برف‌پاک‌کن به پائین شیشه رسیده، آرمیچر موتور برف‌پاک‌کن دچار حالت ترمزی شده و در همان موقعیت توقف می‌نماید.

۱۷ـ۷ـ مدار شیشه شوی برف پاک کن

مدار شیشه شوی برف پاک‌کن مطابق شکل (۷ـ۴۷) می‌باشد.

اجزاء این مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، موتور شیشه شوی، کلید شیشه شوی.



شکل ۴۷ـ۷ـ مدار شیشه شوی برف پاک‌کن

۱ ـ فیوز
۲ ـ کلید شیشه‌شوی
۳ ـ فنر
۴ ـ موتور شیشه‌شوی

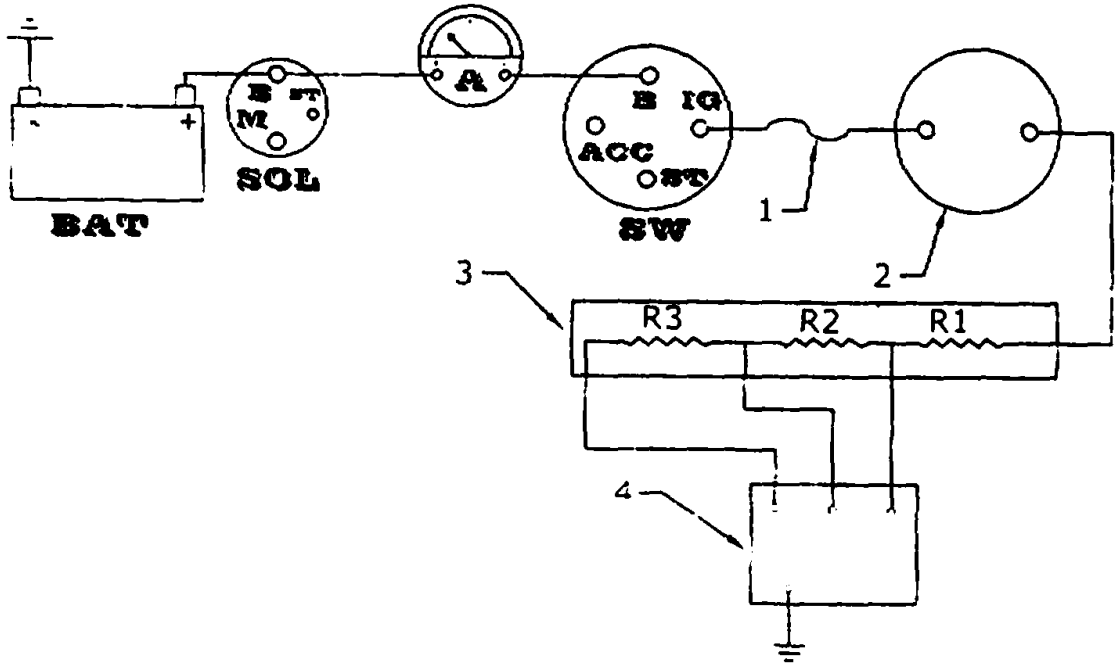
عملکرد: اگر برف پاک کن روی شیشه خشک حرکت کند. ضمن آن‌که شیشه را تمیز نمی‌کند، روی شیشه خط انداخته و دید راننده و سرنشین را ضعیف می‌کند. از این رو لازم است در مواقعی که شیشه خشک است و نیاز به حرکت برف پاک کن روی شیشه می‌باشد از آب جهت مرطوب نمودن شیشه استفاده گردد. در این صورت از مخزن آب و پمپ شیشه شوی استفاده می‌شود.

پمپ شیشه شوی در کنار مخزن آب شیشه شوی قرار گرفته است. هنگامی که سوئیچ روشن است. در صورتیکه کلید موتور شیشه شوی وصل شود، جریان برق از موتور عبور کرده و پمپ متصل به موتور، آب موجود در مخزن شیشه شوی را به سمت شیشه پمپ می‌کند.

۱۸ـ۷ـ مدار بخاری [1]

مدار بخاری مطابق شکل (۴۸ـ۷) می‌باشد

اجزاء این مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، موتور با فن بخاری و کولر، واحد مقاومت و کلید فن



شکل ۴۸ـ۷ـ مدار بخاری

۱ ـ فیوز
۲ ـ موتور بخاری
۳ ـ مجموعهٔ مقاومت کنترل دور موتور بخاری
۴ ـ کلید بخاری

عملکرد: در این مدار باید توجه نمود که فن مورد نظر با توجه به شرایط محیطی و دمای محیط در مدار بخاری یا کولر بکار می‌رود.

کلید فن دارای سه وضعیت دور کند، متوسط و تند می‌باشد هنگامی که کلید فن در وضعیت دور کند

1 Heater

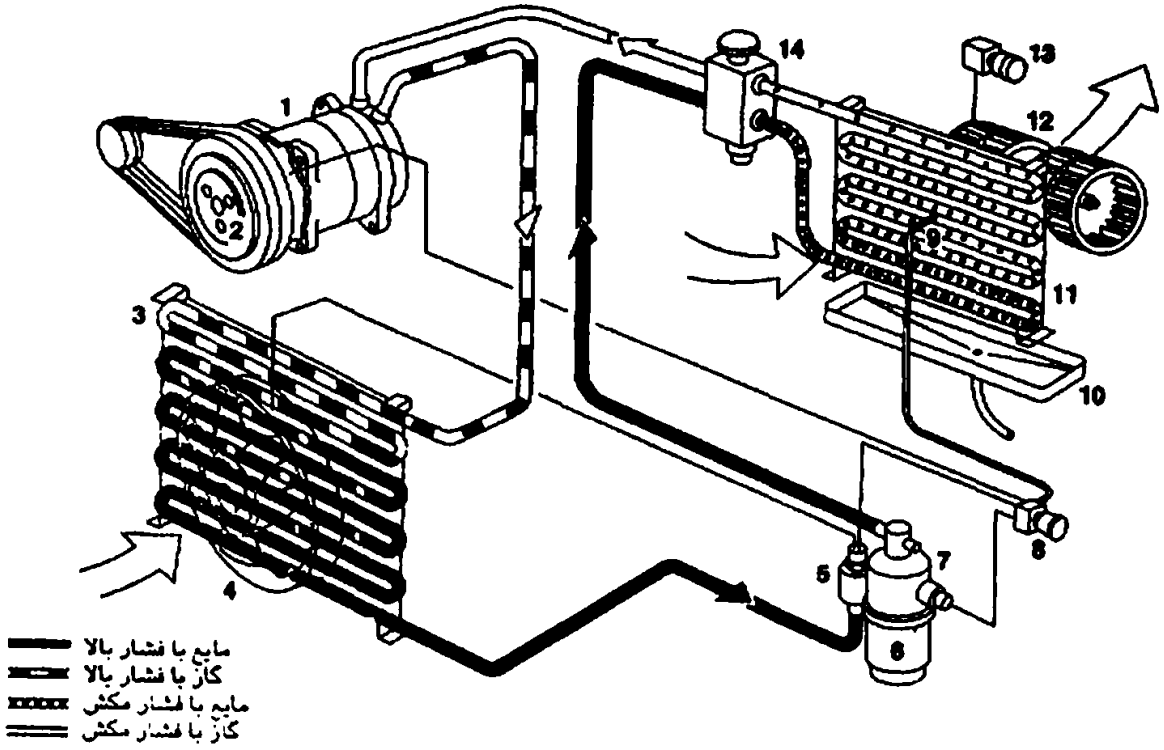
قرار گیرد، جریان برق باتری با عبور از باتری، اتومات استارت و آمپرمتر به ترمینال B سوئیچ رسیده و پس از عبور از ترمینال IG سوئیچ جعبه فیوز به موتور فن می‌رسد. جریان خروجی از فن وارد ۳ مقاومت R_1، R_2 و R_3 شده و از آنجا وارد بدنه می‌شود. در این حالت فن با دور کند شروع به دوران می‌کند.

در وضعیت دور متوسط لازم است که کلید فن روی وضعیت دور متوسط قرار گیرد و با این کار مقاومت R_3 از مدار خارج می‌شود. در این حالت جریان خروجی فن با عبور از مقاومت‌های R_1 و R_2 به بدنه رفته و فن با دور متوسط دوران می‌کند

در وضعیت دور تند، مقاومت R_2 نیز از مدار خارج می‌شود و جریان خروجی فقط از مقاومت R_1 عبور کرده و به بدنه می‌رود. در این حالت فن با دور تند دوران می‌کند.

۱۹ـ۷ـ مدار کولر[1]

یکی از سیستم‌هایی که برای راحتی سرنشین خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیستم کولر می‌باشد. که وظیفهٔ خنک کردن فضای داخلی اتاق خودرو را برعهده دارد. شکل (۴۹ـ۷) اجزاء این سیستم را نشان می‌دهد.



شکل ۴۹ـ۷ـ مدار کولر

۱ ـ کمپرسور کولر	۵ ـ کلید فشار قوی	۹ ـ سنسور دمایی	۱۱ ـ اواپراتور
۲ ـ کلاچ الکترومغناطیسی	۶ ـ مخزن ذخیره	۱۰ ـ محفظهٔ جمع‌آوری آب تولید شده، از اطراف اواپراتور	۱۲ ـ فن اواپراتور (فن بخاری)
۳ ـ کندانسور	۷ ـ کلید فشار ضعیف		۱۳ ـ کلید بخاری
۴ ـ فن	۸ ـ کلید دمایی		۱۴ ـ شیر انبساطی

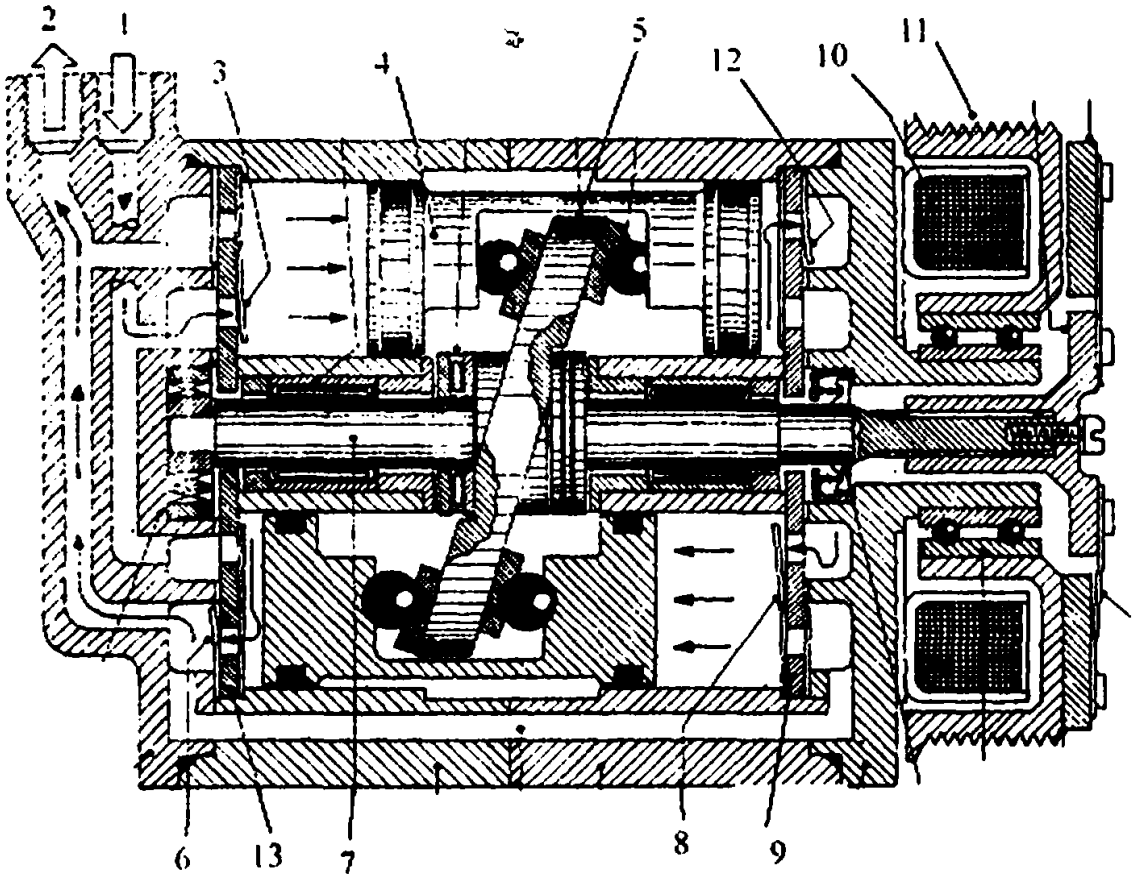
1- Cooler

عملکرد کولر به شرح زیر است:

هنگامی که گاز خروجی از شیر انبساطی (شماره ۱۴) وارد کمپرسور[1] (شماره ۱) می‌شود فشرده شده و تبدیل به گاز متراکم می‌گردد. بعضی از کمپرسورها این عمل را با استفاده از پیستون و میل لنگ انجام می‌دهند اما انواع جدیدتر آن مطابق شکل (۷.۵۰) عمل فشرده سازی گاز را انجام می‌دهند. در این حالت، تعدادی پیستون وجود دارد، محور پمپ نیز به یک سطح شیب‌دار متصل است که این سطح شیب‌دار با محور پمپ دوران می‌کند و با حرکت دورانی سطح شیب‌دار، این سطح شیبدار نیرویی به پیستون‌ها اعمال می‌کند و باعث حرکت رفت و برگشتی به موازات محور پمپ کولر شده و در اینصورت، پیستونها گاز را از شیر انبساطی دریافت کرده و به کندانسور می‌فرستند. گاز متراکم شده از کمپرسور خارج شده به کندانسور[2] (شماره ۳) می‌رود. کندانسور در حقیقت لوله‌ای مارپیچ می‌باشد. هوایی که توسط فن رادیاتور کولر (شماره ۴) از بین لوله‌های کندانسور می‌گذرد، گرمای گاز متراکم داخل لوله‌ها را جذب کرده و باعث می‌شود گاز متراکم به مایع متراکم تبدیل شود. مایع متراکم پس از عبور از شیر فشار قوی[3] (شماره ۵) وارد مخزن ذخیره[4] (شماره ۶) می‌شود. مخزن ذخیره علاوه بر نگهداری مایع متراکم، رطوبت آب موجود در آنرا نیز می‌گیرد. شکل (۷.۵۱) برش خوردهٔ یک مخزن ذخیره را نشان می‌دهد.

مایع متراکم پس از عبور از شیر فشار ضعیف (شماره ۷) وارد شیر انبساطی[5] (شماره ۱۴) می‌گردد لوله موئین موجود در شیر انبساطی مایع متراکم (پرفشار) را به مایع با فشار کم تبدیل کرده، آنرا به اواپراتور[6] (شماره ۱۱) می‌فرستد. اواپراتور نیز مانند کندانسور لوله‌ای مارپیچ می‌باشد در اثر چرخیدن فن اواپراتور (شماره ۱۲) هوا از بین لوله‌های مارپیچ عبور کرده و گرمای خود را به مایع کم فشار می‌دهد. این عمل باعث خنک شدن هوا و گرم شدن مایع کم فشار می‌شود.

1- *Compressor*
2- *Condonser*
3- *Hight - pressure switch*
4- *Fluid reservior*
5- *Expansion Valve*
6- *Evaporator*



شکل ۵۰-۷- نوعی کمپرسور

۱ - مجرای ورودی

۲ - مجرای خروجی

۳ - سوپاپ ورودی

۴ - پیستون

۵ - صفحهٔ مدور مایل که با شفت کمپرسور دوران می‌کند

۶ - سوپاپ خروجی

۷- محور کمپرسور

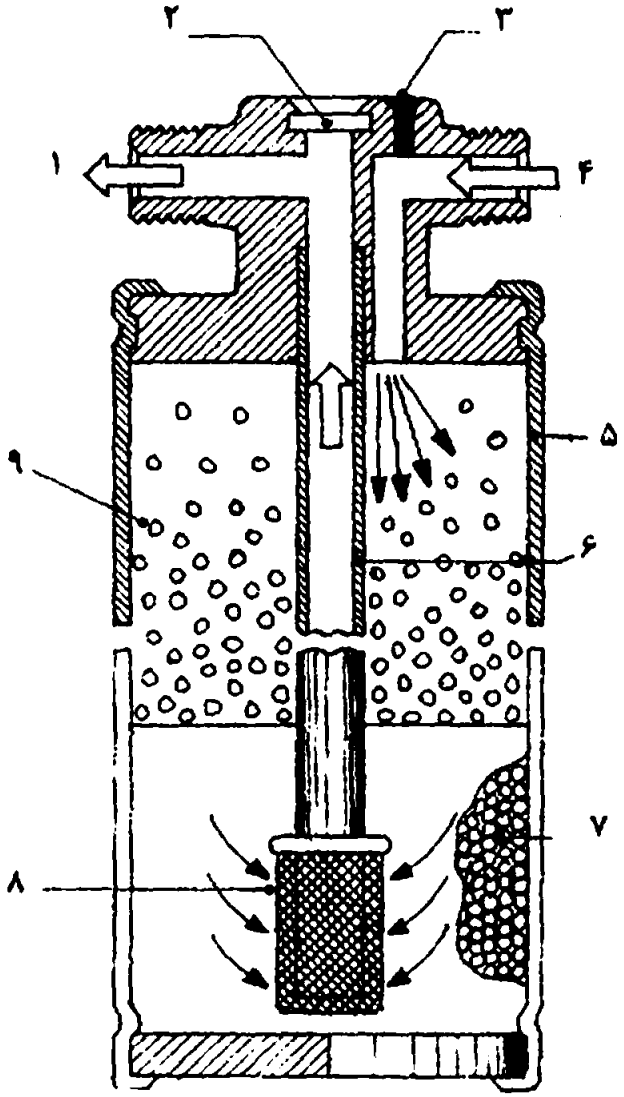
۸ - سوپاپ ورودی

۱۳ و ۹ - صفحه سوپاپ‌ها

۱۰ - سولنوئید کلاچ

۱۱ - پولی

۱۲ - سوپاپ خروجی

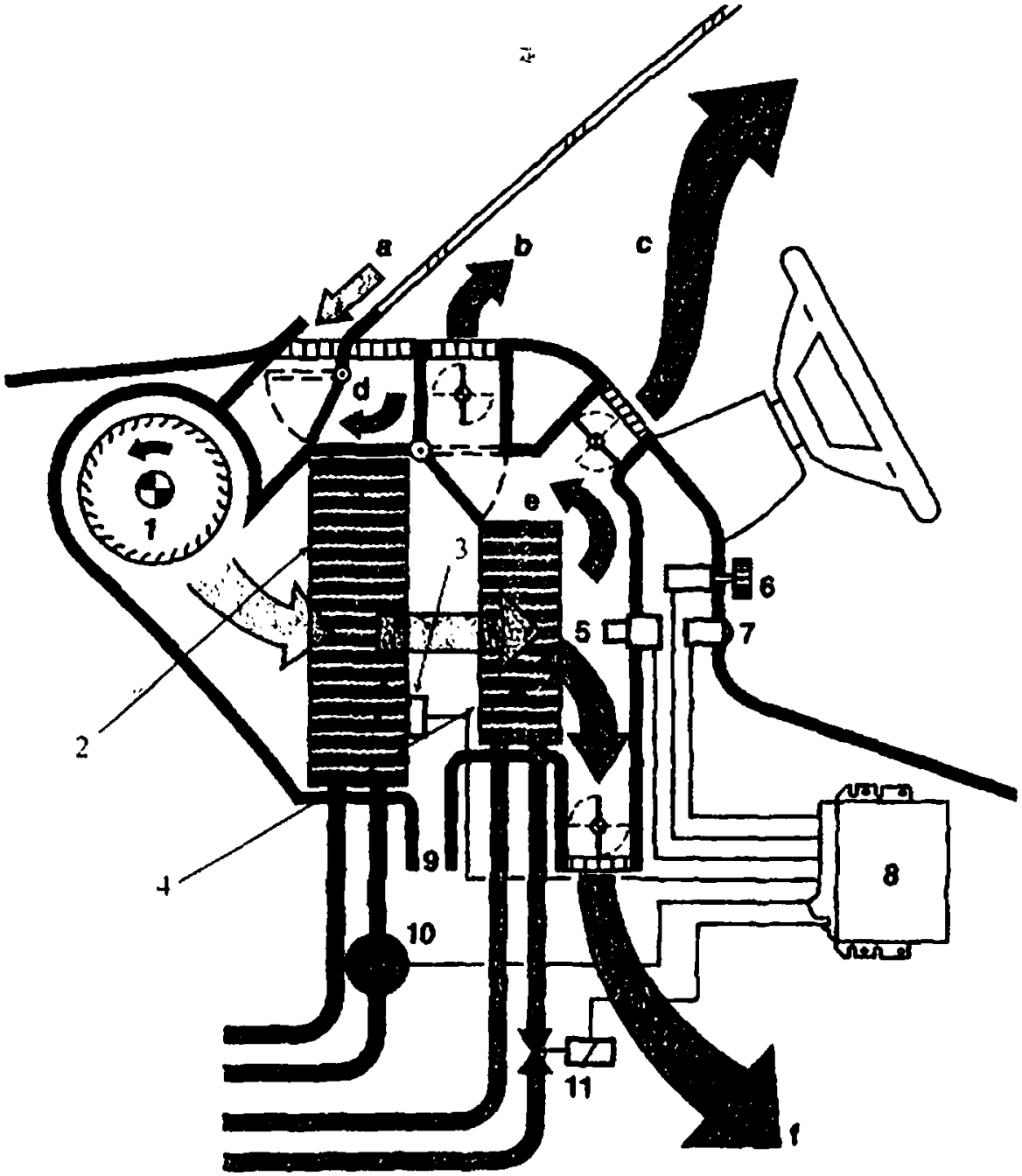


شکل ۷.۵۱ـ مخزن ذخیره

۱ ـ مجرای خروجی
۲ ـ درپوش شیشه‌ای
۳ـ سوپاپ اطمینان
۴ـ مجرای ورودی
۵ ـ بدنه
۶ـ لولهٔ وسط مخزن
۷ـ دربستال خشک‌کن
۸ ـ فیلتر

هوای خنک به سمت فضای داخلی اتاق هدایت می‌شود و مایع کم فشار در اثر گرم شدن، تبخیر شده تبدیل به گاز می‌گردد.

گاز مربوطه از شیر انبساطی عبور کرده و وارد کمپرسور می‌شود. این چرخه تا زمانی که سیستم کولر فعال است تکرار می‌شود شکل (۷.۵۲) نحوهٔ ارسال هوای خنک به داخل اتاق را نشان می‌دهد.



شکل ۵۲-۷- نحوهٔ ارسال هوا به داخل اتاق

۱ ـ فن

۲ ـ اواپراتور

۳ ـ سنسور اواپراتور

۴ ـ رادیاتور بخاری

۵ ـ سنسورهای دمای ورودی به داخل اتاق

۶ ـ کلید تنظیم دمای داخل اتاق خودرو

۷ ـ سنسور هوای داخل اتاق

۸ ـ *ECU*

۹ ـ مجرای خروج آب تولید توسط اواپراتور

۱۰ ـ کمپرسور

۱۱ ـ شیر برقی ورود آب گرم به رادیاتور بخاری

a: هوای تازه

b و *c*: هوای ورودی تهویه شده به قسمت‌های مختلف اتاق

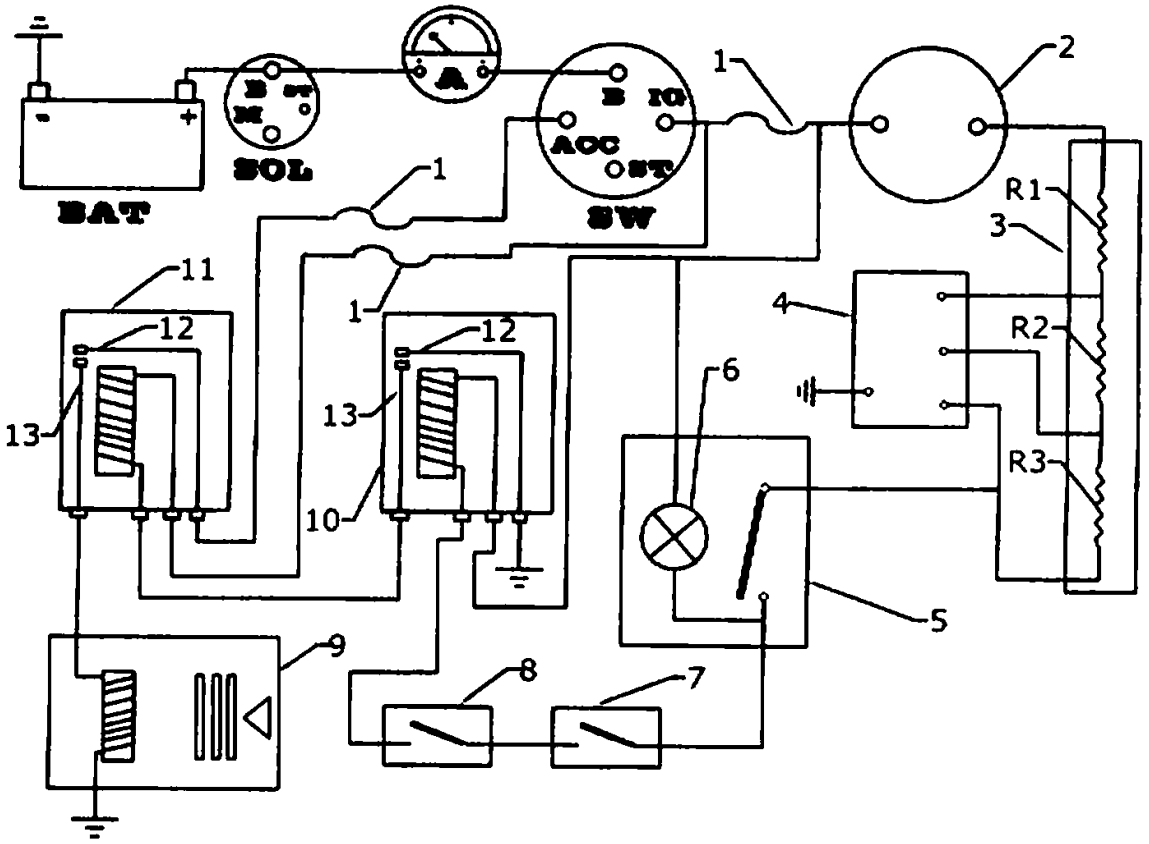
d: خروج مقداری هوای داخل اتاق به مجرای *a* جهت تهویهٔ بهتر اتاق

e: تقسیم جریان هوا

۱ـ۱۹ـ۷ـ مدار الکتریکی کولر

اجزاء این مدار مطابق شکل (۷ـ۵۳) عبارتند از:

باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، موتور بخاری و کولر، مجموعهٔ مقاومت کنترل دور موتور فن بخاری و کولر، کلید فن بخاری و کولر، کلید اصلی کولر، کلید دمایی، کلید فشار، رلهٔ شمارهٔ یک، رلهٔ شمارهٔ دو و کلاچ مغناطیسی کمپرسور کولر



شکل ۷ـ۵۳ـ مدار الکتریکی کولر

۱ ـ فیوز

۲ ـ موتور فن بخاری و کولر

۳ ـ مجموعهٔ مقاومت کنترل دور فن بخاری و کولر

۴ ـ کلید فن بخاری و کولر

۵ ـ کلید کولر

۶ ـ لامپ درون کلید کولر

۷ ـ کلید فشار

۸ ـ کلید دمایی یا ترموستیج (ترموستات)

۹ ـ کلاچ مغناطیسی بین پولی کمپرسور و محور کمپرسور کولر

۱۰ ـ رلهٔ شماره یک

۱۱ ـ رلهٔ شمارهٔ دو

۱۲ ـ پلاتین متحرک

۱۳ ـ پلاتین ثابت

عملکرد:

پولی کمپرسور، از طریق تسمه با میل لنگ دوران می‌کند. ولی در حالت عادی دور را به محور

کمپرسور منتقل نمی‌کند و زمانی می‌تواند دور را به محور کمپرسور منتقل کند که کلاچ مغناطیسی بین پولی و محور کمپرسور فعال باشد.

در حالت عادی مطابق شکل (۵۳ـ۷)، جریان برق رمینال Acc سوئیچ جرقه، پس از عبور از فیوز به پلاتین متحرک شمارهٔ ۱۲ در رلهٔ شمارهٔ ۱۱ می‌رسد و چون در حالت عادی این پلاتین به پلاتین ثابت شمارهٔ ۱۳ وصل نیست، پس جریانی به کلاچ مغناطیسی شمارهٔ ۹ نمی‌رسد و از اینرو دور از پولی به محور کمپرسور کولر منتقل نمی‌شود.

از طرفی دیگر جریانی نیز پس از عبور از ترمینال IG سوئیچ و فیوز وارد سیم پیچ رلهٔ شمارهٔ ۱۱ شده و منفی خود را از طریق پلاتین ثابت و متحرک رلهٔ شمارهٔ ۱۰ دریافت می‌کند. که در این حالت نیز به دلیل وصل نبودن پلاتین ثابت و متحرک رلهٔ شمارهٔ ۱۰ به یکدیگر، از اینرو جریانی از سیم‌پیچ رلهٔ شماره ۱۱ عبور نکرده و این رله فعال نمی‌باشد.

جریان دیگری نیز پس از عبور از ترمینال IG سوئیچ و فیوز به لامپ موجود در کنبد اصلی کولر (کلید شمارهٔ ۵) و سیم‌پیچ رلهٔ شمارهٔ ۱۰ می‌رسد و به خطر آنکه منفی این لامپ و سیم‌پیچ باید از طریق کلیدهای شمارهٔ ۴ و ۵ و ۷ و ۸ تأمین گردد و در حالت عادی کلیدهای شمارهٔ ۴ و ۵ وصل نیستند، بنابراین هیچ جریانی از این لامپ و سیم‌پیچ عبور نکرده و بنابراین رلهٔ شمارهٔ ۱۰ و لامپ شمارهٔ ۶ غیر فعال می‌باشند.

هنگامیکه کلید اصلی کولر (کلید شمارهٔ ۵) فعال شود و همچنین کلید فن بخاری (کلید شمارهٔ ۴) نیز فعال گردد، اتصال بدنهٔ لامپ شمارهٔ ۶ از طریق کنید شمارهٔ ۴ تأمین شده و لامپ روشن می‌شود و نشان می‌دهد که مدار کولر فعال است. در همین وضعیت اگر دمای داخل اتاق خودرو در حدی باشد که نیاز به استفاده از کولر باشد، ترموسوئیچ شمارهٔ ۸ نیز عمل کرده و مدار را وصل می‌کند و در این حالت اگر فشار گاز موجود در مدار کولر در حد مناسب باشد، کلید فشار شمارهٔ ۷ نیز وصل شده و بنابراین اتصال بدنهٔ سیم‌پیچ رلهٔ شماره ۱۰ نیز تأمین می‌گردد و رلهٔ شماره ۱۰ عمل می‌کند، که در این صورت پلاتین متحرک شمارهٔ ۱۲ این رله، به پلاتین شمارهٔ ۱۳ می‌چسبد و بنابراین اتصال بدنه سیم‌پیچ رلهٔ شماره ۱۱ نیز تأمین شده و این سیم‌پیچ مغناطیس می‌شود و پلاتین شماره ۱۲ را به پلاتین شمارهٔ ۱۳ در رلهٔ شمارهٔ ۱۱ می‌چسباند و جریان برق وارد کلاچ مغناطیسی می‌گردد و در اینصورت با فعال شدن کلاچ مغناطیسی، دور پولی به محور کمپرسور منتقل شده و کولر شروع به کار می‌کند و عمل خنک‌کاری هوای داخل اتاق را انجام می‌دهد.

به محض اینکه کلید فن بخاری و کولر (کلید شمارهٔ ۴) و یا کلید اصلی کولر (کلید شمارهٔ ۵) قطع گردد،

اتصال بدنهٔ لامپ شمارهٔ ۶ و سیم‌پیچ رلهٔ شمارهٔ ۱۰ قطع می‌گردد و بنابراین پلاتین شمارهٔ ۱۲ رلهٔ شماره ۱۰ از پلاتین شمارهٔ ۱۳ قطع شده و در اینصورت اتصال بدنهٔ سیم‌پیچ رلهٔ شمارهٔ ۱۱ قطع می‌گردد. با قطع شدن اتصال بدنهٔ سیم‌پیچ رلهٔ شمارهٔ ۱۱ پلاتین‌های این رله از هم جدا شده و کلاچ مغناطیسی غیر فعال می‌شود. و دوری به محور کمپرسور منتقل نشده و عمل کولر پایان می‌پذیرد و در این وضعیت لامپ موجود در کلید شمارهٔ ۵ نیز خاموش می‌شود. اگر دمای اتاق خودرو نیز کمتر از دمای مورد نظر برای ترموسوئیچ شماره ۸ باشد و همچنین فشار گاز مدار کولر کمتر از حد مجاز باشد، در اینصورت نیز با قطع شدن کلیدهای شمارهٔ ۷ و ۸ اتصال بدنهٔ سیم‌پیچ رلهٔ شماره ۱۰ قطع شده و با قطع شدن پلاتین‌های این رله، اتصال بدنهٔ سیم‌پیچ رلهٔ شمارهٔ ۱۱ نیز قطع شده و پلاتین‌های این رله نیز از هم جدا می‌شوند و بنابراین جریان برقی به کلاچ مغناطیسی نرسیده و کلاچ مغناطیسی غیر فعال می‌شود و دوری به محور کولر منتقل نمی‌شود و کار کولر خاتمه می‌یابد. در اینصورت اگر کلید ۴ و ۵ قطع نشده باشد، لامپ شماره ۶ همچنان روشن باقی می‌ماند.

نکته: در صورتی سیستم کولر عمل می‌کند که کلیدهای شمارهٔ ۴ و ۵ و ۷ و ۸ همگی وصل باشند. به محض اینکه یکی از این کلیدهای قطع شود، کار کولر خاتمه می‌یابد.

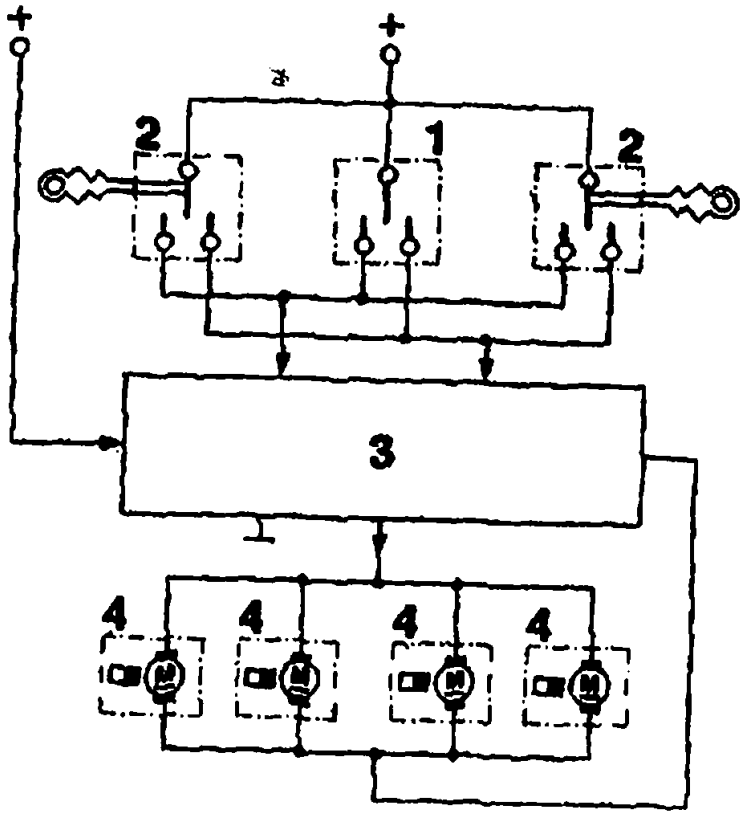
۲۰ـ۷ـ مدار قفل مرکزی[1]

یکی دیگر از سیستم‌هایی که برای راحتی و ایمنی سرنشین خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد، سیستم قفل مرکزی می‌باشد این سیستم باعث آزادشدن یا درگیرشدن ضامن قفل درهای خودرو شامل درهای جلو، درهای عقب، در صندوق عقب و در باک، بطور همزمان می‌گردد. سیستم‌های قفل مرکزی در انواع مختلف وجود دارند اما معمولاً به دو صورت ساده و کنترل از راه دور[2] دسته بندی می‌شوند.

۱ـ۲۰ـ۷ـ قفل مرکزی ساده

شکل (۷ـ۵۴) مدار قفل مرکزی ساده را نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌گردد اجزاء این مدار، سوئیچ مرکزی[3]، واحد قفل در[4]، واحد کنترل[5] و موتورهای قفل در سروموتور[6] می‌باشد.

1- *Central locking system*
2- *Remote control*
3- *Centeral switch*
4- *Contact in door mechanism*
5- *Control unit*
6- *Servomotor*



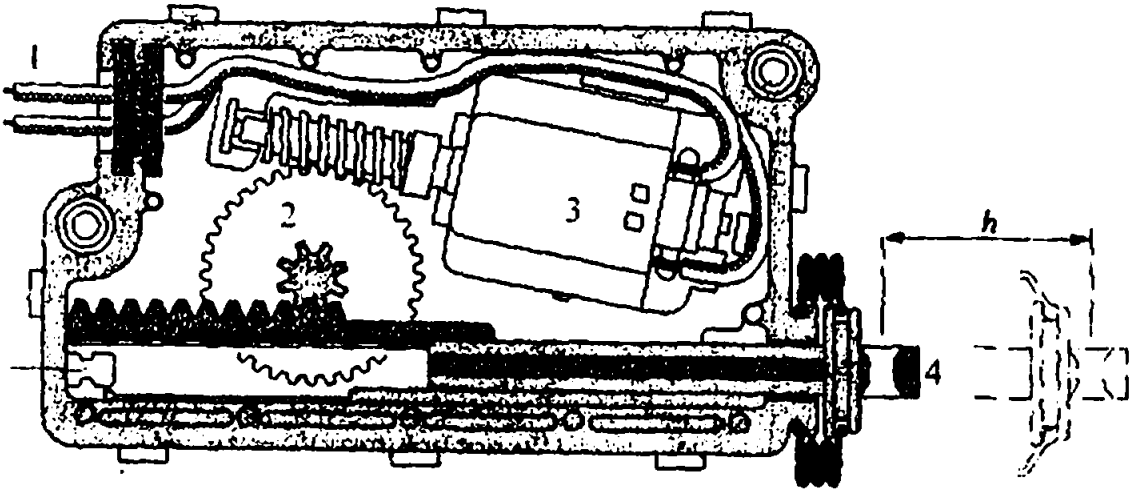
شکل ۵۴-۷- قفل مرکزی ساده

۱ - سوئیچ مرکزی
۲ - واحد قفل در
۳ - واحد کنترل
۴ - سروموتور

در مدار شکل (۵۴ - ۷) تعداد قفلهای کنترل شونده توسط واحد کنترل ۴ عدد می‌باشد، که شامل چهار در خودرو می‌باشند. به این تعداد می‌تواند قفل در صندوق عقب و قفل در باک نیز اضافه گردد.

عملکرد:

جریانی از اتومات استارت وارد سوئیچ مرکزی و واحد کنترل می‌گردد. اگر کلید در داخل قفل هر یک از درهای جلو (سمت راننده یا طرف دیگر) قرار داده شود. باعث ارسال سیگنالی (جریان ضعیفی جهت دادن فرمان) به واحد کنترل می‌گردد. بسته به اینکه جهت چرخش سوئیچ به کدام طرف باشد، واحد کنترل جریان لحظه ایی را به سمت موتورهای قفل در (سروموتور) می‌فرستد و آرمیچر موتور به نحوی حرکت می‌کند که باعث آزاد شدن یا درگیر شدن قفل در می‌گردد. واحد قفل در، در شکل (۵۵-۷) نشان داده شده است.



شکل ۷.۵۵ـ موتور قفل در (سرو موتور)

۱ ـ سیم
۲ ـ چرخ‌دنده
۳ ـ موتور
۴ ـ بازوی محرک ضامن قفل در

موتور مورد استفاده در این واحد از نوع موتور جریان مستقیم می‌باشد که بوسیلهٔ چرخدنده و مارپیچ باعث حرکت اهرم ضامن قفل در (شماره ۴) به سمت جلو یا عقب می‌گردد. در نتیجه باعث آزاد شدن یا درگیر شدن ضامن قفل در می‌گردد.

۲ـ۲۰ـ۷ـ قفل مرکزی با کنترل از راه دور

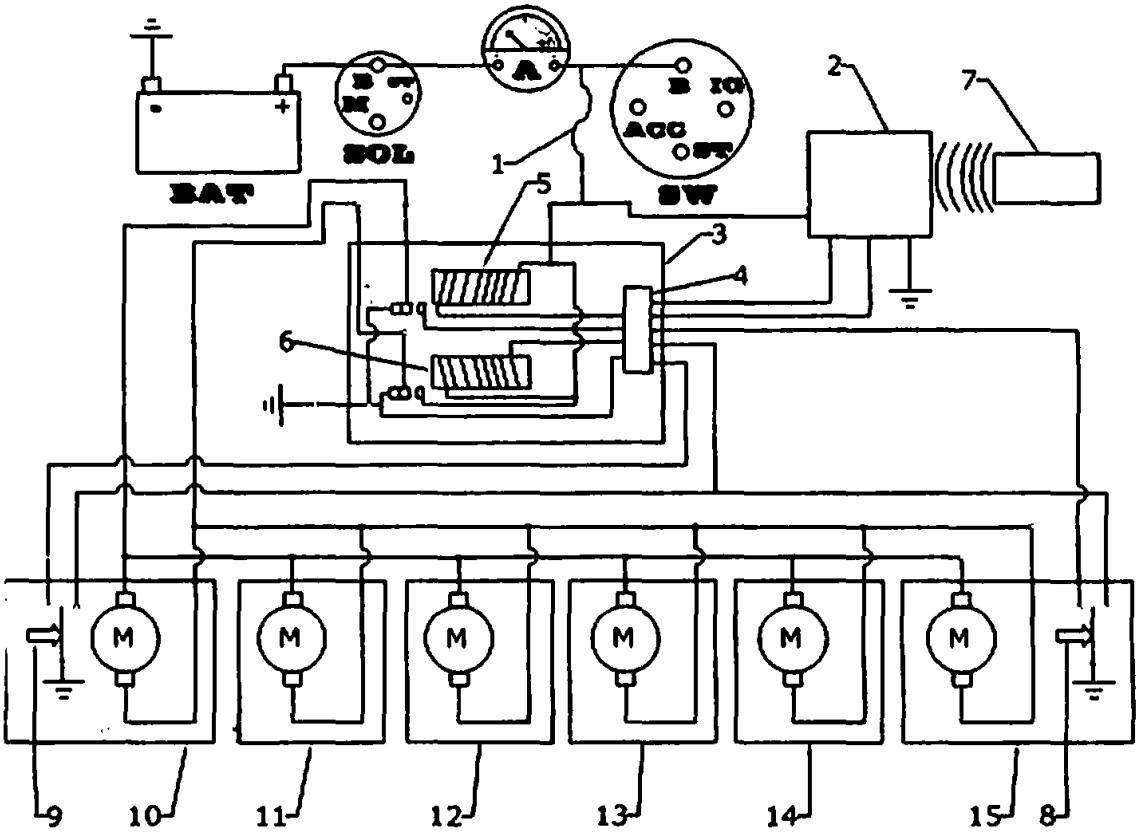
شکل (۷.۵۶) مدار قفل مرکزی به همراه کنترل از راه دور را نشان می‌دهد این مدار دارای اجزاء زیر می‌باشد:

باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، جعبه فیوز، واحد گیرنده و فرستنده، واحد مرکزی، قفل در سمت راننده، قفل در سمت دیگر، قفل در باک، قفل در صندوق عقب و موتورهای قفل در می‌باشد.

همانطور که ملاحظه می‌گردد. این مدار دارای ۶ موتور قفل در می‌باشد، قفل در جلو سمت راننده، قفل در جلو سمت دیگر، قفل در عقب سمت راننده، قفل در عقب سمت دیگر، قفل در صندوق عقب و قفل در باک.

عملکرد: هنگامی که واحد کنترل از راه دور سیگنالی را ارسال می‌کند، توسط واحد گیرنده در داخل خودرو دریافت می‌گردد. توسط این واحد جریانی به سمت واحد کنترل فرستاده می‌شود. در نتیجه یکی از سیم پیچ‌های داخل واحد کنترل فرستاده می‌شود و در نتیجه یکی از سیم پیچ‌های داخل واحد کنترل مغناطیس شده، جریان لحظه‌ای را به سمت موتورهای قفل در می‌فرستد. با چرخیدن موتور، ضامن قفل

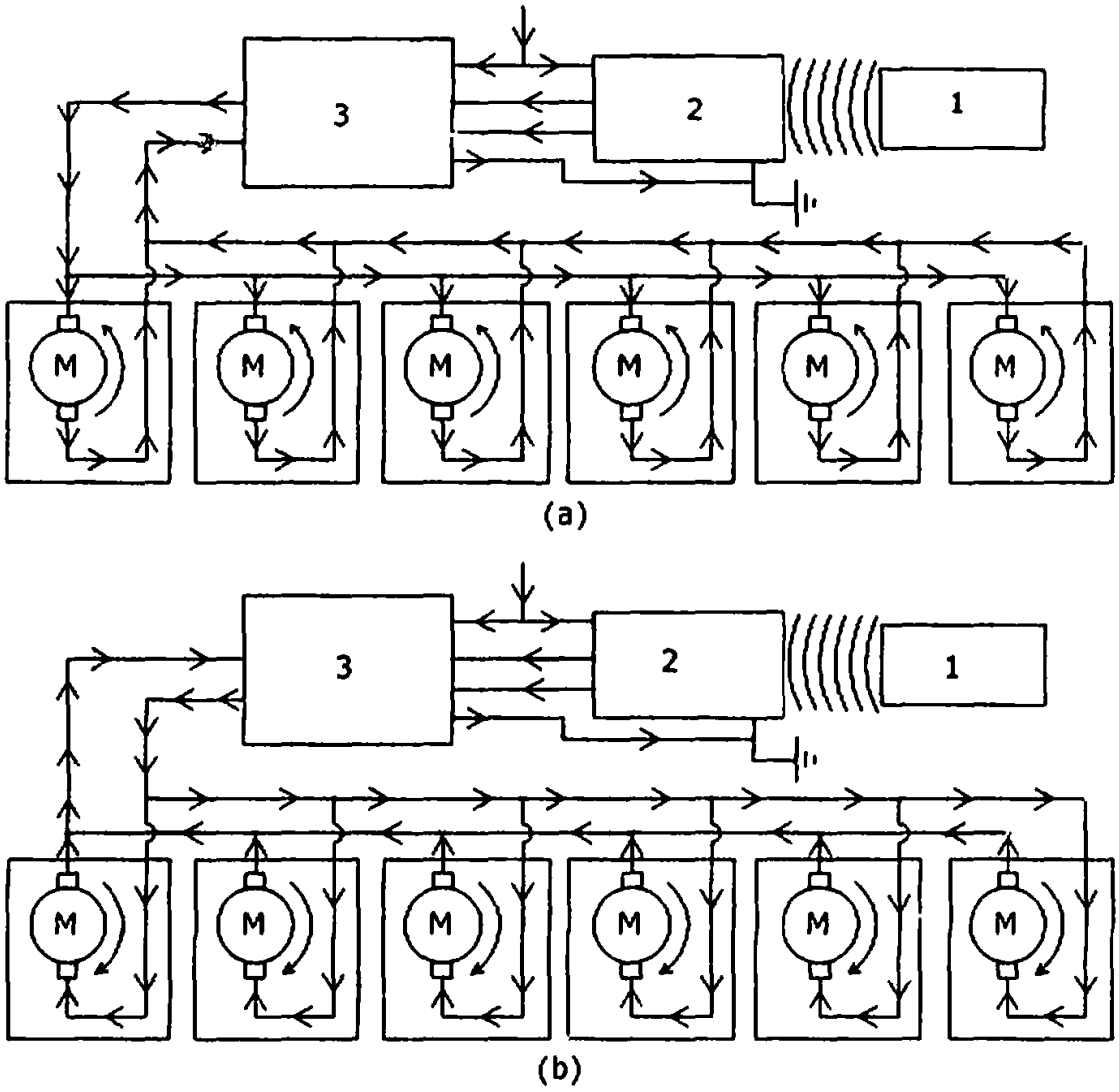
نیز حرکت کرده و باعث آزاد شدن یا درگیر شدن ضامن قفل درها می‌شود.



شکل ۷.۵۶ـ مدار قفل مرکزی با کنترل از راه دور

۱ ـ فیوز
۲ ـ گیرندهٔ امواج
۳ ـ رله و واحد کنترل
۴ ـ IC کنترل
۵ ـ رلهٔ آزاد کردن ضامن‌ها
۶ ـ رلهٔ قفل کردن ضامن‌ها
۷ ـ فرستندهٔ امواج
۹ و ۸ ـ کلید در
۱۰ ـ واحد قفل در سمت راننده جلو
۱۱ ـ واحد قفل در سمت راننده عقب
۱۲ ـ واحد قفل در صندوق عقب
۱۳ ـ واحد قفل در باک
۱۴ ـ واحد قفل در سمت سرنشین عقب
۱۵ ـ واحد قفل در سمت سرنشین جلو

هنگامی که کلید در داخل هر یک از قفل‌های در جلو قرار داده شود نیز جریانی به واحد کنترل ارسال می‌گردد. بسته به جهت چرخش کلید در داخل قفل جریانی به سمت موتور قفل‌ها ارسال می‌شود که باعث آزاد شدن یا درگیر شدن ضامن قفل درها می‌گردد. شکل (۷.۵۷) شماتیکی از عملکرد قفل مرکزی را نشان می‌دهد.



شکل ۷ـ۵۷ شماتیک مدار قفل مرکزی با کنترل از راه دور

a: عبور جریان و دوران موتورها جهت آزاد کردن ضامن قفل‌ها

b: عبور جریان و دوران موتورها جهت قفل کردن ضامن قفل‌ها

۱ ـ فرستنده

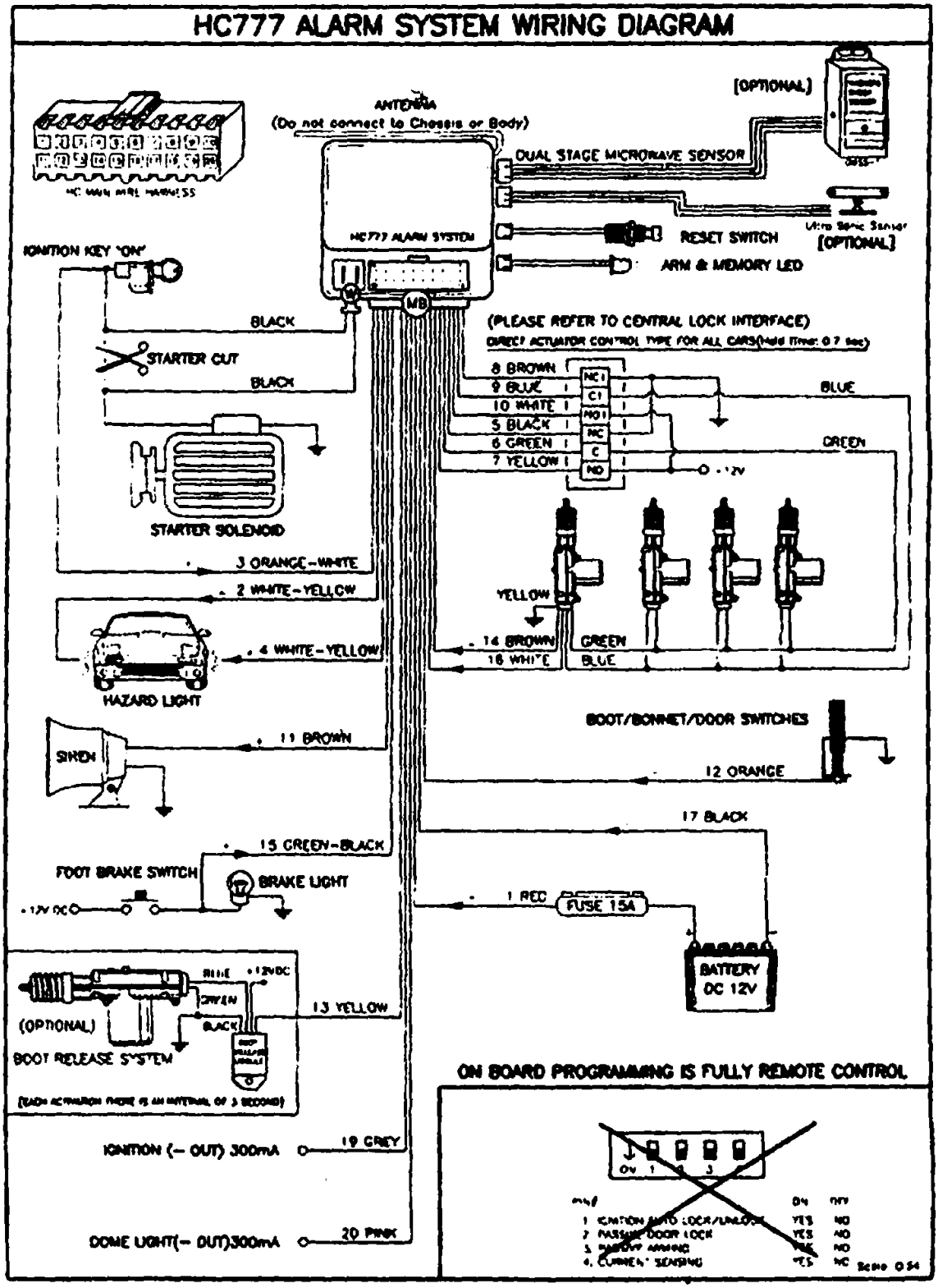
۲ ـ گیرنده

۳ ـ مجموعه با واحد کنترل

۲۱ـ۷ـ مدار دزدگیر

با توجه به انواع مختلف دزدگیر که در خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرد، لذا قاعدهٔ کلی در مورد مدار برقی آنها وجود ندارد و باید با توجه به کاتالوگ دزدگیر مربوطه و رنگ یا شمارهٔ سیم‌های آن، مدار دزدگیر را وصل نمود.

در شکل (۷ـ۵۸) مدار برقی یک نوع دزدگیر آمده است.

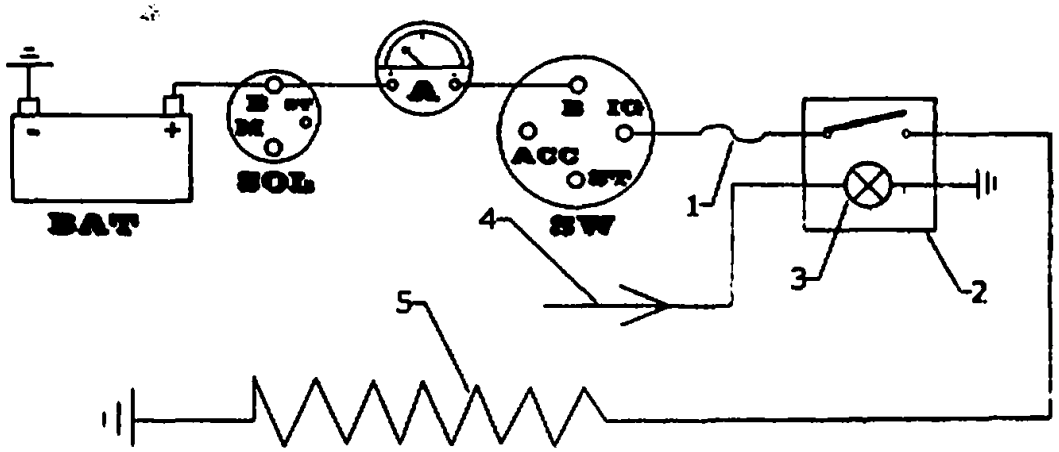


شکل ۷-۵۸- مدار دزدگیر

۲۲-۷-مدار گرمکن شیشه عقب

مدار گرمکن شیشه عقب مطابق شکل (۷-۵۹) می‌باشد.

اجزاء این مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، کلید گرمکن شیشه عقب، گرمکن شیشه عقب.



شکل ۷.۵۹- مدار گرمکن شیشه عقب

۱ - فیوز
۲- کلید گرم‌کن
۳ - لامپ
۴ - ورود جریان از مدار چراغهای کوچک جلو و عقب خودرو
۵ - المنت حرارتی گرم‌کن

عملکرد:

هنگامی که شیشه عقب خودرو یخ بزند، برف روی آن جمع شود و یا بخار داخل خودرو، روی شیشه عقب را بپوشاند، دیدن جاده و خودروهای پشت سر از طریق آینهٔ داخل خودرو غیرممکن می‌شود و مشکلات زیادی را در هنگام رانندگی بوجود می‌آورد. لذا برای رفع این عیب از گرمکن شیشه عقب استفاده می‌شود.

هنگامی که سوئیچ روشن است، با فشار دادن کلید گرمکن شیشه عقب، جریان برق وارد گرمکن شده و شیشه عقب را گرم نگه می‌دارد. در اینصورت از یخ زدن و بخار گرفتگی شیشه عقب جلوگیری شده و برفهایی که روی شیشه عقب ریخته می‌شد، ذوب شده و از روی شیشه عقب آب شده و کنار می‌روند. از اینرو شیشه عقب همواره تمیز مانده و راننده از طریق آینهٔ داخل خودرو به راحتی می‌تواند جاده و خودروهای پشت سر را ببیند و از بروز خطرات جلوگیری شود.

در کلید مدار گرمکن شیشه عقب، لامپی وجود دارد که متصل به لامپ‌های مدار روشنایی می‌باشد و در هنگام شب یا تاریکی به همراه لامپ‌های مدار روشنایی روشن شده و دستیابی به این کلید را راحتتر می‌کند. لازم به ذکر است که در مدارهای جدید و پیشرفته‌تر برق گرمکن بوسیلهٔ رله زمانی از باتری تأمین می‌شود. و در اینصورت جریان برق گرمکن از سوئیچ عبور نکرده و از داغ شدن سوئیچ جلوگیری می‌شود و همچنین این رله زمانی بعد از چند دقیقه (در حدود ۱۲ دقیقه) جریان برق گرمکن را قطع می‌کند. از

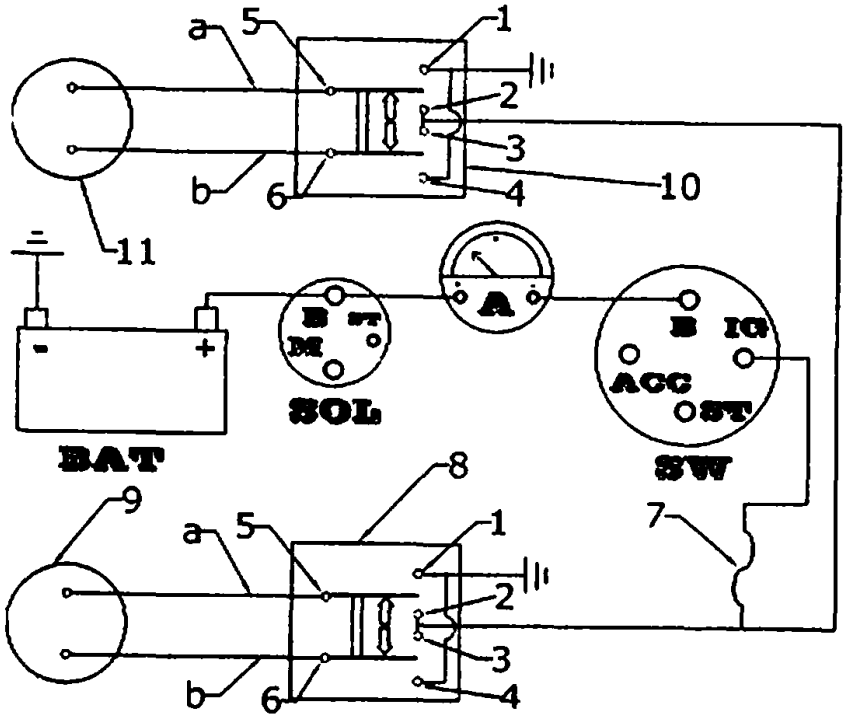
اینرو در مواردی که راننده فراموش می‌کند که برق گرمکن را قطع کند، این رلهٔ زمانی برق گرمکن شیشهٔ عقب را قطع کرده و از سوختن المنت گرمکن یا شکستن یا ترک برداشتن شیشه جلوگیری می‌کند.

۲۳ـ۷ـ مدار شیشه بالابر برقی

شکل (۷ـ۶۰) مدار شیشه بالابر برقی را نشان می‌دهد.

اجزاء این مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، کلید شیشه بالابر و موتور شیشه بالابر.

هنگامی که کلید به سمت بالا زده شود، کنتاکت ۱ به ۵ و ۳ به ۶ وصل می‌شود و اگر کلید به سمت پائین زده شود. کنتاکت ۲ به ۵ و ۴ به ۶ متصل می‌گردد.



شکل ۷ـ۶۰ـ مدار شیشه بالابر برقی

۶ و ۵ و ۴ و ۳ و ۲ و ۱ ـ کنتاکت‌های کلید شیشه بالابر
۷ ـ فیوز
۱۰ و ۸ ـ کلید شیشه بالابر
۱۱ و ۹ ـ موتور شیشه‌بالابر

عملکرد:

اگر کلید شیشه بالابر در حالیکه سوئیچ اصلی روشن است به سمت بالا زده شود، جریان برق پس از عبور از اتومات استارت، آمپرمتر، ترمینال B سوئیچ، ترمینال IG سوئیچ و فیوز از طریق کنتاکت ۳ به ۶ و از آنجا از طریق سیم b به موتور شیشه بالابر می‌رسد، از آرمیچر آن گذشته، توسط سیم a و کنتاکت ۵ و ۱

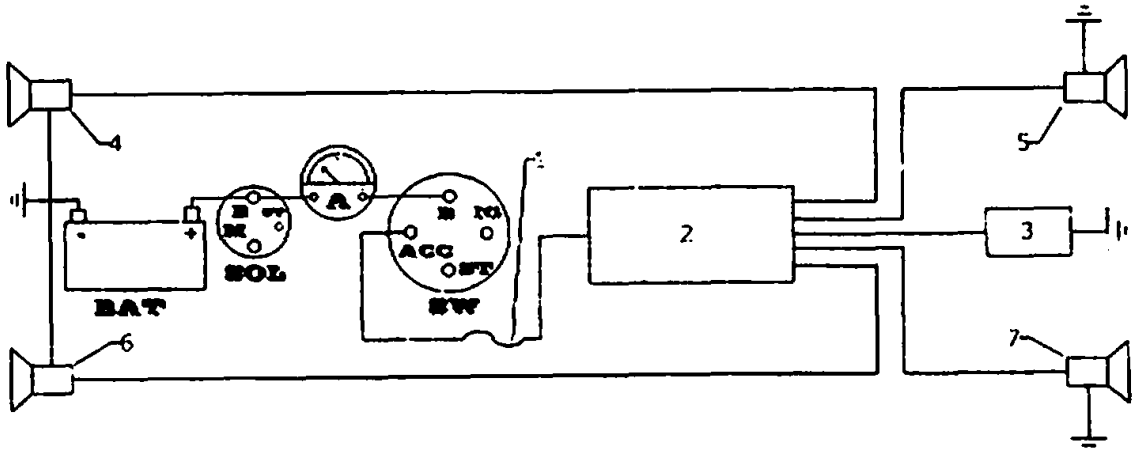
به بدنه می‌رسد. این عمل باعث چرخش آرمیچر در جهتی می‌شود که موجب بالا رفتن مکانیزم، بالابر و در نتیجه شیشه می‌شود. هنگامی که کلید به سمت پائین زده می‌شود، جریان برق از طریق کنتاکت ۲ به ۵ می‌رود و سپس از سیم a گذشته، وارد موتور شیشه بالابر شده، از طریق سیم h و کنتاکت ۶ و ۴ به بدنه می‌رسد. با توجه به اینکه جهت جریان ورودی به موتور الکتریکی معکوس شده است، جهت چرخش آرمیچر موتور شیشه بالابر و در نتیجه مکانیزم شیشه بالابر نیز برعکس شده و باعث پائین آمدن شیشه می‌شود.

۲۴-۷- مدار رادیو و پخش

اجزاء این مدار مطابق شکل (۷-۶۱) به صورت زیر می‌باشد:

باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، رادیو و پخش، آنتن و بلندگوها

هنگامی که کلید رادیو و پخش روشن می‌گردد، جریانی از باتری و پس از عبور از اتومات استارت، آمپرمتر، ترمینال B سوئیچ، ترمینال ACC سوئیچ و جعبه فیوز وارد رادیو و پخش می‌گردد. اگر مجموعه در حالت رادیو باشد، امواج را از طریق آنتن گرفته و به رادیو منتقل می‌کند و صدای خروجی بوسیلهٔ بلندگوهای موجود در خودرو شنیده می‌شود. و اگر مجموعه در حالت پخش باشد، صدای ناشی از نوار کاست یا CD به گوش می‌رسد.



شکل ۷-۶۱- مدار رادیو و پخش

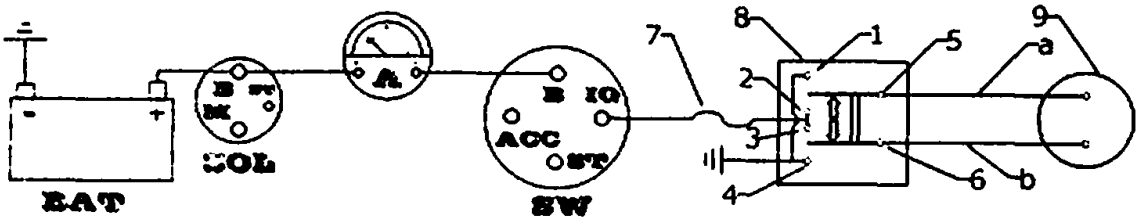
۱- فیوز ۲- رادیو پخش ۳- آنتن ۴ و ۵ و ۶ و ۷- بلندگوها

۲۵-۷- مدار آنتن برقی

مدار آنتن برقی در شکل (۷-۶۲) ملاحظه می‌شود.

اجزاء این مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبه فیوز، کلید آنتن برقی،

موتور آنتن برقی.



شکل ۶۲-۷- مدار آنتن برقی

۶ و ۵ و ۴ و ۳ و ۲ و ۱ - کنتاکت‌های کلید ۸ - کلید

۷ - فیوز ۹ - موتور

عملکرد: در هنگام روشن بودن سوئیچ، اگر کلید آنتن برقی به سمت بالا فشرده شود، در اینصورت، کنتاکت ۱ به‌کنتاکت ۵ و کنتاکت ۳ به‌کنتاکت ۶ وصل می‌گردد. در اینصورت جریان برق از طریق سیم b وارد موتور شده و از سیم a از موتور الکتریکی خارج می‌گردد و از طریق کنتاکت ۱ به بدنه متصل می‌شود و در اینصورت آنتن به سمت بالا حرکت می‌کند. اگر کلید آنتن برقی در موقع روشن بودن سوئیچ به سمت پائین فشرده شود، در اینصورت کنتاکت ۲ به‌کنتاکت ۵ و کنتاکت ۴ به‌کنتاکت ۶ متصل می‌گردد. در این وضعیت برعکس حالت قبل، جریان برق از طریق سیم a وارد موتور شده و از طریق سیم b و نهایتاً از طریق کنتاکت ۴ به بدنه متصل شده و موتور آنتن در جهت عکس حالت قبل دوران نموده و آنتن را به سمت پائین حرکت می‌دهد.

۲۶-۷- مدار چراغ سقف و جعبه داشبورد

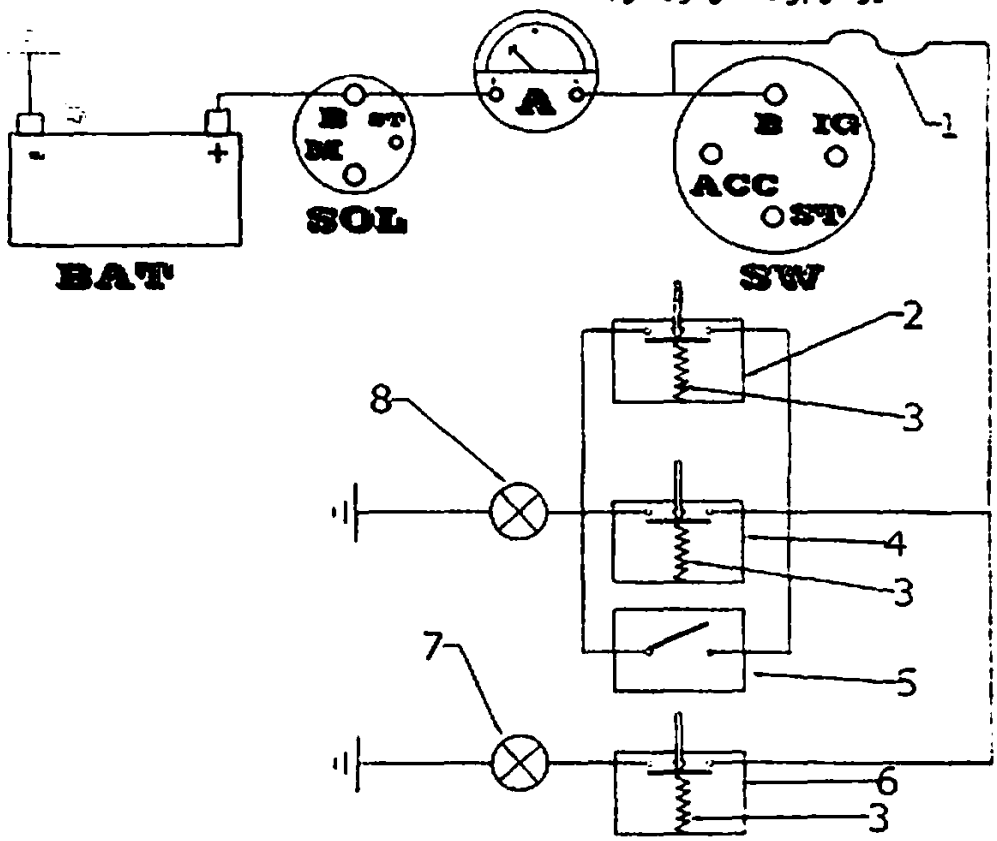
شکل (۷.۶۳) اجزاء مدار را که شامل باتری، توماتیک استارت، آمپرمتر، سوئیچ، کلید لای در، کلید دستی و کلید لادر جعبه داشبورد و لامپ‌های سقف و جعبه داشبورد است را نشان می‌دهد.

کلیدهای لای در، مورد استفاده از نوع کلید لحظه‌ای (SPST) می‌باشد. در هنگامی که درها بسته هستند، صفحهٔ T شکل فنرها را فشرده کرده و مدار قطع می‌گردد. بعد از اینکه درها باز شدند، کنتاکت‌ها وصل شده و لامپ سقف خودرو روشن می‌شود.

عملکرد: اگر در جلوی سمت راننده یا طرف دیگر باز شود، کلید لای در وصل شده و جریان B اتومات استارت وارد کلید لای در شده و سپس به لامپ سقف رفته و آنرا روشن می‌کند.

علاوه بر آن چراغ سقف با استفاده از کلید دستی نیز روشن و خاموش می‌شود. (کلید شمارهٔ ۵)

چراغ جعبه داشبورد نیز با استفاده از کلید لای در، هنگامی که در جعبه باز می‌شود، روشن می‌گردد.



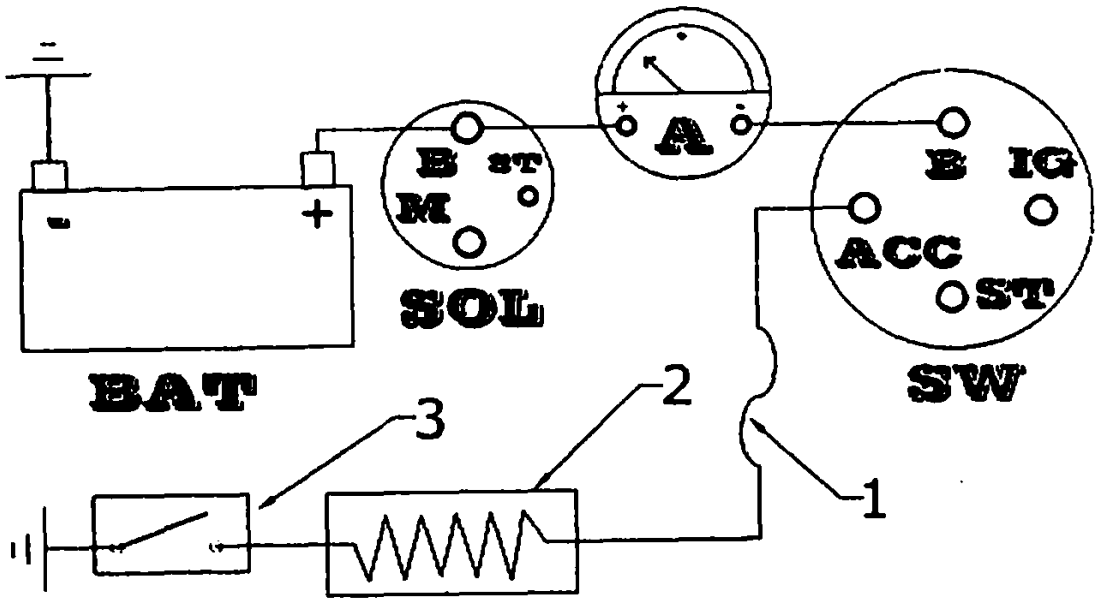
شکل ۷۳-۷- چراغ سقف و جعبه داشبورد

۱ ـ فیوز
۲ ـ کلید لای در سمت راننده
۳ ـ فنر
۴ ـ کلید لای در سمت سرنشین
۵ ـ کلید سقف
۶ ـ کلید لای در جعبه داشبورد
۷ ـ لامپ داخل جعبه داشبورد
۸ ـ لامپ سقف

۲۷-۷- مدار فندک

مدار فندک مطابق شکل (۷۶۴) است.

اجزاء این مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، فندک و کنید آن.



شکل ۷۶۴- مدار فندک

۱ ـ فیوز
۲ ـ فندک
۳ ـ کلید فندک

عملکرد: برای روشن کردن سیگار و یا شارژ تلفن همراه از مدار فندک استفاده می‌شود.

با فشار دادن فندک به سمت داخل، مدار فندک وصل می‌شود. هنگامی که المنت فندک داغ شد، فندک به سمت بیرون حرکت کرده و مدار آن قطع می‌شود.

برای شارژ تلفن همراه نیز کافی است که فندک را از محل خود بیرون آورده وفیش تلفن همراه را درون جای فندک قرار داد، که در اینصورت تلفن همراه شارژ می‌گردد.

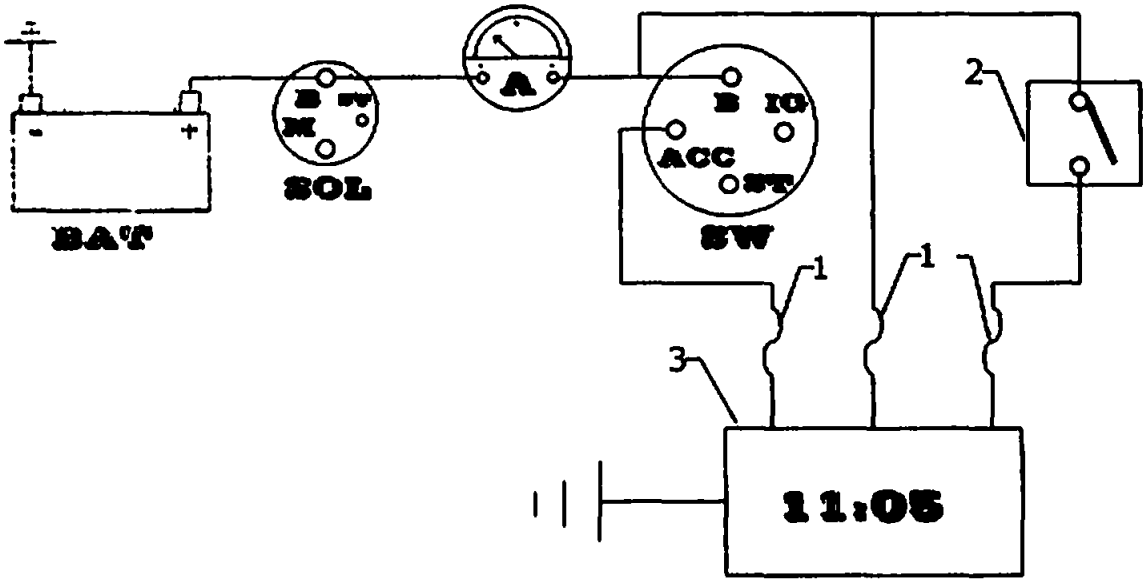
۲۸ـ۷ـ مدار ساعت

مدار ساعت مطابق شکل (۷ـ۶۵) می‌باشد.

اجزاء این مدار عبارتند از: باتری، اتومات استارت، آمپرمتر، سوئیچ، جعبهٔ فیوز و ساعت دیجیتال.

عملکرد: ساعت دارای دو جریان برق ورودی می‌باشد که یکی از سیم‌های حامل جریان برق از طریق جعبه فیوز و مستقیماً به برق باتری وصل می‌شود. ولی سیم دیگر از طریق جعبه فیوز به نقطه سوئیچ وصل می‌شود. جریان خروجی ساعت نیز که به بدنه وصل می‌شود.

نشان دهنده‌های ساعت و دقیقه، دیود نوری [1](LED) می‌باشند که از خود نور ساطع می‌کنند. پس از روشن کردن سوئیچ، ساعت شروع به کار کرده و ساعت را نشان می‌دهد.



شکل ۷ـ۶۵ـ مدار ساعت

۱ ـ فیوز ۲ ـ کلید دسته چراغ ۳ ـ ساعت دیجیتال

در بعضی از خودروها مدار ساعت و دماسنج در یک مجموعهٔ قرار گرفته‌اند و ساعت و دمای هوای داخل خودرو را نشان می‌دهند.