

تجهیزات تابلو

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از هنرجو انتظار می‌رود که:

- ۱- چگونگی قرائت آمپر متر و ولت متر را توضیح دهد.
- ۲- کاربرد کلید ولت متر را توضیح دهد.
- ۳- عمل ترانسفورماتور جریان در مدار را توضیح دهد.
- ۴- ساختمان و اصول کار کلید فیوز را توضیح دهد.
- ۵- علت استفاده از شمش مسی و ترمینال‌ها را در تابلو بیان کند.
- ۶- تعرفه را تعریف و روش‌های کاهش مصرف برق را نام ببرد.
- ۷- در مورد کنتورهای دو تعرفه توضیح دهد.

۱-۹- مقدمه

تابلوهای توزیع بستگی به نیاز در ابعاد مختلف و همچنین از نظر تجهیزات برای کاربردهای خاصی ساخته می‌شوند مثلاً تابلوهای توزیع برق در یک منزل مسکونی در ابعاد نسبتاً کوچکی

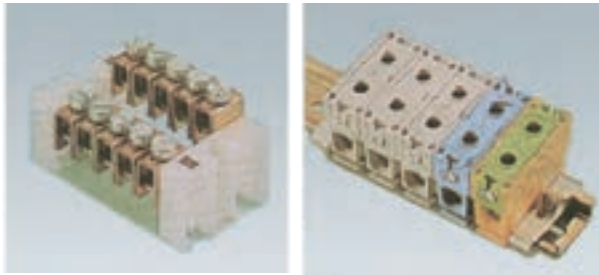


شکل ۱-۹- نمونه‌ای از خطوط انتقال

همان‌طور که قبلاً گفته شد در نیروگاه‌های برق، پس از تولید انرژی الکتریکی باید آن را به مصرف کننده انتقال داد. فاصله نیروگاه تا مصرف کننده ممکن است حتی به صدها کیلومتر نیز برسد. این انتقال به وسیله سیم‌های برق که توسط دکل‌های بزرگ نگهداشته می‌شوند، انجام می‌پذیرد. شکل ۱-۹ نمونه‌ای از این انتقال و دکل‌ها را نشان می‌دهد.

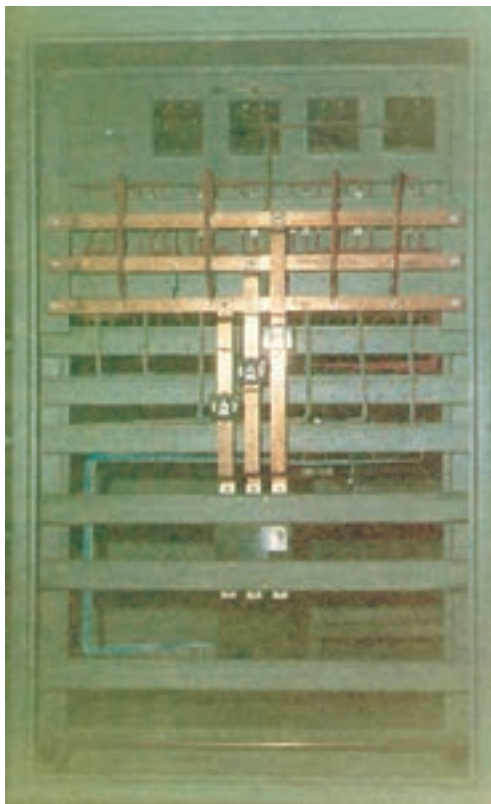
برای کاهش تلفات انرژی الکتریکی در مسیر تولید تا مصرف، ابتدا در محل تولید ولتاژ را توسط ترانسفورماتور افزایش داده و سپس در نزدیکی محل مصرف ولتاژ را مجدداً کاهش می‌دهند، این ولتاژ کاهش داده شده باید بین مصرف کننده‌ها توزیع شود. نقش تابلوهای برق در واقع توزیع انرژی الکتریکی بین مصرف کننده‌ها است. شکل ۲-۹ نمونه‌ای از تابلو برق را نشان می‌دهد.

تعدادی از انواع ترمینال‌ها که بدین منظور به کار می‌روند نشان داده شده‌اند.



شکل ۹-۴- نمونه‌هایی از انواع ترمینال‌ها که در تابلوهای توزیع به کار می‌روند.

در تابلوهای بزرگ که جریان مصرف‌کننده‌ها زیاد است به جای سیم‌کشی داخل تابلو، شمش‌کشی می‌کنند. شمش‌ها سطح مقطع نسبتاً بزرگی دارند و می‌توانند جریان‌های بسیار زیاد را از خود عبور دهند بدون این‌که افت ولتاژ قابل ملاحظه‌ای را ایجاد کنند. شکل ۹-۵ نمونه‌ای از شمش‌کشی درون یک تابلو را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۵- شمش‌کشی داخل یک تابلو توزیع



شکل ۹-۲- نمونه‌ای از تابلو توزیع برق

ساخته می‌شود. شکل ۹-۳ نمونه‌ای از تابلو برق که در منازل استفاده می‌شود را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۳- نمونه‌ای از تابلو کوچک برق که در منازل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

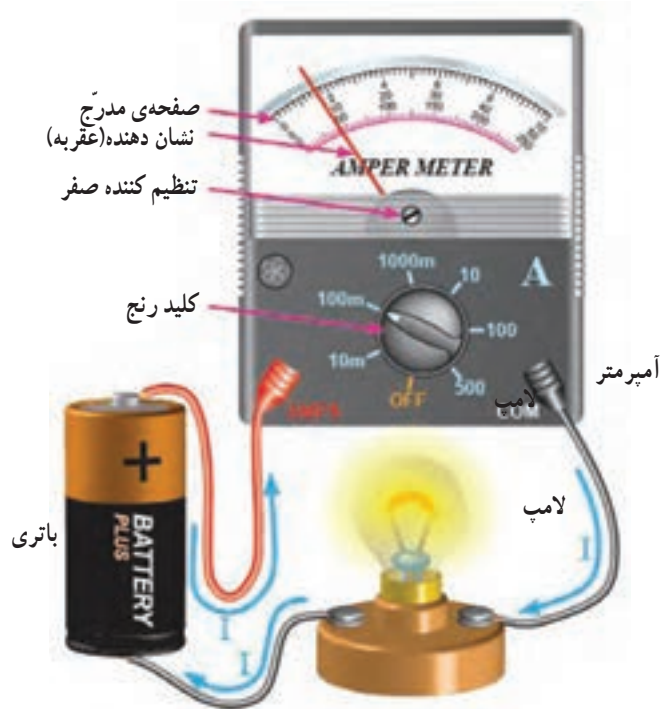
در تابلوهای کوچک که جریان مصرف‌کننده‌ها محدود است بین اجزای تابلو (مانند کلیدها، فیوزها و ...) به وسیله سیم‌های معمولی پلاستیکی (ترجیحاً مفتولی) سیم‌کشی می‌شود. ورودی تابلو معمولاً برق شبکه سراسری است و خروجی آن مصرف‌کننده می‌باشد. برای اتصال تابلو به ورودی و خروجی‌ها معمولاً از ترمینال استفاده می‌کنند. در شکل ۹-۴

می‌رود. آمپرمترهایی که در تابلوهای برق به کار می‌روند معمولاً حساسیت کم‌تری نسبت به آمپرمترهای آزمایشگاهی دارند. آمپرمترها با توجه به نیاز، در رنج‌های مختلف جریان ساخته می‌شوند. شکل ۶-۹ چگونگی قرار گرفتن آمپرمتر در مدار را نشان می‌دهد.

در تابلوهای توزیع، وسایلی جهت نشان دادن پارامترهای الکتریکی مانند توان مصرفی، ولتاژ، جریان، انرژی و ... همچنین وسایل حفاظتی مانند رله‌های جریان اضافی و فیوزها نصب می‌کنند.

۹-۲- آمپرمتر

آمپرمتر برای اندازه‌گیری جریان مصرف‌کننده‌ها به کار



شکل ۶-۹- آمپرمتر با مصرف‌کننده به طور سری در مدار قرار می‌گیرند.

شکل ۷-۹ چند نمونه از آمپرمتر تابلویی را نشان می‌دهد.

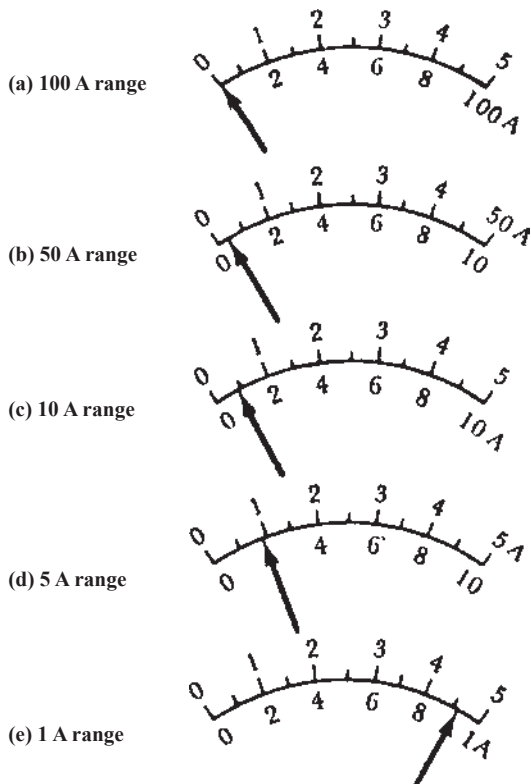


ب- عقربه‌ای



الف- دیجیتالی

شکل ۷-۹- نمونه آمپرمتر تابلویی



شکل ۸-۹. چگونگی قرائت آمپرمتر به طریقه صحیح

آمپرمتر را مستقیماً با مصرف کننده سری کرد، بلکه باید از ترانسفورماتور جریان استفاده شود. در حقیقت ترانسفورماتور جریان، جریان مصرف کننده را با یک نسبت به آمپرمتر منتقل می کند. مثلاً ترانس جریان (۱۰۰/۵) اگر در اولیه ترانسفورماتور جریان ۱۰۰ آمپر عبور کند در ثانویه ترانسفورماتور ۵A جریان خواهیم داشت. زمانی که ترانسفورماتور جریان در مدار وجود دارد معمولاً صفحه مدرج آمپرمتر را بر حسب جریان مصرف کننده اولیه ترانسفورماتور درجه بندی می کنند. شکل ۹-۹ نمونه هایی از ترانسفورماتور جریان را نشان می دهد.



شکل ۹-۹. نمونه هایی از ترانسفورماتور جریان

چگونگی قرائت آمپرمتر: آمپرمترهای تابلویی معمولاً

یک رنج دارند و عقربه آن هر عددی را که نشان دهد مقدار جریان عبوری از آمپرمتر است. اگر عقربه روی درجه ای ایستاد که عددی مقابل آن نوشته نشده بود می توان به صورت زیر مقدار دقیق جریان را به دست آورد.

$$\text{اختلاف دو عدد متوالی} = \frac{\text{مقدار جریان هر یک از کوچکترین تقسیمات}}{\text{تعداد تقسیمات بین دو عدد متوالی}}$$

+ مقدار جریان عدد کوچکتر = مقدار جریان قرائت شده
مقدار جریان هر تقسیم \times تعداد تقسیمات

اگر آمپرمتر دارای چند رنج مختلف باشد برای قرائت

مقدار جریان باید به طریقه زیر عمل کرد :

$$\text{رنج آمپرمتر} \times \frac{\text{مقدار جریان قرائت شده توسط آمپرمتر}}{\text{تعداد تقسیمات}}$$

تعداد تقسیماتی که عقربه نشان می دهد

توصیه می شود چنانچه آمپرمتر دارای چندین رنج مختلف

است برای اندازه گیری جریان، رنجی را انتخاب کنیم که عقربه حداکثر انحراف را داشته باشد. مثلاً اگر جریان ما ۹۲/۰ میلی آمپر باشد بهترین رنج برای اندازه گیری آن رنج ۱A است در شکل ۸-۹ جریان ورودی میلی آمپرمتر ۹۲A/۰ است. اگر خوب دقت شود مشخص می شود که فقط در رنج ۱A است که می توان دقیقاً مقدار ۹۲A/۰ را قرائت کرد و در بقیه رنج ها قرائت صدم آمپر تقریباً امکان پذیر نیست.

اگر جریان مصرف کننده کم باشد آمپرمتر مستقیماً در مسیر

جریان مصرف کننده قرار می گیرد و مقدار جریان مصرفی را نشان می دهد. اگر جریان مصرف کننده زیاد باشد دیگر نمی توان

۹-۳- ولت متر

ولت متر در مدارات مقدار ولتاژ را اندازه می‌گیرد و به صورت موازی با مصرف کننده قرار می‌گیرد. شکل ۹-۱۰ چگونگی اتصال ولت متر به یک مصرف کننده را نشان می‌دهد.



ولت متر

شکل ۹-۱۰- ولت متر در مدارات به صورت موازی با مصرف کننده قرار می‌گیرد.

شکل ۹-۱۱ دو نمونه از ولت مترهای تابلویی را نشان می‌دهد. نحوه قرائت ولت متر همانند آمپر متر می‌باشد.

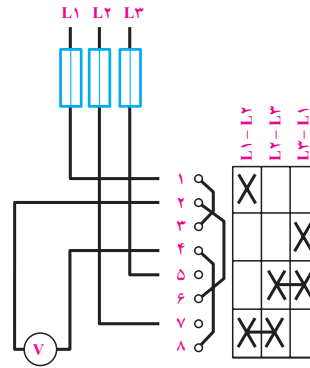


شکل ۹-۱۱- نمونه ولت متر تابلویی

۹-۴- کلید ولت متر

شش ولت متر، یک ولت متر را نصب می کنند و سپس توسط یک کلید به نام کلید ولت متر، ولتاژهای مختلف را به ولت متر اعمال و مقدار آن را قرائت می کنند (شکل ۹-۱۲).

در یک تابلوی برق، اگر بخواهند ولتاژهای بین فازهای مختلف و همچنین ولتاژهای هر فاز نسبت به سیم صفر را بخوانند، باید شش ولت متر در تابلو نصب کنند. برای اجتناب از نصب



(الف)

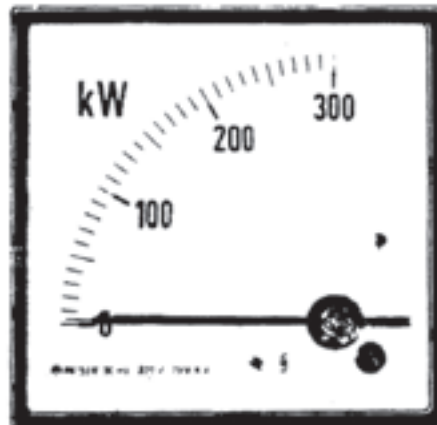
(ب)

شکل ۹-۱۲ الف) مدار داخلی کلید ولت متر ب) شکل ظاهری کلید ولت متر

۹-۵- وات متر

نحوه اتصال وات متر به مدار بدین صورت است که باید جریان مصرف کننده و ولتاژ دو سر مصرف کننده را به وات متر اعمال نمود تا وات متر توان مصرفی مصرف کننده را نشان دهد.

وات متر دستگاهی است که مقدار توان مصرفی مصرف کننده را نشان می دهد. شکل ۹-۱۳ یک وات متر با رنج 300 kW را نشان می دهد.



شکل ۹-۱۳- وات متر تابلویی

۶-۹- کنتور

کنتورها به صورت یکفازه و سه فازه ساخته می شوند. شکل

۹-۱۴ یک نمونه کنتور سه فاز و یک نمونه کنتور یکفاز دیجیتالی را نشان می دهد.

کنتور دستگاهی است که انرژی مصرفی کل مصرف کننده ها را اندازه می گیرد و بر حسب کیلووات-ساعت به صورت یک سری اعداد در جلوی دستگاه نمایش می دهد.



شکل ۹-۱۴ - کنتور سه فاز و تکفاز دیجیتالی

سه زمان تعریف شده است.

۱- اوج بار (ساعات ۱۹ تا ۲۳)

۲- میان باری (۷ صبح تا ۱۹)

۳- کم باری (۲۳ تا ۷ صبح) با وجود این کنتورها،

مشترکین می توانند با مدیریت صحیح بر مصرف خود، سبب کاهش بهای برق مصرفی، کاهش هزینه های تأمین برق و استفاده بهتر از منابع انرژی کشور شوند.

توجه: بهای برق مصرفی در ساعات کم باری با $\frac{1}{4}$ قیمت

در ساعات میان باری و در ساعات اوج مصرف با $\frac{2}{5}$ برابر قیمت در ساعات میان باری محاسبه می گردد.

روش های کاهش مصرف برق

همان گونه که گفته شد برای کاهش مبلغ بهای پرداختی

لازم است مصرف برق در ساعات اوج کاهش یابد. برای این

تعرفه: قیمت برق مصرفی علاوه بر میزان مصرف برق (برحسب کیلووات ساعت) به عامل مهم دیگری ارتباط دارد. این عامل قیمت واحد انرژی الکتریکی است که تعرفه نامیده می شود.

کنتور دو تعرفه: به دلیل این که مقدار مصرف برق در ساعات مختلف شبانه روز با یکدیگر متفاوت است، (مثلاً در اوایل شب اوج مصرف و در ساعات دیگر مصرف برق کم است) این موضوع مشکلات زیادی را برای نیروگاه های برق به وجود می آورد. لذا برای تشویق مشترکان به تغییر زمان مصرف از ساعات اوج مصرف به ساعات دیگر، قیمت برق در دو زمان مختلف، متفاوت محاسبه می شود یعنی مشترکی که در ساعات اوج مصرف برق مصرف کند، بهای بیش تری و در ساعات دیگر بهای کم تری می پردازد. به همین منظور به کنتوری نیاز است که دو زمانه باشد. به چنین کنتوری، کنتور دو تعرفه می گویند.

توجه: کنتورهای سه تعرفه نیز وجود دارند که برای آن

همچون ماشین لباسشویی، اتو، ششوار و جاروبرقی از ساعات اوج بار به ساعات کم باری.

ج: استفاده از لامپ‌های کم مصرف به جای لامپ‌های رشته‌ای یکی از عوامل مهم در کاهش بهای برق مصرفی است.

منظور سه فعالیت مهم می‌تواند انجام گردد که عبارتند از:

الف: صرفه‌جویی در مصرف برق مهم‌ترین اقدام برای کاهش بهای برق و استفاده بهتر از این نعمت است.

ب: جابه‌جایی زمان استفاده از تجهیزات غیرضروری

آیا می‌دانید؟

یک کیلو وات ساعت معادل است با:

– مصرف یک لامپ رشته‌ای معمولی ۱۰۰ وات و در ۱۰ ساعت

– مصرف یک لامپ فلورسنت در ۲۰ ساعت

– مصرف یک لامپ کم مصرف در ۴۰ ساعت

در کلید فیوز چون فیوزها در روی کلید قرار می‌گیرند اولاً تعویض فیوزها به آسانی صورت می‌گیرد و ثانیاً نیازی نیست که برای تعویض فیوز در تابلو را باز کنیم (که البته خطرانی هم ممکن است در برداشته باشد) و این دو مورد از مزایای مهم کلید فیوز است.

۹-۷- کلید فیوز

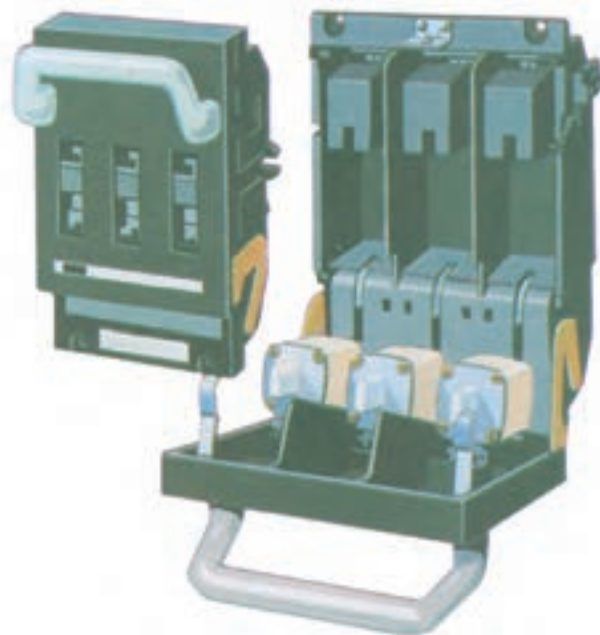
کلید فیوز در حقیقت نوعی کلید است که همراه با فیوزها قطع و وصل می‌شود. و قطع و وصل اکثر کلید فیوزها با دست انجام می‌گیرد. فیوزهای این کلید با باز کردن کلید، قابل تعویض هستند. شکل ۹-۱۵ نمونه‌ای از این کلید را نشان می‌دهد. این کلید معمولاً در جریان‌های کم کاربرد ندارد و در اکثر تابلوهای توزیع به عنوان کلید اصلی قطع و وصل به کار می‌رود.

۹-۸- کلید اتوماتیک

کلید اتوماتیک نیز نوعی کلید همراه با یک فیوز است و در موقع اتصال کوتاه مدار، کلید قطع می‌شود و برای وصل مجدد آن باید اهرم آن را به سمت بالا بزنیم. شکل ۹-۱۶ نمونه‌هایی از کلید اتوماتیک را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱۶- نمونه‌هایی از کلید اتوماتیک



شکل ۹-۱۵- نمونه‌ای از کلید فیوز

کلیدهای اتوماتیک به صورت تکی، دوتایی، سه‌تایی و چهارتایی در بازار یافت می‌شوند. در کلیدهای اتوماتیک دوتایی یا سه‌تایی و یا چهارتایی، اگر اتصال کوتاه در مسیر یکی از کلیدها رخ دهد تمامی کلیدها با هم قطع می‌شوند.

از کلیدهای اتوماتیک بیش‌تر در تابلوهای برق خانگی و یا در جاهایی که مصرف کم است استفاده می‌شود در ساختمان داخلی این نوع کلیدها، یک رله وجود دارد که جریان مصرف‌کننده

مستقیماً از سیم پیچ این رله عبور می‌کند در صورتی که جریان از مقدار مشخصی بیش‌تر شد، رله جذب نموده و اهرم نگهدارنده کلید اصلی را رها می‌کند و به کمک فنر کنتاکت‌های کلید اصلی قطع می‌گردند و بدینوسیله کلید قطع می‌شود.

شکل ۹-۱۷ چند تابلوی الکتریکی را در حال مونتاژ و تست نشان می‌دهد.

شکل ۹-۱۸ دو تابلوی آماده شده را نشان می‌دهد.



شکل ۹-۱۷- مونتاژ و تست تابلو



شکل ۱۸-۹

سوالات



- ۱- چرا در داخل بعضی از تابلوهای برق شمش کشی می‌نمایند؟
- ۲- نقش مقره‌ها در تابلوهای برق کدام است؟
- ۳- آمپر متر چگونه در یک مدار الکتریکی وصل می‌شود؟ شکل یک مدار را همراه با آمپر متر رسم کنید.
- ۴- نقش ترانسفورماتور جریان در تابلوهای توزیع کدام است؟
- ۵- ولت متر در مدار چگونه قرار می‌گیرد؟ مداری رسم کنید که ولت متر در حال نشان دادن ولتاژ دو سر بار است.
- ۶- کلید ولت متر چیست و کجا کاربرد دارد؟
- ۷- نقش وات متر در تابلو کدام است؟
- ۸- کنتور برق چه پارامتری را اندازه می‌گیرد؟
- ۹- فرق کلید معمولی با کلید فیوز کدام است؟
- ۱۰- کنتور دو تعرفه چه وظیفه‌ای دارد؟

شکل ساختمانی ماشینهای الکتریکی					
علامه IEC - کد	شکل	شرح	علامه IEC - کد	شکل	شرح
ماشین با یاتاقان سپری			ماشین برای وضعیت عمودی		
B5 IM 3001		با دو یاتاقان سپری و طوق (فلانچ) نصب	V4 IM 3211		مانند V3، اما سر آزاد محور در سمت پایین
B6 IM 1051		با دو یاتاقان سپری و یک سر آزاد محور، برای نصب روی دیوار	V5 IM 1011		با دو یاتاقان نمونه، پایه برای نصب روی دیوار، سر آزاد محور در سمت پایین
B7 IM 1061		مانند B6، اما سر آزاد محور در سمت چپ	V10 IM 4011		با دو یاتاقان سپری، طوق نصب و سر آزاد محور در سمت پایین
B8 IM 1071		مانند B6، اما برای نصب از سقف	V18 IM 3611		مانند V10، اما سطح نصب بر روی طرف پیشانی (جلو)
B10 IM 4001		با دو یاتاقان سپری و طوق (فلانچ) نصب	ماشین بدون یاتاقان و با یاتاقان مجزا		
B14 IM 3601		با دو یاتاقان سپری و سطح نصب بر روی سمت پیشانی (جلو)	A2 IM 5510		بدون محور، بدنه دارای پایه
ماشین برای وضعیت عمودی			C2 IM 6010		با دو یاتاقان سپری و یک یاتاقان مجزا
V1 IM 3011		با دو یاتاقان نمونه و طوق نصب، سر آزاد محور در سمت پایین	D1 IM 7005		با یک یاتاقان مجزا و محور طوق دار
V2 IM 3231		مانند V1، اما سر آزاد محور در سمت بالا	D9 IM 7201		با دو یاتاقان مجزا، سر محور آزاد
V3 IM 3031		مانند V1، اما طوق نصب و سر آزاد محور در سمت بالا	W1 IM 8015		یاتاقان عرضی در بالا، طوق اتصال در پایین - نصب بر روی ستون حامل - الوارچویی، حلقه چاه -

بر روی پلاک برخی موتورهای الکتریکی در یک ردیف با نوشتن حروف^۱ IP، که دو رقم را به دنبال خود دارند، نوع حفاظت به کار رفته در موتور، از نظر حفاظت در مقابل تماس (ضربه) و نفوذ اجسام خارجی و آب، نشان داده می‌شود. در جدول زیر مفهوم هریک از اعداد به کار رفته بیان شده است.



نوع ایمنی	توضیح	نشانه
ایمنی تماس و ایمنی جسم خارجی		
IP0X	بدون ایمنی تماس، بدون ایمنی جسم خارجی	—
IP1X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از 50 mm \varnothing	—
IP2X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از 12 mm \varnothing	—
IP3X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از 2.5 mm \varnothing	—
IP4X	ایمنی در مقابل جسم خارجی بزرگ‌تر از 1 mm \varnothing	—
IP5X	ایمنی در مقابل رسوب گرد و غبار مضر به داخل	1
IP6X	ایمنی در مقابل نفوذ گرد و غبار	2
ایمنی آب		
IPX0	بدون ایمنی آب	—
IPX1	ایمنی در مقابل ریزش عمودی قطرات آب	3
IPX2	ایمنی در مقابل ریزش مایل قطرات آب (150° نسبت به عمود)	3
IPX3	ایمنی در مقابل بخش آب	4
IPX4	ایمنی در مقابل پاشیدن آب	5
IPX5	ایمنی در مقابل فوران آب، مثلاً از نازل	6
IPX6	ایمنی در مقابل جریان آب	7
IPX7	ایمنی در مقابل غوطه‌ور شدن	7
IPX8	ایمنی در مقابل غوطه‌ور کامل	8

نشانه‌ی انواع ایمنی (مفهوم را در جدول بالا ببینید)							
1	2	3	4	5	6	7	8 ... Pa

منابع

1. Lee, R, W Death for Electrical Shock
 2. Occupational Health and Safety (inter national labour office Geneva)
 3. Soldering for Reliability (Honeywell)
 4. Fundamentals of Electrical Engineering (M.Kuznetsov)
 5. Electricity 1 - 7 (Harry Mileaf)
 6. Transistor Funamentals (Robert J: Brite)
- ۷- اعتضادی، محمود. ساعتچی، ناصر. یوسفی، عباس. تکنولوژی و کارگاه برق صنعتی. (۱۳۸۷). شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.
- ۸ - رحیمیان پرور، علی. جاهد بزرگان، هادی. کارگاه سیم‌کشی (۱) (۱۳۸۷). شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران.

