أجهزة التأريض والحماية الكهربائية

أجهزة الوقاية

تضمن أجهزة الوقاية للدوائر الكهربائية عدم تدفق تيار عالٍ في ظل وجود خلل، ما يحمي التركيب والمعدات، ويمنع حدوث الإصابة والتسبب بالضرر للأشخاص الذين يتعاملون مع المعدات أو يتواجدون بالقرب منها. يُمكن ضمان الحماية من التيار الزائد من خلال فصل مصدر الطاقة ماديًا في الدائرة، مما يمنع مخاطر وقوع الحريق وخطر الصعق بالكهرباء.

قد تشمل أجهزة الوقاية ما يلي:

- المصهرات.
- قواطع الدائرة الصغيرة (MCBs).
- أجهزة التيار المتبقي (RCDs).
- قواطع التيار المتبقي مع التيار الزائد (RCBOs).

تعمل جميع الأجهزة المذكورة أعلاه على حماية المستخدمين والمعدات من حالات الخلل في الدائرة الكهربائية عن طريق عزل مصدر التيار الكهربائي. تعزل المصهرات وقواطع الدائرة الصغيرة (MCBs) التغذية المباشرة فقط؛ بينما تعزل أجهزة التيار المتبقي (RCDs) وقواطع التيار المتبقي مع التيار الزائد (RCBOs) كلًا من التغذية المباشرة والمحايدة. من الضروري تثبيت حماية الدائرة المناسبة لضمان سلامة التركيبات الكهربائية.

المصهرات

المصهر هو جهاز حماية أساسي للغاية يُستخدم لحماية الدائرة من التيار الزائد. ويتكوّن من شريط معدني يسيل عندما يتجاوز تدفق التيار خلاله حدًا مُحدد مسبقًا. الصمامات عبارة عن أجهزة كهربائية أساسية، وهناك أنواع مختلفة من الصمامات المتاحة بناءً على تصنيفات الجهد والتيار المحددة، والاستخدام، ووقت الاستجابة، وسعة الفصل.

يتم تحديد خصائص الصمامات مثل الوقت والتيار لتوفير حماية كافية دون انقطاع لا داعي له.

قاطع الدائرة الصغيرة (MCB)

يُعتبر قاطع الدائرة الصغيرة (MCB) بديلًا حديثًا للصمامات، وعادةً ما يتواجد وسط المباني - يُطلق عليه عادةً "صندوق المصهرات" أو "صندوق القاطع" - أو يتم توصيله بمعدات معينة. يُشبه المفاتيح الكهربائية تمامًا، ويتوقف عن التشغيل عند اكتشاف حمل زائد في الدائرة. تتمثّل الوظيفة الأساسية لقاطع الدائرة في إيقاف تدفق التيار بمجرّد حدوث خلل. وتتمثل ميزة قواطع الدائرة الصغيرة (MCBs) على المصهرات في أنها إذا تعرّضت للفصل، فيُمكن إعادة ضبطها دون الحاجة إلى استبدال قاطع الدائرة الصغيرة بالكامل. يُمكن أيضًا معايرة قواطع الدائرة الصغيرة (MCBs) بشكلٍ أكثر دقة من المصهرات، لتنفصل عند أحمال معينة. تتوفّر قواطع الدائرة بأحجام مختلفة من الأجهزة الصغيرة إلى معدات المفاتيح الكبيرة التي تُستخدم لحماية دوائر التيار المنخفض وكذلك دوائر الجهد العالي.

جهاز التيار المتبقي (RCD)

صُممت أجهزة التيار المتبقي (أو RCDs) لاكتشاف وفصل التزويد الكهربائي في حال حدوث اختلال بسيط للتيار بين الأسلاك الكهربية والمحايدة عند قيمة محددة مسبقًا - تكون عادةً 30 مللي أمبير. يُمكن لأجهزة التيار المتبقي رصد توقيت ملامسة مُوصل مباشر لصندوق معدات مؤرض، أو عندما يتعرّض الموصل المباشر للقطع؛ وهذا النوع من الخلل يُحتمل أن يكون خطيرًا وقد يؤدي إلى صدمات كهربائية وحرائق.

لا يوفر جهاز التيار المتبقي (RCD) الحماية من حدوث ماس كهربائي أو حمل زائد في الدائرة. ولا يُمكنه اكتشاف - على سبيل المثال - لمس أي شخص عرضيًا لكلا الموصلين في الوقت نفسه. لا يُمكن لجهاز التيار المتبقي استبدال أحد المصهرات قيد العمل.

يُمكن توصيل أسلاك أجهزة التيار المتبقي لحماية دوائر مفردة أو متعددة - وتتمثل ميزة حماية الدوائر الفردية في أنه إذا انفصلت دائرة واحدة، فلن يُغلق نظام المبنى أو التوزيع بالكامل، بل الدائرة المحمية فقط.

قاطع التيار المتبقي مع التيار الزائد (RCBO)

يجمع قاطع التيار المتبقي مع التيار الزائد (RCBO) بين وظائف قاطع الدائرة الصغيرة (MCB) وجهاز التيار المتبقي (RCD) في وحدة واحدة. قاطع التيار المتبقي مع التيار الزائد عبارة عن جهاز أمان يرصد مشكلة ما في مصدر الطاقة، ويُمكنه إيقاف التشغيل في غضون 10 إلى 15 مللي ثانية.

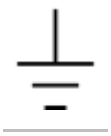
يُستخدم لحماية دائرة معينة، بدلًا من امتلاك جهاز تيار متبقٍ (RCD) واحد للمبنى بأكمله.

هذه الأجهزة قابلة للاختبار ويُمكن إعادة ضبطها. يُشكّل زر الاختبار حالة تسرب صغيرة بشكلٍ آمن؛ إلى جانب زر إعادة الضبط، الذي يُوصّل الموصلات مرة أخرى بعد تصحيح حالة الخطأ.

التأريض/التوصيل بالأرض

يُمكن للكهرباء غير المُتحكم بها التسبب بإصابة البشر أو الحيوانات أو حتى قتلهم. إحدى الطرق الشائعة والفعالة للتحكم في الكهرباء هي من خلال التأريض. التأريض عبارة عن اتصال مادي بالأرض يسحب الشحنة الكهربائية بأمان إلى الأرض ما يُتيح مساحة كبيرة لتشتت الإلكترونات بعيدًا عن البشر أو المعدات. يمنح نظام التأريض شحنة موجبة زائدة في الخطوط الكهربائية وصولًا إلى الأسلاك الأرضية سالبة الشحنة، ما يحدّ من مخاطر نشوب حريق والصعق بالكهرباء.

قد تحتوي بعض الأجهزة على هذا الرمز الذي يُشير إلى المكان الذي يجب توصيل سلك التأريض به.



يُشير مصطلح "التأريض" إلى جسم مُوصِّل، وعادةً ما يكون الأرض. "التأريض" عبارة عن أداة أو نظام كهربائي يعني إنشاء مسار منخفض المقاومة عن قصد إلى سطح الأرض. وعند القيام بذلك بشكلٍ صحيح، فإن التيار الخارج من الدائرة يتبع هذا المسار لمنع تراكم الجهد الذي قد ينتج عنه صدمة كهربائية، ووقوع إصابة وحتى الموت. يُستخدم التأريض لتبديد الآثار الضارة للماس الكهربائي، ولكنه يُستخدم أيضًا لمنع الضرر الناتج عن البرق أيضًا.

هناك طريقتان لتأريض الأجهزة:

1. **النظام الأرضي أو الخدمة الأرضية:** في هذا النوع من الأرض، يتم تأريض سلك يسمى "الموصل المحايد" عند المحول، ومرة أخرى عند مدخل الخدمة للمبنى. صُمم هذا بشكلٍ أساسي لحماية الآلات، والأدوات وتوفير طبقة عازلة ضد الضرر.
2. **تأريض المعدات:** يهدف هذا إلى توفير حماية مُعززة للأشخاص. إذا تسبب عطل في تنشيط الإطار المعدني لأداة ما، فإن المعدات الأرضية توفّر مسارًا آخر لتدفّق التيار عبر الأداة إلى الأرض.

أحد الجوانب الرئيسية لنظام التأريض التي يجب أن تكون على دراية بها هي: أنه قد يحدث فصل في نظام التأريض دون علم المستخدم. يُعدّ استخدام قاطع دارة العطل الأرضي (GFCI) إحدى طرق التغلب على أوجه القصور في التأريض.

إلى جانب جهاز التيار المتبقي (RCD)، يُعتبر التأريض ضروريًا لمقاطعة مصدر الطاقة إذا كان هناك خلل في العزل — على سبيل المثال، إذا كان السلك المكهرب مفكوكًا ولمس السطح المعدني خارج أحد أجزاء المعدات. يقوم السلك الأرضي بتوجيه تيار العطل إلى الأرض، ما يمنع إصابة الأشخاص. يلتقط التوصيل الأرضي تيارات العطل، مما يسمح لأجهزة التيار المتبقي (RCDs) بقياسها وفصلها.

عند تأريض مكونات الدائرة وأجهزتها، يجب أن تتمتع الكبلات بمقاومة كهربائية أقل من العتبة القصوى لقاطع الخدمة الرئيسية:

- جهاز تيار متبقٍ 100 أوم لتيار 500 مللي أمبير
- جهاز تيار متبقٍ 167 أوم لتيار 300 مللي أمبير
- جهاز تيار متبقٍ 500 أوم لتيار 100 مللي أمبير

كلما انخفضت المقاومة، كان نظام التأريض يعمل بصورة أفضل.

مكونات نظام التأريض

يتم الاتصال بين الأجزاء المعدنية والتأريض باستخدام سلك ثالث في الدائرة الكهربائية. عادةً ما يكون للأسلاك الأرضية لون أصفر مخضر، ويجب أن يكون لها المقياس نفسه المُستخدم لأكبر سلك مستخدم في التركيبات لتوفير الحماية.

للتحقق مما إذا قد تم تركيب وصلة تأريض، ابحث عن النقاط التالية:

1. المقابس والمآخذ لها سن تأريض.
2. تُعدّ المقابس ذات سن التأريض مُتصلة بشبكة من 3 أسلاك.

3. ترتبط الأسلاك الأرضية جيدًا ببعضها على لوحة التوزيع، وعادةً من خلال وسادة تأريض أو شريط توصيل من المعدن.
4. يتم توصيل وسادة التأريض أو شريط التوصيل بالأرض، ويجب أن يتم هذا الارتباط بسلك ذي سمك عالٍ (على سبيل المثال، 16 ملم²).
5. هذا السلك متصل بالأرض.

كبلات التوصيل الأرضي قيد الاستخدام

يتكون نظام التأريض عادةً من موصل تأريض، وموصل الترابط، وقطب التأريض الخاص به (عادةً ما يكون قضيبًا أو نظامًا شبكيًا)، والتربة الملامسة للإلكترود. يُمكن اعتبار القطب الكهربائي مُحاطًا بحلقات متحدة المركز من الأرض أو التربة، وجميعها بدرجة السماكة نفسها - كل حلقة متتالية لها قيمة مقطع عرضي أكبر وتُوفر مقاومة أقل وأقل حتى يتم الوصول إلى نقطة، تُضاف عندها مقاومة ضئيلة.