



علم

ماهنامه انجمن صنفی کارفرمایی
تولیدکنندگان تابلوهای برق ایران
سال نهم - شماره ۴۴
فروردین و اردیبهشت ۱۴۰۵

بسمه تعالی



«علم برتر»

ماهنامه انجمن صنفی کارفرمایان
تولیدکنندگان تابلوهای برق ایران

سر دبیر

مهندس حسن خسروی پور

امور اداری

مهندس زینب رفعتی فرد

مدیر مسئول

مهندس کاظم گرامی

مسئول مالی

اکرم احمدلو

همکاران دبیرخانه

مهندس رویا بهنیا - مهندس مهدیه صدری

صاحب امتیاز

انجمن صنفی کارفرمایان تولیدکنندگان تابلوهای برق ایران

شورای سیاست گذاری

(به ترتیب حروف الفبا)

مهندسین: فهیمه اربعه - مصطفی بامستی - مهدی جعفرزاده
حامد ذبیحیان - ریحانه ریحانی نیا - حسین کمیجانی - کاظم گرامی

طراح گرافیک و صفحه آرا

صدرا رهسپار

دفتر مرکزی نشریه علم برتر

تهران ، خیابان ولیعصر، بالاتر از تقاطع شهید بهشتی ، خیابان اکبری
جنب پله سوم ، پلاک ۵۹ ، طبقه اول، واحد ۵

کد پستی: ۱۴۳۳۸۹۴۸۱۶

تلفن: ۰۲۱-۸۸۷۰۵۰۷۱-۲-۶-۸

شماره کانال های مجازی: ۰۹۱۰۵۹۰۲۳۷۷

info@Electricalpanel.ir

صنعت تابلو برق در تلاقی "اقتصاد و سیاست"



سردبیر مهندس حسن خسروی پور

مسیر ارتقای استانداردها، آموزش تخصصی و تعامل مؤثر میان شرکت‌ها را هموار کند.

شرایط امروز کشور بیش از هر زمان دیگری نیازمند همدلی و نگاه جمعی در میان فعالان صنعت است. واقعیت این است که صنعت برق و تابلو برق صرفاً یک حوزه اقتصادی نیست؛ این صنعت با امنیت انرژی، اشتغال، توسعه صنعتی و آینده زیرساخت‌های کشور گره خورده است. هر میزان که سیاستگذاری‌ها به سمت ثبات اقتصادی، حمایت از تولید داخلی، تسهیل سرمایه‌گذاری و کاهش موانع تولید حرکت کند، امکان رشد و نوسازی این صنعت نیز بیشتر خواهد شد.

بر این باوریم که با وجود تمام دشواری‌ها، هنوز ظرفیت‌های ارزشمندی در صنعت برق کشور وجود دارد و آینده صنعت تابلو برق ایران بیش از هر چیز به میزان آمادگی ما برای پذیرش تغییر، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، دانش، نیروی انسانی و حفظ انسجام صنعتی وابسته است.

صنعت برق و به‌ویژه حوزه تابلو برق، همواره یکی از صنایع زیربنایی و اثرگذار در توسعه اقتصادی کشور بوده است؛ صنعتی که نقش آن تنها به تأمین تجهیزات محدود نمی‌شود بلکه در حقیقت بخشی از امنیت انرژی، پایداری تولید و استمرار فعالیت صنایع مختلف کشور را تضمین می‌کند.

امروز اما این صنعت بیش از هر زمان دیگری تحت تأثیر شرایط پیچیده اقتصادی و سیاسی کشور قرار گرفته است و فعالان آن با مجموعه‌ای از چالش‌های همزمان مواجه هستند؛ چالش‌هایی که عبور از آن‌ها نیازمند نگاه واقع بینانه، تصمیم‌گیری تخصصی و هم‌افزایی میان دولت، بخش خصوصی و تشکلهای صنفی است. افزایش نرخ ارز، نوسانات بازار مواد اولیه، دشواری‌های تأمین تجهیزات، محدودیت‌های واردات، کاهش نقدینگی در پروژه‌های عمرانی و صنعتی و از سوی دیگر، رکود سرمایه‌گذاری در بخش تولید، فشار قابل توجهی بر شرکت‌های فعال در حوزه تابلو برق وارد کرده است. بسیاری از تولیدکنندگان امروز ناچارند در شرایطی فعالیت کنند که هزینه‌های تولید به صورت مستمر افزایش می‌یابد اما بازار، قدرت تطبیق همزمان با این افزایش را ندارد. این مسأله حاشیه سود شرکت‌ها را کاهش داده و در برخی موارد حتی ادامه فعالیت را با دشواری روبه‌رو کرده است.

در کنار مسائل اقتصادی، فضای سیاسی و تحولات منطقه‌ای نیز اثر مستقیم بر صنعت برق کشور گذاشته است. محدودیت‌های بین‌المللی و مشکلات تبادلات مالی، دسترسی به برخی فناوری‌ها و تجهیزات روز دنیا را دشوار نموده و روند نوسازی زیرساخت‌ها را کند ساخته است. با این حال، همین شرایط سبب شده است تا داخلی و ظرفیت مهندسان، تکنیسین‌ها و تولیدکنندگان ایرانی بیش از گذشته اهمیت پیدا کند.

در این میان، نقش انجمن‌های تخصصی و تشکلهای صنفی، بسیار حیاتی است. انجمن تابلو برق می‌تواند فراتر از یک نهاد صنفی، به حلقه اتصال میان صنعت، سیاستگذاران و مراکز علمی تبدیل شود؛ نهادی که ضمن پیگیری مطالبات فعالان صنعت،



– فهرست مطالب –

۵ ----- اخبار انجمن

مقالات علمی

۸ ----- آینده انرژی سبز است؛ تحلیل مدل‌های جهانی گذار انرژی و توسعه کم‌کربن

۱۰ ----- ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری جریانی و ولتاژی، از معرفی تا سفارش

خلاصه‌ای از مشخصات عمومی MCCB, ACB, MCB, RCCB MPCB

۱۴ ----- ELCB و کاربرد آن‌ها در صنعت برق

۱۷ ----- برنامه‌ها و گزارش صادرات کمیته بازرگانی

۲۳ ----- استاندارد رنگ‌بندی کابل‌ها

اخبار انجمن



جلسه کمیته ارزیابی



جلسه کمیته بازرگانی



جلسه هیئت مدیره

- برگزاری جلسات شماره ۱۴ تا ۲۰ دوره یازدهم هیأت مدیره در فروردین و اردیبهشت
- برگزاری جلسات شماره ۱۳ تا ۱۶ کمیته ارزیابی و عضویت
- برگزاری جلسه شماره ۳ کمیته فهرست بها
- برگزاری جلسه ۱ کمیته روابط عمومی
- بررسی پرونده های ارزیابی و عضویت شرکت ها
- برگزاری جلسات شماره ۱ تا ۳ کمیته بازرگانی
- ارسال نامه به ستاد تسهیل درخصوص مساعدت به تولیدکنندگان در مورد بیمه و مالیات و ماده ۱۸۶ و ...



- در اپلیکیشن بله منتشر می‌گردد. لازم به ذکر است کانالی نیز با عنوان کانال تولیدکنندگان تابلوهای برق و تجهیزات تابلویی جهت اطلاع رسانی به شرکت های غیر عضو ایجاد گردیده است.
- برگزاری جلسه کارگروه اصلاح آیین نامه ارزیابی با حضور آقایان مهندسین: معاف- سروش- فقیهی- مافی و سرودی
- برگزاری جلسه کارگروه اصلاح آیین نامه عضویت با حضور خانم مهندس ریحانی نیا- آقایان مهندسین کمیجانی و خسروی پور و خانم رفعتی
- برگزاری جلسه اعضای هیأت مدیره و کمیته ارزیابی انجمن با نمایندگان شرکت اپیل درخصوص ارزیابی شرکت ها
- برگزاری جلسه تعدادی از پیشکسوتان انجمن با جناب آقای دکتر مجملی معاون مدیرکل برق وزارت در خصوص مشکلات تابلوسازان



جلسه با دکتر مجملی

- ارسال نامه به وزیر نیرو و درخواست جلسه به منظور ارائه مشکلات شرکت های عضو انجمن
- ارسال نامه به وزیر صمت و درخواست جلسه به منظور ارائه مشکلات ارزی، گمرکی، ترخیص کالا و ...
- تعیین اعضای کمیته آموزش انجمن به ریاست آقای مهدی جعفرزاده و اعضا به شرح زیر:
- آقایان احمدیان، طاهری، شریفیان و خانم علایی
- تعیین اعضای کمیته راهبردی به ریاست آقای احمد مؤمنی و اعضا به شرح زیر:
- آقایان گرامی، مقدم، فتح الله زاده، رفیعی و جانی
- تعیین اعضای کمیته بازرگانی انجمن به ریاست خانم فهیمه اربعه و اعضا به شرح زیر: آقایان جودی - رضا نژاد - رضوانی کاظم زاده - فاطمی و خانم روزگار
- برگزاری جلسات متعدد اعضای هیأت مدیره با نمایندگان شرکت توانیر و اپیل درخصوص ارزیابی شرکت ها
- برگزاری جلسه تعدادی از پیشکسوتان انجمن با دکتر مجملی معاون محترم مدیرکل برق وزارت صمت و ارائه مشکلات جاری شرکت های عضو- شرکت کنندگان: آقای مهندس گرامی، رییس هیأت مدیره و آقایان مهندسین سعادت- مقدم- نجاتیان و خسروی پور
- اطلاع رسانی بخشنامه ها، قوانین، اخبار و رویدادهای صادره از وزارت خانه ها، اتاق بازرگانی، شرکت توانیر و ... در ارتباط با شرکت های تولیدکننده تابلو برق که در کانال جدی اطلاع رسانی اعضا

مقالات



خود، راهبردهای متمایزی را برای حرکت به سمت آینده‌ای کم کربن در پیش گرفته‌اند. برای کشورهایی مانند ایران که همزمان دارای منابع گسترده سوخت فسیلی و پتانسیل قابل توجه انرژی‌های تجدیدپذیر هستند، درک این راهبردهای جهانی نه یک انتخاب آکادمیک، که یک ضرورت راهبردی برای تدوین سیاستی کارآمد و اجتناب از حاشیه‌نشینی در نظم انرژی آینده است.

۲. تحلیل مدل‌های جهانی گذار انرژی

۱.۲. مدل اتحادیه اروپا:

اتحادیه اروپا رویکردی قاعده‌محور و مبتنی بر بازار را با قوانین سختگیرانه در پیش گرفته است.

- سیستم تجارت انتشار کربن: این سیستم، سنگ بنای سیاست اقلیمی اروپاست که با ایجاد یک بازار یکپارچه برای مجوزهای انتشار کربن، قیمتی برای آلودگی تعیین می‌کند. این سیستم به این مفهوم است صنایعی که میزان انتشار کربن آنها بالاتر از مقدار استاندارد تعیین شده باشد می‌بایستی مجوز مقدار مازاد انتشار کربن خود را از شرکت‌هایی که مقدار کمتری از استاندارد انتشار داده‌اند را خریداری کنند.

- سازوکار تنظیم مرز کربن: این نوآوری، هزینه کربن را به زنجیره ارزش جهانی تعمیم می‌دهد و صادرکنندگان به اتحادیه اروپا را ملزم به پرداخت هزینه تفاوت کربنی می‌کند. این سازوکار، انگیزه قدرتمندی برای کربن‌زدایی در کشورهای شریک تجاری آن اتحادیه ایجاد می‌کند.

- توسعه صنعتی سبز: اروپا با برنامه‌هایی مانند «معامله سبز اروپایی»، به دنبال تبدیل چالش اقلیمی به فرصت صنعتی از طریق حمایت از صنایع پاک و نوآوری است.

۲.۲. مدل ایالات متحده آمریکا:

- ایالات متحده عمدتاً بر قدرت بازار، نوآوری بخش خصوصی و سرمایه‌گذاری دولتی گسترده تکیه دارد.

- مشوق‌های مالی و استانداردگذاری: به جای یک سیستم ملی قیمت‌گذاری کربن، آمریکا از مشوق‌های مالیاتی گسترده، استانداردهای سختگیرانه بهره‌وری، و سرمایه‌گذاری مستقیم در تحقیق، توسعه و زیرساخت‌های انرژی پاک استفاده می‌کند.

- پیشتازی فناوریانه: این مدل با تزریق سرمایه به بخش خصوصی و سیستم دانشگاهی-صنعتی، به دنبال حفظ و گسترش پیشتازی در نسل بعدی فناوری‌های انرژی (مانند هیدروژن سبز، جذب و ذخیره کربن، شبکه‌های هوشمند) است.

- چالش فدرالیسم: سیاست انرژی در آمریکا اغلب تلفیقی از اقدامات ایالتی و فدرال است که گاهی منجر به ناهماهنگی می‌شود. به عنوان مثال قوانینی که در برخی از ایالتها در حال اجراست با استانداردهای جهانی و قوانین بین‌المللی در تضاد هستند.



مهندس سید آرش ریحانی نیا

قائم مقام مدیرعامل شرکت آذر فنون تابلو

آینده انرژی سبز است تحلیل مدل‌های جهانی گذار انرژی و توسعه کم کربن

گذار جهانی به سوی اقتصاد کم کربن، الگوهای متنوعی را در سطح بین‌المللی شکل داده است. در این مقاله، سه مدل گذار انرژی و توسعه کم کربن را بررسی می‌کنیم: مدل تنظیم‌گری بازارمحور اتحادیه اروپا، الگوی مشوق‌محور و نوآورانه ایالات متحده آمریکا، و راهبرد برنامه‌ریزی متمرکز و توسعه محور چین. این مدل‌ها، با وجود تفاوت در ابزارها، در هدف نهایی کربن‌زدایی و لزوم همراه‌سازی فناوری و صنعت مشترک هستند. با تطبیق این یافته‌ها با شرایط ایران که با چالش‌هایی مانند وابستگی به درآمدهای نفتی، یارانه‌های انرژی، و فشارهای ژئوپلیتیک مواجه است این مقاله استدلال می‌کند که رویکرد ایران نمی‌تواند تقلیدی صرف از یک مدل باشد. در عوض، یک راهبرد «ترکیبی و زمینه‌محور» که عناصری از هر سه مدل را با در نظرگیری اولویت‌های ملی (امنیت انرژی، توسعه صنعتی، عدالت اجتماعی) تلفیق کند، ضروری است. در این راهبرد، نقش صنایع پیشرفته و زنجیره تأمین (مانند صنعت تابلو برق هوشمند و تجدیدپذیرپذیر) به عنوان یک تسهیل‌گر و بهره‌بردار کلیدی مورد تأکید قرار می‌گیرد.

۱. مقدمه

جهان در حال تجربه یک تحول ساختاری در نظام انرژی تحت عنوان «گذار انرژی» است. محرک این گذار، ترکیبی از الزامات مبارزه با تغییرات اقلیمی، ملاحظات امنیت انرژی، و فرصت‌های اقتصادی ناشی از فناوری‌های جدید است. کشورهای پیشرو، با توجه به تاریخچه اقتصادی، ساختار سیاسی، و دارایی‌های طبیعی

۳.۲. مدل چین:

• چین با ترکیبی از برنامه‌ریزی متمرکز پنج‌ساله و توانمندی تولید انبوه، به دنبال تبدیل شدن به قدرت اول در اقتصاد کم کربن است.

• اهداف کمی و کنترل دولتی: دولت مرکزی اهداف کلان و الزام‌آوری برای ظرفیت تجدیدپذیر، کاهش مصرف انرژی و توسعه صنایع سبز تعیین می‌کند و از طریق تسهیلات اعتباری و کنترل بر شرکت‌های بزرگ دولتی آن را پیش می‌برد.

• تسلط صنعتی: چین با سرمایه‌گذاری عظیم، به تولیدکننده انبوه و صادرکننده غالب پنل‌های خورشیدی، توربین‌های بادی، باتری‌ها و خودروهای برقی در جهان تبدیل شده است. این رویکرد، گذار داخلی را با کسب سود از تقاضای جهانی همراه ساخته است.

• سیستم تجارت انتشار ملی: چین بزرگترین سیستم ETS جهان را از نظر تحت پوشش قرار دادن انتشار گازهای گلخانه‌ای راه‌اندازی کرده، اما قیمت کربن در آن به مراتب پایین‌تر از اروپا است و نقش آن بیشتر کنترلی و نظارتی است.

برق در ایران را بهتر درک کنیم ذکر این نکته کافیست که ایران با داشتن حدوداً ۱ درصد جمعیت جهان ۲/۲ درصد کل انرژی جهان را مصرف می‌کند.

• فشارهای بین‌المللی و محدودیت دسترسی به فناوری و سرمایه: تحریم‌ها، دسترسی به فناوری‌های پیشرفته، مالی‌سازی پروژه‌ها و مشارکت شرکت‌های بین‌المللی را با مشکل مواجه ساخته است.

۴. نقش صنعت تابلوبرق

صنعت تابلوبرق به عنوان بخشی از زنجیره تأمین سیستم‌های انرژی، نقشی حیاتی در این گذار ایفا می‌کند:

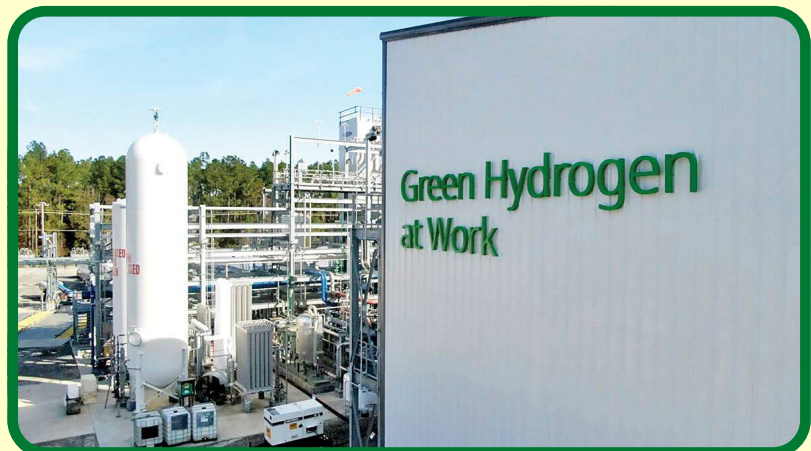
• تسهیل ادغام منابع تجدیدپذیر: تولید تابلوبرق‌های فشار متوسط و فشار قوی مجهز به سیستم‌های حفاظت و کنترل پیشرفته که قابلیت مدیریت جریان دوطرفه از منابع تولید پراکنده (مانند نیروگاه‌های خورشیدی خانگی و صنعتی) را داشته باشند.

• ارتقای بهره‌وری انرژی: تولید و توزیع تابلوبرق‌های مدیریت انرژی (مانند تابلوهای خازنی اصلاح ضریب توان و سیستم‌های کنترل هوشمند روشنایی و موتور) برای بخش صنعت و تجاری.

• کاهش اثرات زیست‌محیطی صنعت تابلوبرق: حرکت به سوی جایگزینی گاز SF₆ (با پتانسیل گرمایش جهانی بسیار بالا) در تابلوبرق‌های عایق گاز (GIS) با گازهای جایگزین سازگار با محیط‌زیست یا فناوری‌های خلأ.

۵. نتیجه‌گیری

گذار به سمت اقتصاد کم کربن یک گزینه نیست، بلکه یک جبران جغرافیایی-اقتصادی در قرن بیست و یکم است. مدل‌های اروپایی، آمریکایی و چینی، هرکدام مسیرهای متفاوتی را با توجه به زمینه تاریخی و نهادی خود ترسیم کرده‌اند. برای ایران، کلید موفقیت نه در پیروی کورکورانه، بلکه در سنتز هوشمندانه عناصر این مدل‌ها با واقعیت‌های داخلی است. این سنتز باید با اصلاحات بنیادین در حکمرانی انرژی و قیمت‌گذاری آغاز شود، با استفاده از ابزارهای بازار و تقویت صنایع داخلی پیش برود، و در نهایت با تبدیل تهدید تحول جهانی به فرصتی برای توسعه صنعتی سبز و ادغام در بازارهای منطقه‌ای به ثمر بنشیند. در این مسیر، صنایع پیشرو مانند صنعت تابلوبرق، می‌توانند از مجریان منفعل به بازیگران فعال و تسهیل‌گران این تحول بزرگ ملی تبدیل شوند.



۳. تحلیل وضعیت ایران

ایران در آستانه گذار انرژی با موقعیتی پارادوکسال روبروست. کشور ایران دارای منابع عظیم سوخت فسیلی و پتانسیل بسیار بالای انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد اما درگیر چالش‌های عمیق اقتصادی و انرژی است.

۱.۳. چالش‌های پیش روی ایران:

• یارانه‌های پرهزینه انرژی: یارانه‌های سنگین حامل‌های انرژی، قیمت‌های داخلی را مخدوش کرده، بهره‌وری انرژی را کاهش داده و انگیزه برای سرمایه‌گذاری در صنایع تولید انرژی تجدیدپذیر و تولید انرژی کم کربن را تضعیف می‌کند.

• ناترازی انرژی و شدت مصرف بالا: ایران یکی از بالاترین مقادیر مصرف انرژی در جهان را دارد که نشان‌دهنده اتلاف گسترده در بخش‌های مختلف است. اگر بخواهیم مقدار بالا بودن مصرف



ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری جریانی و ولتاژی، از معرفی تا سفارش

نویسنده: مهندس پوریا حیدری، صنایع برق زنگان پارس

ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری

در سیستم‌های قدرت برای اطمینان از تولید، انتقال و توزیع با بازدهی مناسب، از سطوح ولتاژ و جریان بالا استفاده می‌شود. اندازه‌گیری مستقیم چنین مقادیر بالایی با استفاده از ابزارهای اندازه‌گیری مرسوم و دستگاه‌های حفاظتی نه عملی است و نه ایمن. برای غلبه بر این محدودیت، از ترانسفورماتورهای جریان^۱ (CT) و ولتاژ^۲ (PT) برای تبدیل جریان‌ها و ولتاژهای فشارقوی به مقادیر استاندارد و قابل اندازه‌گیری استفاده می‌شود. عملکرد ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری مستقیماً بر دقت اندازه‌گیری، قابلیت اطمینان حفاظتی و ایمنی کلی سیستم تأثیر گذار است. بنابراین، درک روشنی از ویژگی‌های اصلی آن‌ها برای انتخاب و طراحی مناسب در سیستم قدرت ضروری است. بدین منظور در ادامه به بررسی برخی از اصلی‌ترین مشخصات ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری می‌پردازیم.

مشخصات ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری

۱- **مقادیر اولیه و ثانویه نامی:** مقادیر نامی، شرایط عملیاتی را مشخص می‌کنند که تحت آن ترانسفورماتورها برای عملکرد با دقت مناسب، طراحی شده‌اند. برای CTها، این مقادیر شامل جریان اولیه نامی استاندارد و جریان ثانویه نامی، معمولاً ۱ آمپر یا ۵ آمپر، هستند. برای PTها، این مشخصه، ولتاژهای اولیه و ثانویه نامی هستند و مقادیر ثانویه معمولاً تا ۱۰۰ ولت یا ۱۱۰ ولت استاندارد می‌شوند. همچنین هم CTها و هم PTها با فرکانس نامی، معمولاً ۵۰ هرتز یا ۶۰ هرتز، تعریف می‌شوند.

۲- **نسبت تبدیل:** مشخصه نسبت تبدیل نشان می‌دهد که یک ترانسفورماتور جریان یا ولتاژ با توجه به نسبت مقادیر نامی خود، با چه دقتی مقادیر اولیه را در سمت ثانویه باز تولید می‌کند. البته در حالت واقعی نسبت تبدیل ممکن است کمی بیشتر یا کمتر از مقدار مشخص شده باشد که خطای نسبت نامیده می‌شود. نسبت واقعی ممکن است کمی بیشتر یا کمتر از مقدار مشخص شده باشد که خطای نسبت نامیده می‌شود. این خطا در استاندارد IEEE C57.13 به عنوان ضریب تصحیح نسبت^۳

نیز (RCF) تعریف شده است. به عنوان مثال، اگر نسبت واقعی ۲۰۰۲ به ۱ باشد، RCF برابر با ۱۰۰۱ و خطای نسبت ۱٪ است.

۳- **مشخصات دقت:** مشخصه دقت، میزان نزدیکی مقادیر ثانویه CT و PT به مقادیر اولیه مربوطه را در شرایط عملیاتی مشخص توصیف می‌کند.

در کلاس اندازه‌گیری، ضریب امنیت اندازه‌گیری^۴ (F_s) تعریف می‌شود که ضریبی از جریان نامی است که در آن CT به طور عمد، برای محافظت از کنتورها، به اشباع می‌رود. به عنوان مثال $0.2F_s$ که ۰.۲ بیان‌کننده دقت اندازه‌گیری CT است و عدد دوم بیان می‌کند که CT در حدود ۵ برابر جریان نامی به اشباع می‌رود.

برای طبقه‌بندی حفاظتی، کلاس حفاظتی P (به عنوان مثال، 5P و 10P) برای دقت در خطاهای اضافه جریان مشخص می‌شوند. این کلاس با ولتاژ حد دقت (U_k) و ضریب حد دقت^۵ (ALF) تعریف می‌شود. ولتاژ حد دقت (U_k) یا ولتاژ اتصال کوتاه یک CT، ولتاژ ثانویه‌ای است که در آن CT می‌تواند (ALF) × جریان ثانویه نامی (I_n) خود را بدون تجاوز از خطای کلاس دقت مشخص شده، ارائه دهد. کلاس حفاظتی X (PX یا CLX) برای حالتی استفاده می‌شوند که کنترل دقیق اشباع مورد نیاز باشد به عنوان مثال حفاظت دیفرانسیلی. این کلاس را با ولتاژ نقطه زانویی (V_k)، مشخص می‌کنند و زمانی استفاده می‌شود که CT حتی در بدترین شرایط خطا نیز به اشباع نروند. همچنین برخی کلاس‌ها از جمله TPX/TPY/TPZ نیز برای CTها بیان می‌شوند. این کلاس‌ها برای عملکرد گذرا طراحی شده‌اند و مشخص می‌کنند که CT هنگام وجود آفست DC و گذرا در طول خط چگونه رفتار می‌کند.

برخلاف CTها، PTها تحت شرایط تحریک نسبتاً پایدار کار می‌کنند و برای کاربردهای اندازه‌گیری، با کلاس‌های دقتی مانند 0.1، 0.2، 0.5، یا 0.2S و 0.5S طبقه‌بندی می‌شوند، که نشان دهنده حداکثر خطای ولتاژ مجاز در شرایط نامی است. همچنین برای اهداف حفاظتی، PTها با کلاس‌های دقت 5P یا 10P مشخص می‌شوند.

^۳ Ratio Correction Factor

^۴ Security Factor

^۵ Accuracy Limit Factor

^۱ Current Transformer

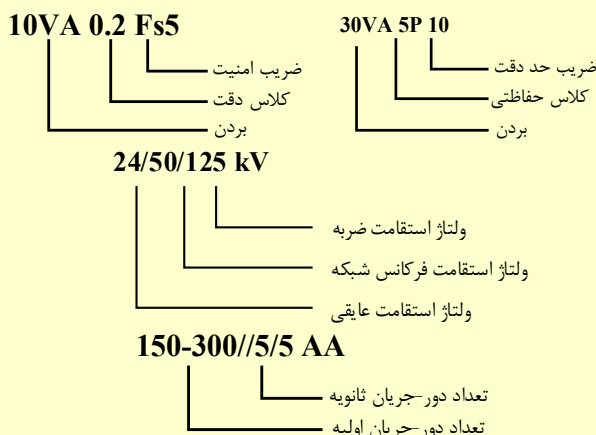
^۲ Potential Transformer

همچنین مشخصه دی الکتریک شامل تحمل تجهیز در برابر اضافه ولتاژها و تنش های محیطی از جمله اضافه ولتاژ فرکانس شبکه و اضافه ولتاژ ضربه است.

برای کاهش اثر اتصال کوتاه مانند اثرات گذرا و اضافه ولتاژهایی را که می توانند در شرایط خطا رخ دهند، می توان از مقاومتهای میراکننده استفاده نمود. اگرچه مقاومتهای میراکننده، خود بخشی از CTها نیستند، اما به صورت خارجی در مدار ثانویه متصل می شوند. همچنین در PTها و برای محافظت از تجهیزات در برابر اضافه ولتاژهای ناشی از صاعقه، اضافه ولتاژهای سوئیچینگ یا حالت های گذرای سیستم از برگیر می توان استفاده نمود. این تجهیز معمولاً در دو سر ثانویه PT یا بین اولیه و زمین متصل می شوند تا ولتاژ ظاهر شده در ترمینال های PT را محدود کنند.

برای درک بهتر مشخصات ذکر شده، شکل زیر مثالی از پلاک یک ترانسفورماتور اندازه گیری را نمایش می دهد. این ترانسفورماتور، یک CT با دو هسته اندازه گیری و حفاظت ساخت شرکت ABB است. پلاک یک ترانسفورماتور اندازه گیری شامل مشخصات به شرح زیر است:

ABB				
S/N: ABCD1234		Current Transformer		
Prod. Year 2025		IEC 61869-2	Um 24kV	Mass 56kg
150-300//5/5 AA	1S1-1S2	PX: Ek<500V I<12mA Rct<12 Ω		fr 50Hz
	2S1-2S2	10VA 0.2Fs5		ext. 50Hz
	3S1-3S2	30VA 5P10		Temp 40C
	4S1-4S2	-		Ins.cl. E
24/50/125 kV		Ith: 25 KA/1s	Idyn: 62.5 KA	
Made by ABB				



۴- **مشخصات مرتبط با بار**^۱: بار یک ترانسفورماتور اندازه گیری، کل بار قابل اتصال به مدار ثانویه آن را شامل می شود و بر حسب ولت-آمپر (VA) در جریان یا ولتاژ ثانویه نامی بیان می شود. این بار شامل امپدانس دستگاه های اندازه گیری، رله های حفاظتی، سیم های اتصال و اتصالات ترمینال است. در CTها، بار بیش از حد، ولتاژ ثانویه مورد نیاز برای راه اندازی جریان نامی را افزایش می دهد و منجر به افزایش جریان تحریک و اشباع زود هنگام هسته می شود. این امر منجر به خطاهای نسبت و زاویه فاز بالاتر می شود و ممکن است بر عملکرد حفاظت در شرایط خطا تأثیر منفی بگذارد. در PTها، افزایش بار باعث افت ولتاژ اضافی در مدار ثانویه می شود و دقت ولتاژ را کاهش می دهد. بنابراین، انتخاب صحیح بار، از جمله مقدار کافی مقاومت سیم، برای اطمینان از اندازه گیری دقیق، عملکرد قابل اعتماد رله و انطباق با کلاس دقت مشخص شده ضروری است.

۵- **مشخصات هسته مغناطیسی**: هسته مغناطیسی یک CT یا PT، یک جزء حیاتی ترانسفورماتور است که دقت، رفتار تحریک و عملکرد اشباع را تعیین می کند. ویژگی های مغناطیسی شامل جریان تحریک (مغناطیس کننده)، تلفات هسته، نفوذپذیری و ولتاژ نقطه زانویی (به ویژه برای CTهای مورد استفاده در حفاظت) است.

جریان تحریک، جریان کوچکی است که برای مغناطیسی کردن هسته مورد نیاز است. این جریان به خطاهای نسبت و زاویه فاز، به ویژه در بارهای کم، مرتبط است. تلفات هسته، ناشی از تلفات هیستریزس و جریان های گردابی، راندمان ترانسفورماتور را کاهش داده و همچنین بر دقت اندازه گیری تأثیر می گذارد. همچنین نفوذپذیری هسته بر سهولت ایجاد شار مغناطیسی تأثیر می گذارد و بر خطی بودن CT تأثیر می گذارد. هسته های با نفوذپذیری بالا برای CTهای اندازه گیری ترجیح داده می شوند، در حالی که CTهای حفاظتی برای جریان های خطای بالا بدون به اشباع رفتن زودرس طراحی شده اند. ولتاژ نقطه زانویی (V_k) ولتاژی است که در آن هسته CT شروع به اشباع قابل توجهی می کند. این ولتاژ یک پارامتر کلیدی برای CTهای حفاظتی است و تضمین می کند که جریان ثانویه به طور دقیق جریان اولیه را در شرایط اتصال کوتاه دنبال می کند.

۶- **مشخصات حرارتی و عایقی**: مشخصه حرارتی ترانسفورماتورهای اندازه گیری، شامل توانایی در تحمل جریان اتصال کوتاه (معمولاً ۱ تا ۳ ثانیه) و پیک این جریان (معمولاً ۲.۵ برابر جریان اتصال کوتاه) است.



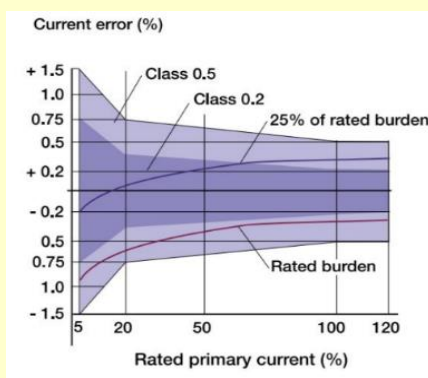
معیار سوم (بررسی بار CT): در این معیار به بررسی بار متصل شده به CT پرداخته می‌شود. بار CT نباید خیلی کم یا خیلی زیاد باشد. بنابراین از روابط ۴ و ۵ برای انتخاب بازه مناسب بار استفاده می‌شود:

$$0.25 \times S_n \leq P_b' \leq S_n \quad ۴$$

$$P_b' = R_b' \times I_{sn}^2 \quad ۵$$

که در این روابط P_b' توان واقعی بار ثانویه CT، R_b' مقاومت واقعی بار ثانویه، I_{sn} جریان ثانویه نامی و S_n توان ثانویه نامی CT است. بنابراین برای دستیابی به دقت مناسب در CT، توان بار باید بین ۲۵ تا ۱۰۰ درصد توان نامی CT باشد.

منحنی کلاس دقت CT در شکل پایین، خطای اندازه‌گیری را به عنوان تابعی از جریان اولیه نمایش می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، در بازه بین ۲۵ تا ۱۰۰ درصد بار نامی، کمترین مقدار خطا حاصل می‌شود.



۲- حالت حفاظت اضافه جریان (کلاس P): در این قسمت مثالی از یک CT با حفاظت اضافه جریان عنوان می‌شود. برای انتخاب یک CT با هسته حفاظت اضافه جریان، دو معیار اصلی باید بررسی شوند.

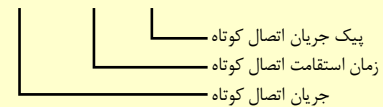
معیار اول: طبق الزامات CT و رله، ولتاژ نقطه زانویی CT (V_k) باید بیشتر از حداقل ولتاژ ثانویه مورد نیاز در شرایط خطا باشد، همانطور که در رابطه ۷ بیان شده است:

$$V_k > V_r = \frac{I_{cp}}{2} \times (R_{CT} + R_b') \quad ۷$$

ضریب $\frac{1}{2}$ جریان مؤثری را که رله در طول سیکل اول می‌بیند، نشان می‌دهد. این جریان تقریباً نیمی از پیک آنی ناشی از آفست DC است. همچنین V_r ولتاژ ثانویه مورد نیاز در طول خطا و I_{cp} جریان ثانویه تحت شرایط حداکثر اتصال کوتاه است که به صورت رابطه ۸ محاسبه می‌شود:

$$I_{cp} = \left(\frac{I_{sec\ max}}{I_{pn}} \right) \times I_{sn} \quad ۸$$

Ith: 25 kA/1s Idyn: 63.5 kA



محاسبات ترانسفورماتورهای اندازه‌گیری

در این بخش و با توجه به توضیحات داده، محاسبات یک CT برای درک بهتر موضوع و سهولت در ثبت سفارش بررسی می‌گردد. یک CT می‌تواند در بیشتر مواقع به سه حالت در یک سیستم قدرت استفاده شود: ۱- کاربرد اندازه‌گیری، ۲- کاربرد حفاظت اضافه جریان و ۳- کاربرد حفاظت دیفرانسیل.

۱- حالت اندازه‌گیری: برای انتخاب یک CT با کاربرد اندازه‌گیری، سه معیار اصلی باید بررسی شوند:

معیار اول (بررسی دقت CT اندازه‌گیری): میزان دقت اندازه‌گیری باید بر اساس نیاز کاربر انتخاب شود.

معیار دوم (بررسی ایمنی دستگاه اندازه‌گیری): هسته CTهای اندازه‌گیری در شرایط خطا، مجاز به اشباع است و در نتیجه جریان ثانویه را محدود می‌کند به طوری که طبق رابطه ۱، جریان دیده شده توسط دستگاه اندازه‌گیری کمتر از حداکثر جریان خطای مجاز آن باقی بماند.

$$I_{s\ max} \leq I_{SC\ with\ tan\ d} \quad ۱$$

که در این رابطه $I_{s\ max}$ حداکثر جریان ثانویه تحویل داده شده توسط CT اندازه‌گیری در شرایط خطا و $I_{SC\ with\ tan\ d}$ جریان تحمل اتصال کوتاه دستگاه اندازه‌گیری متصل (همانطور که توسط سازنده مشخص شده است) می‌باشد. از روابط ۲ و ۳ محاسبه می‌شود:

$$I_{s\ max} = 1.1 \times F_s' \times I_{sn} \quad ۲$$

$$F_s' = F_s \times \frac{R_{CT} + R_b}{R_{CT} + R_b'} \quad ۳$$

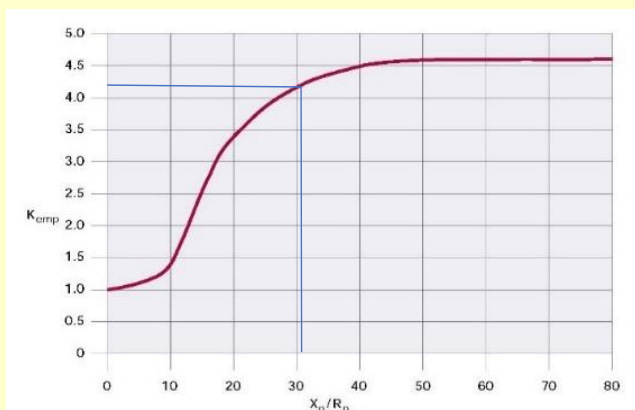
در این روابط I_{sn} جریان ثانویه نامی CT (معمولاً ۱ آمپر یا ۵ آمپر)، F_s ضریب امنیت CT اندازه‌گیری (همانطور که در پلاک مشخص شده است مثلاً $F_s 10$ ، $F_s 5$)، F_s' ضریب امنیت واقعی (مؤثر) CT با توجه به بار واقعی متصل، R_{CT} مقاومت سیم‌پیچ ثانویه CT، R_b مقاومت نامی بار اسمی که F_s برای آن مشخص شده است، R_b' مقاومت واقعی بار متصل، شامل مقاومت ورودی دستگاه اندازه‌گیری و مقاومت سیم‌کشی ثانویه و ۱.۱، ضریب ایمنی مشخص شده است.

سیستم تعیین می‌شود. به دلیل قطع سریع خطای داخلی (معمولا تا ۴۰ میلی ثانیه) مقادیر معمول برای $K_{d,INT}$ بین ۱.۲ تا ۱.۵ اعمال می‌شود تا آفست DC و زمان پاسخ رله در نظر گرفته شوند.

برای $K_{d,EXT}$ می‌توان از منحنی پیشنهادی فروشندگان رله، مانند شنایدر، استفاده نمود. به عنوان مثال با فرض اینکه در اکثر موارد عملی، خطاهای خارجی تا ۱۰۰ میلی ثانیه برطرف می‌شوند، طبق رابطه ۱۵ خواهیم داشت:

$$\frac{X_p}{R_p} = \omega T_p = 2\pi \times 50 \times 100ms = 31.4 \quad 15$$

با توجه به منحنی زیر، $K_{d,EXT}$ برابر خواهد بود با ۴.۲.



نویسنده: پوریا حیدری، صنایع برق زنگان پارس

منابع

- [1]. Sawhney, A. K. *A course in Electrical and Electronic Measurements and Instrumentation*. 2023.
- [2]. Das, Nisha, and Marian K. Kazimierzuk. "An overview of technical challenges in the design of current transformers." *Proceedings Electrical Insulation Conference and Electrical Manufacturing Expo*, IEEE, 2005.
- [3]. Amoiralis, Eleftherios I., Marina A. Tsili, and Antonios G. Kladas. "Transformer design and optimization: a literature survey." *IEEE Transactions on power delivery* 24.4 (2009): 1999-2024.
- [4]. Samimi, Mohammad Hamed, Amir Abbas Shayegani Akmal, and Hossein Mohseni. "Optical current transducers and error sources in them: A review." *IEEE Sensors Journal* 15.9 (2015): 4721-4728.
- [5]. "IEEE Guide for the Application of Current Transformers Used for Protective Relaying Purposes," in *IEEE Std C37.110-2023*, vol., no., pp.1-89, 24 May 2023, doi: 10.1109/IEEESTD.2023.10132388.
- [6]. IEC 61869-2:2016 - Instrument transformers - Part 2: Additional requirements for inductive voltage transformers. International Electrotechnical Commission, 2016.

که در این رابطه I_{pn} جریان نامی اولیه CT، $I_{sc, max}$ حداکثر جریان اتصال کوتاه اولیه و I_{sn} جریان ثانویه نامی CT است. از طرفی ولتاژ نقطه زانویی CT را نیز می‌توان به صورت رابطه ۹ بیان کرد:

$$V_k = K_{ssc,CT} \times I_{sn} \times (R_{CT} + R_b) \quad 9$$

که در آن R_{CT} مقاومت سیم‌پیچ ثانویه CT، R_b مقاومت نامی بار، R_b' مقاومت واقعی بار ثانویه و $K_{ssc,CT}$ ضریب حد دقت نامی CT یا ALF مربوط به بار نامی آن است. اگر بار متصل واقعی با بار نامی متفاوت باشد، ضریب حد دقت مؤثر باید به صورت رابطه ۱۰ اصلاح شود:

$$K_{ssc}' = K_{ssc,CT} \times \frac{R_{CT} + R_b}{R_{CT} + R_b'} \quad 10$$

رعایت معیار فوق تضمین می‌کند که CT در شرایط خطا به اشباع نمی‌رود و رله حفاظت اضافه جریان، نمایش دقیقی از جریان اولیه دریافت می‌کند.

معیار دوم: برای اطمینان از حفظ کلاس دقت اعلام شده، بار واقعی ثانویه متصل نباید از بار نامی CT تجاوز کند. توان واقعی بار مربوط به رله و سیم‌کشی ثانویه از روابط ۱۱ و ۱۲ بدست می‌آید و رعایت این شرط تضمین می‌کند که ضریب حد دقت مشخص شده برای دستگاه‌های حفاظتی متصل، مورد تایید باقی بماند.

$$P_b' = R_b' \times I_{sn}^2 \quad 11$$

$$P_b' \leq S_n \quad 12$$

۳- حالت حفاظت دیفرانسیل (کلاس X): در این قسمت مثالی از یک CT با کاربرد حفاظت دیفرانسیلی با جریان آفست DC شرح داده می‌شود. CT باید جریان خطای داخلی و خارجی در محدوده حفاظت دیفرانسیلی را بدون اشباع، تبدیل کند. طبق الزامات CT و رله، ولتاژ نقطه زانویی CT باید با شرایط روابط ۱۳ و ۱۴ مطابقت داشته باشد:

$$V_k > V_{r,INT} = K_{d,INT} \times \left(\frac{I_{f,INT}}{I_{pn}} \right) \times I_{sn} \times (R_{CT} + R_b') \quad 13$$

$$V_k > V_{r,EXT} = K_{d,EXT} \times \left(\frac{I_{f,EXT}}{I_{pn}} \right) \times I_{sn} \times (R_{CT} + R_b') \quad 14$$

$K_{d,EXT}$ و $K_{d,INT}$ ضرایب ابعادی گذرا^۱ نامیده می‌شوند که آفست جریان خطا و حداقل زمان بدون اشباع مورد نیاز رله دیستانس را اعمال می‌کنند. بزرگی و میزان افت مولفه DC جریان خطا توسط نسبت X/R



خلاصه‌ای از مشخصات عمومی MCCB, ACB, MCB, RCCB MPCB, ELCB و کاربرد آن‌ها در صنعت برق

تهیه کننده:

مهندس محمود رسولزاده

مدیر دفتر مهندسی کیش

نیرو پویا (تأمین تابلو)



همان‌طور که مستحضر هستید، عمر مفید تابلوهای برق و صحت عملکرد آن بستگی مستقیم به شناخت

از تجهیزات انتخابی قابل استفاده در تابلوها مستقل از برندهای مورد نیاز دارد ضمن آن‌که مراقبت از آن‌ها و چرخه‌های کاری مورد نظر نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد؛ لذا در این راستا خلاصه‌ای از مشخصات فنی کلیدهای مصرفی در تابلوهای فشار



مکانیزم موتوری

مکانیزم دستی

کلید هوایی (AIR CIRCUIT BREAKER) ACB

- ۱- کلیدهای هوایی از ۶۳۰ آمپر تا ۶۳۰۰ آمپر کاربرد دارد و حفاظت‌های کاملی در روی این‌گونه کلیدها می‌توان تعبیه نمود.
- ۲- قابلیت SELECTIVITY کامل بین کلیدهای ورودی و خروجی در این نوع کلیدها در مقایسه با کلیدهای کمپکت MCCB مجزا و حائز اهمیت می‌باشند.
- ۳- ویژگی این کلید با توجه به ساختار آن دارای خاصیت تأخیری در عملکرد آن‌ها و امکان برنامه‌ریزی جهت صحیح عمل نمودن آن‌ها در فیدهای ورودی و خروجی می‌باشد.



ضعیف به شرح ذیل تدوین گردیده و امید است که در زمان طراحی و ساخت تابلوها مورد استفاده قرار گیرد.

کلیدهای اتوماتیک MCCB کمپکت (MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER)

- ۱- این کلیدها جهت حفاظت روشنایی، تجهیزات صنعتی، سیم و کابل و ماشین‌آلات در مقابل اضافه بار و جریان اتصال کوتاه استفاده می‌گردد.
- ۲- کلیدهای اتوماتیک پس از قطع مدار در اثر جریان زیاد و یا هر عامل دیگر بلافاصله آماده بهره‌برداری مجدد می‌باشند.
- ۳- در بعضی از شبکه‌های توزیع که لازم است به محض برگشت جریان (ولتاژ) یا افت بیش از حد ولتاژ مجاز به‌طور خودکار قطع گردد و یا آلارم داده شده کاربرد ویژه‌ای در مقایسه با فیوز و یا کلید فیوز دارد.
- ۴- در صورت بستن کلید بر روی مدار اتصال کوتاه شده رله اضافه جریان کلید به سرعت عمل نموده و مدار را قطع می‌نماید.



۸- کلید فوق برای سیستم سه فاز نیز کاربرد دارد و در این حالت سه فاز همراه با نول از داخل هسته ترانسفورماتور عبور نموده و در اثر اختلاف جریان عمل خواهد نمود.

۹- شرایط محیطی مانند رطوبت، گرد و غبار می تواند بر عملکرد آن تأثیر بگذارد و تأخیر در عملکرد آن می تواند خطرناک باشد.

۱۰- دمای کارکرد آن بین ۲۵- تا ۴۰- درجه سانتیگراد با قدرت اتصال کوتاه ۶ تا ۲۵ کیلو آمپر.

۱۱- جهت حفاظت کلید و مدار مصرفی در مقابل اتصال کوتاه و اضافه بار بایستی فیوز پشتیبان نصب گردد.

۱۲- میزان جریان قطع اتوماتیک کلید از ۱۰ میلی آمپر تا ۱/۵ آمپر و مدت زمان قطع آن حداکثر ۳۰۰ میلی ثانیه است.

۱۳- استفاده از کلید حفاظت جان مانع بروز آتش سوزی که به ازای ۵/۰ آمپر به ویژه در وسایل خانگی که در صورت اتصالی ممکن است رخ دهد و همچنین در مقابل از خطر برق گرفتگی بهره بردار جلوگیری می نماید.



کلید محافظ موتور MPCB (MOTOR PROTECTION CIRCUIT BREAKER)

۱- این کلیدها مشابه کلید اتوماتیک جهت حفاظت موتور قابل استفاده می باشند.

۲- کلید محافظ موتور یک نوع به خصوص از کلید اتوماتیک با قطع کننده جریان زیاد است که می تواند جریان شدید الکتروموتور را در زمان راه اندازی تحمل کند بدون آن که باعث قطع کلید شود.

۳- در این کلیدها جریان های اضافه بار، اتصال کوتاه، حفاظت در برابر تک فاز شدن الکتروموتور، افت ولتاژ و سایر موارد حفاظتی در نظر گرفته شود.

۴- مشخصات حفاظتی این نوع کلیدها قابل تنظیم می باشد.

۵- کلیدهای حفاظت موتور برای دو جریان راه اندازی سبک و سنگین قابل استفاده است.

۶- قدرت قطع این کلیدها بالا و در حدود ۵۰ تا ۱۰۰KA می تواند باشد.

کلیدهای مینیاتوری MCB (MINATURE CIRCUIT BREAKER)

۱- این کلیدها در جریان های پایین در تابلوهای روشنایی و فرمان و تابلوهای توزیع با توان کم و یا حفاظت فرمان تجهیزات و تأسیسات برقی به کار می رود.

۲- حداکثر جریان مورد استفاده با کلیدهای مینیاتوری ۱۰۰ آمپر است.

۳- جریان اتصال کوتاه کلیدهای مینیاتوری بین ۱۰ تا ۲۵ کیلو آمپر می باشد.

۴- کلیدهای مینیاتوری طبق استاندارد IEC 60947 کاربرد صنعتی و طبق استاندارد IEC 60898 کاربرد در تابلوهای مسکونی دارد.



محافظ نشستی جریان (کلید محافظ جان) RCCB یا RCD (RESIDUAL CURRENT DEVICE CIRCUIT BREAKER)

۱- این کلید جهت مصارف خانگی و صنعتی به منظور حفاظت از جان افراد در مقابل خطر برق گرفتگی دارد.

۲- تعداد پل ها در این کلید دو پل و چهار پل می باشند و دو تیپ بوده نوع الکترومکانیکال آن نیاز به منبع تغذیه ندارد و نوع الکترونیکی آن نیاز به منبع تغذیه دارد.

۳- این کلید در جریان های ۲۵ تا ۱۲۵ آمپر با قدرت حساسیت ۳۰ و یا ۳۰۰ میلی آمپر ساخته می شود.

۴- بر طبق استاندارد برق نوع ۳۰۰ میلی آمپری آن روی تابلوها اجرا و استاندارد اجباری اداره برق در ایران است.

۵- در اثر عبور جریان از بدن انسان به دلیل خطای اتصال زمین کلید فوق در چند صدم ثانیه مدار را قطع می نماید و زمان شوک را بسیار کوتاه می نماید.

۶- ظرفیت تحمل جریان اتصال کوتاه با پشتیبانی فیوز مشخص خواهد گردید.

در صورتی که حساسیت کلید تا ۳۰ میلی آمپر باشد این کلید به عنوان حفاظت از جان و در صورتی که بیش از ۳۰ میلی آمپر باشد به عنوان حفاظت از تجهیزات صنعتی نیز به کار می رود.

۷- کلید فوق در اثر اختلاف جریان بین فاز و نول در جریان های تک فاز عمل می نماید؛ آن هم به دلیل عبور جریان اولیه از ترانسفورماتور جریان و ایجاد ولتاژ القایی در هسته که موجب قطع کلید خواهد گردید.

الکتریکی در مقابل شوک الکتریکی انجام نمی‌دهند زیرا که جریان در حال تعادل بوده و اختلاف جریانی در این خصوص سنجش نمی‌شود لذا در هنگامی که شخصی همزمان بدنه و سیم نوترال را دست می‌زند شوک زیادی به آن وارد می‌گردد.



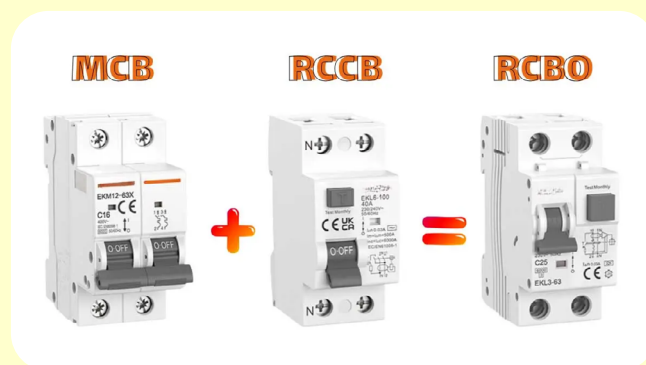
کلید نشتی جریان زمین (ELCB) (CIRCUIT BREAKER)

- ۱- وقتی که فاز و نول و سیم زمین به کلید ELCB وصل می‌گردد کلید مذکور در مقابل نشتی جریان عمل خواهد نمود.
- ۲- حداکثر جریان مورد تحمل انسان ۵۰ میلی آمپر بر ثانیه می‌باشد زیرا با توجه به مقاومت بدن انسان ۵۰۰ اهم و ولتاژ فاز به زمین ۲۳۰ ولت می‌باشد بدن انسان حداکثر ۴۶۰ میلی آمپر را می‌تواند تحمل نماید و ELCB در مدت ۰/۶۵ میلی ثانیه (۳۰ ma/sec) عمل می‌نماید.



کلید اتوماتیک RCCB (RESIDUAL CURRENT BREAKER)

- ۱- این کلید عملکردی مشابه کلید RCD دارد با این تفاوت که حساسیت آن از ۳۰ تا ۵۰۰ میلی آمپر است.
- ۲- در جاهایی که میزان ریسک ناشی از شوک الکتریکی پایین می‌باشد کاربرد دارد.
- ۳- این کلید در جاهایی که شکل موج، سینوسی کامل می‌باشد استفاده می‌گردد و در جاهایی که شکل موج تغییر می‌نماید نباید استفاده نمود.
- ۴- در هنگام تغییرات بار جریان کمی از سیم زمین می‌گذرد و RCD با توجه به حساسیت سریعاً عمل می‌نماید اما در مقابل اضافه بار حرارتی ناشی از عدم اتصال کامل به ترمینال و حرارت اضافی ایجاد شده هیچ‌گونه عملکردی ندارد.



کلید اتوماتیک RCBO (RCBO=RCD+MCB)

- ۱- این کلید ترکیبی از کلید حفاظت جان RCD به همراه کلید مینیاتوری می‌باشد.
- ۲- همانطور که اشاره شده RCD حفاظت ناشی از اضافه بار را حفاظت نمی‌نماید و در چنین حالتی از RCD به همراه MCB استفاده خواهد گردید.
- ۳- در زمانی که اتصالی کوتاه یا اضافه باری در مدار رخ دهد RCD قادر به فرمان قطع نمی‌باشد و ممکن است در عمل موجب افزایش خسارت وارده گردد به همین منظور MCB همراه RCD به کار می‌رود.
- ۴- RCD حفاظت خاصی را ناشی از اتصال در بدنه لوازم

برنامه ها و گزارش صادرات کمیته بازرگانی

دوره یازدهم هیأت مدیره
اردیبهشت ۱۴۰۵

اعضاء کمیته

۱. خانم مهندس فهیمه اربعه

رئیس کمیته بازرگانی و نماینده شرکت تابش تابلو شرق

۲. آقای مهندس کیوان جودی

نایب رئیس کمیته بازرگانی و دبیرکل فدراسیون صادرات انرژی و صنایع وابسته ایران

۳. آقای مهندس فرهنگ رضوانی

عضو کمیته بازرگانی و نماینده شرکت آذر نور

۴. خانم مهندس فاطمه روزگار

عضو کمیته بازرگانی و نماینده شرکت قشم ولتاژ

۵. آقای مهندس فرید فاطمی زاده

عضو کمیته بازرگانی و نماینده شرکت سازه صنعت الکتریک اروند

۶. آقای مهندس رسول کاظم زاده

عضو کمیته بازرگانی و نماینده شرکت همیار صنعت رستاک

۷. آقای مهندس مهدی رضا نژاد

عضو کمیته بازرگانی و نماینده شرکت تولید ملزومات برق

حوزه بازرگانی

۱. سامان دهی زنجیره تأمین و تأمین مواد اولیه

ایجاد بانک اطلاعاتی تأمین کنندگان داخلی و خارجی برای تجهیزات کلیدی
مذاکره جمعی با تأمین کنندگان بزرگ برای کاهش قیمت، بهبود شرایط پرداخت و تحویل

ایجاد کارگروه مدیریت ریسک تأمین برای مقابله با کمبودها در شرایط بحران (مثل جنگ رمضان)

۲. استانداردسازی فرآیندهای خرید و قراردادهای تجاری

تهیه الگوی قراردادهای خرید داخلی و خارجی برای کاهش اختلافات و ریسک های حقوقی
برگزاری کارگاه های آموزشی درباره اصول خرید حرفه ای، مدیریت قرارداد، و ارزیابی تأمین کننده

۳. ایجاد دستورالعمل مشترک بازرگانی برای اعضا شامل:

نحوه استعلام قیمت
نحوه ارزیابی کیفیت
نحوه مدیریت تأخیرها و خسارات

۴. تسهیل امور مالی، بانکی و اعتباری

پیگیری ایجاد خط اعتباری مشترک برای اعضا نزد بانک ها
مذاکره با بیمه ها و صندوق ضمانت برای کاهش هزینه ضمانت نامه ها
ایجاد کارگروه تخصصی حل مشکلات بانکی شامل L/C داخلی، انتقال پول، تضامین و وثایق
تهیه بسته پیشنهادی اصلاح مقررات بانکی مرتبط با صنعت تابلو برق

۵. بهبود لجستیک، حمل و نقل و انبارداری

تفاهم با شرکت های حمل و نقل برای ارائه تعرفه های ویژه به اعضا
بررسی امکان ایجاد انبار مشترک برای قطعات پرمصرف جهت کاهش هزینه و زمان تأمین

۶. توسعه همکاری های بین اعضا (B2B) داخلی

ایجاد سامانه تبادل نیازها و ظرفیت ها بین اعضا (خرید مشترک، فروش مشترک، همکاری پروژه ای)

برگزاری نشست های دوره ای اعضا برای معرفی توانمندی ها و نیازهای بازرگانی
تشکیل کنسرسیوم های خرید برای کاهش هزینه ها و افزایش قدرت چانه زنی

۷. رصد بازار و تحلیل های تخصصی

تهیه گزارش های ماهانه بازار داخلی شامل قیمت ها، رقبا، روندها و پیش بینی ها
تحلیل اثر تحولات اقتصادی و منطقه ای بر بازار تجهیزات برق

۸. مدیریت ریسک و پشتیبانی حقوقی

ایجاد واحد مشاوره حقوقی بازرگانی برای قراردادهای، اختلافات و دعاوی
تهیه دستورالعمل مدیریت ریسک بازرگانی شامل ریسک قیمت، ریسک تأمین، ریسک کیفیت و ریسک تحویل
برگزاری دوره های آموزشی درباره قوانین تجارت، داوری و حل اختلاف

۹. ارتقای مهارت های بازرگانی اعضا

دوره های تخصصی:
- مدیریت خرید
- اصول مذاکره حرفه ای
- مدیریت قرارداد
- تحلیل بازار
- مدیریت زنجیره تأمین
- تهیه بسته آموزشی ویژه صنعت تابلو برق با تمرکز بر نیازهای واقعی اعضا

حوزه صادرات

۱. برنامه های توسعه صادرات و نفوذ در بازارهای هدف

تهیه نقشه راه صادراتی صنعت تابلوهای برق شامل بازارهای اولویت دار (عراق، اقلیم کردستان، افغانستان، عمان، آسیای میانه و ...)
ایجاد بانک اطلاعاتی فرصت های صادراتی شامل پروژه های در حال اجرا، مناقصات، نیازهای فنی و استانداردهای کشورهای مقصد
برگزاری نشست های B2B با تجار و شرکت های خارجی در حاشیه نمایشگاه های بین المللی و نشست ها
پیگیری ایجاد دفاتر تجاری مشترک در بازارهای کلیدی برای تسهیل حضور اعضا

۲. تسهیل امور تجاری و رفع موانع صادراتی

مستندسازی مشکلات اعضا در حوزه گمرک، استاندارد، حمل و نقل، ضمانت نامه ها و انتقال پول و ارائه آن به نهادهای تصمیم گیر
ایجاد کارگروه تخصصی رفع موانع صادرات با حضور نمایندگان گمرک، سازمان توسعه تجارت و بانک ها

۳. تقویت ارتباطات بین المللی و دیپلماسی صنعتی

انعقاد تفاهم نامه با انجمن های مشابه در عراق، عمان، افغانستان،

کشورهای CIS و ...

دعوت از رایزنان بازرگانی برای ارائه نیازهای بازار و معرفی توانمندی های اعضا
ایجاد شبکه ارتباطی با شرکت های EPC بین المللی برای ورود اعضا به زنجیره تأمین پروژه ها

۴. توسعه توان رقابتی و استانداردهای صادراتی

برگزاری دوره های آموزشی تخصصی در حوزه استانداردهای، تست های بین المللی، بسته بندی صادراتی و مستندسازی فنی
ایجاد مرکز مشاوره صادراتی برای کمک به شرکت ها در تهیه پروپوزال، اسناد فنی و قیمت گذاری صادراتی

۵. برنامه های نمایشگاهی و بازاریابی بین المللی

برنامه ریزی حضور منسجم انجمن در نمایشگاه ها
تهیه کاتالوگ جامع توانمندی های اعضا به زبان های انگلیسی و عربی

۶. خدمات حمایتی و تسهیل گر برای اعضا

ارائه خدمات مشاوره حقوقی و قراردادی برای قراردادهای بین المللی
پیگیری ایجاد صندوق حمایت از صادرات تجهیزات برق با همکاری بانک ها و صندوق ضمانت صادرات

۷. رصد بازار و تحلیل های تخصصی

تهیه گزارش های فصلی از بازارهای هدف شامل قیمت ها، رقبا، استانداردها و ...
تحلیل اثر تحولات منطقه ای (مانند جنگ رمضان) بر زنجیره تأمین و فرصت های صادراتی





آمار صادرات تجهیزات صنعت برق ایران

ده ماهه سال ۱۴۰۴

دسته	وزن	ارزش ریالی	ارزش دلاری
موتورها، ژنراتورها و مولدهای برق	۴,۵۳۴,۱۴۵	ریال ۱۴,۵۱۶,۵۰۵,۲۴۴,۹۷۴	\$20,774,061
ترانسفورماتورهای برقی، مبدل های استاتیک و القاکننده	۱۵,۸۱۰,۴۶۵	ریال ۷۴,۲۳۳,۱۹۶,۲۰۴,۷۴۶	\$104,822,065
انباره های برقی	۷,۲۸۷,۵۴۱	ریال ۸,۸۲۲,۲۴۱,۶۵۹,۵۳۸	\$12,256,240
دستگاه های الکتریکی برای سوئیچینگ یا مدارهای محافظ الکتریکی (سرپیچ ، رله ، فیوز)	۲,۱۴۴,۱۲۳	ریال ۲۳,۲۴۱,۳۸۹,۰۰۸,۷۰۴	\$31,209,159
تابلو، پانل، کنسول و ... برای کنترل الکتریکی یا توزیع برق	۵۲۹,۳۹۵	ریال ۲,۶۰۳,۹۴۸,۶۷۲,۷۶۲	\$3,675,149
لامپ و لوله های برقی رشته ای یا تخلیه الکتریکی	۸۱,۸۶۹	ریال ۳۵۹,۳۰۶,۹۹۳,۹۶۴	\$509,263
دستگاه های برقی برای قطع، وصل یا تغییر حفاظت (کلید، فیوز، کنکتورها)	۸۲,۴۴۸	ریال ۵۶۹,۴۲۶,۲۹۶,۱۲۷	\$795,622
خازن های برقی	۸۷۰	ریال ۵,۱۴۲,۱۵۳,۶۷۶	\$7,386
سیم عایق شده و کابل	۳۱,۷۰۹,۳۰۲	ریال ۸۴,۳۰۰,۰۶۷,۱۰۳,۳۴۴	\$118,211,089
مقره و قطعات عایق از برق	۲۸۶,۶۸۴	ریال ۴۵۲,۵۰۸,۷۲۳,۳۷۳	\$636,820
انواع دیودها، ترانزیستورها، وسایل غیرهادی	۲۹,۲۵۰	ریال ۶۹,۳۲۱,۸۸۹,۶۸۲	\$71,932
آهنرباهای الکتریکی	۷,۴۷۷	ریال ۲۰,۶۸۴,۴۶۷,۶۷۱	\$29,346
مقاومت های الکتریکی	۴,۰۲۰	ریال ۵,۵۸۳,۳۰۰,۸۰۰	\$8,044
مدارهای چاپی	۲۱۰	ریال ۷۶,۷۰۱,۵۰۰,۴۱۷	\$110,103
کنتور	۲۲۰,۱۲۲	ریال ۱,۶۶۵,۸۴۶,۳۲۲,۹۳۹	\$2,275,373
جمع کل	۶۲,۷۲۷,۹۲۱	ریال ۲۱۰,۹۴۱,۸۶۹,۵۴۲,۷۱۷	\$295,391,652

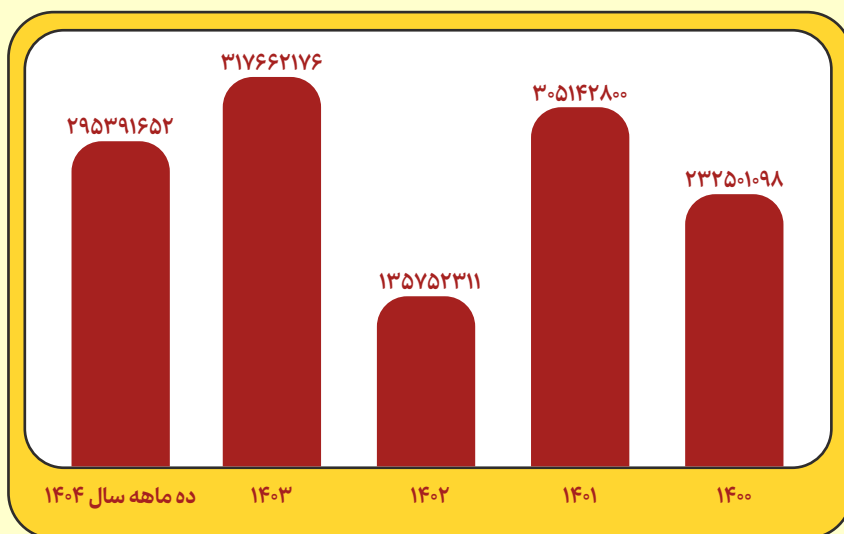
سال ۱۴۰۳

دسته	وزن	ارزش ریالی	ارزش دلاری
موتورها، ژنراتورها و مولدهای برق	۳,۱۸۲,۴۷۹	ریال ۵,۱۹۷,۳۴۱,۰۱۳,۱۳۵	\$10,437,718
ترانسفورماتورهای برقی، مبدل های استاتیک و القاکننده	۲۱,۸۵۳,۳۹۱	ریال ۶۲,۶۹۷,۶۲۰,۵۳۲,۸۵۳	\$121,004,697
انباره های برقی	۱۴,۳۵۳,۴۲۳	ریال ۱۱,۶۶۷,۸۱۵,۲۵۶,۷۹۵	\$22,990,802
دستگاه های الکتریکی برای سویچینگ یا مدارهای محافظ الکتریکی (سرپیچ ، رله ، فیوز)	۱,۹۷۷,۷۵۱	ریال ۴,۷۸۰,۸۴۸,۹۴۰,۲۶۲	\$9,222,372
تابلو، پانل، کنسول و ... برای کنترل الکتریکی یا توزیع برق	۷۱۷,۵۵۶	ریال ۲,۰۴۸,۶۰۹,۹۰۷,۲۸۲	\$3,728,436
لامپ و لوله های برقی رشته ای یا تخلیه الکتریکی	۱۸۱,۳۲۱	ریال ۸۴۹,۴۹۵,۶۸۱,۶۵۴	\$1,751,034
دستگاه های برقی برای قطع، وصل یا تغییر حفاظت (کلید، فیوز، کنکتورها)	۶۰,۹۵۶	ریال ۲۴۵,۷۴۷,۷۶۸,۹۱۳	\$506,113
خازن های برقی	۱,۹۲۲	ریال ۲۳,۵۹۴,۲۴۵,۷۰۵	\$49,148
سیم عایق شده و کابل	۴۵,۳۶۲,۱۰۶	ریال ۷۳,۴۸۷,۶۶۵,۱۷۴,۲۲۷	\$144,408,544
مقره و قطعات عایق از برق	۶۲۹,۷۴۲	ریال ۹۱۲,۵۹۲,۶۸۵,۹۳۱	\$1,847,898
انواع دیودها، ترانزیستورها، وسایل غیر هادی	۷,۳۹۰	ریال ۱۲,۱۰۳,۳۳۸,۲۴۶	\$23,918
آهنرباهای الکتریکی	۳,۸۵۸	ریال ۸,۳۱۷,۹۷۰,۵۷۶	\$16,860
مقاومت های الکتریکی	۲,۲۲۴	ریال ۵,۴۵۲,۷۳۸,۶۵۵	\$8,092
مدارهای چاپی	۳۱۰	ریال ۳,۳۱۹,۵۰۴,۲۰۹	\$13,246
کنتور	۲۶۸,۱۶۰	ریال ۸۶۶,۵۳۴,۱۵۷,۷۳۴	\$1,653,298
جمع کل	۸۸,۶۰۲,۵۸۹	ریال ۱۶۲,۷۸۳,۴۸۸,۲۶۴,۷۱۸	\$317,662,176

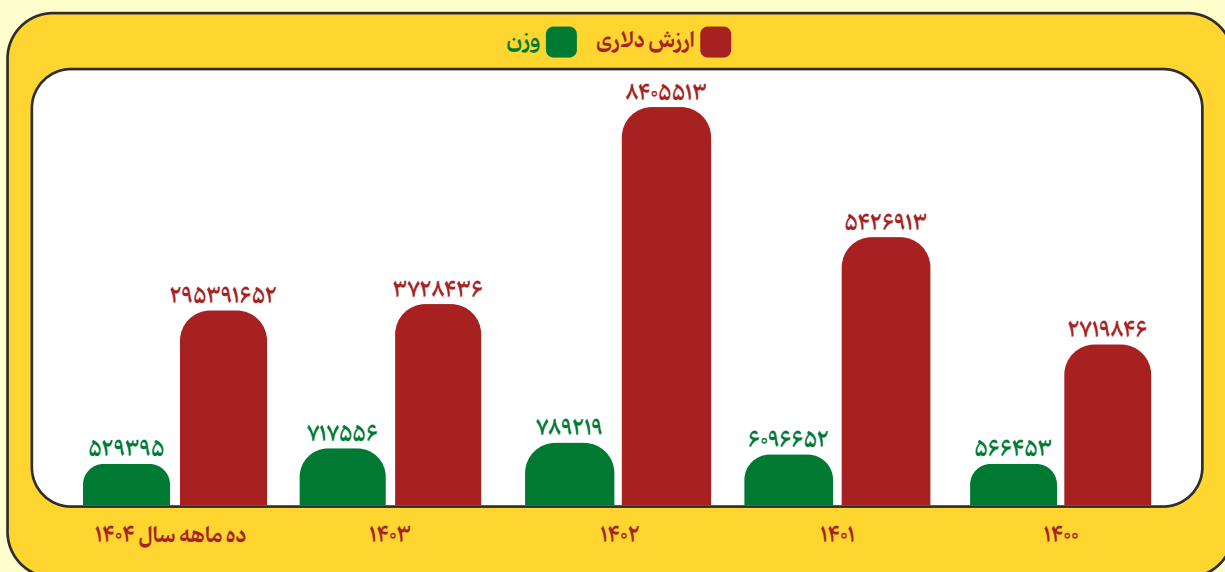


آمار صادرات تجهیزات برق

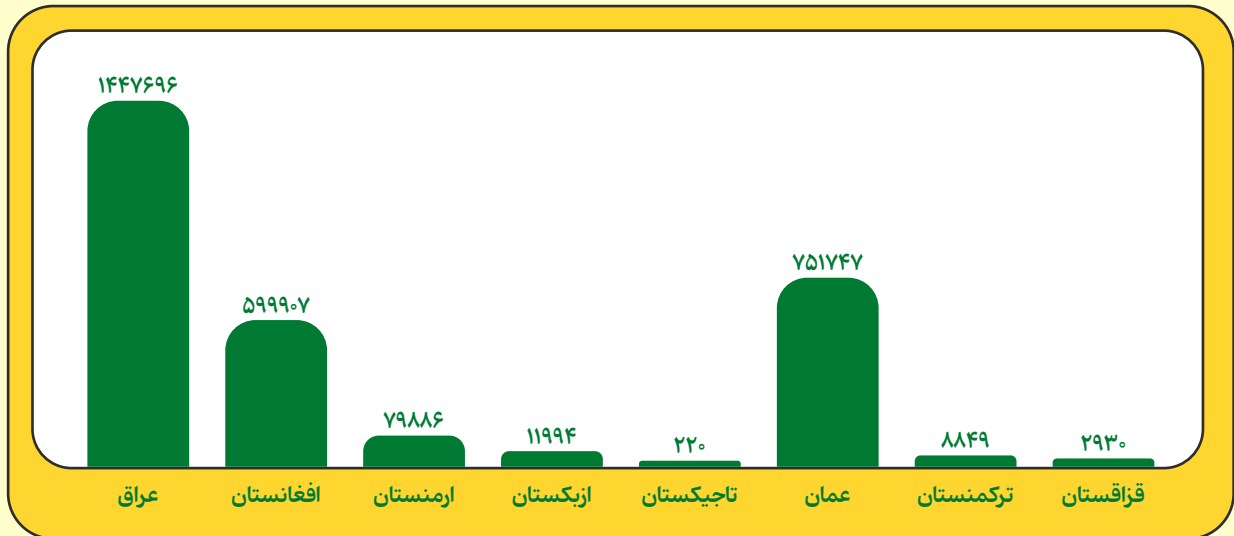
سال	ده ماهه سال ۱۴۰۴	۱۴۰۳	۱۴۰۲	۱۴۰۱	۱۴۰۰
ارزش دلاری	\$295,391,652	\$317,662,176	\$135,752,311	\$305,142,800	\$232,501,098



آمار صادرات (تابلو، پانل، کنسول و ... برای کنترل الکتریکی یا توزیع برق)



آمار صادرات (تابلو، پانل، کنسول و ... برای کنترل الکتریکی یا توزیع برق) به کشورهای هدف



استاندارد رنگ بندی کابل ها

رنگ سیم فاز و نول و ارت در تابلو های LV



تهیه کننده:

مهندس محمود رسولزاده

شرکت کیش نیرو پویا (تأمین تابلو)



همانطور که مستحضری تابلوهای برق به عنوان قلب سیستم های توزیع و کنترل انرژی الکتریکی، نقش بسیار مهمی در عملکرد ایمن و پایدار تأسیسات صنعتی، تجاری و مسکونی ایفا می کنند. در این میان، رعایت استانداردهای سیم کشی و شناسایی صحیح هادی ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

یکی از مهم ترین این استانداردها، استفاده از رنگ بندی مشخص برای سیم ها و کابل ها است که به منظور تفکیک فازها، نول، ارت و سایر مدارهای کنترلی به کار می رود.

با توجه به اهمیت روزافزون ایمنی و بهره وری در سیستم های برق، آشنایی با استانداردهای رنگ بندی سیم ها و ضرورت اجرای صحیح آن ها در تابلوهای برق امری ضروری برای مهندسان، تکنسین ها و تمامی فعالان حوزه برق محسوب می شود. در این مقاله رنگ بندی سیم ها، از دیدگاه های مختلف استانداردها در جدول ذیل توضیح داده شده است.

رنگ بندی کابلها و سیم ها در تابلوهای برق صنعتی، نقش حیاتی در ایمنی و کارایی سیستم های الکتریکی ایفا می کند. همچنین موجب کاهش خطاهای انسانی و جلوگیری از حوادث ناگوار از جمله شوک های الکتریکی، سوختگی و آتش سوزی احتمالی میگردد در واقع، رنگ ها توجه کارشناس را به خود جلب و نقش یک هشدار بصری را داشته و احتمال وقوع حادثه را به سرعت به اطلاع افراد میرساند. و اصولا در عیب یابی و تعمیرات نقش بسزائی را ایفاء و تسریع مینماید

PHASE SUPPLY	WIRE & CABLE	NEC - US / CANADA (120, 208 & 240V)	NEC - US / CANADA (277 & 480 V)	IEC - UK & EU	CHINA & RUSSIA (Old)	AUS & NZ	JAPAN	INDIA, PAK & SA
3-PHASE	LINE 1 "L1"							
	LINE 2 "L2"							
	LINE 3 "L3"							
COMMON	NEUTRAL "N"							
GROUND / EARTH "PG" or "PE"								
1-PHASE	LINE "L"							
	NEUTRAL "N"							

استاندارد رنگ سیم ها

سیم زمین	سیم نوترال	سیم فاز ۱	سیم فاز ۲	سیم فاز ۳	استانداردها
زرد/زرد راه راه / سبز	آبی	خاکستری	سیاه	قهوه ای	IEC 60446
زرد راه راه / سبز	آبی	خاکستری	سیاه	قهوه ای	اتحادیه اروپا و کلیه کشورهای اروپایی که از استاندارد CENELEC استفاده می کنند + هونگ کونگ از سال 2007
سبز	خاکستری یا سفید	زرد	نارنجی (اتصال مثلث) بنفش (اتصال ستاره)	قهوه ای	روش دوم آمریکایی
زرد راه راه / سبز	آبی	سیاه یا قهوه ای	سیاه یا قهوه ای	قهوه ای یا سیاه	استاندارد قدیم اروپا
زرد راه راه / سبز	مشکی	آبی آسمانی	زرد	قرمز	ایران نشریه 110



سیم زمین	سیم نوترال	فاز L۳	فاز L۲	فاز L۱	استانداردها
(زرد راه راه / سبز) ؟	مشکی	آبی	زرد	قرمز	شرکت نفت IPS
زرد راه راه / سبز	مشکی	آبی	زرد	قرمز	انگلستان تا سال ۲۰۰۶ ، هونگ کونگ تا سال ۲۰۰۹ ، آفریقای جنوبی ، مالزی
سبز	سیاه	آبی	زرد	قرمز	پاکستان
سبز	سیاه	آبی	زرد	قرمز	هند
زرد راه راه / سبز	سیاه	آبی	زرد	قرمز	مالزی
زرد راه راه / سبز سبز در تاسیسات خیلی قدیمی	سیاه	آبی پررنگ	سفید (قبلاً زرد بوده)	قرمز	استرالیا و نیوزیلند
سبز یا سیم مسی بدون روکش	سفید	آبی	سیاه	قرمز	روش قانونی در کانادا
زرد/سبز، سبز راه راه یا یک سیم لخت مسی	سفید با خاکستری	آبی	قرمز	سیاه	روش معمول در آمریکا
سبز	سفید	زرد	سیاه	نارنجی	تاسیسات سه فاز ایزوله شده در کانادا
زرد راه راه / سبز	آبی کمرنگ	قرمز	سبز	زرد	چین

توجه:

۱- آمریکا ، کانادا و ژاپن:

اخيراً رنگ خاکستری یا سفید را برای سیم نول به جای آبی
کمرنگ و سبز را برای هادی محافظتی به جای زرد و سبز استفاده
می نمایند .

۲- کشور انگلستان: اخیراً استاندارد IEC را کنار گذاشته و از

استاندارد BS 7671 استفاده می نمایند.



استاندارد رنگ بندی کابل های صوتی و تصویری



استاندارد رنگ بندی کابل های صوتی و تصویری برای شناسایی سیم های صوتی و تصویری استفاده می شود. این استانداردها به مهندسان و متخصص های این زمینه کمک می کنند تا سیم های صوتی و تصویری را به راحتی شناسایی کنند و از اتصال اشتباه سیم ها جلوگیری کنند:

قرمز: کانال راست

سیاه: کانال چپ

سفید: کانال راست

سبز: کانال چپ

آبی: کانال راست

قهوه ای: کانال چپ

این رنگ ها معمولا برای کابل های صوتی دو کاناله استفاده می شوند. در کابل های صوتی چند کاناله، از رنگ های بیشتری استفاده می شود.

رنگ سیم های موتور کولر آبی

در کولر های آبی معمولا از کابل ها پنج سیمه استفاده می شود. رنگ سیم فاز و نول کولر و ارت و دور کند و تند در موتور کولر آبی به شرح زیر است:

سیم قرمز: سیم فاز

سیم آبی: سیم نول

سیم زرد: سیم ارت

سیم قهوه ای: دور کند

سیم مشکی: دور تند

سیم فاز سیمی است که جریان برق را از منبع به موتور کولر آبی منتقل می کند. سیم نول سیمی است که جریان برق را از موتور کولر آبی به منبع باز می گرداند. سیم ارت سیمی است که برای محافظت از افراد در برابر شوک الکتریکی استفاده می شود.

انجمن صنفی کارفرمایان تولیدکنندگان تابلوهای برق ایران



IRANIAN ELECTRICAL PANEL
MANUFACTURERS
QUARTERBACK ASSOCIATION
IEPMA