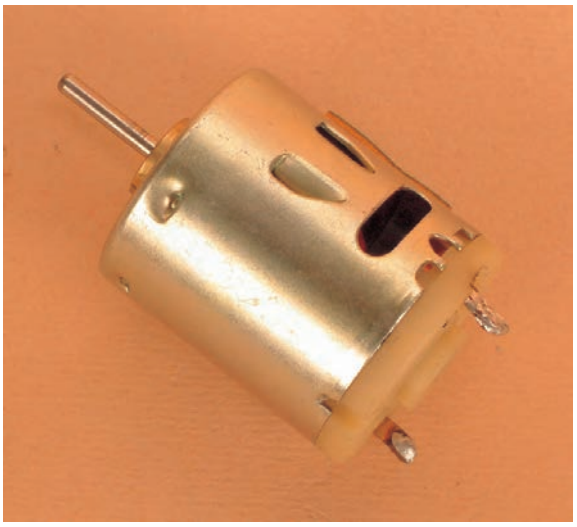
۵ــ۱ــ انواع موتورهای الکتریکی سشوار و طرز کار آن‌ها

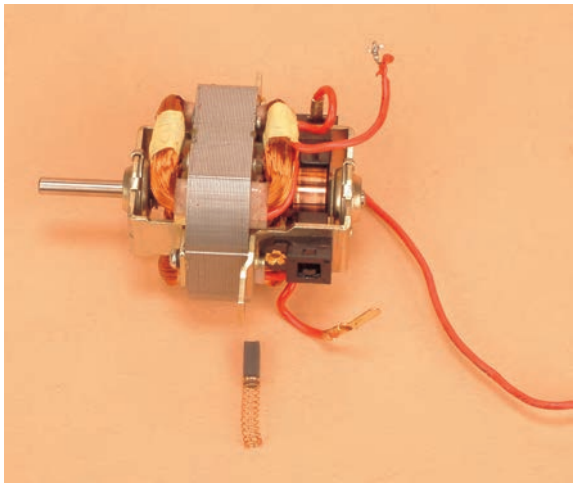
سشوارها دارای سه نوع موتور الکتریکی به شرح زیر هستند :

ــ موتور DC با آهنربای دائم[۱] مطابق شکل ۴۱ــ۱.



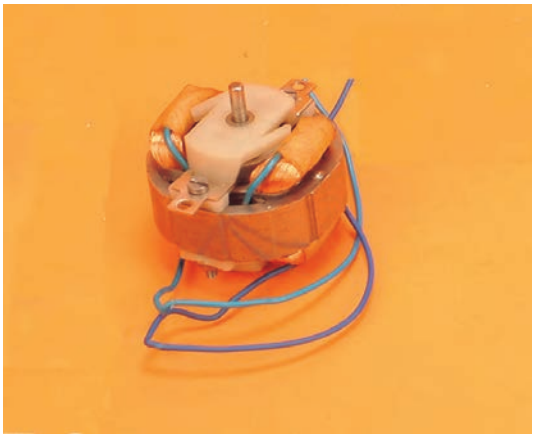
شکل ۴۱ــ۱

ــ موتور یونیورسال[۲] مطابق شکل ۴۲ــ۱.



شکل ۴۲ــ۱

ــ موتور القایی یک فاز قطب چاکدار[۳] مطابق شکل ۴۳ــ۱.



شکل ۴۳ــ۱

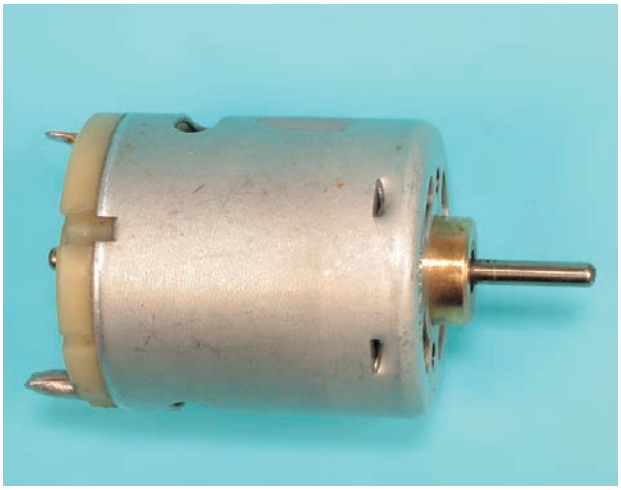
۱ــ The Permanent magnet DC motor

۲ــ The single - phase AC commutator motor (universal motor) اصطلاح بازاری موتورهای یونیورسال، موتورهای زغال‌دار AC است.

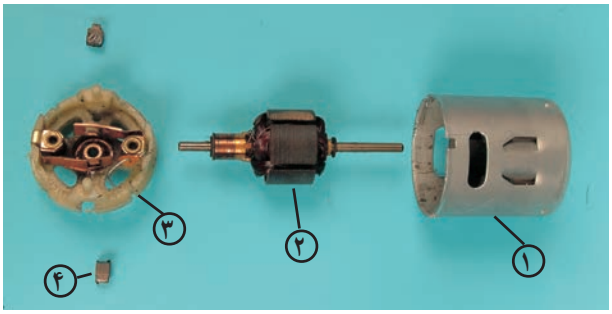
۳ــ The shaded - pole single - phase in duction motor

۱ــ۵ــ۱ــ موتور DC با آهنربای دائم و طرز کار آن:

برای آشنایی بیش‌تر با موتور DC مورد استفاده در سشوار، در شکل ۴۴ــ۱ تصویر کامل موتور و در شکل ۴۵ــ۱ قطعات باز شده‌ی آن را مشاهده می‌کنید. نام قطعات موتور با توجه به شکل ۶۰ــ۱ به شرح زیر است :



شکل ۴۴ــ۱



شکل ۴۵ــ۱

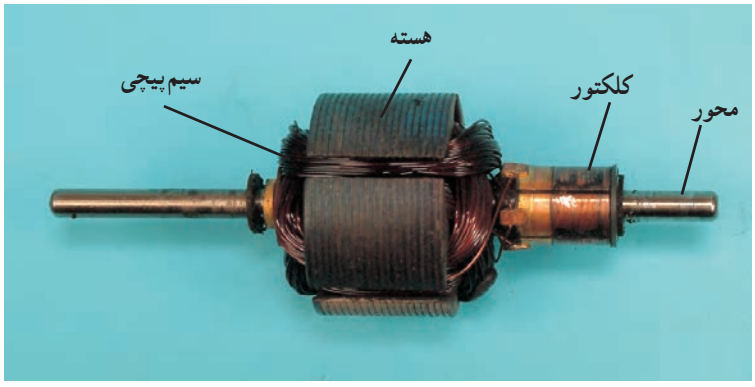
۱ــ استاتور که شامل قطب‌های آهنربای دائم و بوش سر موتور است.

۲ــ آرمیچر که دارای سه شیار، سیم‌پیچ، کلکتور سه‌تیغه، هسته و محور است.

۳ــ درپوش موتور که نگه‌دارنده‌ی بوش، جاروبک و محفظه‌ی جاروبک است.

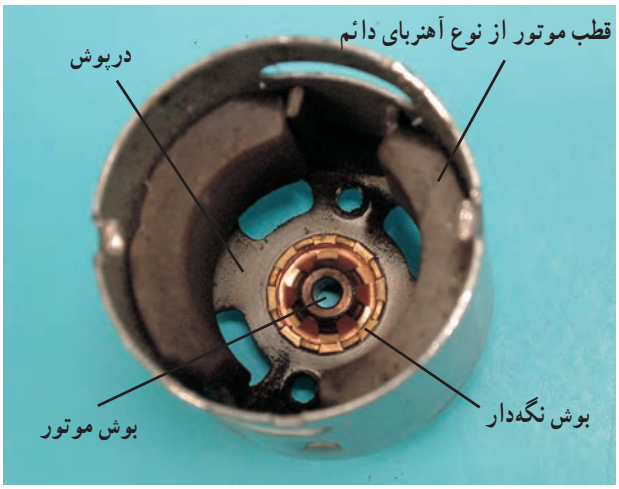
۴ــ زغال‌ها که جریان DC را به کلکتور هدایت می‌کنند.

شکل ۴۶ــ۱ یک نمونه آرمیچر موتور DC که مربوط به شکل ۴۴ــ۱ را نشان می‌دهد. این آرمیچر در اثر اعمال ولتاژ زیاد و کار طولانی مدّت، دچار عیب‌هایی شامل عیب مکانیکی و خرابی دیودهای یکسوسازی شده و سوخته است.



شکل ۴۶ــ۱

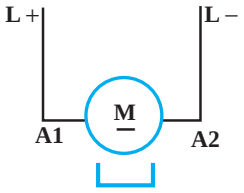
در شکل ۴۷ــ۱ استاتور موتور DC شکل ۴۴ــ۱ را به همراه قطب‌های آهنربایی، درپوش، بوش و بوش‌نگه‌دار مشاهده می‌کنید. تمام موتورهای DC استفاده شده در وسایل خانگی از جمله سشوار، دو قطب دارند.



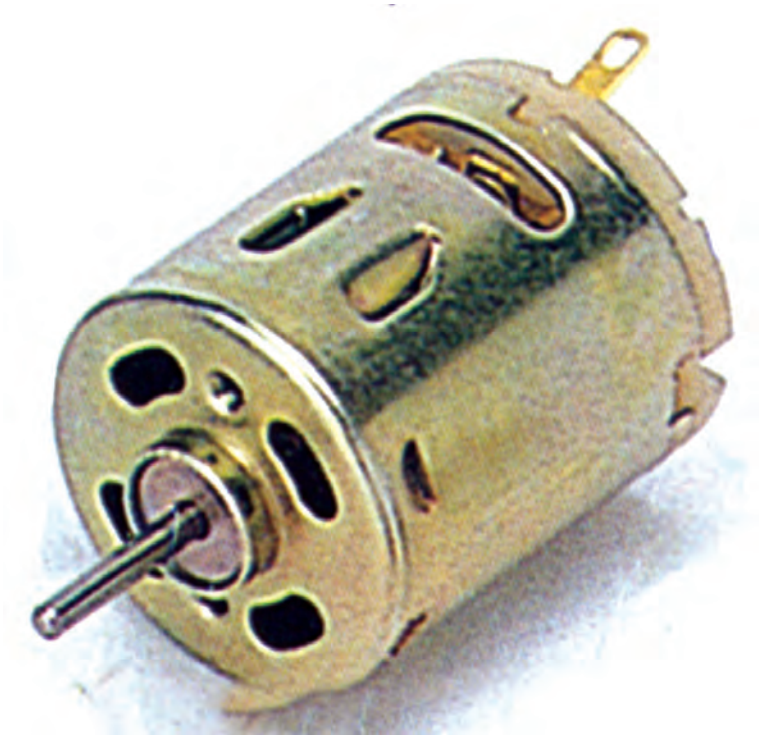
شکل ۴۷ــ۱

● ***نماد مداری موتور DC با آهنربای دائم:*** نماد موتور CD با آهنربا ی دائم در مدار الکتریکی مطابق شکل ۴۹ــ۱است.

● ***مشخصات موتورهای DC سشوار:*** شکل ۴۹ــ۱ تصویر یک موتور DC با آهنربای دائم را نشان می‌دهد. مشخصات دو نوع از این موتور را که در سشوار استفاده می‌شود، در جدول ۳ــ۱ ملاحظه می‌کنید.



شکل ۴۸ــ۱



شکل ۴۹ــ۱

جدول ۳ــ۱

حداکثر تولید گشتاور با ولتاژ نامی یا گشتاور روتور قفل شده[1]	مشخصات در بار نامی[3]					مشخصات در بی‌باری[2]		ولتاژ		کد سفارش (توسط کارخانه سازنده تعیین می‌شود)
	ضریب بهره	قدرت خروجی	گشتاور	جریان	سرعت	جریان	سرعت	ولتاژ نامی به ولت	ولتاژ عملکرد به ولت	
میلی‌نیوتن‌متر	درصد	وات	میلی نیوتن‌متر	آمپر	دور در دقیقه	آمپر	دور در دقیقه			
26	55.2	3.8	4.6	1.14	7900	0.25	9700	6	4.5-9	ZYT-360S-25100
26.5	59.8	6.46	5.88	0.9	10500	0.19	18500	12	6.0-20	ZYT-365S-2080

شکل ۵۰ــ۱ تصویر یک موتور DC سشوار را نشان می‌دهد. مشخصات دو نوع از این موتور را در جدول ۴ــ۱ ملاحظه می‌کنید.

شکل ۵۰ــ۱

جدول ۴ــ۱

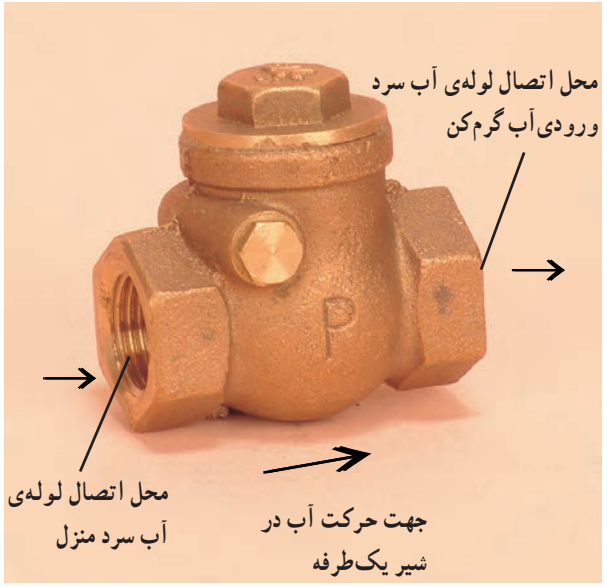
حداکثر تولید گشتاور با ولتاژ نامی	مشخصات در بار نامی					مشخصات در بی‌باری		ولتاژ		کد سفارش (توسط کارخانه سازنده تعیین می‌شود)
	ضریب بهره	قدرت خروجی	گشتاور	جریان	سرعت	جریان	سرعت	ولتاژ نامی به ولت	ولتاژ عملکرد به ولت	
میلی‌نیوتن‌متر	درصد	وات	میلی نیوتن‌متر	آمپر	دور در دقیقه	آمپر	دور در دقیقه			
35.3	59.3	6.4	5.9	0.45	10400	0.09	12500	24.0	9-26	ZYT-370S-14250
30.4	64.7	5.9	5.3	0.76	10650	0.160	12900	12.0	12-26	ZYT-375S-2073

۱ــ Stall Torque گشتاور روتور قفل شده، حداکثر گشتاوری است که موتور زیر بار مشخصی تولید می‌کند و اگر بار کمی بیش‌تر از آن شود موتور ترمز شده و روتور قفل می‌شود.

۲ــ No Load حالت بی‌بار موتور به حالتی گفته می‌شود که موتور با ولتاژ نامی کار می‌کند امّا پروانه‌ی دمنده‌ی هوا روی محور آن نصب نشده است.

۳ــ Rated Load حالت باز نامی حالتی است که ولتاژ نامی به موتور اعمال شده و پروانه‌ی دمنده‌ی هوا روی محور آن نصب است.

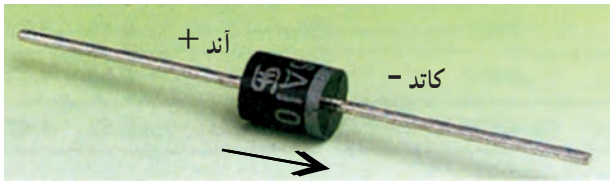
● ***وسایل یکسوسازی ولتاژ و جریان متناوب برای تغذیه‌ی موتور DC:*** در فصل پنجم کتاب تعمیر لوازم خانگی حرارتی (۲) در مبحث آب‌گرم‌کن با طرز کار شیر یک‌طرفه به‌عنوان یکسوکننده‌ی مکانیکی آشنا شدید. مطابق جهت‌های فلش در شکل ۱ــ۵۱ این شیر از یک طرف آب سرد را به داخل مخزن آب‌گرم‌کن هدایت می‌کند و از طرف دیگر مانع ورود آب گرم مخزن به لوله‌ی آب سرد می‌شود.



شکل ۱ــ۵۱

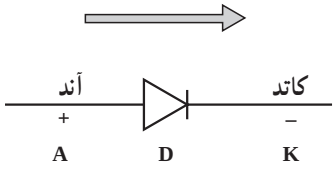
برای یکسو کردن ولتاژ و جریان متناوب در مدارهای الکتریکی، از یکسوکننده‌ی الکترونیکی (دیود)[۱] استفاده می‌شود. در یک طرف دیود روی بدنه نوار سفید رنگی وجود دارد که آن طرف را کاتد[۲] می‌گویند و با حرف K و علامت – مشخص می‌کنند. سر دیگر دیود آند[۳] نام دارد و با حرف A و علامت + مشخص می‌شود.

جهت جریان الکتریکی همواره از آند به کاتد و مطابق جهت فلش شکل ۱ــ۵۲ است.



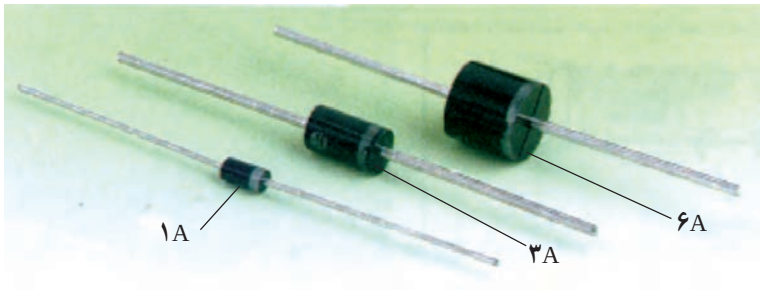
شکل ۱ــ۵۲

به‌طور کلی نماد و جهت جریان دیود مطابق شکل ۱ــ۵۳ است. امّا در مدارهای الکتریکی به‌صورت ⟶|– و با حرف D نشان داده می‌شود.



شکل ۱ــ۵۳

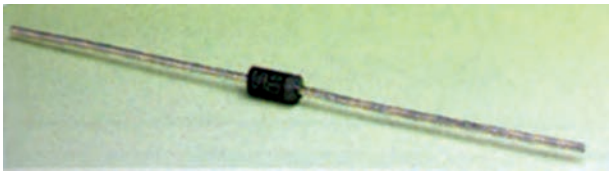
با توجه به شکل ۱ــ۵۴ و جریان نامی هر دیود، نتیجه می‌گیریم که ابعاد هر دیود تابع جریان نامی آن است.



شکل ۱ــ۵۴

۱ــ Diode ۲ــ Cathode ۳ــ Anode

مشخصات دیود شکل ۵۵ــ۱ در جدول ۵ــ۱ با جریان نامی ۱ آمپر و حداکثر ولتاژ معکوس[1] مختلف آمده است.

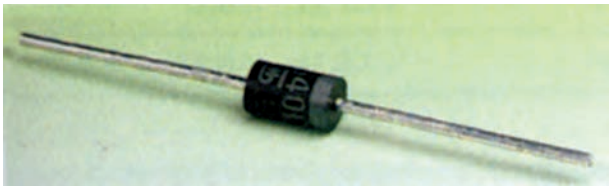


شکل ۵۵ ــ۱

جدول ۵ــ۱

کد سفارش	جریان و حداکثر ولتاژ معکوس
IN4001	1A/50V
IN4002	1A100V
IN4003	1A/200V
IN4004	1A/400V
IN4006	1A/800V
IN4007	1A/1.000V

در جدول ۶ــ۱ مشخصات دیود شکل ۵۶ــ۱ با جریان نامی ۳ آمپر و حداکثر ولتاژهای معکوس مختلف ارائه شده است.



شکل ۵۶ ــ۱

جدول ۶ــ۱

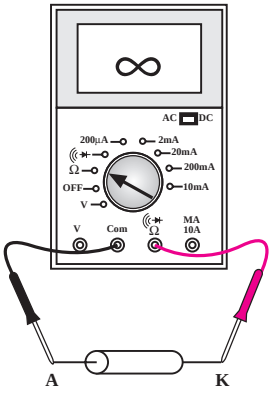
کد سفارش	جریان و حداکثر ولتاژ معکوس
IN5400	3A/50V
IN5401	3A100V
IN5402	3A/200V
IN5404	3A/400V
IN5406	3A/600V
IN5408	3A/1.000V

توجه! هر دیود که در مدار الکتریکی با تغذیه‌ی ولتاژ ۲۲۰ ولت قرار می‌گیرد ؛ بایستی حداقل ولتاژ معکوس آن V_m حداکثر ولتاژ شبکه یا $\sqrt{2} \times ۲۲۰ = ۳۱۵$ ولت باشد. توصیه می‌شود ولتاژ معکوس دیود بیش‌تر از این مقدار یعنی برابر ۴۰۰ ولت درنظر گرفته شود.

● ***روش آزمایش دیود:***

■ با استفاده از هویه، دیود را از برد مدار چاپی خارج می‌کنیم.

■ دیود را طبق شکل ۵۷ــ۱ به اهم‌متر اتصال می‌دهیم ؛ اهم‌متر باید مقاومت ∞ را نشان دهد. توجه داشته باشید اهم‌متر باید روی $R \times ۱۰$ یا $R \times ۱۰۰$ باشد.



شکل ۵۷ ــ۱

۱ــ Peak Inverse Voltage. به‌صورت اختصاری PIV می‌نویسند.

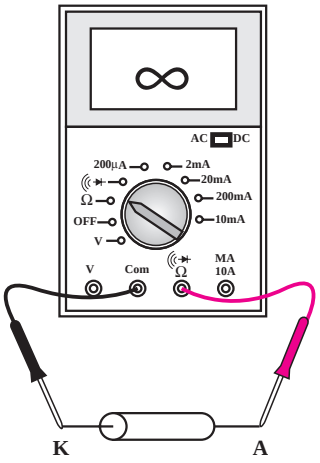
■ پایه‌های دیود را طبق شکل ۵۸ــ۱ جابه‌جا می‌کنیم ؛ در این حالت باید اهم‌متر به سمت راست منحرف شود و مقاومت کمی را نشان دهد.

■ در صورت برقراری شرایط بالا دیود سالم است. در غیر این‌صورت دیود معیوب است و باید تعویض شود.

■ در برخی از اهم‌مترهای عقربه‌ای ترمینال‌های مثبت و منفی اهم‌متر معکوس است.

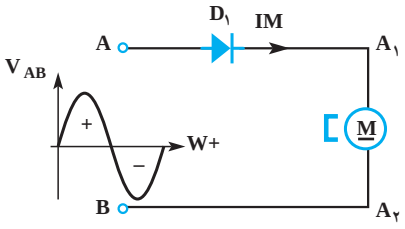
● ***روش‌های یکسوسازی با دیود:***

برای یکسوکردن ولتاژ و جریان متناوب به‌وسیله‌ی دیود، دو روش نیم‌موج و تمام‌موج وجود دارد.



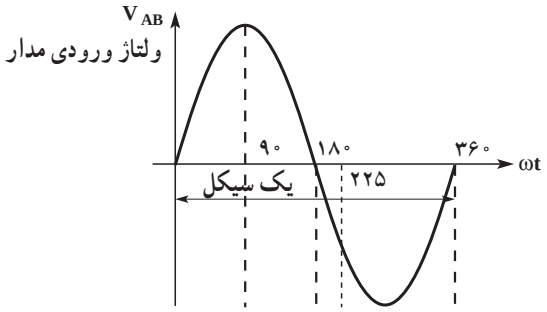
شکل ۵۸ ــ ۱

■ ***یکسوکننده‌ی نیم‌موج:*** در روش نیم‌موج مطابق شکل ۵۹ــ۱ یک دیود D_1 با موتور DC سری می‌شود.

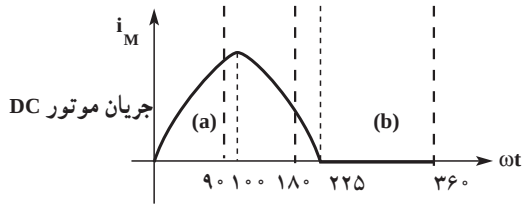


شکل ۵۹ ــ ۱

اگر شکل موج ولتاژ ورودی مدار مطابق شکل ۶۰ــ۱ باشد، دیود در نیم‌سیکل مثبت، جریان الکتریکی را هدایت می‌کند و جریان عبوری از موتور مشابه شکل موج (a) در شکل ۶۱ــ۱ است. طولانی شدن زمان نیم‌سیکل مثبت به‌خاطر اثر سلفی آرمیچر ماشین DC است. در نیم‌سیکل منفی دیود مسیر جریان را سد می‌کند و جریان در نیم‌سیکل منفی صفر می‌شود. هدایت دیود در نیم‌سیکل منفی کم‌تر از ۱۸۰ درجه است «عملکرد اثر سلفی آرمیچر در طولانی‌تر شدن نیم‌سیکل مثبت، مشابه عملکرد ماشینی است که با سرعت معینی حرکت می‌کند. اگر در این سرعت ماشین ترمز شود، انرژی ذخیره شده در ماشین سبب ادامه‌ی حرکت می‌شود تا این‌که انرژی ذخیره شده در ماشین صفر شود».



شکل ۶۰ ــ ۱



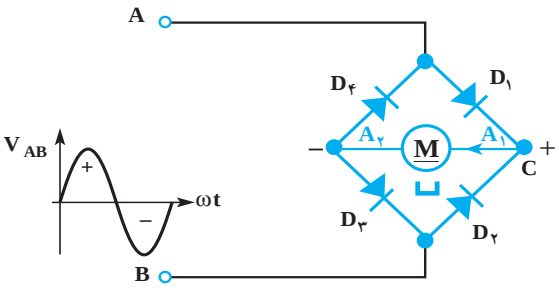
شکل ۶۱ ــ ۱

نکات مهم

- در روش یکسوسازی نیم‌موج مقدار جریان مؤثر عبوری از موتور DC، کم است، بنابراین موتور DC در این حالت با سرعت کم کار می‌کند.
- همان‌طورکه فنر در برابر تغییر طول، و جرم در برابر تغییر سرعت از خود عکس‌العمل نشان می‌دهد، سلف آرمیچر ماشین DC هم در برابر تغییر مقدار جریان آرمیچر مخالفت می‌کند و با استفاده از انرژی ذخیره شده در خود سبب طولانی شدن زمان نیم‌سیکل مثبت در یکسوسازی نیم‌موج می‌شود و هدایت دیود در نیم‌سیکل منفی که جریان مدار صفر می‌شود کمتر از ۱۸۰ درجه است.

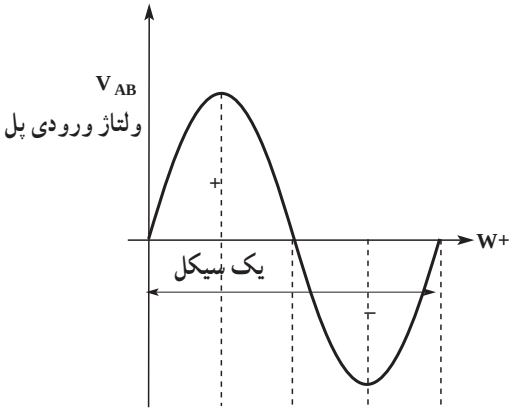
■ ***یکسوکننده‌ی تمام موج بدون خازن صافی:*** در مدار شکل ۶۲ــ۱ ــ الف عمل یکسوکنندگی ولتاژ و جریان متناوب به‌وسیله‌ی چهار دیود انجام می‌گیرد. این چهار دیود مطابق شکل ۶۲ــ۱ــب به‌صورت پل با یکدیگر اتصال دارند و موتور DC را تغذیه می‌کنند.

اگر موج ولتاژ ورودی به یکسوکننده‌ی پل مطابق شکل ۶۳ــ۱ باشد در نیم‌سیکل مثبت ولتاژ ورودی، علامت ولتاژ نقطه‌ی A مثبت (+) و علامت ولتاژ نقطه B منفی (–) است، در این شرایط، دیودهای D_1 و D_3 جریان الکتریکی را هدایت می‌کنند و آرمیچر موتور با تغذیه‌ی جریان یکسوشده می‌چرخد. در نیم‌سیکل منفی ولتاژ، علامت ولتاژ در نقطه A منفی (–) و علامت ولتاژ B مثبت (+) است، و در این حالت دیودهای D_2 و D_4 هدایت جریان الکتریکی را برعهده دارند و شکل موج جریان عبوری از موتور به علت اثر سلفی آرمیچر مشابه شکل موج ۶۴ــ۱ می‌شود.

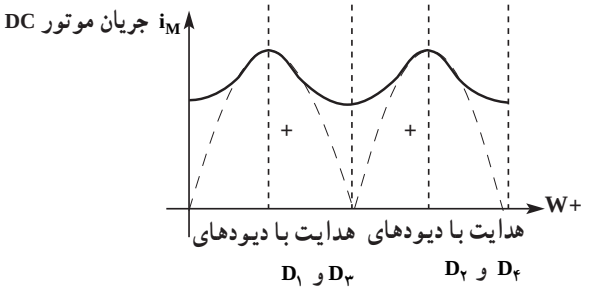


شکل ۶۲ ــ۱ــ الف

شکل ۶۲ ــ۱ــ ب

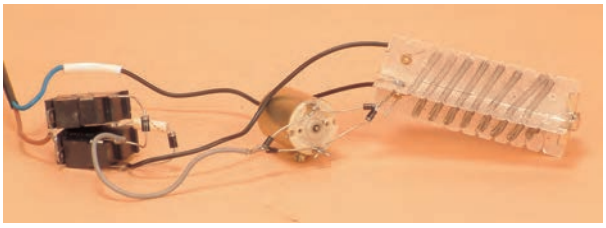


شکل ۶۳ ــ۱



شکل ۶۴ ــ۱

● در شکل ۶۵ــ۱ دیودهای یکسوکننده‌ی پل که روی موتور نصب شده‌اند برای تغذیه‌ی موتور DC و دیودهای روی کلید به‌عنوان یکسوکننده‌ی نیم‌موج برای کاهش سرعت موتور و کاهش گرمای المنت به‌کار می‌روند.

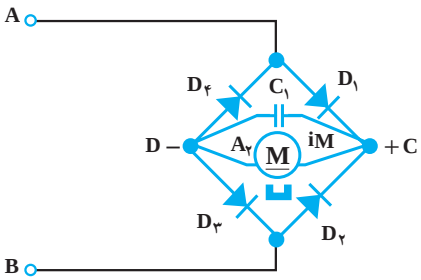


شکل ۶۵ ــ۱

تمرین ۱: موتور DC شکل ۶۶ــ۱ با کد سفارش ZyT-3755S-2073 از جدول ۴ــ۱ مطابقت دارد. اگر دیودهای یکسوکننده‌ی پل سوخته باشند، دیودهای جایگزین چه مشخصاتی دارند.

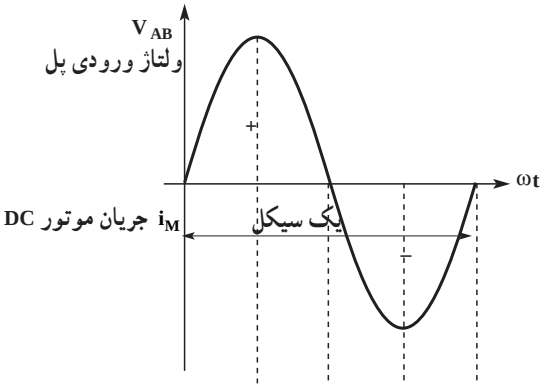
حل: طبق جدول ۴ــ۱ جریان نامی موتور ۰/۷۶ آمپر است. پس با استفاده از جدول ۵ــ۱ دیودها 1N4004 با جریان ۱آمپر و حداکثر ولتاژ معکوس ۴۰۰ ولت انتخاب می‌شوند.

شکل ۶۶ ــ۱

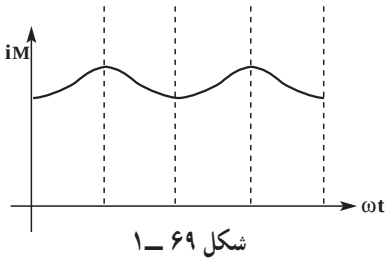


شکل ۶۷ ــ۱

■ ***یکسوکننده‌ی تمام موج با خازن صافی:*** در مدار شکل ۶۷ــ۱ یک خازن صافی مشابه خازن C_1 شکل ۷۰ــ۱ــ ب با موتور یا ترمینال خروجی یکسوکننده‌ی پل (یعنی C و D) موازی شده است. وقتی جریان یکسو شده توسط یکسوکننده‌ی پل، رو به افزایش است، هم‌زمان با تغذیه‌ی موتور DC انرژی الکتریکی نیز در خازن ذخیره می‌شود و وقتی جریان یکسو شده توسط یکسوکننده‌ی پل رو به کاهش است، خازن انرژی ذخیره شده در خود را به موتور تحویل می‌دهد. پس با استفاده از خازن صافی و سلف آرمیچر، جریان موتور به‌صورت شکل ۶۹ــ۱ درمی‌آید. این شکل موج صاف‌تر از شکل موج ۶۴ــ۱ است.



شکل ۶۸ ــ۱



شکل ۶۹ ــ۱

نکات مهم

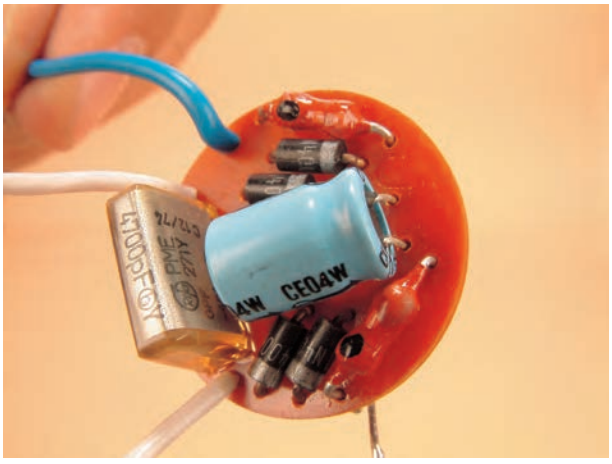
- خازن صافی و سلف آرمیچر سبب صاف شدن موج یکسو شده می‌شود.
- خازن صافی در مدار یکسوسازی مانند منبع ذخیره‌ی آب پشت‌بام منازل در شبکه‌های آب‌رسانی کم فشار است.
- زمانی که فشار آب زیاد است منبع از آب شبکه پر می‌شود و زمانی که فشار آب کم است و آب به طبقات بالاتر نمی‌رسد، آب ذخیره شده در منبع مورد مصرف قرار می‌گیرد.

● ***پارازیت‌گیری در موتورهای DC با آهنربای دائم:***

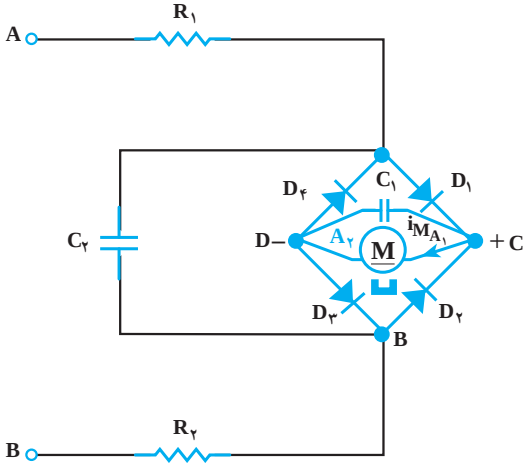
در موتورهای کلکتوردار مانند موتور DC، در زمان جابه‌جایی تیغه‌های کلکتور، زیر جاروبک‌ها، به علّت عیب‌های الکتریکی و مکانیکی ولتاژ با فرکانس خیلی خیلی زیاد توسط آرمیچر تولید می‌شود که جرقه‌هایی در سطح کلکتور به‌وجود می‌آید. این جرقه‌ها علاوه بر خوردگی سطح کلکتور، میدان‌های الکترومغناطیسی ایجاد می‌کنند که در گیرنده‌های رادیویی ایجاد اختلال می‌کنند و روی وسایل صوتی و تصویری اِعوجاج به‌وجود می‌آورند. این پدیده را پارازیت می‌گویند. یکی از روش‌های رفع این پارازیت‌ها، استفاده از خازن‌های پارازیت‌گیر است.

خازن‌های پارازیت‌گیر با آرمیچر، با دو سر ورودی یکسوکننده‌ی پل و نیز با ورودی مدار سشوار موازی می‌شوند در شکل ۷۰ــ۱ خازن C_1 با ظرفیت ۳۳ میکروفاراد دو وظیفه‌ی صافی و پارازیت‌گیری را انجام می‌دهد و خازن C_2 با ظرفیت ۴۷۰۰ پیکوفاراد به‌عنوان خازن پارازیت‌گیر استفاده می‌شود. مدار الکتریکی نشان داده شده در شکل ۷۰ــ۱ــ ب مربوط به مدار مونتاژ شکل ۷۰ــ۱ــ الف است.

مقاومت‌های R_1 و R_2 مقاومت‌های محدودکننده‌ی جریان و ولتاژ موتور DC است.



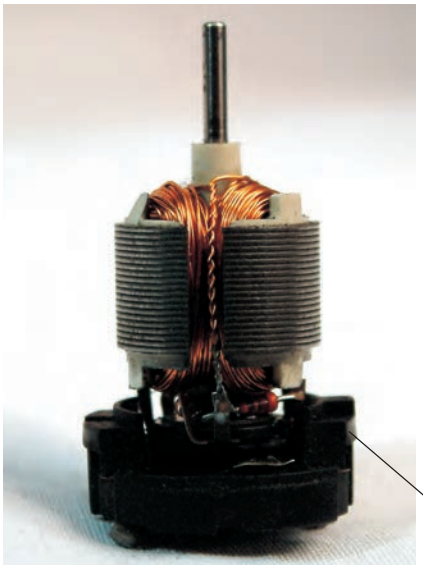
(الف)



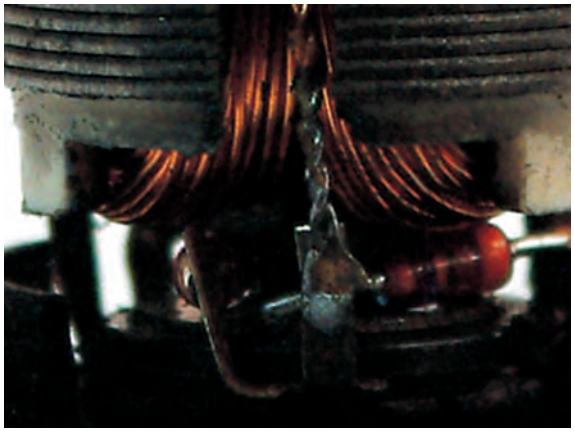
(ب)

شکل ۷۰ ــ ۱

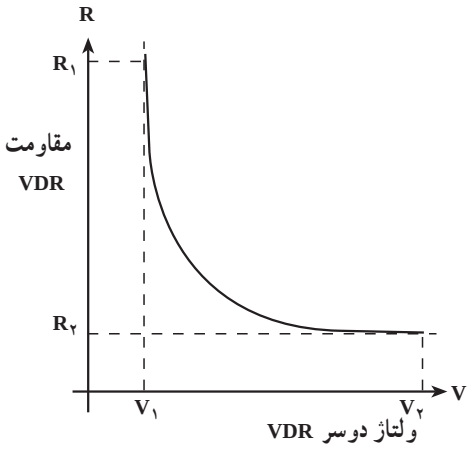
● **حذف جرقه و پارازیت با VDR**[1]: در آرمیچرهای DC که با سرعت زیاد می‌چرخند وقتی کلاف‌های آرمیچر توسط تیغه‌های کلکتور و زغال‌ها اتصال کوتاه می‌شوند، مقدار ولتاژ لحظه‌ای القاء شده در کلاف‌ها زیاد است و می‌تواند جرقه شدیدی روی تیغه‌های کلکتور ایجاد کند. مخصوصاً وقتی که عیب‌های مکانیکی و الکتریکی در موتور وجود داشته باشد، شدت جرقه‌زنی آرمیچر بیش‌تر است. برای جلوگیری از جرقه‌زنی و متعادل کردن آرمیچر از VDR استفاده می‌شود.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۷۱ــ۱

نکات مهم

● در آرمیچری که با VDR حفاظت می‌شود به تعداد تیغه‌های کلکتور، VDR استفاده می‌شود.

● دو سر هر VDR مطابق شکل ۷۱ــ۱ــ الف وب به دو تیغه‌ی مجاور کلکتور اتصال دارد و با هر کلاف آرمیچر یک VDR موازی می‌شود.

● در سرعت زیاد موتور سشوار، کلاف آرمیچر به‌وسیله‌ی زغال و تیغه‌ی کلکتور اتصال کوتاه می‌شود. به علّت اثر سلفی کلاف، ولتاژ زیادی در کلاف اتصال کوتاه شده به‌وجود می‌آید. مطابق شکل ۷۱ــ۱ــ ج مقاومت VDR که با دو سر کلاف آرمیچر موازی شده به سرعت کاهش می‌یابد و جریان ناشی از ولتاژ القاء شده را از خود عبور می‌دهد. چون در این حالت جرقه‌ای بین دو تیغه‌ی کلکتور مجاور هم اتفاق نمی‌افتد، آرمیچر از نظر الکتریکی و مغناطیسی متعادل می‌شود و عمر مفید آرمیچر افزایش می‌یابد.

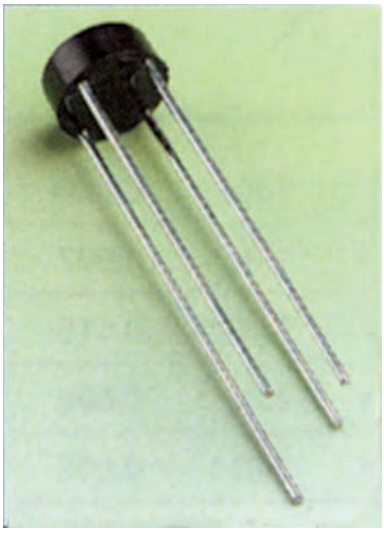
VDR یک مقاومت تابع ولتاژ است. وقتی ولتاژ دو سر آن کم است مقاومت آن زیاد و وقتی ولتاژ دو سر آن زیاد باشد، مقاومت آن کم می‌شود و با عبور جریان از خود مدار را محافظت می‌کند.

۱ــ Voltage depended Resistor

● **دیود پل:** اخیراً در سشوارهای برقی از دیود پل برای یکسو کردن جریان مورد نیاز موتور DC استفاده می‌شود. این دیود به‌تنهایی مانند یک مجموعه‌ی پل دیود چهارتایی عمل می‌کند و مطابق شکل ۷۲ــ۱ دارای چهار پایه است. در مجاورت یکی از پایه‌ها علامت + درج شده که آن را پایه‌ی مثبت می‌گویند، پایه‌ای که دقیقاً مقابل این پایه قرار گرفته پایه‌ی منفی است. دو پایه‌ی دیگر مخصوص جریان متناوب هستند. در جدول ۷ــ۱ مشخصات یک دیود پل با جریان نامی ۱/۵ آمپر و حداکثر ولتاژ معکوس مختلف آمده است.

جدول ۷ــ۱

جریان و حداکثر ولتاژ معکوس	کد سفارش
50V	WOO5
100V	WO1
200V	WO2
400V	WO4
600V	WO6
800V	WO8



شکل ۷۲ ــ ۱

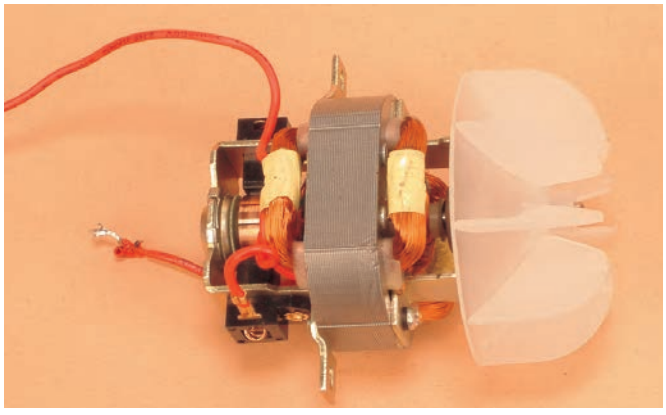
طرز کار و تغییر جهت گردش موتور DC با آهن‌ربای دائم

● از اثر میدان مغناطیسی قطب‌ها بر سیم‌پیچ آرمیچر حامل جریان، حرکت دورانی به‌وجود می‌آید و آرمیچر را می‌چرخاند.

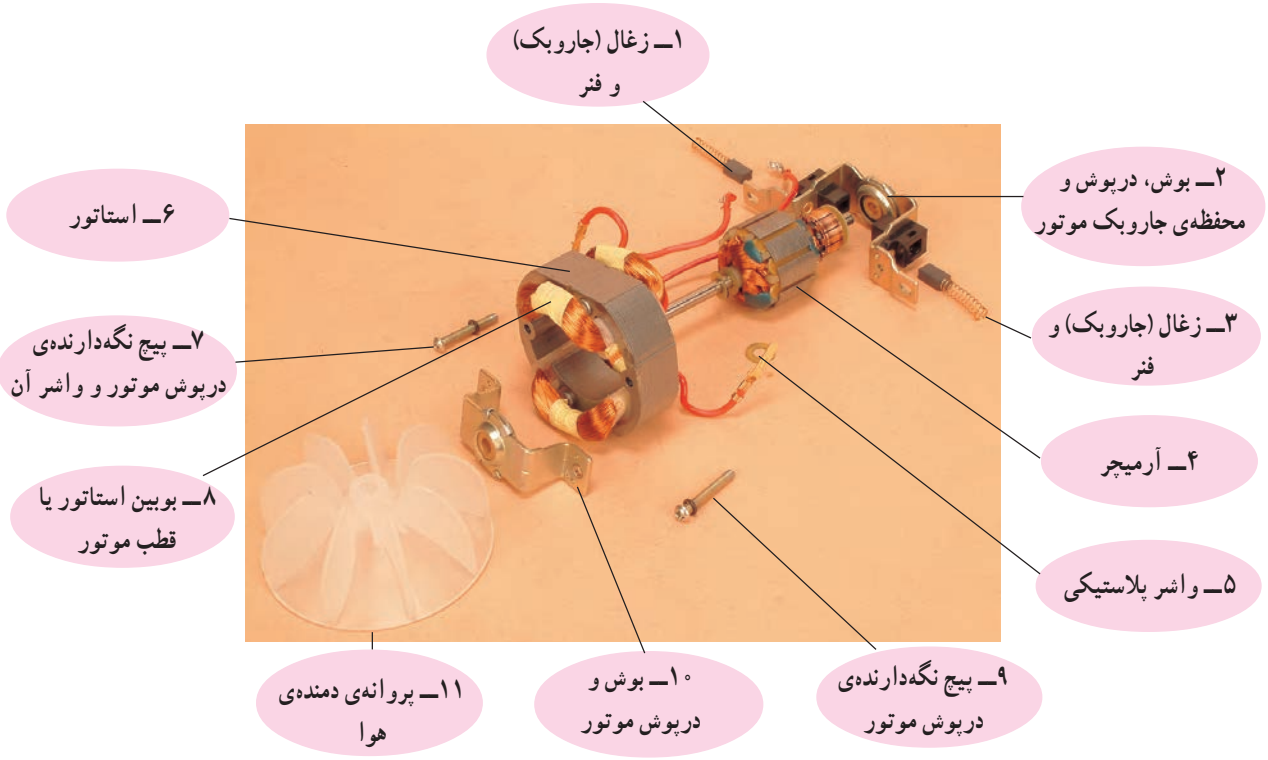
● برای تغییر جهت گردش در این موتور می‌توانید سیم‌های مربوط به تغذیه‌ی ولتاژ DC را در ترمینال‌های موتور جابه‌جا کنید.

۲ــ۵ــ۱ــ موتور یونیورسال و طرز کار آن: این موتور با دو ولتاژ AC و DC کار می‌کند و ساختمان آن مانند موتور سری DC است. قدرت و سرعت این موتور نسبت به موتور DC با آهنربای دائم بیش‌تر است. سشوارهایی که این نوع موتور را دارند از سرعت و هوادهی بیش‌تری برخوردارند.

شکل ۷۳ــ۱ــ الف تصویر یک موتور DC را به همراه پروانه‌ی دمنده‌ی هوا نشان می‌دهد. در شکل ۷۳ــ۱ــ ب قطعات موتور را مشاهده می‌کنید.

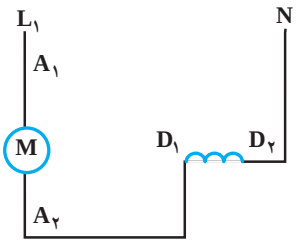


شکل ۷۳ ــ ۱ــ الف



شکل ۷۳ ــ۱ــ ب

● ***نماد مداری موتور یونیورسال:*** نماد مداری موتور یونیورسال در مدارهای الکتریکی مطابق شکل ۷۴ــ۱ است. دو سر سیم‌پیچ قطب‌ها را با حروف D_1 و D_2 و دو سر آرمیچر را با حروف A_1 و A_2 مشخص می‌کنند.

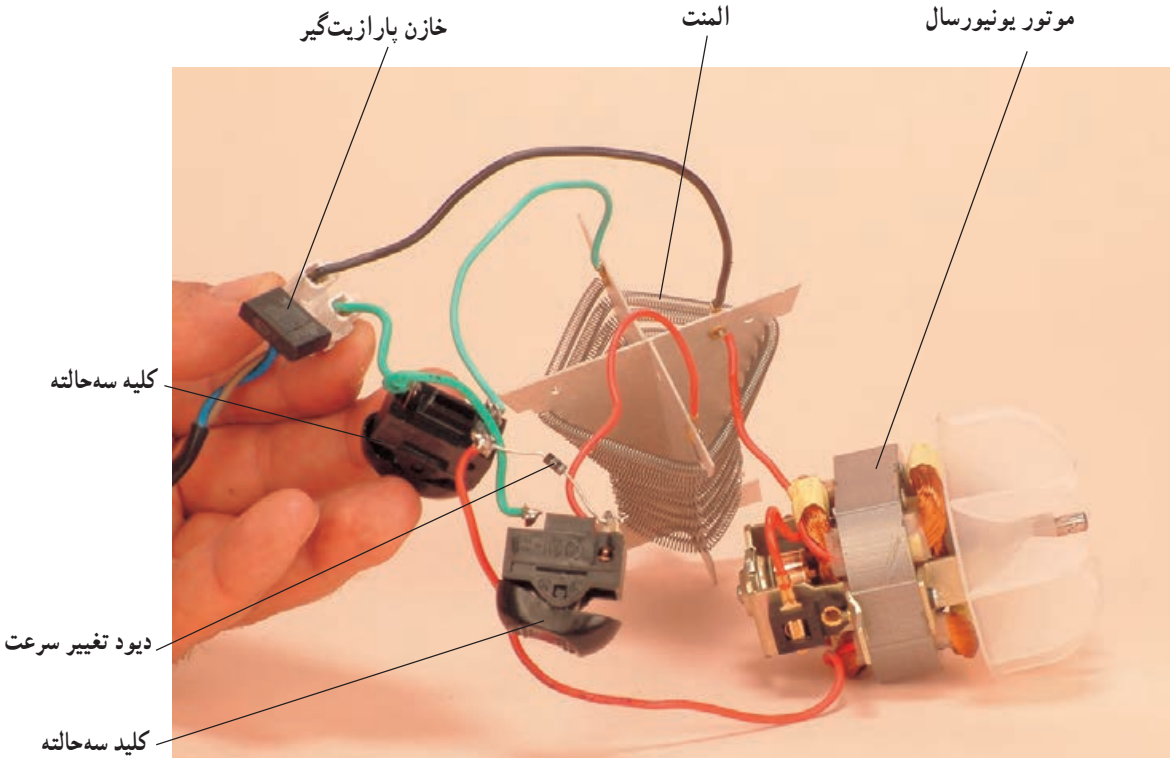


شکل ۷۴ ــ۱

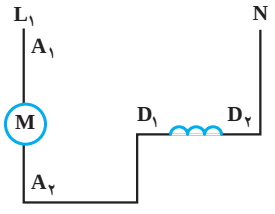
● ***طرز کار و تغییر جهت گردش موتور یونیورسال:*** در موتورهای یونیورسال، بوبین‌های استاتور با آرمیچر سری می‌شوند و مقدار و جهت جریان به‌طور هم‌زمان در آن‌ها تغییر می‌کند. در این موتور میدان مغناطیسی استاتور روی آرمیچر حامل جریان اثر می‌گذارد و نیرویی در آن ایجاد می‌کند. این نیرو آرمیچر را به چرخش درمی‌آورد. اغلب موتورهای یونیورسال برای جهت گردش مشخصی طرّاحی شده‌اند و در صورت تغییر این جهت، علاوه بر آن‌که قادر به انجام عمل مکانیکی موردنظر نیستند، در کلکتور نیز جرقه‌ی شدیدی به‌وجود می‌آید که سبب سوختن موتور می‌شود. بنابراین منظور از بحث تغییر جهت گردش، اصلاح مسیر گردش پس از سرویس دستگاه است.

برای تغییر جهت گردش آرمیچر باید محل اتصال سر سیم‌های بوبین استاتور به آرمیچر عوض شود.

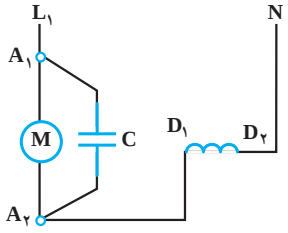
● ***پارازیت‌گیری در موتورهای یونیورسال:*** در موتورهای کلکتوردار مانند موتور یونیورسال به علّت خرابی کلکتور مدور نبودن سطح کلکتور و برآمدگی میکای بین تیغه‌ها و عیب‌های مکانیکی و الکتریکی، جرقه‌هایی در سطح کلکتور به‌وجود می‌آید. این جرقه‌ها میدان‌های الکترومغناطیسی ایجاد می‌کنند و پارازیت به‌وجود می‌آورند. روش‌های رفع پارازیت در این موتورها مشابه موتورهای DC با آهنربای دائمی است. در شکل ۷۵ــ۱ مدار مونتاژ یک موتور یونیورسال با خازن پارازیت‌گیر و در شکل‌های ۷۶ــ۱ و ۷۷ــ۱ مدار معادل الکتریکی با دو روش آمده است.



شکل ۷۵ ــ۱



شکل ۷۶ ــ۱



شکل ۷۷ ــ۱

توجه! طبق استاندارد بین‌المللی، سازندگان لوازم خانگی برقی موظفند دو حرف اختصاری A.P به معنای پارازیت‌گیری شده با سه حرف اختصاری N.A.P به معنای پارازیت‌گیری نشده را روی پلاک مشخصات دستگاه ثبت کنند.

۳ــ۵ــ۱ــ موتور القایی یک فاز قطب چاکدار و

طرز کار آن: این موتور را به اختصار موتور قطب چاکدار می‌گویند. اجزای این موتور را در شکل ۷۸ــ۱ــ الف مشاهده می‌کنید. این اجزا عبارت‌اند از :

۱ــ درپوش سمت عقب

۲ــ روتور با هادی‌های اتصال کوتاه شده توسط دو حلقه‌ی آلومینیومی که در دو طرف روتور قرار دارد. این روتور را قفس سنجابی گویند.

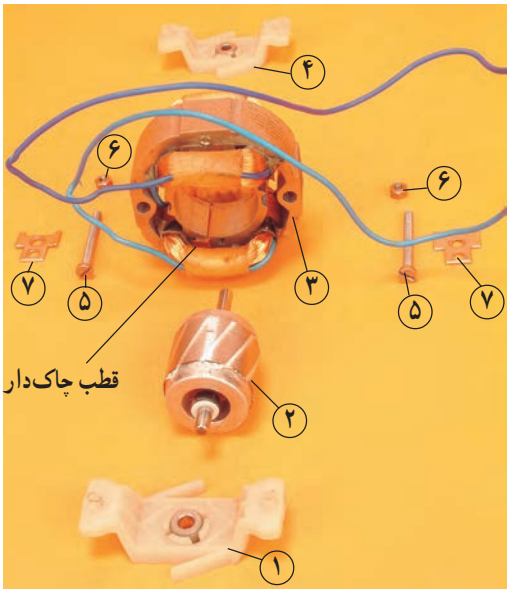
۳ــ استاتور با دو قطب چاکدار

۴ــ درپوش سمت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا

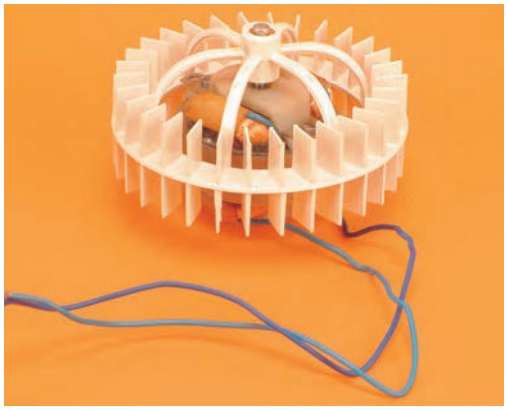
۵ و ۶ــ پیچ و مهره‌ی محکم‌کننده درپوش‌های موتور

۷ــ نگه‌دارنده‌های موتور روی قاب بدنه

موتور قطب چاکدار که در سشوار استفاده می‌شود دو قطب دارد. چون سرعت این موتور نسبت به موتورهای DC و یونیورسال کم است. قطر پروانه‌ی دمنده‌ی هوای آن بزرگ‌تر انتخاب می‌شود. استاتور این موتور شبیه استاتور موتور یونیورسال است با این تفاوت که در انتهای هر قطب آن شیاری تعبیه شده که در آن بوبینی مرکب از یک یا دو دور سیم مسی قرار گرفته است. این بوبین را بوبین اتصال کوتاه یا بوبین قطب چاکدار می‌گویند. روتور این موتور از نوع قفس سنجابی است. در شکل ۷۸ــ۱ــ ب موتور قطب چاکدار سشوار با پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و شکل ۷۹ــ۱ قطعات باز شده‌ی آن را مشاهده می‌کنید.

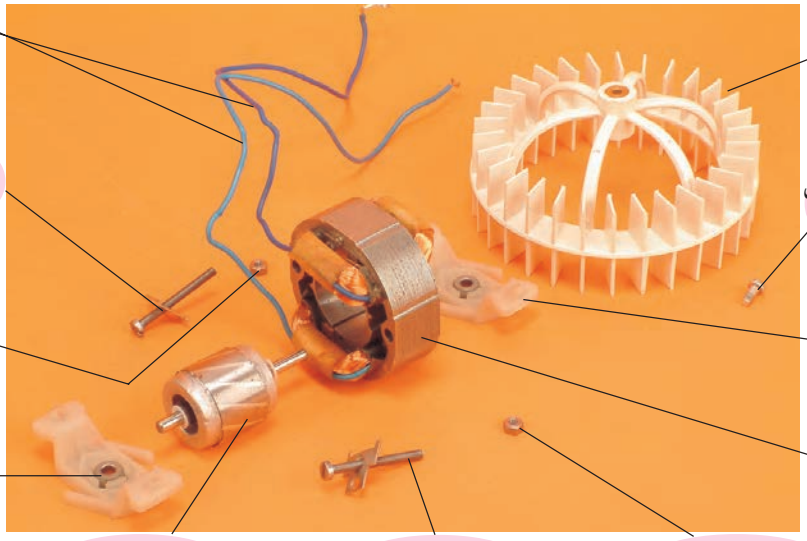


(الف)



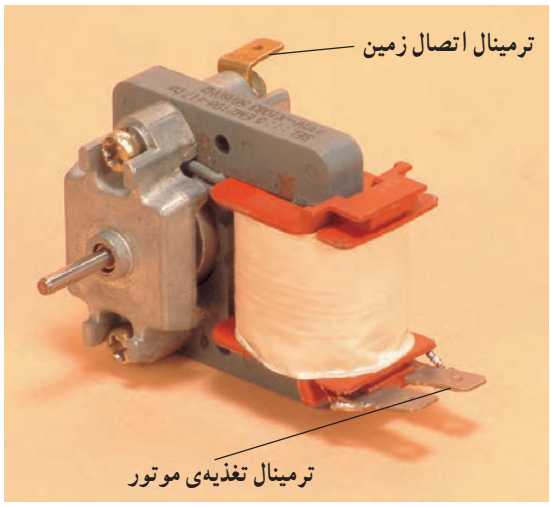
(ب)

شکل۷۸ ــ۱



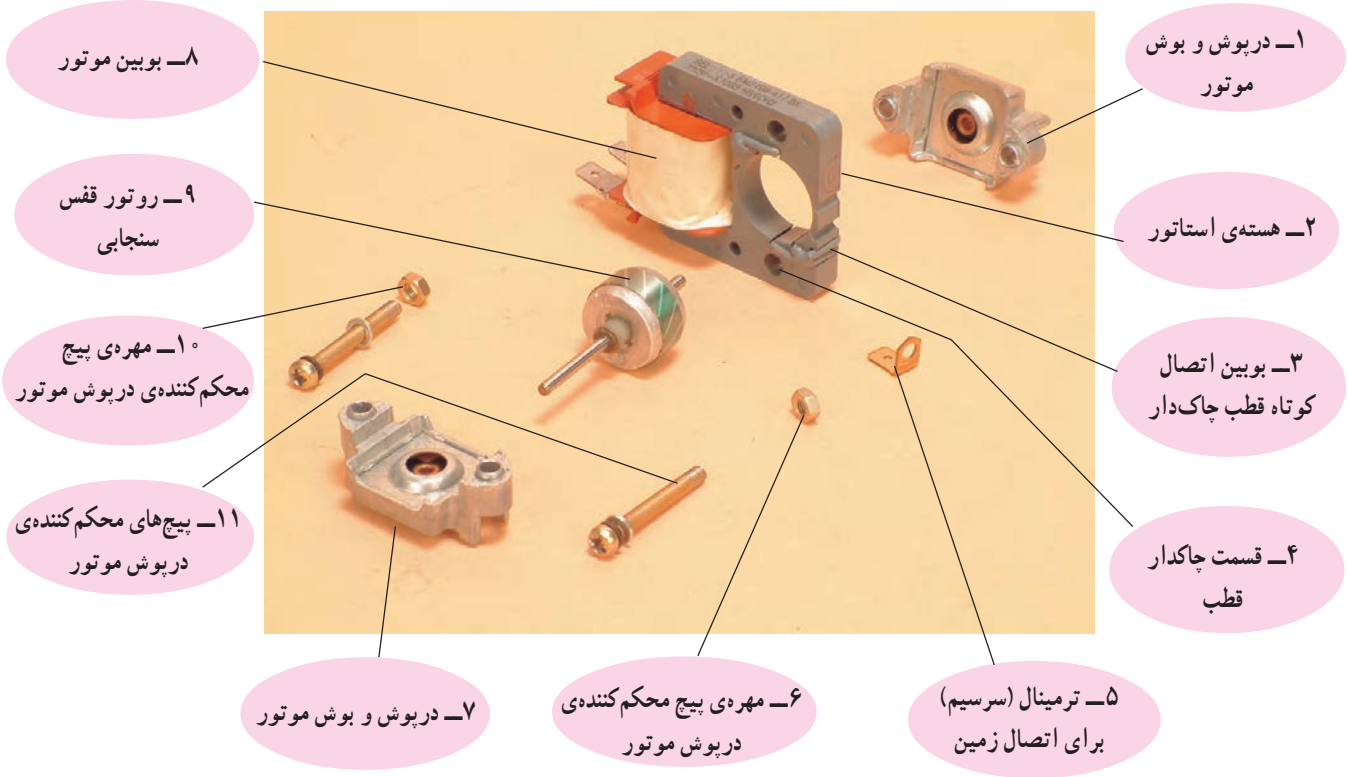
شکل ۷۹ ــ۱

برای بیان نحوه‌ی ایجاد میدان مغناطیسی گردان طرز کار موتور با قطب چاکدار از موتور قطب چاکدار شکل ۸۰ــ۱[1] که از ساختمان ساده‌تری نسبت به موتور شکل ۷۸ــ۱ برخوردار است، استفاده می‌شود. قطعات و اجزای این موتور در شکل ۸۱ــ۱ نشان داده شده است.



شکل ۸۰ ــ۱

به قسمت چاکدار استاتور روی شکل ۸۱ــ۱ توجه کنید.



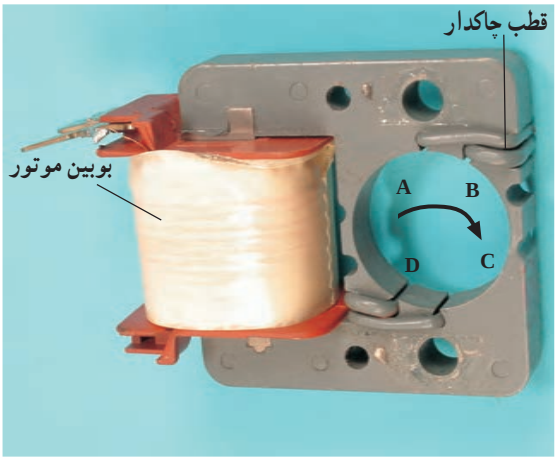
شکل ۸۱ ــ۱

۱ــ این موتور در سشوار استفاده نمی‌شود و مشابه آن در پمپ آب کولر آبی و پمپ آب لباسشویی تمام اتوماتیک استفاده می‌شود. بیان آن در این قسمت به‌خاطر کاربرد آن در بخش‌های بعدی است.

● ***روش ایجاد میدان مغناطیسی گردان در موتور***

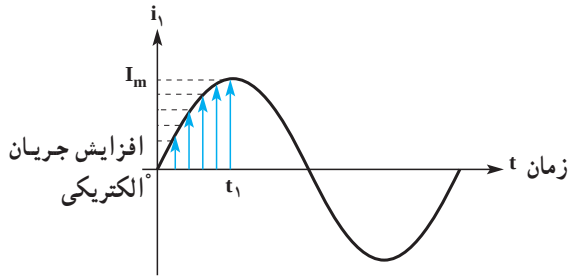
قطب چاکدار: موتور قطب چاکدار یک موتور القایی است. در این موتور برای تولید میدان مغناطیسی گردان، قطب‌های استاتور به دو قسمت تقسیم می‌شود.

در شکل ۸۲ــ۱ قسمت‌های چاکدار (B و D) و بدون چاک (A و C) نشان داده شده است. در قسمت چاکدار حلقه‌های اتصال کوتاه شده‌ای تعبیه شده که نقش سیم‌پیچی کمکی را در راه‌اندازی موتور به‌عهده دارند.



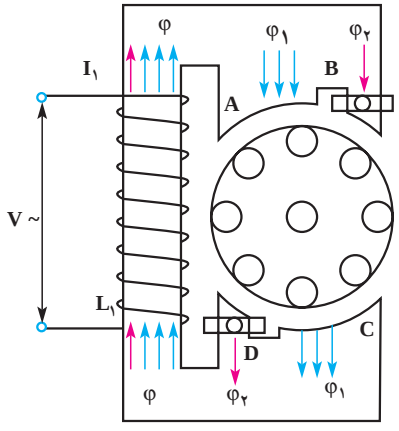
شکل ۸۲ ــ۱

با افزایش جریان در فاصله‌ی زمانی ۰ تا t_1 که در شکل ۸۳ــ۱ نشان داده شد فوران مغناطیسی قسمت بدون چاک هر قطب هسته افزایش می‌یابد و ولتاژی را در حلقه‌ی اتصال کوتاه القاء می‌کند.



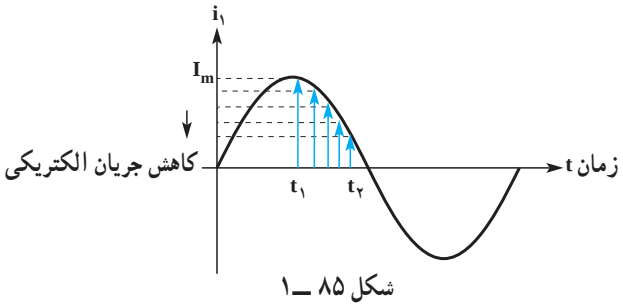
شکل ۸۳ ــ۱

در اثر ولتاژ القایی حلقه اتصال کوتاه، جریانی در حلقه جاری می‌شود و فوران دومی را در هسته به‌وجود می‌آورد. فوران قسمت چاکدار با فوران قسمت بدون چاک موتور مخالفت می‌کند و درنتیجه فوران برآیند ϕ به دو قسمت ϕ_1 و ϕ_2 تقسیم می‌شود و از هسته می‌گذرد.



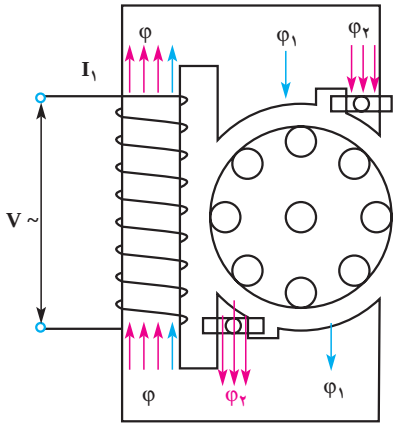
شکل ۸۴ ــ۱

برعکس در فاصله زمانی t_1 تا t_2 که جریان بوبین درحال کاهش است (شکل ۸۵ــ۱)، تراکم شار مغناطیسی(فوران مغناطیسی) در قسمت چاکدار زیاد و در قسمت بدون چاک کم است.



شکل ۸۵ ــ۱

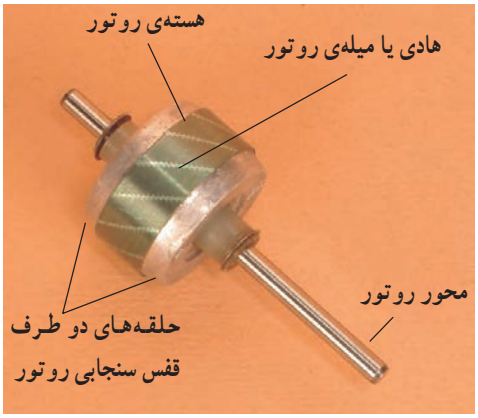
این شرایط باعث می‌شود تا فوران جدید به روتور وارد شود. جابه‌جایی میدان مغناطیسی در طی یک نیم‌سیکل را می‌توان به‌عنوان میدان گردان درنظر گرفت. شکل ۸۶ــ۱ وضعیت فوران مغناطیسی در قسمت دوم (ربع دوم) نیم‌سیکل را نشان می‌دهد.



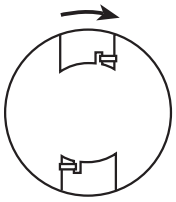
شکل ۸۶ ــ۱

طرز کار و تغییر جهت گردش موتور قطب چاکدار

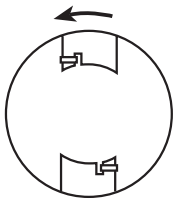
- میدان مغناطیسی گردان استاتور موتور قطب چاکدار روی روتور حامل جریان القایی اثر می‌گذارد و نیرویی در آن ایجاد می‌کند. این نیرو روتور را به چرخش درمی‌آورد.
- جهت چرخش روتور موتور قطب چاکدار همواره از قسمت بدون چاک به‌طرف قسمت چاکدار است.
- برای تعویض جهت گردش روتور در موتور قطب چاکدار باید استاتور را از محل آن بیرون بیاورید و برعکس جا بزنید. در این‌صورت جهت گردش میدان مغناطیسی گردان برعکس شده و روتور نیز در جهت عکس می‌چرخد (شکل‌های ۸۸ــ۱ و ۸۹ــ۱).



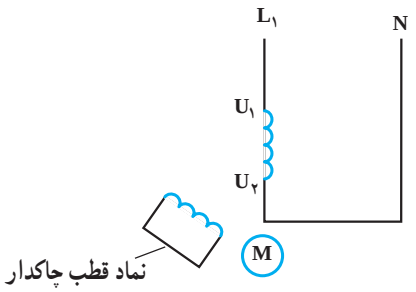
شکل ۸۷ ــ۱



شکل ۸۸ ــ۱



شکل ۸۹ ــ۱



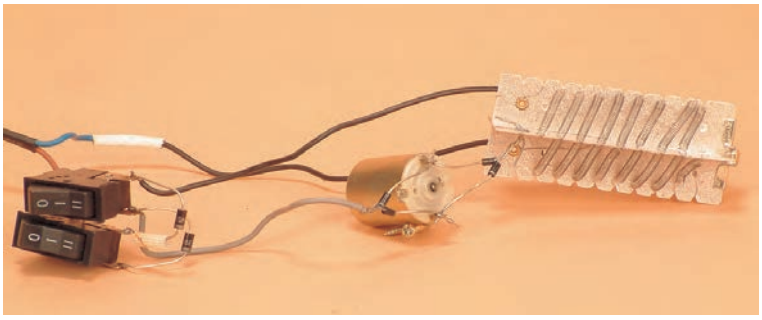
شکل ۹۰ ــ ۱

● ***نماد مداری موتور قطب چاکدار:*** نماد مداری موتور قطب چاکدار در مدارهای الکتریکی مطابق شکل ۹۰ــ۱ است. دو سر سیم‌پیچ قطب این موتور با U_1 و U_2 مشخص می‌شود و نماد قطب چاکدار ۴۵ درجه نسبت به سیم‌پیچ قطب قرار می‌گیرد.

۶ــ۱ــ سیستم کنترل سشوار

روشن و خاموش شدن سشوارها به‌وسیله‌ی کلید دوحالته مطابق شکل ۹۱ــ۱ و کلید سه‌حالته مانند شکل ۹۲ــ۱ انجام می‌گیرد. همچنین در سشوارهایی که المنت آن‌ها مجهز به ترموستات حدی یا فیوز حرارتی هستند، چنان‌چه دمای المنت بنا به دلایلی بیش از حد مجاز افزایش یابد این دو عنصر حفاظتی، مدار الکتریکی سشوار را قطع کرده و آن را خاموش می‌کنند. کنترل و تغییر دمای هوای خروجی و سرعت سشوار به روش‌های زیر انجام می‌شود :

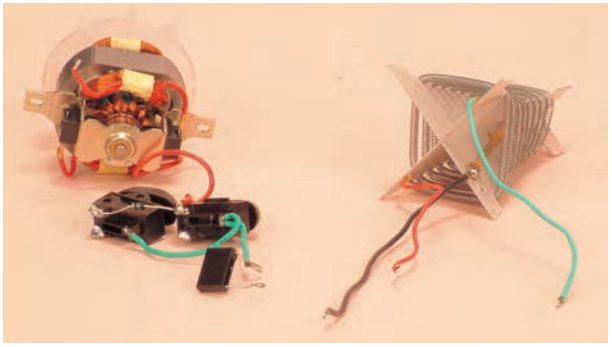
شکل ۹۱ ــ ۱



شکل ۹۲ ــ ۱

۱ــ۶ــ۱ــ سری و موازی شدن المنت‌ها با موتور الکتریکی: به‌وسیله‌ی کلیدهای دوحالته مطابق شکل ۹۱ــ۱ و در کلید سه‌حالته مطابق شکل ۹۳ــ۱ المنت‌های سشوار سری و موازی می‌شوند.

۲ــ۶ــ۱ــ کاهش ولتاژ مؤثر ورودی مدار به‌وسیله‌ی دیود: با استفاده از یک دیود طبق شکل ۹۳ــ۱ یا دو دیود طبق شکل ۹۲ــ۱ موج سینوسی را یک‌سو می‌کنند و مقدار ولتاژ مؤثر ورودی را کاهش می‌دهند. کم شدن ولتاژ ورودی سرعت موتور، جریان عبوری از المنت‌ها و حرارت را کاهش می‌دهد.



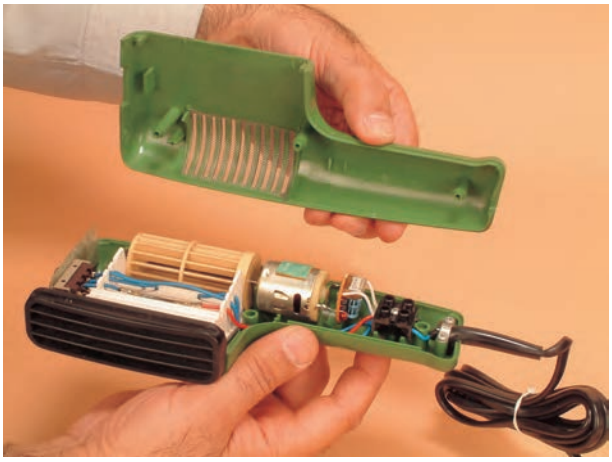
شکل ۹۳ ــ ۱

۷ــ۱ــ سیستم دمنده‌ی سشوار و مکانیزم کاری آن

همان‌طور که در شکل ۹۴ــ۱ مشاهده می‌شود پس از وصل دوشاخه‌ی سشوار به پریز برق و روشن کردن کلید، المنت گرم می‌شود و موتور به چرخش درمی‌آید. در این شرایط پروانه‌ی سشوار، هوا را از طریق محفظه‌ی مکش که در ته سشوار قرار دارد می‌مکد و آن را به داخل سشوار می‌کِشَد. هوا پس از خنک کردن موتور و برخورد با المنت گرم می‌شود و آن را از طرف سر سشوار به خارج هدایت و مو را خشک می‌کند.

شکل ۹۴ ــ۱

در شکل ۹۵ــ۱ توربین دمنده‌ی هوا در امتداد محور موتور DC قرار دارد. وقتی سشوار روشن است، توربین به وسیله‌ی موتور DC در جهت نشان داده شده به چرخش درمی‌آید و هوا را از طریق محفظه‌ی مکش که روی قاب سشوار قرار دارد می‌مکد و پس از برخورد با المنت، هوای گرم تولید می‌شود و آن را از سر سشوار به خارج هدایت و مو را خشک می‌کند. در این سیستم دمنده‌ی هوا، موتور خنک نمی‌شود.

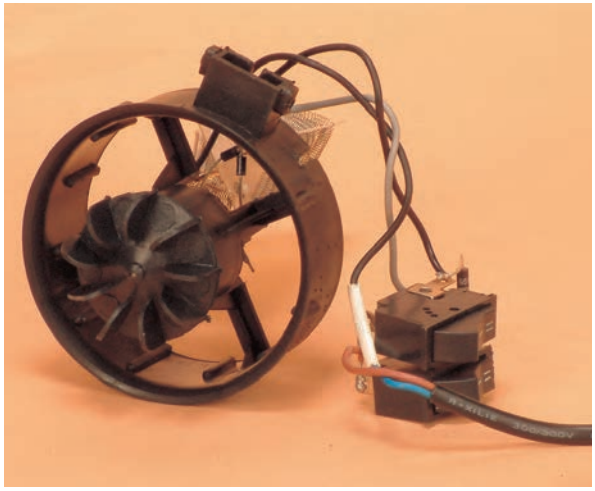


شکل ۹۵ ــ۱

در شکل ۹۶ــ۱ پس از وصل ولتاژ به موتور که از نوع قطب چاکدار است، روتور می‌چرخد و پروانه‌ی متصل به محور روتور را می‌چرخاند. در این حالت هوا توسط پروانه به المنت می‌رسد و پس از گرم شدن از سر سشوار خارج می‌شود. در این سیستم، پروانه‌ی دمنده موتور را دربر می‌گیرد و آن را خنک می‌کند.

شکل ۹۶ ــ۱

در شکل ۹۷ــ۱ پروانه‌ی دمنده‌ی هوا، پشت موتور قرار دارد. در اثر گردش موتور، هوای سرد پس از برخورد با موتور و خنک کردن آن به المنت می‌رسد. هوای گرم شده به‌وسیله‌ی المنت از طریق سر سشوار به خارج هدایت می‌شود. کلاهک متمرکزکننده یا پخش‌کننده‌ی هوا که روی سر سشوار قرار دارد برای سرعت بخشیدن به حالت دادن و خشک کردن موی سر به‌کار می‌رود.

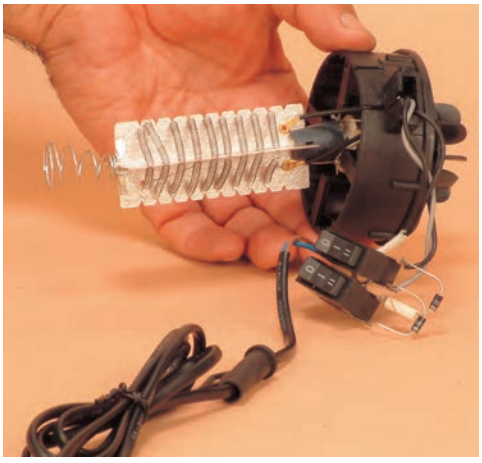


شکل ۹۷ ــ ۱

۸ــ۱ــ مدار الکتریکی سشوار

مدار الکتریکی سشوار برحسب نوع موتور تقسیم‌بندی می‌شود.

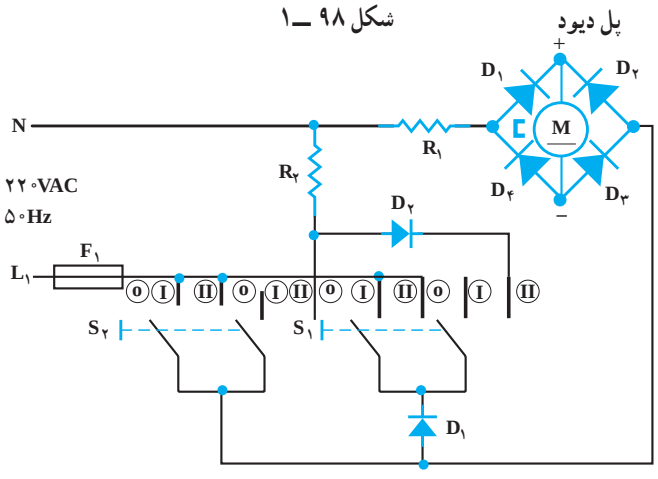
با توجه به محدودیت زمانی، آموزش یک نمونه مدار ساده‌ی سشوار برحسب نوع سشواری که در اختیار دارید کفایت می‌کند.



شکل ۹۸ ــ ۱

۱ــ۸ــ۱ــ مدار الکتریکی سشوار با موتور DC، دو کلید سه حالته و دو دیود: مدار الکتریکی مونتاژ شده‌ی سشوار شکل ۱۴ــ۱ مشابه شکل ۹۸ــ۱ است. این سشوار دو کلید سه حالته، دو دیود D_1 و D_2 ، یک موتور DC و دو المنت R_1 و R_2 دارد.

در شکل ۹۹ــ۱ نقشه‌ی فنی مدار را مشاهده می‌کنید. برق DC موتور توسط چهار دیود که به‌صورت پل بسته شده است تأمین می‌شود. دیودهای D_1 و D_2 توسط کلید S_1 در مدار قرار می‌گیرد و برای کاهش مقدار مؤثر ولتاژ ورودی به‌کار می‌رود. سرعت موتور و گرمای تولیدی توسط المنت‌ها در این حالت کم است. با وصل کلید S_2 و حالت‌های مختلف آن، سرعت موتور و گرمای تولیدی المنت‌ها زیاد می‌شود و در این حالت دیودهای D_1 و D_2 در مدار قرار ندارند. شماره‌ی فنی دیودهای D_1 و D_2 که کاهنده‌ی ولتاژ هستند N۵۳۹[1] و دیودهای موتور ۳A۱۵۷[2] است. فیوز F_1 برای حفاظت مدار استفاده می‌شود. در این مدار فیوز F_1 فیوز ۱۶ آمپری خط تغذیه‌کننده‌ی پریزی است که دوشاخه سیم رابط سشوار به آن وصل است.

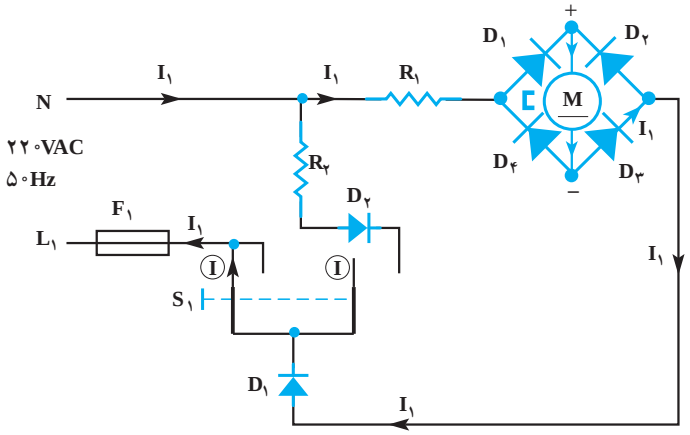


شکل ۹۹ ــ ۱

۱ و ۲ــ در صورت خراب شدن این دیودها می‌توانید از دیودهای معادل نیز استفاده کنید.

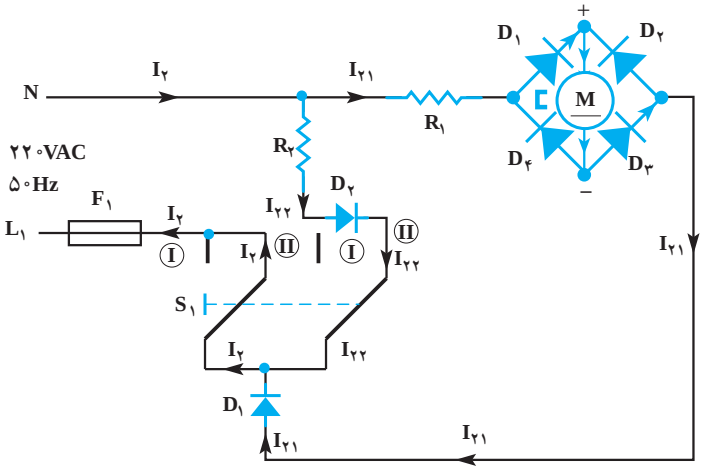
■ *شرح مدار به همراه نقشه تفکیکی*

● ***حالت اول:*** با وصل کلید S_1 (حالت I) موتور، مقاومت R_1 المنت، فیوز F_1 و دیود D_1 در مدار قرار می‌گیرند. با قرار گرفتن دیود D_1 در مدار مقدار ولتاژ مؤثری که به مدار می‌رسد کاهش می‌یابد. در این حالت سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و گرمای تولید شده توسط المنت R_1 کم است. مدار الکتریکی تفکیکی مربوط به وضعیت I کلید S_1 را در شکل ۱۰۰ــ۱ ملاحظه می‌کنید.



شکل ۱۰۰ــ۱ــ مدار الکتریکی برای وضعیت I کلید S_1

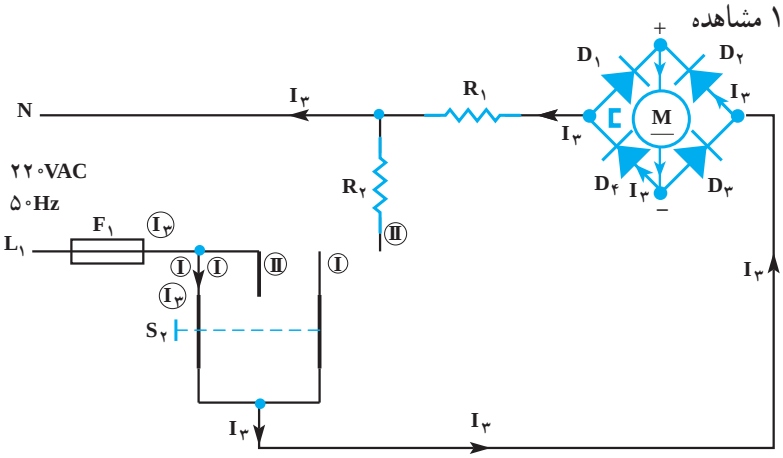
● ***حالت دوم:*** با قرار دادن کلید S_1 در وضعیت II مطابق شکل ۱۰۱ــ۱، دیود D_2 و مقاومت R_2 به‌طور سری قرار می‌گیرند. این مجموعه با مجموعه‌ی سری شده‌ی D_1 ، R_1 و موتور DC به‌طور موازی بسته می‌شود. در این وضعیت، سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا مانند سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا در مدار قبل است امّا گرمای تولید شده توسط سشوار به علت قرار گرفتن المنت R_2 و دیود D_2 در مدار، افزایش می‌یابد. حداکثر توان مصرفی این سشوار در این وضعیت ۹۰۰ وات است.



شکل ۱۰۱ــ۱ــ مدار الکتریکی برای وضعیت II کلید S_1

● ***حالت سوم:*** با قطع کردن کلید S_1 و قرار دادن کلید S_2 در وضعیت I، موتور DC، فیوز F_1 و المنت R_1 هم به‌طور سری در مدار قرار می‌گیرند. در این شرایط ولتاژ ۲۲۰V به مدار اعمال می‌شود. با ایجاد این وضعیت، سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و گرمای تولیدی المنت R_1 بیشتر از گرمای تولیدی آن نسبت به مدار شکل ۱۰۰ــ۱ است.

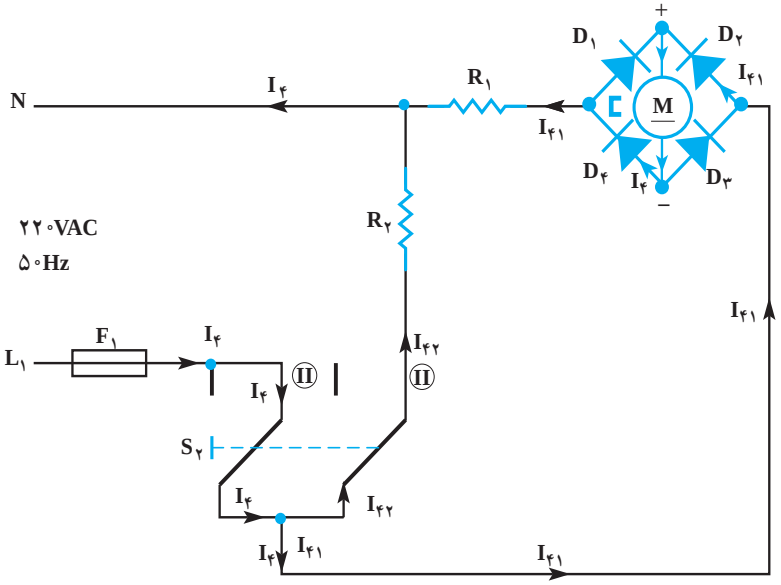
مدار تفکیک شده‌ی این حالت در شکل ۱۰۲ــ۱ مشاهده می‌شود.



شکل ۱۰۲ــ۱ــ مدار الکتریکی برای وضعیت I کلید S_2

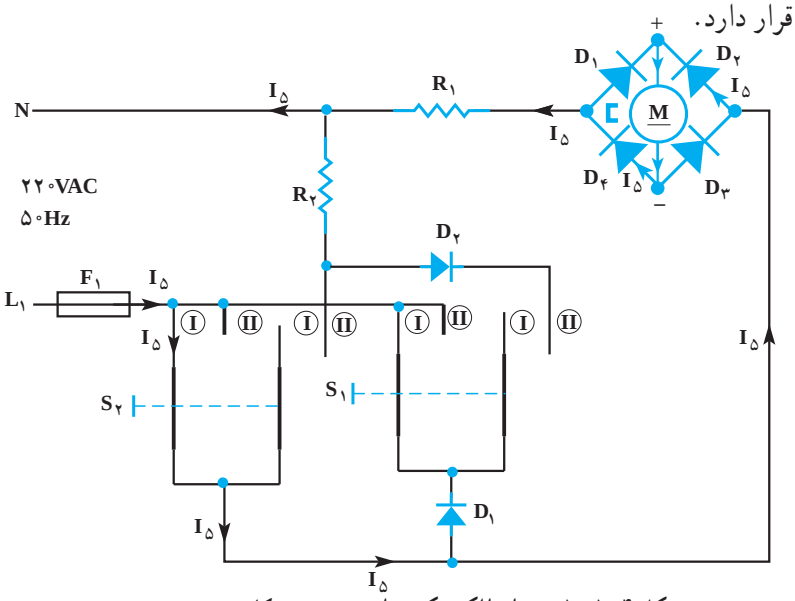
● ***حالت چهارم:*** با قرار دادن کلید S_2 در وضعیت II مقاومت R_2 با مجموعه‌ی سری موتور DC و مقاومت R_1 به‌طور موازی قرار می‌گیرد. در این شرایط سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا نسبت به وضعیت I کلید S_2 تغییر نمی‌کند امّا گرمای تولید شده توسط سشوار به علت در مدار قرار گرفتن المنت R_2 ، به حداکثر خود می‌رسد.

مدار تفکیکی را در این حالت در شکل ۱۰۳ــ۱ ملاحظه می‌کنید.



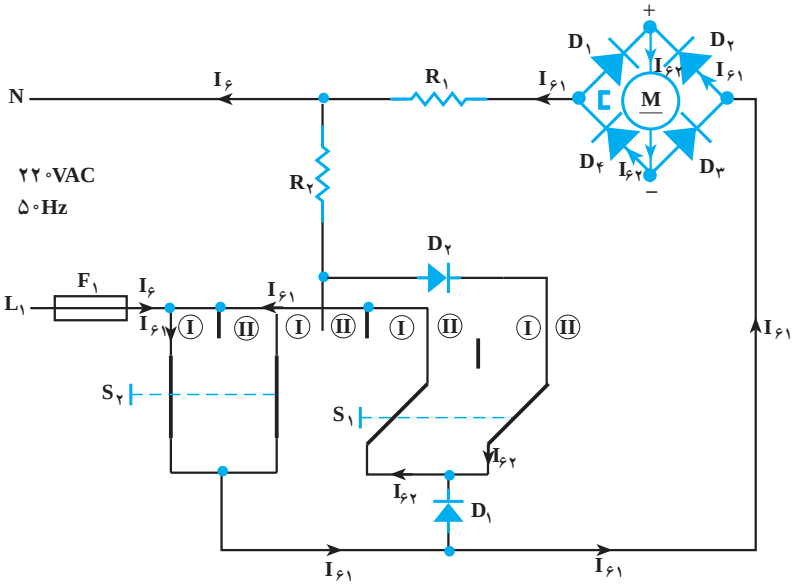
شکل ۱۰۳ــ۱ــ مدار الکتریکی برای وضعیت II کلید S_2

● ***حالت پنجم:*** با وصل هم‌زمان کلیدهای S_1 در وضعیت I و S_2 در وضعیت I، دیود D_1 به‌وسیله‌ی کلید S_2 اتصال کوتاه می‌شود و جریان مدار، سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و گرمای تولیدی المنت R_1 مانند مدار شکل ۱۰۲ــ۱ است. مدار تفکیکی این حالت در شکل ۱۰۴ــ۱ مشاهده می‌شود. این حالت مشابه حالتی است که کلید S_1 در وضعیت قطع و کلید S_2 در وضعیت I قرار دارد.



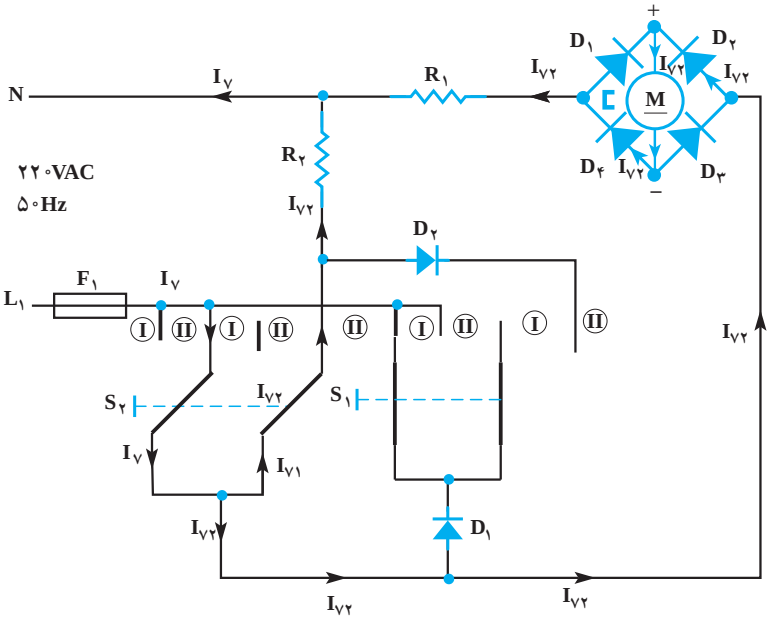
شکل ۱۰۴ــ۱ــ مدار الکتریکی برای وضعیت I کلید S_1 و S_2

● ***حالت ششم:*** مدار الکتریکی حالتی که کلید S_1 در وضعیت II و کلید S_2 در وضعیت I قرار دارد مطابق شکل ۱۰۵ــ۱ است. سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا در این حالت مانند حالت مدار شکل ۱۰۲ــ۱ می‌شود. امّا چون دیود D_2 و المنت R_2 نیز در مدار قرار دارند، گرمای تولیدی سشوار در این حالت بیش‌تر از گرمای تولیدی سشوار در حالت مربوط به شکل ۱۰۲ــ۱ است.



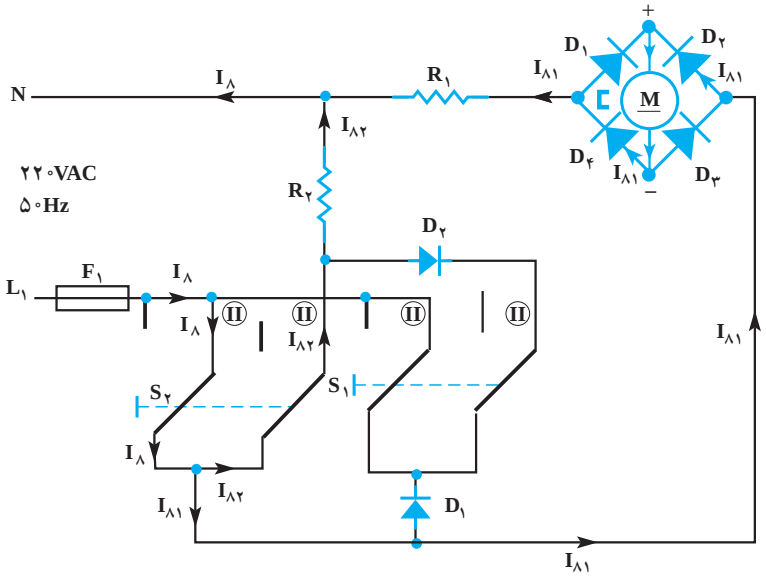
شکل ۱۰۵ــ۱ــ مدار الکتریکی برای وضعیت II کلید S_1 و وضعیت I کلید S_2

● **حالت هفتم:** در مدار شکل ۱۰۶ــ۱ دیود D_1 توسط بازوی سمت چپ کلید S_2 اتصال کوتاه شده است. در این شرایط سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و گرمای تولیدی سشوار مانند مدار شکل ۱۰۲ــ۱ می‌شود.



شکل ۱۰۶ــ۱ــ مدار الکتریکی برای وضعیت I کلید S_1 و وضعیت II کلید S_2

● **حالت هشتم:** درحالتی که کلیدهای S_1 و S_2 هر دو در وضعیت II قرار دارند، دیود D_1 به‌وسیله‌ی بازوی سمت چپ کلید S_1 و دیود D_2 توسط بازوی سمت راست کلید S_2 اتصال کوتاه می‌شود. سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و مقدار گرمای تولید شده توسط المنت سشوار مشابه مدار شکل ۱۰۵ــ۱ است.



شکل ۱۰۷ــ۱ــ مدار الکتریکی برای وضعیت II کلید S_1 و S_2

تمرین ۲ــ با توجه به مدارهای تفکیکی شکل‌های ۱ــ۱۰۰ تا ۱ــ۱۰۷ به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

۱ــ سشوار چند سرعت دارد و تغییر سرعت با چه وسیله‌ای به‌وجود می‌آید.

۲ــ بیش‌ترین گرمای هوای خروجی سشوار مربوط به چه وضعیتی از کلیدهای S_1 و S_2 است.

۳ــ کم‌ترین گرمای هوای خروجی سشوار مربوط به کدام وضعیت از کلیدهای S_1 و S_2 است.

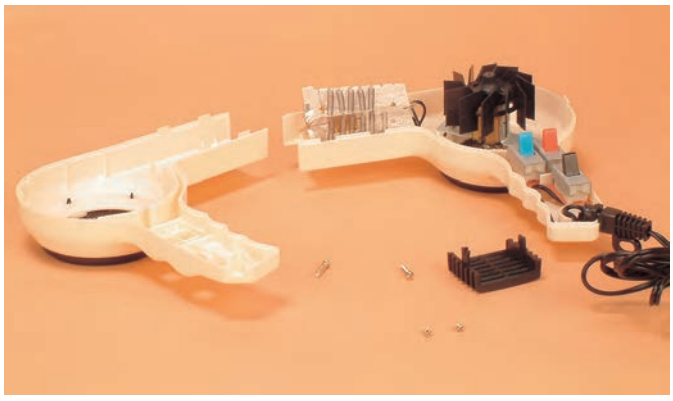
حل:

۱ــ سشوار دو سرعت کم و زیاد دارد و تغییر سرعت با دیود D_1 انجام می‌شود.

۲ــ وضعیت II کلید S_2 و وضعیت‌های قطع، I و II کلید S_1

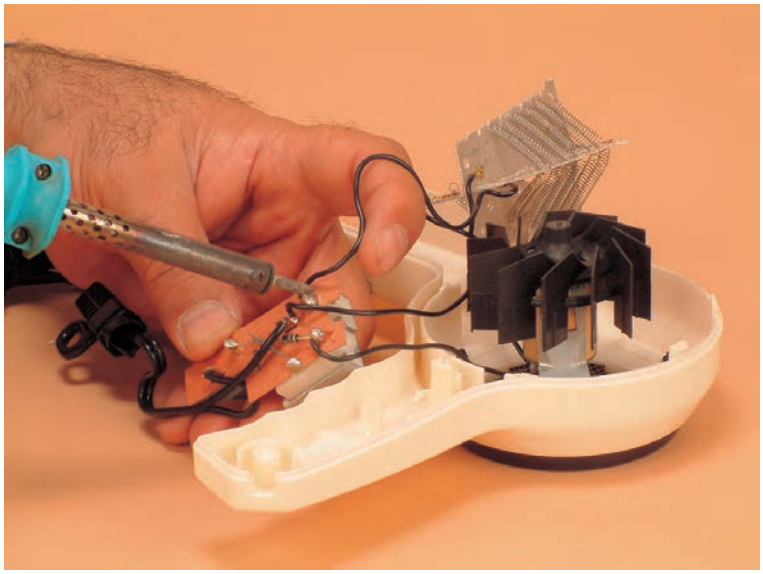
۳ــ وضعیت I کلید S_1 و وضعیت قطع کلید S_2

۲ــ۸ــ۱ــ مدار الکتریکی سشوار با موتور DC، سه کلید و یک دیود: شکل ۱ــ۱۰۸ مدار الکتریکی مونتاژ شده‌ی سشوار شکل ۱ــ۶ را نشان می‌دهد. در این شکل سه کلید دوحالته مشاهده می‌شود. کلید مشکی را با S_1، کلید قرمز رنگ را با S_2 و کلید آبی‌رنگ را با S_3 مشخص می‌کنیم.



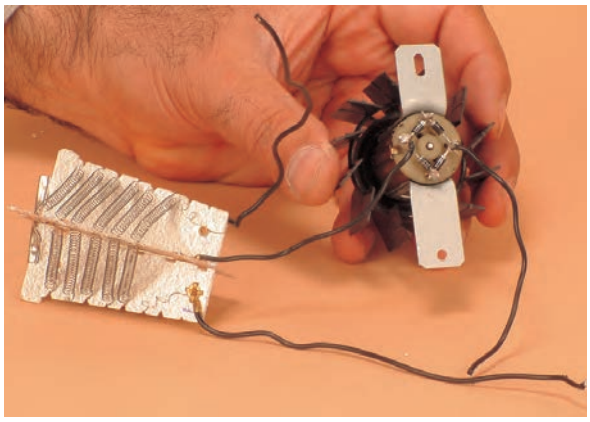
شکل ۱ــ۱۰۸

شکل ۱ــ۱۰۹ سمت دیگر مجموعه کلیدها را نشان می‌دهد. دیود D با شماره‌ی ۱N۴۰۰۴ با دو سر کلید S_3 موازی شده است و نقش آن در مدار کاهش مقدار مؤثر مونتاژ است که در اثر آن سرعت موتور و گرمای تولید شده توسط المنت کاهش می‌یابد.



شکل ۱ــ۱۰۹

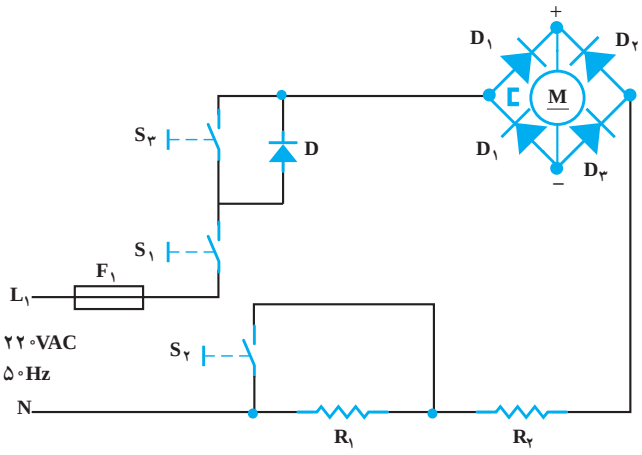
شکل ۱۱۰ــ۱ اتصال المنت به موتور DC را نشان می‌دهد.
برای یکسوسازی ولتاژ AC، چهار دیود ۱N۴۰۰۴ به‌صورت پل بسته شده‌اند و تغذیه‌ی ولتاژ DC موتور را تأمین می‌کنند.



شکل ۱۱۰ــ۱

شکل ۱۱۱ــ۱ نقشه‌ی فنی مدار الکتریکی سشوار شکل ۲۴ــ۱ را نشان می‌دهد. دیودهای D، D_1 ، D_2 ، D_3 و D_4 همه از نوع ۱N۴۰۰۴ و ولتاژ معکوس و جریان آن به‌ترتیب ۴۰۰ ولت و ۱ آمپر است.

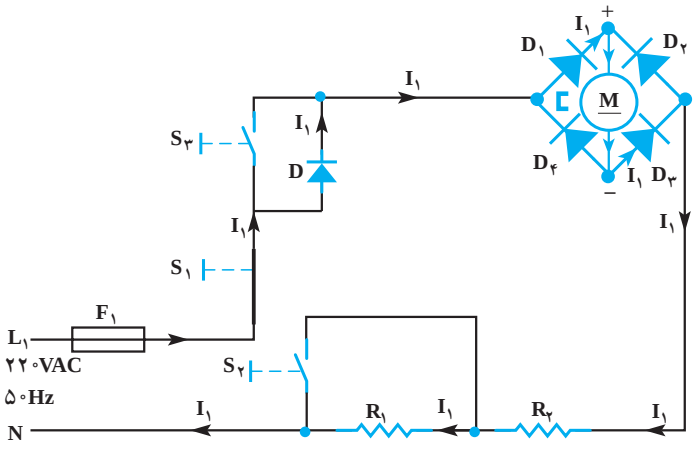
مقاومت المنت R_1 و R_2 به‌ترتیب ۲۰/۷ و ۸۹/۴ اهم و فیوز F_1 ، فیوز خط تغذیه‌کننده‌ی پریزی است که دوشاخه‌ی سیم رابط سشوار به آن اتصال داده می‌شود.



شکل ۱۱۱ــ۱

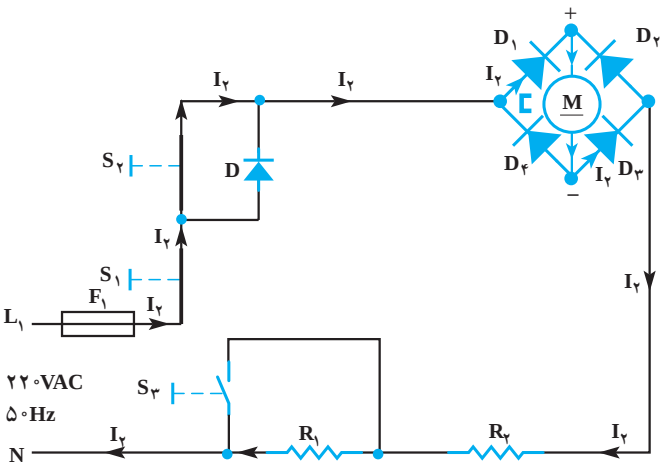
■ شرح مدار به همراه نقشه‌ی تفکیکی

ــ در حالت ۱، کلید S_1 وصل و کلیدهای S_2 و S_3 قطع است. در این حالت دیود D، موتور DC، المنت‌های R_1 و R_2 و فیوز F_1 به‌طور سری قرار می‌گیرند و به‌خاطر سری شدن مقاومت المنت‌ها و کاهش مقدار مؤثر ولتاژ مدار توسط دیود D، سرعت پروانه دمنده و گرمای هوا در خروجی در سشوار کم است (شکل ۱۱۲ــ۱).



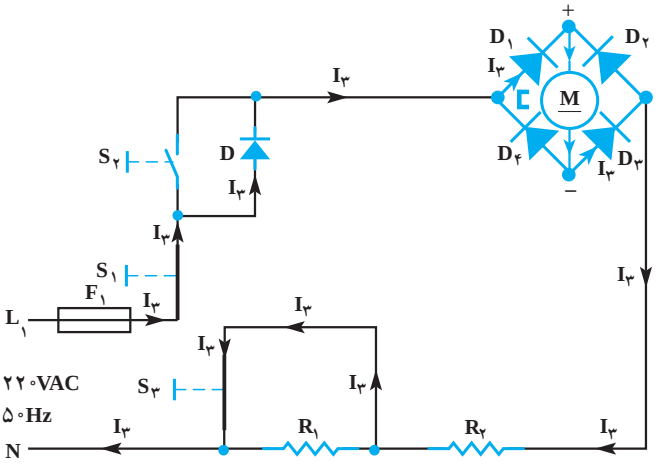
شکل ۱۱۲ــ۱

ـ در حالت دوم دیود D به‌وسیله‌ی کلید $S_۲$ از مدار خارج می‌شود. در این شرایط سرعت چرخش پروانه دمنده‌ی هوا و گرمای هوای خروجی سشوار بیش‌تر از حالت اول است (شکل ۱۱۲ـ۱).



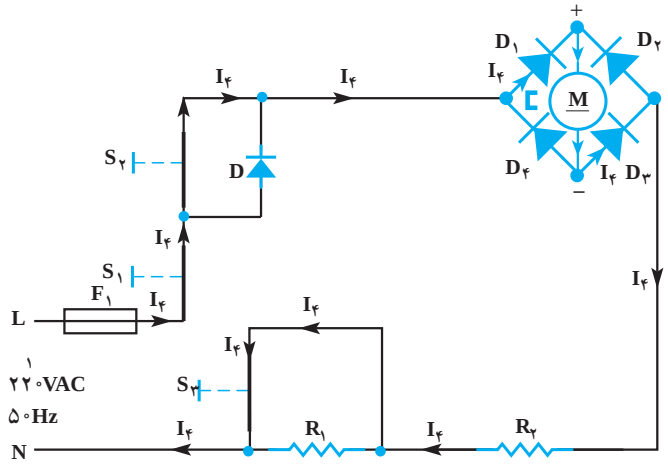
شکل ۱۱۳ـ۱

ـ در حالت سوم مطابق شکل ۱۱۴ـ۱ کلیدهای $S_۱$ و $S_۳$ وصل و کلید $S_۲$ قطع است. به‌خاطر وجود دیود D، مقدار مؤثر ولتاژ مدار کم می‌شود. در این شرایط چون مقاومت $R_۱$ به‌وسیله‌ی کلید $S_۲$ از مدار خارج شده است، سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و گرمای هوای خروجی بیش‌تر از حالت اوّل در مدار شکل ۱۱۲ـ۱ می‌شود.



شکل ۱۱۴ـ۱

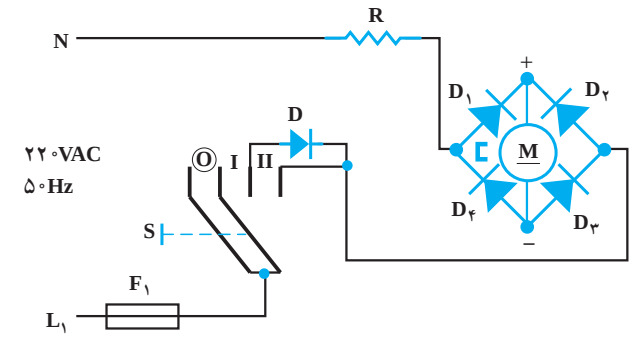
ـ در حالت چهارم مطابق شکل ۱۱۵ـ۱ کلیدهای $S_۱$، $S_۲$ و $S_۳$ وصل هستند. در این حالت دیود D و مقاومت $R_۱$ از مدار خارج می‌شود و سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و گرمای هوای خروجی زیاد و بیش‌تر از حالت‌های دیگر مدار است. قدرت مصرفی سشوار در این حالت به حداکثر مقدار خود می‌رسد.



شکل ۱۱۵ـ۱

۳ــ۸ــ۱ــ مدار الکتریکی سشوار با موتور DC، کلید سه‌حالته و دیود:

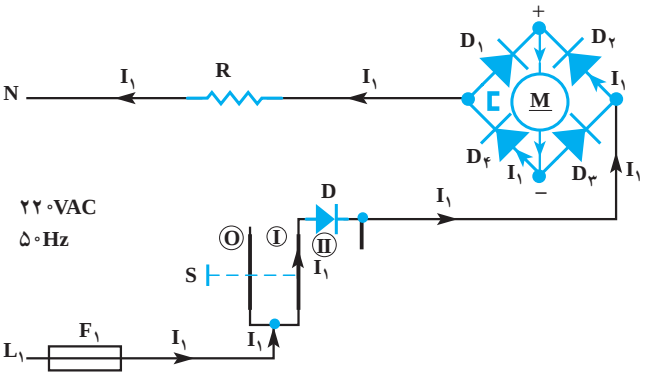
شکل ۱۱۶ــ۱ نقشه‌ی فنی مدار الکتریکی سشوار متشکل از المنت دوسیمه (تکی)، موتور DC، کلید سه‌حالته دیود D برای کاهش مقدار مؤثر ولتاژ تغذیه و فیوز F_1 را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱۶ــ۱

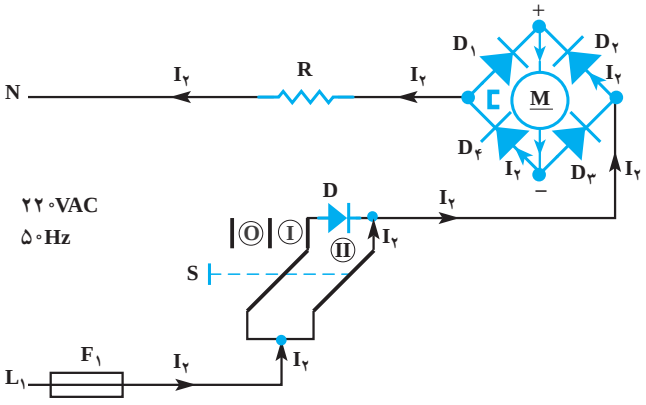
■ *شرح مدار به همراه نقشه تفکیکی*

● ***حالت اول:*** شکل ۱۱۷ــ۱ کلید S در وضعیت I قرار گرفته است. دیود D ولتاژ مؤثر مدار را کاهش می‌دهد. در این حالت سرعت پروانه دمنده‌ی هوا و دمای هوای گرم خروجی کم است.



شکل ۱۱۷ــ۱

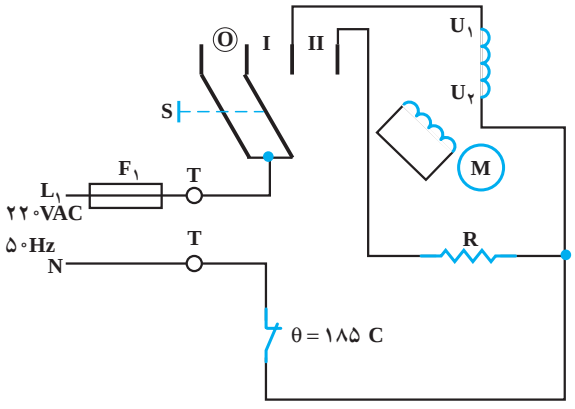
● ***حالت دوم:*** در شکل ۱۱۸ــ۱ کلید در وضعیت II قرار دارد و دیود D به‌وسیله‌ی کلید، اتصال کوتاه شده است. در این حالت سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و دمای هوای گرم خروجی زیاد است و سشوار حداکثر قدرت را مصرف می‌کند.



شکل ۱۱۸ــ۱

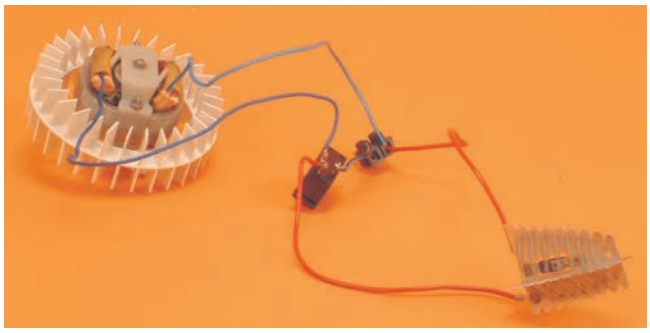
۴ــ۸ــ۱ــ مدار الکتریکی سشوار با موتور یک‌فاز قطب چاکدار و کلید سه وضعیتی:

شکل ۱۱۹ــ۱ مدار الکتریکی سشوار شکل ۱۵ــ۱ را نشان می‌دهد. این مدار متشکل از ترموستات بی‌متالی با تنظیم ثابت برای حفاظت مدار در زمان افزایش دمای المنت، کلید سه حالته، موتور القایی یک فاز قطب چاکدار و فیوز حفاظتی F_1 در برابر اتصال کوتاه مدار است. مقاومت اهمی این المنت ۱۴۴/۲ اهم و مقاومت اهمی موتور قطب چاکدار این سشوار ۴۰۸ اهم است.



شکل ۱۱۹ــ۱

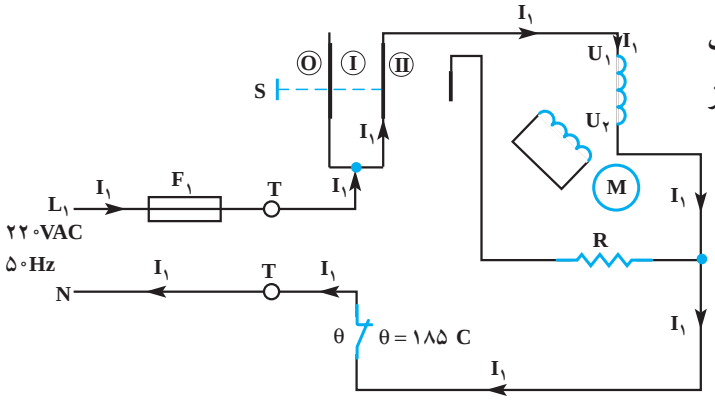
شکل ۱۲۰ـ۱ مدار الکتریکی مونتاژ شده این سشوار را نشان می‌دهد.



شکل ۱۲۰ـ۱

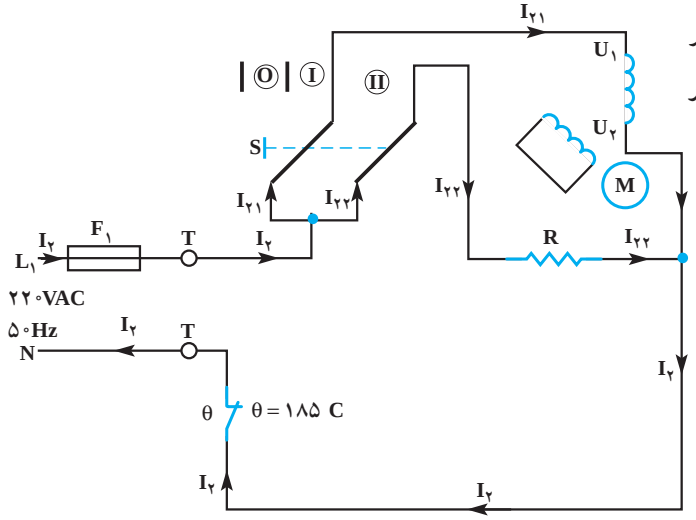
■ *شرح و نقشه‌ی تفکیکی مدار*

● ***حالت اول:*** مطابق شکل ۱۲۱ـ۱ کلید S در وضعیت I قرار دارد. در این حالت فقط موتور القایی یک فاز قطب چاکدار در مدار است و پروانه‌ی دمنده‌ی هوا، هوای سرد را از سر متمرکزکننده سشوار خارج می‌کند.



شکل ۱۲۱ـ۱

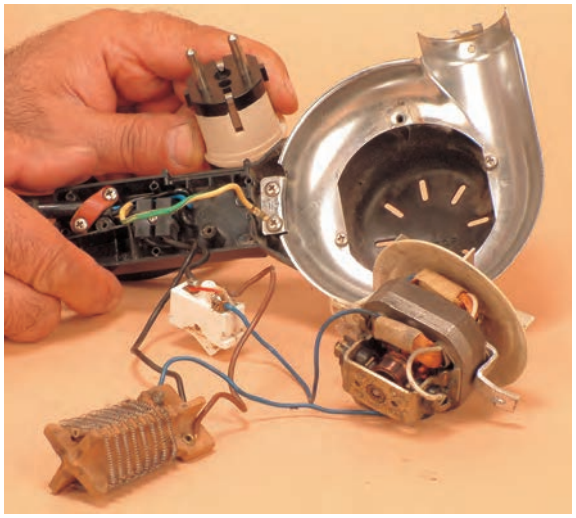
● ***حالت دوم:*** مطابق شکل ۱۲۲ـ۱ کلید S در وضعیت II قرار دارد و المنت و موتور به‌طور موازی در مدار قرار می‌گیرند. در این حالت هوای خروجی سشوار گرم است و حداکثر توان مصرفی در این سشوار به ۳۵۰ وات می‌رسد.



شکل ۱۲۲ـ۱

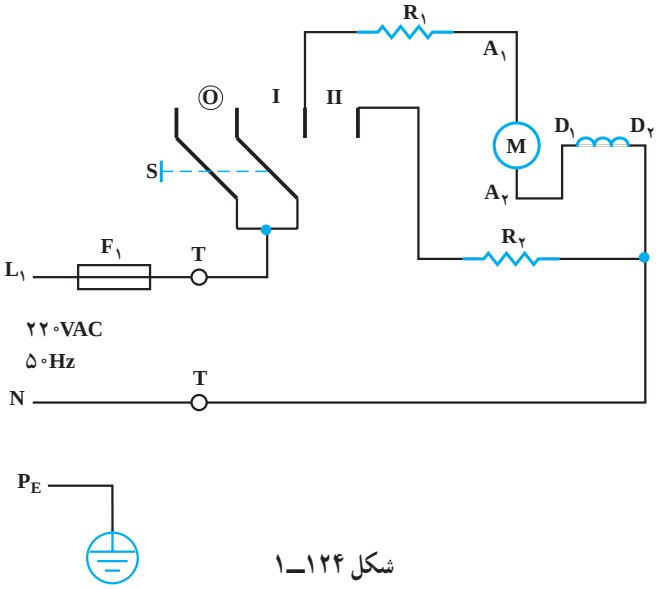
۵ــ۸ــ۱ــ مدار الکتریکی سشوار با موتور یونیورسال و کلید سه‌حالته:

شکل ۱۲۳ــ۱ مدار الکتریکی مونتاژ شده‌ی یک سشوار با موتور یونیورسال، دوشاخه ارت‌دار، المنت با عایق سرامیکی و بدنه‌ی استیل را نشان می‌دهد. سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا در این سشوار ثابت است امّا دمای هوای خروجی آن دو حالت کم و زیاد را دارد.



شکل ۱۲۳ــ۱

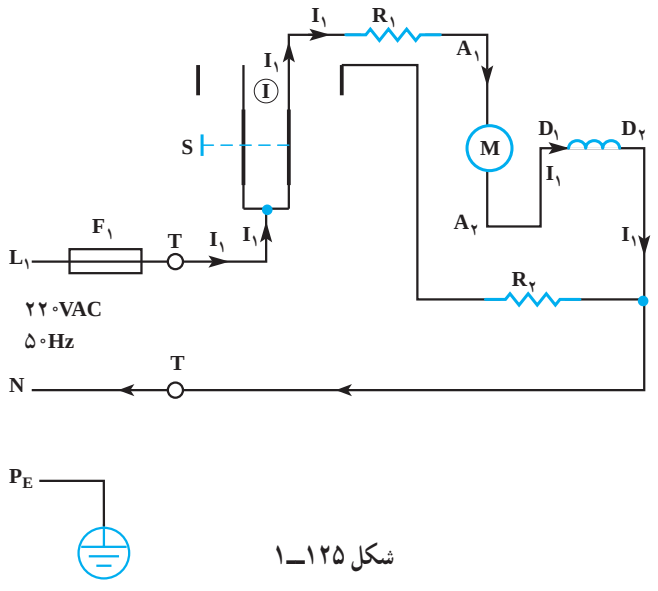
نقشه فنی نشان داده شده‌ی شکل ۱۲۴ــ۱ مربوط به نقشه‌ی مونتاژ شده‌ی شکل ۱۲۳ــ۱ است.



شکل ۱۲۴ــ۱

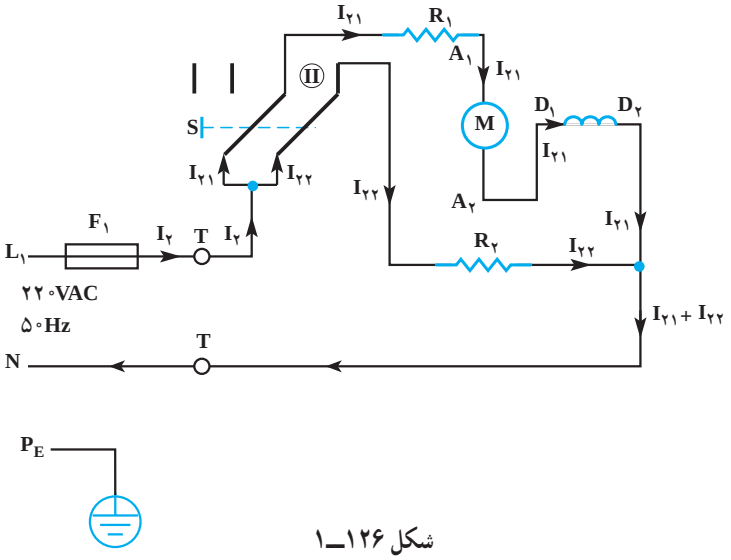
■ *شرح و نقشه‌ی تفکیکی مدار*

● ***حالت اول:*** مطابق نقشه‌ی شکل ۱۲۵ــ۱ کلید S در وضعیت I قرار دارد و مقاومت المنت R_1 با موتور یونیورسال سری شده است. در این حالت دمای هوای گرم خروجی کم است.



شکل ۱۲۵ــ۱

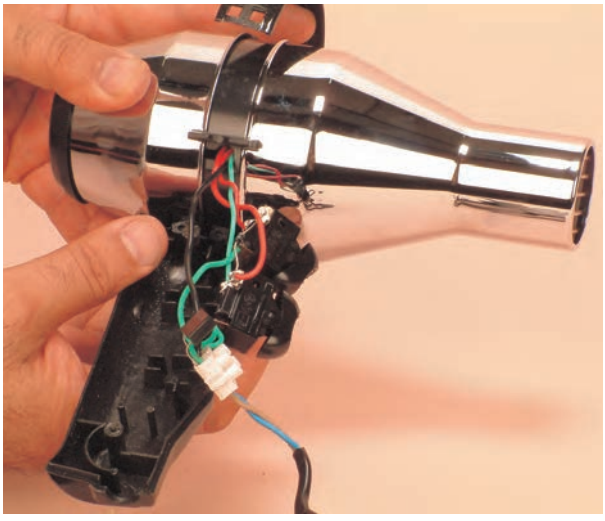
● ***حالت دوم:*** مطابق شکل ۱۲۶ــ۱ کلید S در وضعیت II قرار دارد. در این حالت المنت $R_۲$ نیز با مجموعه‌ی سری $R_۱$ و موتور M موازی می‌شود. در این شرایط سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا نسبت به حالت قبل تغییر نمی‌کند امّا به علّت عبور جریان از المنت $R_۲$ دمای هوای خروجی سشوار زیادتر از حالت قبل می‌شود.



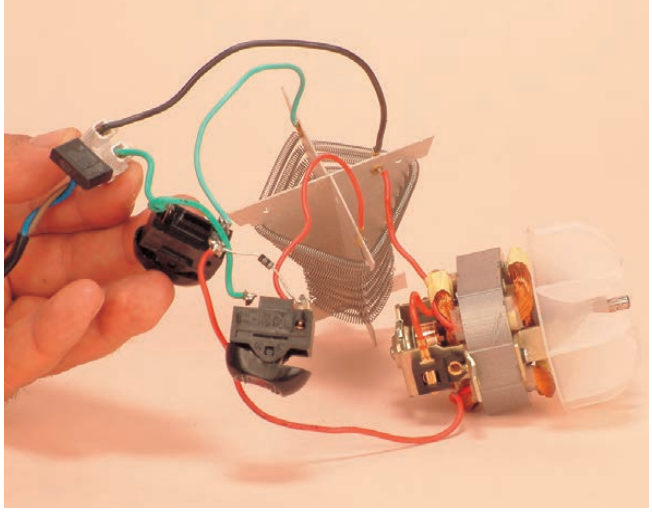
شکل ۱۲۶ــ۱

۶ــ۸ــ۱ــ مدار الکتریکی سشوار با موتور یونیورسال با دو کلید سه‌حالته و یک دیود:

شکل‌های ۱۲۷ــ۱ــ الف و ۱۲۷ــ۱ــ ب اجزای الکتریکی، الکترومکانیکی و الکترونیکی سشوار شکل ۱۳ــ۱ را نشان می‌دهند.



(الف)

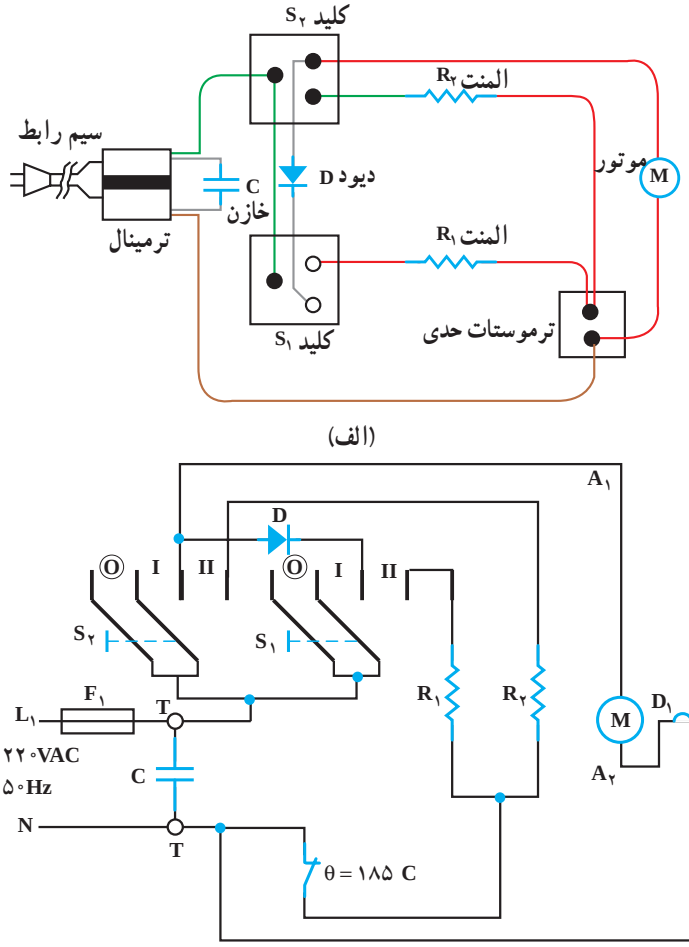


(ب)

شکل ۱۲۷ــ۱

نقشه‌ی مونتاژ الکتریکی این سشوار را در شکل ۱۲۸ــ۱ــ الف مشاهده می‌کنید. خازن C نقش پارازیت‌گیر مدار را به‌عهده دارد و با ترمینال ورودی موازی است. این خازن جریان‌های ناشی از ولتاژ القایی با فرکانس خیلی زیاد را که توسط جاروبک‌ها، کلکتور و قطع و وصل کلید تولید می‌شود از خازن عبور می‌دهد. رنگ سیم‌های رابط در نقشه‌ی مونتاژ هم‌رنگ سیم رابط در سشوار است.

مدار الکتریکی سشوار شکل ۱۲۸ــ۱ــ الف مشابه مدار الکتریکی شکل ۱۲۸ــ۱ــ ب است. برای تغییر سرعت موتور یونیورسال از یک دیود استفاده شده است. مقاومت‌های المنت R_1 و R_2 در مراحل مختلف با موتور موازی می‌شوند و هوای دمیده شده را گرم می‌کنند. ترموستات بی‌متالی با تنظیم ثابت (ترموستات حدی) برای حفاظت سشوار در برابر حرارت اضافی درنظر گرفته شده است.

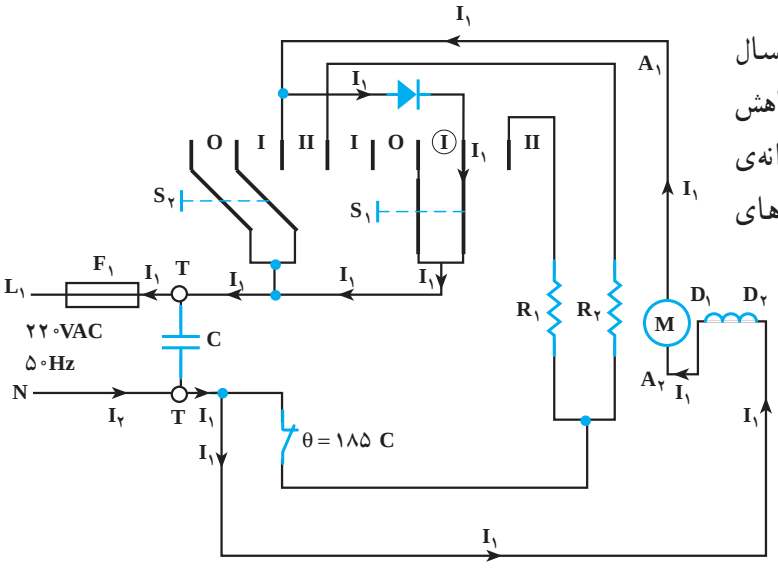


شکل ۱۲۸ــ۱

■ شرح و نقشه‌ی تفکیکی مدار

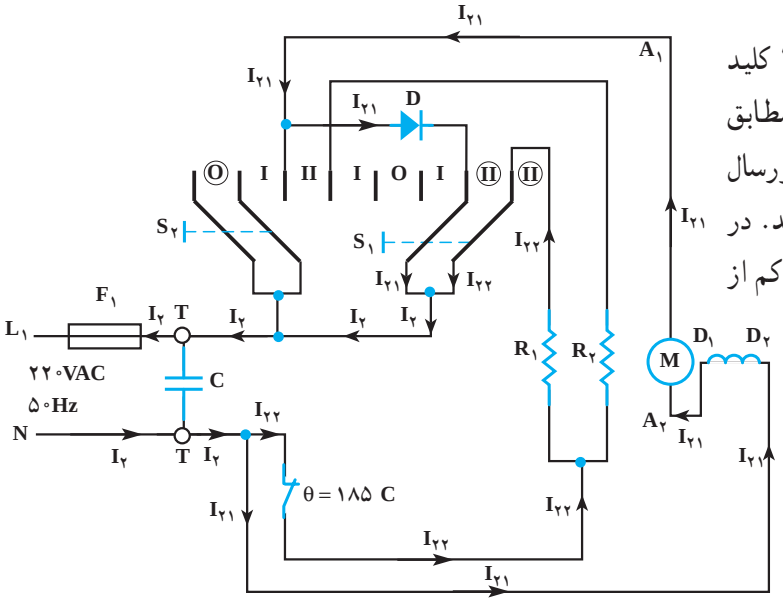
● ***حالت اول:*** در مدار شکل ۱۲۹ــ۱ کلید S_1 در وضعیت I و کلید S_2 در حالت قطع قرار دارد.

در این حالت دیود D به‌طور سری با موتور یونیورسال قرار گرفته است و به علّت یکسوسازی، ولتاژ تغذیه‌ی مدار کاهش می‌یابد. کاهش ولتاژ اعمال شده به موتور باعث می‌شود که پروانه‌ی دمنده‌ی هوا با سرعت کم بچرخد. چون هیچ‌یک از المنت‌های R_1 و R_2 در مدار قرار ندارند، سشوار باد سرد می‌زند.



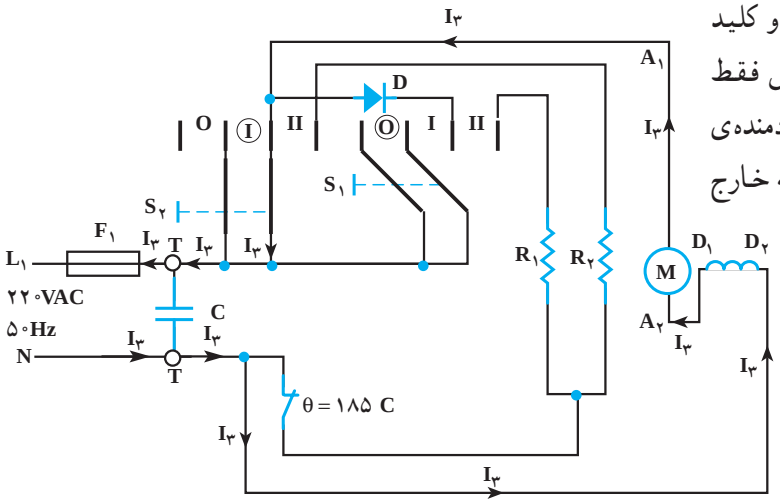
شکل ۱۲۹ــ۱

● ***حالت دوم:*** در نقشه‌ی فنی مدار شکل ۱۳۰ــ۱ کلید S_1 در وضعیت II و کلید S_2 در حالت قطع قرار دارد. مطابق شکل، المنت R_1 با ولتاژ شبکه تغذیه شده است و موتور یونیورسال با دیود D به‌طور سری قرار دارد و با سرعت کم می‌چرخد. در این حالت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا، هوای گرم را با سرعت کم از سشوار خارج می‌کند.



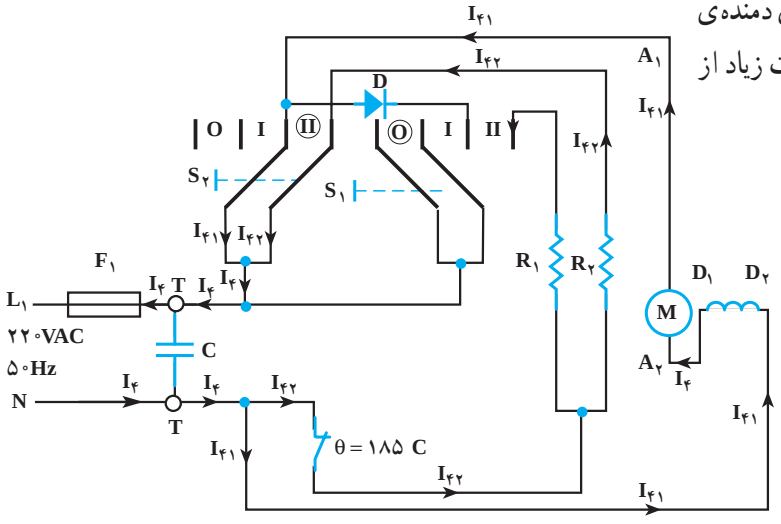
شکل ۱۳۰ــ۱

● ***حالت سوم:*** در شکل ۱۳۱ــ۱ کلید S_1 قطع و کلید S_2 در وضعیت I قرار دارد. در این حالت مطابق شکل فقط موتور یونیورسال در مدار قرار می‌گیرد و توسط پروانه‌ی دمنده‌ی هوا، هوای سرد را با سرعت زیاد از داخل سشوار به خارج هدایت می‌کند.



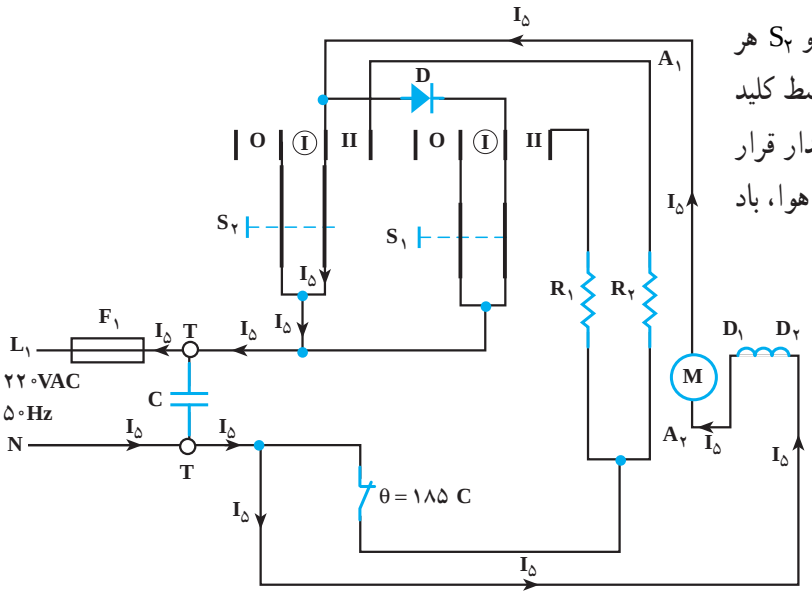
شکل ۱۳۱ــ۱

● ***حالت چهارم:*** در مدار شکل ۱۳۲ــ۱، کلید S_1 قطع و کلید S_2 در وضعیت II قرار دارد. در این حالت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا، هوای گرم تولید شده توسط المنت R_2 را با سرعت زیاد از سشوار به خارج هدایت می‌کند.



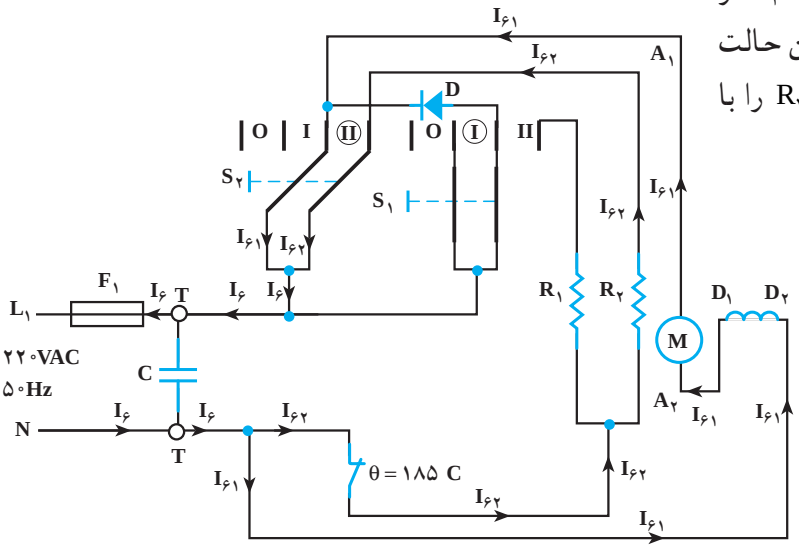
شکل ۱۳۲ــ۱

● **حالت پنجم:** در مدار شکل ۱۳۳ــ۱ کلید S_1 و S_2 هر دو در وضعیت I قرار دارند. در این حالت دیود D توسط کلید S_2 اتصال کوتاه می‌شود و فقط موتور یونیورسال در مدار قرار می‌گیرد. با توجه به شرایط ایجاد شده، پروانه‌ی دمنده‌ی هوا، باد سرد را با سرعت زیاد از سشوار خارج می‌کند.



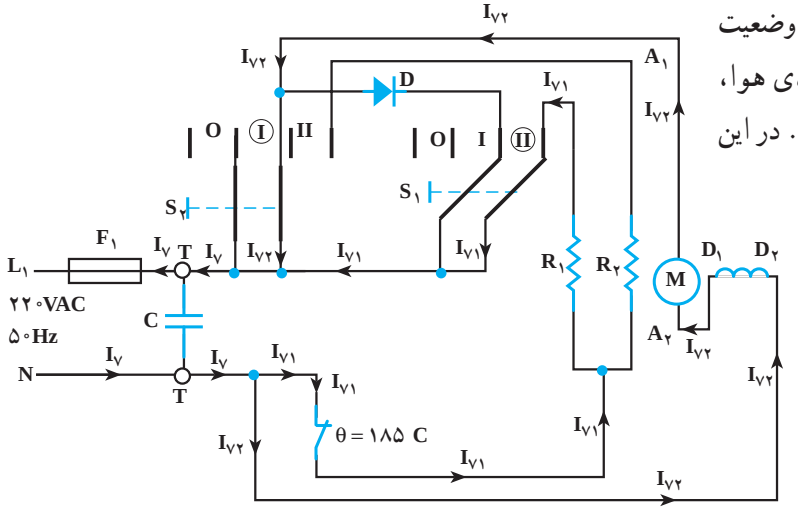
شکل ۱۳۳ــ۱

● **حالت ششم:** مطابق مدار شکل ۱۳۴ــ۱ کلید S_1 در وضعیت I و کلید S_2 در وضعیت II قرار دارد. در این حالت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا، هوای گرم شده توسط المنت R_2 را با سرعت زیاد از سشوار خارج می‌کند.



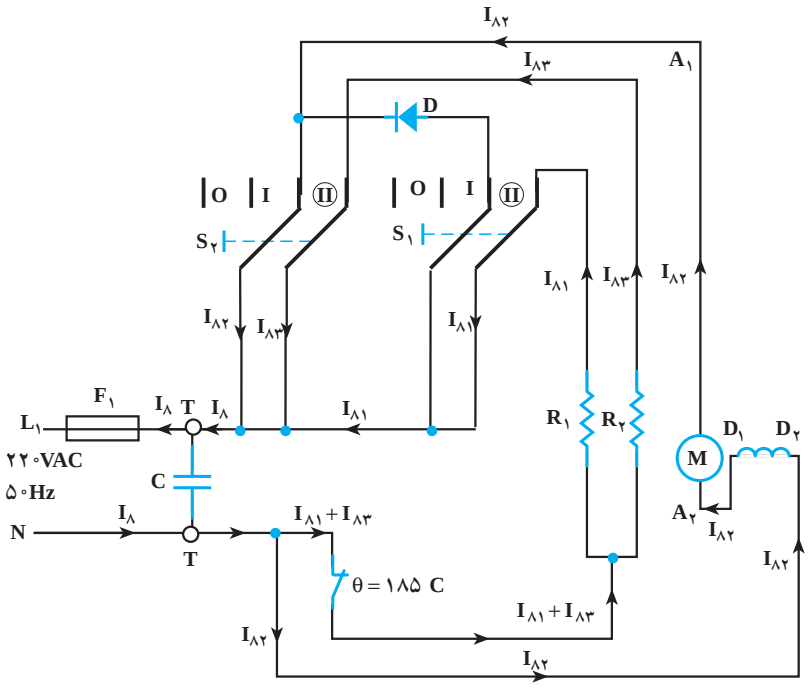
شکل ۱۳۴ــ۱

● **حالت هفتم:** مطابق شکل ۱۳۵ــ۱ کلید S_1 در وضعیت II و کلید S_2 در وضعیت I قرار دارد و پروانه‌ی دمنده‌ی هوا، هوای گرم تولید شده توسط المنت R_1 را جابه‌جا می‌کند. در این شرایط دیود توسط کلید S_2 اتصال کوتاه می‌شود.



شکل ۱۳۵ــ۱

● ***حالت هشتم:*** در مدار شکل ۱۳۶ــ۱ کلیدهای S_1 و S_2 هر دو در وضعیت II قرار دارند. در این حالت موتور و المنت‌های R_1 و R_2 به‌طور موازی در مدار هستند و پروانه‌ی دمنده‌ی هوا، سرعت زیاد هوای گرم شده توسط المنت‌ها را با سرعت زیاد جابه‌جا می‌کند.



شکل ۱۳۶ــ۱

نتیجه:

ــ این سشوار با دو سرعت کم و زیاد کار می‌کند.

ــ چهار حالت مدارها دوبه‌دو مشابه هستند (سوم با پنجم و چهارم با ششم).

ــ یک حالت باد سرد با سرعت کم می‌زند.

ــ دو حالت باد سرد با سرعت زیاد می‌زند.

ــ چهار حالت مختلف باد گرم با سرعت کم و زیاد می‌زند.

ــ حداکثر قدرت مصرفی توسط سشوار در حالت هشتم اتفاق می‌افتد. در این شرایط پروانه‌ی دمنده‌ی هوا باد گرم تولید شده توسط المنت‌های R_1 و R_2 را جابه‌جا می‌کند.

ــ کم‌ترین قدرت مصرفی توسط سشوار درحالت اول اتفاق می‌افتد.

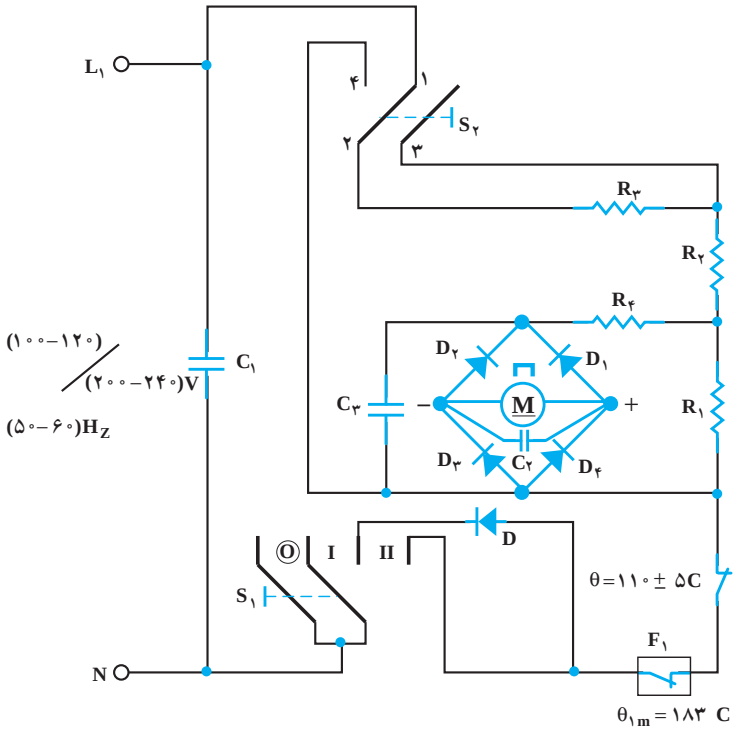
۷ــ۸ــ۱ــ مدار الکتریکی سشوار با موتور DC و تغذیه‌ی دو ولتاژ AC: شکل ۱۳۷ــ۱ مدار الکتریکی یک دستگاه سشوار مسافرتی که با دو ولتاژ ۱۲۰V AC ــ۱۰۰ و ۲۴۰V ــ۲۰۰ کار می‌کند را نشان می‌دهد. نقشه فنی این سشوار را در شکل ۱۳۸ــ۱ مشاهده می‌کنید. خازن‌های C_1 و C_3 به‌عنوان خازن پارازیت‌گیر و خازن C_2 به‌عنوان خازن صافی است. ظرفیت الکتریکی هریک از خازن‌ها، ۰/۰۳۳ میکروفاراد است. ترموستات A از نوع بی‌متالی با تنظیم ثابت است که در دمای ۵± ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد مدار را قطع می‌کند. دیود D برای کاهش ولتاژ مؤثر مدار و تغییر سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و دمای هوای خروجی استفاده شده است. مقدار مقاومت‌های المنت‌ها حدوداً برابر با مقادیر زیر است :

$$R_1 = 8/2 \pm 0/25\Omega \ , \quad R_2 = 16/05 \pm 0/5\Omega$$

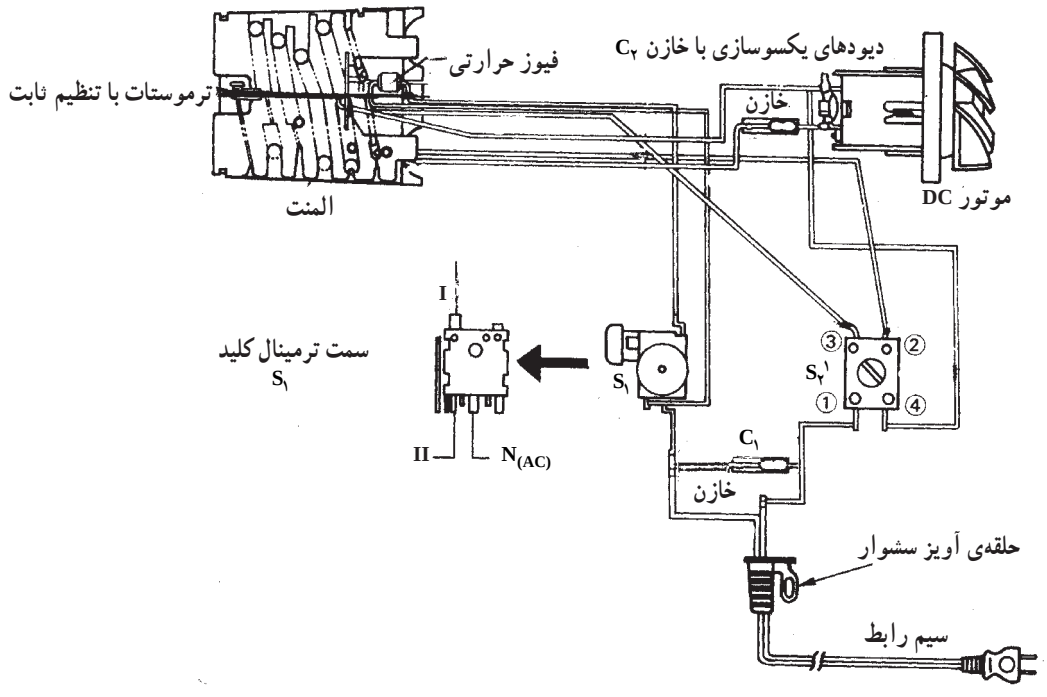
$$R_3 = 23/3 \pm 0/7\Omega \ , \quad R_4 = 20\Omega$$

دیودهای D_1 ، D_2 ، D_3 و D_4 برابر یکسوسازی ولتاژ AC به منظور تغذیه‌ی موتور DC است.

θ_1 یک نوع فیوز حرارتی است که حداکثر دمای عملکرد آن در این مدار ۱۸۳ درجه‌ی سانتی‌گراد است.



شکل ۱۳۷ــ۱



شکل ۱۳۸ــ۱

در جدول ۸ــ۱ وضعیت کلید انتخاب ولتاژ $S_۲$ مشخص شده است.

جدول ۹ــ۱ وضعیت مختلف کلید $S_۱$ برای عملکرد دستگاه سشوار را نشان می‌دهد.

جدول ۸ــ۱

کلید	$S_۲$	
ترمینال کلید	۱ به ۳ ۲ به ۴	۱ به ۲
۱۰۰–۱۲۰V	وصل	قطع
۲۰۰–۲۴۰V	قطع	وصل

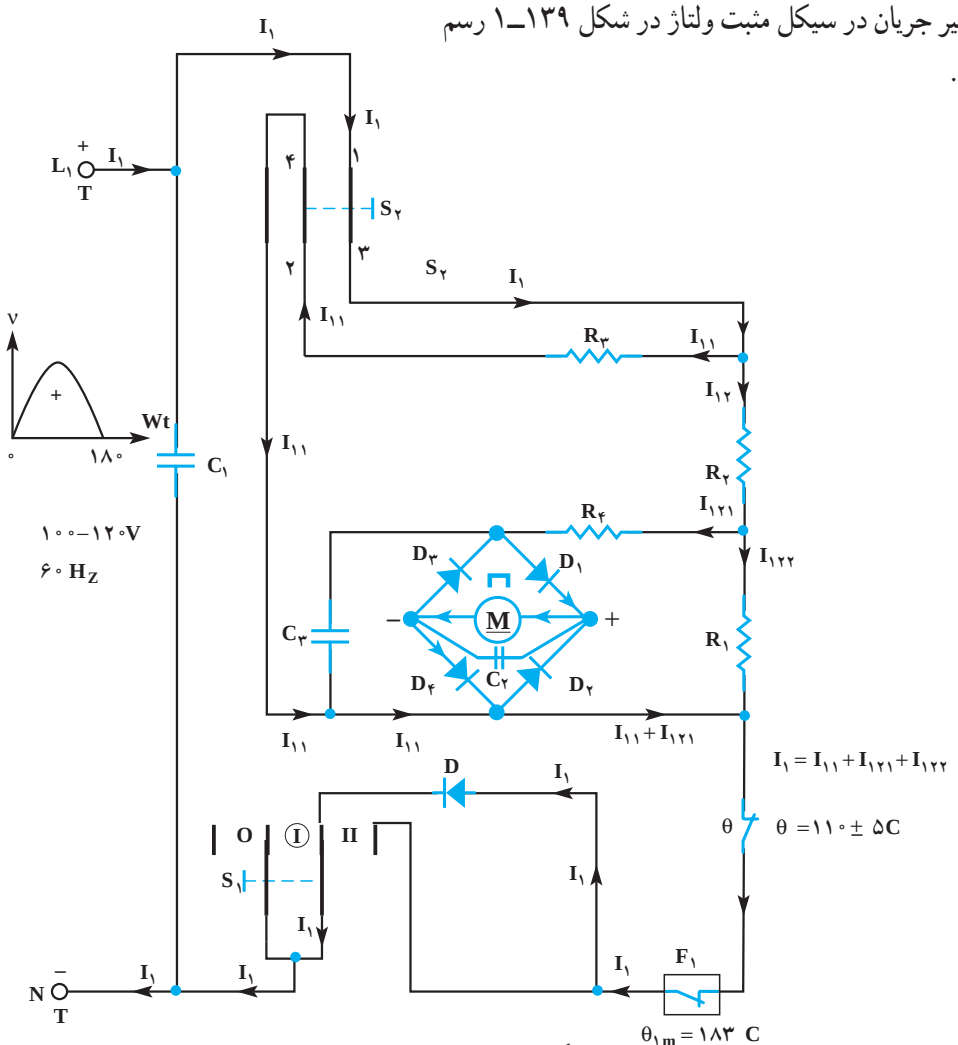
جدول ۹ــ۱

کلید		$S_۱$
وضعیت کلید		I / II
دمای هوای خروجی	کم	وصل / قطع
	زیاد	وصل / وصل

■ شرح و نقشه‌ی تفکیکی مدار

● ***حالت اول:*** در این حالت، در کلید $S_۲$، پلاتین‌های ۱ به ۳ و ۲ به ۴ وصل شده است. کلید $S_۱$ در وضعیت I قرار دارد. اتصال مدار برای تغذیه‌ی ولتاژ ۱۰۰ــ۱۲۰V است. دیود D مقدار ولتاژ مؤثر مدار را کاهش می‌دهد. در این حالت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا با سرعت کم می‌چرخد و دمای هوای خروجی هم کم است.

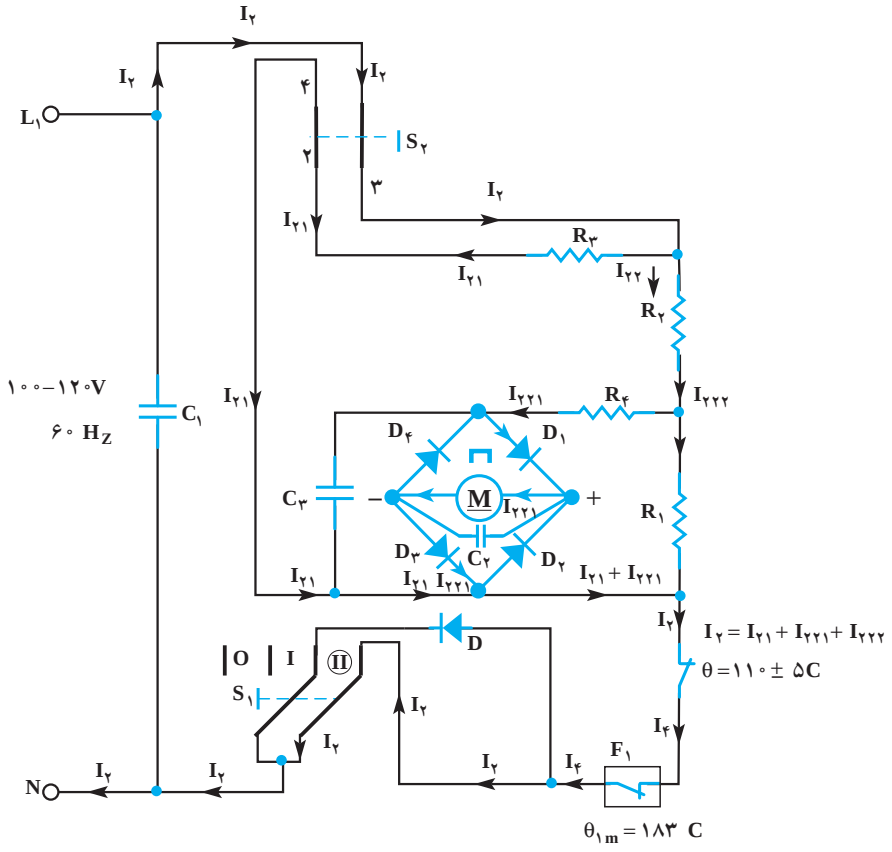
مسیر جریان در سیکل مثبت ولتاژ در شکل ۱۳۹ــ۱ رسم شده است.



شکل ۱۳۹ــ۱ــ حداکثر دمای درب فیوز حرارتی

توجه! در نیم‌سیکل منفی دیود مانع عبور جریان می‌شود.

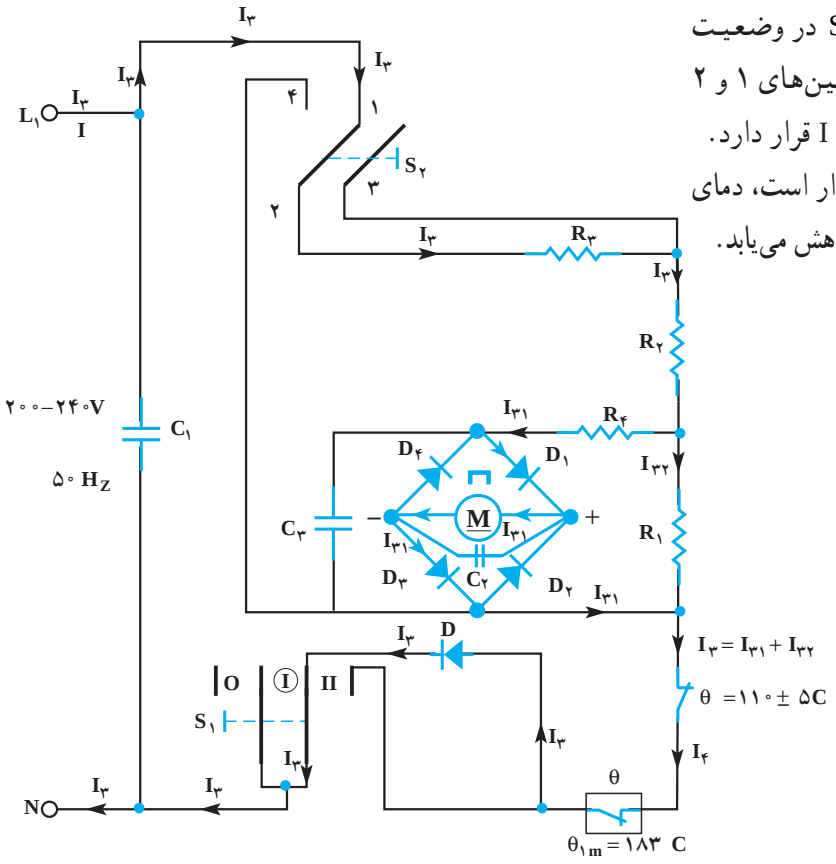
● ***حالت دوم:*** در شکل ۱۴۰ــ۱ کلید $S_۲$ دارای همان وضعیت قبلی است. دیود D به‌وسیله‌ی پلاتین‌های کلید $S_۱$ که در وضعیت II قرار دارد، عملاً از مدار خارج می‌شود. در این شرایط پروانه‌ی دمنده‌ی هوا با سرعت زیاد می‌چرخد. دمای هوای خروجی سشوار در این شرایط بیش‌تر از حالت قبل است.



شکل ۱۴۰ــ۱

● ***حالت سوم:*** در این مدار، کلید $S_۲$ در وضعیت ۲۴۰ــ۲۰۰ ولت قرار دارد. در این شرایط پلاتین‌های ۱ و ۲ کلید به هم وصل می‌شوند و کلید $S_۱$ در وضعیت I قرار دارد.

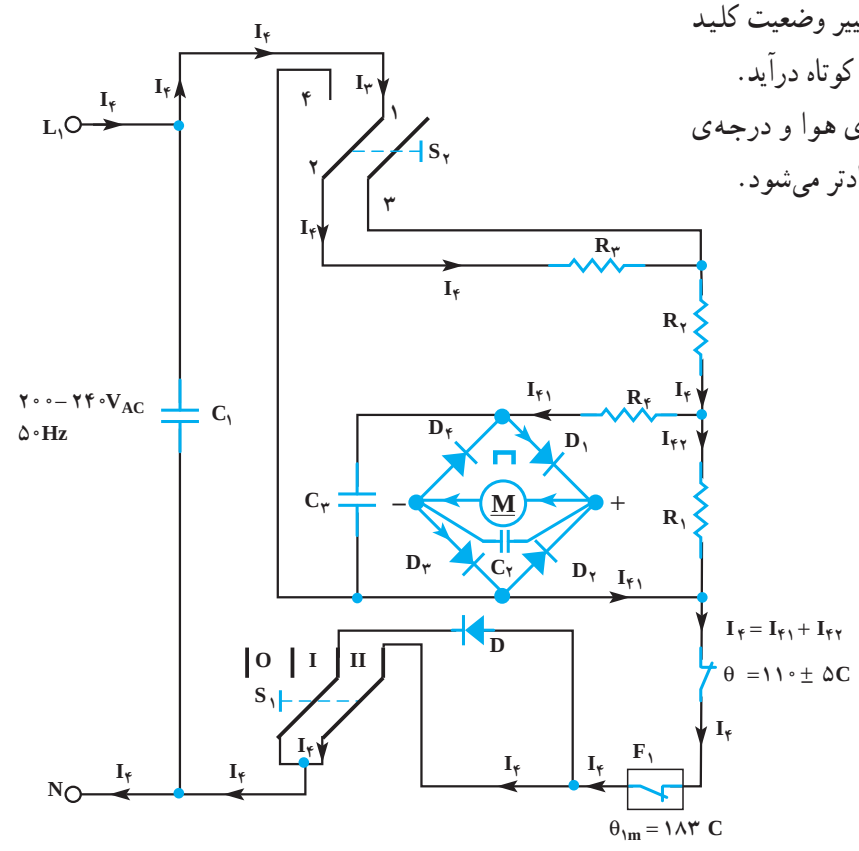
مطابق شکل ۱۴۱ــ۱ چون دیود D در مدار است، دمای هوای خروجی و سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا کاهش می‌یابد.



شکل ۱۴۱ــ۱

● ***حالت چهارم:*** در شکل ۱۴۲ــ۱ تغییر وضعیت کلید $S_۱$ باعث می‌شود که دیود D به‌صورت اتصال کوتاه درآید.

در این حالت سرعت پروانه‌ی دمنده‌ی هوا و درجه‌ی حرارت هوای خروجی نسبت به حالت قبل زیادتر می‌شود.



شکل ۱۴۲ــ۱