مهنة الكهرباء الصناعية

الوحدة الخامسة

التحكم التقليدي في المحركات

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

الباب الأول: مقدمة لتكنولوجيا نظم التحكم الآلي ٤

تصنيف أنظمة التحكم الآلي الإلكتروني طبقا لنوع الإشارات الكهربائية المستخدمة ٥
أنواع التحكم الآلي في الصناعة ٦

الباب الثاني: عناصر التحكم التقليدي ١٠

رموز وعناصر التحكم التقليدي ١١
المفاتيح الكهربائية ١٣
المفاتيح الميكانيكية ١٣
الريليه (Relay) - المرحلات ١٧
تصنيف المرحلات حسب الوظيفة ١٧
التركيب الداخلي للمرحل (Relay) ١٨
أنواع خاصة من المرحلات (Relay) ٢٠
مفتاح التلامس (الكونتاكتور Contactor) ٢٢
ما هو الفرق بين الكونتاكتور الريليه Relay؟ ٢٤
التغذية الذاتية للكونتاكتور ٢٤
مثال ٢٦
مرحل الحماية الحراري من الحمل الزائد (الاوفرلود) (Overload Relay) ٢٨
تركيب جهاز الاوفرلود ٢٩
طريقة عمل جهاز الاوفرلود ٢٩
المؤقت Timer ٣٠

التدريبات العملية للوحدة ٣٥

١- دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك تيار مستمر ذاتي الأثارة ٣٧
٢- دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك وجه واحد سرعة واحدة يعمل ويقف من مكان واحد .. ٤١
٣- دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه بسرعة واحدة يعمل ويقف من مكان واحد ٤٦
٤- دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه بسرعة واحدة يعمل ويقف من مكان واحد مع لمبات الإشارة ٥٢
٥- دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة يعمل ويقف من مكانين مختلفين ٥٨
٦- دائرة القوى والتحكم لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بسرعة واحدة ٦٦
٧- دائرة القوى والتحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه لتقليل تيار البدء بسرعة واحدة نجمة / دلتا ٧٤
٨- دائرة القوى والتحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة نجمة / دلتا بالتايمر "المؤقت الزمني" لتقليل تيار البدء ٧٩
٩- دائرة القوى والتحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه بسرعة واحدة للحد من تيار البدء باستخدام محول ذاتي ٨٥
١٠- دائرة القوى والتحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه سرعتين متناصفتين - (دلاندر) Dahlander ٩١
١١- دائرة القوى والتحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعتين غير متناصفتين ٩٦

المقدمة

تكنولوجيا نظم التحكم الآلي (Automatic Control Systems Technology) فرع من العلوم التكنولوجية، ويعنى بالسيطرة على العمليات الصناعية والأجهزة والمعدات، وتشغيلها بدون الحاجة إلى مشغل بشري "العامل". ويعتبر التحكم الآلي ملتقى المعارف الهندسية، إذ ينبغي مراقبة وضبط المتغيرات التي تتفاعل في جميع العمليات الصناعية كي تؤدي المنشآت والتجهيزات الوظائف التي شيدت من أجلها، ولتكنولوجيا نظم التحكم الآلي تطبيقات في جميع النشاطات الصناعية.

نقدم في بداية الوحدة المعارف النظرية اللازمة لفهم تقنية التحكم الآلي وأنواعه ومميزات كل منهم، والعناصر الأساسية للتحكم التقليدي كيفية استخدامها ورموزها بالدوائر، 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

الباب الأول: مقدمة لتكنولوجيا نظم التحكم الآلي

الأهداف

بعد انتهائك من دراسة هذا الباب ينبغي أن تكون قادرا على:

- تعريف تكنولوجيا أنظمة التحكم الآلي.
- ذكر بعض مجالات تطبيق تكنولوجيا أنظمة التحكم الآلي.
- ذكر العناصر الرئيسية المكونة لنظام تحكم آلي.
- ذكر الأنواع المختلفة لتكنولوجيا التحكم الآلي بواسطة الحاسوب.
- تعريف العبارات التالية: النظام، نظام التحكم، الدخل، الخرج.
- تعريف عناصر التحكم التقليدي.

مقدمة

تكنولوجيا نظم التحكم الآلي (Automatic Control Systems Technology) فرع من العلوم التكنولوجية، ويعنى بالسيطرة على العمليات الصناعية والأجهزة والمعدات، وتشغيلها بدون الحاجة إلى مشغل بشري "العامل". ويعتبر التحكم الآلي ملتقى المعارف الهندسية، إذ ينبغي مراقبة وضبط المتغيرات التي تتفاعل في جميع العمليات الصناعية كي تؤدي المنشآت والتجهيزات الوظائف التي شيدت من أجلها، ولتكنولوجيا نظم التحكم الآلي تطبيقات في جميع النشاطات الصناعية، مثل:

- محطات توليد الطاقة الكهربائية.
- محطات تحلية المياه.
- مصانع تعبئة المواد الغذائية.
- صناعة السيارات.
- مصانع الإسمنت.

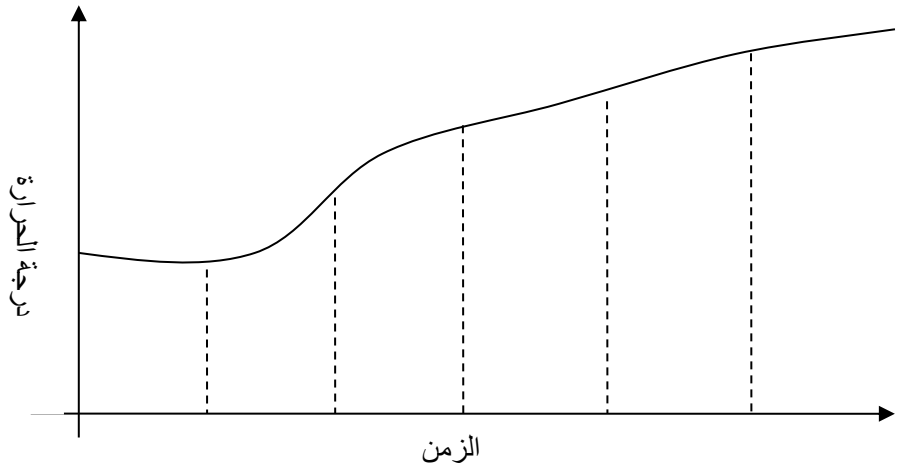
كما أن لتكنولوجيا نظم التحكم الآلي دور كبير في تخفيف أعباء الحياة اليومية وجعلها أكثر رفاهية، فنجد تطبيقات التحكم الآلي في معظم الأجهزة المنزلية، مثل:

- التبريد والتكييف.
- الغسالات.

تصنيف أنظمة التحكم الآلي الإلكتروني طبقا لنوع الإشارات الكهربائية المستخدمة

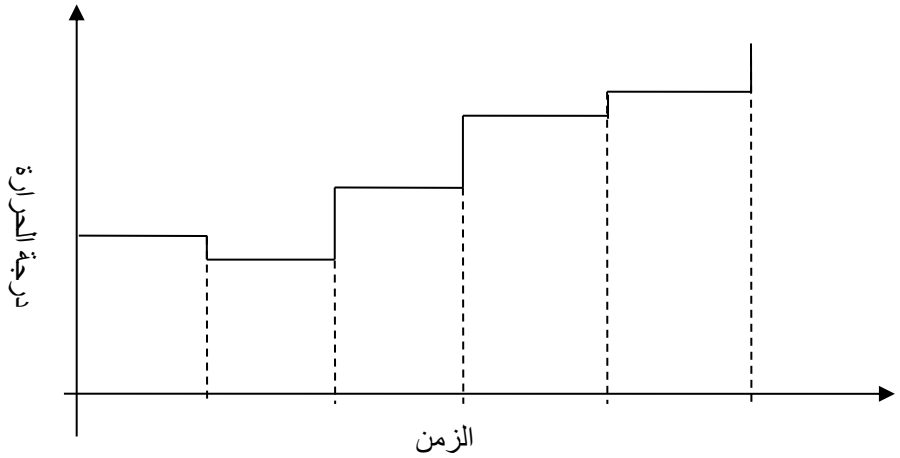
يوجد نوعين من الإشارات الكهربائية:

- **الإشارات الكهربائية التماثلية (Analog):** التي تتغير بطريقة مستمرة مع الزمن كما هو مبين في الشكل التالي.



شكل رقم ١: إشارة تماثلية لدرجة الحرارة

- **الإشارة الكهربائية الرقمية (Digital):** التي تأخذ قيم محددة، كما هو واضح في الشكل التالي.



شكل رقم ٢: إشارة رقمية لدرجة الحرارة

ومن ثم ينقسم التحكم الإلكتروني إلى نوعين تبعا لنوع الإشارات التي تتفاعل فيه:

- **أنظمة التحكم التماثلي (Analog Control Systems):** وهي أنظمة تحكم تتفاعل فيها إشارات تماثلية.
- **أنظمة التحكم الرقمي (Digital Control Systems):** وهي أنظمة تحكم تتفاعل فيها إشارات رقمية، ومن أهمها أنظمة التحكم بواسطة الحاسوب (Computer Control Systems).

أنواع التحكم الآلي في الصناعة

- نظم التحكم التقليدية (CCS: classic control system) وهو يعتمد علي أنظمه التحكم التقليدية التي سوف تكون الهدف الرئيسي من هذه الوحدة.
- التحكم الرقمي المباشر (DDC: Direct Digital Control): للحاسوب هنا دور أساسي في عملية التحكم، فهو يقوم مقام دوائر التحكم بواسطة برامج تحكم خاصة.

- المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة (PLC: Programmable Logic Controller:): العديد من العمليات الصناعية تتم بطريقة تتابعية (sequential). حيث يتولى ترتيب عملية التصنيع برمتها، فيشغل السيور أو يوقفها، ويفتح الصمامات أو يغلقها الخ، وذلك وفق تسلسل منطقي معين.
- التحكم الإشرافي مع نظم كسب البيانات (SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition): للحاسوب فقط دور إشراف ومتابعة (Monitoring) لعملية التحكم. أما التحكم الفعلي فتقوم بها دوائر تحكم تماثلية.
- نظم التحكم الموزع (DCS: Distributed Control Systems) هو أحد أنظمة التحكم الصناعية المبنية على أساس توزيع المهام بدلا من تركيزها في موقع واحد. لهذا النظام العديد من التطبيقات الصناعية والطبية مثل التحكم المروري المتقدم ومصانع الأدوية.

تعريفات هامة في عمليات التحكم

تعريف النظام System

النظام عبارة عن مجموعة مكونات مترابطة فيما بينها بحيث تؤدي وظيفة محددة.

تعريف نظام التحكم Control System

نظام التحكم عبارة عن مجموعة المكونات المترابطة فيما بينها بحيث تتحكم في نفسها أو غيرها من النظم.

تعريف الدخل

الدخل هو المقدار الذي يؤثر في حالة النظام.

تعريف الخرج

الخرج هو المقدار الذي ينتج عن النظام نتيجة لتأثير الدخل عليه.

فالدخل والخرج مقداران يتفاعلان في النظام، وكلاهما يطلق عليه مصطلح "إشارة Signal"، ويختلف نوعها تبعا لنوع النظام، فهي في النظم الكهربائية تيار أو فرق جهد، وفي النظم الميكانيكية قوة أو سرعة أو مسافة، وفي نظم السوائل معدل تدفق أو مستوى سائل أو ضغط، وفي النظم الحرارية معدل تدفق الحرارة أو درجة حرارة وهكذا.

عناصر التحكم التقليدي

تتكون عناصر التحكم التقليدي من المفاتيح الكهربية والحساسات والمستشعرات بالإضافة إلى المرحلات والمؤقتات والعدادات الكهربية التي سنقوم بشرح كل منها بالتفصيل في الأجزاء اللاحقة بالوحدة.

أسئلة للمراجعة

١. ضع علامة صح أو خطأ أمام العبارات التالية.

رقم	السؤال	صح أم خطأ
١	الإشارات الكهربائية التماثلية (Analog): التي تتغير بطريقة غير منتظمة مع الزمن	
٢	الإشارة الكهربائية الرقمية (Digital): التي تأخذ قيم محددة	
٣	نظم التحكم التقليدية (CCS: classic control system) وهو يعتمد علي أنظمه التحكم التقليدية التي سوف تكون الهدف الرئيسي من هذه الوحدة	
٤	التحكم الرقمي المباشر (DDC: Direct Digital Control): للحاسوب هنا دور أساسي في عملية التحكم، فهو يقوم مقام دوائر التحكم بواسطة برامج تحكم خاصة	
٥	النظام عبارة عن مجموعة مكونات مترابطة فيما بينها بحيث تؤدي وظيفة محددة.	
٦	نظام التحكم عبارة عن مجموعة المكونات غير مترابطة فيما بينها بحيث تتحكم في نفسها أو غيرها من النظم.	

٢. اختر الإجابة الصحيحة أو الإجابات الصحيحة مما يلي.

رقم	السؤال			
١	العديد من العمليات الصناعية تتم بطريقة تتابعية (sequential). حيث يتولى ترتيب عملية التصنيع برمتها، فيشغل السيور أو يوقفها، ويفتح الصمامات أو يغلقها الخ، وذلك وفق تسلسل منطقي معين			
	(أ) نظم التحكم التقليدية (CCS: classic control system)	(ب) المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة (PLC: Programmable Logic Controller)	(ج) التحكم الإشرافي مع نظم كسب البيانات (SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition)	(د) نظم التحكم الموزع (DCS: Distributed Control Systems)
٢	للحاسوب فقط دور إشراف ومتابعة (Monitoring) لعملية التحكم. أما التحكم الفعلي فتقوم بها دوائر تحكم تماثلية			
	(أ) نظم التحكم التقليدية (CCS: classic control system)	(ب) المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة (PLC: Programmable Logic Controller)	(ج) التحكم الإشرافي مع نظم كسب البيانات (SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition)	(د) نظم التحكم الموزع (DCS: Distributed Control Systems)

رقم	السؤال			
٣	أحد أنظمة التحكم الصناعية المبنية على أساس توزيع المهام بدلا من تركيزها في موقع واحد. لهذا النظام العديد من التطبيقات الصناعية والطبية مثل التحكم المروري المتقدم ومصانع الأدوية			
	(أ) نظم التحكم التقليدية (CCS: system control classic)	(ب) المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة (PLC: Programmable Logic Controller:)	(ج) التحكم الإشرافي مع نظم كسب البيانات (SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition)	(د) نظم التحكم الموزع (DCS: Distributed Control Systems)
٤	للحاسوب هنا دور أساسي في عملية التحكم، فهو يقوم مقام دوائر التحكم بواسطة برامج تحكم خاصة			
	(أ) نظم التحكم التقليدية (CCS: system control classic)	(ب) المتحكمات المنطقية القابلة للبرمجة (PLC: Programmable Logic Controller:)	(ج) التحكم الإشرافي مع نظم كسب البيانات (SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition)	(د) نظم التحكم الموزع (DCS: Distributed Control Systems)

٣. صنف أنظمة التحكم طبقا لنوع الإشارات الكهربائية التي يتفاعل معها.

٤. ما معنى الكلمات المختصرة الآتية:

- DDC
- DCS
- SCADA
- PLC
- CCS

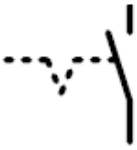
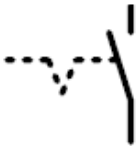
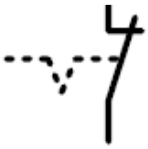
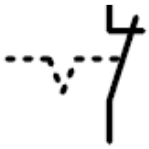
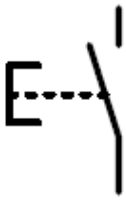
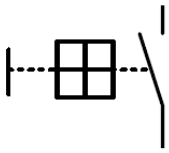
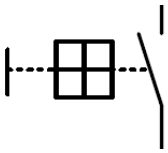
الباب الثاني: عناصر التحكم التقليدي

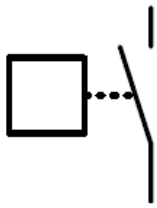
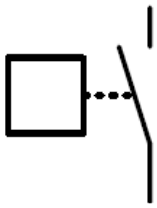
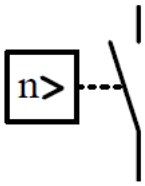
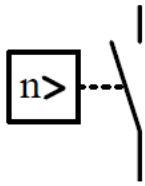
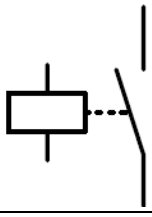
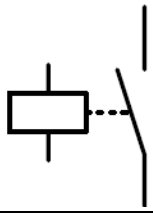
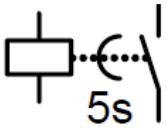
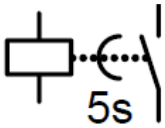
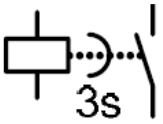
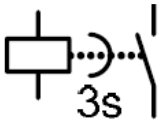
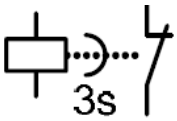
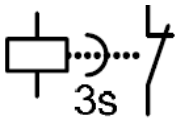
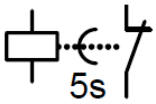
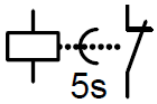
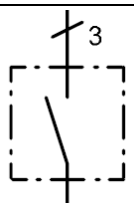
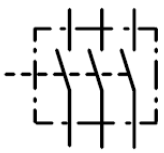
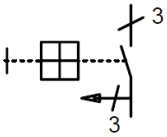
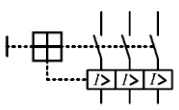
الأهداف

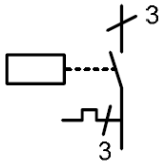
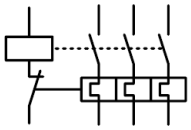
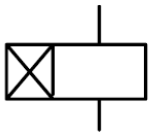
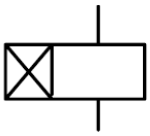
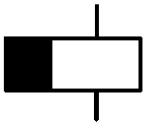
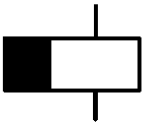
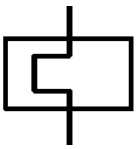
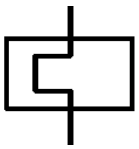
بعد انتهائك من دراسة هذا الباب تكون قادرا على:

- التعرف على رموز عناصر التحكم.
- التعرف على أنواع المفاتيح الميكانيكية.
- التعرف على أنواع المفاتيح الإلكترونية.
- التعرف على المرحلات وأنواعها.
- التعرف على الكونتاكتور وأنواعه.
- التعرف على الفرق بين المرحلات والكونتكتورات.
- التعرف على المتممات وأنواعها.

رموز وعناصر التحكم التقليدي

م	اسم	الرمز	الرمز التنفيذي
١	مفتاح وصل برجوع تلقائي		
٢	مفتاح فصل برجوع تلقائي		
٣	مفتاح وصل بدون رجوع تلقائي		
٤	مفتاح فصل بدون رجوع تلقائي		
٥	مفتاح تشغيل يدوي ضاغط ذو رجوع ذاتي		
٦	مفتاح تشغيل يدوي مع قفل تشغيل		

م	اسم	الرمز	الرمز التنفيذي
٧	مفتاح تشغيل ميكانيكي		
٨	مفتاح تشغيل ميكانيكي يعمل بالقوة الطاردة المركزية		
٩	مفتاح ذو تشغيل كهرومغناطيسي		
١٠	مفتاح وصل – ذو تأخير (يغلق بعد ٥ ثواني من مرور التيار في الملف)		
١١	مفتاح وصل – لتشغيل متأخر (عند وصول التيار للملف يصل النقاط و يستمر في التوصيل ثم يفصل بعد الزمن المحدد، ٣ ثواني في هذه الحالة)		
١٢	مفتاح فصل – لتشغيل متأخر (عند وصول التيار للملف يفصل النقاط و لكن يعود التوصيل من جديد بعد الزمن المحدد، ٣ ثواني في هذه الحالة)		
١٣	مفتاح فصل – ذو تأخير (يفصل بعد ٥ ثواني من مرور التيار في الملف)		
١٤	مفتاح قدرة ثلاثي		
١٥	مفتاح قابض مع قاطع كهرومغناطيسي للوقاية من زيادة التيار		

م	اسم	الرمز	الرمز التنفيذي
١٦	مفتاح تلامس مع قاطع حراري للوقاية من زيادة التيار		
١٧	مؤقت زمني يؤخر عند التوصيل		
١٨	مؤقت زمني يؤخر عند الفصل		
١٩	متمم حراري يعمل عند زيادة الحمل		

المفاتيح الكهربائية

نتقسم المفاتيح الكهربائية إلى نوعين أساسين:

- المفاتيح الميكانيكية.
- المفاتيح الإلكترونية، وفيما يلي شرحا مبسطا لكل نوع منهم.

المفاتيح الميكانيكية

ومنها أنواع عديدة حسب الفقرات التالية:

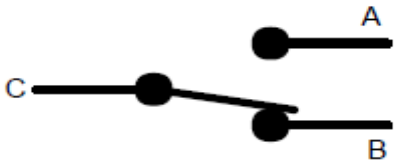
مفاتيح فصل وتشغيل (SPST: Single Pole Single Throw) (switch on –off)

تتحكم التلامسات في مرور التيار في الدائرة من عدمه، وللتلامس حالتين: الحالة المفتوحة وفيها يمنع مرور التيار، والحالة المقفولة وفيها يسمح بمرور التيار.

شكل رقم ٣: رموز المفاتيح اليدوية

مفتاح أحادي القطبية ثنائي الخرج (SPDT: Single Pole Double Throw switch)

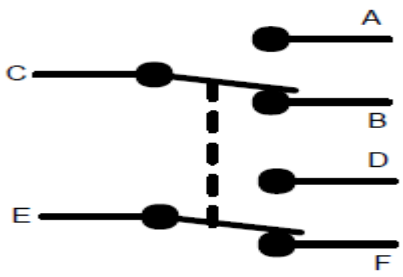
يسمى أيضا مفتاح ذو طريقين أو ذو طرفين، تتحكم التلامسات في مرور التيار في الدائرة لأحد المخارج حيث يمكن التوصيل بين طرف "C" بطرف "A" أو طرف "C" بطرف "B"، كما بالشكل التالي.



شكل رقم ٤: مفتاح أحادي القطبية ثنائي الخرج

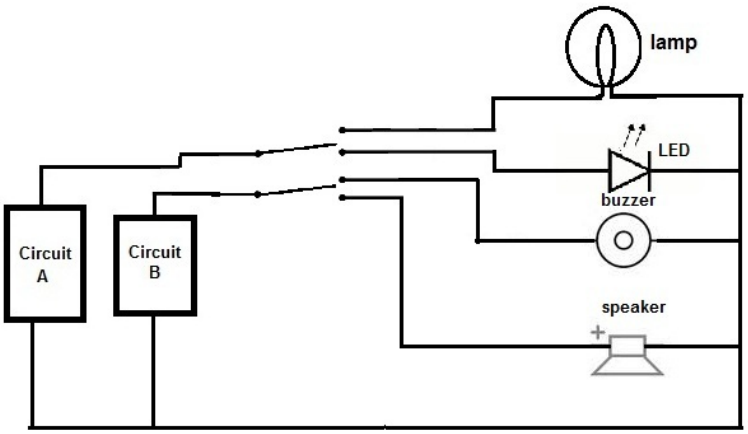
مفتاح ثنائي القطبية ثنائي الخرج Double Pole double Throw switch (DPDT)

يمثل مفتاح إيقاف وتشغيل مزدوج، حيث يمكن التوصيل بين طرف "C" بطرف "A" في نفس وقت توصيل طرف "E" مع طرف "D" أو طرف "C" بطرف "B" في نفس وقت توصيل طرف "E" مع طرف "F"، كما بالشكل التالي.



شكل رقم ٥

فنلاحظ أن نقطتين الدخل هما (CE) والخرج الأول الخاص بالدخل "C"هما "A, B "، كذلك الخرج الثاني الخاص بالدخل (E) هما "D, F" والرسم التوضيحي التالي يبين استخدام المفتاح الثنائي القطبية وثنائي الخرج "DPDT " في تشغيل (المصباح "Lamp" مع الطنان "Buzzer" في نفس الوقت أو الليد "LED" مع السماعة "Speaker" في نفس الوقت).



شكل رقم ٦: استخدام مفتاح DPDT

ضاغط التشغيل والإيقاف (Push Button Switches)

شكل رقم ٧: مفاتيح التشغيل والإيقاف بالضغط

وهذه المفاتيح تستخدم لتوصيل وفصل جهد التحكم بملفات الكونتاكتور "مفتاح التلامس" (Contactor) وبالتالي تشغيل وفصل الحمل المتصل بالكونتاكتور كما سيتضح بالشرح في الفقرات التالية، ويستخدم للفصل مفتاح لونه أحمر كما بالشكل السابق ويكون المفتاح من نوع المقفول مسبقا "الوضع الطبيعي مقفول" (Normally Close - NC)، ويستخدم مفتاح لونه أخضر كما بالشكل ويكون المفتاح من نوع المفتوح مسبقا "الوضع الطبيعي مفتوح" (Normally Open – NO).

مصابيح الإشارة أو لمبات البيان

تستخدم لمبات البيان، لبيان حاله اللوحة أثناء التشغيل أو الأعطال، فمثلا يتم تركيب ثلاثة لمبات على الفازات الثلاثة لبيان الحالة أثناء سقوط أحد الفازات، وأيضا يتم تركيب لمبات بيان علي المحركات التي تعمل ستار دلتا لبيان حاله المحرك من حيث العمل ويتم أيضا تركيبها على الاوفرلود أو أي شيء أخر فهي مهمه جدا في بيان الأعطال، ويتم أيضا تركيبها على الفازات الثلاثة L1L2L3، من اليسار إلى اليمن احمر اصفر اخضر

تعمل على تيار متردد أو مستمر وتأتي بجهود عديدة مثل: ٣٨٠ فولت, ٢٢٠ فولت, ١١٠ فولت, ٤٨ فولت, ٢٤ فولت, ١٢فولت.

تتميز لمبات التشغيل بالون الأخضر ولمبات الفصل بالون الأحمر ولمبات الأعطال بالون الأصفر، أو يتم كتابه كل وظيفة على اللمبة المستخدمة لسهوله التعامل مع التشغيل والصيانة.

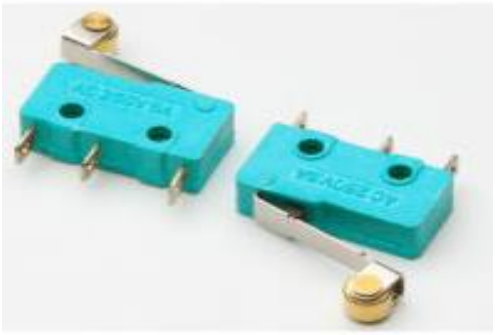
شكل رقم ٨: لمبات البيان

مفتاح الطوارئ Emergency Stop

يستخدم مفتاح الطوارئ لفصل الدائرة مباشرة من على اللوحة وهو له نفس عمل مفتاح الإيقاف الضاغط (Push Button)، ولكن الشكل يختلف وهو بارز أكثر لسهولة الضغط عليه بكل راحة اليد لسرعة الفصل، ولا يتم التوصيل إلا بعد لف المفتاح بزاوية معينة حتى يعطى الفرصة لمرور وقت للتفكير.

شكل رقم ٩: مفاتيح التشغيل والإيقاف بالضغط

مفاتيح نهاية الأشواط (Limit Switches)



شكل رقم ١٠: مفتاح نهاية الأشواط

تحتوي هذه المفاتيح على عددا من نقاط التلامس المفتوحة والمغلقة التي يتغير وضعها عند اصطدام أي شيء بها، وتستخدم لتوصيل أو قطع التيار عن ملف الكونتاكتور (Contactor) أو الريليه (Relay)

(المرحل) عند وصول لمسافة أو ارتفاع معين ويوجد منها أشكال مختلفة وأحجام مختلفة. وتستخدم بكثرة في المصاعد الكهربية وخطوط الإنتاج الصناعية.

الريليه (Relay) - المرحلات

المرحل "الريليه" هو جهاز يتعرف على أي ظروف تشغيل غير عادية في الدائرة وذلك من خلال قياس **الكميات الكهربية** (تيار - جهد - تردد - زاوية الطور) التي تختلف قيمها عند حدوث الأعطال في الدائرة الكهربية. وتوصل المرحلات بالدوائر الثانوية لمحولات القياس وعندما يحس المرحل بالعطل يعمل ويغلق دائرة جهاز القطع والذي يقوم بدوره بفتح الدائرة الكهربية. ويعمل المرحل على فصل المنطقة المتأثرة بالعطل وذلك لتجنب حدوث تدمير للأشخاص والمعدات وذلك عن طريق تشغيل قواطع الدائرة المناسبة.

المتطلبات الأساسية للمرحلات (Basic requirements of Relay)

بالنظر للنتائج المتوقع حدوثها، يجب أن يتم تصميم نظم الوقاية حتى تحقق عدد من المتطلبات الهامة وتشمل:

١. **الاعتمادية Reliability:** للحكم على نظام وقاية بأنه نظام يعتمد عليه (موثوق فيه) عندما يشمل كل من: ضمان تصرف النظام بطريقة صحيحة خلال الأعطال وهو ما يطلق عليه الثقة، ضمان عدم تشغيل نظام الوقاية في حالة عدم الحاجة وهو ما يطلق عليه الأمان وهذا يعني أن الاعتمادية على نظام الوقاية تتحقق عندما يتصرف بطريقة سليمة تحت ظروف النظم الغير ملائمة والظروف البيئية المحيطة.

٢. **السـرعة Speed:** بمعني أنه يجب أن تستجيب المرحلات للظروف الغير طبيعية في أقل وقت ممكن، وهذا يعني أن زمن التشغيل يجب ألا يتجاوز الثلاث دورات على أساس نظم الـ ٦٠ هرتز.

٣. **بسيط واقتصادي Simplicity and Economy:** الاحتياج إلى كون النظام بسيط واقتصادي هو متطلب شائع في أي تصميم هندسي وبالتالي في نظم الوقاية.

٤. **الحساسية Sensitivity:** أن يعمل المرحل طبقا للإحساس بأقل قيمة ضبط.

تصنيف المرحلات حسب الوظيفة

مرحلات فتح وغلق

ومرحلات (فتح وغلق) (on - off) ويعرف أحيانا بمرحلات الكل أو اللا شيء (all or nothing) وتتضمن مرحلات التأخر الزمني (Time-lag) والمرحلات المساعدة ومرحلات الفصل. والسمة الشائعة لهذه الفئة أن المرحل ليس له مستوي محدد للضبط ويتم تغذيته بكمية معينة والتي إما تكون أعلي من القيمة التي يعمل عندها أو أقل من القيمة التي يعاد عندها لوضعه الأصلي.

مرحلات القياس

وفئة مرحلات القياس تتضمن عددا من الأنواع والسمة الشائعة لهذه الفئة أن المرحل يعمل عند مستوي معين سبق ضبطه وتحديده وأمثلة على هذه المرحلات كالآتي:

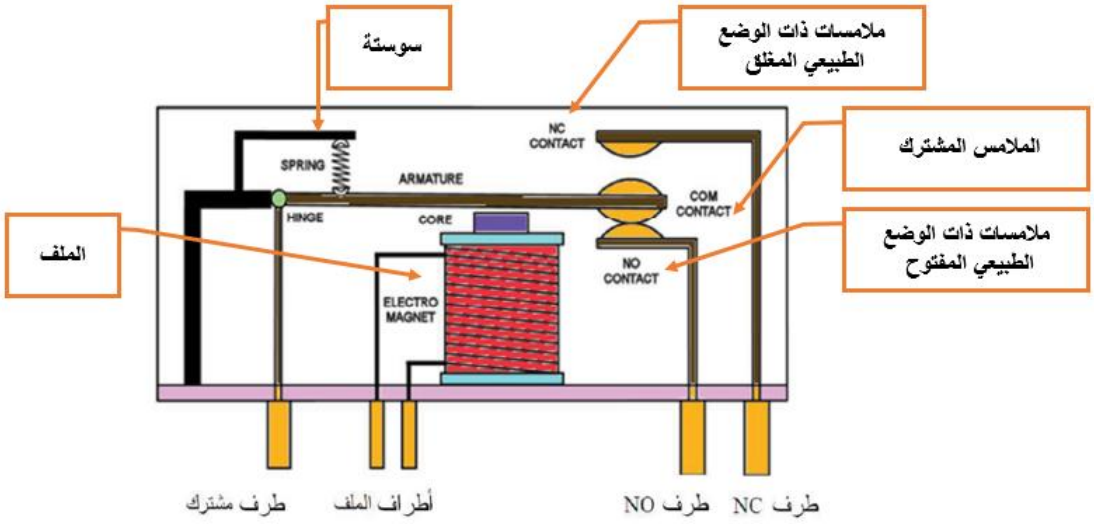
١. **مرحلات التيار**: وتعمل عند قيمة محددة للتيار وتشمل مرحلات زيادة التيار ومرحلات نقص التيار.
٢. **مرحلات الجهد**: وتعمل عند قيمة محددة للجهد وتشمل مرحلات زيادة الجهد ومرحلات نقص الجهد
٣. **مرحلات القدرة**: وتعمل عند قيمة محددة للقدرة وتشمل مرحلات زيادة القدرة ومرحلات نقص القدرة
٤. **المرحلات الاتجاهية وتشمل**:

- **مرحلات التيار المتردد**: وتعمل على أساس علاقة الطور الزاوي بين الكميات المتناوبة (المترددة).
- **مرحلات التيار الثابت**: وتعمل على أساس اتجاه التيار وغالبا لنظام المغناطيسي الثابت أو الملف المتحرك

٥. **مرحـلات التردد**: وتعمل عند قيمة محددة للتردد وتشمل مرحلات زيادة التردد ومرحلات نقص التردد
٦. **مرحلات الحرارة**: وتعمل عند قيمة محددة لدرجة الحرارة خلال الجزء المحمي
٧. **المرحلات التفاضلية**: وتعمل على أساس الفرق بين كميتين مثل التيار أو الجهد، وهكذا وهذا الفرق يمكن أن يكون اتجاهي أو قياسي.
٨. **مرحلات المعاقة**: وتعمل على أساس المسافة بين محول قياس التيار والعطل والمسافة تقاس على أساس قياس المقاومة أو المفاعلة أو المعاقة.

التركيب الداخلي للمرحل (Relay)

ومن أهم الأنواع الشائعة في دوائر التحكم الصناعي المرحل الكهرومغناطيسي (Electromagnetic)



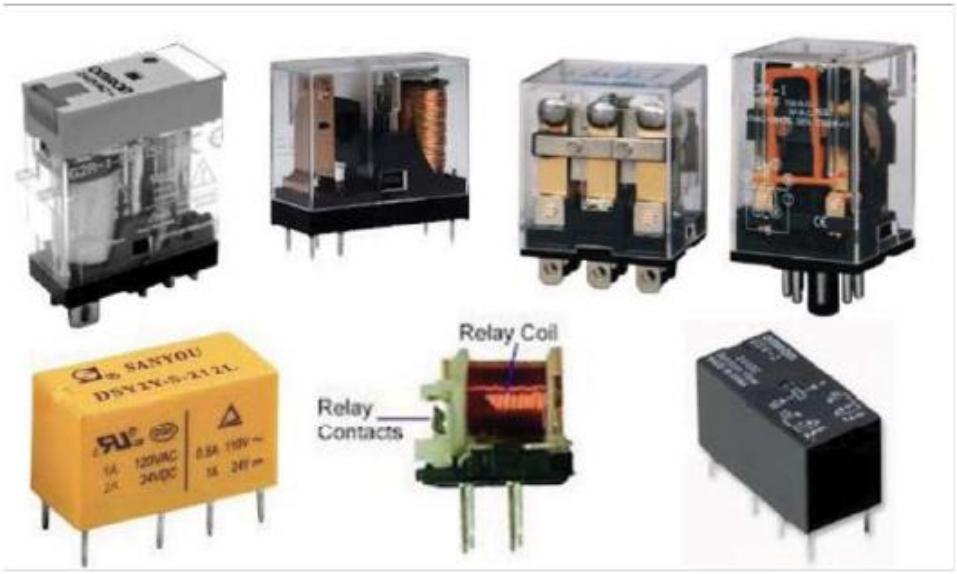
شكل رقم ١١: مرحل كهرومغناطيسي خماسي الأطراف

المرحل الكهرومغناطيسي يتكون من طرفين للملف الكهربي وتسمي طرفي التحكم ويعمل بجهود مختلفة طبقا لدائرة التحكم، (5 V,9V,12V,24 Vdc,24 V ac,48V,110V,220V)، أما الطرف المشترك (Common) وطرف (NC) والطرف (NO) هي أطراف القدرة (POWER CIRCUIT) فعندما يوصل تيار كهربي لأطراف الملف فيجذب الحافظة فيوصل الطرفين المشترك والطرف (NO) وعند فصل التيار الكهربي عن الملف فترتد الحافظة ويوصل الطرفين المشترك والطرف (NC).

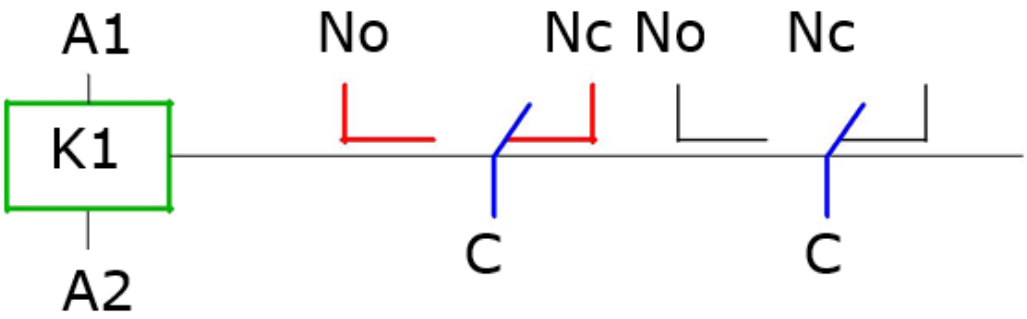
في الشكل السابق يتكون المرحل من خمسه أطراف طرفين للملف وثلاث أطراف لنقط التلامس ومن الممكن أن يكون المرحل من ٨ أطراف أو ١١ طرف أي أن مجموعتين أو ثلاث مجموعات من نقاط التلامس على الترتيب.

عند شراء المرحل يجب معرفه الجهد المستخدم ويسمي الكونترول "جهد التحكم" وكذلك الأمبير "تيار الحمل" وهو الخاص بنقاط التلامس على سبيل المثال ريليه (24 V dc, 10 A, 11 leg) أي انه جهد الملفات (24 V DC) استطاعة نقاط التلامس 10A وعدد مجموعات التلامس 3 مجموعات.

وفي شكل التالي يوضح الأشكال مختلفة للمرحلات الكهرومغناطيسي



شكل رقم ١٢: أشكال مختلفة للمرحلات الكهرومغناطيسية



شكل رقم ١٣: شكل المرحل في دوائر التحكم

الشكل السابق يوضح شكل المرحل في دوائر التحكم حيث أن:

- **K1:** ملف المرحل (الريليه) (5 V,9V,12V,24 Vdc,24 V ac,48V,110V,220V)
- **A1, A2:** نقاط توصيل الملف
- **NO:** نقطه مفتوحه في الوضع الطبيعي NORMALLY OPEN
- **NC:** نقطه مغلقه في الوضع الطبيعي NORMALLY CLOSED
- **C:** نقطه مشتركه COMMEN

أنواع خاصة من المرحلات (Relay)

الريلاى الصغير (المنمنم) أو الريد ريليه (Reed Relay)

غالبا ما يظهر الريليه كعملاق بالمقارنة بالترانزستور ومع ذلك يوجد ريليه صغير الحجم مثل الدائرة المتكاملة ذات الـ ١٤ طرف أو حتى أصغر يسمى الريد ريليه، الريد ريليه (Reed relays) عبارة عن أنبوبة (انتفاخ) طولية بداخلها تلامسان معدنيان عند تعرضهما لمجال مغناطيسي كافي يتلامسان ويمكن أن تكون على شكل الدوائر المتكاملة مثل الشكل التالي

شكل رقم ١٤: الريد ريليه

ريليه الحالة الصلبة (Solid State Relay):

على خلاف الريليه الكهرومغناطيسي لا يوجد به أجزاء متحركة وغالبا ما يستخدم العوازل الضوئية. فبدلا من الملف يستخدم مصدر ضوئي (LED) (دايود مشع) وبدلا من التلامسات يستخدم ترياك ضوئي (OPTO-TRIAC) أو ترانزستور ضوئي، وهذا النوع من الريليه غالبا ما يكون مانع للمياه (محمي من المياه) والذي لا يتحقق في الريليه الكهروميكانيكي حيث يتأثر الأخير بالأتربة والرطوبة ويتعرض للتآكل مع الزمن.

مميزات ريليه الحالة الصلبة:

أنه متوافق مع الدوائر الرقمية .وتيار التحكم صغير جدا ولا توجد أجزاء متحركة وبالتالي فان العمر الافتراضي له أكبر من الريليه الكهروميكانيكي. مناسب للاستخدام في الأماكن القابلة للانفجار لعدم وجود شرارة كهربية أثناء العمل. العزل بين دائرة التحكم ودائرة (القدرة) أكبر. في بعض الأحيان يكون أرخص وأصغر لنفس القدرة. مع سرعة أكبر.

شكل رقم ١٥: أنواع المرحلات الصلبة

عيوب ريليه الحالة الصلبة:

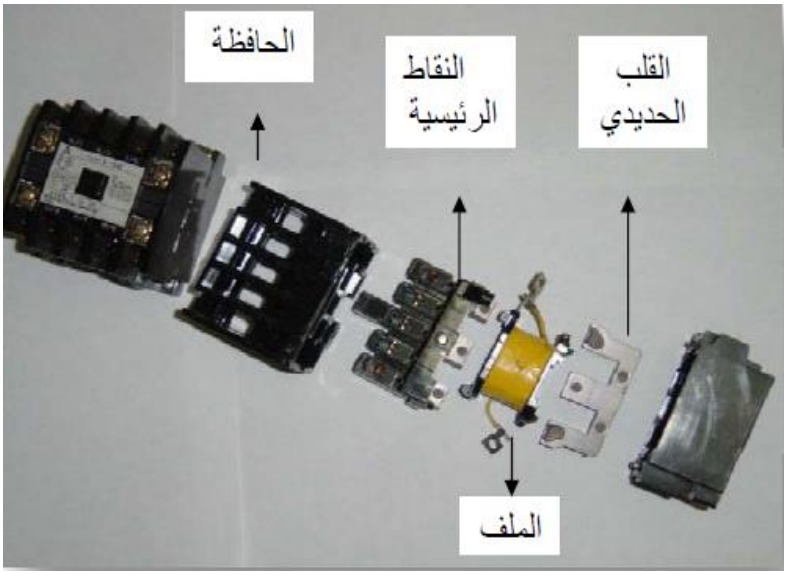
ينتج عن تشغيله حرارة وقد يحتاج إلى هواء للتبريد، من الصعب وضع عدة لامسات في ريليه واحد، في بعض حالات الاستخدام يتطلب فك الريليه من الدائرة بغرض الأمان أثناء الصيانة وهو لا يتحقق مع هذا النوع. لهذه الأسباب فان الريلاى الكهروميكانيكي مازال له أولوية ويفضل في كثير من الحالات.

مفتاح التلامس (الكونتاكتور Contactor)

شكل رقم ١٦: أشكال الكونتاكتور

وهو من أهم الخامات التي تستعمل في تركيب أبسط الدوائر، ووظيفته فصل وتوصيل أوجه الدائرة الكهربية عند تغذية ملفه بجهد التحكم المناسب.

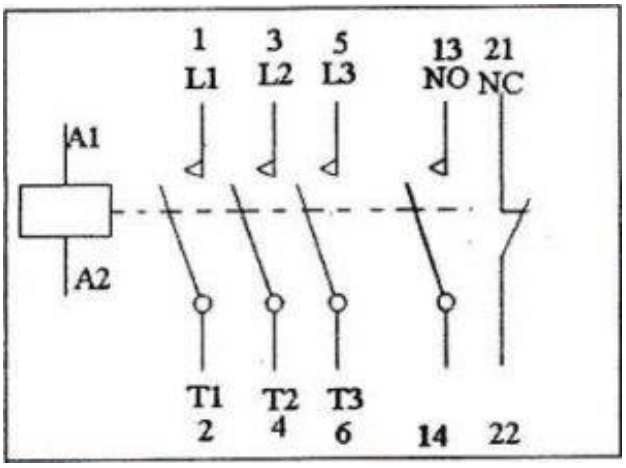
ويتكون من قلب من الصلب السليكون يشبه قلب المحول الكهربي مقسم على جزئيين أحدهما ثابت والآخر متحرك بينهما سوستة لإبعاد الجزئيين عن بعضهما وفصل نقاط التوصيل، وملف من السلك المعزول ملفوف على بكرة على الجزء الثابت من القلب الحديدي، وعند توصيل ملف الكونتاكتور بالجهد المناسب يحدث مجالا مغناطيسيا يعمل على جذب الجزء المتحرك ليعمل على توصيل ما يسمى بنقاط التلامس الرئيسية. كما يمكن تركيب نقاط تلامس المساعدة في حالة الحاجة إليها. والشكل التالي يوضح التركيب الداخلي للكونتاكتور.



شكل رقم ١٧: أجزاء الكونتاكتور

ويتم تمييز النقاط الرئيسية بالرموز (T1-T2-T3) أو (٥-٣-١) أو (L1-L2-L3)، أما نقاط التلامس المساعدة فهي إما أن تكون نقطة مفتوحة (Normally Open – NO) وهى التي تكون طرفيها مفتوحين وغير متصلين في الحالة الطبيعية – أي حالة عدم توصيل الجهد لملف الكونتاكتور– أو نقطة مقفولة

(Normally Close - NC) وهى التي تكون طرفيها مقفلين أي متصلين في الحالة الطبيعية، وفى حالة تغذية ملف الكونتاكتور تتحول النقاط المفتوحة إلى مقفولة والمقفولة إلى مفتوحة، وتستخدم هذه النقاط عموما في البيان كلمات الإشارة إلى التشغيل، كما تستخدم في الإنذار وتشغيل دوائر أخرى تبعا لتشغيل وفصل الكونتاكتور المركب عليها هذه النقاط المساعدة.



شكل رقم ١٨: يوضح شكل الكونتاكتور في دوائر التحكم

حيث:

- **K1**: ملف المرحل (الريليه) (5 V,9V,12V,24 Vdc,24 V ac,48V,110V,220V)
- **A1, A2**: نقاط توصيل الملف
- **L1, T1** : نقطتي التلامس الأولي
- **L2, T2**: نقطتي التلامس الثانية
- **L3, T3**: نقطتي التلامس الثالثة

كيفية معرفة وتحديد أطراف الكونتاكتور

قبل توصيل الكونتاكتور يجب أولا تحديد نقاط التلامس الرئيسية والنقاط المساعدة. وكذلك طرف الملف بالنسبة للنقاط الرئيسية (main contacts) عادة يكونوا ثلاث نقاط (لكن بعض الأحيان يوجد أكثر) فيوضع مفتوح (Normally Open)، أما النقاط المساعدة (Auxiliary Contacts) يوجد منها في وضع طبيعي مفتوح ويختصر بالرمز (NO) ومنها في وضع طبيعي مغلق (Normally Close) ويرمز لها بالرمز (NC) المقصود بالوضع الطبيعي أي قبل توصيل الكونتاكتور أو قبل أن يصل الجهد إلى الملف ممكن تحديد إذا كانت النقطة المساعدة مفتوحة أو مغلقة باستخدام الأوميتر فاذا كانت مفتوحة فان الأوميتر يقرا (" ١ جهة اليسار" يعني ما لانهاية – أي مفتوح) وإذا كانت مغلقة فأنه يقرأ صفرا (٠).

في حالة قيامك بتحديد أي نقطة تلامس داخل الكونتاكتور بواسطة الأوميتر لابد أن تتأكد من عدم وجود تيار أو اطراف موصلة بالنقاط المراد تحديدها.

آليات اختيار الكونتاكتور

توجد نواع كثيرة من الكونتاكتورات وعند شراء أو تغير يجب معرف ثلاث أشياء

١. فرق الجهد الذي تعمل به دائرة التحكم
٢. عدد نقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة
٣. شدة التيار بالنسبة للحمل

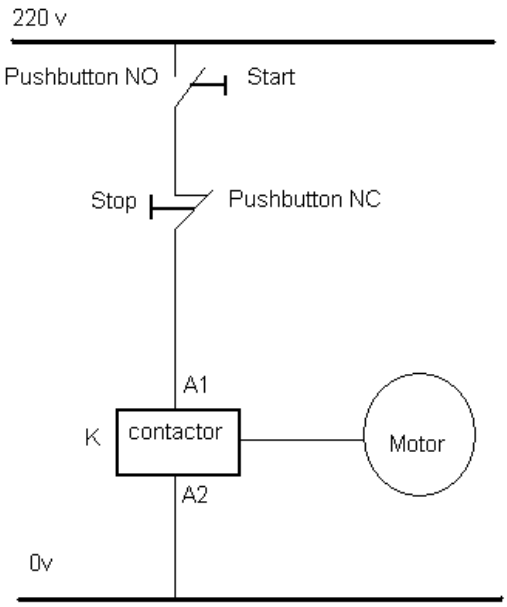
- بالنسبة للنقطة الأولى فانه يوجد بعض الكونتاكتور (٢٤-٤٨-١١٠-٢٢٠) فولت ويتم التفضيل بينهم حسب الاستخدام وحسب الفولت التي تعمل علية دائرة التحكم ومن المعروف أن محركات الثلاثة أوجه يمكن تشغيلها على اكثر من جهد مثلا ٣٨٠/٢٢٠ فولت أو ٦٦٠ /٣٨٠ فولت وكلما زاد فرق الجهد الذى سيعمل عليه المحرك يقل شدة تياره والعكس لتبقى القدرة التي يعمل عليها الكونتاكتور ثابتة بمعنى انه اذا كان لدينا كونتاكتور يتحمل ٩ أمبير وتم توصيله على محرك ٣ حصان لابد من تشغيل هذا المحرك على ٢٢٠ فولت أما اذا كان المحرك ٥,٥ حصان مثلا فلابد من تشغيل هذا المحرك على ٤١٥ فولت وهكذا ليبقى نفس التيار الذى يتحمله نقاط الكونتاكتور وهذه هي النقطة الثالثة فأي كونتاكتور تصنع نقاط تلامسه لتتحمل شدة تيار معينة فاذا اتصل بهذه النقاط محرك تياره أعلى مما تتحمله هذه النقاط سيؤدى ذلك إلى زيادة الشرارة المتولدة نتيجة توصيل وقطع التيار وبالتالي إلى إتلاف النقاط سريعا
- أما بالنسبة للنقطة الثانية فانه توجد بعض أنواع الكونتاكتور تحمل عدد معينا من نقاط التلامس المساعدة المفتوحة والمغلقة ولا يمكن تركيب عدد آخر من النقاط على نفس الكونتاكتور وتوجد أنواع أخرى كثيرة لها في الغالب نقطة تلامس مساعدة واحدة مفتوحة ولكن يمكن تركيب عدد من نقاط التلامس المساعدة على نفس الكونتاكتور.

ما هو الفرق بين الكونتاكتور الريليه Relay؟

كلاهما يعمل بنفس الطريقة، ولكن الفرق الوحيد أن الريليه تكون جميع نقط توصيله مخصصه لتعمل في دوائر التحكم فقط، وليس كالكونتاكتور الذي يحتوي على نقاط التوصيل تعمل في دائرة القوة وأخرى تعمل في دائرة التحكم.

التغذية الذاتية للكونتاكتور

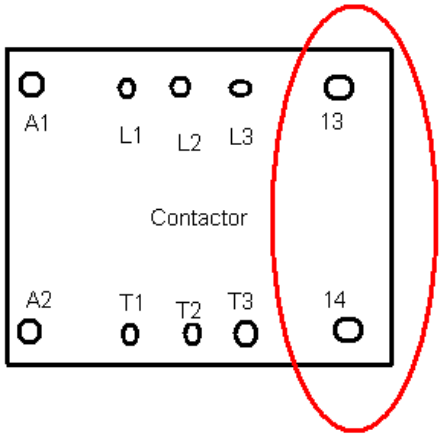
والآن لنقوم بتنفيذ دوائر تحكم بسيطة، دائرة التحكم في تشغيل موتور. نريد أن نقوم بتشغيل موتور عن طريق كونتاكتور، وبمفتاحين (Push Buttons) أحدهما لعمل (Start) والآخر لعمل (Stop)، لاحظ التوصيل التالي:



شكل رقم ١٩: دائرة تشغيل محرك

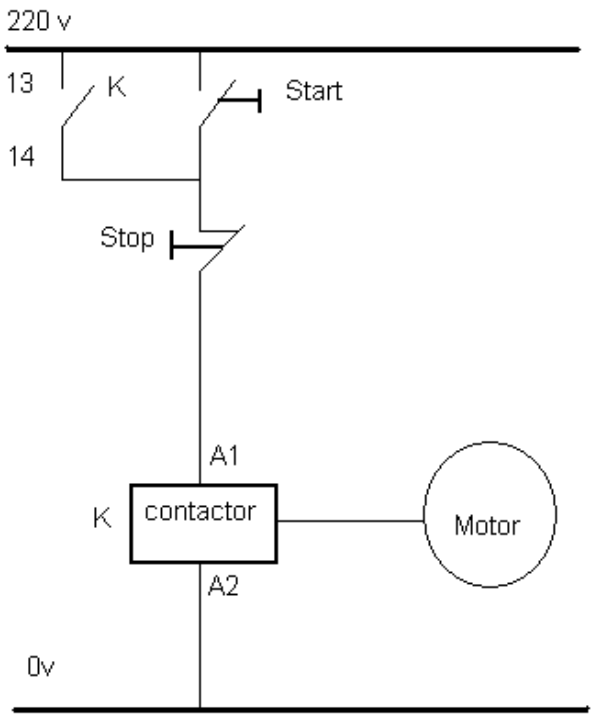
بهذه الطريقة في التوصيل، سنجد أنه عند الضغط على مفتاح (Start) فإن الكونتاكتور سوف يغلق نقاط التوصيل فيوصل الثلاث فيزات "أوجه" (3 Phase) للموتور فيعمل الموتور، ولكن مفاتيح الـ (Push buttons) كما علمنا أنها تكون لحظية (Temporary)، أي عند رفع اليد سوف يعود إلى وضعه الأصلي فتفصل الدائرة، ولا نستخدم مفتاح (Permanent)، لأنه إذا انقطعت الكهرباء ثم عادة فجأة، فإنها ستصل للمحرك فورا وهذا قد يتلف المحرك، إذا فما هو الحل؟

الحل يكون بعمل ما يعرف باسم "المساك" (Latch)، ويكون ذلك باستخدام النقطة المساعدة التي في الكونتاكتور 13-14 وتسمي الدائرة بالتغذية الذاتية (self-holding).



شكل رقم ٢٠: النقاط المساعدة في الكونتاكتور

فإذا تم توصيل تلك النقطة المساعدة " بالتوازي" مع مفتاح الـ (Start)، فإن الدائرة ستكون بالشكل التالي:



شكل رقم ٢١: دائرة تشغيل محرك بالتغذية الذاتية

فكرة عمل الدائرة:

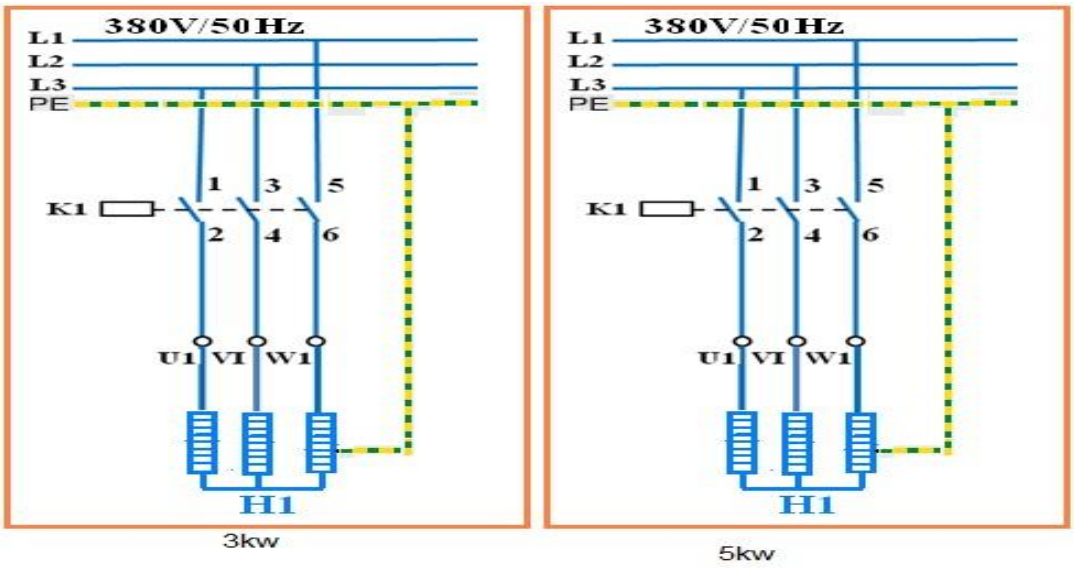
عند الضغط على مفتاح (Start)، تكتمل الدائرة الكهربية وتصل الكهرباء للكونتاكتور فتغلق كل مفاتيحه، أي أن الكونتاكت 13-14 تغلق أيضا، ولأن تلك النقاط المساعدة متصلة بالتوازي مع مفتاح الـ (Start)، فإنه عند عودة مفتاح (Start) لوضعه الطبيعي، فإن مسار الكهرباء سيظل مكتملا من خلال ذلك التوصيل، وهذا ما يعرف بالـ Latch " لاتش " (المساك) وإذا أردنا غلق الموتور، فإننا نضغط ضغطة واحده على مفتاح الـ (Stop) فتفصل الدائرة.

تلك النقطة المساعدة Auxiliary contact في الكونتاكتور لابد وأن تكون NO، فإذا كانت NC، فيتم إضافة نقطة مساعدة أخرى خارجية.

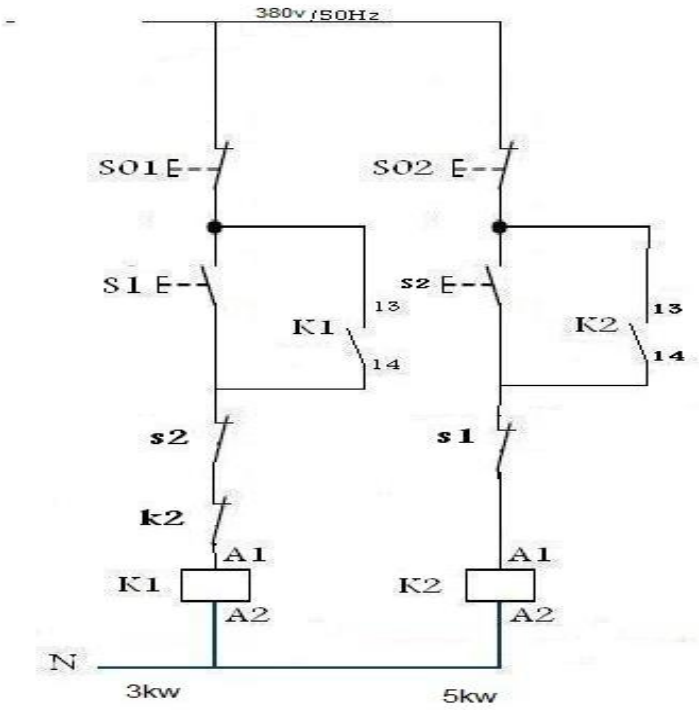
مثال

مكيف يحتوي على مصدرين حرارة الأول (3KW) والثاني (5KW) يراد تشغيل المكيف بحيث لا نستطيع تشغيل أكثر من (5KW) لضعف اشتراك الكهرباء، يتضح من ذلك أننا لا نستطيع أن نجعل مصدري الحرارة أن يعملا سويا ولكن يجب علينا ضمان استمرارية عمل المكيف لذلك نقوم بتوصيل تشغيل متبادل أي حماية تبادلية، أنه في حال عمل احدها يفصل الأخر ويتم ذلك عن طريق وصل ملامسات مغلقة (NC) من مفاتيح التشغيل على التوالي لكل مصدر حرارة مع الأخر أي بمعنى أصح نوصل ملامس مغلق من مفتاح تشغيل المصدر للحرارة الأول (3kw) مع كونتاكتور المصدر الثاني (5kw) وملامس مغلق من

مفتاح تشغيل المصدر الثاني (5kw) مع كونتاكتور المصدر الأول (3kw) - ولترشيد استهلاك الطاقة نقوم بوصل ملامس مغلق من كونتاكتور المصدر الثاني (5kw) على التوالي مع كونتاكتور المصدر الأول (3kw) لضمان عمل المصدر الأول أولا.

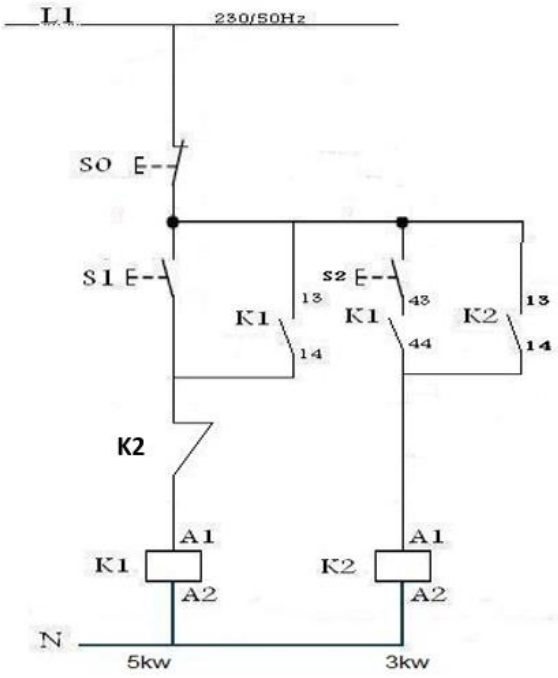


شكل رقم ٢٢: دائرة القدرة لجهازين التكيف



شكل رقم ٢٣: دائرة التحكم في أجهزه التكيف باستخدام عدد ٢ كونتاكتور

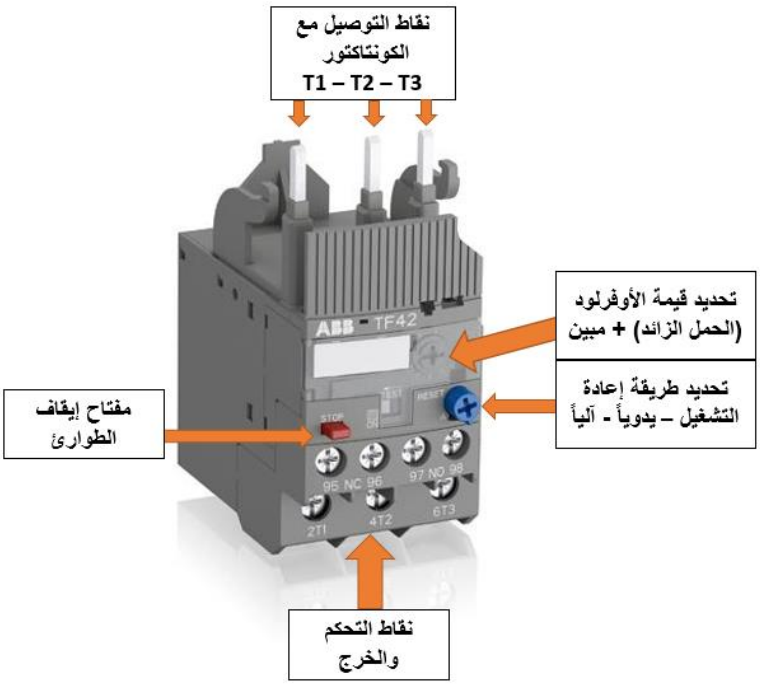
أما في حال انه أردنا ألا يعمل مصدر الحرارة (3kw) أولا فنلغي الحماية التبادلية ونضع فقط ملامس مغلق من كونتاكتور مصدر الحرارة (3kw) على التوالي مع كونتاكتور مصدر الحرارة (5kw) ونضع ملامس مفتوح من مصدر الحرارة ال (5kw) على التوالي مع مصدر الحرارة (3kw) لضمان عدم توصيل التيار أولا، لتصبح دائرة التحكم كالتالي



شكل رقم ٢٤: دائرة التحكم بعد التعديل

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 ٢٥: 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

يمكن أن تكون النقطتين كالتالي: نقطة مشتركة تسمى ٩٥ و نقطة مغلقة تسمى ٩٦ و نقطة 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.

المؤقت Timer

التعريف بالمؤقت (المتمم)

هو عبارة عن أداة يمكن بواسطتها التحكم في أزمنة التشغيل والفصل لدوائر التحكم التقليدية ولها أنواع عديدة تنقسم من حيث التركيب أو الوظيفة

أولا من حيث التركيب:

سنتعرف على ثلاث أنواع شهيرة

١. **مؤقت ذو محرك:**

حيث يتكون في تركيبه الداخلي من محرك يدير مجموعة من التروس، هذه التروس تتكون من تروس فرعية وترس رئيسي، الترس الرئيسي به جزء بارز يقوم بتغيير تدريج البكرة المسئولة عن ضبط التوقيت وبالتالي فإن هذا الجزء البارز يكون قريب أو بعيد عن نقطة التلامس حسب الضبط والمؤقت هنا يعمل بتلامس الجزء البارز مع نقطة التلامس.

يعيب هذا النوع هو أننا لابد أن نجد له طريقة لكي نخرجه من الدائرة بعد انتهاء عمله حتى لا يحدث لملفاته تلف بمرور الوقت

شكل رقم ٢٦: مؤقت ذو محرك

٢. **مؤقت إلكتروني:**

هذا النوع يتكون من (Electronic Board) به مقاومة متغيرة مع ريليه صغير بالإضافة لبعض المكونات الإلكترونية الأخرى هذه المقاومة يتم بواسطتها ضبط التوقيت المطلوب، في هذا النوع تم تفادى مشكلة إخراجه من الدائرة حيث أنه لا يتلف بمرور الوقت إذا ظل بالدائرة مع انتهاء عمله إلا أنه قد يزيد قليلا في السخونة نتيجة مرور التيار في المقاومة.

شكل رقم ٢٧: المؤقت الإلكتروني

٣. مؤقت هوائي

هذا النوع يمتاز بأنه لا يحتوي بداخله على محرك أو بوبينة أو أي مكونات إلكترونية مما يميزه بأنه لا يحتاج إلى مصدر للتغذية الكهربية حتى يبدأ عمله حيث يتكون من انتفاخ حلزوني من الكاوتشوك به فتحة تسمى بلف، هذه الفتحة أو البلف بالتحكم في شكلها (صغيرة أو كبيرة) نتحكم في مقدار الوقت للمؤقت لأنه من خلال هذه الفتحة يتم ملأ الانتفاخ بالهواء من خلالها وعندما يمتلأ هذا الانتفاخ بالهواء بشكل كامل تتغير أوضاع نقط التلامس.

شكل رقم ٢٨: المؤقت الهوائي

ثانيا: من حيث الوظيفة ينقسم المؤقت إلى الآتي:

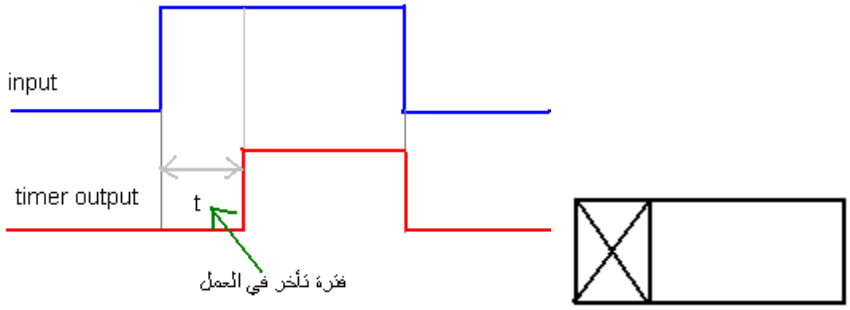
يحتوي التايمر على ملف (Coil) وعلى تلامسات مفتوحة وأخرى مغلقة. وتستخدم هذه التلامسات في الدائرة الكهربائية حسب التطبيق المراد عمله. يؤمن التايمر فاصل زمني بين لحظة تطبيق الإشارة على

التايمر نفسه (ملفه) ولحظة خروج الإشارة على التماسات (On-Delay)، أو بين لحظة انقطاع الإشارة عن التايمر ولحظة انقطاع الإشارة عن التلامسات (Off-Delay).

وهو متوفر حسب الوظيفة بأنواع عديدة:

١. On-Delay:

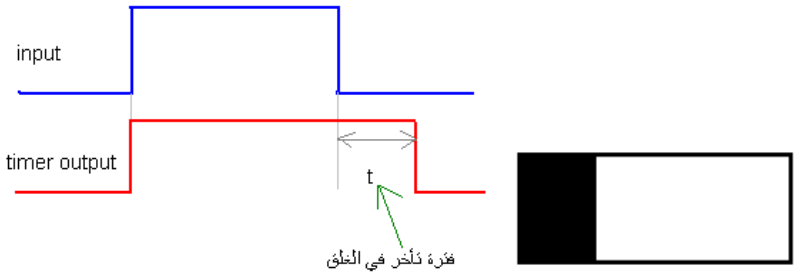
التلامسات تغير وضعيتها بعد زمن معين من تغذية ملف التايمز، ويمكن تغييره. وعند فصل التغذية عن الملف تعود التلامسات لوضعها الطبيعي.



شكل رقم ٢٩: on delay timer

٢. Off-Delay:

التلامسات تغير وضعيتها فور وصول التغذية إلى ملف التايمر، وعند انقطاع الإشارة عن التايمر يبدأ التوقيت، وعند انتهاء التوقيت فإن التلامسات تعود إلى وضعها الطبيعي.



شكل رقم ٣٠: off delay timer

٣. Flashing Timer:

به تايمران، أحدهما للوصل وآخر للفصل، وعند وصول التغذية لملف التايمر فإن تلامسات التايمر تعكس وضعيتها ولمدة T1، وعند انتهاء مدة T1، تعود التلامسات لوضعها الطبيعي لمدة T2، وهكذا تتكرر العملية، وذلك ما دام أن ملف التايمر تتم تغذيته بشكل مستمر ومن دون انقطاع، ولكن في حالة أنه انقطعت التغذية عن ملف التايمر فإن التلامسات تعود لوضعها الأصلي.

أسئلة للمراجعة

١. ضع علامة صح أو خطأ أمام العبارات التالية.

رقم	السؤال	صح أم خطأ
١	المرحل "الريليه" هو جهاز يتعرف على أي ظروف تشغيل غير عادية في الدائرة وذلك من خلال قياس الكميات الكهربية (تيار - جهد - تردد - زاوية الطور) التي تختلف قيمها عند حدوث الأعطال في الدائرة الكهربية.	
٢	مرحلات التيار: وتعمل عند قيمة محددة للتيار وتشمل مرحلات زيادة التيار ومرحلات نقص التيار.	
٣	مرحلات الجهد: وتعمل عند قيمة محددة للجهد وتشمل مرحلات زيادة الجهد ومرحلات نقص الجهد	
٤	مرحلات التردد: وتعمل عند قيمة محددة للقدرة وتشمل مرحلات زيادة القدرة ومرحلات نقص القدرة	

٢. اختر الإجابة الصحيحة أو الإجابات الصحيحة مما يلي.

رقم	السؤال			
١	تتحكم التلامسات في مرور التيار في الدائرة من عدمه، وللتلامس حالتين: الحالة المفتوحة وفيها يمنع مرور التيار، والحالة المقفولة وفيها يسمح بمرور التيار.			
	(أ) مفاتيح فصل وتشغيل (switch SPST: (on –off Single Pole (Single Throw)	(ب) مفتاح أحادي القطبية ثنائي الخرج Single Pole) Double Throw (SPDT: switch	(ج) مفتاح ثنائي القطبية ثنائي الخرج Double Pole double Throw switch (DPDT)	(د) مفاتيح التشغيل والإيقاف بالضغط Push Button) (Switches
٢	يسمى أيضا مفتاح ذو طريقين أو ذو طرفين، تتحكم التلامسات في مرور التيار في الدائرة لأحد المخارج حيث يمكن التوصيل بين طرف "C" بطرف "A" أو طرف "C" بطرف "B"			
	(أ) مفاتيح فصل وتشغيل (switch SPST: (on –off Single Pole (Single Throw)	(ب) مفتاح أحادي القطبية ثنائي الخرج Single Pole) Double Throw (SPDT: switch	(ج) مفتاح ثنائي القطبية ثنائي الخرج Double Pole double Throw switch (DPDT)	(د) مفاتيح التشغيل والإيقاف بالضغط Push Button) (Switches

رقم	السؤال			
٣	يمثل مفتاح إيقاف وتشغيل مزدوج، حيث يمكن التوصيل بين طرف "C" بطرف "A" في نفس وقت توصيل طرف "E" مع طرف "D" أو طرف "C" بطرف "B" في نفس وقت توصيل طرف "E" مع طرف "F"			
	(أ) مفاتيح فصل وتشغيل (switch SPST: (on –off Single Pole (Single Throw)	(ب) مفتاح أحادي القطبية ثنائي الخرج (Single Pole Double Throw (SPDT: switch	(ج) مفتاح ثنائي القطبية ثنائي الخرج Double Pole double Throw switch (DPDT)	(د) مفاتيح التشغيل والإيقاف بالضغط (Push Button (Switches
٤	وهذه المفاتيح تستخدم لتوصيل وفصل جهد التحكم بملفات الكونتاكتور "مفتاح التلامس" (Contactor) وبالتالي تشغيل وفصل الحمل المتصل بالكونتاكتور			
	(أ) مفاتيح فصل وتشغيل (switch SPST: (on –off Single Pole (Single Throw)	(ب) مفتاح أحادي القطبية ثنائي الخرج (Single Pole Double Throw (SPDT: switch	(ج) مفتاح ثنائي القطبية ثنائي الخرج Double Pole double Throw switch (DPDT)	(د) مفاتيح التشغيل والإيقاف بالضغط (Push Button (Switches

٣. أذكر أنواع المفاتيح الكهربائية.

٤. اشرح وظيفة مفاتيح نهاية الشوط.

٥. عدد أنواع المفاتيح الإلكترونية.

٦. أذكر المتطلبات الأساسية للمرحلات (Basic requirements of Relay).

٧. اشرح التركيب الداخلي للريليه.

٨. ما هي أنواع المفاتيح الميكانيكية شائعه الاستخدام؟

٩. قارن بين الريليه بالكونتاكتور من حيث الشكل والاستخدام.

١٠. ما هي أنواع المؤقتات؟

١١. ما هي دائرة التغذية الذاتية؟

التدريبات العملية للوحدة

تعليمات السلامة والصحة المهنية

١. الالتزام بالهدوء والانضباط أثناء العمل بالمعمل أو الورشة.
٢. ارتداء ملابس العمل المناسبة.
٣. لبس حذاء عازل كهربائيا.
٤. الالتزام بتعليمات المدرب في التعامل مع الأجهزة.
٥. عدم إلقاء المهملات داخل المعمل أو الورشة.
٦. عدم العبث بأجهزة المعمل أو الورشة خارج نطاق التدريب.
٧. الالتزام بمعملك أو ورشتك وعدم دخول الورش الأخرى أثناء التدريب.
٨. حافظ على ترتيب ونظافة الأجهزة بمعملك أو ورشتك.
٩. لا تقم بتوصيل التيار الكهربائي إلا بعد التأكد مع مدربك من صحة التوصيل بالدائرة محل التجربة.
١٠. لا تعمل في حالة وجود تسريب مائي في المعمل أو الورشة.
١١. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتبا ونظيفا.

دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك تيار مستمر ذاتي الأثارة			
تدريب رقم	١	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب تشغيل وفصل محرك تيار مستمر ذاتي الأثارة.

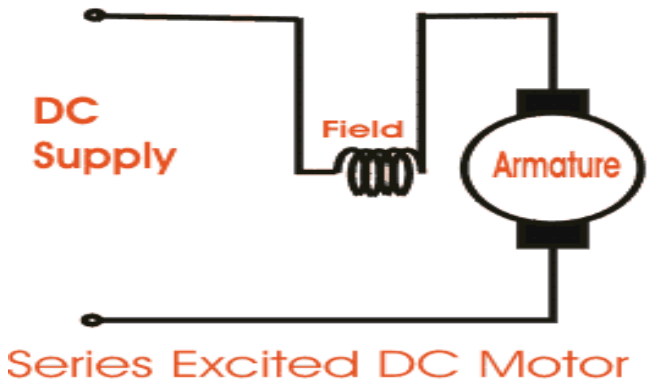
متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- AVO رقمي.	مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – مفتاح زياده الحمل – كونتاكتور
	محرك تيار مستمر ذاتي الأثارة
	أسلاك توصيل.

جدول رقم ١: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

محركات الأثارة الذاتية - محركات التوالي Series motors

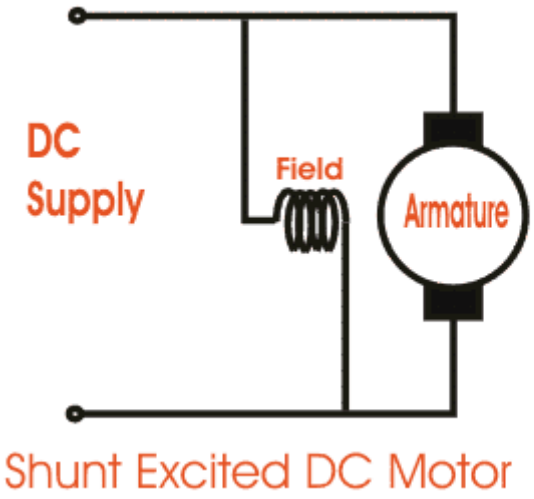


شكل رقم ٣١: محرك التيار المستمر – ذاتي الإثارة – توالي

تتم التغذية في محرك التوالي (series motor) وذلك بتوصيل ملفات المجال بالتوالي مع ملفات المنتج

محركات التوازي Shunt motors

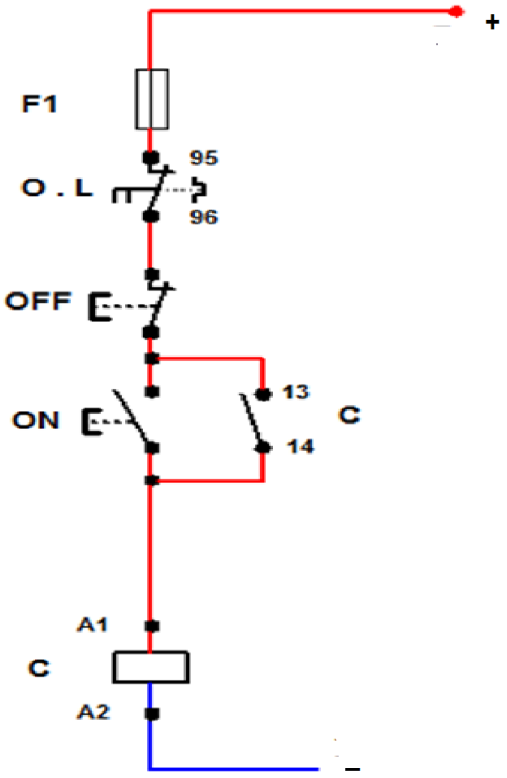
الشكل التالي يوضح توصيل محرك التوازي ويلاحظ أن ملفات المجال تكون متصلة على التوازي مع المنتج (Armature) ويتميز هذا النوع من المحركات بأن يمكن اعتباره ذو مجال ثابت



شكل رقم ٣٢: محرك التيار المستمر – ذاتي الإثارة - توازي

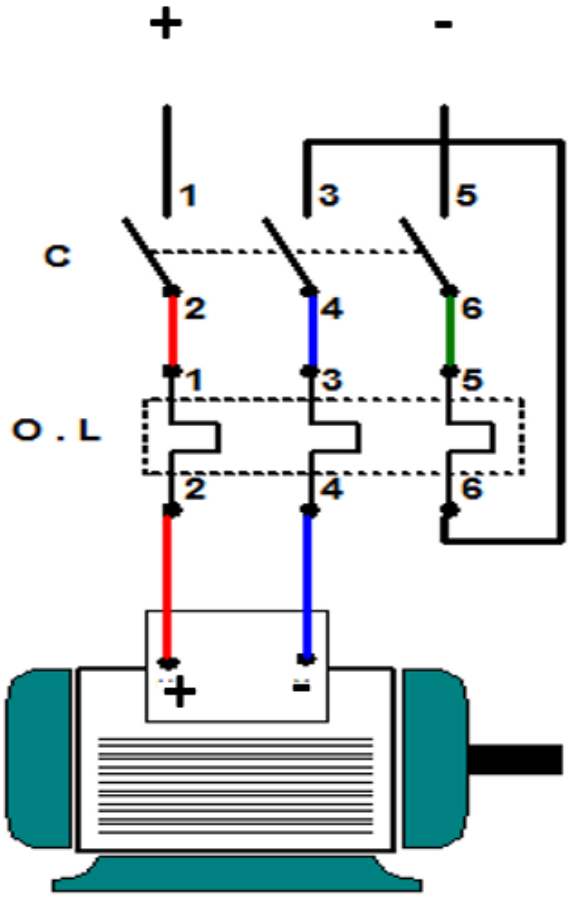
خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.
٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.
٣. تحضير المواد والخامات – (كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك تيار مستمر ذاتي الأثارة).
٤. قم بتوصيل دائرة التحكم كما هو موضح في الشكل التالي.



شكل رقم ٣٣: دائرة التحكم في تشغيل وفصل محرك تيار مستمر ذاتي الأثارة

٥. قم بتوصيل دائرة القدرة كما هو مبين بالشكل التالي



شكل رقم ٣٤: دائرة القدرة لتشغيل وفصل محرك تيار مستمر ذاتي الأثارة

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

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك
١	اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	
٢	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	
٣	اضغط علي مفتاح (START) مع فصل نقطتي 13,14	
٤	قلل أمبير مفتاح زياده الحمل لأقل من حمل للمحرك ثم اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	

جدول رقم ٢: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يحدد متي يعمل المحرك.			
٤	يحدد أعطال عدم دوران المحرك.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٣: تقييم المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جهاز الأفوميتر (AVO).
- كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD)

  محرك تيار مستمر ذاتي الإثارة

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٣٠ دقيقة:

- تشغيل وفصل محرك تيار مستمر ذاتي الأثارة

دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك وجه واحد سرعة واحدة يعمل ويقف من مكان واحد			
تدريب رقم	٢	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب استخدام وتشغيل مفتاح الفصل والتوصيل في دوائر التحكم بالإضافة إلي مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) للتحكم في تشغيل محرك وجه واحد بسرعة واحدة.

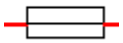
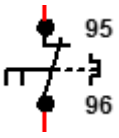
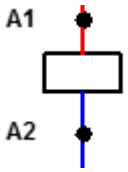
متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – مفتاح زياده الحمل – كونتاكتور
	محرك حثي أحادي الوجه
	أسلاك توصيل.

جدول رقم ٤: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

شكل رقم ٣٥: الخامات المستخدمة في عمليه التحكم

الرموز المستخدمة في الدائرة	
فيوز للحماية(FUSE)	
مفتاح إيقاف (STOP)	
مفتاح تشغيل (START)	
مفتاح زيادة الحمل حراري (OVERLOAD)	
نقطه مفتوحة (NO)	
ملف الكونتاكتور (CONTACTOR COIL)	

جدول رقم ٥: الرموز المستخدمة في دوائر التحكم

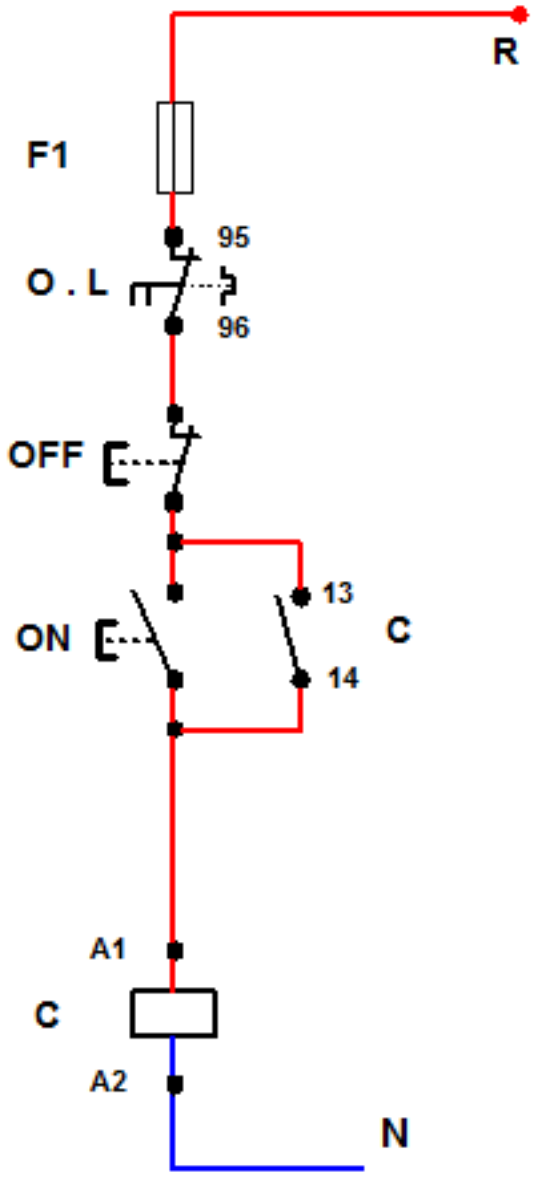
خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.

٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.

٣. تحضير المواد والخامات – (كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي أحادي الوجه).

٤. قم بتوصيل دائرة التحكم كما هو موضح في الشكل التالي.

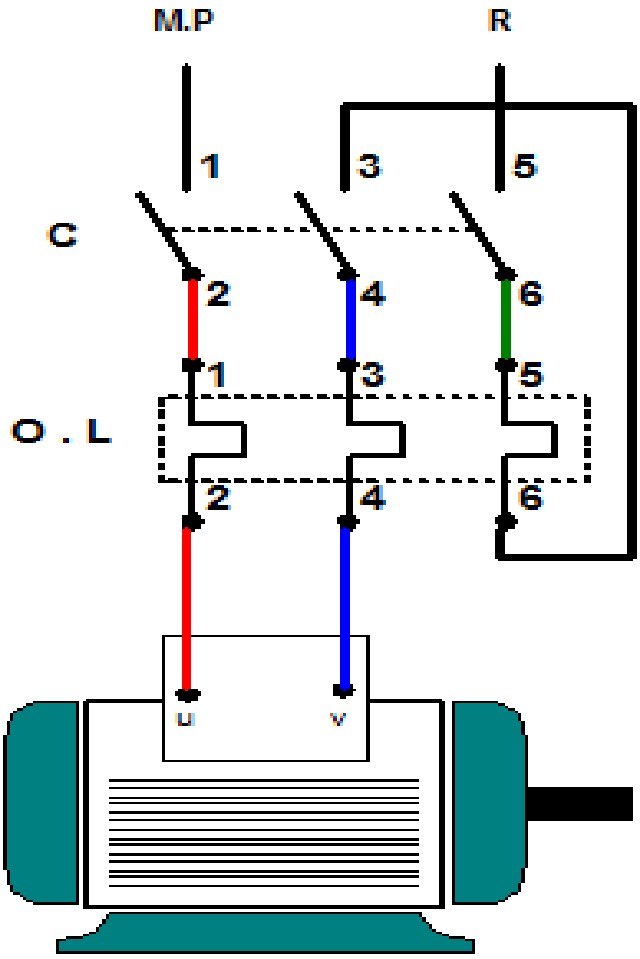


شكل رقم ٣٦: دائرة التحكم في تشغيل وفصل محرك حثي أحادي الوجه باستخدام مفتاح فصل وتشغيل

٥. قم بتوصيل دائرة القدرة كما هو مبين بالشكل.

٦. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.

٧. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.



شكل رقم ٣٧: دائرة القدرة لتشغيل وفصل لمحرك حثي احدي الوجه

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

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك
١	اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	
٢	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	
٣	اضغط علي مفتاح (START) مع فصل نقطتي 13,14	
٤	قلل أمبير مفتاح زياده الحمل لأقل من حمل للمحرك ثم اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	

جدول رقم ٦: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يحدد متي يعمل المحرك وأسباب عدم دوران المحرك			
٤	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٧: تقييم المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جهاز قياس متعدد الأغراض (أفو - AVO)، كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي أحادي الوجه.

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٢٠ دقيقة:

- توصيل دائرة التحكم والقدرة لتشغيل محرك حثي أحادي الوجه

دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه بسرعة واحدة يعمل ويقف من مكان واحد			
تدريب رقم	٣	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب توصيل وتشغيل وفصل محرك حثي ثلاثي باستخدام مفتاح START/STOP ليعمل ويقف تشغيله من مكان واحد.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – مفتاح زياده الحمل - كونتاكتور
	محرك حثي ثلاثي الأوجه
	أسلاك توصيل.

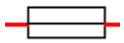
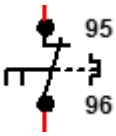
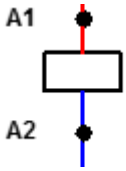
جدول رقم ٨: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

التوصيل المباشر Direct on Line Starter

في هذه الطريقة يتم توصيل أطراف العضو الثابت مباشرة على مصدر الجهد وتستخدم هذه الطريقة عادة مع المحركات الحثية ذو القفص السنجابي Squirrel Cage، من العيوب الواضحة في هذه الطريقة أنه لا يتم فيها تخفيض تيار البدء أو عزم البدء بل تظل قيم تيار البدء وعزم البدء عالية كما هي مما قد يشكل خطورة على ملفات الموتور لذلك تستخدم هذه الطريقة للمحركات ذات القدرات المنخفضة (عادة أقل من 5 KW).

شكل رقم ٣٨: الخامات المستخدمة في عمليه التحكم

الرموز المستخدمة في الدائرة	
فيوز للحماية(FUSE)	
مفتاح إيقاف (STOP)	
مفتاح تشغيل (START)	
مفتاح زيادة الحمل حراري (OVERLOAD)	
نقطه مفتوحة (NO)	
ملف الكونتاكتور (CONTACTOR COIL)	

جدول رقم ٩: الرموز المستخدمة في دوائر التحكم

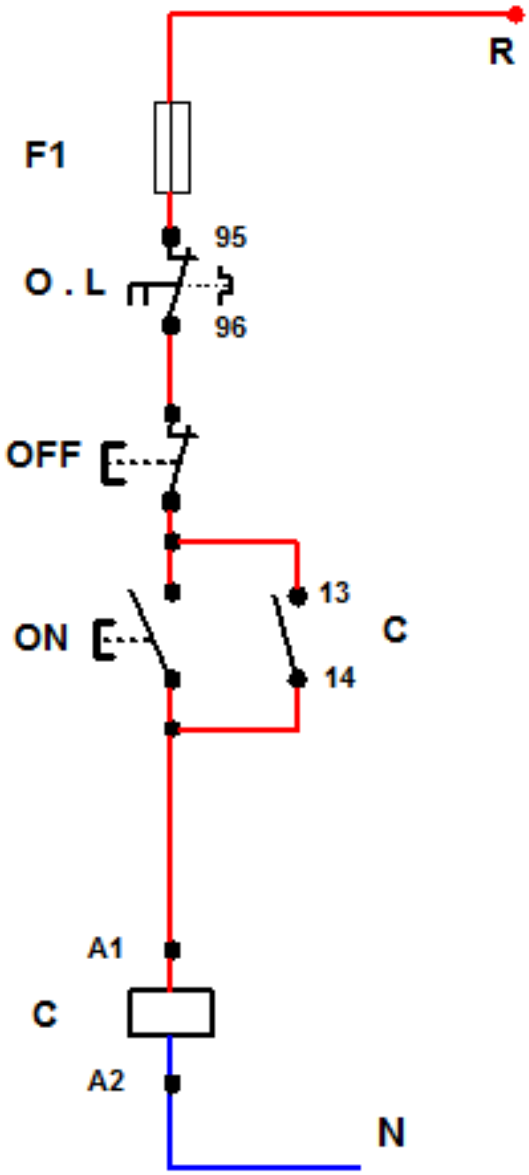
خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.

٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.

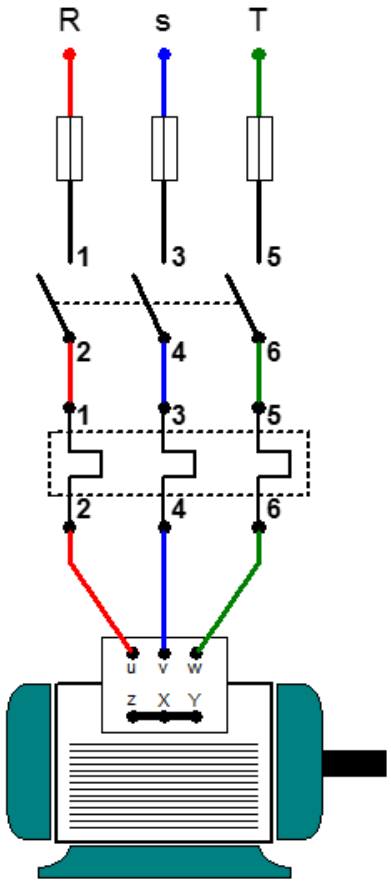
٣. تحضير المواد والخامات – (كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه).

٤. قم بتوصيل دائرة التحكم كما هو موضح في الشكل التالي.

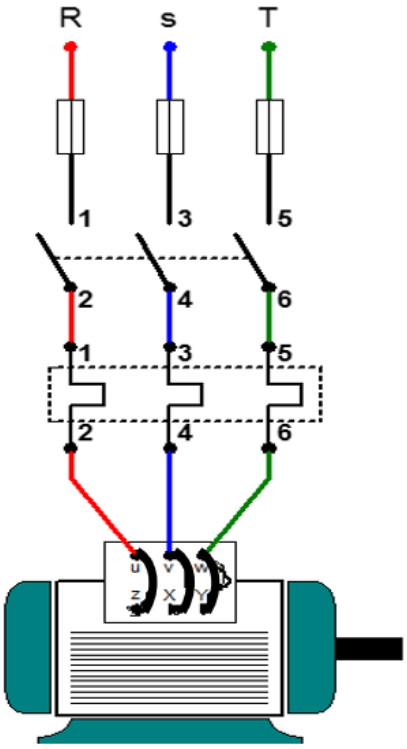


شكل رقم ٣٩: دائرة التحكم في تشغيل وفصل محرك حثي ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح فصل وتشغيل

٥. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.
٦. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه بعد توصيل دائرة القدرة للمحرك الحثي الموصل على شكل نجمه (STAR).
٧. قارن بين داثره التحكم في التمرين الأول وهذا التمرين وسجل مقارنتك في خانة المشاهدات.
٨. وصل دائرة القدرة على شكل دلتا (DELTA) كما هو مبين بالشكل
٩. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.



شكل رقم ٤٠: دائرة القدرة لتشغيل وفصل لمحرك حثي ثلاثي الأوجه موصله نجمه (STAR)



شكل رقم ٤١: دائرة القدرة لمحرك حثي ثلاثي الأوجه موصل علي شكل دلتا

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك
١	اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	
٢	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	
٣	اضغط علي مفتاح (START) مع فصل نقطتي 13,14	
٤	قلل أمبير مفتاح زياده الحمل لأقل من حمل للمحرك ثم اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	

جدول رقم ١٠: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يحدد متي يعمل المحرك			
٤	يحدد أعطال عدم دوران المحرك.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١١

توقيع المدرب

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

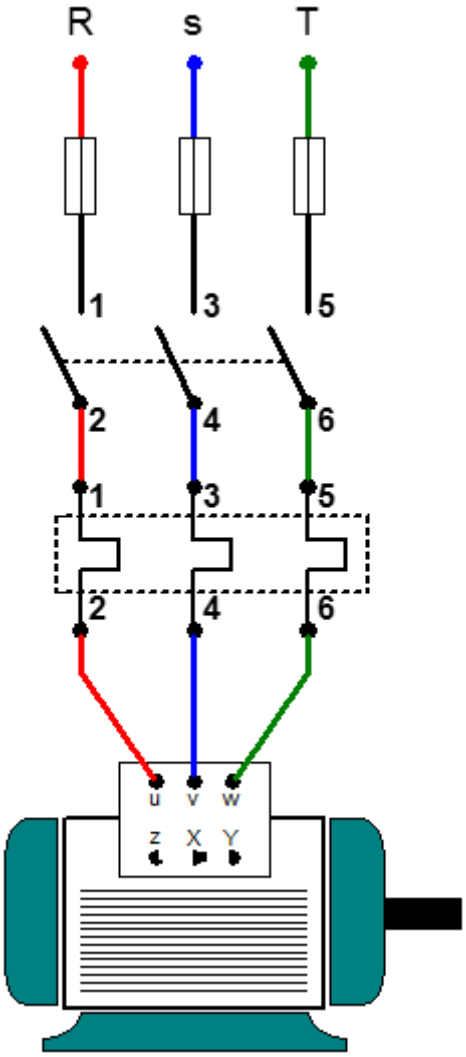
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جهاز الأفوميتر (AVO).
- كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه.

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٢٠ دقيقة:

- يحدد في الشكل التالي هل يعمل المحرك أم لا ولماذا؟
- توصيل دائرة القدرة والتحكم لمحرك حثي ثلاثي الأوجه للتحكم في تشغيله وإيقافه من مكان واحد.



شكل رقم ٤٢: تمرين

دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه بسرعة واحدة يعمل ويقف من مكان واحد مع لمبات الإشارة

تدريب رقم	٤	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب تشغيل وفصل محرك حثي ثلاثي الأوجه وتشغيل لمبات الإشارة في حاله التشغيل والفصل.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- AVO رقمي.	مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – مفتاح زياده الحمل – كونتاكتور – لمبتين إشارة
	محرك حثي ثلاثي الأوجه قفص سنجابي
	أسلاك توصيل.

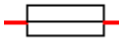
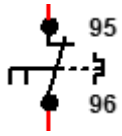
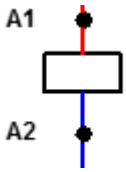
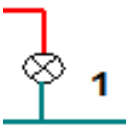
جدول رقم ١٢: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

التوصيل المباشر Direct on Line Starter

في هذه الطريقة يتم توصيل أطراف العضو الثابت مباشرة على مصدر الجهد وتستخدم هذه الطريقة عادة مع المحركات الحثية ذو القفص السنجابي Squirrel Cage، من العيوب الواضحة في هذه الطريقة أنه لا يتم فيها تخفيض تيار البدء أو عزم البدء بل تظل قيم تيار البدء وعزم البدء عالية كما هي مما قد يشكل خطورة على ملفات الموتور لذلك تستخدم هذه الطريقة للمحركات ذات القدرات المنخفضة (عادة أقل من 5 KW) – ولكن الإضافة الأساسية في هذا التدريب هو استخدام لمبات الإشارة لتوضيح عمل المحرك- بحيث تكون اللمبة الأولى تعمل عند عمل الكونتاكتور (المحرك يعمل) – بينما لمبة البيان ٢ متصلة مع مفتاح زيادة الحمل (Over Load) بحيث تضئ فقط عند زيادة الحمل المار في المحرك.

شكل رقم ٤٣: الخامات المستخدمة في عمليه التحكم

الرموز المستخدمة في الدائرة	
فيوز للحماية (FUSE)	
مفتاح إيقاف (STOP)	
مفتاح تشغيل (START)	
مفتاح زيادة الحمل حراري (OVERLOAD)(NC)	
مفتاح زيادة الحمل حراري (OVERLOAD)(NO)	
نقطه مفتوحة (NO)	
ملف الكونتاكتور (CONTACTOR COIL)	
لمبة بيان (Indicator Lamp)	

جدول رقم ١٣: الرموز المستخدمة في دوائر التحكم

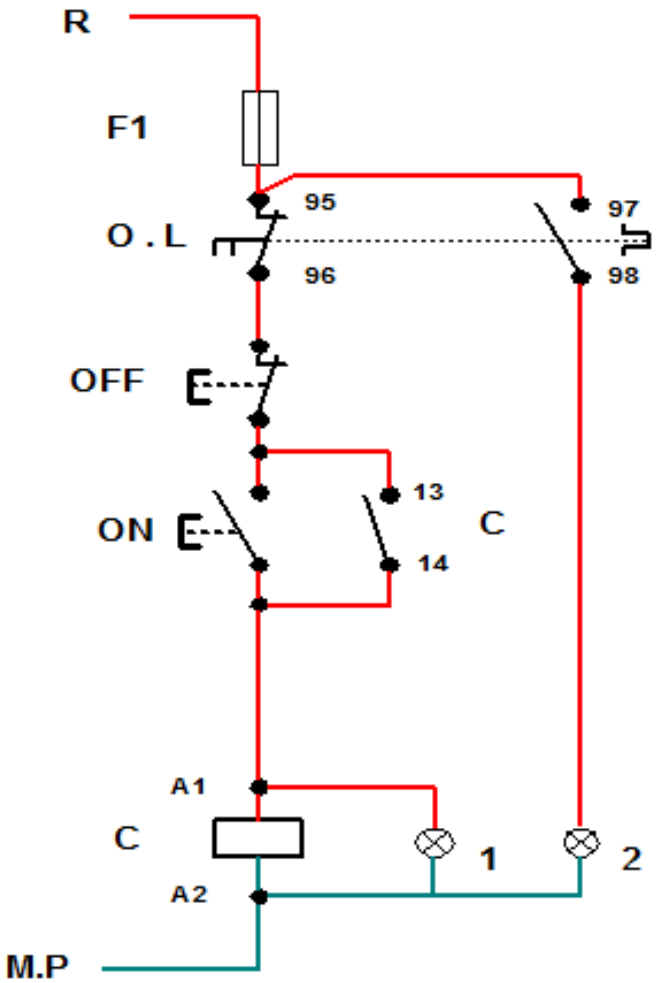
خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.

٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.

٣. تحضير المواد والخامات – (كونتاكتور –مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه – لمبات إشارة).

٤. قم بتوصيل دائرة التحكم كما هو موضح في الشكل التالي.



شكل رقم ٤٤: دائرة التحكم في تشغيل وفصل محرك حثي ثلاثي الأوجه باستخدام مفتاح فصل وتشغيل ولمبات إشارة

٥. قم بتوصيل دائرة القدرة كما هو مبين بالشكل رقم ٦١ "المحرك الحثي موصل على شكل نجمه (STAR)".

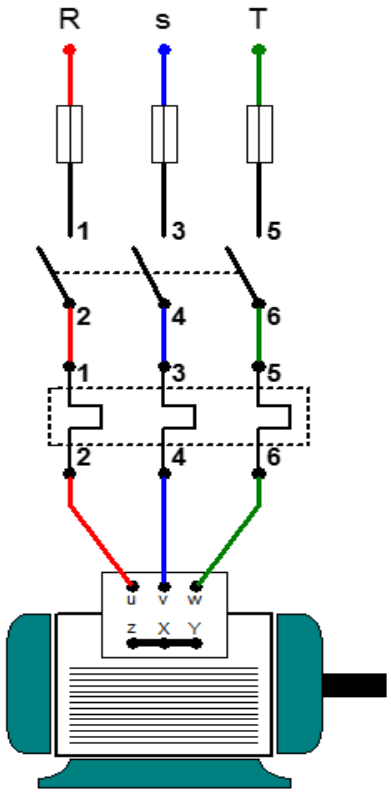
٦. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.

٧. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.

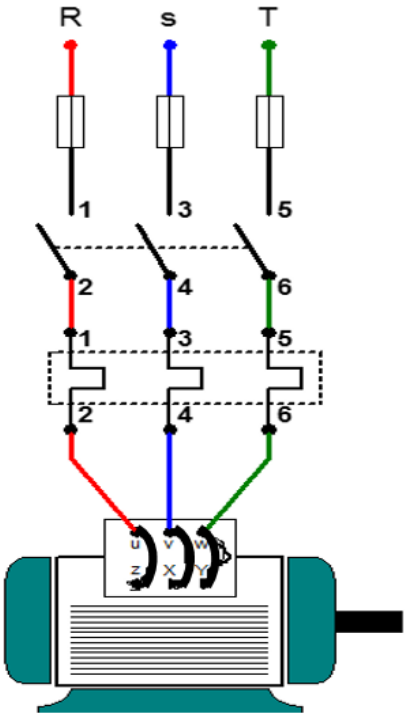
٨. قارن بين داثره التحكم في التمرين السابق وهذا التمرين وسجل مقارنتك في خانة المشاهدات.

٩. وصل دائرة القدرة على شكل دلتا (DELTA)

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



شكل رقم ٤٥: دائرة القدرة لتشغيل وفصل لمحرك حثي ثلاثي الأوجه موصله نجمه (STAR)



شكل رقم ٤٦: دائرة القدرة لمحرك حثي ثلاثي الأوجه موصل علي شكل دلتا

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك	حالة لمبات الإشارة
١	اضغط علي مفتاح التشغيل (START)		
٢	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)		
٣	اضغط علي مفتاح (START) مع فصل نقطتي 13,14		
٤	قلل أمبير مفتاح زياده الحمل لأقل من حمل للمحرك ثم اضغط علي مفتاح التشغيل (START)		

جدول رقم ١٤: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يحدد متي يعمل المحرك ولمبات الإشارة			
٤	يحدد أعطال عدم دوران المحرك.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ١٥: تقييم المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جهاز الأفوميتر (AVO).
- كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه – لمبات إشارة.

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٣٠ دقيقة:

- إجابة السؤال: هل يمكن أن تعمل دائرة التحكم بجهد مختلف عن دائرة القدرة مع التوضيح؟
- توصيل دائرة القدرة والتحكم لمحرك حثي ثلاثي الأوجه مع لمبات إشارة كما بالتدريب.

دائرة التحكم والقوى لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة يعمل ويقف من مكانين مختلفين			
تدريب رقم	٥	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب فصل وتشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين بدون تغيير السرعة.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	٢ مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – مفتاح زياده الحمل – كونتاكتور
	محرك حثي ثلاثي الأوجه
	أسلاك توصيل.

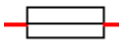
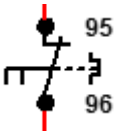
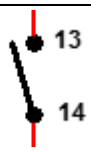
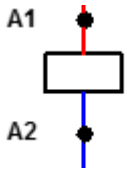
جدول رقم ١٦: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

التوصيل المباشر Direct on Line Starter

في هذه الطريقة يتم توصيل أطراف العضو الثابت مباشرة على مصدر الجهد وتستخدم هذه الطريقة عادة مع المحركات الحثية ذو القفص السنجابي Squirrel Cage، من العيوب الواضحة في هذه الطريقة أنه لا يتم فيها تخفيض تيار البدء أو عزم البدء بل تظل قيم تيار البدء وعزم البدء عالية كما هي مما قد يشكل خطورة على ملفات الموتور لذلك تستخدم هذه الطريقة للمحركات ذات القدرات المنخفضة (عادة أقل من 5 KW) – ولكن الإضافة الأساسية في هذا التدريب هو استخدام فكرة المفاتيح على التوازي (Start – ON2) لجعل المحرك يعمل من مكانين- ويمكنك أيضا استخدام مفاتيح (Stop) على التوالي لو أردنا أن نجعل المحرك يقف من مكانين مختلفين.

شكل رقم ٤٧: الخامات المستخدمة في عمليه التحكم

الرموز المستخدمة في الدائرة	
فيوز للحماية(FUSE)	
مفتاح إيقاف (STOP)	
مفتاح تشغيل (START)	
مفتاح زيادة الحمل حراري (OVERLOAD)	
نقطه مفتوحة (NO)	
ملف الكونتاكتور (CONTACTOR COIL)	

جدول رقم ١٧: الرموز المستخدمة في دوائر التحكم

خطوات تنفيذ التدريب

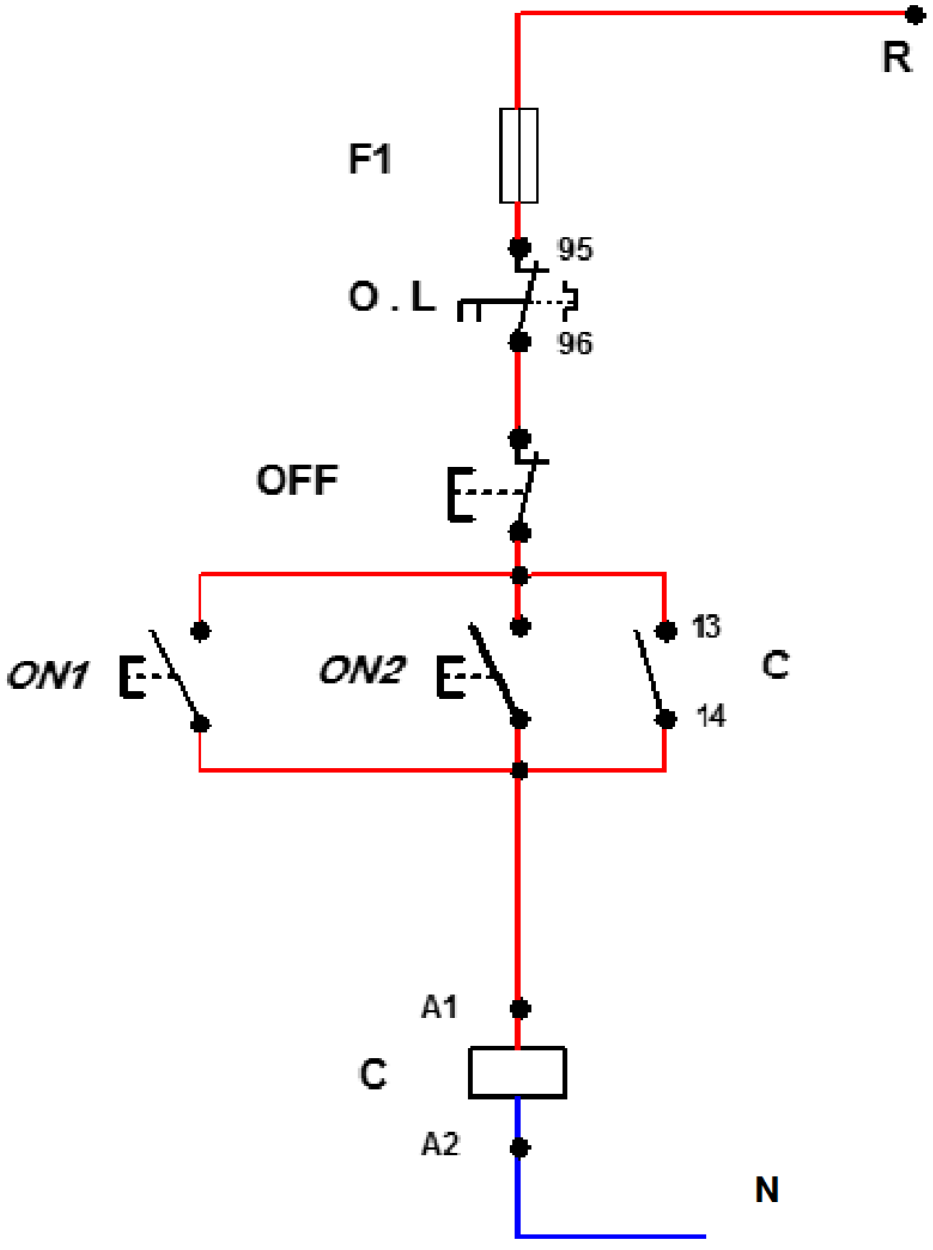
١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.

٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.

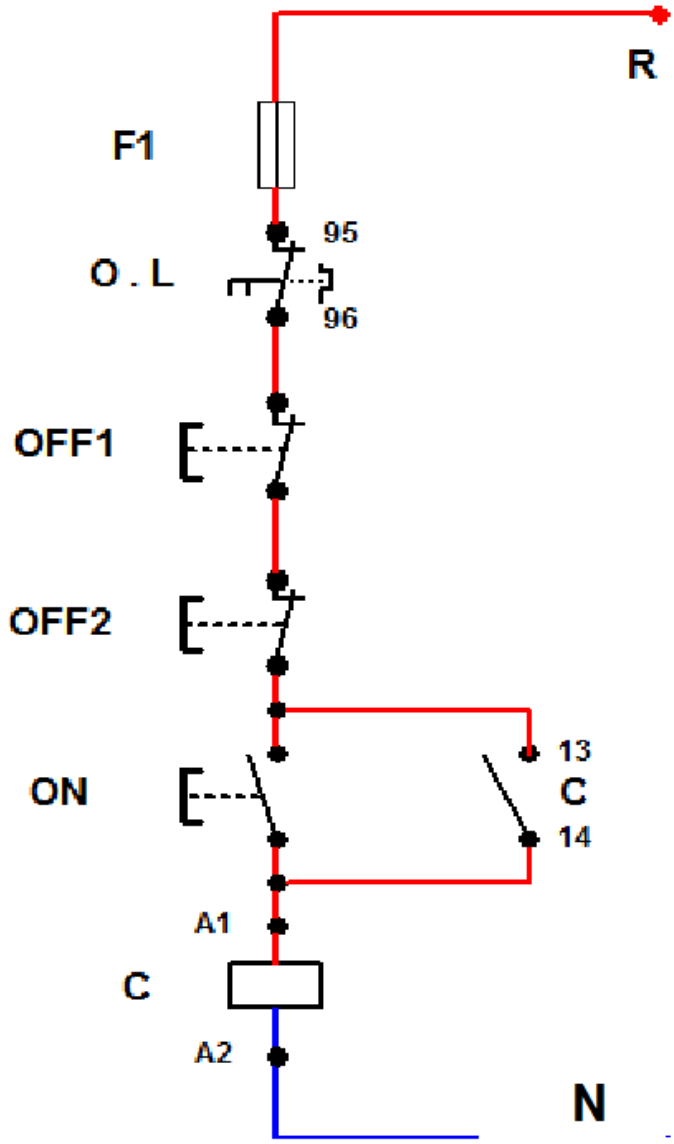
٣. تحضير المواد والخامات – (كونتاكتور – ٢ مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه).

٤. قم بتوصيل دائرة التحكم لتشغيل المحرك من مكانين مختلفين كما هو موضح في الشكل التالي.

٥. قم بتوصيل دائرة القدرة "نجمة"
٦. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.
٧. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.
٨. قم بتوصيل دائرة القدرة "دلتا"
٩. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.
١٠. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.



شكل رقم ٤٨: دائرة التحكم في تشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين



شكل رقم ٤٩: دائرة التحكم في فصل محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين

١٠. قم بتوصيل دائرة التحكم لإيقاف المحرك من مكانين مختلفين كما هو موضح في الشكل.

١١. قم بتوصيل دائرة القدرة شكل "نجمة"

١٢. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.

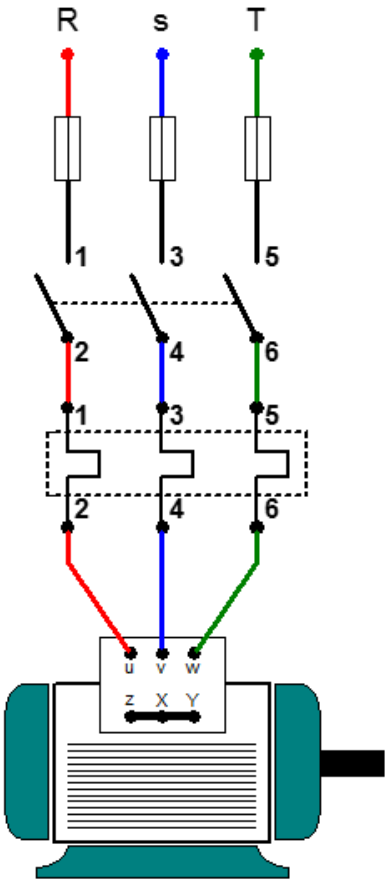
١٣. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.

١٤. قم بتوصيل دائرة القدرة شكل "دلتا"

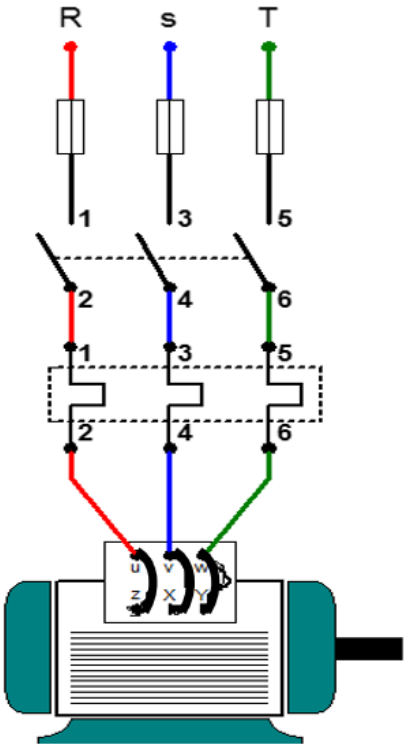
١٥. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.

١٦. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.

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



شكل رقم ٥٠: دائرة القدرة لتشغيل وفصل لمحرك حثي ثلاثي الأوجه موصله نجمه (STAR)



شكل رقم ٥١: دائرة القدرة لمحرك حثي ثلاثي الأوجه موصل علي شكل دلتا

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك
التوصيل نجمة Star		
١	اضغط علي مفتاح التشغيل الأول (START)	
٢	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	
٣	اضغط علي مفتاح التشغيل الثاني (START)	
٤	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	
٥	اضغط علي مفتاح (START) مع فصل نقطتي 13,14	
٦	قلل أمبير مفتاح زياده الحمل لأقل من حمل للمحرك ثم اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	
التوصيل دلتا Delta		
١	اضغط علي مفتاح التشغيل الأول (START)	
٢	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	
٣	اضغط علي مفتاح التشغيل الثاني (START)	
٤	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	
٥	اضغط علي مفتاح (START) مع فصل نقطتي 13,14	
٦	قلل أمبير مفتاح زياده الحمل لأقل من حمل للمحرك ثم اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	

جدول رقم ١٨: نتائج التدريب

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك
التوصيل نجمة Star		
١	اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	
٢	اضغط عل مفتاح الفصل الأول (STOP)	
٣	اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	
٤	اضغط عل مفتاح الفصل الثاني (STOP)	
٥	اضغط علي مفتاح (START) مع فصل نقطتي 13,14	
٦	قلل أمبير مفتاح زياده الحمل لأقل من حمل للمحرك ثم اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	

التوصيل دلتا Delta		
١	اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	
٢	اضغط عل مفتاح الفصل الأول (STOP)	
٣	اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	
٤	اضغط عل مفتاح الفصل الثاني (STOP)	
٥	اضغط علي مفتاح (START) مع فصل نقطتي 13,14	
٦	قلل أمبير مفتاح زياده الحمل لأقل من حمل للمحرك ثم اضغط علي مفتاح التشغيل (START)	

جدول رقم ١٩: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يحدد متي يعمل المحرك			
٤	يحدد أعطال عدم دوران المحرك.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٢٠: تقييم المتدرب

توقيع المدرب

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

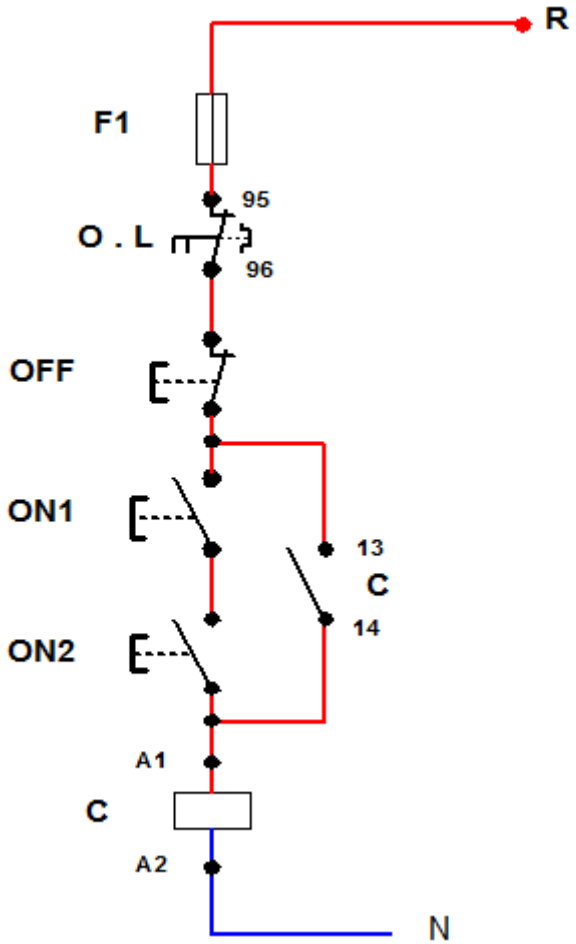
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جهاز الأفوميتر (AVO).
- كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه.

ينبغي أن يكون المتدرب قادرا على أن يقوم بالاتي في زمن ٣٠ دقيقة:

- توصيل دائرة التحكم لتشغيل وفصل محرك حثي ثلاثي الأوجه من مكانين مختلفين معا.



شكل رقم ٥٢: تمرين

دائرة القوى والتحكم لعكس حركة محرك حثي ثلاثي الأوجه بسرعة واحدة

تدريب رقم	٦	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب عكس حركه محرك حثي ثلاثي الأوجه بدون تغيير في سرعته.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	٢ مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – مفتاح زياده الحمل – ٢ كونتاكتور
	محرك حثي ثلاثي الأوجه
	أسلاك توصيل.

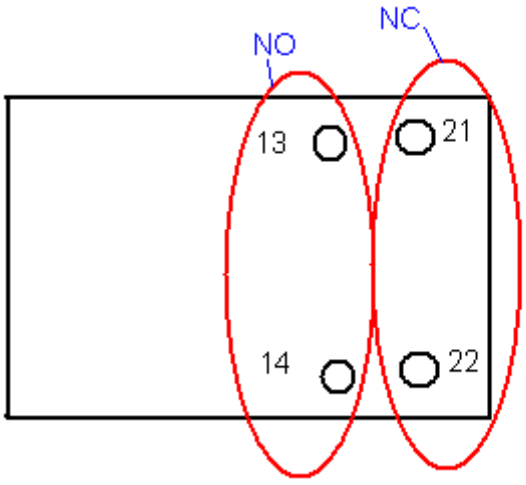
جدول رقم ٢١: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

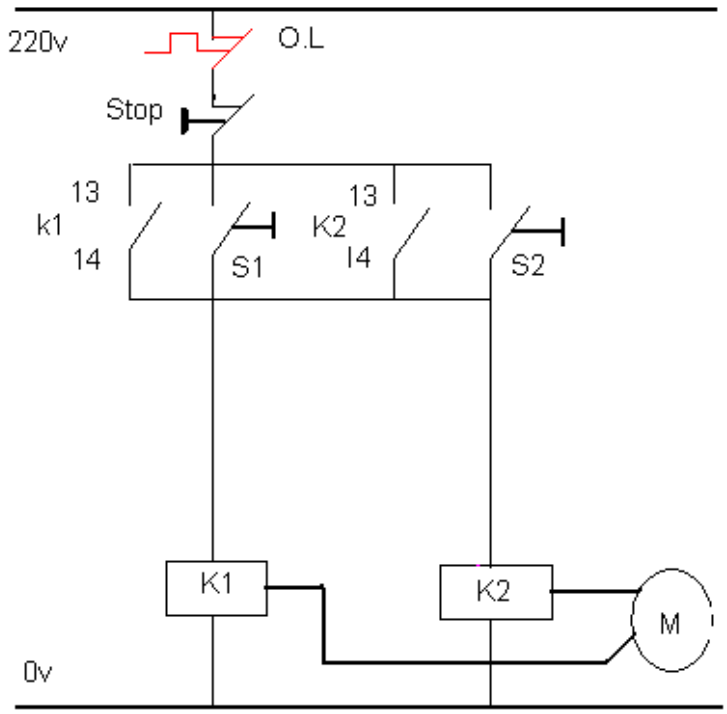
دائرة عكس حركة المحرك الحثي ثلاثي الأوجه

لكي نعكس حركة دوران المحرك، نقوم بتثبيت أحد مصادر الجهد، وعكس المصدرين الأخرين.

لتصميم دائرة عكس حركة المحرك عن طريق عكس اتجاه التيار في ملفات المحرك الحثي عن طريق توصيل كونتاكتورين (2 Contactors)، وكل واحد منهما به نقطتان مساعدتان two auxiliary contacts، إحداهما NO والأخرى NC، كما في الشكل التالي:



شكل رقم ٥٣: نقاط الكونتاكتور المساعدة



شكل رقم ٥٤: دائرة عكس الحركة

نلاحظ أننا استخدمنا مفتاحان لعمل الـ Start، أحدهما لجعل المحرك يدور في اتجاه عقارب الساعة، والآخر لجعله يدور في اتجاه اعكس عقارب الساعة، ولكن يجب أن نلاحظ شيئا في غاية الأهمية، **وهو أن يتم عمل Stop للمحرك أولا قبل عكس حركته**، وإلا إذا تم ضغط مفتاح S1 ثم مفتاح S2، فإن هذا سيؤدي إلى حدوث Short circuit خطير، ولكن، هل يمكن أن نحمي تلك الدائرة من هذه المشكلة؟، أي نحمي المحرك من حدوث short circuit له عن طريق خطأ أحد العمال، فقد ينسى أن يضغط مفتاح Stop قبل عكس حركة المحرك.

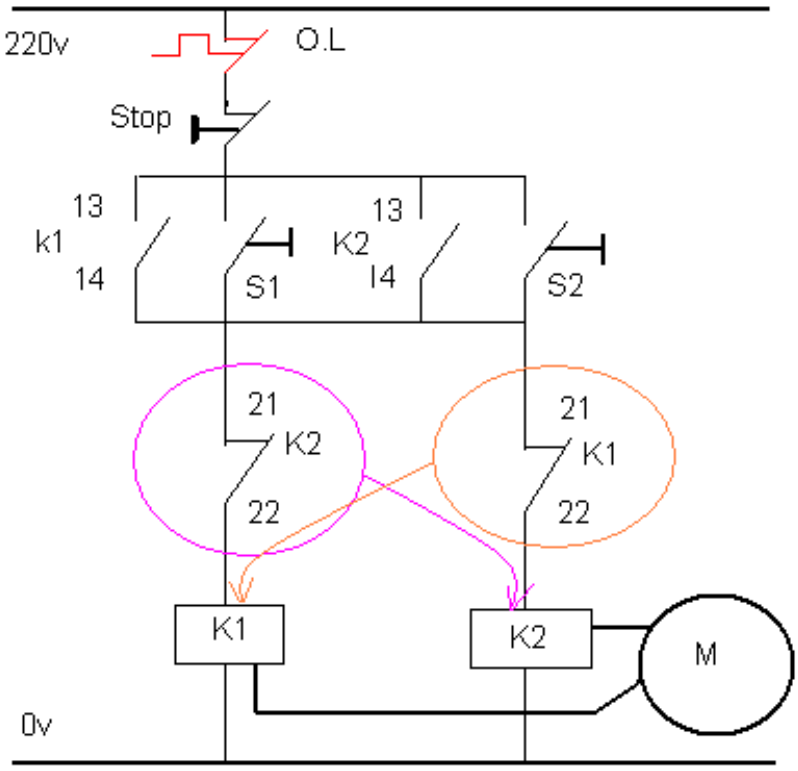
هناك حلان:

الأول ← الحماية الميكانيكية

الثاني ← الحماية الكهربية

الحماية الميكانيكية تتم بوضع عنصر ميكانيكي بين الإثنين كونتاكتور، هذا العنصر يمنع عمل أحد الكونتاكتورات إذا كان الآخر في حالة عمل، ويسمى هذا العنصر بـ Mechanical Interlock

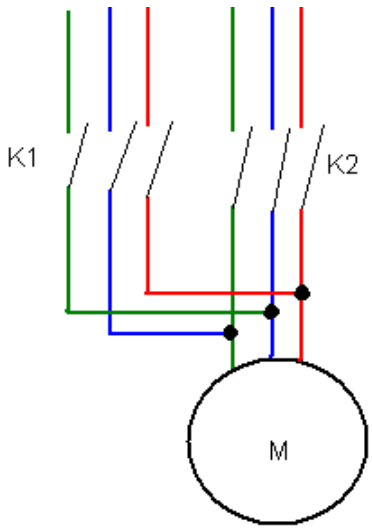
الحماية الكهربية تكون عن طريق نقاط التلامس المساعدة



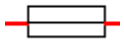
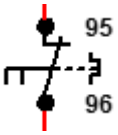
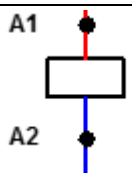
شكل رقم ٥٥: دائرة التحكم لعكس حركه محرك

لاحظ أننا نأخذ التلامس الـ NC لأحد الكونتاكتورات ونوصله بالتوالي مع الكونتاكتور الثاني، وكذلك مع الثاني، فعند عمل الكونتاكتور K1 مثلا، فإن نقطته المساعدة المغلقة طبيعيا، سوف تكون مفتوحة، فتفصل عمل الكونتاكتور الثاني حتى لو تم الضغط على S2، وهكذا في الطرف الآخر أيضا.

يتم عمل حماية كهربية في الحالات البسيطة، أي التي لا يكون فيها خطورة كبيرة، أما في الحالات الخطرة، كتوصيل الماتور (ستار/ دلتا) مثلا، فإنه لابد من عمل حماية ميكانيكية، ويكون توصيل المحرك مع الإثنين كونتاكتور كالآتي:



شكل رقم ٥٦: دائرة القوي لعكس حركه محك حثي ثلاثي الأوجه

الرموز المستخدمة في الدائرة	
فيوز للحماية(FUSE)	
مفتاح إيقاف (STOP)	
مفتاح تشغيل (START)	
مفتاح زيادة الحمل حراري (OVERLOAD)	
نقطه مفتوحة (NO)	
ملف الكونتاكتور (CONTACTOR COIL)	

جدول رقم ٢٢: الرموز المستخدمة في دوائر التحكم

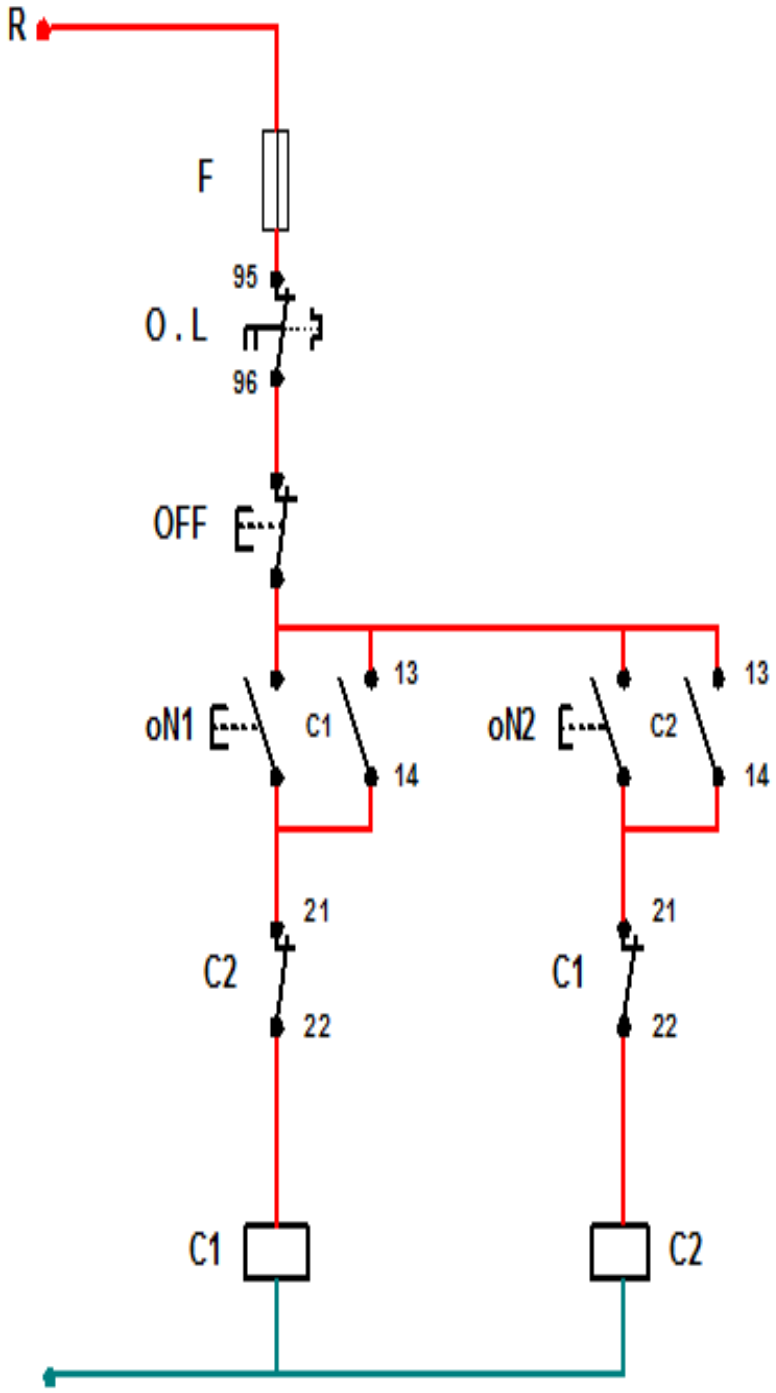
خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.

٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.

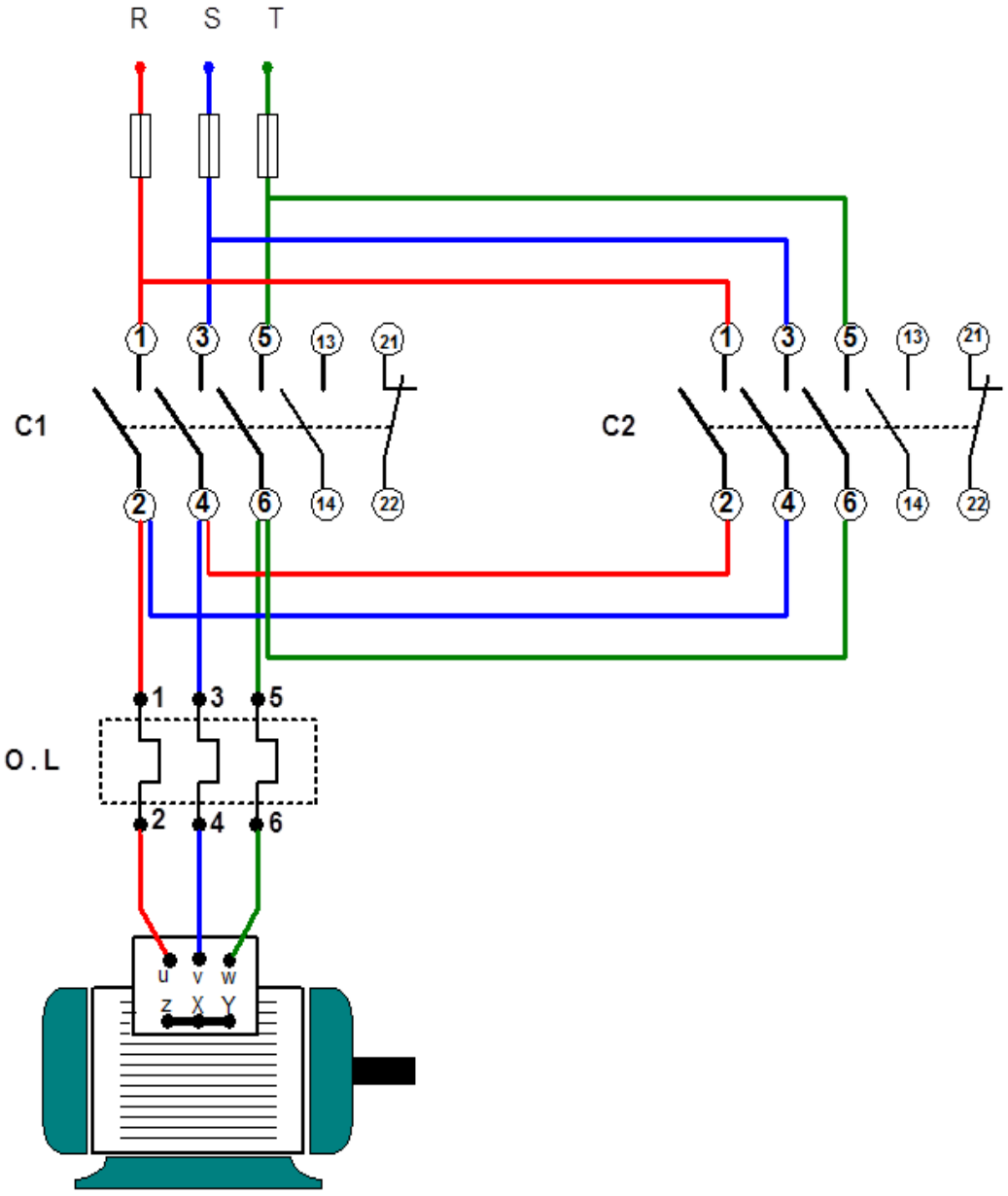
٣. تحضير المواد والخامات – (٢كونتاكتور –٢ مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه).

٤. قم بتوصيل دائرة التحكم لعكس حركة المحرك كما هو موضح في الشكل التالي.



شكل رقم ٥٧: دائرة التحكم لعكس حركه محرك حثي ثلاثي الأوجه

٥. قم بتوصيل دائرة القدرة كما هو مبين بالشكل التالي "المحرك الحثي موصل على شكل نجمه (STAR)".



شكل رقم ٥٨: دائرة القوي لعكس حركه محرك حثي ثلاثي الأوجه موصل نجمه STAR

٦. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.

٧. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.

٨. قم بتكرار الخطوات السابقة ولكن مع المحرك بتوصيل دلتا (DELTA)

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

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك واتجاه الحركة
١	اضغط علي مفتاح التشغيل الأول (START)	
٢	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	
٣	اضغط علي مفتاح التشغيل الثاني (START)	
٤	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	

جدول رقم ٢٣: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يحدد متي يعمل المحرك في كل اتجاه			
٤	يعرف كيفية الحماية لدائرة عكس الحركة			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٢٤: تقييم المتدرب

توقيع المدرب

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

الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

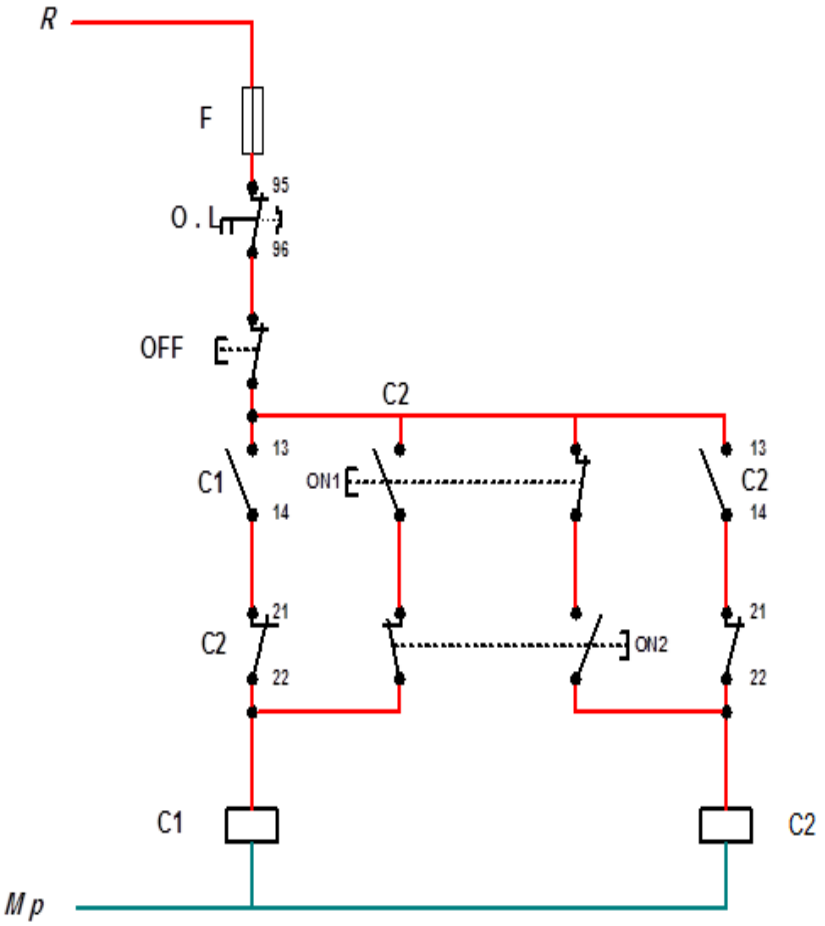
- جهاز الأفوميتر (AVO).
- ٢كونتاكتور – ٢مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه

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

- توصيل دائرة التحكم في عكس حركه المحرك حسب التدريب.

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

- توصيل دائرة التحكم في عكس حركه المحرك حسب الشكل التالي ومقارنته بدائرة التحكم في التدريب.



شكل رقم ٥٩: دائرة التحكم لعكس حركه محرك حثي ثلاثي الأوجه مع الحماية

دائرة القوى والتحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه لتقليل تيار البدء بسرعة واحدة نجمة / دلتا

تدريب رقم	٧	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب تشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعه واحده نجمه /دلتا لتقليل تيار البدء في المحرك.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- AVO رقمي.	مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – مفتاح زياده الحمل – عدد ٣ كونتاكتور
	محرك حثي ثلاثي الأوجه
	أسلاك توصيل.

جدول رقم ٢٥: متطلبات التدريب

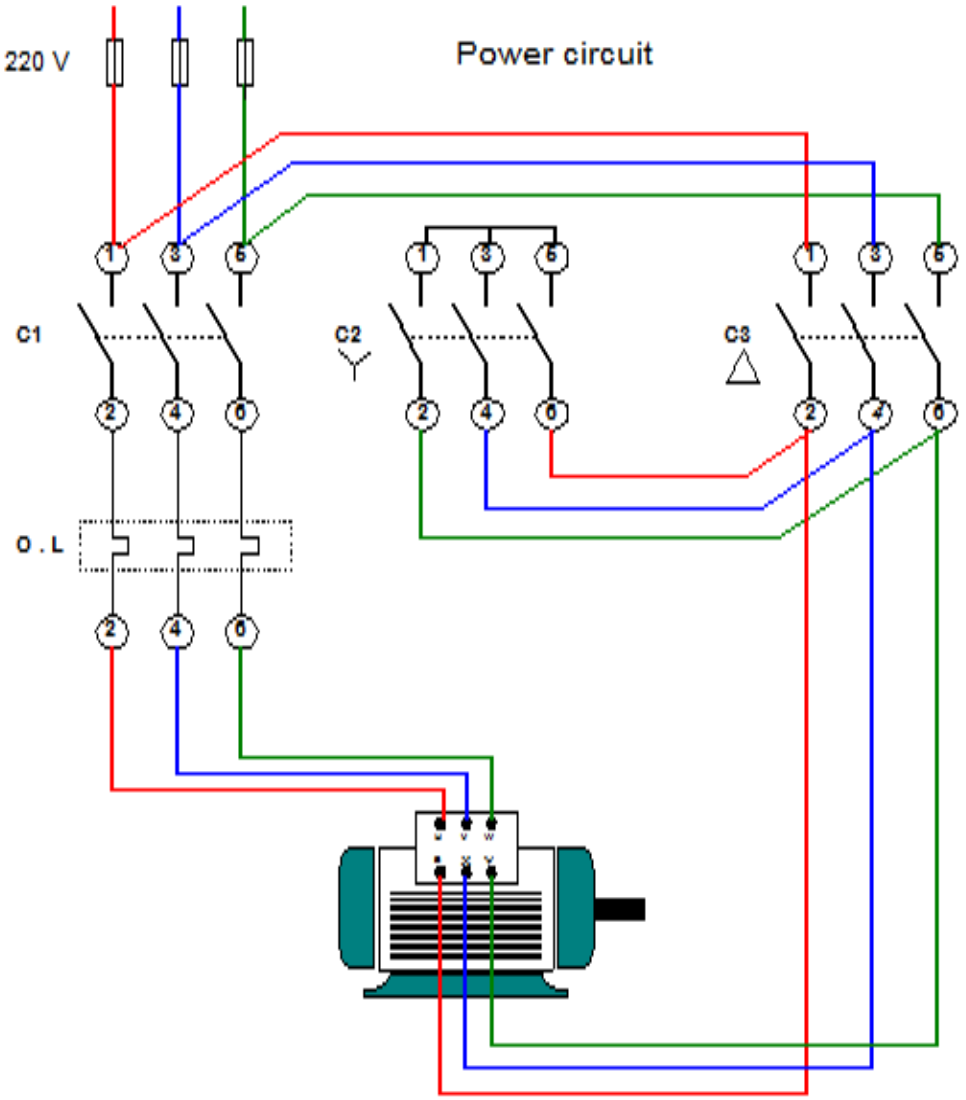
المعارف المرتبطة بالتدريب

ستار دلتا Star/Delta Starter

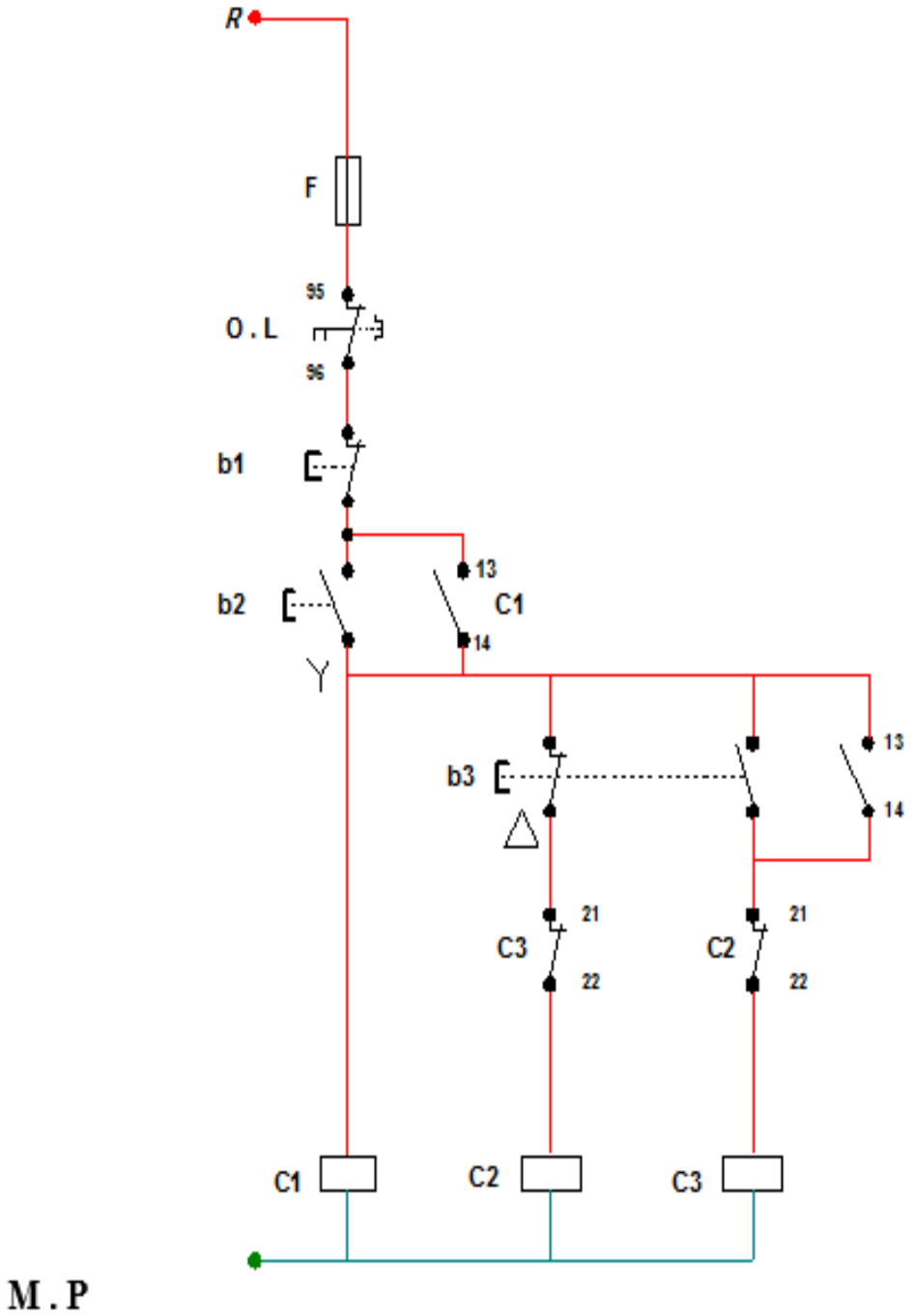
هذه الطريقة مناسبه للمحركات ذات الست أطراف والتي توصل ملفاتها على شكل دلتا (Δ) أثناء التشغيل العادي حيث توصل ملفات العضو الثابت عند البدء على شكل ستار (Y) ونتيجة لذلك يقل جهد الوجه إلى $\frac{1}{\sqrt{3}}$ من جهد المصدر وينخفض تيار الخط إلى $\frac{1}{3}$ قيمة التيار المار في حالة التوصيل على شكل دلتا وبالتالي فإن العزم ينخفض إلى $\frac{1}{3}$ قيمته المقننة ويتم توصيل الأطراف على شكل ستار حتى تصل سرعة العضو الدوار إلى 75% أو 80% من السرعة المقننة حينئذ يتم أتوماتيكي تغيير التوصيل إلى دلتا. وتستخدم هذه الطريقة مع المحركات ذات القدرات المتوسطة.

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.
٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.
٣. تحضير المواد والخامات – (٣ كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه).



شكل رقم ٦٠: دائرة القوي محرك حثي ثلاثي الأوجه موصل نجمه /دلتا



شكل رقم ٦١: دائرة التحكم محرك حثي ثلاثي الأوجه موصل نجمه /دلتا

٤. قم بتوصيل دائرة القدرة كما هو مبين بالشكل.

٥. قم بتوصيل دائرة التحكم.

٦. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.

٧. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.

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

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك
١	اضغط علي مفتاح التشغيل (b2)	
٢	أي نوع من التوصيل هو الذي يعمل على المحرك الآن	
٣	اضغط علي مفتاح التشغيل (b3)	
٤	أي نوع من التوصيل هو الذي يعمل على المحرك الآن	
٥	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	

جدول رقم ٢٦:نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يتقن توصيل دائرة تقليل تيار البدء نجمة - دلتا			
٤	يحدد أعطال عدم دوران المحرك.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٢٧: تقييم المتدرب

توقيع المدرب

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

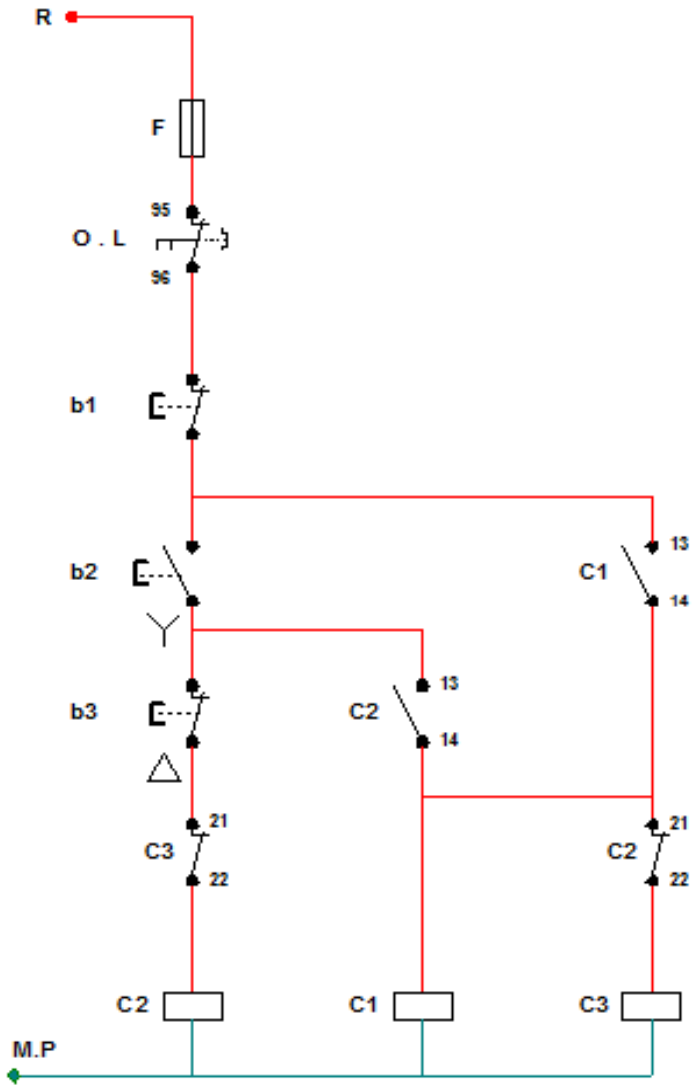
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جهاز الأفوميتر (AVO).
- ٣ كونتاكتور – مفاتيح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه

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

- توصيل دائرة التحكم لتشغيل وفصل محرك حثي ثلاثي الأوجه نجمه/دلتا حسب الشكل التالي ومقارنتها بالدائرة الموجودة بالتدريب.



شكل رقم ٦٢: دائرة التحكم محرك حثي ثلاثي الأوجه موصل نجمه /دلتا

دائرة القوى والتحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعة واحدة نجمة / دلتا بالتايمر "المؤقت الزمني" لتقليل تيار البدء

تدريب رقم	٨	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب تشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعه واحده نجمه /دلتا باستخدام التايمر لتقليل تيار البدء في المحرك.

متطلبات التدريب

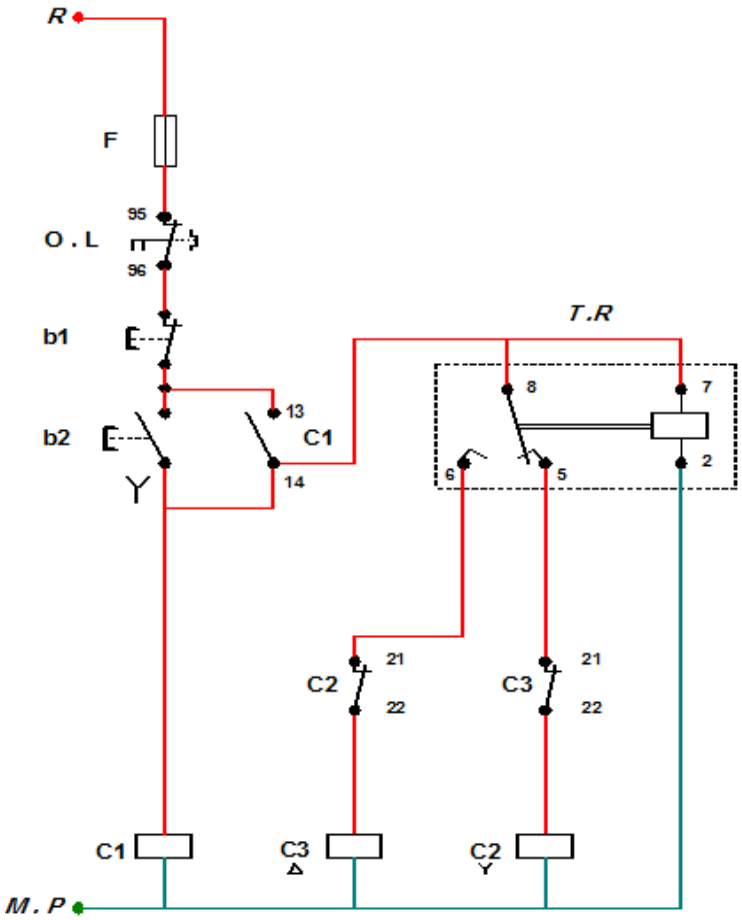
العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- AVO رقمي.	مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – مفتاح زياده الحمل –عدد ٣ كونتاكتور- تايمر
	محرك حثي ثلاثي الأوجه
	أسلاك توصيل.

جدول رقم ٢٨: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

ستار دلتا Star/Delta Starter

هذه الطريقة مناسبه للمحركات ذات الست أطراف والتي توصل ملفاتها على شكل دلتا (Δ) أثناء التشغيل العادي حيث توصل ملفات العضو الثابت عند البدء على شكل ستار (Y) ونتيجة لذلك يقل جهد الوجه إلى $\frac{1}{\sqrt{3}}$ من جهد المصدر وينخفض تيار الخط إلى $\frac{1}{3}$ قيمة التيار المار في حالة التوصيل على شكل دلتا وبالتالي فإن العزم ينخفض إلى $\frac{1}{3}$ قيمته المقننة ويتم توصيل الأطراف على شكل ستار حتى تصل سرعة العضو الدوار إلى 75% أو 80% من السرعة المقننة حينئذ يتم أتوماتيكي تغيير التوصيل إلى دلتا. وتستخدم هذه الطريقة مع المحركات ذات القدرات المتوسطة.



شكل رقم ٦٣: دائرة التحكم للتحويل من ستار الى دلتا عن طريق تايمر لتقليل تيار البدء

شرح دائرة التحكم Control Circuit:

يوجد في دائرة تحكم ستار - دلتا: ثلاثة ملفات للكونتاكتورات C1(M) و C2(Y) وC3(Δ) علاوة على التايمرT. عند الضغط على مفتاح التشغيل Start (b2) يمر التيار أولا إلى ملف C1(M) - الكونتاكتور الرئيسي - فيعمل وله نقطة تلامس مساعده (C1M-NO-13-14) تسمى Latch فتتحول من مفتوحة إلى مغلقه فتمرر التيار إلى ملف C2(Y) - كونتاكتور (Star) - فيعمل وينفتح تلامسه المساعد -C2(Y)NC 21-22، أي أنه سيعمل عند بداية التشغيل الكونتاكتوران C1(M) وC2(Y). في نفس الوقت يمر التيار إلى التايمر T. بعد زمن معين يعمل التايمر T فيفتح تلامسه المساعدة (T-NC 5-8) المتصلة على التوالي مع ملف الكونتاكتور C2(Y) فيقطع عنه التيار فيفصل فيعود تلامسه المساعد C2(Y)-NC إلى وضعه الطبيعي المغلق وفى نفس الوقت يغلق التايمر تلامسه المساعد (T-NO -6-8) المتصل على التوالي مع ملف الكونتاكتور C3(Δ) فيمر التيار في ملف الكونتاكتور C3(Δ) ويعمل الكونتاكتور.

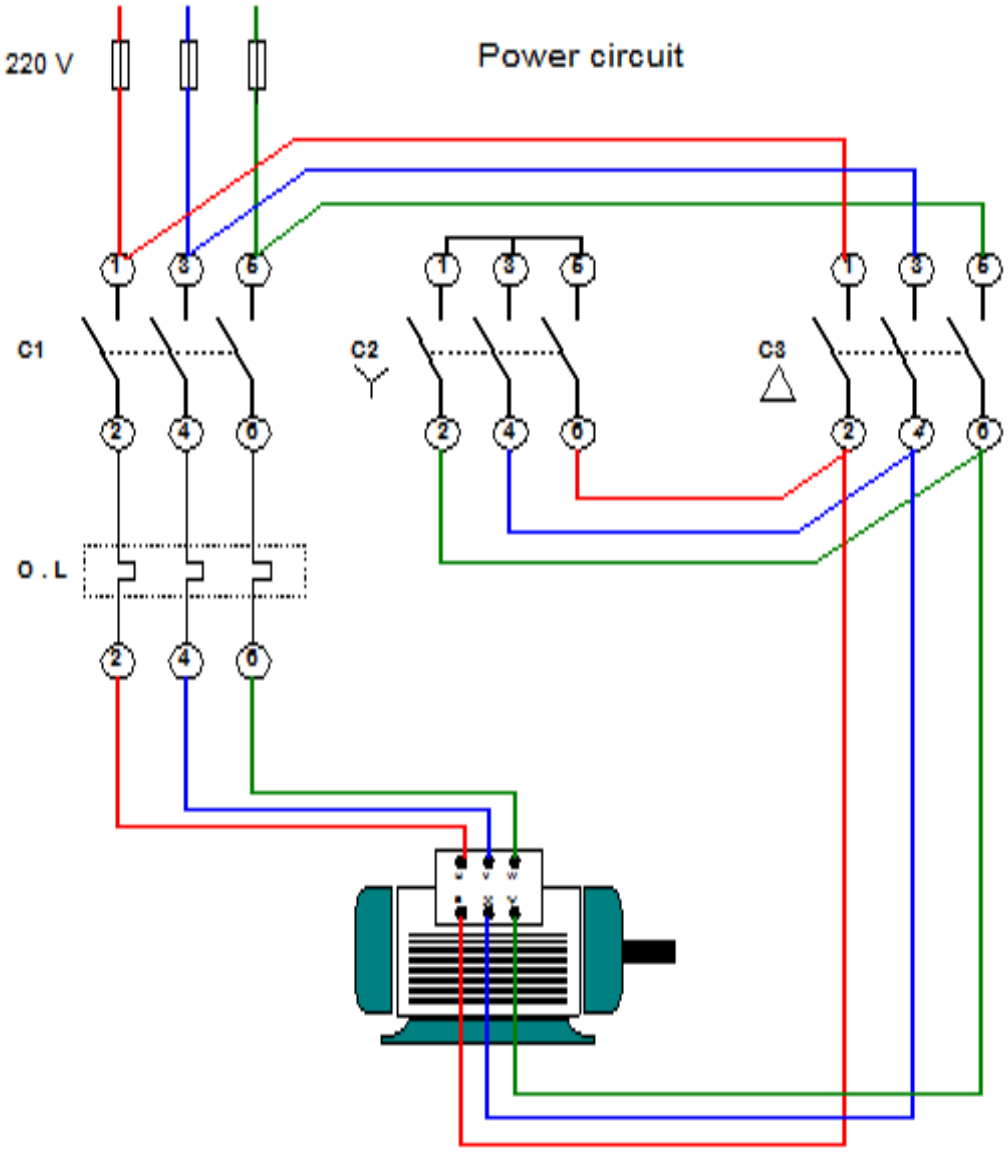
خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.
٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.

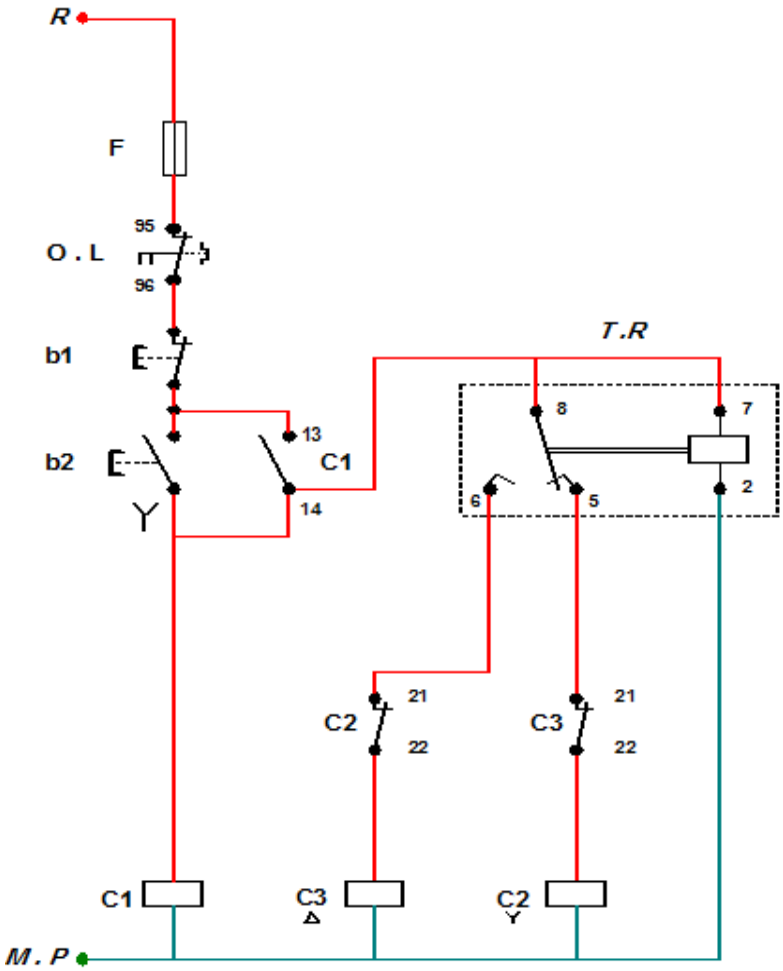
٣. تحضير المواد والخامات – (٣ كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه - تايمر).

٤. قم بتوصيل دائرة القدرة لتشغيل المحرك نجمه /دلتا

٥. قم بتوصيل دائرة التحكم لتشغيل المحرك نجمه /دلتا



شكل رقم ٦٤: دائرة القوي محرك حثي ثلاثي الأوجه موصل نجمه /دلتا



شكل رقم ٦٥: دائرة التحكم محرك حثي ثلاثي الأوجه نجمه /دلتا باستخدام تايمر لتقليل تيار البدء

٦. اضبط تايمر التأخير على ١٠ ثواني.

٧. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.

٨. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.

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

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك
١	اضغط علي مفتاح التشغيل (b2)	
٢	أي نوع من التوصيل هو الذي يعمل على المحرك الآن	
٣	انتظر زمن التايمر، أي نوع من التوصيل هو الذي يعمل على المحرك الآن	
٤	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	

جدول رقم ٢٩: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يتقن توصيل دائرة تقليل تيار البدء نجمة - دلتا			
٤	يحدد أعطال عدم دوران المحرك.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٣٠: تقييم المتدرب

توقيع المدرب

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

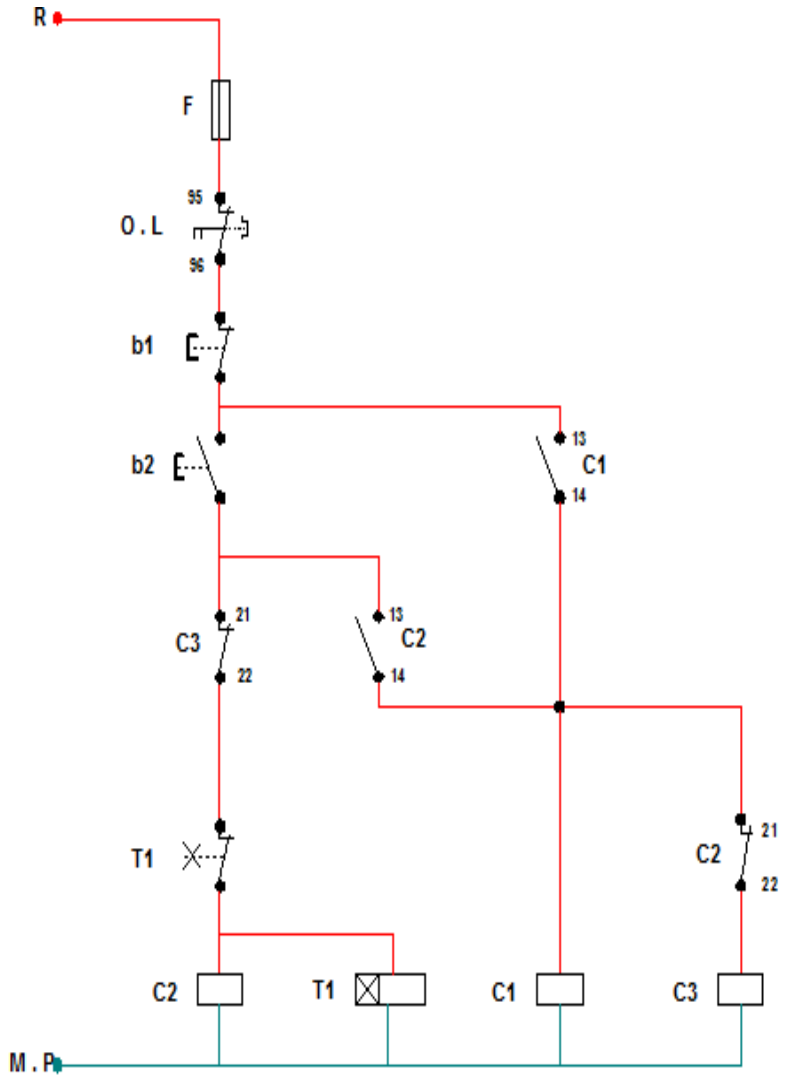
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جهاز الأفوميتر (AVO).
- ٣ كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه – تايمر تأخير

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

- توصيل دائرة التحكم لتشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه نجمه/دلتا بالتايمر لتخفيض تسار البدء حسب الشكل التالي والمقارنة بينه وبين دائرة التدريب.



شكل رقم ٦٦: دائرة التحكم محرك حثي ثلاثي الأوجه نجمه /دلتا بالتايمر

دائرة القوى والتحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه بسرعة واحدة للحد من تيار البدء باستخدام محول ذاتي			
تدريب رقم	٩	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب تشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعه واحده باستخدام محول ذاتي ثلاثي الأوجه لتقليل تيار البدء في المحرك.

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- AVO رقمي.	مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – مفتاح زياده الحمل –عدد ٣ كونتاكتور
	محرك حثي ثلاثي الأوجه – محول ذاتي ثلاثي الأوجه
	أسلاك توصيل.

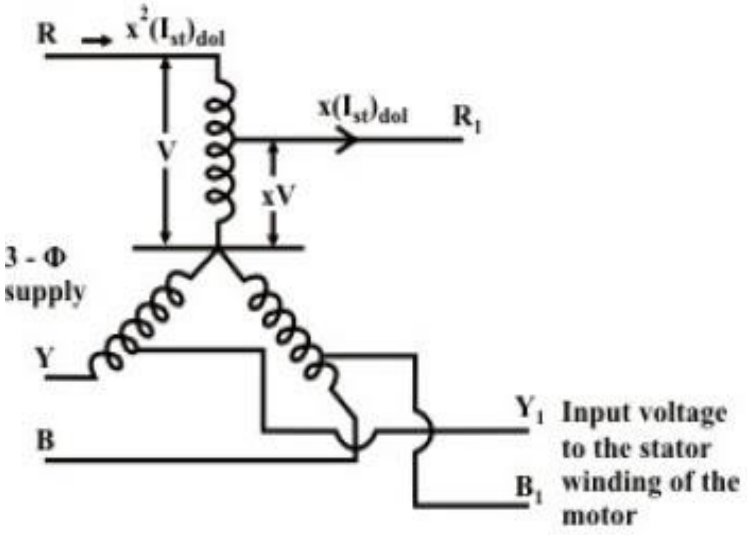
جدول رقم ٣١: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

المحول الذاتي Autotransformer Starter

في هذه الطريقة يتم توصيل أطراف العضو الثابت بمحول ذاتي ثلاثي الأوجه بحيث يخفض الجهد المسلط على ملفات العضو الثابت Stator إلى قيمه تتناسب مع تيار البدء المسموح به وبعد اجتياز المحرك فترة البدء يتم تسليط جهد المصدر كاملا على ملفات العضو الثابت Stator وذلك بفصل المحول. هذه الطريقة مثاليه جدا حيث لا يوجد فيها أي قدره مفقودة كما أنها تعتبر الخيار الأفضل للمحركات التي تم توصيل ملفاتها داخليا من قبل المصنع على شكل نجمه Star. ويتم التحكم في قيمة الجهد المطلوبة عن طريق تغيير وضع الـ taps الموجودة على ملفات المحول عيب هذه الطريقة هو التكلفة العالية لذلك يستخدم مع المحولات عالية القدرة.

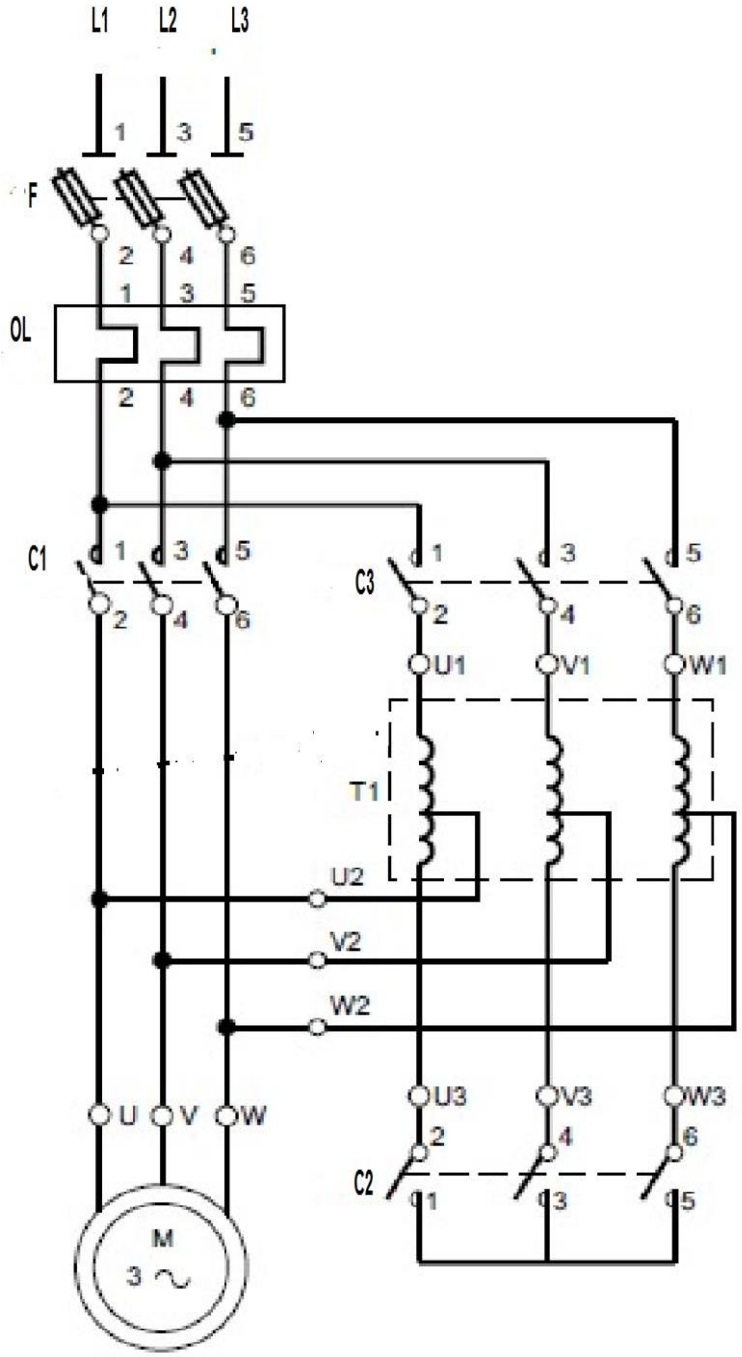
ويوضح الشكل التالي فكرة عمل ال Autotransformer Starter، ويتم التحكم في تشغيل الكونتاكتورات باستخدام دائرة كونترول خاصه بالمحول عادة يتم ضبط المحول خلال فترة البدء عند نقاط على الملف الابتدائي Taps تتراوح من ٥٠% إلى ٨٠ %.



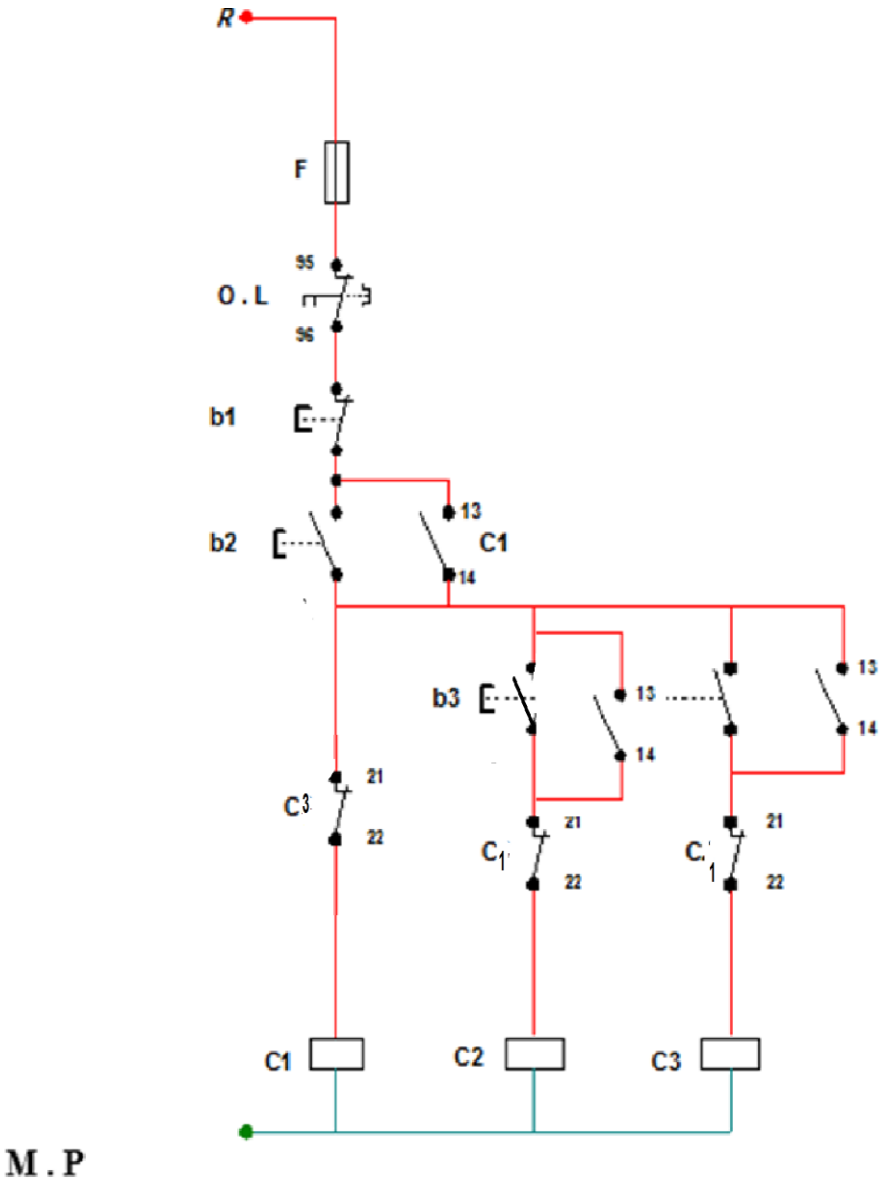
شكل رقم ٦٧: يوضح الجهد الداخل لملفات العضو الثابت للمحرك الحثي

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.
٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.
٣. تحضير المواد والخامات – (٣ كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي أحادي الوجه – المحول الذاتي ثلاثي الأوجه).
٤. قم بتوصيل دائرة القدرة كما هو مبين بالشكل.
٥. قم بتوصيل دائرة التحكم بدء تشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه باستخدام المحول الذاتي حسب الشكل.
٦. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.
٧. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.
٨. بالانتهاء من التدريب قم بترتيب العدد والأدوات والخامات في أماكنها السليمة وترك المعمل مرتب ونظيف.



شكل رقم ٦٨: دائرة القوي محرك حثي ثلاثي الأوجه موصل معه محول نفسي لتفليل تيار البدء



شكل رقم ٦٩: دائرة التحكم محرك حثي ثلاثي الأوجه موصل مع محول نفسي للحد من تيار البدء

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك
١	اضغط علي مفتاح التشغيل (b2)	
٢	أي نوع من التوصيل هو الذي يعمل على المحرك الآن	
٣	اضغط علي مفتاح التشغيل (b3)	
٤	أي نوع من التوصيل هو الذي يعمل على المحرك الآن	
٥	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	

جدول رقم ٣٢: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يتقن توصيل دائرة تقليل تيار عن طريق المحول الذاتي			
٤	يحدد أعطال عدم دوران المحرك.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٣٣: تقييم المتدرب

توقيع المدرب

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

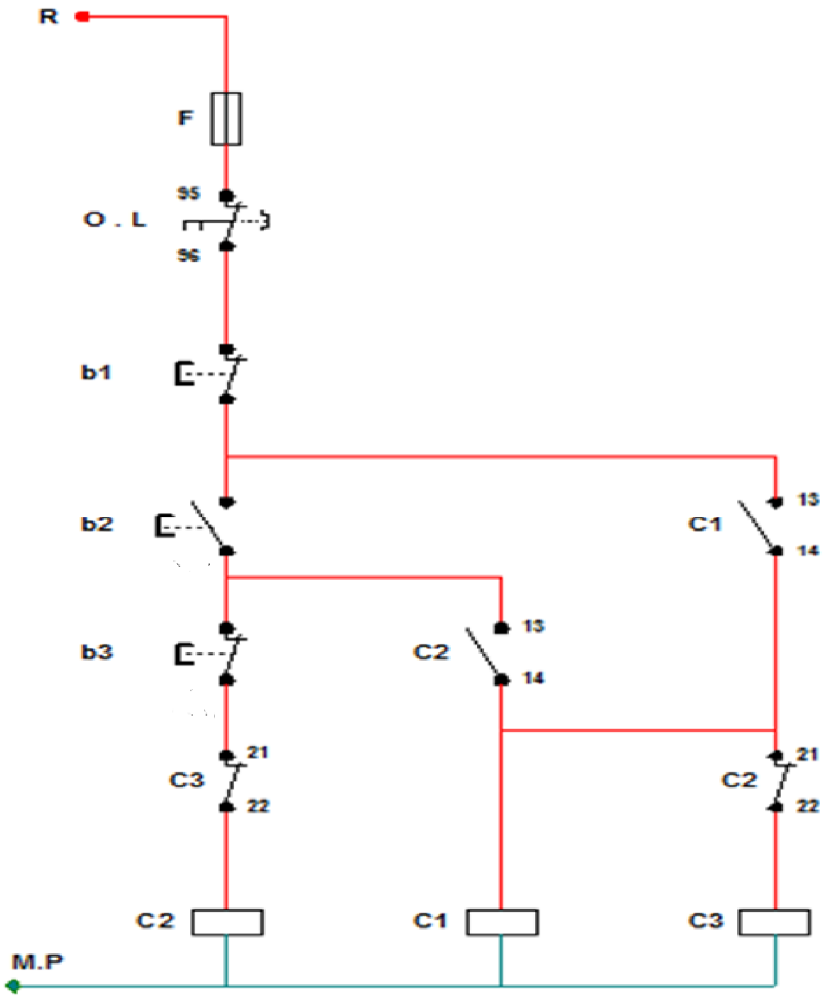
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جهاز الأفوميتر (AVO).
- ٣ كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه – محول ذاتي ثلاثي الأوجه

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

- توصيل دائرة التحكم والقدر لبدء تشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه باستخدام محول ذاتي حسب الشكل التالي ومقارنته بدائرة التدريب



شكل رقم ٧٠: دائرة التحكم محرك حثي ثلاثي الأوجه موصل مع محول نفسي للحد من تيار البدء

دائـرة القوى والتحكم لتشغيل محرك ثلاثي الأوجه سرعتين متناصفتين - (دلاندر) Dahlander			
تدريب رقم	١٠	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب تشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين (دلاندر) Dahlander

متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر- AVO رقمي.	٢ مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – ٢ مفتاح زياده الحمل –عدد ٣ كونتاكتور
	محرك حثي ثلاثي الأوجه
	أسلاك توصيل.

جدول رقم ٣٤: متطلبات التدريب

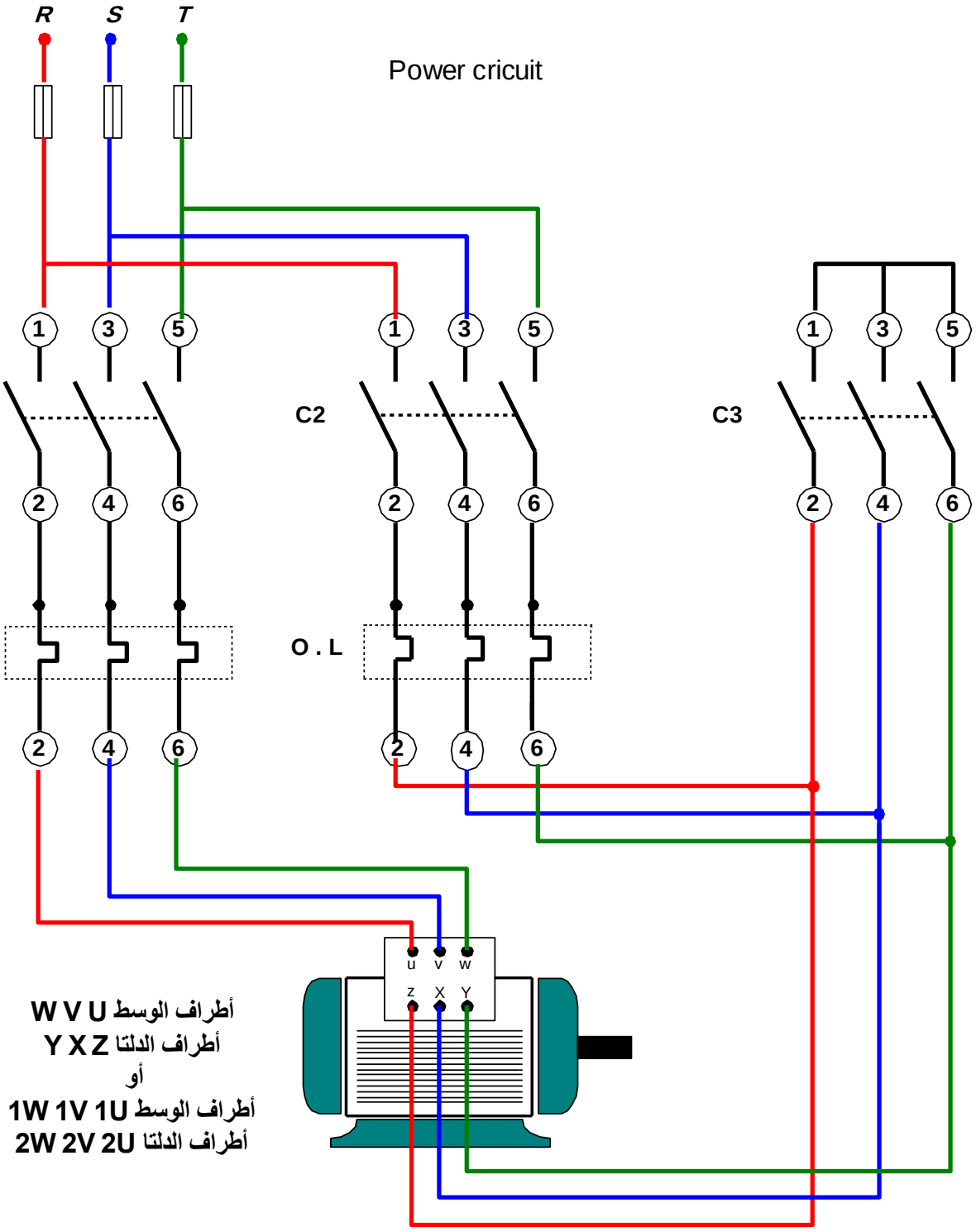
المعارف المرتبطة بالتدريب

تستخدم المفاتيح اليدوية لتشغيل المحركات على سرعتين بطريقة الملفات المتصلة (دلاندر) - حيث يمكن الحصول على سرعتين متناصفتين عن طريق تحويل توصيل ملفات المحرك من دلتا إلى توصيلة (نجمة - نجمة) الستار الثنائية بمساعدة مفتاح التحكم اليدوي.

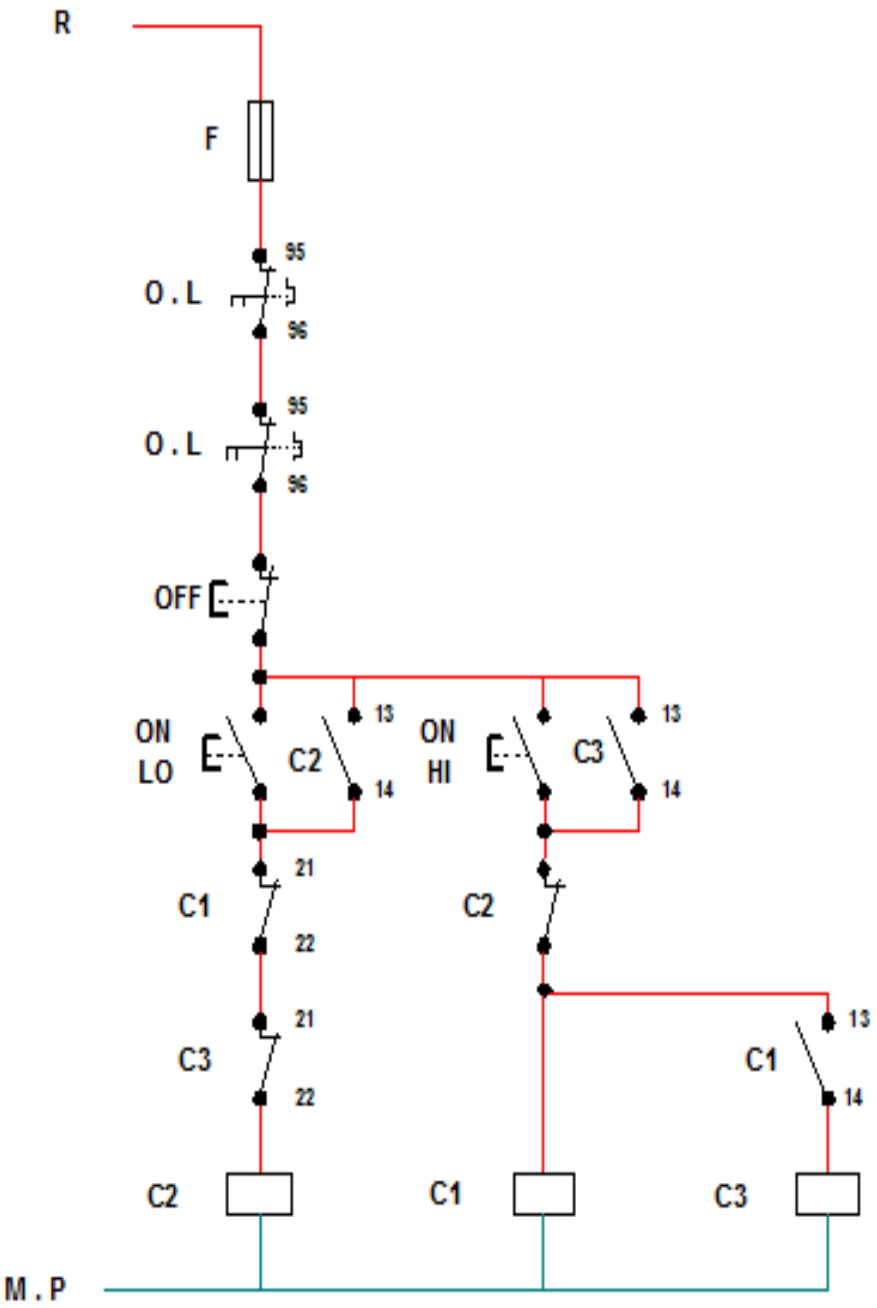
خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.
٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.
٣. تحضير المواد والخامات – (٣ كونتاكتور – ٢ مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه).
٤. قم بتوصيل دائرة القدرة كما هو مبين بالشكل
٥. قم بتوصيل دائرة التحكم كما بالشكل.
٦. لاحظ وجود ٢ مفتاح زيادة الحمل يتم ضبطهم حسب تيار كل سرعة بمعرفة المدرب.
٧. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.
٨. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.

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



شكل رقم ٧١: دائرة القوي محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين متناصفتين



شكل رقم ٧٢: دائرة التحكم لمحرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين متناصفتين

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك
١	اضغط علي مفتاح تشغيل السرعة البطيئة (ON LO)	
٢	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	
٣	اضغط علي مفتاح تشغيل السرعة الأعلى (ON Hi)	
٤	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	

جدول رقم ٣٥: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يتقن توصيل دائرة تغيير السرعة دلاندر.			
٤	يحدد أعطال عدم دوران المحرك.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٣٦: تقييم المتدرب

توقيع المدرب

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

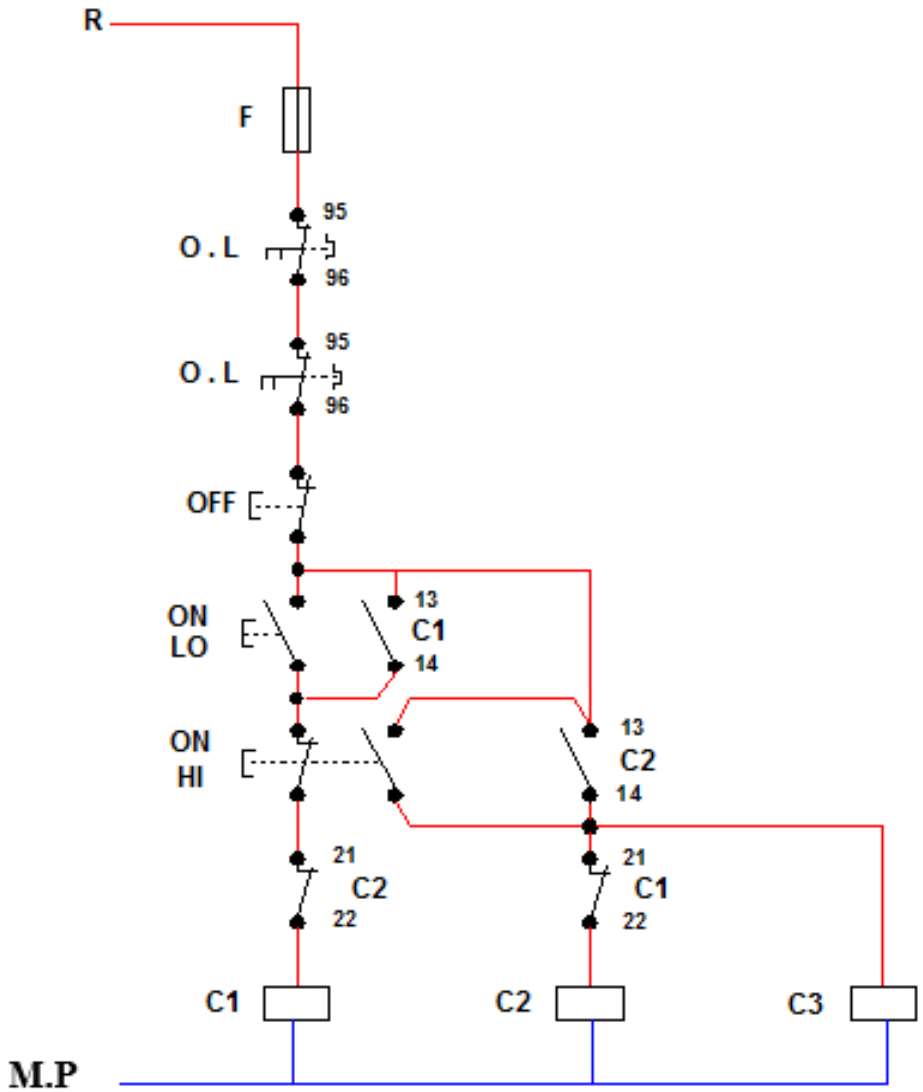
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جهاز الأفوميتر (AVO).
- ٣ كونتاكتور – ٢ مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه – محول ذاتي ثلاثي الأوجه

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

- توصيل دائرة التحكم لتشغيل وفصل محرك حثي ثلاثي سرعتين متناصفتين حسب الشكل التالي ومقارنتها بدائرة التدريب.



شكل رقم ٧٣: دائرة التحكم لمحرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين متناصفتين

دائرة القوى والتحكم لتشغيل محرك ثلاثة أوجه سرعتين غير متناصفتين

تدريب رقم	١١	الزمن	٨ ساعات

الأهداف

أن يستطيع المتدرب تشغيل محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين غير متناصفتين

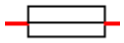
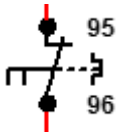
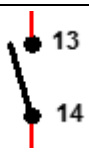
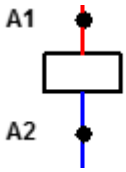
متطلبات التدريب

العدد والأدوات	المواد والخامات
جهاز قياس متعدد الأغراض أفومتر-AVO رقمي.	مفتاح تشغيل – مفتاح إيقاف – مفتاح زياده الحمل – عدد ٣ كونتاكتور
	محرك حثي ثلاثي الأوجه
	أسلاك توصيل.

جدول رقم ٣٧: متطلبات التدريب

المعارف المرتبطة بالتدريب

شكل رقم ٧٤: الخامات المستخدمة في عمليه التحكم

الرموز المستخدمة في الدائرة	
فيوز للحماية (FUSE)	
مفتاح إيقاف (STOP)	
مفتاح تشغيل (START)	
مفتاح زيادة الحمل حراري (OVERLOAD)	
نقطه مفتوحة (NO)	
ملف الكونتاكتور (CONTACTOR COIL)	

جدول رقم ٣٨: الرموز المستخدمة في دوائر التحكم

خطوات تنفيذ التدريب

١. تطبيق إجراءات السلامة والأمان الخاصة المعمل.

٢. تحضير جهاز الأفوميتر (AVO) وتجربته ومعرفة صلاحيته.

٣. تحضير المواد والخامات – (٣ كونتاكتور – ٢ مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه).

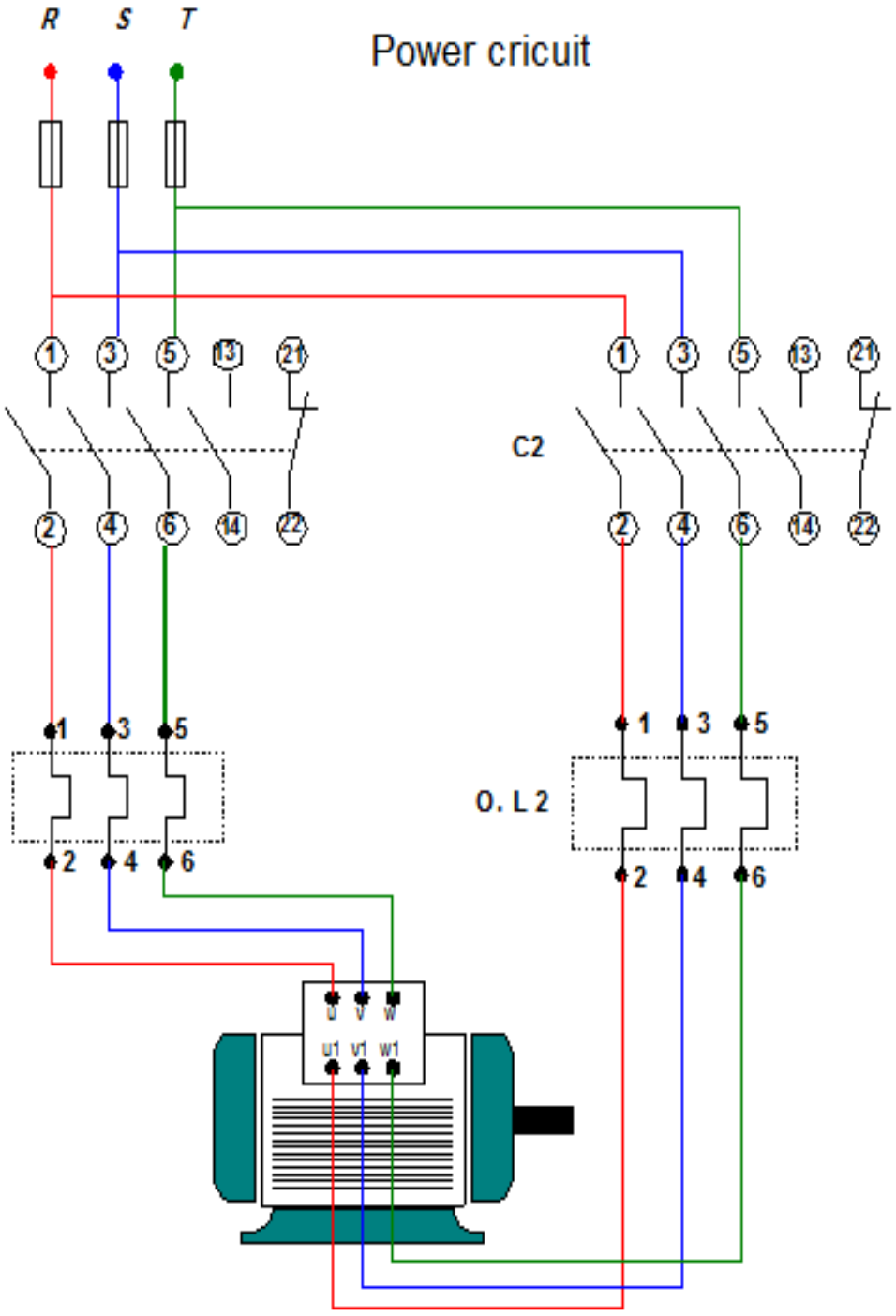
٤. قم بتوصيل دائرة القدرة لتشغيل المحرك سرعتين غير متناصفتين كما هو موضح في الشكل التالي.

٥. قم بتوصيل دائرة التحكم كما هو مبين بالشكل.

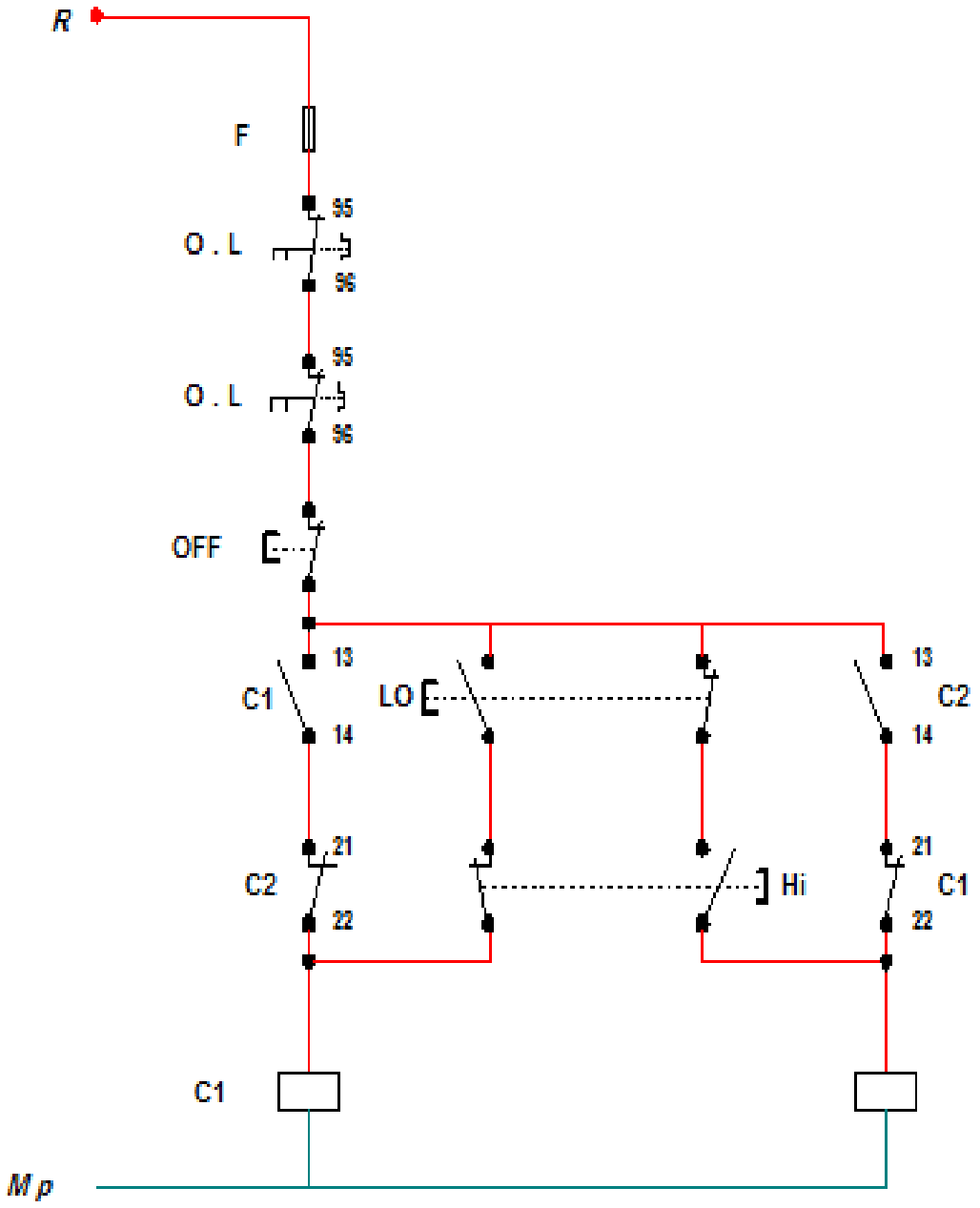
٦. اختبر التوصيل دون تشغيل مصدر الجهد عن طريق جهاز الآفو.

٧. قم بتسجيل النتائج حسب الحالات المدونة بجدول النتائج أدناه.

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



شكل رقم ٧٥: دائرة القوي محرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين غير متناصفتين



شكل رقم ٧٦: دائرة التحكم لمحرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين غير متناصفتين

تسجيل النتائج

	حالة رقم	تقييم أداء المحرك
١	اضغط علي مفتاح تشغيل السرعة البطيئة (LO)	
٢	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	
٣	اضغط علي مفتاح تشغيل السرعة الأعلى (Hi)	
٤	اضغط عل مفتاح الفصل (STOP)	

جدول رقم ٣٩: نتائج التدريب

المشاهدات

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم الأداء

أن يصبح المتدرب قادرا على أن:

م	معيار الأداء	تحقق		ملاحظات
		نعم	لا	
١	تطبيق إجراءات السلامة المهنية.			
٢	يضبط جهاز القياس حسب القيم الكهربائية المراد قياسها.			
٣	يتقن توصيل دائرة تشغيل محرك بسرعتين غير مناصفتين.			
٤	يحدد أعطال عدم دوران المحرك.			
٥	يرتب مكان العمل ويتركه نظيفا.			

جدول رقم ٤٠: تقييم المتدرب

توقيع المدرب

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

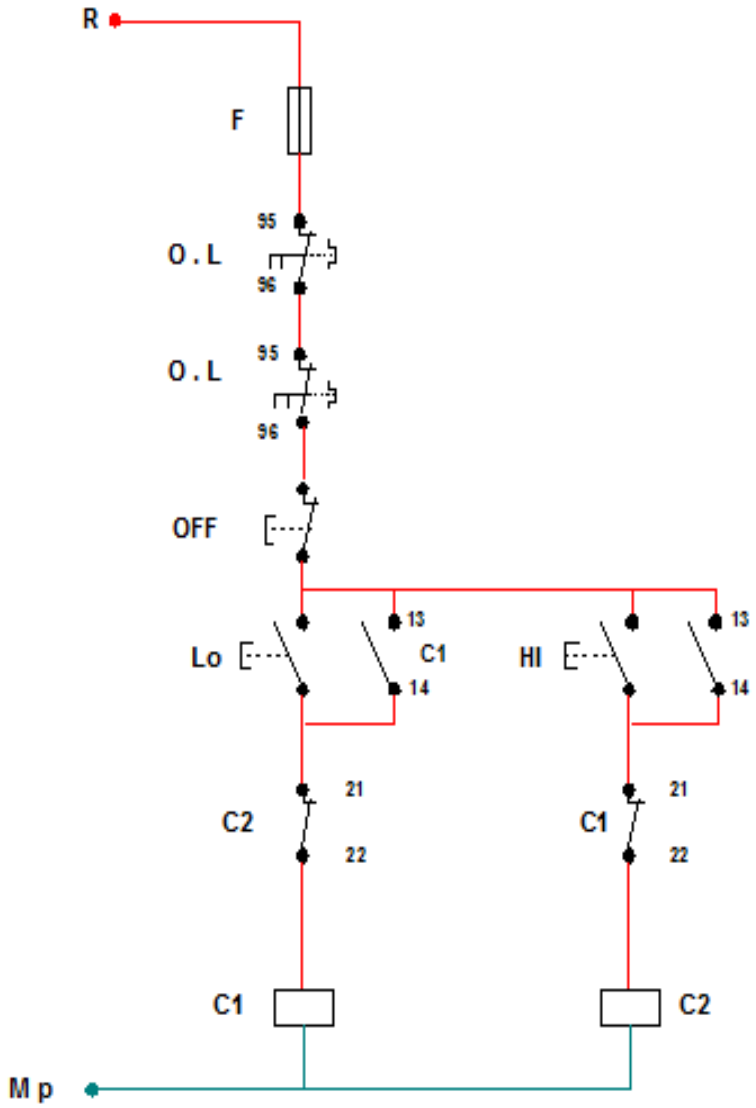
الاختبار العملي

في نهاية التدريب العملي يعطى المتدرب:

- جهاز الأفوميتر (AVO).
- ٣ كونتاكتور – مفتاح تشغيل (START) مفتاح إيقاف (STOP) مفتاح زيادة الحمل (OVERLOAD) محرك حثي ثلاثي الأوجه

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

- توصيل دائرة التحكم لتشغيل وفصل محرك حثي ثلاثي سرعتين غير متناصفتين حسب الشكل التالي.



شكل رقم ٧٧: دائرة التحكم لمحرك حثي ثلاثي الأوجه سرعتين غير متناصفتين

قائمة المصطلحات العلمية

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية
مشغل	Actuator
تماثلي	Analog
طنان	Buzzer
مقارن	Comparator
ملامس	Contactor
تحكم	Control
رقمي	Digital
اقتصادي	Economy
تحكم إلكتروني	Electronic Control
مصباح	Lamp
حدود	Limit
يدوي	Manual
ميكانيكي	Mechanical
خلية ضوئية	Photocell
قطب	Pole
عملية	Process
مفتاح ضغط	Push Button
مرحل	Relay
اعتمادية	Reliability
تقاربي	Proximity
أشباه موصلات	Semiconductor
حساسية	Sensitivity
حساس	Sensor
بسيط	Simple
سماعة	Speaker
سرعة	Speed
مفتاح	Switch
مخرج	Throw
مؤقت زمني	Timer
صمام	Valve

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).