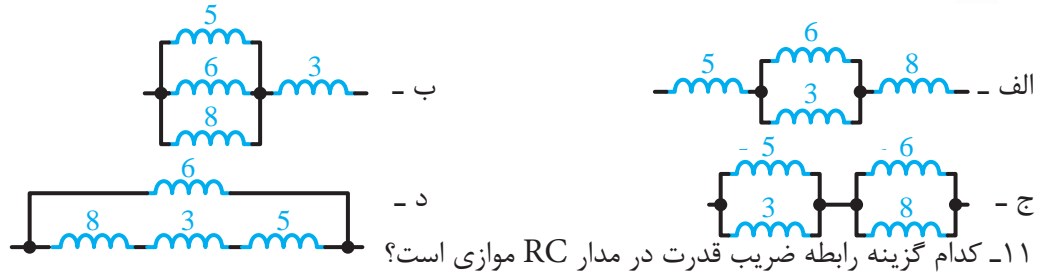




۱۰- راکتانس معادل کدام یک از اشکال زیر برابر با 15Ω است؟



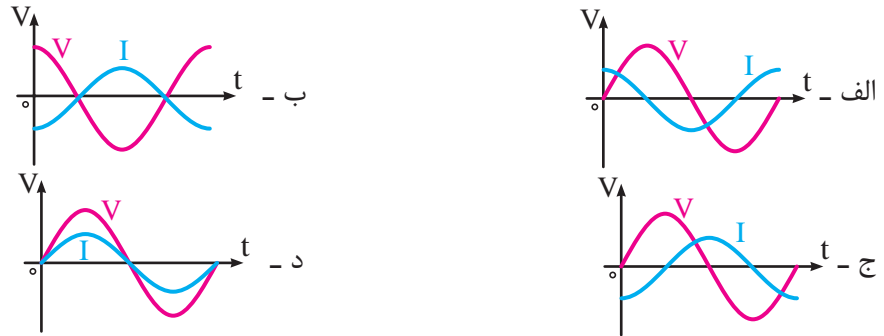
۱۱- کدام گزینه رابطه ضریب قدرت در مدار RC موازی است؟

الف - $\frac{R}{Z}$ ب - $\frac{X_c}{R}$ ج - $\frac{Z}{X_c}$ د - $\frac{Z}{R}$

۱۲- در مدار RLC موازی با افزایش اندوکتانس، مدار حالت پیدا می کند.

الف - اهمی - سلفی ب - اهمی - خازنی ج - سلفی د - سلفی - خازنی

۱۳- کدام شکل رابطه قانونی بین ولتاژ و جریان را در مدارهای سلفی خالص نشان می دهد؟



۱۴- اگر توان ظاهری یک مصرف کننده $500VA$ و توان اکتیو $400W$ باشد، ضریب قدرت آن چقدر است؟

الف - $1/25$ ب - $0/75$ ج - $0/6$ د - $0/8$

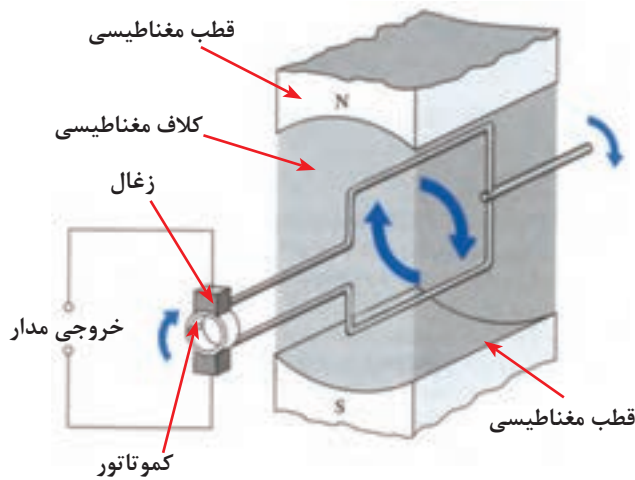
۱۵- مقدار فرکانس رزونانس یک مدار RLC سری با مشخصات $R = 100\Omega$ ، $C = 0/4\mu f$ چند هرتز است؟ ($\pi=3$)

الف - 396 ب - 372 ج - 340 د - 335



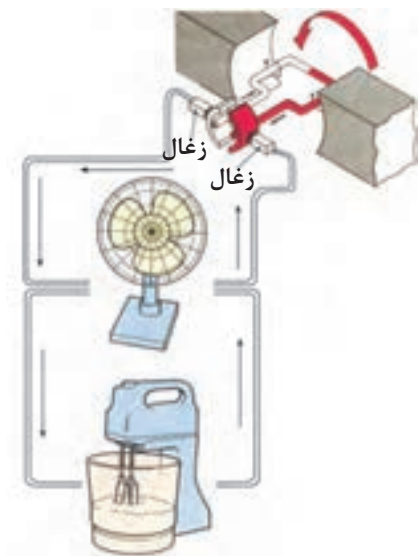
۱-۱۰-۱- شناسایی اصول کار مولد جریان مستقیم

- یک ماشین جریان مستقیم ساده طبق شکل ۱-۱۰-۱ از چهار قسمت اصلی تشکیل شده است.
- ۱- میدان مغناطیسی (قطب‌ها)
 - ۲- حلقه القا شونده (کلاف سیم)
 - ۳- کموتاتور (حلقه‌های لغزنده)
 - ۴- جاروبک‌ها (زغال‌ها)



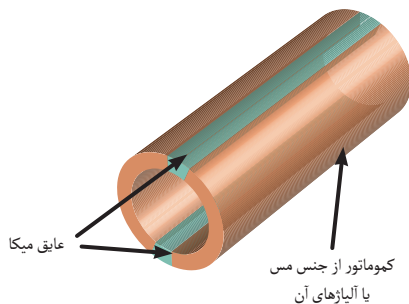
شکل ۱-۱۰-۱

نحوه تولید ولتاژ در مولدهای dc نیز مشابه مولدهای ac است یعنی با حرکت درآوردن کلاف در میان مغناطیسی ولتاژی در دو سر آن القا می‌شود که از طریق حلقه‌های لغزنده به زغال‌ها و در نهایت به مصرف کننده انتقال می‌یابد. (شکل ۱-۱۰-۲)

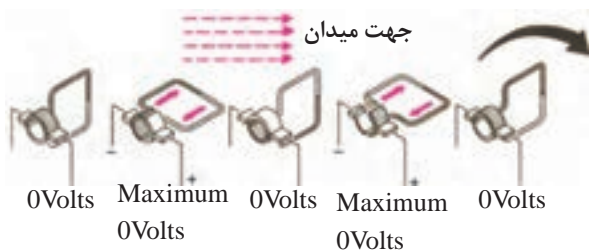


شکل ۱-۱۰-۲

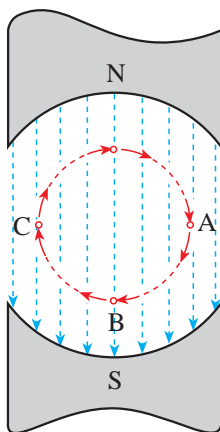
تفاوت اصلی مولدهای dc و ac در شکل کموتاتور استفاده شده در آن است. زیرا در جریان dc این حلقه‌ها دو تکه است و توسط یک عایق از یکدیگر جدا می‌شوند. (شکل ۱-۱۰-۳)



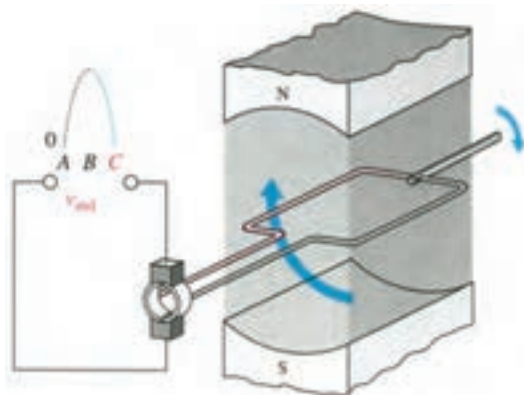
شکل ۱-۱۰-۳



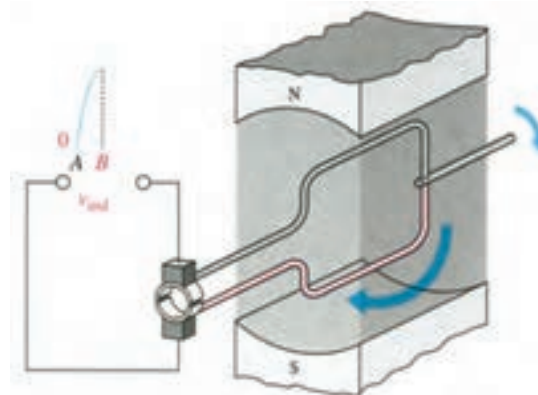
شکل ۴-۱۰



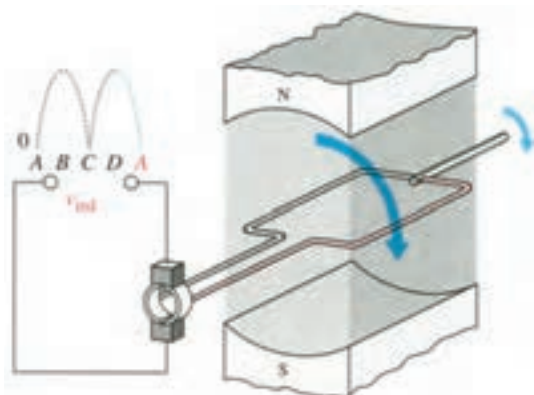
شکل ۵-۱۰



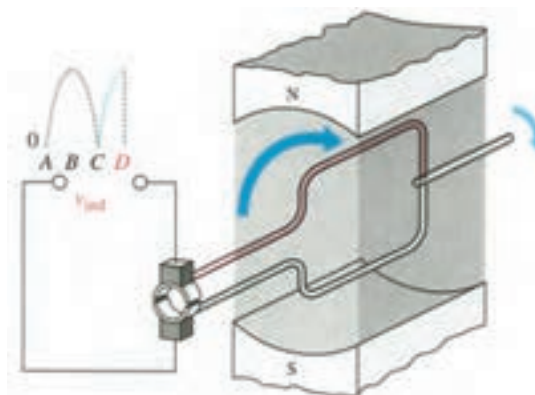
حالت ب - حلقه به موازات خطوط شار حرکت می کند و ولتاژ صفر است.



حالت الف - حلقه به طور عمودی به طرف خطوط شار حرکت می کند و ولتاژ حداکثر می باشد.



حالت د - حلقه به موازات خطوط شار حرکت می کند و ولتاژ صفر می باشد.



حالت ج - حلقه به طور عمودی به طرف خطوط شار حرکت می کند و ولتاژ حداکثر می باشد.

شکل ۶-۱۰

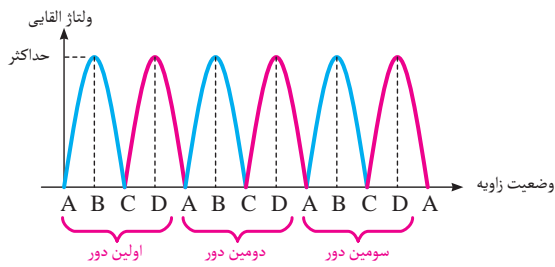
دو تکه بودن کموتاتور سبب می شود تا بازویی که به آن متصل است در زمانی که کلاف نیم دور میزند و به زیر قطب مخالف برود. در این حالت جهت جریان در سیم عوض نمی شود و به همان صورت باقی بماند. (شکل ۴-۱۰)

اگر فضای گردش کلاف در داخل میدان مغناطیسی را برای هر ۹۰ درجه به صورت شکل ۵-۱۰ نامگذاری کنیم با گردش کلاف در داخل میدان مغناطیسی هر ۱۸۰ درجه ولتاژ یکبار به حداکثر میرسد و مجدداً صفر می شود.

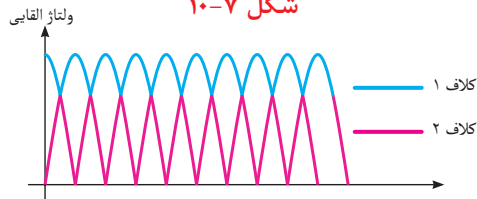
بنابراین در یک دور گردش کلاف در میدان مغناطیسی دو نیم سیکل سینوسی به وجود می آید.

در شکل ۶-۱۰ از تصویر الف تا د مراحل مختلف و چگونگی به وجود آمدن ولتاژ را نشان می دهد.

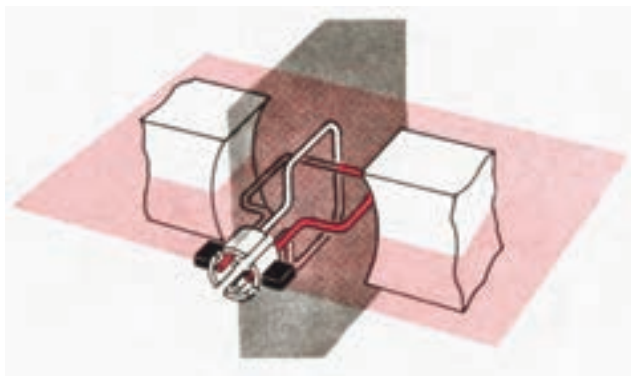
برای درک بهتر چگونگی تولید ولتاژ القایی dc در هر ۹۰ درجه چرخش به زیرنویس تصاویر توجه کنید.



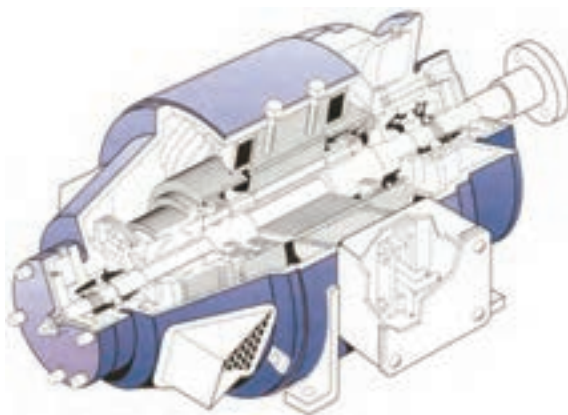
شکل ۱۰-۷



شکل ۱۰-۸



شکل ۱۰-۹



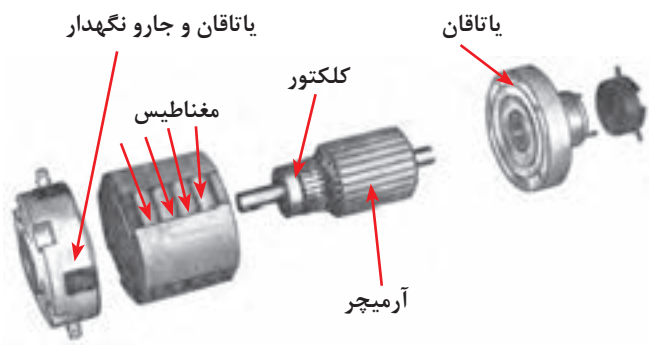
شکل ۱۰-۱۰

شکل موج خروجی مولد در طی چرخش های متوالی کلاف در داخل میدان به صورت شکل ۱۰-۷ می شود.

در صورتی که تعداد کلاف های موجود داخل میدان مغناطیسی را به دو کلاف یا بیشتر افزایش دهیم فاصله بین نقاط ماکزیمم ولتاژ خروجی کمتر می شود و شکل موج خروجی به صورت شکل ۱۰-۸ درمی آید.

یادآور می شود که با اضافه شدن هر کلاف تعداد تقسیم های تیغه های کلکتور بیشتر می شود و برای سرهای اضافه شده دو تیغه جدید جهت اتصال لازم است (شکل ۱۰-۹)

شکل ۱۰-۱۰ تصویر برش خورده یک مولد dc را نشان می دهد.



شکل ۱۰-۱۱

در عمل اجزای یک مولد dc با نام های دیگری معرفی می کنند. شکل ۱۰-۱۱ تصویری از اجزای اصلی و فرعی یک مولد dc را نشان می دهد.



شکل ۱۰-۱۲

از جمله مولدهای dc ساده می توان دینام یک دوچرخه و یا دینام یک ماشین را نام برد. نیروی محرک این مولدها به ترتیب حرکت دوچرخه و اتومبیل است و اساس کار آن ها نیز چرخش کلاف سیم در داخل میدان مغناطیسی و القا ولتاژ است. در شکل ۱۰-۱۲ تصویر یک نمونه دینام دوچرخه را مشاهده می کنید.



آزمون پایانی (۱۰)

۱- کموتاتور نام دیگر کدامیک از موارد زیر است؟

الف - حلقه القا شونده ب - زغال ها ج - قطب ها د - حلقه های لغزنده

۲- ولتاژ القایی توسط کدام مورد به مصرف کننده اتصال می یابد؟

الف - جاروبک ها ب - قطب ها ج - سیم های رابط د - حلقه القا شونده

۳- نقش اصلی حلقه های لغزنده در مولدهای * چیست؟

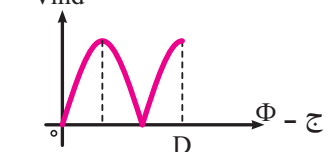
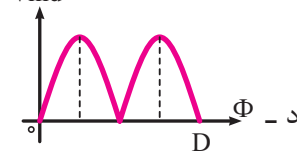
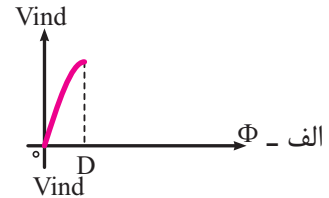
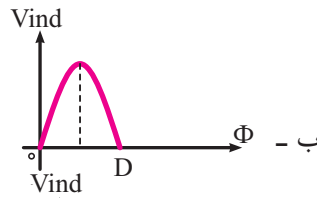
الف - چرخاندن کلاف سیم ب - یکسوسازی جریان

ج - رساندن جریان به مصرف کننده د - ارتباط بین زغال و مصرف کننده

۴- در کدامیک از زوایای میدان مغناطیسی داده شده زیر ولتاژ القای ماکزیمم است؟

الف - ۹۰ و ۱۸۰ درجه ب - ۱۸۰ و ۳۶۰ درجه ج - ۹۰ و ۲۷۰ درجه د - ۰ و ۱۸۰ درجه

۵- با توجه به شکل ۱۰-۱۳ در صورتی که از نقطه * حرکت کنیم شکل موج خروجی فاصله * تا * کدام است؟



۶- شکل موج خروجی مولد دو قطب شکل ۱۴-۱۰ در فاصله A تا G به ازای چرخش چند دور کلاف در میدان

مغناطیسی به دست آمده است؟

الف - $\frac{1}{2}$ ب - $\frac{1}{2}$ ج - ۳ د - ۶

۷- چگونه می توان شکل موج خروجی مولد را صافتر کرد؟

الف - افزایش تعداد زغال ها ب - افزایش تعداد کلاف ها

ج - کاهش تعداد قطب ها د - کاهش سرعت محرک مکانیکی

۸- کدام یک از موارد زیر از اجزای اصلی الکتریکی یک مولد dc نیست؟

الف - جاروبک ها ب - حلقه های لغزنده ج - یاتاقان ها د - حلقه القا شونده



۹- در صورت افزایش تعداد کلاف‌های موجود در داخل میدان مغناطیسی فاصله بین نقاط ماکزیمم در ولتاژ خروجی بیشتر خواهد شد.

صحیح غلط

۱۰- اصول کار تولید ولتاژ در مولدهای dc به حرکت درآوردن کلاف در میدان مغناطیسی است.

صحیح غلط

۱۱- دو تکه بودن کموتاتور در تعویض جهت جریان در سیم مؤثر است. صحیح غلط

۱۲- در هر ۹۰ درجه گردش کلاف جریان یک بار به حداکثر رسیده و مجدداً صفر می‌شود.

صحیح غلط

۱۳- تفاوت اصلی مولدهای dc با ac در استفاده شده آن‌ها است.

۱۴- یک ماشین جریان مستقیم از قطب‌ها، کلاف سیم، کموتاتور و تشکیل شده است.

۱۵- اضافه شدن هر کلاف باعث افزایش خواهد شد.



توجه

مطالب مربوط به سؤالاتی را که نتوانسته‌اید پاسخ دهید مجدداً مطالعه و آزمون را تکرار کنید.



واحد کار مبانی الکتریسته

فصل یازدهم: اصول کار آلترناتورهای سه فاز

هدف کلی

آشنایی با ساختمان و اصول کار مولدهای متناوب سه فاز

هدف های رفتاری: در پایان این فصل انتظار می رود که فراگیر بتواند:

- ۱- وجود تشابه و تفاوت کار مولدهای تک فاز و سه فاز را بیان کند.
- ۲- چگونگی بوجود آمدن شکل موج سه فاز را با رسم شکل توضیح دهد.
- ۳- اتصال ستاره و مثلث در آلترناتورها را به همراه نحوه نامگذاری کلافهای سه فاز توضیح دهد.
- ۴- مقادیر خطی و فازی را تعریف کند.
- ۵- ارتباط جریانها و ولتاژهای خطی و فازی در اتصالات ستاره و مثلث را بیان کند.
- ۶- انواع توان در مدارهای سه فاز را با ذکر روابط بیان کند.

ساعت		
نظری	عملی	جمع
۳	-	۳



- ۱- اختلاف فاز بین دو فاز در ولتاژهای سه فاز چند درجه است؟
الف - ۹۰ ب - ۶۰ ج - ۱۸۰ د - ۱۲۰
- ۲- اغلب موتورهای صنعتی به کار رفته در صنایع از نوع است.
الف - یک فاز ب - دو فاز ج - سه فاز د - شش فاز
- ۳- آیا از سیم نول در شبکه های سه فاز، استفاده می شود؟
الف - همیشه ب - هیچ وقت
ج - در برخی از موارد د - فقط در اتصال مثلث
- ۴- ولتاژ بین دو فاز در شبکه سه فاز ایران چند ولت است؟
الف - ۱۱۰ ب - ۲۲۰ ج - ۱۸۰ د - ۳۸۰
- ۵- آیا در شبکه های سه فازه تمامی توان تولید شده توسط مول در مصرف کننده مصرف می شود؟
الف - بلی ب - خیر
ج - به نوع مولد بستگی دارد. د - به نوع اتصال مدار بستگی دارد.
- ۶- جنس عایق بین تیغه های کموتور از چیست؟
الف - مواد نفتی ب - لاستیک ج - آلیاژ د - میکا
- ۷- اگر یک مولد دارای چهار کلاف باشد چند تیغه کلکتور دارد؟
الف - ۲ ب - ۴ ج - ۸ د - ۱۶
- ۸- در کدام یک از زوایای زیر ولتاژ مولد در حال افزایش است؟
الف - صفر ب - ۱۸۰° ج - بین صفر تا ۹۰° د - بین ۹۰° تا ۱۸۰°
- ۹- کدام یک از موارد زیر به عنوان محرک و تأمین کننده انرژی در مولدهای برق به کار نمی رود؟
الف - آب ب - باد ج - خاک د - خورشید
- ۱۰- کدام یک از حروف اختصاری زیر برای نشان دادن فازها در شبکه سه فاز به کار می رود؟
الف - PH ب - L2 ج - N د - MP

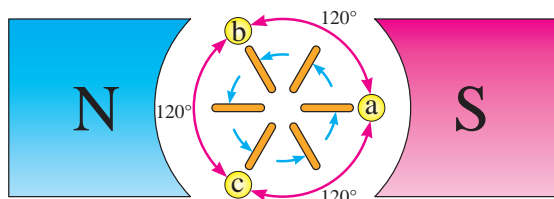


۱۱-۱- اتصالات آلترناتور سه فاز

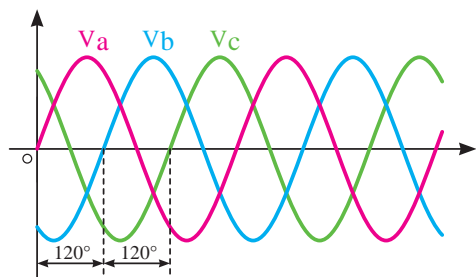
اساس کار آلترناتورهای سه فاز مشابه مولدهای تک فاز است در این مولدها با حرکت کلاف در داخل میدان مغناطیسی یا با حرکت میدان مغناطیسی در مقابل کلاف ولتاژ القایی تولید می شود. شکل ۱۱-۱ تفاوت اصلی این مولدها در ساختمان داخلی آن ها است.



شکل ۱۱-۱



هر مولد سه فاز دارای سه دسته سیم پیچی است که در فضای دایره‌ای شکل با زاویه مکانی 120° نسبت به هم قرار می گیرند. با قطع خطوط قوا توسط این سیم پیچ ها سه نوع جریان القایی متقارن با اختلاف فاز مکانی 120° به وجود می آید، به این نوع جریان «سه فاز» می گویند.

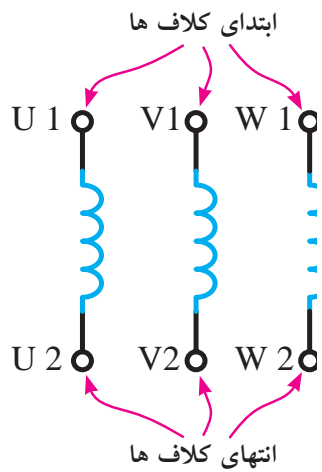


(الف)

شکل ۱۱-۲ وضعیت سیم پیچ های داخل میدان مغناطیسی و شکل موج های تولید شده توسط آن ها را نشان می دهد.

شکل ۱۱-۲

(ب)

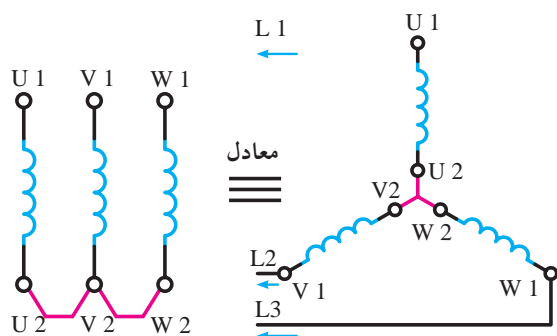


شکل ۱۱-۳

شکل ۱۱-۳ سه سیم پیچ مولد را به همراه حروف اختصاری در استاندارد IEC را نشان می دهد که معرف سه گروه کلاف در مولدهای سه فاز است.

۱-۱-۱- اتصال کلاف ها: کلاف ها به دو

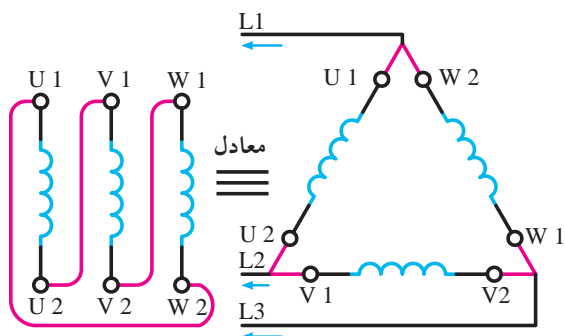
صورت به هم اتصال داده می شوند.



شکل ۱۱-۴

- اتصال ستاره: اگر انتهای کلاف های اول و دوم و سوم به یکدیگر اتصال یابند و از ابتدای کلاف جریان دریافت

شود این نوع اتصال را «اتصال ستاره» می گویند و آن را با علامت (Y) نشان می دهند. در شکل ۱۱-۴ نحوه اتصال کلاف های مولد به حالت ستاره را مشاهده می کنید.



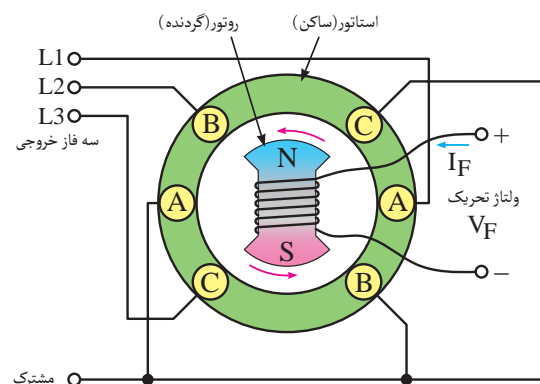
شکل ۱۱-۵

- اتصال مثلث: هرگاه انتهای کلاف اول به ابتدای کلاف دوم، انتهای کلاف دوم به ابتدای کلاف سوم، انتهای کلاف سوم به ابتدای کلاف اول متصل شود و ابتدای کلاف ها

جریان دریافت شود این نوع اتصال را اتصال مثلث می گویند و آن را با علامت (Δ) نشان می دهند.

نحوه اتصال کلاف های مولد به حالت مثلث در شکل

۱۱-۵ نشان داده شده است.



شکل ۱۱-۶

شکل (۱۱-۶) تصویر یک مولد را نشان می دهد که سیم

پیچ های آن به صورت (Y) وصل شده است. از محل اتصال انتهای کلاف ها در اتصال ستاره معمولاً سیم خارج می شود که آن را «سیم مشترک» یا «سیم نول یا صفر» می نامند.

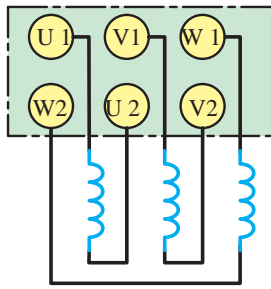


در شکل ۱۱-۷ قسمت الف تصویری از روتور، قسمت ب

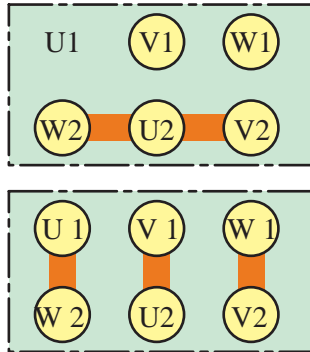
بخشی از سیم بندی استاتور و قسمت ج شکل ظاهری یک مولد ac واقعی که در نیروگاه ها برای تولید انرژی الکتریکی استفاده می شوند را نشان داده شده است.



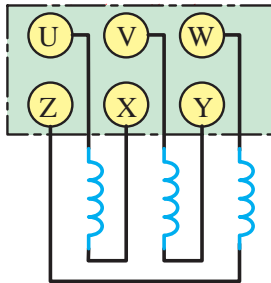
شکل ۱۱-۷



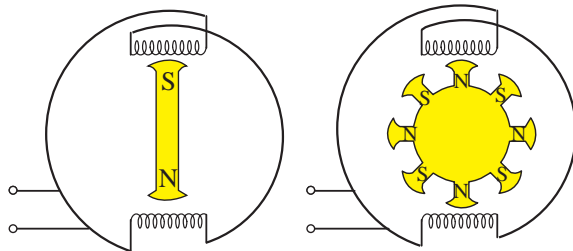
شکل ۸-۱۱



شکل ۹-۱۱



شکل ۱۰-۱۱



شکل ۱۱-۱۱- در صورتی که سرعت چرخش هر دو مولد مساوی باشد فرکانس مولد شکل ب چهار برابر فرکانس مولد شکل الف است.

- ترمینال اتصال (تخته کلم): نحوه قرار گرفتن سر و ته کلاف های مولد روی ترمینال اتصال (تخته کلم) جهت اتصال به مدار مطابق شکل ۸-۱۱ است.

برای اتصال کلاف ها به صورت ستاره یا مثلث از تیغه های مسی در روی ترمینال اتصال استفاده می شود. در شکل ۹-۱۱ چگونگی اتصال تیغه های مسی در زیر پیچ های تخته کلم برای ایجاد اتصالات ستاره و مثلث را نشان داده شده است.

توضیح: در برخی کتب طبق استاندارد VDE آلمان حروف U₁، V₁، W₁ به ترتیب با حروف V، U، W و حروف ته کلاف ها U₂، V₂، W₂ به ترتیب با حروف * مشخص می کنند. در شکل ۱۰-۱۱ این مطلب نشان داده شده است.

۱۱-۲- فرکانس خروجی آلترناتور

فرکانس مولدهای سه فازه از رابطه زیر به دست

می آید:

$$f = \frac{n.p}{60}$$

که در این رابطه:

n - تعداد دور روتور بر حسب دور بر دقیقه

p - تعداد زوج قطب های استاتور است.

همان طوری که از رابطه فوق مشخص است فرکانس مولد با دو عامل دور و تعداد زوج قطب ها رابطه مستقیم دارد. یعنی هر قدر تعداد قطب ها و یا سرعت محرک مکانیکی مولد بیشتر شود فرکانس نیز افزایش می یابد. در هر دو حالت با چرخش یک دور روتور، تعداد قطب ها با فوران بیشتری قطع می شود. فرکانس مولدهای برق شهر ۵۰ HZ است. در شکل ۱۱-۱۱ تصویر دو مولد ۲ قطب و ۸ قطب نشان داده شده است.

۱۱-۳-۱-۳- جریان ها و ولتاژها در اتصالات ستاره مثلث متعادل

قبل از بررسی روابط و خصوصیات اتصالات Δ و Δ لازم است با چهار مفهوم در مدارهای سه فازه آشنا شویم:
الف - جریان خطی (I_L): جریانی که از خطوط خارجی مولد برای مصرف کننده ها فرستاده می شود، را «جریان خطی» گویند.

ب - جریان فازی (I_P): جریانی که از داخل هر یک از سیم پیچ های مولد سه فازه عبور می کنند را «جریان فازی» می گویند.

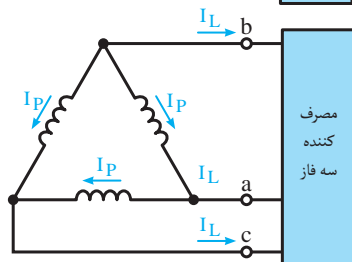
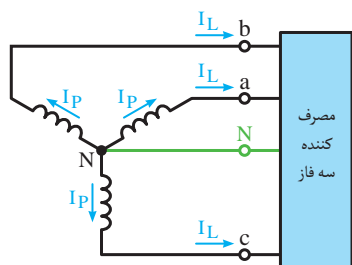
شکل ۱۱-۱۲ جریان I_P و I_L اتصالهای ستاره و مثلث را نشان می دهد.

ج - ولتاژ خطی (V_L): ولتاژ بین دو فاز از فازهای خروجی یک مولد سه فازه را «ولتاژ خطی» گویند.

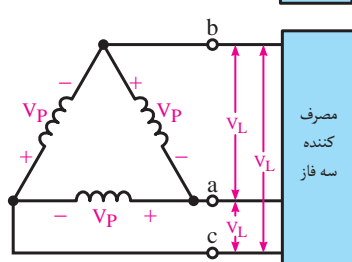
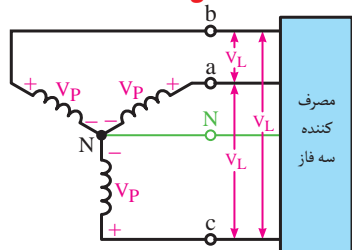
د - ولتاژ فازی (V_P): ولتاژ در دو سر هر یک از سیم پیچ های مولد را «ولتاژ فازی» گویند.

در شکل ۱۱-۱۳ ولتاژهای خطی و فازی اتصالهای ستاره و مثلث نشان داده شده است.

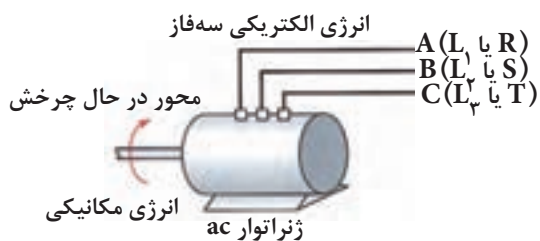
توضیح: در مدارهای سه فاز هر یک از فازها را با حروف اختصاری * نشان می دهند. (شکل ۱۱-۱۴)



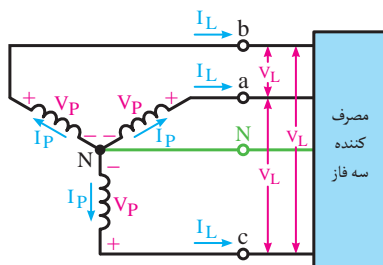
شکل ۱۱-۱۲



شکل ۱۱-۱۳



شکل ۱۱-۱۴



شکل ۱۱-۱۵

۱۱-۳-۱-۱- مقدار ولتاژ و جریان در اتصال ستاره و مثلث:

در شکل ۱۱-۱۵ وضعیت سیم پیچ ها در اتصال ستاره و مقدار ولتاژها و جریان های فازی و خطی را مشاهده می کنید. در این اتصال روابط زیر در مدار برقرار است:

$$I_L = I_P$$

$$V_L = \sqrt{3} V_P$$

توضیح:

از محل اتصال مشترک انتهای کلاف‌ها معمولاً سیم خارجی می‌شود که آن را «سیم نول» یا «صفر» می‌نامند. شکل ۱۱-۱۶ وضعیت سیم پیچ‌ها ولتاژها و جریان‌های خطی و فازی مولد سه فاز را در اتصال مثلث نشان می‌دهد. در این اتصال روابط زیر برقرار است.

$$V_L = V_P$$

$$I_L = \sqrt{3}I_P$$

دیگرام‌های برداری ولتاژهای خطی و فازی در مدارهای

سه فاز به صورت شکل ۱۱-۱۷ ترسیم می‌شود.

برای اینکه مصرف کننده‌های سه فاز بتوانند از مولد سه فاز استفاده کنند، در داخل آن‌ها مانند مولدها از سه دسته سیم پیچ استفاده شده است. نحوه اتصال سیم پیچ‌ها به صورت اتصال ستاره (Y) و یا اتصال مثلث (Δ) می‌باشد.

در شکل ۱۱-۱۸ یک مصرف کننده با اتصال ستاره

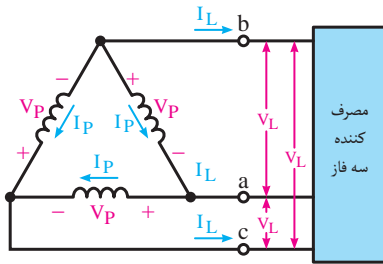
(Y) و در شکل ۱۱-۱۹ مصرف کننده‌ای با اتصال مثلث

(Δ) نشان داده شده که به مولدهای سه فازهای با اتصال

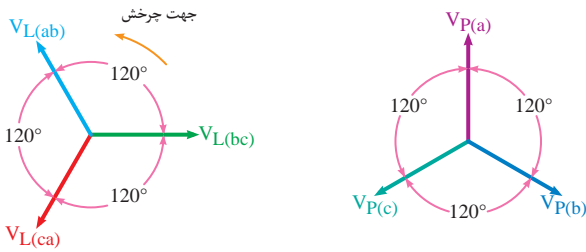
ستاره (Y) و مثلث (Δ) متصل شده‌اند.

در شکل ۱۱-۲۰ تصویر یک نیروگاه جریان متناوب

واقعی را مشاهده می‌کنید.

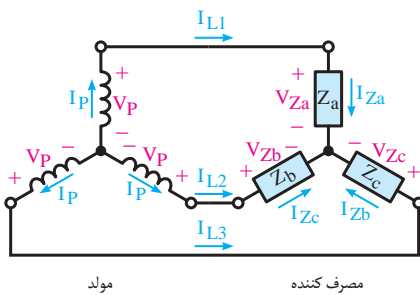


شکل ۱۱-۱۶

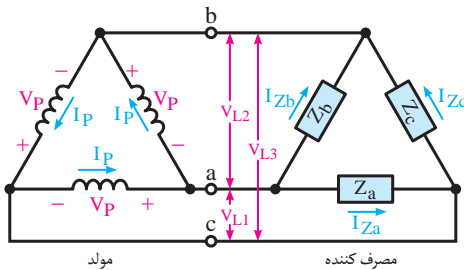


الف - دیگرام ولتاژهای فازی ب - دیگرام ولتاژهای خطی

شکل ۱۱-۱۷



شکل ۱۱-۱۸



شکل ۱۱-۱۹

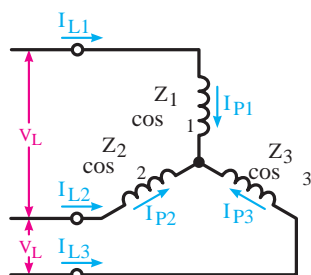


شکل ۱۱-۲۰

۲-۳-۱۱- بار متعادل و نامتعادل:

قبل از بررسی توان ها در مدارهای سه فازه می بایست با اصطلاحات متعادل و نامتعادل آشنا شویم.

- وضعیت متعادل: هرگاه تمامی مشخصات سیم پیچ های مصرف کننده و یا مولد سه فاز از قبیل امپدانس ها، جریان ها و ولتاژهای خطی و فازي، زاویه اختلاف فاز با هم برابر باشند، آن مدار سه فازه را در «حالت متعادل» می گویند.



شکل ۱۱-۲۱

شکل ۱۱-۲۱ اتصال سیم پیچ های بار در حالت متعادل را نشان می دهد.

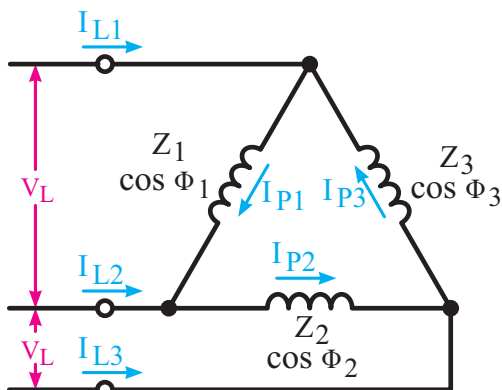
در این حالت روابط متقابل برقرار است:

مشابه شرایط و تعاریف فوق را برای اتصال مثلث (Δ) نیز می توان بیان کرد.

$$\begin{aligned} Z_1 &= Z_2 = Z_3 \\ I_{P1} &= I_{P2} = I_{P3} \\ I_{L1} &= I_{L2} = I_{L3} \\ \cos \Phi_1 &= \cos \Phi_2 = \cos \Phi_3 \end{aligned}$$

- وضعیت نامتعادل: اگر یکی از مشخصه های مصرف

کننده یا مدار سه فاز از قبیل امپدانس، جریان ها و ولتاژهای خطی و فازي، زاویه اختلاف فاز با هم برابر نباشند آن مدار سه فازه را در «حالت نامتعادل» می گویند.



شکل ۱۱-۲۲

پس در این حالت رابطه تساوی بین همه مشخصه ها وجود ندارد. شکل ۱۱-۲۲ اتصال سیم پیچ های بار در حالت مثلث نامتعادل را نشان می دهد.

وضعیت نامتعادل به همراه شرایط آن در اتصال ستاره (Δ) نیز به وجود می آید.

۴-۱۱- انواع توان در مدارات سه فاز

توان هایی که در شبکه های سه فازه مطرح می شوند مشابه مدارهای تک فازه و شامل (توان ظاهری، توان اکتیو و توان راکتیو) است. چگونگی محاسبه توانها در شبکه سه فاز با تک فاز تفاوت دارد. روابط توان ها در مدارهای سه فازه

به صورت زیر است:

$$S = \sqrt{3} V_L I_L \quad [V.A]$$

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \phi \quad [W]$$

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \sin \phi \quad [VAR]$$

در تصاویر شکل ۱۱-۲۳ مصرف کننده‌های اهمی و غیراهمی نشان داده شده است.

اگر روابط فوق را بر حسب مقادیر فازی بخواهیم

می‌توانیم به صورت زیر نوشت:

$$S = 3 V_p I_p \quad [V.A]$$

$$P = 3 V_L I_L \cos \phi \quad [W]$$

$$P = 3 V_L I_L \sin \phi \quad [VAR]$$

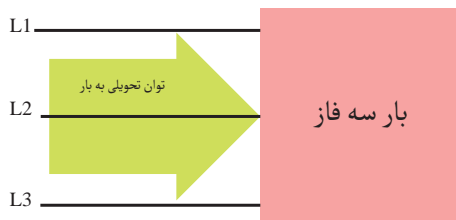
ϕ - زاویه اختلاف فاز بین ولتاژ و جریان

اگر یک مصرف کننده سه فاز را بتوان به صورت ستاره مثلث راهاندازی کرد، توان نامی در اتصال ستاره متعادل آن $\frac{1}{3}$ توان نامی در اتصال مثلث متعادل است. به همین دلیل از این اتصالات به عنوان روش راهاندازی مصرف کننده‌های سه فاز با قدرت زیاد استفاده می‌شود چرا که به خاطر کم شدن توان، جریان راهاندازی آنها کاهش می‌یابد.

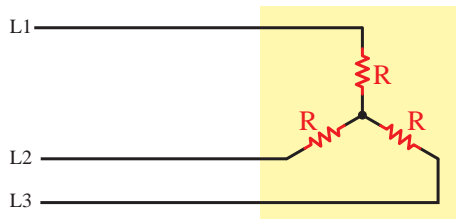
$$P_{\Delta} = \frac{1}{3} P_{\Delta}$$

در تصاویر شکل ۱۱-۲۴ اتصالات ستاره و مثلث را به

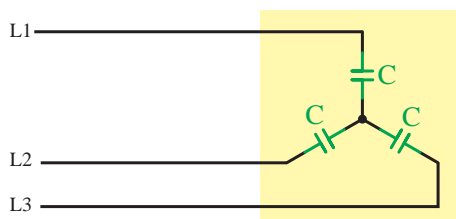
همراه پارامترهای آن مشاهده می‌کنید.



(الف)

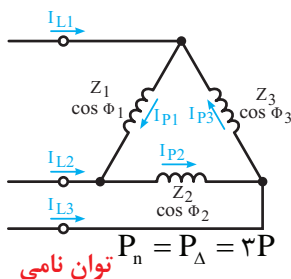
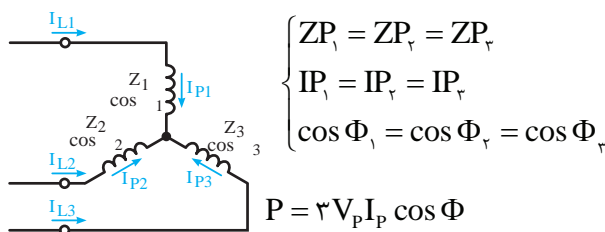


ب - مصرف کننده اهمی خالص توان دریافتی را مصرف می‌کند.



ج - مصرف کننده غیر اهمی (سلفی - خازنی) توان را مصرف نمی‌کند.

شکل ۱۱-۲۳- بارهای سه فاز



شکل ۱۱-۲۴- اتصالات ستاره و مثلث



آزمون پایانی (۱۱)

- ۱- علت قرار گرفتن کلاف‌های آلترناتور با اختلاف فاز ۲۰ درجه چیست؟
 الف - برای ایجاد تقارن در جریان‌ها
 ب - به علت دو قسمتی بودن هر کلاف
 ج - برای افزایش ولتاژ القایی
 د - به علت کاهش تعداد قطب‌ها
- ۲- انتهای گروه کلاف دوم آلترناتور سه فاز را با حرف نشان می‌دهند.
 الف - W_۲
 ب - V_۲
 ج - V_۱
 د - U_۲
- ۳- برای ایجاد اتصال مثلث به ترتیب ته کلاف اول و سوم مولد را به کدام سرها باید اتصال داد؟
 الف - W_۱ - V_۱
 ب - W_۱ - U_۱
 ج - V_۱ - U_۱
 د - U_۱ - V_۱
- ۴- فرکانس یک مولد شش قطب با سرعت ۱۵۰۰ دور بر دقیقه می‌چرخد چند هرتز است؟
 الف - ۵۰
 ب - ۳۰۰
 ج - ۱۵۰
 د - ۷۵
- ۵- جریانی که به طرف مصرف کننده جاری می‌شود را با حروف نشان می‌دهند.
 الف - I_p
 ب - I_Z
 ج - I_L
 د - I_T
- ۶- کدام رابطه ولتاژی در اتصال () صحیح است؟
 الف - $V_p = V_L$
 ب - $V_p = \sqrt{3}V_L$
 ج - $V_L = \sqrt{3}V_p$
 د - $V_L = \frac{V_p}{\sqrt{3}}$
- ۷- کدامیک از روابط زیر رابطه صحیح جریانه‌ها در اتصال مثلث است؟
 الف - $I_L = \frac{I_p}{\sqrt{3}}$
 ب - $I_p = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$
 ج - $I_L = I_p$
 د - $I_L = 3I_p$
- ۸- در دیاگرام برداری ولتاژهای شکل ۲۵-۱۱ بردارهای X و Y به ترتیب چچه ولتاژی هستند؟
 الف - ab و ca
 ب - cb و ca
 ج - ab و cb
 د - ab و cb
- ۹- کدامیک از موارد زیر روابط توان اکتیو را نشان می‌دهد؟
 الف - $\sqrt{3}V_L I_L$
 ب - $3V_p I_p \cos \phi$
 ج - $3V_p I_p \sin \phi$
 د - $ab\sqrt{3}V_L I_L \sin \phi$
- ۱۰- کدامیک از روابط زیر صحیح است؟
 الف - $P = \frac{1}{3}P_\Delta$
 ب - $P_\Delta = \frac{1}{3}P_\lambda$
 ج - $P_\lambda = \frac{2}{3}P_\Delta$
 د - $P_\lambda = \frac{2}{3}P_\Delta$

۱۱- در اتصال ستاره انتهای کلاف‌های اول و دوم و سوم به یکدیگر متصل است. صحیح غلط

۱۲- فرکانس خروجی مولد از رابطه $f = \frac{P \times 60}{n_s}$ به دست می‌آید. صحیح غلط

۱۳- جریانی که از خطوط خارجی مولد در مصرف کننده‌ها جاری می‌شود را از جریان فازی می‌گویند. صحیح غلط



- ۱۴- در اتصال ستاره جریان خط $\sqrt{3}$ برابر جریان فازی است. صحیح غلط
- ۱۵- توان راکتیو یک شبکه سه فاز از رابطه محاسبه می‌شود.
- ۱۶- سیمی که از محل اتصال انتهای کلاف‌ها در اتصال ستاره خارج می‌شود، را می‌گویند.
- ۱۷- ولتاژ دو سر هر یک از سیم پیچ‌های مولد را می‌گویند.
- ۱۸- فرکانس مولدهای سه فاز با دو عامل و رابطه مستقیم دارد.
- ۱۹- منظور از بار متعادل و نامتعادل چیست؟
- ۲۰- اتصالات ستاره و مثلث را روی تخته کلم (ترمینال اتصال) مولد براساس استاندارد IEC رسم کنید.

توجه: مطالب مربوط به سؤالاتی را که نتوانسته‌اید پاسخ دهید مجدداً مطالعه و آزمون را تکرار کنید.

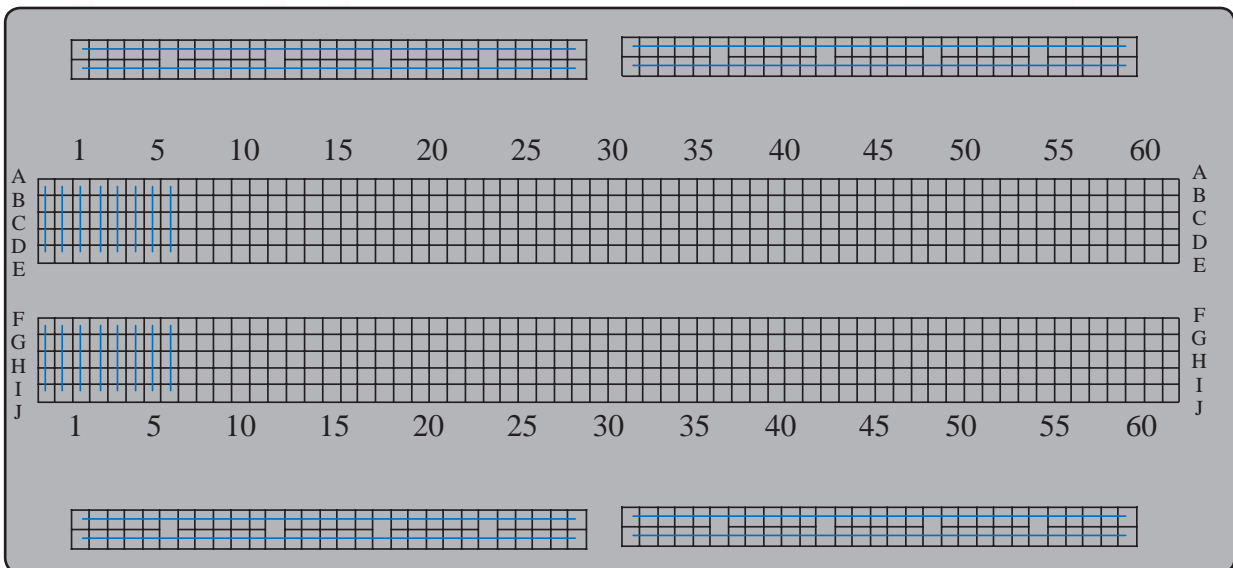
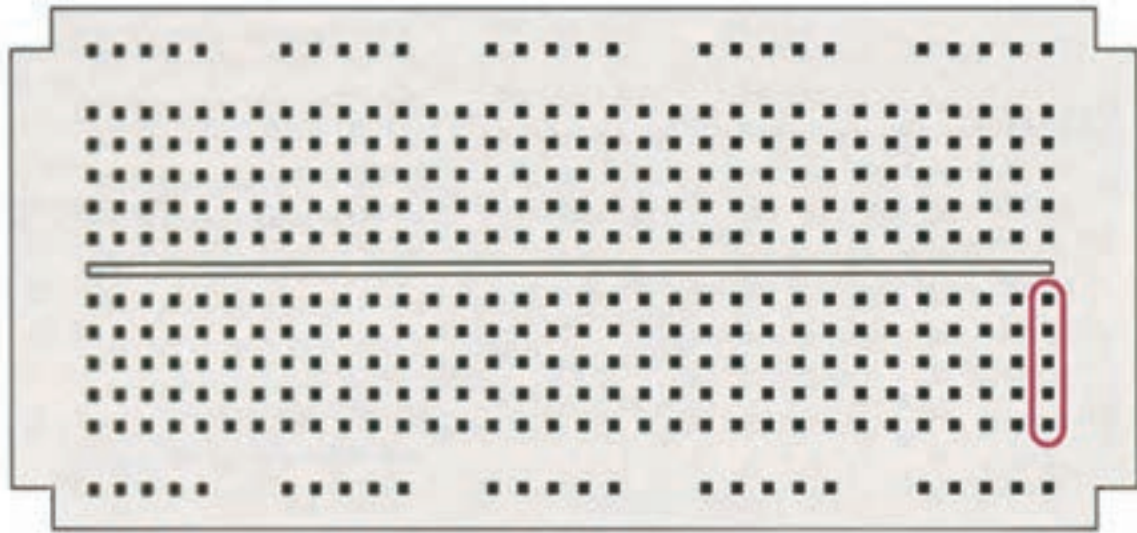
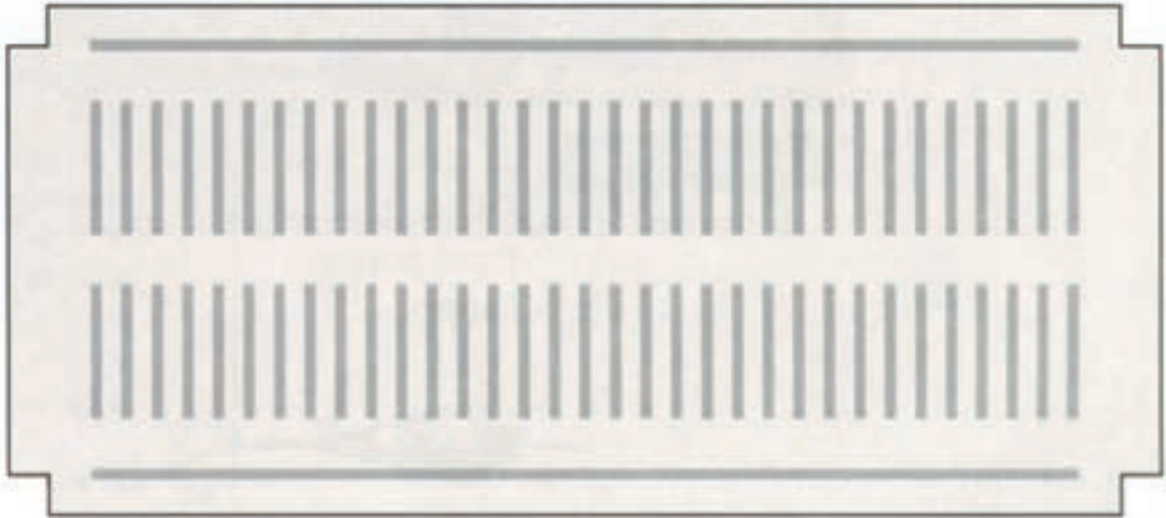


مطالب مربوط به سؤالاتی را که نتوانسته‌اید پاسخ دهید مجدداً مطالعه و آزمون را تکرار کنید.



ضمیمه

تصویر واقعی و اتصالات صفحه برد برد



پاسخ سؤالات فصل ۱

پیش آزمون ۱

- | | | | | |
|-----|--------|--------|------|-------|
| د-۱ | ۳- الف | ۵- ج | ۷- ب | ۹- ج |
| ج-۲ | ۴- ج | ۶- الف | ۸- ب | ۱۰- د |

آزمون پایانی (۱)

- | | | | | |
|-------|------|--------|---------|---|
| د-۱ | ۴- ب | ۷- الف | ۱۰- الف | ۱۳- ظرفیت |
| الف-۲ | ۵- ب | ۸- د | ۱۱- ب | ۱۴- غلط <input checked="" type="checkbox"/> |
| د-۳ | ۶- ج | ۹- ج | ۱۲- د | ۱۵- غلط <input checked="" type="checkbox"/> |

پاسخ خودآزمایی عملی

۱-

- الف - شیء پلاستیکی باردار ذرات نمک را جذب می‌کند.
 ب- شیء پلاستیکی باردار توپ پینگ پنگ را جذب می‌کند.
 ج- شیء پلاستیکی باردار رشته نخ نایلونی را جذب می‌کند.
 د - شیء پلاستیکی باردار آب جاری با فشار کم را جذب می‌کند.

۲- برخی مواد تحت تأثیر نیروی میدان حاصل از بارهای الکتریکی قرار می‌گیرند و در نتیجه به طرف آن‌ها جذب و یا از آن‌ها دور می‌شوند و برخی از مواد دیگر نسبت به مواد باردار هیچ عکس‌العملی ندارند.

پاسخ سؤالات فصل ۲

پیش آزمون ۲

ب-۱	۳-الف	۵-ب	۷-الف	۹-ج
۲-الف	۴-د	۶-ب	۸-د	۱۰-ج

آزمون پایانی (۲)

ب-۱	۵-ج	۹-ج	۱۳-الف	۱۷-ج
۲-د	۶-ب	۱۰-ب	۱۴-ب	۱۸-اشتراکی
۳-الف	۷-ب	۱۱-ج	۱۵-د	۱۹-صحیح <input checked="" type="checkbox"/>
۴-د	۸-الف	۱۲-د	۱۶-ج	۲۰-صحیح <input checked="" type="checkbox"/>

پاسخ خودآزمایی عملی

- ۱- الف - چون هادی است لامپ روشن می شود.
 ب- چون عایق است لامپ روشن نمی شود.
 ج- چون عایق است لامپ روشن نمی شود.
 د- چون هادی است لامپ روشن می شود.
 ه- چون هادی است لامپ روشن می شود.
 و - چون عایق است لامپ روشن نمی شود.
 ز- چون عایق است لامپ روشن نمی شود.

پاسخ سؤالات فصل ۳

پیش آزمون ۳

- | | | | | |
|--------|-----|-------|-------|-----|
| ب-۹ | د-۷ | الف-۵ | د-۳ | ب-۱ |
| الف-۱۰ | د-۸ | ب-۶ | الف-۴ | ب-۲ |

آزمون پایانی (۳)

- | | | | |
|------|-------|-------|-------|
| د-۱۰ | د-۷ | د-۴ | د-۱ |
| ج-۱۱ | ج-۸ | الف-۵ | الف-۲ |
| ب-۱۲ | الف-۹ | ب-۶ | ب-۳ |

سؤال تشریحی

- | | | | | |
|--|--|---|------|--------------------------|
| | | | | ۱۳- |
| | | د- $۶/۸k\Omega \pm ۱۰\%$ | | الف- $۲۷\Omega \pm ۱۰\%$ |
| | | ه- $۳۳\Omega \pm ۱۰\%$ | | ب- $۱۰۰\Omega \pm ۱۰\%$ |
| | | و- $۴۷k\Omega \pm ۲۰\%$ | | ج- $۵۶۰k\Omega \pm ۵\%$ |
| | | | | ۱۴- |
| هـ) a | د) f | ج) l | ب) d | الف) b |
| ۳۰- صحیح <input checked="" type="checkbox"/> | ۲۵- غلط <input checked="" type="checkbox"/> | ۲۰- واریستور (VDR) | | ب-۱۵ |
| | ۲۶- غلط <input checked="" type="checkbox"/> | ۲۱- کرم نیکل | | د-۱۶ |
| | ۲۷- صحیح <input checked="" type="checkbox"/> | ۲۲- سبزه، آبی، قرمز، طلایی | | د-۱۷ |
| | ۲۸- صحیح <input checked="" type="checkbox"/> | ۲۳- کربن، لایه فلز | | ۱۸- رنوستا |
| | ۲۹- غلط <input checked="" type="checkbox"/> | ۲۴- غلط <input checked="" type="checkbox"/> | | PTC -۱۹ |

پاسخ سؤالات فصل ۴

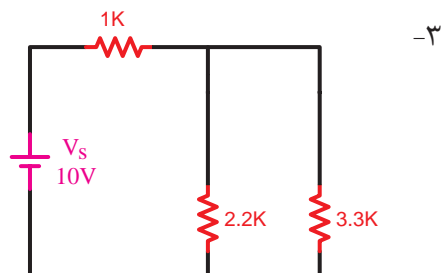
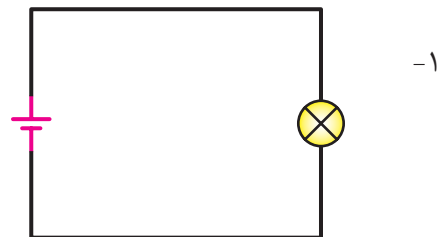
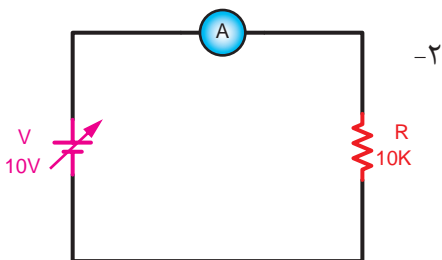
پیش آزمون ۴

- | | | | | |
|------|--------|-----|-----|-------|
| ب-۱۳ | ب-۱۰ | ج-۷ | ب-۴ | ج-۱ |
| د-۱۴ | الف-۱۱ | ب-۸ | ج-۵ | ج-۲ |
| ج-۱۵ | ب-۱۲ | د-۹ | د-۶ | الف-۳ |

آزمون پایانی (۴)

- | | | | | |
|--|---|----------------|---------|-----|
| <input checked="" type="checkbox"/> ۱۹- غلط | ۱۶- فیوز | ۱۱- د | ۶- ب | ج-۱ |
| <input checked="" type="checkbox"/> ۲۰- صحیح | ۱۷- مستقیم | ۱۲- منبع تغذیه | ۷- ج | ب-۲ |
| | <input checked="" type="checkbox"/> ۱۸- غلط | ۱۳- منبع تغذیه | ۸- الف | د-۳ |
| | ۱۴- $I(R_1 + R_2)$ یا $R_1 I + R_2 I$ | ۱۴- ج | ۹- د | ج-۴ |
| | ۱۵- KVL یا ولتاژهای کیرشهف | ۱۵- الف | ۱۰- الف | د-۵ |

پاسخ خودآزمایی عملی



پاسخ سؤالات فصل ۵

پیش آزمون ۵

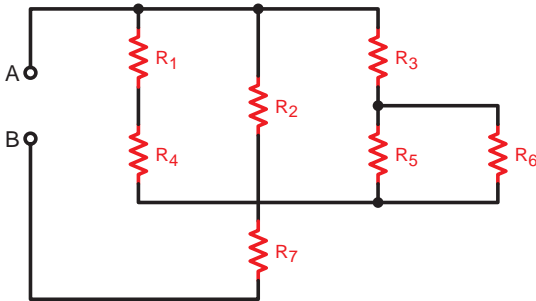
- | | | | | |
|------|--------|--------|-------|-------|
| ۱- د | ۴- ج | ۷- الف | ۱۰- د | ۱۳- ب |
| ۲- ج | ۵- الف | ۸- الف | ۱۱- ج | ۱۴- د |
| ۳- ب | ۶- الف | ۹- الف | ۱۲- ج | ۱۵- ج |

آزمون پایانی (۵)

- | | | | | |
|--------|--------|---------|---------|-------|
| ۱- د | ۶- ب | ۱۱- ب | ۱۶- الف | ۲۱- ج |
| ۲- الف | ۷- الف | ۱۲- الف | ۱۷- ب | |
| ۳- الف | ۸- الف | ۱۳- ج | ۱۸- ب | |
| ۴- ب | ۹- ج | ۱۴- ب | ۱۹- ب | |
| ۵- د | ۱۰- ب | ۱۵- د | ۲۰- د | |

۲۲- خیر چون ولتاژ کل برابر ۲۴ ولت است پس در این شرایط می‌بایست مقاومت R_7 قطع و یا مقاومت R_1 اتصال کوتاه شده باشد تا ولت‌متر بتواند این مقدار را نشان دهد.

- ۲۳- الف : دوشاخه مدار موازی $pin_1 || pin_4$ (شامل مقاومت‌های R_1 و R_2 و R_3 و R_4 و R_{11} و R_{12})
 ب: شکل مدار به صورت سری موازی است.



- | | | |
|------------------------------|--|---|
| ۲۴- صفر | ۲۶- اهم‌متر | ۲۸- غلط <input checked="" type="checkbox"/> |
| ۲۵- مقاومت کل (مقاومت معادل) | ۲۷- صحیح <input checked="" type="checkbox"/> | ۲۹- غلط <input checked="" type="checkbox"/> |

پاسخ سؤالات فصل ۶

پیش آزمون ۶

ب-۱۳	د-۱۰	ج-۷	ج-۴	ب-۱
ج-۱۴	ب-۱۱	ج-۸	ب-۵	ج-۲
ب-۱۵	د-۱۲	الف-۹	الف-۶	الف-۳

آزمون پایانی (۶)

۱۳-زیادتر(بیشتر)	۱۰-الف	۷-ب	۴-د	۱-ج
۱۴-صحیح <input checked="" type="checkbox"/>	۱۱-توان تلف شده	۸-ج	۵-ب	۲-د
۱۵-غلط <input checked="" type="checkbox"/>	۱۲-وات متر	۹-ب	۶-ب	۳-ج

پاسخ سوالات فصل ۷

پیش آزمون ۷

ج-۱	د-۴	ج-۷	د-۱۰	الف-۱۳
د-۲	ج-۵	ب-۸	د-۱۱	ج-۱۴
ب-۳	ب-۶	ب-۹	د-۱۲	ب-۱۵

آزمون پایانی (۷)

د-۱	ج-۸	ج-۱۵	الف-۲۲	۲۹- نرم
ج-۲	الف-۹	ج-۱۶	ج-۲۳	۳۰- نیروی محرکه مغناطیسی
الف-۳	الف-۱۰	ج-۱۷	الف-۲۴	۳۱- میدان مغناطیسی
ب-۴	ب-۱۱	د-۱۸	د-۲۵	۳۲- غلط <input checked="" type="checkbox"/>
ب-۵	ج-۱۲	الف-۱۹	ب-۲۶	۳۳- غلط <input checked="" type="checkbox"/>
الف-۶	د-۱۳	ج-۲۰	ج-۲۷	۳۴- صحیح <input checked="" type="checkbox"/>
ب-۷	ج-۱۴	ب-۲۱	جذب-۲۸	۳۵- صحیح <input checked="" type="checkbox"/>

پاسخ سوالات فصل ۸

پیش آزمون ۸

د-۱۳	ج-۱۰	ج-۷	الف-۴	ج-۱
د-۱۴	الف-۱۱	د-۸	ب-۵	ج-۲
الف-۱۵	ب-۱۲	الف-۹	ب-۶	ب-۳

آزمون پایانی (۸)

ب-۳۳	ب-۲۵	الف-۱۷	ب-۹	الف-۱
۳۴- صحیح	ب-۲۶	د-۱۸	ج-۱۰	د-۲
۳۵- غلط	ج-۲۷	ج-۱۹	ب-۱۱	ب-۳
۳۶- غلط	ج-۲۸	ب-۲۰	ب-۱۲	ج-۴
۳۷- غلط	ب-۲۹	ج-۲۱	ب-۱۳	د-۵
۳۸- کمتر	الف-۳۰	د-۲۲	الف-۱۴	الف-۶
۳۹- بیشتر یا کمتر	ب-۳۱	ج-۲۳	د-۱۵	ج-۷
۴۰- $Q = C.V$	الف-۳۲	الف-۲۴	ب-۱۶	د-۸

پاسخ سؤالات فصل ۹

پیش آزمون ۹

ج-۱	الف-۴	الف-۷	الف-۱۰	ب-۱۳
ج-۲	ب-۵	الف-۸	ج-۱۱	د-۱۴
د-۳	د-۶	د-۹	الف-۱۲	ب-۱۵

آزمون پایانی (۹)

ب-۱	ب-۱۲	د-۲۳	الف-۳۴	ب-۴۵
ج-۲	الف-۱۳	ج-۲۴	الف-۳۵	ج-۴۶
د-۳	د-۱۴	ب-۲۵	د-۳۶	الف-۴۷
الف-۴	ج-۱۵	ج-۲۶	الف-۳۷	د-۴۸
ب-۵	ب-۱۶	ب-۲۷	ج-۳۸	۴۹- پیش‌فاز
ج-۶	الف-۱۷	د-۲۸	ب-۳۹	۵۰- راکتانس سلفی
الف-۷	ب-۱۸	الف-۲۹	الف-۴۰	۵۱- جلوتر
ج-۸	ب-۱۹	الف-۳۰	الف-۴۱	۵۲- غلط <input checked="" type="checkbox"/>
الف-۹	د-۲۰	ج-۳۱	ج-۴۲	۵۳- مثبت - منفی
د-۱۰	الف-۲۱	د-۳۲	د-۴۳	۵۴- غلط <input checked="" type="checkbox"/>
ب-۱۱	ب-۲۲	الف-۳۳	الف-۴۴	۵۵- کوچکتر (کمتر)

پاسخ سؤالات فصل ۱۰

پیش آزمون ۱۰

۱- د	۴- الف	۷- الف	۱۰- الف	۱۳- ب
۲- الف	۵- ب	۸- الف	۱۱- ج	۱۴- د
۳- د	۶- د	۹- د	۱۲- الف	۱۵- ب

آزمون پایانی (۱۰)

۱- د	۴- ج	۷- ب	۱۰- صحیح <input checked="" type="checkbox"/>	۱۳- حلقه‌های لغزنده
۲- الف	۵- ج	۸- ج	۱۱- غلط <input checked="" type="checkbox"/>	۱۴- جاروبک‌هایازغال‌ها
۳- ب	۶- الف	۹- غلط <input checked="" type="checkbox"/>	۱۲- غلط <input checked="" type="checkbox"/>	۱۵- تعداد تیغه‌های کلکتور

پاسخ سوالات فصل ۱۱

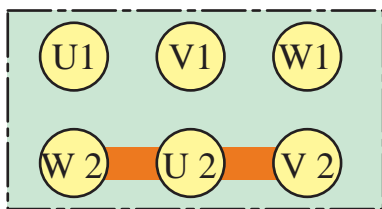
پیش آزمون ۱۱

- | | | | | |
|-------|------|------|------|--------|
| ۹- ج | ۷- ج | ۵- ب | ۳- ج | ۱- د |
| ۱۰- ب | ۸- ج | ۶- د | ۴- د | ۲- الف |

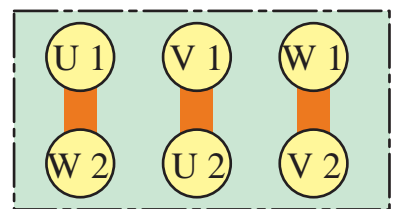
آزمون پایانی (۱۱)

- | | | | | |
|-------------------------|---|--|--------|--------|
| ۱۷- ولتاژ فازی | <input checked="" type="checkbox"/> ۱۳- غلط | ۹- ج | ۵- ج | ۱- الف |
| ۱۸- دور - تعداد زوج قطب | <input checked="" type="checkbox"/> ۱۴- غلط | ۱۰- الف | ۶- ج | ۲- ب |
| | $\sqrt{3}V_L \sin \phi$ - ۱۵ | <input checked="" type="checkbox"/> ۱۱- صحیح | ۷- ب | ۳- د |
| | ۱۶- سیم تول | <input checked="" type="checkbox"/> ۱۲- غلط | ۸- الف | ۴- د |

۱۹- هرگاه تمام مشخصات سیم پیچی‌های مصرف‌کننده و یا مولد سه فاز از قبیل امپدانس‌ها، جریان‌ها، ولتاژهای خطی، فازی و زاویه اختلاف فاز با هم برابر باشند آن مدار را متعادل گویند.



اتصال (Y)



اتصال مثلث (Δ)

۲۰-

منابع و مآخذ

- 1- Principles Of Electric Circuits by: Thomasl.Floyd
2- Electric Circuits by: David.Bell
3- safe and Simple Electrical Experiments by:Rudolff.Graf
4-Click Flash Buzz Whirr by:Simon Schvster

ترجمه: مهندس عین الله احمدی - مهندس حسین مظفری
مؤلفین: مهندسين شهرام نصیری سواد کوهی - شهرام خدادادی
ترجمه : مهندس عین الله احمدی - حسین مظفری - فریدون قیطرانی
مؤلف: مهندس غلامعلی سرابی
ترجمه: مهندس محمود ربیع زاده

۵- موتورهای الکتریکی
۶- الکترونیک کاربردی
۷- مبانی برق
۸- اصول مقدماتی الکتریسیته
۹- الکتروتکنیک آزمایشگاهی

