مهنة الكهرباء الصناعية

الوحدة السادسة

الحماية الكهربائية

الصف الثاني

العام التدريبي (٢٠١٩ / ٢٠٢٠)

تم الإعداد والتطوير بواسطة شركة يات لحلول التعليم
تليفون: 27498297 (202+) - **محمول:** 01001726642 (2+)
Website: www.YATLearning.com - **E-Mail:** info@yat.com.eg

الفهرس

المعارف النظرية للوحدة ٣

مخاطر الكهرباء على الإنسان ٤
رموز عناصر التحكم والحماية ٦
التأريض (Earthing) ٧
المصهرات وأنواعها (Fuses) ١٠
القواطع الكهربائية (Circuit Breakers) ١٤
الفيز سيكونس ريليه (Phase Sequence Relay) ٢٠
جهاز الحماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد Under and Over Voltage Relay ٢٣
مرحل الحماية الحراري من الحمل الزائد (الاوفرلود) (Overload Relay) ٢٥
ريليه ارتفاع درجة الحرارة (Thermistor Relay) ٢٧

التدريبات العملية للوحدة ٤٠

١- الحماية بالتأريض "الأرضي" (Earthing) ٤١
٢- الحماية بالمصهرات (Fuses) ٤٦
٣- الحماية من زيادة التيار الكهربي والقصر "Short Circuit" عن طريق القاطع الحراري المغناطيسي ٥٠
٤- الحماية من تسرب التيار (Earth Leakage Circuit Breaker) ٥٤
٥- الحماية من تغيير حالة الفازات باستخدام مرحل الفيز سيكونس (Phase Sequence Relay) ٥٨
٦- الحماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد باستخدام ريليه (Over – Under Voltage Relay) ٦٢
٧- الحماية من زيادة التيار الكهربي عن طريق الريليه الحراري "أوفرلود ريليه" (Overload Relay) ٦٦
٨- الحماية من ارتفاع حرارة المحركات عن طريق PTC Relay ٧٠

المقدمة

الحماية الكهربائية تتم عبر العديد من الأدوات والأجهزة الكهربائية ودورها يتجلى في حماية الأجهزة الكهربائية من الإتلاف والأشخاص في حالة التعامل مع الأجهزة الكهربائية الموصولة بالتركيب الكهربائي من أخطار الصعق الكهربائي

نقدم في بداية الوحدة المعارف النظرية اللازمة لفهم مخاطر الكهرباء المختلفة، كذلك الأنواع المختلفة من المصهرات والقواطع الكهربائية وكذلك مرحلات الحماية الأساسية، وبالانتهاء من القسم النظري نقدم لك التدريبات العملية الخاصة بكل جزء والتي تغطي المعارف النظرية وتؤيدها بالخبرة العملية ونسبقها بتعليمات السلامة والأمان للتعامل معدات التحكم التقليدي بأسلوب امن.

ولقد راعينا في تصميم هذه الوحدة عدة اعتبارات هامة أولها: أن يستطيع الطالب الاعتماد على ذاته أكثر من الاعتماد على المدرب بإتباع الخطوات والتعليمات في التدريبات العملية بدقة حيث جعلنا الخطوات في كل تدريب أكثر تفصيلا لتناسب المرحلة العمرية والمستوى العلمي للمتدرب. ثانيها: تم الأخذ في الاعتبار التدريب على الأجهزة الأكثر شيوعا بالسوق المصري، ولكن يمكن تطبيق التدريبات على أي أنواع مماثلة.

لقد تم تصميم الوحدة بحيث يتبع كل باب للمعارف النظرية بمجموعة من الأسئلة المتنوعة والمتدرجة لتساعد المتدرب على اختبار معارفه وتثبيت معلوماته، بينما تبع كل تدريب عملي تقييم للطالب حسب معايير التقييم الخاصة بكل مهارة بالإضافة إلى اختبار عملي يبين مدى اكتساب الطالب للمهارة لتحقيق هدف التدريب في زمن قياسي محدد بالاختبار العملي.

أخيرا في نهاية هذه الوحدة قمنا بإضافة ملخص خاص بالمصطلحات الإنجليزية الهامة المستخدمة بالوحدة وذلك لتنمية مهارات اللغة الإنجليزية التي سيحتاجها المتدرب أثناء عملة في قراءة كتالوجات الشركات المنتجة الأجنبية وتعليمات التشغيل الهامة.

نقدم لك عزيزي المتدرب هذه الوحدة متمنيين لك كل النجاح والتوفيق في حياتك العملية المستقبلية.

فريق التأليف والإعداد لشركة

يات لحلول التعليم

المعارف النظرية للوحدة

مخاطر الكهرباء على الإنسان

تنشأ معظم أخطار التيار الكهربائي من التعامل الخاطئ لغير الفنيين للتجهيزات والآلات الكهربائية، لذلك يتحتم على فنيين الكهرباء المتخصصين من واقع تأهيلهم التعليمي والتدريبي معرفة تلك الأخطار وطرق تفادي مصادر الخطر وإزالتها فورا.

الكهرباء

الكهرباء أهم مصادر الطاقة في حياتنا اليومية والمؤثر الرئيسي في التطور الذي نشهده، ولكن وإلى جانب هذا المصدر العظيم للطاقة تكمن أخطار عديدة قد تؤدي إلى موت العديد من البشر أو إصابتهم، فلا يمكن لأي شخص التهاون أثناء استعمال الكهرباء والتعامل معها على الإطلاق. وفيما يلي شرحا مبسطا عن أهم مخاطر الكهرباء وطرق تجنبها.

مخاطر الكهرباء

إذا استخدمت الكهرباء بشكل خاطئ قد تتسبب بمخاطر كثيره وقد يحدث حالات وفاه، ومن مخاطر الكهرباء:

وجد أن جسم الإنسان يحتمل كحد أقصى ٥٠ فولت مستمر (50 V DC) أو ١٢٠ فولت متردد (120 V AC) بحد أقصى شدة تيار قدرها لا يتجاوز ٢٥-٣٠ مللي أمبير (25:30 mA).

- قد تتسبب في الموت، وذلك في حال حصول أي صدمة كهربائية أو تماس كهربائي لا يمكن السيطرة عليه، كما تحلق أضرارا بالمستخدمين، حيث إنها قد تتسبب في إصابتهم بالإعاقة، أو بالحروق بمختلف درجاتها البسيطة والشديدة، كما يمكن أن يصل هذا الضرر إلى العين، الأمر الذي يؤدي إلى العمى، أو إصابتها بالالتهاب، كما يمكن أن تؤثر على الجهاز العصبي للشخص، وبالتالي تحد من قدرته على الحركة، والسيطرة على النفس.

شكل رقم ١: الصدمة الكهربائية

- تسبب حدوث الحرائق، وذلك نتيجة وجود أسلاك معراه، أو نتيجة لقصر الدائرة (Short Circuit)، الأمر الذي يؤدي إلى نشوب الحرائق، وتلف الممتلكات العامة والخاصة على حد سواء، كما من الممكن أن تتسبب في إزهاق الأرواح نتيجة عدم القدرة على مغادرة المكان أثناء الحريق، مما يلحق بالمجتمعات خسائر بشرية ومادية.

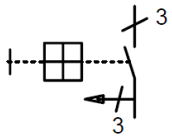
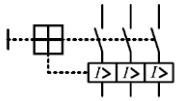
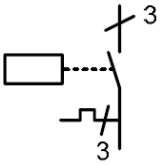
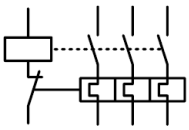
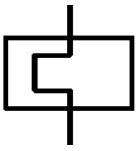
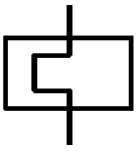
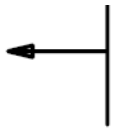
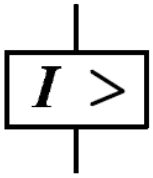
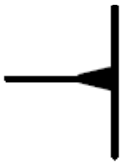
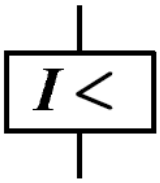
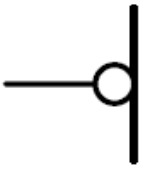
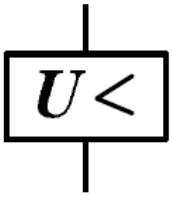
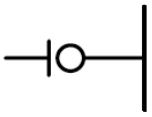
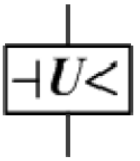
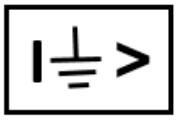
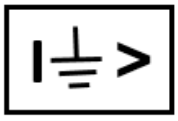
شكل رقم ٢: الحرائق التي تسببها الكهرباء

- تزيد من احتمالية حدوث انفجارات، وذلك في حالة سوء التوصيل أو الاستعمال غير الصحيح للأجهزة الكهربائية.

طرق الوقاية من المخاطر الكهربائية لتجنب المخاطر الكهرباء

- وضع الأسلاك المخصصة للإنارة في مواسير معزولة من الداخل، وتجنب تركها مكشوفة، لمنع وصول الحرارة أو الرطوبة إليها.
- قطع الأسلاك تبعا للطول المناسب، وتجنب عقدها، أو دقها بالمسامير لتقصيرها أو تقريبها من الجدران.
- مناسبة الأسلاك للتيار المار فيها؛ لتجنب حدوث حرائق. توصيل المعدات بمجمع أرضي ليتم تفريغ الشحنات الزائدة فيه حال تولدها. تجنب توصيل الكثير من الأجهزة في المقابس، لمنع ارتفاع درجة حرارتها، وبالتالي انفجارها.
- وضع إرشادات تحذيرية على الأجهزة الموصلة للتيارات الكهربائية، مثل قيمة التيار، وغيره.
- تجنب إصلاح الأجهزة الكهربائية أثناء توصيلها للتيار، والتأكد من عدم مروره فيها، كما يجب أن إصلاح هذه الأجهزة بيد عمال فنيين ذوي خبرة.
- إجراء صيانة دورية للكهربائيات، وإصلاح العطب فور اكتشافه.
- تجنب لصق الأشرطة والأوراق الملونة على الأسلاك، الأمر الذي يزيد من احتمالية التقاطها للشرر الكهربائي، وبالتالي حدوث الحرائق. استخدام المفاتيح العازلة للتيار الكهربائي، والمخصصة لذلك. تجنب استخدام السلالم المعدنية عند فتح الأجهزة الكهربائية أو محاولة إصلاحها.

رموز عناصر التحكم والحماية

م	اسم	Name	الرمز	الرمز التنفيذي
١	مفتاح قابض مع قاطع كهرومغناطيسي للوقاية من زيادة التيار	Switch with overload protection		
٢	مفتاح تلامس مع قاطع حراري للوقاية من زيادة التيار	Contactor with overload protection		
٣	متمم حراري يعمل (يفصل التيار) عند زيادة الحمل	Thermal Relay		
٤	قاطع كهرومغناطيسي يعمل عند زيادة التيار	Overcurrent circuit breaker		
٥	قاطع كهرومغناطيسي يعمل عند انخفاض التيار	Under current circuit breaker		
٦	قاطع يعمل عند الجهد المنخفض	Under voltage circuit breaker		
٧	قاطع يعمل عند جهد الخلل	Voltage circuit breaker		
٨	مصهر	Fuse		
٩	مرحل خطأ التأريض (الأرضي)	Earth Fault Relay		

التأريض (Earthing)

تعريف التأريض: هو عبارة عن اتصال كهربائي، بين جهاز كهربائي أو شبكة أجهزة من جهة، وكتلة الأرض، من جهة أخرى، يعمل التأريض على حماية المباني وعمل السلامة للمنظومة الكهربائية وللعاملين في المنشأة.

أهمية وميزة الأرضي (التأريض – Earthing)

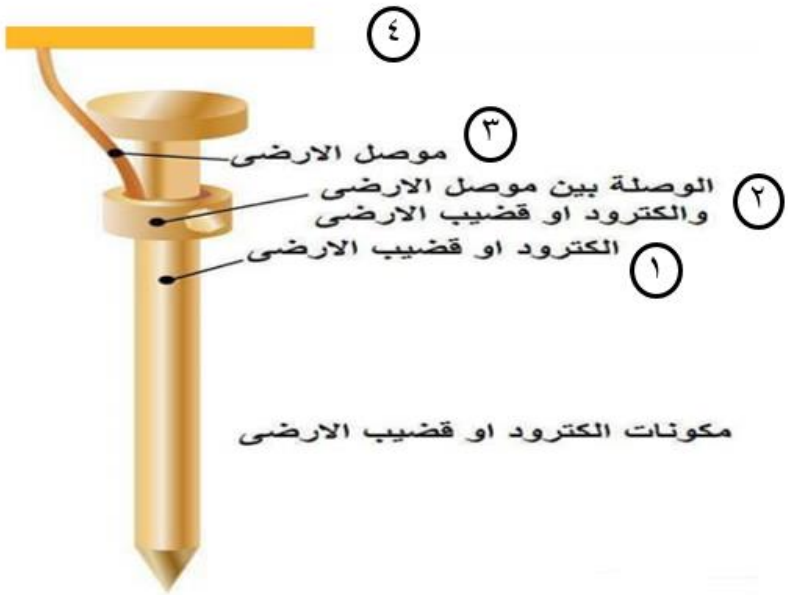
- يعمل التأريض على حماية المباني والأفراد من خطر الصواعق الكهربائية
- يعمل على الحماية من أضرار التفريغ الكهربائي.
- يعمل على حماية المعدات من أضرار التغيرات المفاجئة والكبيرة في جهد التغذية.
- يعمل على تأمين تشغيل المعدات والمنظومات الكهربائية.

تتكون منظومة التأريض بشكل عام من التالي:

- الأرض "التربة" التي يوضع فيها الإلكترود.
- الكترودات التأريض.
- كابلات التأريض.
- تجهيزات الربط والوصل.

مكونات نظام التأريض الكهربائي:

الشكل التالي يوضح نظام التأريض الكهربائي الأساسي:



شكل رقم ٣: مكونات نظام التأريض

١. قضيب التأريض.
٢. الوصلة بين موصل الأرضي وقضيب الأرضي.

٣. موصل التأريض (Earthing conductor)، وهو الموصل الذي يربط القضيب بطرف التأريض الرئيسي.
٤. طرف التأريض الرئيسي والذي يتم ربط باقي أطراف الأرضي في النظام به والذي يظهر في الشكل التالي.

شكل رقم ٤: طرف التأريض الرئيسي

شرح كيفية عمل التأريض للمباني والمنازل

يمكن عمل أرضي للمنازل والمباني السكنية باستخدام قضيب معدني واحد أو أكثر، بحيث يتم دفن قطعة أو صفيحة نحاس في التربة بهدف التماس الكهربائي مع الأرض ثم يوصل من فوق هذه الصفيحة سلك سميك حتى يتحمل التيارات العالية وتغرز في الأرض بواسطة الدق للوصول إلى طبقات الأرض ذات المقاومة النوعية القليلة وبالتالي الحصول على مقاومة أرضي أقل ما يمكن.

للحصول على مقاومة أقل يستخدم غالبا عدة قضبان تربط ببعضها على التوازي بواسطة موصلات أرضية لتكوين شبكة أرضية

حيث تربط كافة المعدات الكهربائية والهياكل المعدنية بالشبكة. من شروط الأرضي الجيد أن تكون مقاومته اقل ما يمكن وتتراوح عادة بين ١ – ٥ أوم لكن هذا يكون على حساب التكلفة الزائدة.

يفضل عمل عمود من النحاس حوالي ٣متر يكون من جزئيين ويتم ربطهما عن طريق قلاووظ ويتم ربط سلك الأرضي (Earth) بطرف العمود ومنه إلي الحمل المراد حمايته.

تعريفات فى عملية التأريض

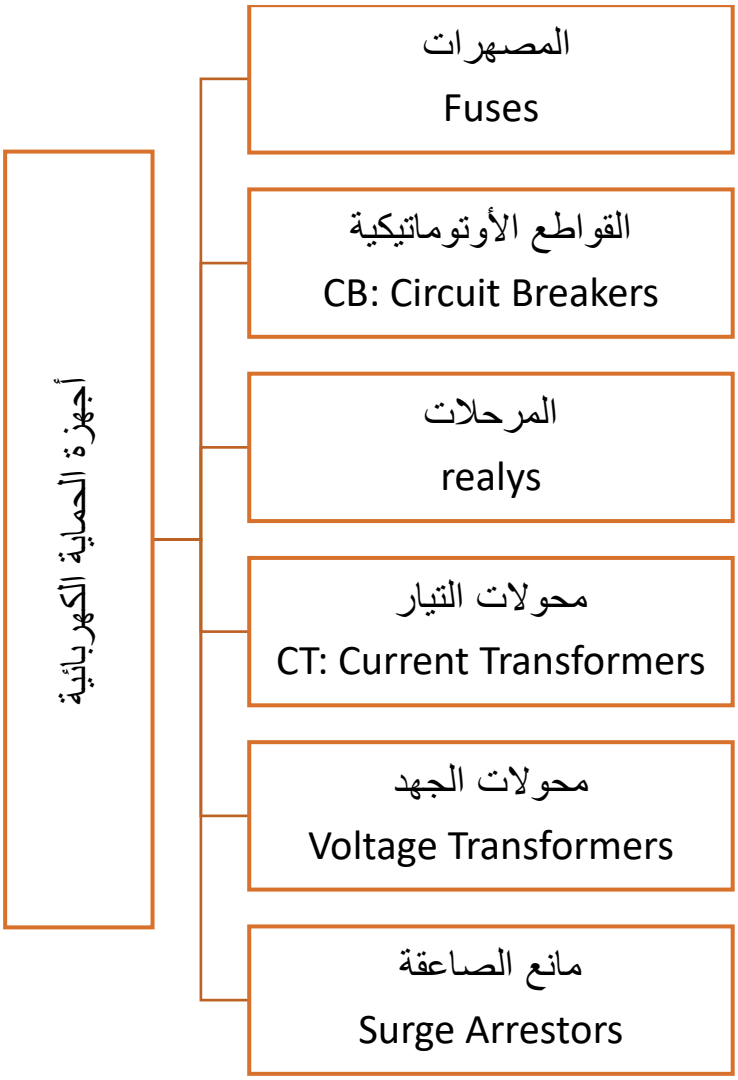
- **الشبكة الأرضية:** هي مجموعة الموصلات التي يتم بواسطتها إيجاد اتصال كهربائي جيد بين الأجزاء والهياكل المعدنية المكشوفة وبين كتلة الأرض.
- **الأرضي (Earth Pit):** هو مجموعة من الموصلات أو الأقطاب (Electrodes) التي تدفن في الأرض بحيث توفر تماسا جيدا وبأقل مقاومة ممكنة مع التربة المحيطة بها وبذلك تشكل واسطة الاتصال بين أجزاء الشبكة الأرضية الأخرى وكتلة الأرض.
- **موصل الأرضي الرئيسي (Main Earthling Lead):** الموصل الرئيسي الذي يربط مجموعة المعدات والأجهزة الكهربائية إلى الأرضي.
- **موصل الربط (Bonding Lead):** الموصل الذي يربط بين هيكل أو حاوية الجهاز أو المعدة الكهربائية إلى موصل الأرضي الرئيسي.
- **التأريض الإستاتيكي (Static Earthling):** ويستخدم لغرض ضمان تسرب الشحنات المستقرة التي تتولد في الحاويات والأوعية والخزانات.
- **التأريض لغرض الحماية من الصواعق:** ويستخدم لغرض تسريب التيارات العالية جدا التي تنتج عند حدوث تفريغ كهربائي ناتج عن الصواعق.

تعليمات الأمان أثناء قياس مقاومة الأرضي

- ممنوع لمس أي من الأسلاك أو الإلكترونات أثناء عمل الجهاز حتى لا يتعرض الشخص لصدمة كهربية.
- أثناء العمل بالقرب من فولت عالي يجب ارتداء قفازات وأحذية أمان.
- يجب تركيب فيوزات أمان عند العمل على أرضي متصل بشبكة الأرضي خصوصا عند الجهود العالية.
- يجب أن يكون الأفراد مدربون وعلى علم ببنود الأمان.

المصهرات وأنواعها (Fuses)

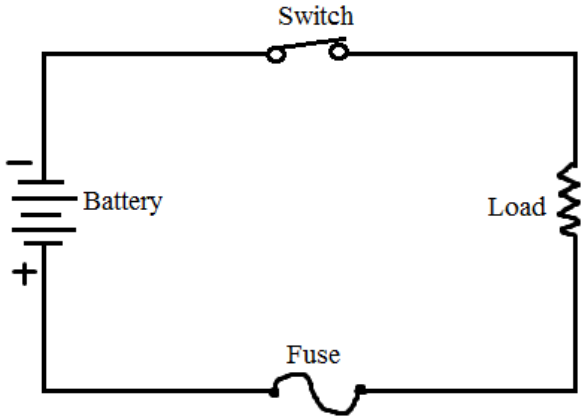
تشمل أنظمة الحماية الكهربية على العديد من الأجهزة، التي يمكن تصنيفها إلى ٦ أنواع حسب الشكل التالي.



شكل رقم ٥: أجهزة الحماية الكهربائية

المصهر "الفيوز" (Fuse) وطريقة عمله

يعرف المصهر (Fuse) بأنه جزء قصير من المعدن يوضع في دائرة كهربية على التوالي حيث ينصهر عند مرور تيار عالي به، مم يسبب بقطع مرور التيار بالدائرة وينصهر المصهر نتيجة ارتفاع درجة الحرارة في زمن يعتمد على قيمة التيار المار في الدائرة.



شكل رقم ٦: توصيل الفيوز على التوالي مع الحمل الكهربائي

التيار المقنن Rated Current of the Fuse

- يعرف بأنه القيمة العظمى التي يمكن أن تمر في المصهر دون أن ترتفع درجة حرارته إلى درجة الانصهار ولكن ترتفع درجة حرارته في حدود الدرجة المسموح بها.
- وتستخدم مواد عديدة في صناعة الجزء المعدني من المصهر وأهم هذه المواد النحاس والفضة وتفضل الفضة للأسباب الآتية:
  - الفضة غير معرضة لعملية الأكسدة.
  - توصيلية للفضة لا تتغير بارتفاع درجة الحرارة.
  - تتحول الفضة من الحالة الصلبة إلى حالة التسامي بسرعة.

أنواع المصهرات Types of Fuses

تنقسم المصهرات إلى تصنيفات عديده منها ما يلي:

أولا: حسب تحديد التيار

مصهرات محددة التيار Current Limiting Fuses

وفي هذا النوع من المصهرات يحدث قطع للتيار وبالتالي فتح الدائرة قبل الوصول بتيار القصر إلى قيمته العظمى خلال نصف الموجه الأول ويتكون في أبسط صورة من جسم من البلاستيك أو الخزف أو السيراميك وله غطاءان من المعدن على طرفيه والجسم المعدني الموصل وهو سلك من الفضة ويملأ الجسم بمسحوق من الكوارتز وهذا النوع من المصهرات يستخدم في الجهود العالية والمنخفضة.

المصهرات غير محددة التيار Non – Current Limiting Fuses

ومن أمثلتها مصهرات الطرد Expulsion Fuses وتتكون هذه المصهرات من الموصل الذي ينصهر عند ارتفاع درجة حرارته داخل أنبوبة من الفبر أو من مسحوق حامض البوريك المضغوط ولها نهاية مفتوحة وعند حدوث القصر ومرور تيار كبير فإن الموصل ينصهر ويظهر القوس الكهربي الذي يرفع درج

الحرارة فتتولد كمية من الغازات ترفع الضغط داخل أنبوبة المصهر مما يسبب انهيار الوسط الموصل ومنع مرور التيار الكهربائي ويتم طرد الغازات إلى الجو من الطرف الأعلى للأنبوبة.

ثانيا: حسب التكوين

المصهرات المملوءة بالمسحوق Powder Filled Fuses

وهي من أهم الأنواع وأكثرها شيوعا واستخداما:

شكل رقم ٧: المصهرات المملوءة مسحوق

المصهرات الصغيرة Miniature Fuses

وتستخدم لحماية الدوائر الإلكترونية:

شكل رقم ٨: المصهرات الصغيرة

المصهرات النصف مغلقة Semi-Enclosed Fuses

وتستخدم لحماية دوائر التوزيع:

شكل رقم ٩: المصهرات النصف مغلقة

المصهرات القدرة Power Fuses

شكل رقم ١٠: مصهرات القدرة

تحديد التيار المقنن للمصهر (Fuse Rated Current)

بالنسبة للأحمال الثابتة

يمكن استخدام المصهرات في هذه الحالة للحماية من ارتفاع التيار والقصر في نفس الوقت أو أي منهما. فإذا كانت الحماية لارتفاع التيار أو ارتفاع التيار بالإضافة للقصر فإن تيار الانصهار يجب ألا يزيد عن ١١٠% إلى ١٢٥% من التيار المقنن للحمل

بالنسبة للأحمال المتغيرة

- أحمال الإضاءة بمصابيح الفلورسنت والمحولات فإنه قد ينشأ زيادة في التيار نتيجة بدأ التشغيل وعليه فإن المصهرات المستخدمة يجب أن تكون في حدود ١٢٥% إلى ١٥٠% من قيمة التيار المقنن للأحمال.
- المحركات الكهربية بالنسبة لزيادة الأحمال فإنه يمكن استخدام ريلاى منفصل لذلك وفي حالة بدأ التشغيل فإن المحرك يقوم بسحب تيار عالي (Starting Current) قد يصل إلى أضعاف التيار المقنن وعليه فإنه يجب ملاحظة أن يكون منحنى تشغيل المصهر أو ريلاى زيادة الحمل خارج نطاق زمن بداية التشغيل حتى لا ينصهر المصهر أو يفصل الريلاي أثناء بداية التشغيل وتستخدم المصهرات في حدود من ١١٠%. ١٢٥% من الحمل المقنن بغرض حماية المحركات.

مميزات وعيوب المصهرات

مميزات المصهرات

- تعتبر وسيلة حماية رخيصة للأنظمة الكهربية من زيادة الأحمال أو حدوث القصر.
- الزمن اللازمة للتشغيل في المصهرات أقل منه في المفاتيح القطع.
- توفر العلاقة العكسية بين زمن التشغيل والتيار وإمكانية استخدام المصهر لحماية الأنظمة الكهربية من الزيادة إلى صيانة.
- لا تحدث ضوضاء أثناء عملية القطع.

عيوب المصهرات

- في حالة مرور تيار قصر كبير فإن الفصل بين مجموعة المصهرات الموصلة على التوالي في نظم القوى الكهربية يكون مستحيلا.
- لا يمكن توفير حماية ثانوية له.
- بعض المصهرات قد لا يكون تيار الانصهار فيها دقيقا مما يؤثر على الدوائر التي تقوم بحمايتها.

القواطع الكهربائية (Circuit Breakers)

يسمى قاطع الكهرباء أيضا بقاطع التيار أو قاطع الدائرة، في هذا الجزء سوف نشرح وظيفة القواطع الكهربائية وأنواعها وكيفية توصيلها كما سوف نوضح التقنيات المستخدمة بها.

شكل رقم ١١: أنواع من قاطع التيار

وظيفة قاطع التيار

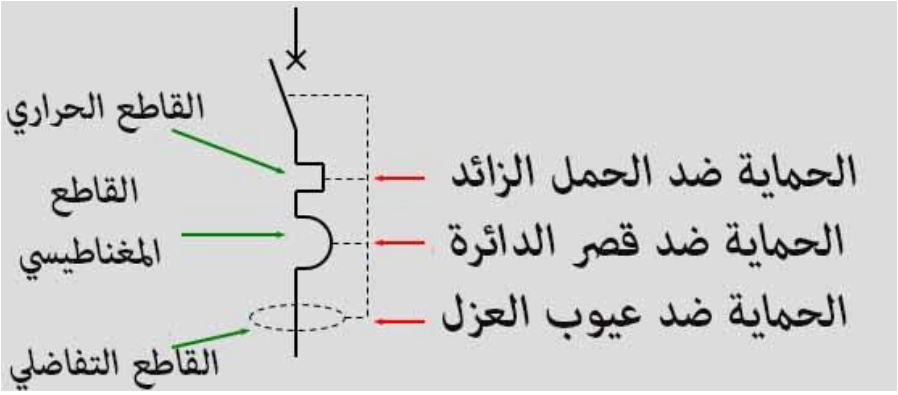
وظيفة قاطع التيار الأساسية هي حماية الإنسان والأجهزة الكهربائية من خطر التيار الكهربائي. وذلك عن طريق قطع الدائرة في حالة وجود:

- حمل زائد (Overload)
- قصر الدائرة (Short Circuit)
- تسرب التيار (Residual Current)

تقنيات القطع الثلاث الموجودة داخل قاطع التيار

في الصورة التالية رمز لقاطع تيار يحتوي على تقنيات القطع الثلاثة.

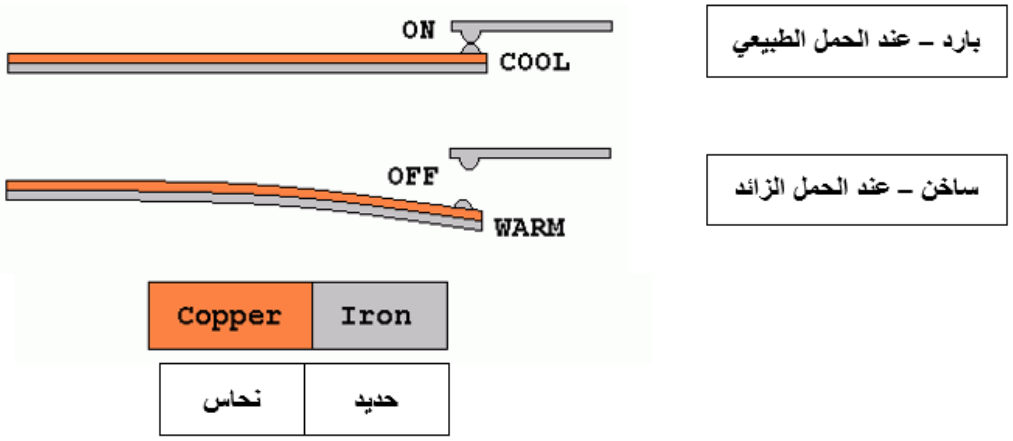
- القاطع الحراري (Thermal) يستعمل للحماية ضد الحمل الزائد (Overload) ويرمز له بنصف مستطيل.
- القاطع المغناطيسي (Magnetic) يستعمل للحماية من قصر الدائرة (Short Circuit) ويرمز له بنصف دائرة.
- القاطع التفاضلي (DDR) فيحمي الإنسان من تسرب التيار ويرمز له بالشكل البيضاوي.



شكل رقم ١٢: تقنيات الحماية داخل القواطع ورموزها

أولا: تقنية القطع الحراري

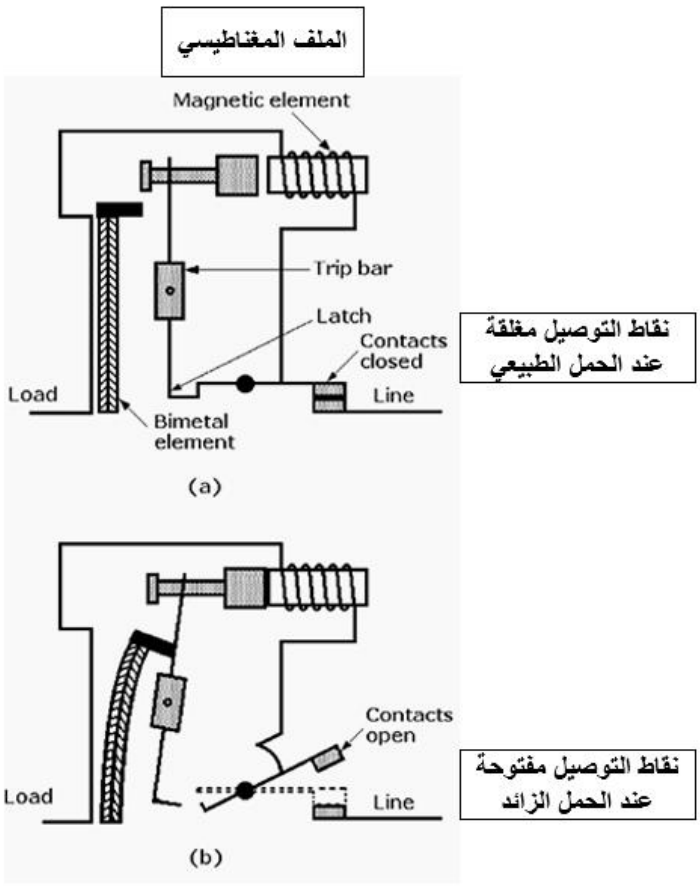
تستعمل تقنية القطع الحراري في القاطع الكهربائي في الحماية من الحمل الزائد (Overload Protection). وهي تتكون أساسا من صفيحتان معدنيتان متصلتان ببعضهما البعض أحدهما حديد والأخرى نحاسية، كما في الصورة التالية. وتتميز كل صفيحة بنسبة تمدد عند الحرارة مختلفة عن الصفيحة الأخرى. أي عندما تسخن الصفيحتان بفعل زيادة الحمل فإن هذا سينتج عنه انحناء الصفيحتان. ثم يتسبب هذا الانحناء الميكانيكي في فتح الدائرة وبالتالي قطع التيار.



شكل رقم ١٣: فكرة عمل القاطع الحراري

ثانيا: تقنية القطع المغناطيسي

ويتكون هذا القاطع من ملف كهربي يمر من خلاله التيار، فتتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة مغناطيسية ومنها إلى طاقة ميكانيكية في حالة وصلت قيمة التيار إلى قيمة تيار القطع المغناطيسي. ثم تتسبب هذه الطاقة الميكانيكية في فتح الدائرة. ويتميز هذا النوع من القواطع بسرعة قطعه للتيار.



شكل رقم ١٤: القاطع المغناطيسي

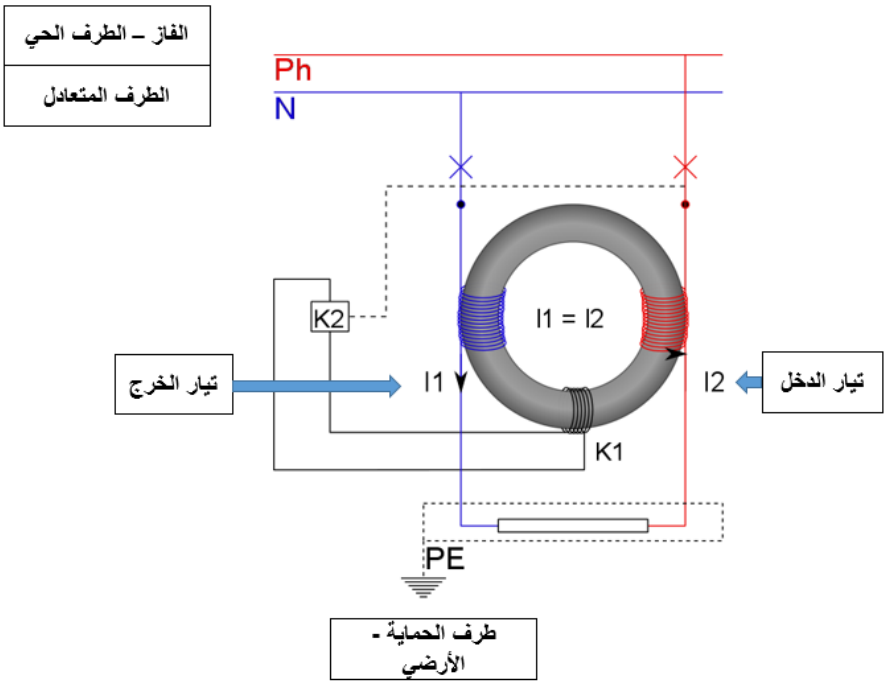
ثالثا: تقنية القطع التفاضلي (DDR)

القاطع التفاضلي يقوم بقياس الفرق بين التيار الداخل للدائرة والتيار الخارج منها. وإذا كان الفرق كبيرا فهذا يعني أن هناك تسرب تيار (Residual Current) بسبب عيوب في العزل أو بسبب مرور التيار في جسم الإنسان. وحتى يتمكن القاطع التفاضلي من معرفة الفرق في التيار يعتمد على:

- ملف يمر فيها تيار الفازة (الدخل)، كما هو موضح بالشكل التالي.
- ملف يمر فيها تيار الخط المتعادل (Neutral) ويمثل الخرج.
- ملف ثالث K1 مرتبطة بقاطع للتيار، يقطع التيار في حالة وجود تيار معين في الملف K1، وفيما يلي وصفا لحالتي العمل الأساسيتين:

الحالة العادية: تيار الفاز (I1) مساو لتيار الخط المتعادل (I2)، أي لا يوجد تسرب للتيار في هذه الحالة. بالإضافة إلى أن التدفق المغناطيسي في ملف الفاز مساو لنظيره في ملف الخط المتعادل (N). وهذا يعني أن التدفق المغناطيسي في الملف K1 يساوي ٠صفرا وبالتالي لن يحدث قطع للتيار.

حالة تسرب تيار: في هذه الحالة سيكون **هنالك** فرق في التيار الموجود في ملف الفاز وملف الخط المتعادل، ونتيجة لهذا التغير في التدفق المغناطيسي سيتكون تيار داخل الملف الثالث K1 وبالتالي سيحدث قطع للتيار عن طريق الملفK2



شكل رقم ١٥: القاطع التفاضلي

أنواع القواطع الكهربائية المنزلية

من أهم أنواع القواطع الكهربائية المنزلية نذكر ثلاثة أنواع وهي:

قاطع التيار الفرعي

سمي قاطع التيار الفرعي، لأنه يقطع التيار عن أحد أفرع لوحة التوزيع. يتكون قاطع التيار الفرعي من قاطع حراري وقاطع مغناطيسي معا. أي أن وظيفته الأساسية هي **حماية الأجهزة** المنزلية من الحمل الزائد وقصر الدائرة.

تيار القطع الخاص به فيقع اختياره حسب الأجهزة المرتبطة به وحسب قدرتها الكهربائية، فمثلا:

- المصابيح الكهربائية نختار لها قاطع بقيمة ١٠ أو ١٦ أمبير.
- المقابس الكهربائية نختار لها قاطع ١٦ أو ٢٠ أمبير.
- الأجهزة ذات القدرة الكبيرة كالفرن الكهربائي فهي تستوجب قواطع كهربائية بقيمة ٣٢ أمبير.

شكل رقم ١٦: قاطع فرعي ١٦ أمبير

قاطع التيار التفاضلي (DDR)

يحتوي قاطع التيار التفاضلي على تقنيات القطع الثلاثة التي ذكرناها. وهو من أهم أنواع القواطع الكهربائية المنزلية من ناحية الحماية. وذلك نظرا لأن وظيفته الأساسية هي حماية الإنسان من التيار الكهربائي. وهذه الوظيفة يتكفل بها القاطع التفاضلي داخله. حيث يقوم هذا الأخير بقطع الدائرة إذا تجاوز فرق الكهرباء (30 mA).

شكل رقم ١٧: القاطع التفاضلي

قاطع التيار العام (EDF)

يركب قاطع التيار العام عند دخل المصدر الرئيسي للكهرباء، ويستعمل من أجل قطع الكهرباء على كامل المنزل. ويستخدم كذلك كوسيلة للحماية من أحد طرق سرقة الكهرباء وهي استعمال السلك الأرضي كخط متعادل. لهذا السبب يحتوي هذا القاطع الكهربائي على قاطع تفاضلي بقيمة (500 mA) وهذه القيمة ليست للحماية فهي تعتبر كبيرة بالنسبة لحماية الإنسان لكنها لمنع سرقة الكهرباء، أما التيار الأقصى الذي يمر داخل قاطع التيار العلم فيقع اختياره حسب القدرة التي يحددها الفني المختص بتصميم كهرباء المنزل أو المنشأة:

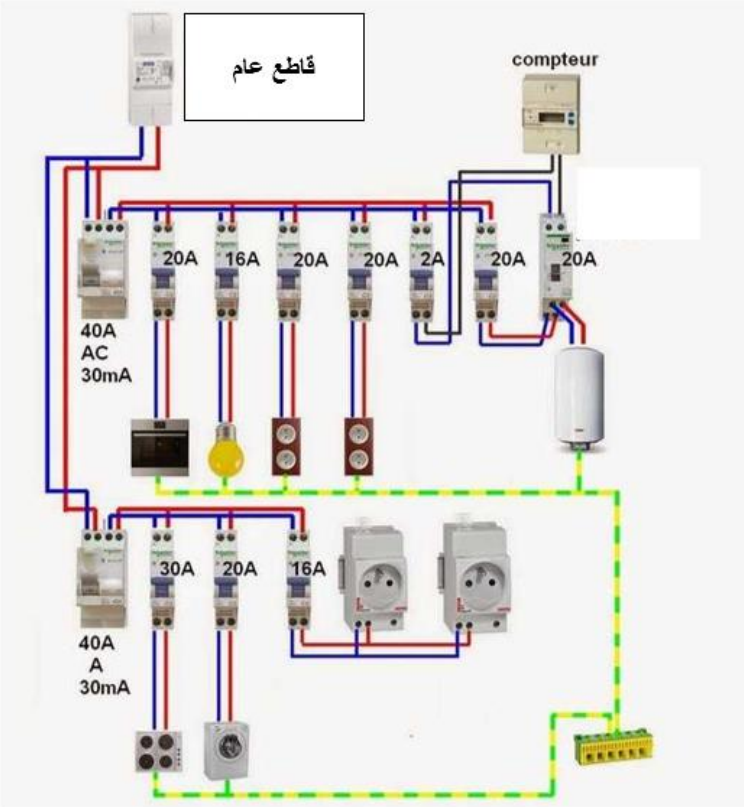
- 3kVA—-> 15A
- 6kVA—-> 30A
- 9kVA—-> 45A
- 12kVA—-> 60A

- **قاطع التيار العام قاطع تيار تفاضلي لكن بمميزات مختلفة.**
- **وحدة KVA (كيلو – فولت – أمبير).**

شكل رقم ١٨: قاطع عام

طريقة توصيل القواطع الكهربائية في اللوحة الكهربائية

الشكل التالي يوضح مخطط كهربي لمنزل والذي نجد فيه أنواع القواطع الكهربائية المنزلية الثلاث التي ذكرناها سابقا.



شكل رقم ١٩: مثال لتوصيل القواطع الكهربية

الفيز سيكونس ريليه (Phase Sequence Relay)

من المشاكل الأساسية التي تتسبب في تلف الأجهزة خاصة المحركات، هي عكس جهود الفازات (Phases) أو نقص أحدهما في حالة العمل مع الجهد ثلاثي الأوجه، من أجل فهم هذا الجهاز نفترض أن لدينا محرك حثي ثلاثي الأوجه:

تأثير حدوث انعكاس ترتيب الفازات الثلاثة

إذا حدث انعكاس في ترتيب الفازات، سوف نجد أن اتجاه دوران المحرك ينعكس مما يؤدى إلى حدوث تلف في الحمل الميكانيكي.

شكل رقم ٢٠: موتور ثلاثي الأوجه

تأثير نقص فازة على المحرك

إذا حدث نقص في أي من الثلاث فازات أثناء دوران المحرك.

- إذا كان المحرك يعمل، سيستمر في الدوران ولكن سيسخن (لان العزم المتولد قل لذلك يتم سحب أمبير اعلى لتعويض العزم المطلوب) لذلك يمكن أن يحترق المحرك إذا لم يكن عليه حماية اوفرلود (Overload Relay).
- إذا لم يكن المحرك يعمل. نجد عند تشغيله حدوث صوت "زنه" وعدم التمكن من الدوران وإذا بقي هكذا لمدة أطول سيتلف.

وللحماية من مثل هذه الأعطال يمكن استخدام مرحل الفيز سيكونس (Phase Sequence Relay) والذي يستخدم للحماية من الأخطاء التالي:

- عكس فازتين (2 Phases) كل منهما مكان الآخر
- نقص في أحد الفازات
- ارتفاع وانخفاض الجهد

ارتفاع وانخفاض الجهد

توجد بعض الأجهزة التي تجمع في عملها بين (Phase Sequence Relay) وأيضا حماية المحرك عند ارتفاع وانخفاض الجهد، كمثال إذا انخفض الجهد من (380 V AC) إلى (300 V AC) يتم فصل دائرة التحكم مما يحمي المحرك.

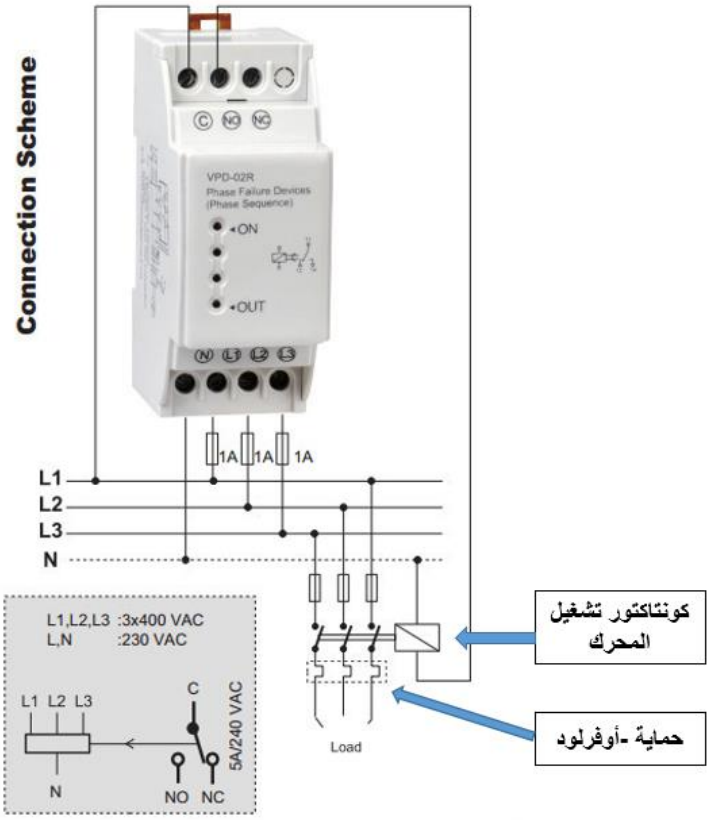
طريقة توصيل جهاز phase sequence

شكل رقم ٢١

يتم توصيل الثلاث فيزات L1 L2 L3 في المكان المخصص لهم في الجهاز (على التوازي مع كونتاكتور الموتور أو بشكل عام على التوازي مع الحمل) وأحيانا يتم توصيل الخط المتعادل (Neutral) أيضا، عادة يحتوي الجهاز على نقطتين أحدهما من النوع NO والأخرى NC، يتم توصيل نقطة مفتوحة NO من جهاز phase sequence توالى مع ملف الكونتاكتور الحمل ويمكن توصيل نقطة مغلقة NC مع لمبة بيان لتوضيح حدوث مشكلة سقوط في أي من الثلاث فازات وهذه التوصيلة غير ضرورية حيث عادة يحتوي الجهاز نفسه على لمبة بيان .

كيفية عمل مرحل الفيز سيكونس Phase Sequence Relay

في الوضع الطبيعي وعند انتظام الفازات الثلاثة وتواجدها بالترتيب، تغلق النقطة المفتوحة المتصلة بملف الكونتاكتور ويمكن تشغيل المحرك بأمان ولكن عند حدوث انعكاس أو تبديل في الفازات أو عند سقوط أحدهم. ترجع النقطة المتصلة مع ملف الكونتاكتور إلى وضعها الطبيعي (أي مفتوحة) لذلك يفصل الكونتاكتور في الحال ويقف المحرك لحمايته وحماية الحمل الميكانيكي المتصل به.



شكل رقم ٢٢: طريقة توصيل الفيز سيكونس ريليه (Phase Sequence Relay)

جهاز الحماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد Under and Over Voltage Relay

شكل رقم ٢٣: أحد أمثلة مرحل الحماية من ارتفاع وانخفاض الجهد

يستخدم مرحل الحماية (Over / Under Voltage Relay) لحماية دوائر التحكم من ارتفاع وانخفاض الجهد المفاجئ الذي يؤدي إلى تلف الأحمال الكهربائية، ويوجد الجهاز في عدة أنواع موضحة بالجدول التالي:

م	Name	الاسم	مثال
١	Single phase Over and Under Voltage Relay	مرحل حماية من ارتفاع وانخفاض الجهد الأحادي الوجه	
٢	Digital Over and Under Voltage Relay	مرحل حماية من ارتفاع وانخفاض الجهد الرقمي	

م	Name	الاسم	مثال
٣	Three Phase Over and Under Voltage Relay	مرحل حماية من ارتفاع وانخفاض الجهد الثلاثس الأوجه	
٤	DC Over and Under Voltage Relay	مرحل حماية من ارتفاع وانخفاض الجهد المستمر	

جدول رقم ١: أنواع مرحلات الحماية من ارتفاع وانخفاض الجهد

تكوين مرحل الحماية من ارتفاع وانخفاض الجهد الثلاثى الأوجه

كما يوضح الشكل التالي فمعظم الأنواع تتكون من ثماني عناصر أساسية

١. نقاط لتوصيل الفازات الثلاثة L1 - L2 - L3 وتوصيل الخط المتعادل (Neutral).

٢. نقاط التحكم وقد تختلف حسب الموديل.
٣. ليد بيان ON وتدل على أن قيمه الجهد سليم.
٤. لمبة UV (Under Voltage) فهي بيان لانخفاض الجهد حسب قيمه الجهد التي تم ضبطها.
٥. لمبة OV (Over Voltage) فهي بيان لزيادة قيمه الجهد عن القيمة التي تم ضبطها.
٦. أول مؤشر يتم استخدامه في تحديد نسبه نقصان (Under Voltage %) الجهد والتي عندها يتم تشغيل المرحل (تبديل حالة نقاطة من مفتوحة إلى مغلقة والعكس) وتكون المعايرة كنسبة من الجهد المقنن (Rated Voltage).
٧. ثاني مؤشر لتحديد نسبه الزيادة في الجهد (Over Voltage %) والتي عندها يتم تشغيل المرحل (تبديل حالة نقاطة من مفتوحة إلى مغلقة والعكس) وتكون المعايرة كنسبة من الجهد المقنن (Rated Voltage).
٨. ثالث مؤشر يستخدم في تحديد زمن التأخير (ON Delay Time) والذي إذا استمر هبوط أو زيادة الجهد خلاله سيتم تبديل النقاط.

مؤشر زمن التأخير (ON Delay) في غاية الأهمية حيث يساعد في عدم فصل الدائرة في حالة تغير الجهد لحظيا.

كيفية توصيل وعمل جهاز الحماية Under and Over Voltage Relay

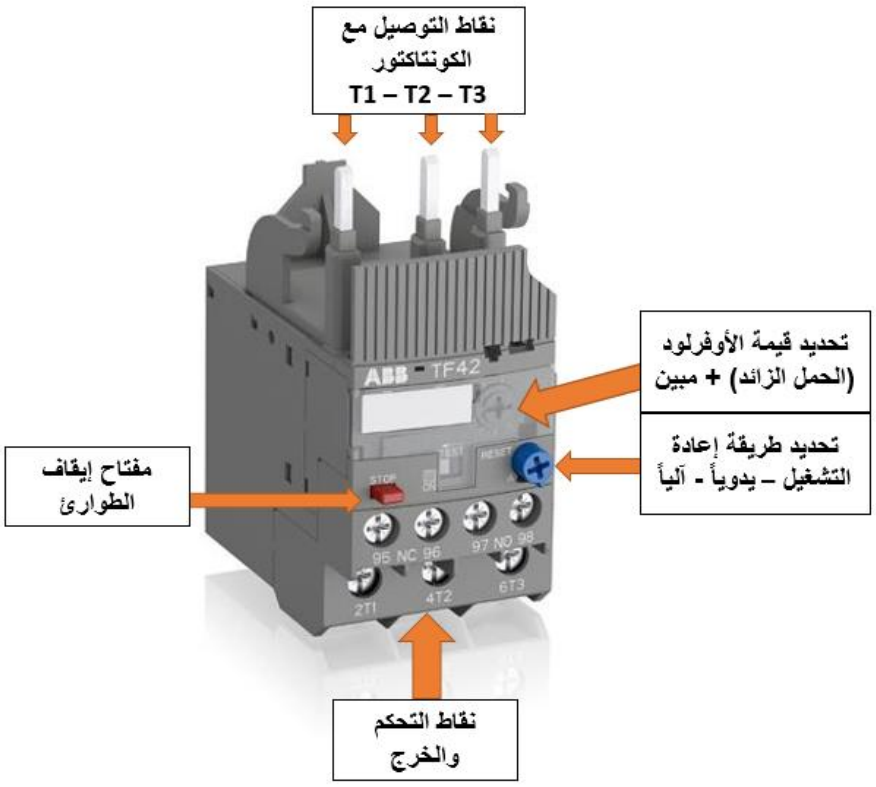
يتم توصيل الثلاث فازات بالمكان الخاص بهم بالجهاز وأيضا يتم توصيل "النيوترال" - الخط المتعادل (Neutral) ثم يتم توصيل النقطة المفتوحة NO بالتوالي مع ملف الكونتاكتور الخاص بالتشغيل للحمل، عند تشغيل الجهاز يتم تحويل النقطة المفتوحة إلى نقطه مغلقه وعند ذلك يتم تشغيل المحرك فعند حدوث انخفاض للجهد أو ارتفاع له عن نسبه معينه ولوقت معين (حسب الضبط) ليس تغير لحظي يقوم الجهاز بتبديل حالة نقاطة مره أخرى من مغلقة إلى مفتوحة ويتم فصل الحمل.

في حاله انتظام الجهد مرة أخرى يتم تبديل حالة نقاط التحكم للمرحل مرة أخرى ومن ثم يتم توصيل التيار مرة أخرى للحمل الكهربي.

مرحل الحماية الحراري من الحمل الزائد (الاوفرلود) (Overload Relay)

جهاز الاوفرلود هو جهاز يستخدم في حماية الموتور من ارتفاع شدة التيار عن طريق فصل دائرة المحرك عند زيادة تياره إلى حد معين (سبق معايرته وتحديده) ولكن لا يحميه من تيار الshort circuit ،

أي دائرة تحكم إلى يجب أن تحتوي على اوفرلود أو أكثر.. حتى يتم حماية جميع المحركات المراد التحكم بها



شكل رقم ٢٤: مرحل أوفرلود

تركيب جهاز الاوفرلود

١. ثلاث نقاط رئيسية تحمل أسماء T1, T2, T3

يتم توصيل (T1-T2-T3) بالنقاط الرئيسية للكونتاكتور (L1-L2-L3) ويتم توصيلها بالمحرك مع مراعات الترتيب.

٢. نقاط مساعدة عادة يكون عددها نقطتين فقط

- **النقطة الأولى:** وتكون من النوع NC وتحمل اسم ٩٥,٩٦ ويتم توصيلها على التوالي مع ملف الكونتاكتور في دائرة التحكم لتفصل الكونتاكتور ومن ثم المحرك في حالة وجود حمل زائد (Over Load).
- **النقطة الثانية:** وتكون من النوع NO وتحمل اسم ٩٧,٩٨ ويتم استخدامها في تشغيل لمبة بيان أو منبه (سارينه) للتنبيه عند حدوث (Over Load)

٣. مؤشر لتحديد قيمة تيار الفصل (Overload Current).

٤. مفتاح إعادة التشغيل (Reset)، يستخدم في إرجاع نقاط مرحل الاوفرلود إلى وضعها الطبيعي بعد الفصل ويمكن أن يتم ظبتها على وضع automatic حيث يقوم الجهاز بإرجاع وضع النقاط أوتوماتيكيا بعد حدوث الفصل بزمن معين.

٥. مفتاح الإيقاف للطوارئ (Stop Button)، ويستخدم في فصل النقاط الرئيسية لمرحل الأوفرلود أي جعلها مفتوحة

(ملحوظة: يمكن أن تكون النقطتين كالتالي: نقطة مشتركة تسمى ٩٥ ونقطة مغلقة تسمى ٩٦ ونقطة مفتوحة تسمى ٩٨)

طريقة عمل جهاز الاوفرلود

يحتوي مرحل الاوفرلود على ثلاثة ملفات حرارية تتصل بالتوالي مع المحرك وعندما تتعدى شدة تيار المحرك القيمة المضبوط عليها مؤشر الاوفرلود تتمدد هذه الملفات الحرارية وتقوم بتبديل وضع النقاط (حيث تتحول NO إلى مغلقة، وكذلك NC إلى مفتوحة) مما يسبب فصل الكونتاكتور ومن ثم المحرك أو الحمل المرتبط به، بعد معرفة سبب زيادة شدة التيار وعلاج المشكلة يتم الضغط مرة أخرى على Reset Button فتعود نقاطه الرئيسية للعمل وهنا يمكن تشغيل الحمل مرة أخرى.

ريليه ارتفاع درجة الحرارة (Thermistor Relay)

في الجزء التالي سنوضح وظيفة وطريقة عمل والأنواع الأساسية من مرحل الحماية من ارتفاع درجة الحرارة.

الوظيفة:

يستخدم ريليه ارتفاع درجات الحرارة لحماية الأحمال وخاصة المولدات والمحركات من ارتفاع درجة حرارتها.

الأنواع الرئيسية:

- النوع الأول: عبارة عن نقطة اتصال بين معدنين مختلفين (حيث يكون لهم معامل تمدد مختلف)، في حالة ارتفاع درجة حرارة ملفات المحرك يفصل ذلك الكونتاكت "نقطة الاتصال" فيقطع التيار عن الكونتاكتور وبالتالي الخاص بالمحرك.
- النوع الثاني: يستخدم مقاومات حرارية لها معامل حراري موجب، PTC (Positive Temperature Coefficient) موصلة على التوالي وموضوعة داخل ملفات المولد أو المحرك (حيث يخصص لكل وجه مقاومة حرارية)، وعند ارتفاع درجة حرارة الملفات تزداد قيمة المقاومة المحصلة لمقاومات PTC وعند وصول قيمتها إلى حد معين يحدث فصل مغناطيسي للريليه

تكوين المرحل الحراري (PTC)

١. مكان توصيل الحساس (T1-T2 PTC).
٢. طرفي الملف (Coil) (A1-A2).
٣. نقاط تحكم مفتوحة بالطبيعة (NO)، والتي يتم توصيلها على التوالي مع ملف كونتاكتور المحرك، فإذا زادت الحرارة يتم غلق هذه النقطة ومن ثم فتح مسار التيار وتوقف تشغيل المحرك لحمايته.
٤. نقاط تحكم مغلقة بالطبيعة (NC)، يمكن أن تستخدم مع لمبة بيان.

شكل رقم ٢٥: مرحل حماية من زيادة الحرارة

أسئلة المعارف النظرية

١. ضع علامة صح أو خطأ أمام العبارات التالية.

رقم	السؤال	صح أم خطأ
١	جسم الإنسان يحتمل كحد أقصى ٥٠ فولت مستمر (50 V DC) أو ١٢٠ فولت متردد (120 V AC)	
٢	للحصول على مقاومة أقل يستخدم غالبا عدة قضبان تربط ببعضها على التوالي بواسطة موصلات أرضية لتكوين شبكة أرضية	
٣	يفضل عمل عمود من النحاس حوالي ١ متر لعملية التأريض.	
٤	وظيفة قاطع التيار الأساسية هي حماية الإنسان والأجهزة الكهربائية من خطر التيار الكهربائي.	
٥	مؤشر زمن التأخير (ON Delay) في ريليه الحماية من تغير الجهد يساعد في عدم فصل الدائرة في حالة تغير الجهد لحظيا.	
٦	في حاله انتظام الجهد في دائرة ريليه الحماية من تغير الجهد مرة أخرى لا يتم تبديل حالة نقاط التحكم للمرحل مرة أخرى ومن ثم يلزم إعادة التشغيل يدويا.	

٢. اختر الإجابة الصحيحة أو الإجابات الصحيحة مما يلي.

رقم	السؤال			
١	موصل التأريض (Earthing conductor) هو:			
	(أ) الموصل الذي يربط القضيب بطرف التأريض الرئيسي	(ب) قضيب التأريض	(ج) الوصلة بين موصل الأرضي وقضيب الأرضي.	(د) هو الطرف الذي يتم ربط باقي أطراف الأرضي في النظام به والذي يظهر في الشكل التالي.
٢	طرف التأريض الرئيسي هو:			
	(أ) الموصل الذي يربط القضيب بطرف التأريض الرئيسي	(ب) قضيب التأريض	(ج) الوصلة بين موصل الأرضي وقضيب الأرضي.	(د) هو الطرف الذي يتم ربط باقي أطراف الأرضي في النظام به والذي يظهر في الشكل التالي.

رقم	السؤال			
٣	القاطع الحراري (Thermal)			
	(أ) يستعمل للحماية ضد الحمل الزائد (Overload) ويرمز له بنصف مستطيل.	(ب) يستعمل للحماية من قصر الدائرة (Short Circuit) ويرمز له بنصف دائرة.	(ج) فيحمي الإنسان من تسرب التيار ويرمز له بالشكل البيضاوي.	(د) يستعمل للحماية من زيادة الضغط على الحمل الكهربي
٤	القاطع المغناطيسي (Magnetic)			
	(أ) يستعمل للحماية ضد الحمل الزائد (Overload) ويرمز له بنصف مستطيل.	(ب) يستعمل للحماية من قصر الدائرة (Short Circuit) ويرمز له بنصف دائرة.	(ج) فيحمي الإنسان من تسرب التيار ويرمز له بالشكل البيضاوي.	(د) يستعمل للحماية من زيادة الضغط على الحمل الكهربي
٥	القاطع التفاضلي (DDR)			
	(أ) يستعمل للحماية ضد الحمل الزائد (Overload) ويرمز له بنصف مستطيل.	(ب) يستعمل للحماية من قصر الدائرة (Short Circuit) ويرمز له بنصف دائرة.	(ج) فيحمي الإنسان من تسرب التيار ويرمز له بالشكل البيضاوي.	(د) يستعمل للحماية من زيادة الضغط على الحمل الكهربي

٣. عرف كل من:
   - التأريض.
   - المصهر "الفيوز".
   - القاطع الكهربي.
   - القاطع المغناطيسي.
   - القاطع الحراري.
   - ريليه الفيز سيكونس.
   - ريليه الحراري أوفرلود.
   - ريليه الحماية من تغير الجهد (Over/Under Voltage)
   - ريليه الحماية من زيادة حرارة الحمل.
   - التيار المقنن.
٤. عدد أهمية التأريض.
٥. مما يتكون نظام التأريض؟

٦. اشرح كيفية عمل التأريض للمباني والمنازل.

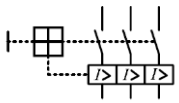
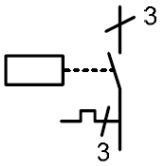
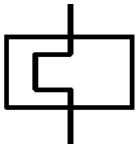
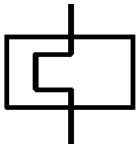
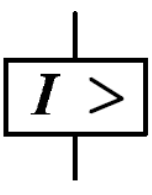
٧. عدد مميزات وعيوب المصهرات.

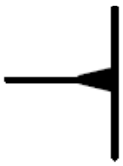
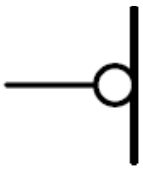
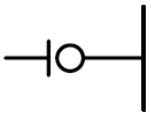
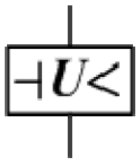
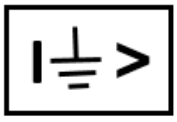
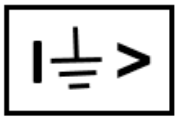
٨. اشرح طريقة توصيل كل من:

- ريليه الفيز سيكونس.
- ريليه الحراري أوفرلود.
- ريليه الحماية من تغير الجهد (Over/Under Voltage)
- ريليه الحماية من زيادة حرارة الحمل.

٩. أكمل ما يأتي بما يناسب:

- يعرف ..... بأنه جزء قصير من المعدن يوضع في دائرة كهربية على ..... حيث ..... عند مرور تيار عالي به، مم يسبب بقطع مرور التيار بالدائرة.
- في دائرة الـ ... ريليه يتم توصيل الثلاث فيزات L1 L2 L3 في المكان المخصص لهم في الجهاز (على التوازي مع كونتاكتور الموتور أو بشكل عام على .... مع الحمل).
- في دائرة ..... ريليه، يحتوي الجهاز على نقطتين أحدهما من النوع NO والأخرى NC، يتم توصيل نقطة مفتوحة NO ..... مع ملف الكونتاكتور الحمل ويمكن توصيل نقطة مغلقة NC مع لمبة بيان لتوضيح حدوث مشكلة.

م	اسم	الرمز	الرمز التنفيذي
١	مفتاح قابض مع قاطع كهرومغناطيسي للوقاية من زيادة التيار		
٢	مفتاح تلامس مع قاطع حراري للوقاية من زيادة التيار		
٣			
٤			

م	اسم	الرمز	الرمز التنفيذي
٥	قاطع كهرومغناطيسي يعمل عند انخفاض التيار		
٦	قاطع يعمل عند الجهد المنخفض		
٧			
٨	مصهر		
٩			

تعليمات الأمن والسلامة

شكل رقم ٢٦: صورة لتوضيح تعليمات الصحة والسلامة

١. يجب توعية جميع المتدربين بمخاطر الكهرباء، وطرق الوقاية منها، وأهمية التزامهم بقواعد وتعليمات السلامة، واستخدام معدات الوقاية الشخصية.
٢. يجب أن تكون جميع الأجهزة والمعدات الكهربائية مطابقة لمواصفات السلامة والصحة المهنية ويجب أن تكون العلامات المثبتة عليها واضحة وسهلة القراءة.
٣. يجب فصل التيار عن أي معدة أو جهاز قبل إجراء أعمال صيانة به مع وضع لافتة عند مكان الفصل حتى ولا يتم إعادة التيار إلا بواسطة المختصين
٤. يجب التحقق من أن جميع المقابس مدخلة بشكل صحيح لضمان عدم سخونتها وتسببها لحريق.
٥. يجب تجنب وضع منافذ كهربائية قريبة من مصادر المياه كالمغاسل ودورات المياه.
٦. يجب ترقيم جميع الفيوزات والقواطع الكهربائية في لوحة الكهرباء حتى يسهل التعرف على كل فيوز أو قاطع بكل.
٧. يجب التأكد دائما من سلامة المنفذ الكهربائي والاهتمام بإبدال وإصلاح كل ما هو متضرر.
٨. يجب عمل الاختبار الدوري لوسائل الحماية للتأكد من صلاحيتها وخلوها من الأعطال مثل تمزق العوازل – لفائف المحركات... وغيرها.
٩. لا يجب تحمل مصدر التيار بأكثر من طاقته حيث يؤدى ذلك لحدوث حريق.

١٠. لا يجب تمرير أسلاك الكهرباء عبر النوافذ أو الأبواب أو تحت السجاد وكذلك لا يجب أن تعلق على مسامير أو بالقرب من مصدر حرارة. .

١١. يجب عدم زيادة طول التوصيلة الكهربائية بإيصالها بتوصيلة أخرى.

١٢. يجب عدم استخدام السلالم المعدنية أو العدد اليدوية غير المعزولة عند العمل في الأجهزة الكهربائية .

١٣. يجب تدريب العاملون في مجال الكهرباء على استخدام الطفايات المناسبة للاستعمال في حرائق الكهرباء

١٤. يجب أن تتوفر أجهزة القياس اللازمة لإجراء الفحوص والاختبارات الهامة مثل التيار، الجهد، مقاومة العزل، ومقاومة التأريض.

١٥. يجب إيقاف تشغيل المعدات والأجهزة الكهربائية المعيبة وإصلاحها بأسرع وقت ممكن.

١٦. يجب التأكد من وجود المواد العازلة على الأجهزة والعدد الكهربائية وكسوتها بغلاف واقي في حالة عدم وجوده عليها.

١٧. لا يجب لمس الشخص المصاب بالصدمة الكهربائية إذا كان لا يزال ممسكا للتيار الكهربائي فيجب محاولة قطع. التيار أولا؛ وإذا لم تتمكن من فصل التيار الكهربائي فاسحب أو ادفع المصاب بعيدا عن التيار بواسطة قطعة من Non-conducting material مثل الخشب – حبل جاف – قطعة قماش أو أي مادة غير موصلة للتيار الكهربائي.

١٨. يجب إبعاد المواد سريعة الاشتعال (الغازات – الكيماويات... وغيرها) عن مواقع الأجهزة الكهربائية خوفا من حدوث الحرائق.

١٩. يجب تبريد بعض الأجهزة الكهربائية (المحولات) بالسوائل المناسبة لخفض درجة حرارتها، وعدم تعرض الأجهزة الكهربائية ومكوناتها للرطوبة والغبار والغازات.

٢٠. يجب توفير أجهزة ومعدات إطفاء الحريق المناسبة وتوزيعها بشكل يغطي جميع أماكن العمل وخاصة الخطرة منها.

تعليمات السلامة عند استعمال العدد اليدوية في ورشة الكهرباء:

١. لا يجب أبدا استعمال عدة غير ملائمة للعمل أو عدة بديلة مؤقتة، يجب الحصول على العدة الملائمة والتأكد أن المعدة ذات الحجم المناسب الصحيح لأداء العمل بأمان.

٢. يجب إبعاد أية عدد أو معدات تالفة أو غير سليمة وعدم استعمالها مطلقا ووضع لافتة عليها تفيد بذلك حتى لا يستعملها شخص آخر عن طريق الخطأ وتتسبب في إصابته.

٣. يجب فحص العدد اليدوية قبل استخدامها والتأكد من أنها سليمة.

٤. لا يجب استعمال مفاتيح الربط التي تكون فكوكها مشوهة أو بالية.

٥. لا يجب استعمال الأدوات ذات المقابض الخشبية المتشققة.

٦. يجب حفظ العدد في حالة نظيفة وحال الانتهاء من العمل بها يجب تنظيفها ووضعها في مكانها المعد لها (صندوق العدة) أو تثبيتها على لوحة بالحائط.

٧. يجب تثبيت القطعة المراد العمل عليها على طاولة ذات سطح مستو ولا تمسكها في يدك وتعمل عليها.

٨. يجب استعمال العدد ذات المقابض المعزولة (Insulated Handles). وذلك للعمل في الأجهزة الكهربائية

٩. يجب تجنب استعمال وصلات لإطالة يد مفاتيح الربط حتى لا تتعرض للإصابة.

١٠. يجب عدم حفظ العدد في جيبك أثناء العمل ويفضل وضعها في حقيبة خاصة مع تغطية أطراف العدد ذات الأطراف الحادة حتى لا تتسبب في حدوث جروح.

١١. يجب التأكد من أن جميع العدد الكهربائية اليدوية موصولة بالأرض (Grounded) وأن المادة العازلة على الأسلاك الكهربائية الخاصة بها سليمة.

١٢. يجب عدم قذف العدد إلي أعلي أو إلى أسفل ويفضل استخدام حقيبة خاصة وحبل لرفع العدد أو إنزالها في حالة العمل بأماكن عالية.

١٣. يجب ألا تستخدم الأدوات الكهربائية اليدوية في الأماكن الخطرة (الأماكن الموجود بها أبخرة للمواد القابلة للاشتعال) ما لم تكن هذه المعدات مصممة للعمل في هذه الأماكن.

١٤. يجب التأكد من وجود أغطية الحماية على جميع العدد التي بها أجزاء دوارة قبل استعمالها.

١٥. يجب تبليغ رئيسك المباشر أو المشرف فورا عن أية تلفيات أو تشوهات في العدد اليدوية حتى يتم إبعادها حتى لا تتسبب في حدوث إصابات.

١٦. يجب وضع ملصق خاص على العدد والأدوات غير الصالحة ولا يتم استعمالها، وإذا كان بالإمكان إصلاحها يتم هذا الإصلاح وبعدها يتم إزالة الملصق أما إذا لم يكن من الممكن إصلاحها يتم إبعادها نهائيا من العمل.

أسئلة للمراجعة

١. ضع علامة صح أو خطأ أمام العبارات التالية.

رقم	السؤال	صح أم خطأ
١	جسم الإنسان يحتمل كحد أقصى ٥٠ فولت مستمر (50 V DC) أو ١٢٠ فولت متردد (120 V AC)	
٢	للحصول على مقاومة أقل يستخدم غالبا عدة قضبان تربط ببعضها على التوالي بواسطة موصلات أرضية لتكوين شبكة أرضية	
٣	يفضل عمل عمود من النحاس حوالي ١ متر لعملية التأريض.	
٤	وظيفة قاطع التيار الأساسية هي حماية الإنسان والأجهزة الكهربائية من خطر التيار الكهربائي.	
٥	مؤشر زمن التأخير (ON Delay) في ريليه الحماية من تغير الجهد يساعد في عدم فصل الدائرة في حالة تغير الجهد لحظيا.	
٦	في حاله انتظام الجهد في دائرة ريليه الحماية من تغير الجهد مرة أخرى لا يتم تبديل حالة نقاط التحكم للمرحل مرة أخرى ومن ثم يلزم إعادة التشغيل يدويا.	

٢. اختر الإجابة الصحيحة أو الإجابات الصحيحة مما يلي.

رقم	السؤال			
١	موصل التأريض (Earthing conductor) هو:			
	(أ) الموصل الذي يربط القضيب بطرف التأريض الرئيسي	(ب) قضيب التأريض	(ج) الوصلة بين موصل الأرضي وقضيب الأرضي.	(د) هو الطرف الذي يتم ربط باقي أطراف الأرضي في النظام.
٢	طرف التأريض الرئيسي هو:			
	(أ) الموصل الذي يربط القضيب بطرف التأريض الرئيسي	(ب) قضيب التأريض	(ج) الوصلة بين موصل الأرضي وقضيب الأرضي.	(د) هو الطرف الذي يتم ربط باقي أطراف الأرضي في النظام.
٣	القاطع الحراري (Thermal)			
	(أ) يستعمل للحماية ضد الحمل الزائد (Overload) ويرمز له بنصف مستطيل.	(ب) يستعمل للحماية من قصر الدائرة (Short Circuit) ويرمز له بنصف دائرة.	(ج) فيحمي الإنسان من تسرب التيار ويرمز له بالشكل البيضاوي.	(د) يستعمل للحماية من زيادة الضغط على الحمل الكهربي

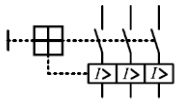
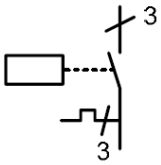
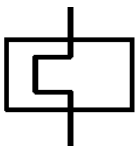
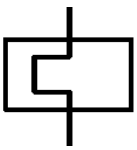
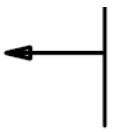
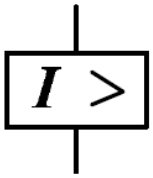
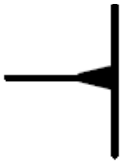
رقم	السؤال			
٤	القاطع المغناطيسي (Magnetic)			
	(أ) يستعمل للحماية ضد الحمل الزائد (Overload) ويرمز له بنصف مستطيل.	(ب) يستعمل للحماية من قصر الدائرة (Short Circuit) ويرمز له بنصف دائرة.	(ج) فيحمي الإنسان من تسرب التيار ويرمز له بالشكل البيضاوي.	(د) يستعمل للحماية من زيادة الضغط على الحمل الكهربي
٥	القاطع التفاضلي(DDR)			
	(أ) يستعمل للحماية ضد الحمل الزائد (Overload) ويرمز له بنصف مستطيل.	(ب) يستعمل للحماية من قصر الدائرة (Short Circuit) ويرمز له بنصف دائرة.	(ج) فيحمي الإنسان من تسرب التيار ويرمز له بالشكل البيضاوي.	(د) يستعمل للحماية من زيادة الضغط على الحمل الكهربي

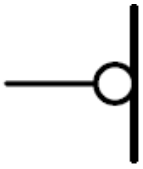
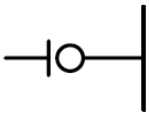
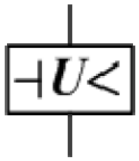
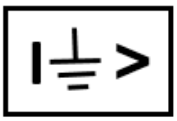
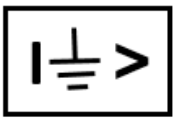
٣. عرف كل من:
   - التأريض.
   - المصهر "الفيوز".
   - القاطع الكهربي.
   - القاطع المغناطيسي.
   - القاطع الحراري.
   - ريليه الفيز سيكونس.
   - ريليه الحراري أوفرلود.
   - ريليه الحماية من تغير الجهد (Over/Under Voltage)
   - ريليه الحماية من زيادة حرارة الحمل.
   - التيار المقنن.
٤. عدد أهمية التأريض.
٥. مما يتكون نظام التأريض؟
٦. اشرح كيفية عمل التأريض للمباني والمنازل.
٧. عدد مميزات وعيوب المصهرات.
٨. اشرح طريقة توصيل كل من:
   - ريليه الفيز سيكونس.
   - ريليه الحراري أوفرلود.

- ريليه الحماية من تغير الجهد (Over/Under Voltage)
- ريليه الحماية من زيادة حرارة الحمل.

٩. أكمل ما يأتي بما يناسب:

- يعرف ..... بأنه جزء قصير من المعدن يوضع في دائرة كهربية على ..... حيث ..... عند مرور تيار عالي به، مم يسبب بقطع مرور التيار بالدائرة.
- في دائرة الـ ... ريليه يتم توصيل الثلاث فيزات L1 L2 L3 في المكان المخصص لهم في الجهاز (على التوازي مع كونتاكتور الموتور أو بشكل عام على .... مع الحمل).
- في دائرة ..... ريليه، يحتوي الجهاز على نقطتين أحدهما من النوع NO والأخرى NC، يتم توصيل نقطة مفتوحة NO ..... مع ملف الكونتاكتور الحمل ويمكن توصيل نقطة مغلقة NC مع لمبة بيان لتوضيح حدوث مشكلة.

م	اسم	الرمز	الرمز التنفيذي
١	مفتاح قابض مع قاطع كهرومغناطيسي للوقاية من زيادة التيار		
٢	مفتاح تلامس مع قاطع حراري للوقاية من زيادة التيار		
٣			
٤			
٥	قاطع كهرومغناطيسي يعمل عند انخفاض التيار		

م	اسم	الرمز	الرمز التنفيذي
٦	قاطع يعمل عند الجهد المنخفض		
٧			
٨	مصهر		
٩			

التدريبات العملية للوحدة

الحماية بالتأريض "الأرضي" (Earthing)			
تدريب رقم	١	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب عمل خط تأريض رئيسي وربطه بلوحة التوزيع الرئيسية.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
معدات الحفر بالتربة.	فحم
جهاز قياس متعدد الأغراض (AVO)	عمود نحاسي ١٦ مم^2 بطول ٢ إلى ٣ أمتار.
شنطة عدة متكاملة لاستخدامها في أعمال تعرية وقطع وربط الأسلاك	ملح
	أسلاك خاصة بالتأريض (ذات لون أخضر – أصفر) ١٠مم

جدول رقم ٢: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

التأريض: هو عبارة عن اتصال كهربائي، بين جهاز كهربائي أو شبكة أجهزة من جهة، وكتلة الأرض، من جهة أخرى، يعمل التأريض على حماية المباني وعمل السلامة للمنظومة الكهربائية وللعاملين في المنشأة.

مكونات نظام التأريض الكهربائي:

الشكل التالي يوضح نظام التأريض الكهربائي الأساسي:

شكل رقم ٢٧: مكونات نظام التأريض

شرح كيفية عمل التأريض للمباني والمنازل

يمكن عمل أرضي للمنازل والمباني السكنية باستخدام قضيب معدني واحد أو أكثر، بحيث يتم دفن قطعة أو صفيحة نحاس في التربة بهدف التماس الكهربائي مع الأرض ثم يوصل من فوق هذه الصفيحة سلك سميك حتى يتحمل التيارات العالية وتغرز في الأرض بواسطة الدق للوصول إلى طبقات الأرض ذات المقاومة النوعية القليلة وبالتالي الحصول على مقاومة أرضي أقل ما يمكن.

شكل رقم ٢٨: كابل الحماية - الأرضي

خطوات تنفيذ التدريب

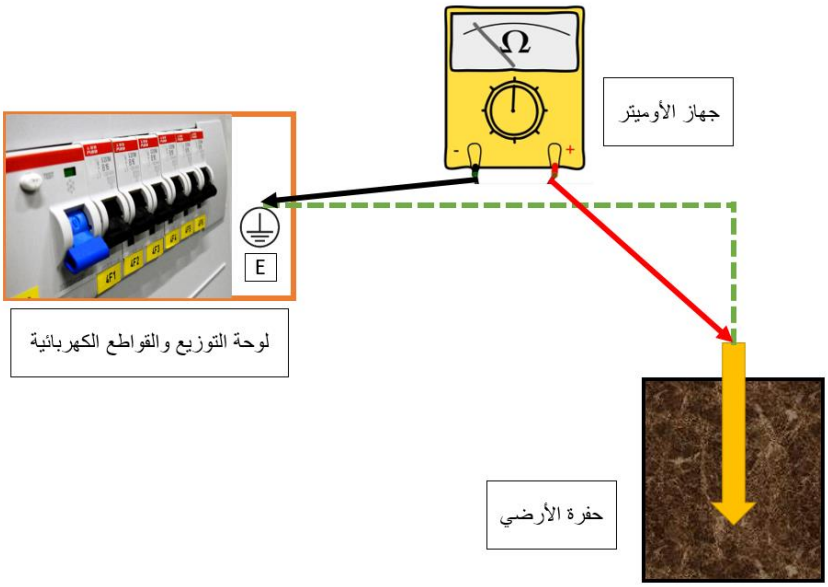
١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.
٢. تحضير المواد والخامات حسب جدول متطلبات التدريب أعلاه.
٣. يتم عمل حفرة بالأرض في ويفضل أن تكون التربة طينية بعمق يقل عن طول عمود النحاس الذي تم إعداده بحوالي ٣٠ سم.
٤. وضع قضيب داخل الحفرة في مركزها الأوسط ويدق عليه للتثبيت قليلا بحيث يكون القضيب بارز عن الحفرة بحوالي ٢٠ سم بعد التثبيت.

شكل رقم ٢٩: حفرة التأريض

٥. يوضع في الحفرة بعض المواد التي تعمل علي تحسين مقاومة التأريض مثل الملح والفحم.
٦. يتم إغلاق الحفرة "ملئها بالطين والرمل".
٧. يفضل ملء الحفرة بالماء حتى يحدث تجانس للمواد وبعضها.
٨. قم بتوصيل سلك التأريض "كابل التأريض" ويفضل أن يكون باللون القياسي سواء الأخضر أو الأخضر مع الأصفر كما هو موضح بالشكل السابق، حيث يتم الربط عن طريق الكلامب كمثال الصورة التالية أو عن طريق اللحام.

شكل رقم ٣٠: كلامب توصيل كابل التأريض

٩. قم بتوصيل كابل التأريض إلى لوحة التوزيع الرئيسية.
١٠. قم بضبط جهاز الأفو على قياس المقاومة الكهربائية.
١١. قم بقياس مقاومة الأرضي باستخدام جهاز القياس متعدد الأغراض (AVO) كما هو موضح بالشكل التالي، ثم سجل النتيجة في خانة المشاهدات.



شكل رقم ٣١: طريقة قياس مقاومة الأرضي

١٢. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يقوم بعمل الحماية بالتأريض بالشكل السليم			
٤	يقيس مقاومة الأرضي (Earth).			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٣: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جميع المتطلبات كما هو مذكور بجدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٣ ساعة:

- تنفيذ عملية الحماية بالتأريض (عمل الأرضي – Earth) وقياس قيمة مقاومة الأرضي النهائية.

الحماية بالمصهرات (Fuses)			
تدريب رقم	٢	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب:

- قراءة دائرة الحماية عن طريق المصهر (Fuse).
- توصيل دائرة الحماية عن طريق المصهر (Fuse).
- اختبار تشغيل دائرة الحماية عن طريق المصهر (Fuse).

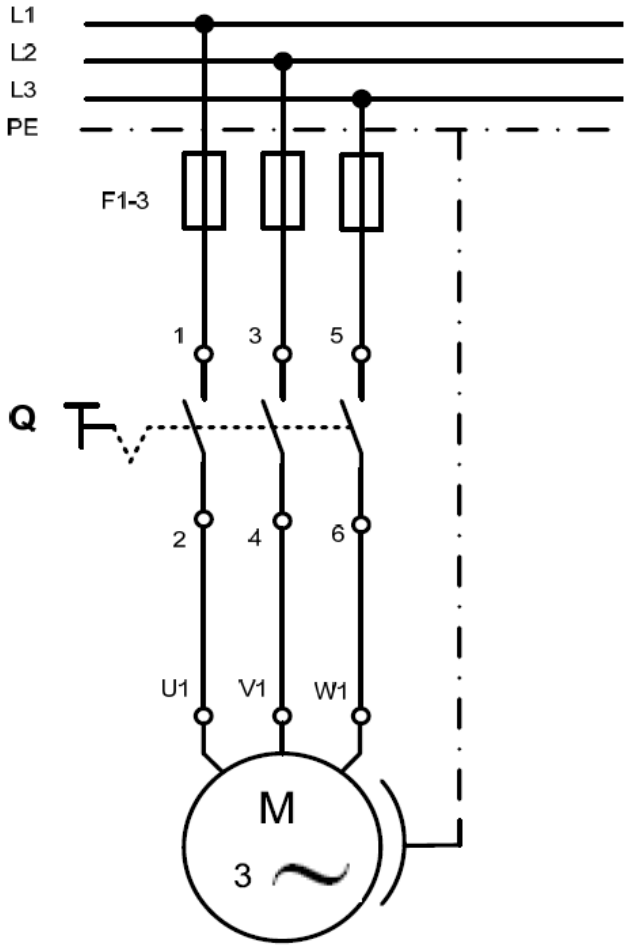
متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	عدد ٣ مصهر (Fuse) يتناسب شدة تيارهم مع شدة تيار المحرك.
محرك ثلاثي الأوجه (استنتاجي)	أسلاك توصيل معزولة ٢مم
شنطة عدة متكاملة (أو على الأقل زرادية – قصافة – قشارة)	لوح خشبي ١ م٢ + مسامير لتثبيت المكونات

جدول رقم ٤: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

- يعرف المصهر (Fuse) بأنه جزء قصير من المعدن يوضع في دائرة كهربية على التوالي حيث ينصهر عند مرور تيار عالي به، مم يسبب بقطع مرور التيار بالدائرة وينصهر المصهر نتيجة ارتفاع درجة الحرارة في زمن يعتمد على قيمة التيار المار في الدائرة.
- أما التيار المقنن (Rated Current of the Fuse) فيعرف بأنه القيمة العظمى التي يمكن أن تمر في المصهر دون أن ترتفع درجة حرارته إلى درجة الانصهار ولكن ترتفع درجة حرارته في حدود الدرجة المسموح بها، وينبغي أن يكون اختيار التيار المقنن حسب الأحمال المستخدمة في الدائرة الكهربائية بحيث لا يزيد عن ١٢٥% من تيار الحمل (المحرك في الدائرة لمستخدمة للتدريب)، الدائرة التالية توضح توصيل المصهرات (الفيوزات) على التوالي مع محرك ثلاثي الأوجه.



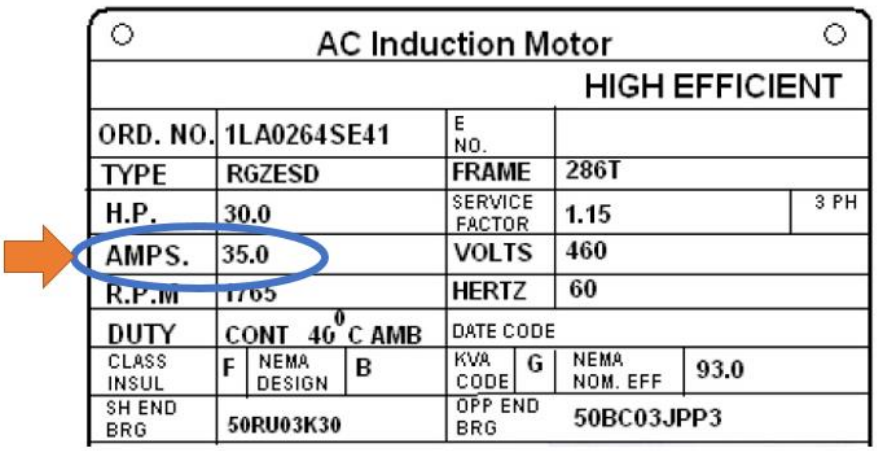
شكل رقم ٣٢: الحماية بالمصهرات (Fuse)

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.

٢. تحضير المواد والخامات حسب جدول متطلبات التدريب أعلاه.

٣. قم بقراءة لوحة المحرك ومن ثم تحديد قيمة تيار المحرك، كما بالشكل التالي.



AC Induction Motor					
HIGH EFFICIENT					
ORD. NO.	1LA0264SE41	E NO.			
TYPE	RGZESD	FRAME	286T		
H.P.	30.0	SERVICE FACTOR	1.15	3 PH	
AMPS.	35.0	VOLTS	460		
R.P.M	1765	HERTZ	60		
DUTY	CONT 40°C AMB	DATE CODE			
CLASS INSUL	F NEMA DESIGN B	KVA CODE	G	NEMA NOM. EFF	93.0
SH END BRG	50RU03K30	OPP END BRG	50BC03JPP3		

شكل رقم ٣٣: تحديد قيمة تيار المحرك

٤. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للمصهر "الفيوز" ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل.
٥. قم بتوصيل الدائرة حسب الشكل الموضح بالمعارف المرتبطة بالتدريب.
٦. قم بتوصيل مصدر التيار الكهربائي ومن ثم تجربة تشغيل المحرك عن طريق المفتاح اليدوي الثلاثي الأوجه وتسجيل ذلك في خانة المشاهدات.
٧. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يقرأ دائرة الحماية عن طريق المصهر (Fuse).			
٤	يوصل دائرة الحماية عن طريق المصهر (Fuse).			
٥	يختبر تشغيل دائرة الحماية عن طريق المصهر (Fuse).			
٦	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٥: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- الأدوات والمعدات والخامات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٦٠ دقيقة:

- توصيل وتشغيل واختبار دائرة لحماية الأحمال الكهربائية من التيار الزائد عن طريق المصهرات (Fuse).

الحماية من زيادة التيار الكهربي والقصر "Short Circuit" عن طريق القاطع الحراري المغناطيسي (Magnetic and Thermal Breakers)

تدريب رقم	٣	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب:

- قراءة وتفسير دائرة الحماية من زيادة التيار الكهربي والقصر "Short Circuit" عن طريق القاطع الحراري المغناطيسي (Magnetic and Thermal Breakers)
- توصيل واختبار تشغيل دائرة الحماية من زيادة التيار الكهربي والقصر "Short Circuit" عن طريق القاطع الحراري المغناطيسي (Magnetic and Thermal Breakers)

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	عدد ٣ مصهر (Fuse) يتناسب شدة تيارهم مع شدة تيار المحرك.
محرك ثلاثي الأوجه (استنتاجي)	أسلاك توصيل معزولة ٢مم
شنطة عدة متكاملة (أو على الأقل زرادية – قصافة – قشارة)	لوح خشبي ١ م٢ + مسامير لتثبيت المكونات
القاطع الحراري المغناطيسي (Magnetic and Thermal Breakers) حسب شدة تيار المحرك	

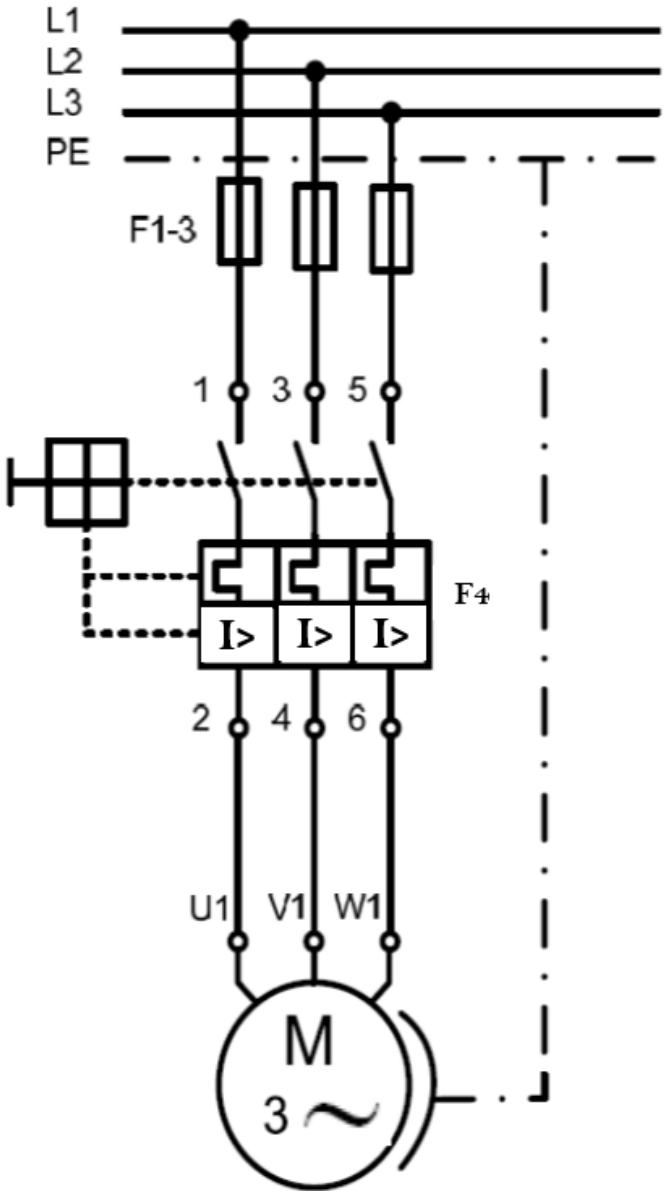
جدول رقم ٦: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

وظيفة قاطع التيار الأساسية هي حماية الإنسان والأجهزة الكهربائية من خطر التيار الكهربائي. وذلك عن طريق قطع الدائرة في حالة وجود:

- حمل زائد (Overload)
- قصر الدائرة (Short Circuit).
- تسرب التيار (Residual Current)

ومن أكثر أنواع القواطع المستخدمة، القاطع الحراري (Thermal) يستعمل للحماية ضد الحمل الزائد (Overload) ويرمز له بنصف مستطيل، القاطع المغناطيسي (Magnetic) يستعمل للحماية من قصر الدائرة (Short Circuit) ويرمز له بنصف دائرة وأخيرا القاطع التفاضلي (DDR) فيحمي الإنسان من تسرب التيار ويرمز له بالشكل البيضاوي، والشكل التالي يوضح دائرة حماية من الحمل الزائد والقصر عن طريق القاطع المغناطيسي الحراري.



شكل رقم ٣٤: الحماية من القصر وزيادة تيار الحمل عن طريق القاطع الحراري المغناطيسي

في التدريب سيتم تشغيل المحرك مع توصيلة بالتوالي مع القاطع المغناطيسي الحراري (Magnetic Thermal Breaker) القاطع فاذا حدث زيادة في الحمل لأي سبب (كسقوط أحد الفازات) فسيؤدي ذلك إلى زيادة شدة التيار ومن ثم قطع التيار عن طريق القاطع (Breaker).

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير المواد والخامات حسب جدول متطلبات التدريب أعلاه.
٣. قم بقراءة لوحة المحرك ومن ثم تحديد قيمة تيار المحرك، كما بالتدريب السابق.
٤. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للمصهر "الفيوز" ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل
٥. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للقاطع الحراري ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل أو القيمة القياسية الأقرب (Standard Value).
٦. قم بتوصيل الدائرة حسب الشكل الموضح بالمعارف المرتبطة بالتدريب.
٧. قم بتوصيل مصدر التيار الكهربائي ومن ثم تجربة تشغيل المحرك وتسجيل ذلك في خانة المشاهدات.
٨. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يقرأ ويفسر دائرة الحماية من زيادة التيار الكهربي والقصر " "Short Circuitعن طريق القاطع الحراري المغناطيسي (Magnetic and Thermal Breakers)			
٤	يوصل ويختبر تشغيل دائرة الحماية من زيادة التيار الكهربي والقصر " "Short Circuitعن طريق القاطع الحراري المغناطيسي Magnetic and (Thermal Breakers)			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٧: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- الأدوات والمعدات والخامات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٦٠ دقيقة:

- توصيل وتشغيل واختبار دائرة الحماية من زيادة التيار الكهربي والقصر "Short Circuit" عن طريق القاطع الحراري المغناطيسي (Magnetic and Thermal Breakers).

الحماية من تسرب التيار (Earth Leakage Circuit Breaker)			
تدريب رقم	٤	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب:

- قراءة وتفسير دائرة الحماية من تسرب التيار
- توصيل واختبار تشغيل دائرة الحماية من تسرب التيار

متطلبات التدريب

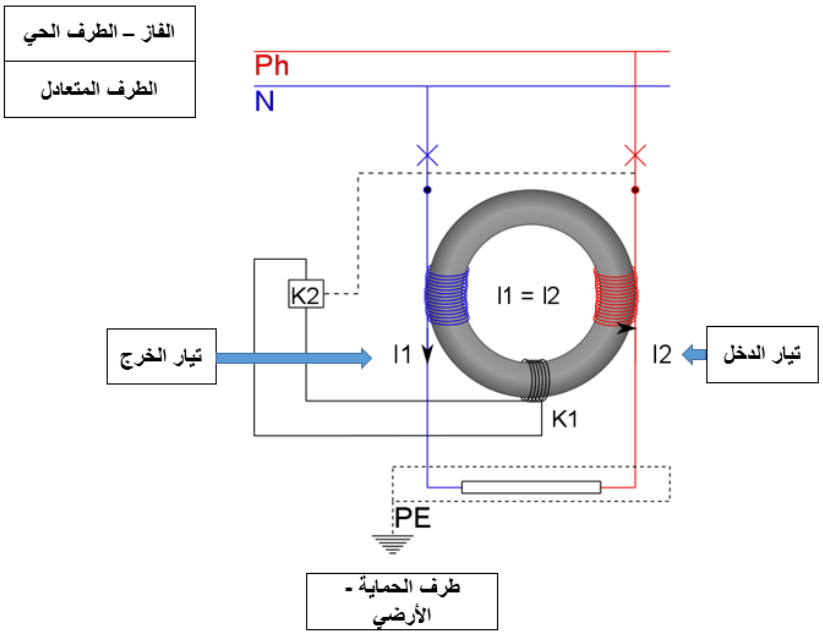
العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	عدد ٣ مصهر (Fuse) يتناسب شدة تيارهم مع شدة تيار المحرك.
محرك ثلاثي الأوجه (استنتاجي)	أسلاك توصيل معزولة ٢مم
شنطة عدة متكاملة (أو على الأقل زرادية – قصافة – قشارة)	لوح خشبي ١ م٢ + مسامير لتثبيت المكونات
قاطع حراري مغناطيسي مزود بحماية ضد تسرب التيار	

جدول رقم ٨: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

للحماية من تسرب التيار (Leakage) يتم استخدام تقنية القاطع التفاضلي، الذي يقوم بقياس الفرق بين التيار الداخل للدائرة والتيار الخارج منها. وإذا كان الفرق كبيرا فهذا يعني أن هناك تسرب تيار (Residual Current) بسبب عيوب في العزل أو بسبب مرور التيار في جسم الإنسان. وحتى يتمكن القاطع التفاضلي من معرفة الفرق في التيار يعتمد على:

- ملف يمر فيها تيار الفازة (الدخل)، كما هو موضح بالشكل التالي.
- ملف يمر فيها تيار الخط المتعادل (Neutral) ويمثل الخرج.
- ملف ثالث مرتبط بقاطع للتيار، يقطع التيار في حالة وجود تيار معين في الملف (حسب قيمة التسرب المطلوب الحماية منها)، والدائرة التالية توضح طريقة الحماية من تسرب التيار الكهربي بالإضافة إلى الحماية من الحمل الزائد أو القصر "Short Circuit"



شكل رقم ٣٥: الحماية من تسرب التيار

يستخدم مفتاح Test الموجود بالقاطع لاختبار عملة، فعند الضغط عليه سيفصل المفتاح على الفور لأنه أحدث عدم اتزان بين ملفات المفتاح، بينما إن لم يفصل فهذا يدل على وجود تلف أو عطل بمفتاح الحماية نفسة.

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير المواد والخامات حسب جدول متطلبات التدريب أعلاه.
٣. قم بقراءة لوحة المحرك ومن ثم تحديد قيمة تيار المحرك، كما بالتدريب السابق.
٤. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للمصهر "الفيوز" ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل
٥. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للقاطع الحراري ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل أو القيمة القياسية الأقرب (Standard Value).
٦. قم بتوصيل الدائرة حسب الشكل الموضح بالمعارف المرتبطة بالتدريب.
٧. قم بتوصيل مصدر التيار الكهربائي.
٨. قم باختبار مفتاح الحماية عن طريق الضغط على مفتاح الاختبار (TEST)، والتأكد من قطع التيار الكهربي، وتسجيل ذلك في خانة المشاهدات.

٩. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يقرأ ويفسر وتفسير دائرة الحماية من تسرب التيار			
٤	يوصل ويختبر تشغيل دائرة الحماية من تسرب التيار			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٩: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- الأدوات والمعدات والخامات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٦٠ دقيقة:

- توصيل وتشغيل واختبار دائرة الحماية من زيادة تسرب التيار الكهربي.

الحماية من تغيير حالة الفازات باستخدام مرحل الفيز سيكونس (Phase Sequence Relay)

تدريب رقم	٥	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب:

- قراءة وتفسير دائرة الحماية من تغيير حالة الفازات باستخدام مرحل الفيز سيكونس (Phase Sequence Relay)
- توصيل واختبار دائرة الحماية من تغيير حالة الفازات باستخدام مرحل الفيز سيكونس (Phase Sequence Relay)

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	عدد ٣ مصهر (Fuse) يتناسب شدة تيارهم مع شدة تيار المحرك.
محرك ثلاثي الأوجه (استنتاجي)	أسلاك توصيل معزولة ٢مم
شنطة عدة متكاملة (أو على الأقل زرادية – قصافة – قشارة)	لوح خشبي ١ م٢ + مسامير لتثبيت المكونات
كونتاكتور (مفتاح مغناطيسي)	
قاطع حراري (Thermal Overload) حسب المحرك	
مفتاح ضاغط للتشغيل (Start Pushbutton)	
مفتاح ضاغط للإيقاف (Stop Pushbutton)	
فاز سيكونس ريليه (Phase Sequence Relay)	

جدول رقم ١٠: متطلبات التدريب

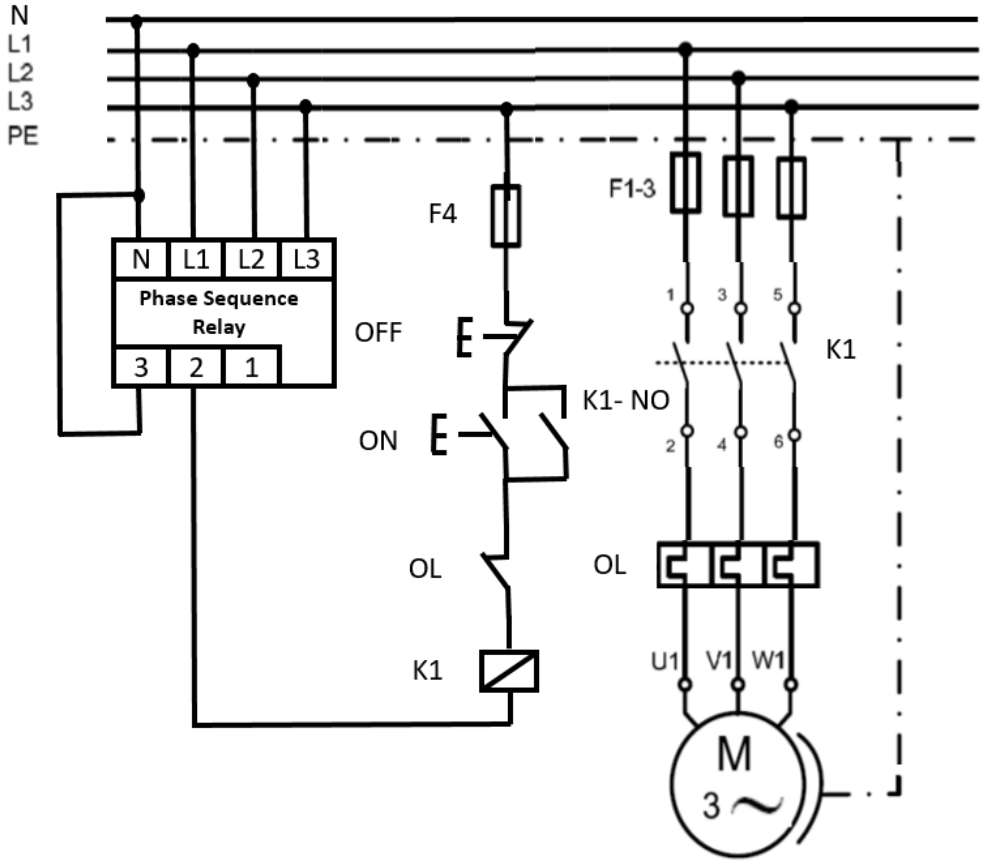
المعارف المرتبطة بالتدريب

من المشاكل الأساسية التي تتسبب في تلف الأجهزة خاصة المحركات، هي عكس جهود الفازات (Phases) أو نقص أحدهما في حالة العمل مع الجهد ثلاثي الأوجه، وللحماية من مثل هذه الأعطال يمكن استخدام مرحل الفيز سيكونس (Phase Sequence Relay) والذي يستخدم للحماية من الأخطاء التالي:

- عكس فازتين (2 Phases) كل منهما مكان الآخر
- نقص في أحد الفازات
- ارتفاع وانخفاض الجهد

يتم توصيل الثلاث فيزات L1 L2 L3 في المكان المخصص لهم في الجهاز (على التوازي مع كونتاكتور الموتور أو بشكل عام على التوازي مع الحمل) وأحيانا يتم توصيل الخط المتعادل (Neutral) أيضا، عادة يحتوي الجهاز على نقطتين أحدهما من النوع NO والأخرى NC، يتم توصيل نقطة مفتوحة NO من جهاز phase sequence توالى مع ملف الكونتاكتور الحمل ويمكن توصيل نقطة مغلقة NC مع لمبة بيان لتوضيح حدوث مشكلة سقوط في أي من الثلاث فازات وهذه التوصيلة غير ضرورية حيث عادة يحتوي الجهاز نفسه على لمبة بيان .

في الوضع الطبيعي وعند انتظام الفازات الثلاثة وتواجدها بالترتيب، تغلق النقطة المفتوحة المتصلة بملف الكونتاكتور ويمكن تشغيل المحرك بأمان ولكن عند حدوث انعكاس أو تبديل في الفازات أو عند سقوط أحدهم.. ترجع النقطة المتصلة مع ملف الكونتاكتور إلى وضعها الطبيعي (أي مفتوحة) لذلك يفصل الكونتاكتور في الحال ويقف المحرك لحمايته وحماية الحمل الميكانيكي المتصل به، والدائرة التالية تستخدم لتوضيح فكرة عمل الفيز سيكونس ريليه (Phase Sequence Relay).



شكل رقم ٣٦: استخدام ريليه (Phase Sequence)

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير المواد والخامات حسب جدول متطلبات التدريب أعلاه.
٣. قم بقراءة لوحة المحرك ومن ثم تحديد قيمة تيار المحرك، كما بالتدريب السابق.
٤. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للمصهر "الفيوز" ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل
٥. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للقاطع الحراري ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل أو القيمة القياسية الأقرب (Standard Value).
٦. قم بتوصيل الدائرة حسب الشكل الموضح بالمعارف المرتبطة بالتدريب.
٧. قم بتوصيل مصدر التيار الكهربائي ومن ثم تجربة تشغيل المحرك وتسجيل ذلك في خانة المشاهدات.
٨. قم بفصل مصدر الجهد وتبديل أحد الفازات مع الأخرى، ثم إعادة التشغيل، قم بتسجيل المشاهدة في الخانة المخصصة لذلك.
٩. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يقرأ ويفسر دائرة الحماية من تغيير حالة الفازات باستخدام مرحل الفيز سيكونس (Phase Sequence Relay)			
٤	يوصل ويختبر دائرة الحماية من تغيير حالة الفازات باستخدام مرحل الفيز سيكونس (Phase Sequence Relay)			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١١: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- الأدوات والمعدات والخامات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٦٠ دقيقة:

- توصيل وتشغيل واختبار دائرة الحماية من تغيير حالة الفازات باستخدام مرحل الفيز سيكونس (Phase Sequence Relay).

الحماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد باستخدام ريليه (Over – Under Voltage Relay)

تدريب رقم	٦	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب:

- قراءة وتفسير دائرة الحماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد باستخدام ريليه (Over – Under Voltage Relay).
- توصيل واختبار دائرة الحماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد باستخدام ريليه (Over – Under Voltage Relay).

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	عدد ٣ مصهر (Fuse) يتناسب شدة تيارهم مع شدة تيار المحرك.
محرك ثلاثي الأوجه (استنتاجي)	أسلاك توصيل معزولة ٢مم
شنطة عدة متكاملة (أو على الأقل زرادية – قصافة – قشارة)	لوح خشبي ١ م٢ + مسامير لتثبيت المكونات
كونتاكتور (مفتاح مغناطيسي)	
قاطع حراري (Thermal Overload) حسب المحرك	
مفتاح ضاغط للتشغيل (Start Pushbutton)	
مفتاح ضاغط للإيقاف (Stop Pushbutton)	
ريليه الحماية من الارتفاع وانخفاض الجهد (Over/Under Voltage Relay)	

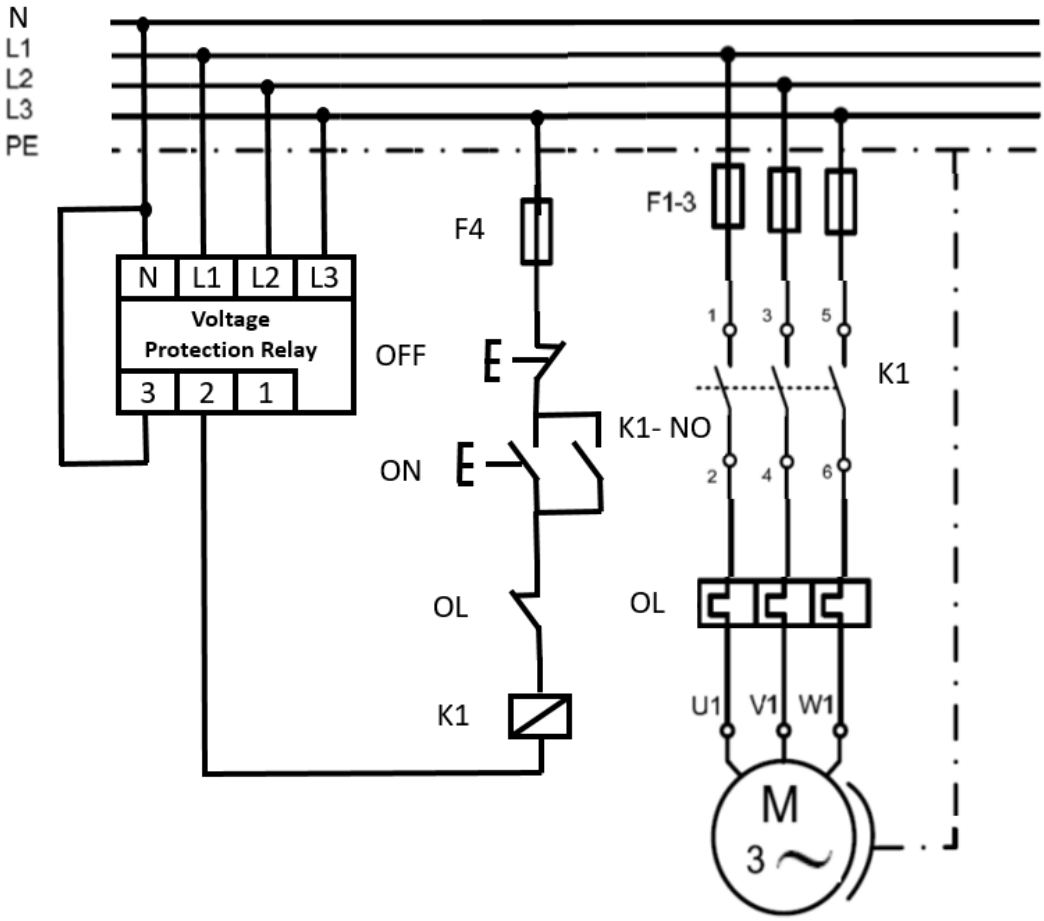
جدول رقم ١٢: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

يتم توصيل الثلاث فازات بالمكان الخاص بهم بالجهاز وأيضا يتم توصيل "النيوترال" - الخط المتعادل (Neutral) ثم يتم توصيل النقطة المفتوحة NO بالتوالي مع ملف الكونتاكتور الخاص بالتشغيل للحمل، عند تشغيل الجهاز يتم تحويل النقطة المفتوحة إلى نقطه مغلقه وعند ذلك يتم تشغيل المحرك فعند حدوث

انخفاض للجهد أو ارتفاع له عن نسبه معينه ولوقت معين (حسب الضبط) ليس تغير لحظي يقوم الجهاز بتبديل حالة نقاطة مره أخرى من مغلقة إلى مفتوحة ويتم فصل الحمل.

في حاله انتظام الجهد مرة أخرى يتم تبديل حالة نقاط التحكم للمرحل مرة أخرى ومن ثم يتم توصيل التيار مرة أخرى للحمل الكهربي.



شكل رقم ٣٧: الحماية من زيادة أو انخفاض الجهد

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير المواد والخامات حسب جدول متطلبات التدريب أعلاه.
٣. قم بقراءة لوحة المحرك ومن ثم تحديد قيمة تيار المحرك، كما بالتدريب السابق.
٤. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للمصهر "الفيوز" ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل
٥. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للقاطع الحراري ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل أو القيمة القياسية الأقرب (Standard Value).

٦. قم بتوصيل الدائرة حسب الشكل الموضح بالمعارف المرتبطة بالتدريب.
٧. قم بتوصيل مصدر التيار الكهربائي ومن ثم تجربة تشغيل المحرك وتسجيل ذلك في خانة المشاهدات.
٨. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يقرأ ويفسر دائرة الحماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد باستخدام ريليه (Over – Under Voltage Relay)			
٤	يوصل ويختبر دائرة الحماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد باستخدام ريليه (Over – Under Voltage Relay)			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٣: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- الأدوات والمعدات والخامات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٦٠ دقيقة:

- توصيل وتشغيل واختبار دائرة الحماية من ارتفاع أو انخفاض الجهد باستخدام ريليه (Over – Under Voltage Relay).

الحماية من زيادة التيار الكهربي عن طريق الريليه الحراري "أوفرلود ريليه" (Overload Relay)			
تدريب رقم	٧	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب:

- قراءة دائرة الحماية من زيادة التيار الكهربي عن طريق الريليه الحراري "أوفرلود ريليه" (Overload Relay)
- توصيل واختبار تشغيل دائرة الحماية من زيادة التيار الكهربي عن طريق الريليه الحراري "أوفرلود ريليه" (Overload Relay)

متطلبات التدريب

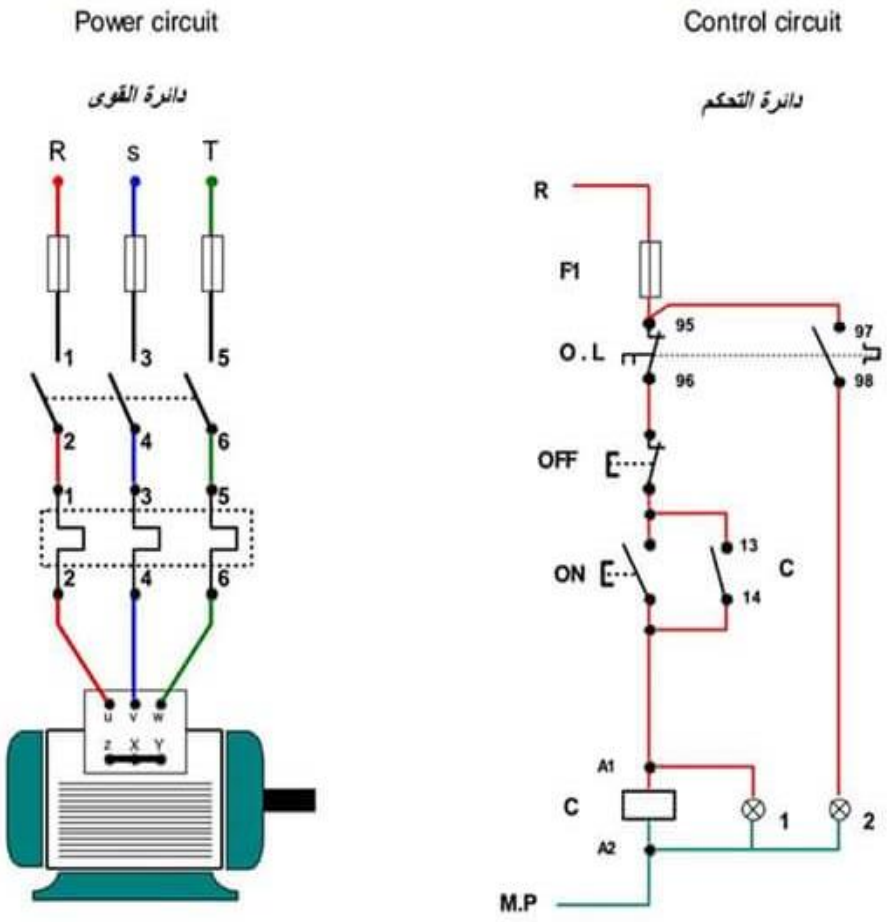
العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	عدد ٣ مصهر (Fuse) يتناسب شدة تيارهم مع شدة تيار المحرك.
محرك ثلاثي الأوجه (استنتاجي)	أسلاك توصيل معزولة ٢مم
شنطة عدة متكاملة (أو على الأقل زرادية – قصافة – قشارة)	لوح خشبي ١ م٢ + مسامير لتثبيت المكونات
كونتاكتور (مفتاح مغناطيسي)	
قاطع حراري (Thermal Overload) حسب المحرك	
مفتاح ضاغط للتشغيل (Start Pushbutton)	
مفتاح ضاغط للإيقاف (Stop Pushbutton)	

جدول رقم ١٤: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

جهاز الاوفرلود هو جهاز يستخدم في حماية المحرك (الحمل) من ارتفاع شدة التيار عن طريق فصل دائرة المحرك عند زيادة تياره إلى حد معين (سبق معايرته وتحديده) ولكن لا يحميه من تيار ال short circuit، أي دائرة تحكم إلى يجب أن تحتوي على اوفرلود أو أكثر.. حتى يتم حماية جميع المحركات المراد التحكم بها

ويحتوي مرحل "ريليه" الاوفرلود على ثلاثة ملفات حرارية تتصل بالتوالي مع المحرك وعندما تتعدى شدة تيار المحرك القيمة المضبوط عليها مؤشر الاوفرلود تتمدد هذه الملفات الحرارية وتقوم بتبديل وضع النقاط (حيث تتحول NO إلى مغلقة، وكذلك NC إلى مفتوحة) مما يسبب فصل الكونتاكتور ومن ثم المحرك أو الحمل المرتبط به، بعد معرفة سبب زيادة شدة التيار وعلاج المشكلة يتم الضغط مرة أخرى على Reset Button فتعود نقاطه الرئيسية للعمل وهنا يمكن تشغيل الحمل مرة أخرى، والدائرة التالية توضح طريقة استخدام ريليه الأوفرلود في الحماية.



شكل رقم ٣٨: الحماية من الحمل الزائد عن طريق الريليه الحراري (Thermal Overload Relay)

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير المواد والخامات حسب جدول متطلبات التدريب أعلاه.
٣. قم بقراءة لوحة المحرك ومن ثم تحديد قيمة تيار المحرك، كما بالتدريب السابق.
٤. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للمصهر "الفيوز" ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل

٥. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للقاطع الحراري ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل أو القيمة القياسية الأقرب (Standard Value).
٦. قم بتوصيل الدائرة حسب الشكل الموضح بالمعارف المرتبطة بالتدريب.
٧. قم بتوصيل مصدر التيار الكهربائي ومن ثم تجربة تشغيل المحرك وتسجيل ذلك في خانة المشاهدات.
٨. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....
.....
.....
.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يقرأ دائرة الحماية من زيادة التيار الكهربي عن طريق الريليه الحراري "أوفرلود ريليه" (Overload Relay)			
٤	يوصل ويختبر تشغيل دائرة الحماية من زيادة التيار الكهربي عن طريق الريليه الحراري "أوفرلود ريليه" (Overload Relay)			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٥: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- الأدوات والمعدات والخامات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٦٠ دقيقة:

توصيل وتشغيل واختبار دائرة لحماية الأحمال الكهربائية من التيار الزائد عن طريق الريليه الحراري (Thermal Overload).

الحماية من ارتفاع حرارة المحركات عن طريق PTC Relay			
تدريب رقم	٨	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب:

- قراءة وتفسير دائرة الحماية من ارتفاع حرارة المحركات عن طريق PTC Relay
- توصيل واختبار دائرة الحماية من ارتفاع حرارة المحركات عن طريق PTC Relay

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	عدد ٣ مصهر (Fuse) يتناسب شدة تيارهم مع شدة تيار المحرك.
محرك ثلاثي الأوجه (استنتاجي)	أسلاك توصيل معزولة ٢مم
شنطة عدة متكاملة (أو على الأقل زرادية – قصافة – قشارة)	لوح خشبي ١ م٢ + مسامير لتثبيت المكونات
كونتاكتور (مفتاح مغناطيسي)	
قاطع حراري (Thermal Overload) حسب المحرك	
مفتاح ضاغط للتشغيل (Start Pushbutton)	
مفتاح ضاغط للإيقاف (Stop Pushbutton)	
ريليه الحماية من زيادة حرارة الحمل (PTC Relay)	

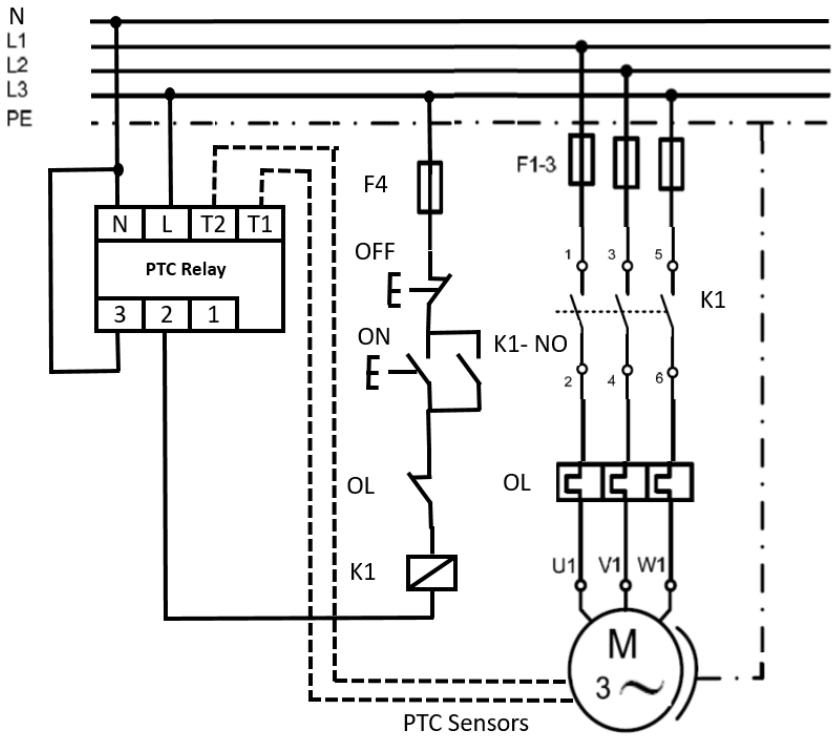
جدول رقم ١٦: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

يستخدم ريليه ارتفاع درجات الحرارة لحماية الأحمال وخاصة المولدات والمحركات من ارتفاع درجة حرارتها، ومن أشهر تلك المرحلات ريليه PTC والذي يتكون من:

- مكان توصيل الحساس (T1-T2 PTC).
- طرفي الملف (Coil) (A1-A2).
- نقاط تحكم مفتوحة بالطبيعة (NO)، والتي يتم توصيلها على التوالي مع ملف كونتاكتور المحرك، فإذا زادت الحرارة يتم غلق هذه النقطة ومن ثم فتح مسار التيار وتوقف تشغيل المحرك لحمايته.

نقاط تحكم مغلقة بالطبيعة (NC)، يمكن أن تستخدم مع لمبة بيان، والدائرة التالية توضح طريقة استخدام ريليه PTC للحماية من زيادة درجة حرارة الحمل.



شكل رقم ٣٩: الحماية من زيادة حرارة الحمل الكهربي

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة بالمعمل.
٢. تحضير المواد والخامات حسب جدول متطلبات التدريب أعلاه.
٣. قم بقراءة لوحة المحرك ومن ثم تحديد قيمة تيار المحرك، كما بالتدريب السابق.
٤. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للمصهر "الفيوز" ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل
٥. قم بحساب التيار المقنن (Rated Current) للقاطع الحراري ليكون ١٢٥% من قيمة تيار الحمل أو القيمة القياسية الأقرب (Standard Value).
٦. قم بتوصيل الدائرة حسب الشكل الموضح بالمعارف المرتبطة بالتدريب.
٧. قم بوضع حساسات PTC على جسم المحرك.
٨. قم بتوصيل مصدر التيار الكهربائي ومن ثم تجربة تشغيل المحرك وتسجيل ذلك في خانة المشاهدات.
٩. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.

المشاهدات

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	يطبق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يقرأ ويفسر دائرة الحماية من ارتفاع حرارة المحركات عن طريق PTC Relay			
٤	يوصل ويختبر دائرة الحماية من ارتفاع حرارة المحركات عن طريق PTC Relay			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٧: تقييم الأداء

توقيع المدرب

الاسم: ..... التوقيع: ..... التاريخ: .....

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- الأدوات والمعدات والخامات حسب جدول متطلبات التدريب

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٦٠ دقيقة:

- توصيل وتشغيل واختبار دائرة الحماية من ارتفاع حرارة المحركات عن طريق PTC Relay.

قائمة المصطلحات العلمية

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
مشغل	Actuator
تماثلي	Analog
التحكم التقليدي	Classic Control
قاطع كهربي	Circuit Breaker
ملاحظة	Comment
الملامسات	Contact
الملفات	Coils
تحكم	Control
موصل	Conductor
محول التيار	Current Transformer
رقمي	Digital
التأريض	Earthing
مصهر	Fuse
وصلة	Lead
الحمل	Load
مغناطيسي	Magnetic
متعادل	Neutral
الوضع الطبيعي مغلق	Normally Close
الوضع الطبيعي مفتوح	Normally Open
زيادة الحمل	Overload
ريليه الحماية من تغير الجهد	Overlvoltage/under voltage Relay
ريليه الفيز سيكونس	Phase Sequence Relay

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
حماية	Protection
مفتاح ضاغط	Pushbutton
التيار المقنن	Rated Current
مرحل	Relay
تسرب تيار	Residual Current
حساس	Sensor
وحدة الحساسات	Sensing Unit
القصر الكهربي	Short Circuit
نظام	System
مفتاح	Switch
حراري	Thermal
مؤقت	Timer
محول الجهد	Voltage Transformer

قائمة المراجع

1. R. Munasinghe, " Classical Control Systems: Design and Implementation ", Alpha Science (August 1, 2012).
2. Frank D. Petruzella, "Electric Motors and Control Systems", McGraw-Hill Education; 2 edition (February 9, 2015).
3. L.W. Brittian, "Electrical Circuit Breakers, Fuses, Protective Relays, and More", 2015, Kindle Edition.
4. Kamal Maity, "INDUSTRIAL POWER SYSTEMS PROTECTION", 2017.
5. David R Carpenter, "Overcurrent Protection: Understanding How Fuse and Circuit Breakers Work", 2016.