جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

الصناعي/توليد الطاقة الكهربائية ونقلها

الثاني

تأليف

أ.م.د.ضاري يوسف محمود

د.م. حسين مجيد صالح المهندس مهدي صالح الحمداني المهندس حسين علاوي فالح

المهندسة عامرة ماجد ثابت المهندس صفاء شوكت عباس المهندس عباس عبد الوهاب محمد رضا

الطبعة الثالثة 1445هـ - 2023 م

المقدمة

أن التطور العلمي والتكنولوجي الذي شمل كل مفاصل الحياة بحاجة الى ملاكات فنية مهنية تمتلك المهارات المتعددة الخاصة في كل مجال من مجالات الحياة وفي مجالات الصناعة في كل فروعها ، فانه يقتضي تهيئة فنيين متخصصين . وقد حاولت لجنة التأليف أعطاء التمارين العملية على شكل خطوات يتم أجراءها بالتسلسل الصحيح ، إضافة الى أعطاء المعلومات النظرية الخاصة بالتمارين وبما يتناسب مع إمكانيات الطلبة الجسدية والعمرية بحيث يضمن السلامة المهنية للمتدربين .

أن المديرية العامة للتعليم المهني وسعيا منها في الإسهام الفاعل في بناء الوطن ومواكبة التطور العلمي والعالمي قامت بتحديث المناهج وتطويرها وفتح اختصاصات جديدة مثل (المصاعد ، الأجهزة الطبية ، نقل وتوليد الطاقة الكهربائية والصناعات البتروكيمياوية وغيرها).

رَكُزَ الكتاب على النقاط الحاكمة والتنفيذ الفعلي للتمارين وفق الخطوات الصحيحة ، منهج التدريب احتوى على المواضيع التالية التي هي من اختصاص الميكانيك (عمليات الخراطة، القشط، التفريز ، ربط الأنابيب ، اللحام ، محركات الديزل ، مولدات الطاقة الكهربائية التي تعمل بمحركات الديزل، إضافة الى طرق العمل على المولدات وصيانتها) . أما في مجال الكهرباء فانه تم التطرق الى مواضيع مختلفة منها (حماية الأشخاص والآلة والشبكة الكهربائية، أنواع قواطع التسرب الأرضي ، حماية المحركات الكهربائية ، القابلوات الأرضية بكل أنواعها ، مولدات التيار المستمر (الداينمو) ، محرك التوالي (السلف) ، المحركات الحثية الثلاثية الأطوار، محرك مضخة الماء ، دوائر السيطرة والتشغيل والحماية والبيان والإنذار لمحركات التيار المتناوب فضلا عن طريقة قياس سرعة المحركات الكهربائية).

تم وضع الكتاب بطريقة تسهل على الطالب تنفيذ التمرين ووضع له بدائل للتمرين حسب المواد الأولية المتوفرة .

ختاما نود أن نتقدم بالشكر الى الخبيرين العلميين (د. علي حسين نعمان) ، (المهندس مؤيد محمد علي) والخبير اللغوي (السيد عبد الرسول مزهر رسول) لمراجعتهم الكتاب بكل عناية وحرص .

..... وفقنا الله وإياكم لخدمة بلدنا العزيز .

المؤلفون

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الفصل الأول / أنتاج القطع الهندسية / الموضوع الأول : الخراطة (Turning)	5
تمرين (1)	6
تمرين (2)	8
الموضوع الثاني / مكائن وعمليات القشط (Shapers)	11
تمرين (3)	13
الموضوع الثالث/ التفريز (Milling Machine)	17
تمرين (4)	21
الفصل الثاني / توصيل الأنابيب /الموضوع الاول شبكات الانابيب وتوصيلها	25
تمرين (5)	29
الموضوع الثاني / لحام الأنابيب (Pipe Welding)	31
تمرين (6)	32
تمرين (7)	34
تمرين (8)	36
الفصل الثالث / تفكيك وصيانة وتركيب المولدة ذات المحرك الديزل	39
تمرين (9)	40
تمرين (10)	42
تمرين (11)	47
تمرين (12)	49
تمرين (13)	52
تمرين (14)	53
الفصل الرابع / حماية الأشخاص والآلة والشبكة الكهربائية من أخطار الكهرباء	55

تمرين (15)	**55**
تمرين (16)	**62**
الفصل الخامس / القابلوات الأرضية	**69**
تمرين (17)	**77**
تمرين (18)	**79**
الفصل السادس المولدات والمحركات الكهربائية / تمرين (19)	**87**
تمرين (20)	**95**
تمرين (21)	**101**
تمرين (22)	**107**
تمرين (23)	**111**
الفصل السابع / دوائر السيطرة والتشغيل والحماية والبيان والإنذار لمحركات التيار المتناوب	**117**
تمرين (24)	**136**
تمرين (25)	**154**
تمرين (26)	**163**
تمرين (27)	**169**
الفصل الثامن / طرق التحكم بسرعة محركات التيار المستمر والتيار المتناوب والمحركات العامة (Universal motor). طرق تثبيت سرعة وجهد التوليد للمولد المنزلي (2.5KVA) عند تغيير الأحمال / تمرين (28).	**183**
تمرين (29)	**197**
تمرين (30)	**220**
المصادر	

الفصل الاول

أنتاج القطع الهندسية

الموضوع الاول

الخراطة (Turning):

تعد مكائن الخراطة من المكائن المهمة الواجب توافرها في المعامل الإنتاجية وورش الصيانة ، ومنها ورش الصيانة في محطات التوليد الغازية والحرارية واستعمالها الواسع في تصنيع الأجزاء الميكانيكية لاختصار الوقت والتكاليف في توفيرها ، واستكمالا لما تعلمته في المرحلة الأولى عن ماكنة الخراطة والإعمال التي تؤديها أصبح من اللازم مراعاة مايأتي :

1- معرفة درجة نعومة الأسطح المشغلة (خشن ، ناعم قليل ، ناعم ، ناعم جدا (صقيل).

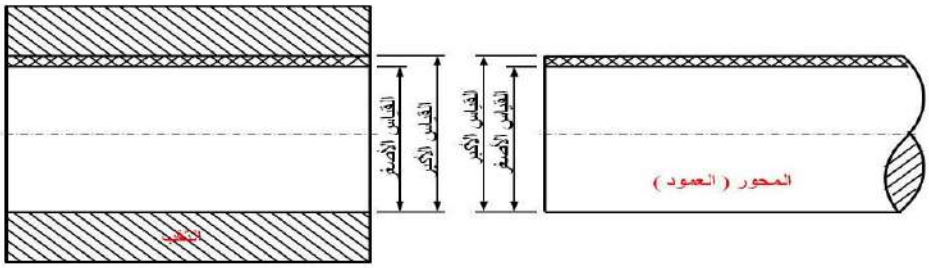
2- ضبط دقة القياسات (الإبعاد) ، من الضروري الحصول على القياسات بموجب السماحات المطلوبة، فإذا كان الخطأ في القياس أكبرمن الحد المسموح فان قطعة العمل المنتجة تكون غير صالحة للاستعمال، فمثلا أذا كان القطر المطلوب خراطته بقياس (50 ± 0.1) ملم فهذا يعني أن الزيادة أو النقصان المسموح بها (التجاوز) هو (+0.1) أو (-0.1)، أي أن القياس الأكبر يساوي(50.1)ملم والقياس الأصغر يساوي(49.9) ملم.

3- معرفة حالة التوافق (التجميع) بين قطعتين ، فمن الضروري معرفة حالة التجميع المطلوبة وهي :

أ- توافق حر : وتكون حركة تجميع القطع المنتجة (الأجزاء) بسهولة ، كما في حركة القطعة المفصلية (النرمادة).

ب- توافق الضغط (الحشر): وهو تجميع قطعتين بطريقة الضغط (الكبس) كما في حالة تجميع المحاور (shafts) مع المساند (بولبيرنك) ، أو تجميع أسطوانة (بوشة) مع كتلة الاسطوانات في بعض محركات الاحتراق الداخلي.

ج- التوافق الانتقالي : ويكون بين النوعين (الحر والضغط)، أي يكون به خلوص قليل أو تداخل حسب الحد المسموح به وذلك يحتاج عند التجميع الى دق أوضغط خفيف ، أنظر الشكل (1-1).



شكل (1–1) يوضح القياس الأكبر والأصغر للثقب والعمود

تمرين (1)

اسم التمرين : عمل قطعة مفصلية (نرمادة)

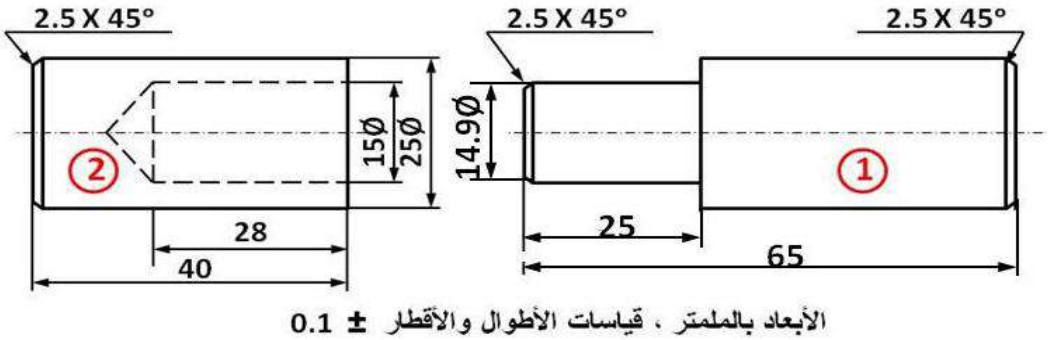
مكان العمل : ورشة الخراطة .

الزمن اللازم : 14 حصة .

الأهداف التعليمية: التدريب على الخراطة الخارجية بحسب الحد الأعلى والأدنى للقياس، وعمل الثقوب، وتجميع القطعتين بسهولة (توافق حر)، شكل (1–2) رسم التمرين (النرمادة).

التسهيلات التعليمية: ماكنة خراطة مع ملحقاتها التشغيلية ، أقلام خراطة متنوعة ، سيت برايم ، قدمة قياس (فيرنية) ، مبرد مسطح ناعم ، شفت حديد مدور (st 37) قطر (25) ملم أوبحسب المتوافر.

رسم التمرين:



شكل (1–2) رسم التمرين (النرمادة)

خطوات العمل :

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة للجسم.
2. هيأ ماكنة الخراطة وأربط القلم الملائم للعمل.
3. أربط القطعة رقم 2 بحيث يكون ثلثي الطول داخل العينة.
4. عدل الوجه وأكسر الزاوية $(2.5X45°)$.
5. أقلب قطعة العمل وأربطها كما في الخطوة (3) ، وعدل الوجه مع ضبط الطول الكلي (40) ملم.
6. ثبت بريمة المركز المتوافرة لديك وأثقب بمقدار مناسب .
7. أثقب بالتدريج بالبرايم (5 ، 8 ، 12 ، 15) ملم وعمق (28) ملم.
8. أستعمل المبرد المسطح الناعم لإزالة النتوأت وتنعيم السطح الخارجي ، وبذلك أصبحت القطعة رقم (2) جاهزة.
9. يتم تثبيت القطعة رقم (1) بالعينة بإحكام(ثلث الطول خارج العينة) ، وأجراء الخراطةالعرضية للحصول على وجه مستوى مع كسر الزاوية $(2.5X45°)$.
10. تقلب القطعة ويعدل الوجه ويضبط الطول الكلي.
11. تحديد المسافة (25)ملم ويعمل القطر (14.9)ملم بطول (25)ملم بحيث يكون السطح ناعم ، مع مراعاة الدقة في القياس على أساس نوع التوافق المطلوب عند التجميع مع القطعة الثانية.
12. اكسر الزاوية $(2.5\ X\ 45°)$ مع استعمال المبرد الناعم لتنعيم الحافات والسطح الخارجي .
13. أدخل القطعة رقم (2) في القطعة رقم (1) ولاحظ دقة العمل ونوع التوافق (يجب أن يكون توافق حر).
14. أفتح قطعة العمل من العينة.
15. نظف أدوات العمل وأرجعها الى أماكن حفظها.
16. نظف الماكنة ومكان العمل.

شكل (1- 3) يوضح نرمادة باب حديد

تمرين (2)

اسم التمرين : عمل لولب (Stud)

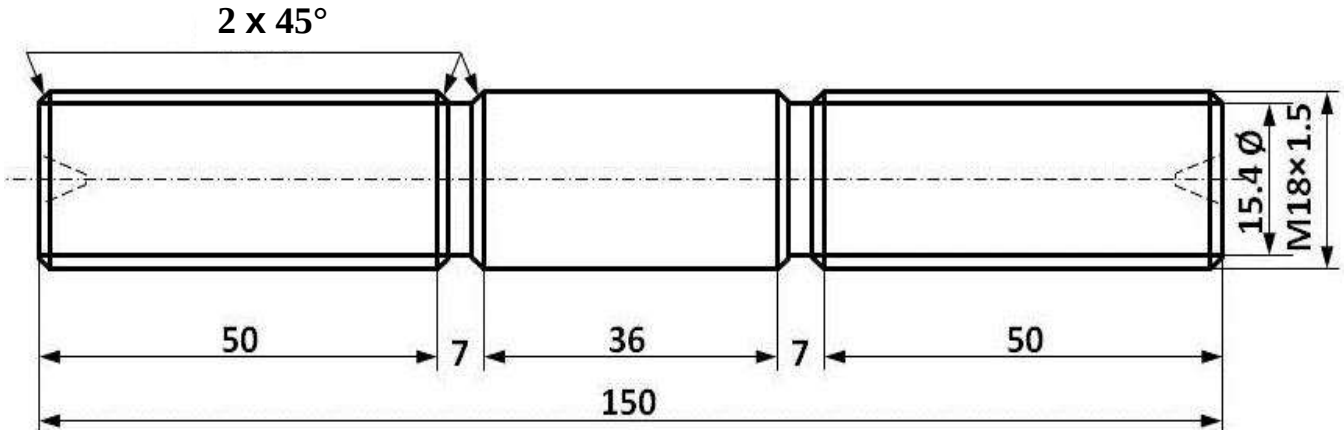
مكان العمل : ورشة الخراطة .

الزمن اللازم : 7 حصص .

الأهداف التعليمية : التدريب على عمل اللولب الخارجي باستعمال ماكنة الخراطة ، وضبط القياس باستعمال (البافتة) يدويا.

التسهيلات التعليمية : ماكنة الخراطة مع الملحقات التشغيلية ،أقلام خراطة طولية وعرضية مع قلم خراطة فتح الأسنان ، قدمة قياس ، ضبعة قياس الأسنان ، شفت حديد (st37) مدور قطر (20) ملم ، لقمة (دايس) قياس (18× 1.5) ملم ، مبرد مسطح ناعم ، مبرد مثلث ناعم ، بريمة مركز مع الماسك الملائم.

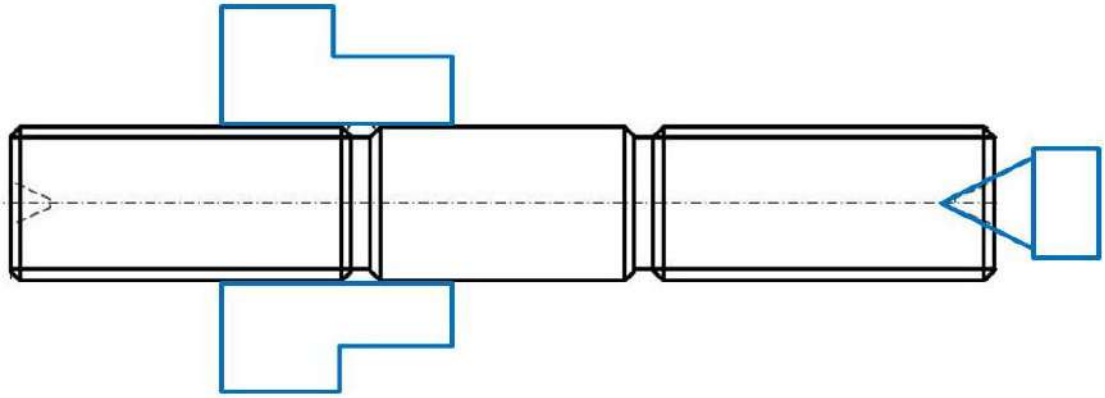
رسم التمرين:



شكل (1-4) يوضح رسم التمرين

خطوات العمل:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة للجسم .
2. ثبت قطعة العمل في العينة بإحكام بحيث يكون ثلث الطول خارج العينة.
3. عدل الوجه الجانبي وأثقب ببريمة المركزبعمق مناسب.
4. أربط قطعة العمل بين العينة والمركز الدوار ، بحيث يكون الطول داخل العينة (20) ملم تقريباً.
5. قم بالخراطة الطولية بطول (125)ملم مع ضبط القطر (18) ملم.
6. حدد البعد (50) ملم ، ثم البعد (7)ملم وأعمل مجرى حتى يكون القطر(15.4)ملم مع كسر الزوايا بمقدار ($2x\ 45°$) ، ثم حدد البعد (36) ملم والبعد (7) وأعمل المجرى الثاني مع كسر الزوايا كما في المجرى الأول.
7. ثبت قلم قطع الأسنان(زاوية الرأس 60°) وأضبط تعامد محور القلم مع محور دوران الشغلة.
8. ثبت الماكنة على سرعة واطئة ومن الجدول في الماكنة ثبت حركة العربة على قطع لولب متري خطوة (1.5) ملم.
9. ابدأ بالعمل وتأكد من صحة خطوة اللولب بواسطة ضبعة اللوالب ، أستمر بالعمل حتى تصل العمق المطلوب للولب.
10. أستعمل بافتة الدايس قياس (18 × 1.5)cm وحركها يدوياً للتأكد من ضبط العمق وانجاز العمل بالشكل الصحيح (أعطاء اللولب الشكل النهائي) .
11. أفتح قطعة العمل وأربطها بالعينة (من المنتصف).
12. أربط قلم الخراطة الوجهية ، عدل الوجه وأضبط الطول الكلي.
13. أستعمل بريمة المركز كما في المرحلة السابقة وأثقب لعمق مناسب.
14. أفتح قطعة العمل وأربطها كما موضح في الشكل (5-1).



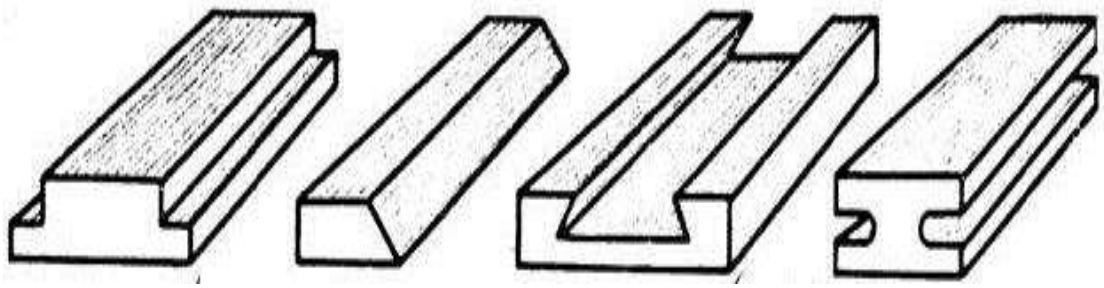
شكل (1-5) يوضح ربط قطعة العمل لتسنين الطرف الثاني من اللولب

15. أربط قلم الخراطة الطولية وأخرط الطول 50 ملم والقطر 18 ملم مع كسر الزاوية ($2x\ 45°$).
16. أربط قلم قطع الأسنان مع المحافظة على دقة تعامد محور القلم مع محور دوران الشغلة.
17. ابدأ بعمل السن كما في الخطوات السابقة التي اتبعتها عند تسنين الطرف الأول.
18. أستعمل بافتة الدايس (1.5 × 18)cm يدويا للتأكد من اكتمال التسنين.
19. أفتح قطعة العمل وثبت رقمك الخاص عليها .
20. نظف العدد والأدوات وأخزنها في أماكنها ، ثم نظف الماكنة ومكان العمل .

الموضوع الثاني

مكائن وعمليات القشط (Shapers) :

القشط : هوعملية قطع تتم بأداة قطع ذات حد قاطع رئيس واحد وحركة ترددية باستعمال مكائن تسمى مكائن القشط ، تستعمل المقاشط بصورة عامة لتنظيف المشغولات وتعديلها بعد الانتهاء من عمليات السباكة (الصب Casting) أي أنها تعطينا قياسات استقرابية والشكل (6 -1) يوضح بعض المشغولات المنجزة بالقشط ، تتعرض مكائن القشط بصورة عامة الى اهتزازات مستمرة إضافة الى تعرض عدة القشط الى قوى قطع كبيرة لذلك تكون أقلام القشط كبيرة الحجم مقارنة مع أقلام الخراطة .



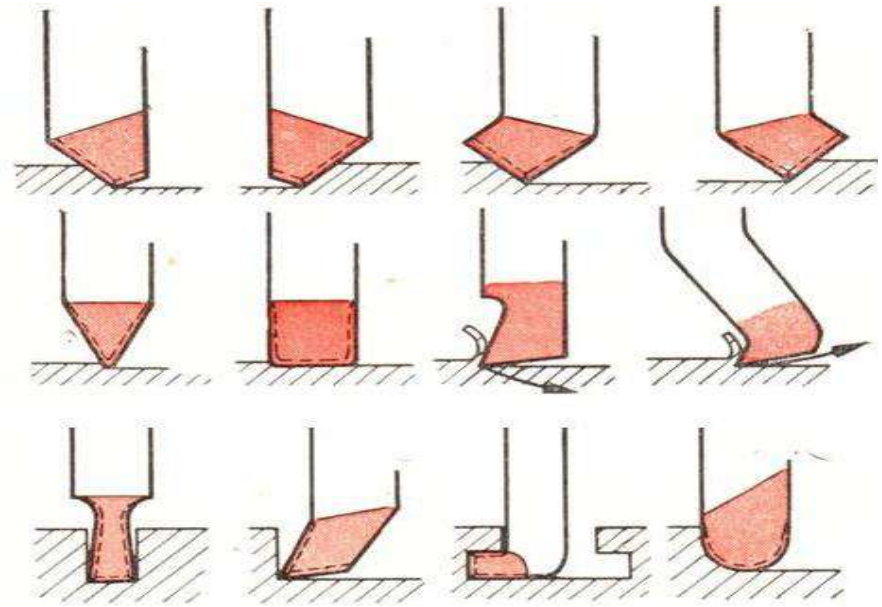
الشكل (1–6) يوضح قطع هندسية منتجة بالقشط

والمقاشط على أنواع منها :

1. المقاشط النطاحة: وهي الأكثروجودا في ورش الصيانة والمعامل لسهولة العمل عليها وصغر حجمها.
2. المقاشط ذات العربة: وتستعمل لقشط المشغولات الطويلة والكبيرة الحجم والإنتاج الواسع.
3. المقاشط النقارة: وتستعمل لإنتاج التسنين الداخلي وحفر الأخاديد في البكرات والمسننات لتثبيتها على المحاور. والشكل رقم (1–7) يوضح بعض أنواع المقاشط.

شكل (1–7) يوضح أنواع من المقاشط

أقلام القشط تصنع من الصلب للسرعات العالية (H. S. S.) تكون متعددة الأشكال منها العدلة (مستقيمة)أو مائلة (يسارية أو يمينية) ، والشكل (1 - 8) يوضح بعض أنواع أقلام القشط .



الشكل (1–8) يوضح بعض أنواع أقلام القشط

الأمور الواجب معرفتها وإتباعها عند العمل على المقاشط :

1. اختيار قلم القشط المناسب لكل شغلة بحيث يكون مشحوذاً"(غير مثلم) وله زوايا قطع مناسبة .
2. تثبيت المشغولات بإحكامإما باستعمال الملزمة المناسبة أو التثبيت على طاولة الماكنة مباشرة .
3. تثبيت أقلام القشط بإحكام.
4. اختيار سرعة الماكنة المناسبة لكل معدن (حسب الصلابة) وهنالك جداول خاصة بالماكنة .

أنواع القشط:

1. القشط الأفقي (العدل) .
2. القشط المائل بزاوية (ميلان زاوية رأس المقشطة) .

عملية القشط هي عملية استقرابية أي أن الإبعاد(القياسات) تكون دقتها متوسطة ، كذلك نعومة الأسطح فأنها لا تكون نهائية بل أنها بحاجة الى عمليات قطع أخرى كالتفريز والتجليخ للحصول على الأسطح الصقيلة.

تمرين (3)

اسم التمرين: أنتاج متوازي مستطيلات يحتوي أخدود وسطح مائل بماكنة القشط

مكان العمل : ورشة الميكانيك .

الزمن اللازم : 14 حصة .

الأهداف التعليمية :تدريب ومعرفة الطالب بمكائن المقشطة النطاحة والعمل عليها:

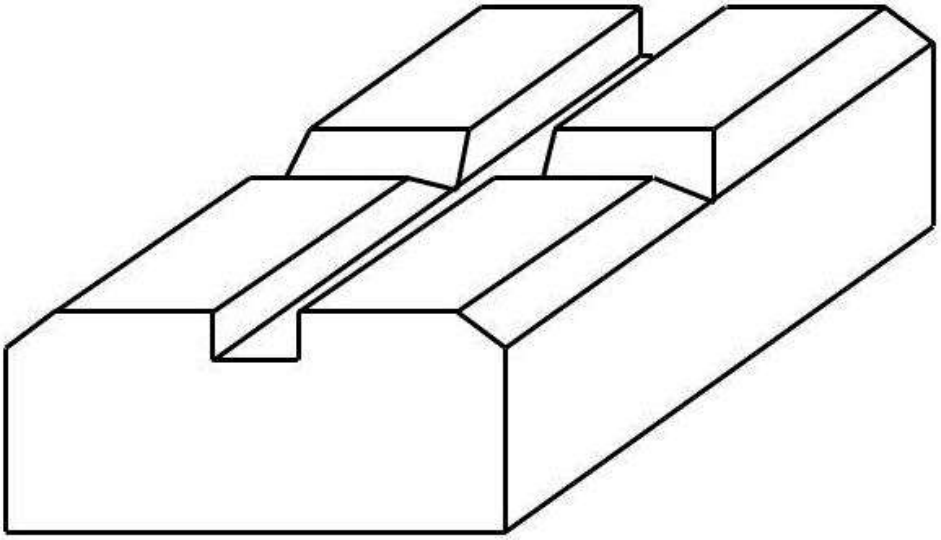
1. التدريب على القشط الأفقي (العدل).
2. التدريب على القشط المائل بزاوية محددة.
3. التدريب على حفر الاخدود.
4. اختيار السرعة المناسبة لماكنة القشط.

التسهيلات التعليمية : ماكنة قشط ميكانيكية نطاحة مع ملحقاتها التشغيلية ، قطعة ألمنيوم بشكل متوازي مستطيلات أبعادها (80× 60×40) ملم ، قلم قشط عدل (مستقيم) قلم مائل يمين ، قلم مائل يسار، قلم حفر اخدود (مجرى) ، مبرد مسطح خشن (300) ملم ، قبان بناء طول (200) ملم ، مطرقة بلاستك ، زاوية قائمة ، قدمة قياس.

ملاحظة

بالإمكان أجراء التمرين على قطعة ألمنيوم ذات قياسات حسب المتوفر في الورشة.

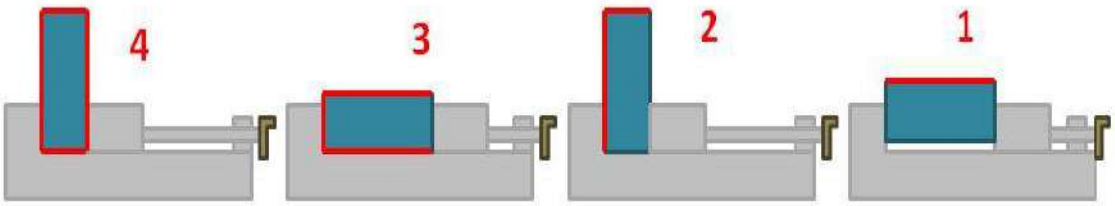
رسم التمرين :



شكل (1-9) يوضح قطعة العمل (التمرين)

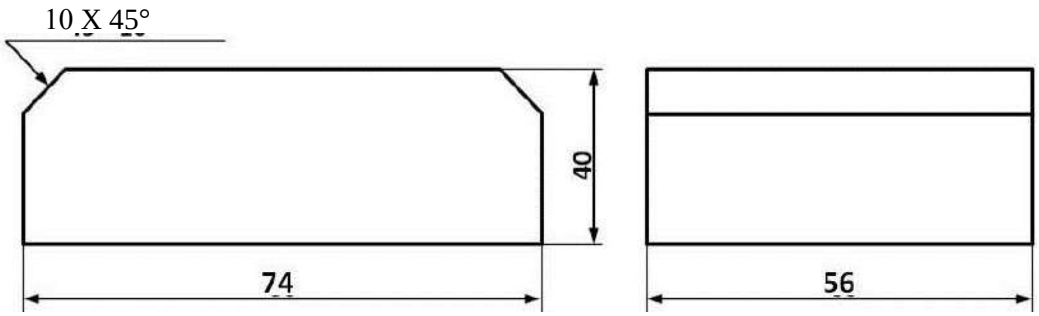
خطوات العمل

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة للجسم
2. ثبت قطعة العمل بالملزمة (المنكنة) الخاصة بماكنة القشط وبأحكام مستعيناً بقبان البناء ، على أن يكون السطح الأوسع الى الأعلى .
3. ثبت قلم القشط المناسب في مكانه بأحكام على أن يكون الحد القاطع مشحوذاً.
4. اختار سرعة مناسبة للماكنة وأبدأ بالقشط ويفضل اختيار عمق قطع (1) ملم للقطعية الواحدة .
5. عند الانتهاء من قشط السطح الأول أفتح القطعة وأطبق السطح المنتج العدل على الفك الثابت للملزمة وثبت بإحكام لتعديل الوجه الثاني للحصول على التعامد (زاوية 90°) واستمر بالقشط لتعديل الأوجه الباقية مع ضبط الأبعاد المطلوبة (القياسات) ، أنظر الشكل (10- 1) .



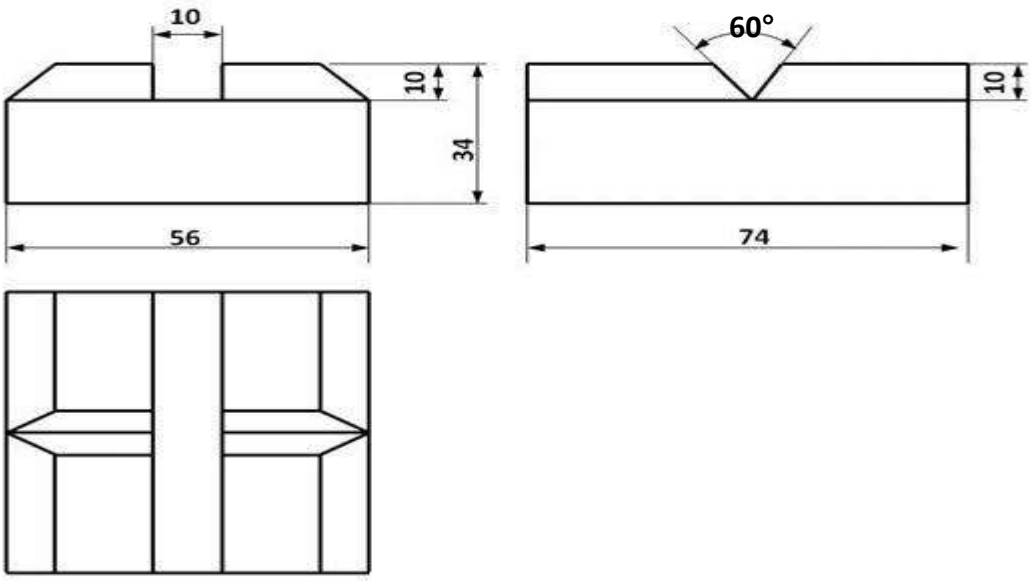
شكل (1-10) يوضح مراحل قشط الأسطح الأربعةالأولى من قطعة العمل

6. أربط قطعة العمل بحيث يكون السطح السادس الى الأسفل وأضبط التعامد مستعملا الزاوية القائمة والمطرقة ، وباشربقشط السطح الخامس .
7. أفتح قطعة العمل وأقلبها ليكون السطح الخامس الى الأسفل والسطح الأخير الى الأعلى وحافظ على التعامد مستعيناً بالزاوية القائمة والمطرقة البلاستك ، ثم باشر بالقشط وأضبط القياس .
8. قم بأمالة رأس التمساح بزاوية (45°) وأقشط السطح المائل كما موضح في الشكل (1-11) .



شكل (1–11) يوضح القياسات المطلوبة في عمل الأسطح المائلة

9. أربط قلم قشط عرضه (السمك) 10 ملم (بحيث يكون مشحوذا بزوايا القطع المناسب كي لا ينحشر القلم في قطعة العمل ، أي أن قلم القشط يقطع من ثلاث جهات على ان يكون القطع على مراحل متعددة(عدة قطعيات) الى أن تصل الى العمق المطلوب) .
10. حدد منتصف قطعة العمل ، أضبط منتصف القلم فوق منتصف قطعة العمل ، لامس القلم في اثناء حركة الماكنة وأضبط العمق ، باشر بعمل الأخدود بعرض (10) ملم أي بعرض الحد القاطع للقلم ، وعمق (10) ملم .
11. أربط قلم قشط بحد قاطع مثلث ، زاوية (60°) .
12. أعمل أخدودا مثلثا في منتصف قطعة العمل متعامد مع الأخدود الأول (المستطيل) متبعا الخطوات السابقة في عمل الاخدود المربع ، كما موضح في الشكل (1- 12) .



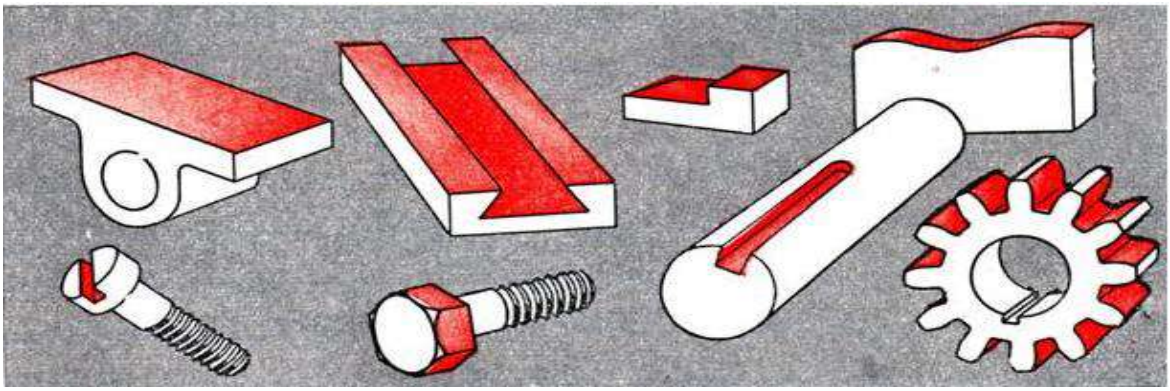
شكل (1-12) يوضح قطعة العمل (الأخدود المربع والمثلث في منتصف القطعة)

13. أفتح قطعة العمل واستعمل المبرد لأزاله النتوءات في الحافات ، ثم تثبت رقمك عليها.
14. نظف مكان العمل والماكنة وارجع الأدوات الى مكانها.

الموضوع الثالث

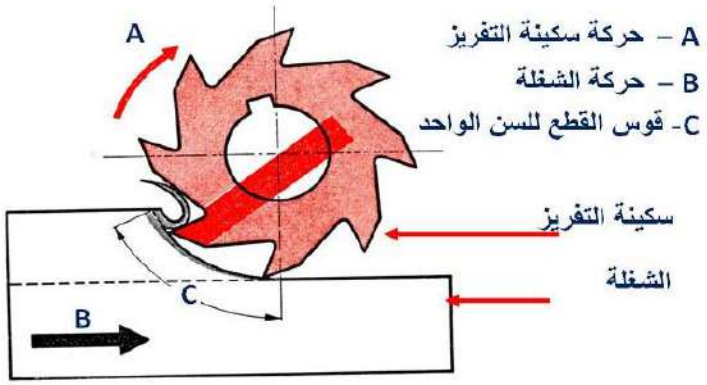
مكائن التفريز (Milling Machine):

التفريز : هو أحد الطرق المستخدمة في تشغيل المعادن والمسبوكات وبعض اللدائن بتسوية السطوح وعمل الاخاديد ، وإنتاج الأشكال الهندسية المختلفة ، أنظر الشكل (1-13) ، وذلك بإزالة الرايش بأداة قطع دائرية (تسمى سكينة التفريز) ، ويفضل على القشط لنعومة الأسطح المنتجة ووفرة الإنتاج .



شكل (1- 13) يوضح قطع هندسية منتجة بالتفريز

تتم عملية القطع بدوران سكينة التفريز وهي ذات حدود قاطعة موزعة بانتظام على محيطها وكل حد قاطع بمثابة قلم قشط ، وحركة الشغلة باتجاه السكين من خلال حركة الطاولة ، الشكل (1- 14).



شكل (1–14) يوضح عملية التفريز

سكاكين التفريز

أولا - أنواعها:

توجد أنواع كثيرة من سكاكين التفريز وبصورة عامة يمكن تصنيفها الى نوعين ،أنظر الشكل (1-15)، وهما :

شكل (1-15) يوضح سكاكين التفريز الاسطوانية والجبهية ذات الساق

أ- سكاكين التفريز الاسطوانية : وهي ذات أسنان مستقيمة أو حلزونية موزعة بانتظام على محيطها ، في بعضها نجد نهايات الأسنان ذي حدود قاطعة على الجبهة ، لتقطع أفقي وعمودي ، تسمى أسطوانية جبهية.

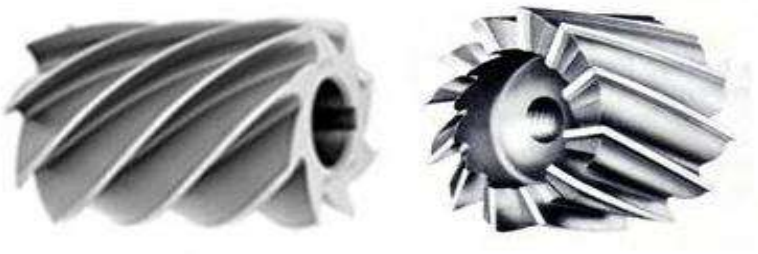
ب- سكاكين التفريز الجبهية (ذات الساق): التي تربط على مكائن التفريز العمودية.

ثانيا - أشكال سكاكين التفريز:

1- السكاكين الاسطوانية : تصنع سكاكين التفريز بأشكال مختلفة ، وأقطار مختلفة أيضا وذلك بسبب تنوع الأعمال الميكانيكية المطلوب إنتاجها بمكائن التفريز ، ولكل سكين عمل معين ومنها :

أ-سكاكين تفريز لتسوية السطوح العريضة : كما في الشكل (16-1- أ) .

ب-سكاكين تفريز اسطوانية طرفية: تستعمل لتفريز المشغولات أفقيا وعموديا في آن واحد وبذلك يتم الحصول على تعامد تام ، الشكل (16-1- ب) .



ب أ

شكل (1-16) يوضح سكاكين تفريز السطوح العريضة

مكائن التفريز

مكائن التفريز متنوعة فهي أما تكون أفقية أو عمودية أوخاصة لإنتاج نوع معين من المشغولات ، أنظر الشكل (1- 17)، والعمل بمكائن التفريز يتطلب المهارة والدقة على العكس من ماكنة القشط ، كذلك سكين التفريز أغلى ثمناً من قلم القشط ، وإعاده شحذها ليس سهلاً كما في شحذ أقلام الخراطة والقشط ، ويفضل استخدام سوائل التبريد عند تفريز المعادن الصلبة.

شكل (1-17) يوضح ماكنة التفريز الأفقية والعمودية

عند العمل على مكائن التفريز يجب مراعاة الامور التالية :

1. سرعة دوران سكاكين التفريزأي عدد الدورات لكل دقيقة (د/د) يتم حسابها من جداول تزود بها الماكنة بعد أن يتم معرفة نوع المعدن المقطوع أويمكن حسابها باستخدام القانون الأتي:

$$د = \frac{1000 \times س}{ط \times ق} \quad \text{.....} \quad \text{قانون 1}$$

حيث أن (س) تمثل سرعة القطع (متر/ دقيقة) و (ق) تمثل قطر السكين (ملم) و (د) تمثل عـــدد الدورات (د/ د). ولكل معدن سرعة قطع معينة بحسب نوع القطع تخشين أو تنعيم ، ونوع السكين أنظر الجدول الأتي :

جدول (3–1) يوضح سرعة القطع لبعض المعادن

عرض سكينة التفريز (ملم)	100	100	20	20	طرفية 20		منشارية 2,5
عمق القطع (5) ، (5.0) ملم	تخشين	تنعيم	تخشين	تنعيم	تخشين	تنعيم	
صلب قليل الكربون طري	17	22	18	22	17	22	45 م / د
صلب متوسط الكربون	14	18	14	18	15	19	35 م / د
صلب عال الكربون	10	14	12	14	13	17	25 م / د
حديد صب	12	18	14	18	15	19	35 م / د
نحاس أصفر	35	35	36	55	35	55	350 م / د
ألمنيوم	200	250	200	250	160	180	320 م / د

2. التغذية ، يتم تحديدها من جداول الماكنة .
3. عمق القطع ، يتم تحديده من عتلة رفع الطاولة للماكنة بحسب عدد القطع.
4. استعمال سوائل التبريد منذ بداية القطع .

تمرين (4)

اسم التمرين : تعديل أسطح قطعة عمل بشكل متوازي المستطيلات مع حفر أخاديد (مجاري) باستعمال ماكنة التفريز

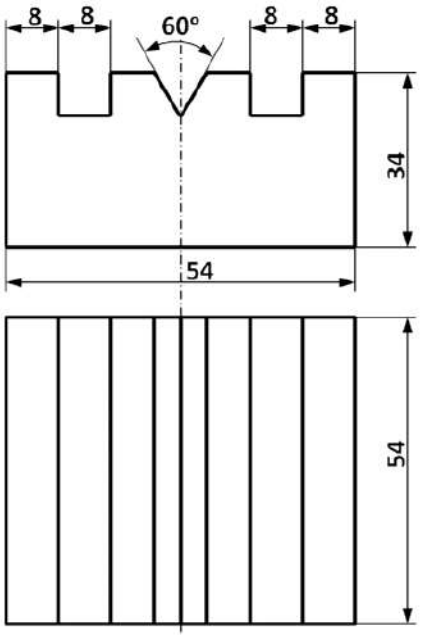
مكان العمل : ورشة الميكانيك .

الزمن اللازم : 14 حصة .

الأهداف التعليمية :

1. التدريب على استعمال مكائن التفريز
2. التدريب على اختيار وربط سكين التفريز الملائمة للعمل ونوع القطع .
3. اختيار سرعة الماكنة المناسبة بحسب قطر سكين التفريز ومعدن الشغلة وقراءة الجداول .

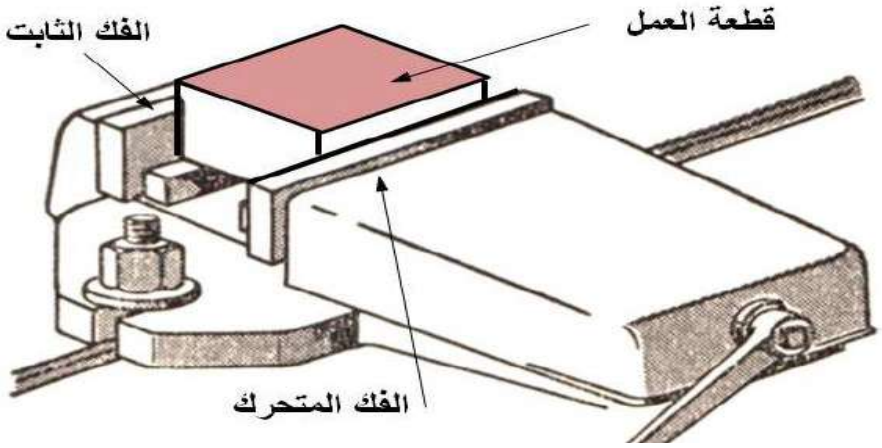
التسهيلات التعليمية : ماكنة تفريز مع الملحقات التشغيلية (أفقية أو عمودية) ، مجموعة سكاكين تفريز (سكين تفريز محيطي بعرض أكبر من عرض الشغلة ،سكين تفريز محيطي جانبي عرض (8) ملم ، سكين تفريز (زاوية 60°)، قطعة ألمنيوم صب على شكل متوازي مستطيلات أبعادها (60 × 60 ×40) ملم، مطرقة بلاستك ، قبان بناء قياس (30) ملم .



شكل (1-18) يوضح الرسم الهندسي لقطعة العمل

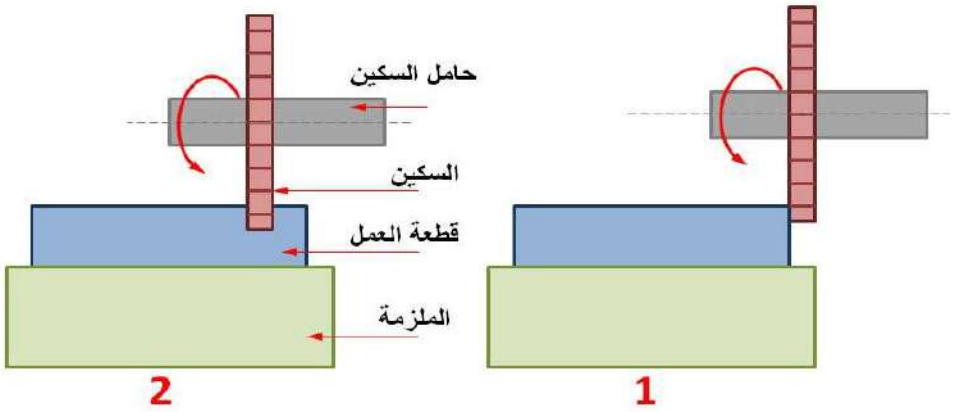
خطوات العمل :

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة.
2. هيأ الماكنة وأربط سكين تفريز محيطي ، يفضل أن يكون سمكه أكثر من (60) ملم.
3. اختر سرعة سكين التفريز من الجداول الملحقة بالماكنة أو بتطبيق القانون الأتي : د = $\frac{1000 \times س}{ط \times ق}$.
4. ثبت قطعة العمل بالملزمة بإحكام مع المحافظة على دقة الاستواء مستعملا المطرقة وقبان البناء.
5. اقطع الوجه الأول للقطعة ، ويفضل الوجه الأكبر مساحة للحصول على سطح ناعم وعدل ، أنظر الشكل (19-1) .



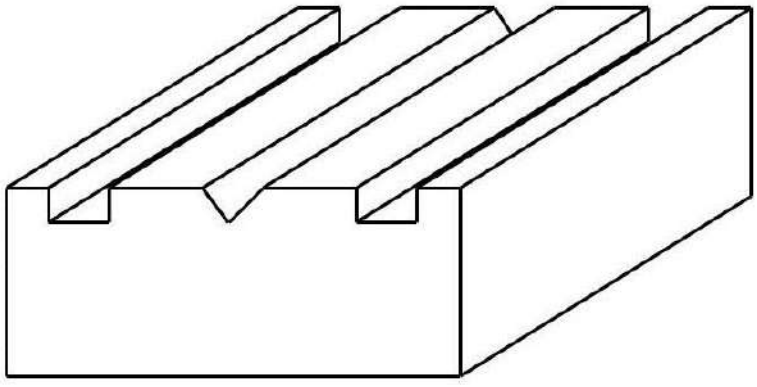
شكل (19-1) يوضح طريقة ربط قطعة العمل

6. افتح الشغلة من الملزمة وثبت السطح المشغل (النظيف) على الفك الثابت للملزمة ثم ثبت بإحكام لتفريز الوجه الثاني للحصول على سطحين متعامدين (الزاوية 90°).
7. استمر بنفس الخطوات لتعديل الأوجه الأخرى ، وكما تعلمت في قشط قطعة متوازي المستطيلات.
8. اضبط القياسات الخارجية (الطول والعرض والارتفاع) كما موضح في الرسم الهندسي للتمرين.
9. حدد أحد الوجهين المربعة في قطعة العمل ليكون الى الأعلى وأربط بالملزمة مستعملا قبان البناء.
10. افتح سكين التفريز واستبدلها بآخر محيطي جانبي سمكه (8) ملم ، ثم اختار السرعة المناسبة للماكنة.
11. لامس السكين من أحد الجانبين، ثم صفر الطاولة، ثم حركها فوق قطعة العمل بمقدار (عرض + المسافة بين الأخدود والسطح الجانبي = 8+8 = 16 ملم)، كما في الشكل (2 – 1) ، (1-20).



شكل (1-20) 1- يوضح ملامسة السكين من الجانب ، 2-عمق القطع في المكان المخصص

12. أرفع طاولة الماكنة ولامس السكين وصفر الطاولة ، ثم أرفعها ليكون عمق القطع (6) ملم وهو عمق الأخدود(من الممكن أن يكون القطع لمرحلتين أو أكثر بحسب صلادة المعدن) ، وأعمل الأخدود الأول .
13. بنفس الخطوات أعمل الأخدود الثاني من الطرف الآخر لقطعة العمل.
14. أفتح السكين وأستبدلها بسكين زاوية (60°).
15. حدد وسط قطعة العمل ، ثم لامس السكين ، صفر الطاولة ، وارفعها مقدار (8) ملم وأعمل الأخدود.
16. افتح قطعة العمل ، أستعمل المبرد الناعم لتنظيف وأزاله النتوءات الموجودة في الأركان والحافات.
17. نظف الماكنة ،والأدوات وأرجعها الى أماكنها.
18. نظف مكان العمل.



شكل (1-21) يوضح قطعة العمل بشكلها النهائي

الفصل الثاني
توصيل الانابيب

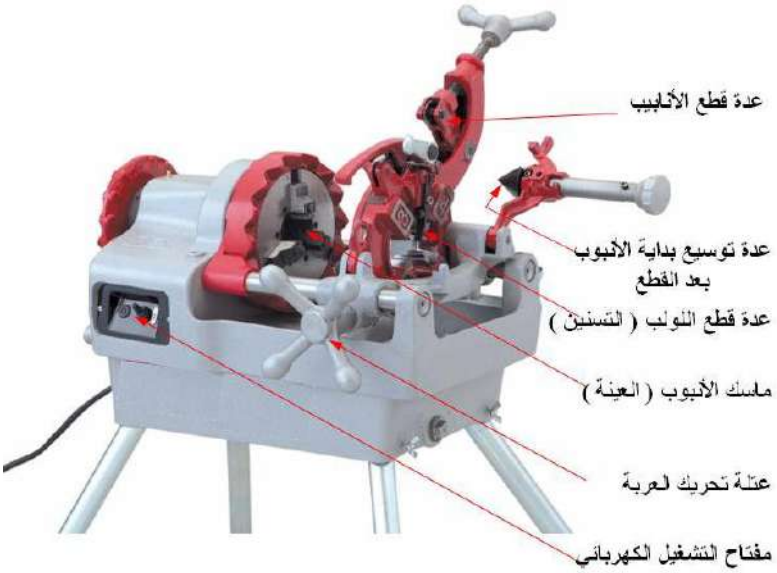
الموضوع الاول

شبكات الأنابيب وتوصيلاتها:

تستعمل الأنابيب (Pipe) وتوصيلاتها (Fitting) لنقل وحمل السوائل والغازات في المنظومات المختلفة، وتكون في الغالب قياسية وبموجب أنظمة خاصة (Standard)،والتوصيلات تكون تبعا لذلك ، فعند تصميم أو تنفيذ شبكة تحتوي على الأنابيب فان اختيار الأنابيب يكون بحسب القياسات النظامية المتوفرة.

في الصف الأول تم التدريب على عمل الأسنان الخارجية والداخلية بالطريقة اليدوية(الدايس والقلاووظ) أما في هذا الفصل فسيتم التدريب على عمل الأسنان بطريقتين :

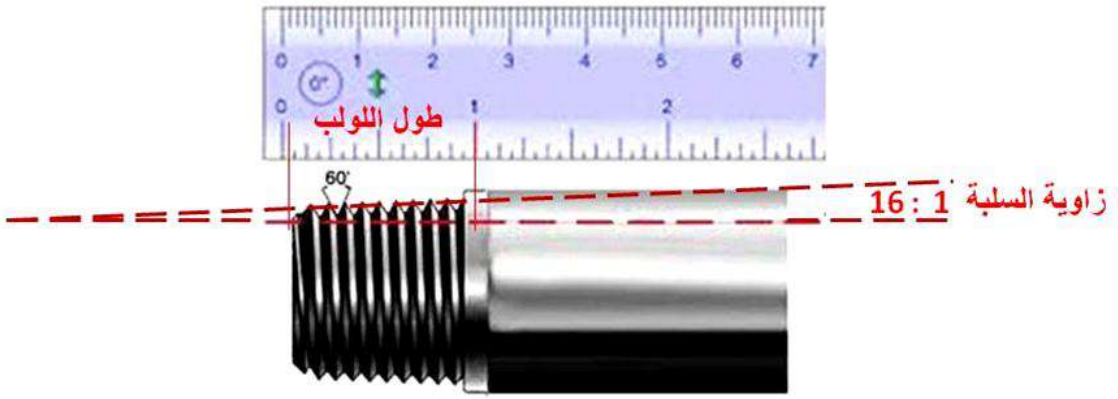
1. استعمال المخارط المزودة بجداول اللوالب
2. استخدام الماكنة الخاصة لعمل اللولبة (التسنين) الموضحة بالشكل (2-1) ، وتقوم تلك الماكنة بقص الأنبوب وتوسيع وإزالة النتوءات من مقدمة الأنبوب وعمل اللولب.



شكل (2–1) يوضح ماكنة لولبة الأنابيب (تسنين الأنابيب).

النقاط الواجب مراعاتها عند ربط وتوصيل الأنابيب :

1. تحديد نظام اللولب (السن) هل هو انكليزي (British Standard) أم متري (Metric) .
2. معرفة طول المنطقة الملولبة(المسننة) .
3. مقدمة الأنبوب أما أن تكون عدلة(مستقيمة) أو مسلوبة بنسبة (1الى 16) من الانج ، وهذا النوع يستعمل في شبكات نقل المياه والغازات تحت ضغوط واطئة ، أما في شبكات نقل البخار والغازات ذات الضغط العالي فتكون المسافة الملولبة طويلة وعدلة وسمك الأنابيب وملحقاتها أكبر ، أنظر الشكل (2- 2).



شكل (2–2) يوضح طول اللولب ومقدار السلبة

4. ضبط ارتفاع السن (عمق السن) أي أن اللولب يكون كامل ومطابق مع لولبة التوصيلات (Fitting).
5. استعمال اللاصق أو الصمغ أو الأشرطة (Tape) الخاصة من اجل أحكام غلق منطقة التعشيق بين الأسنان لمنع تسرب السوائل والغازات والأبخرة المنقولة في الأنابيب.
6. استعمال سوائل التبريد أو الزيوت عند عمل اللوالب وذلك للحصول على شكل منتظم للأسنان بحيث تكون الأسنان خالية من التثلم والشقوق ، وسطحها ناعم ، كذلك المحافظة على عدة قطع اللولب.
7. استعمال ملزمة الأنابيب لربط الأنابيب وتوصيلاتها.

التوصيلات (Fitting):

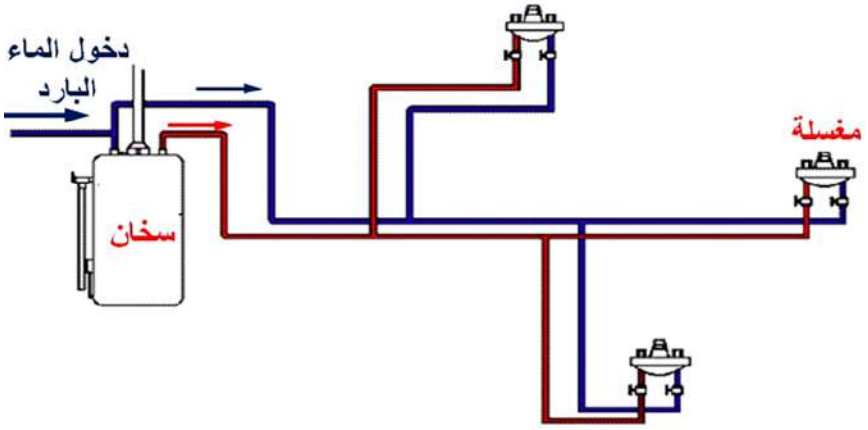
هي قطع مساعدة تستعمل في المنظومات المختلفة ، تكون في الغالب جاهزة فلا يتم صنعها ألا عند الضرورة وفي حالات خاصة، وتصنع تلك التوصيلات وفق جداول قياسية لغرض أحكام الربط وعدم حصول تسرب أو نضوح للغاز أو السائل داخل شبكة الأنابيب والشكل (2 - 3) يوضح أنواع التوصيلات .

شكل (2-3) يوضح بعض أنواع توصيلات الأنابيب

تنفيذ شبكات الأنابيب:

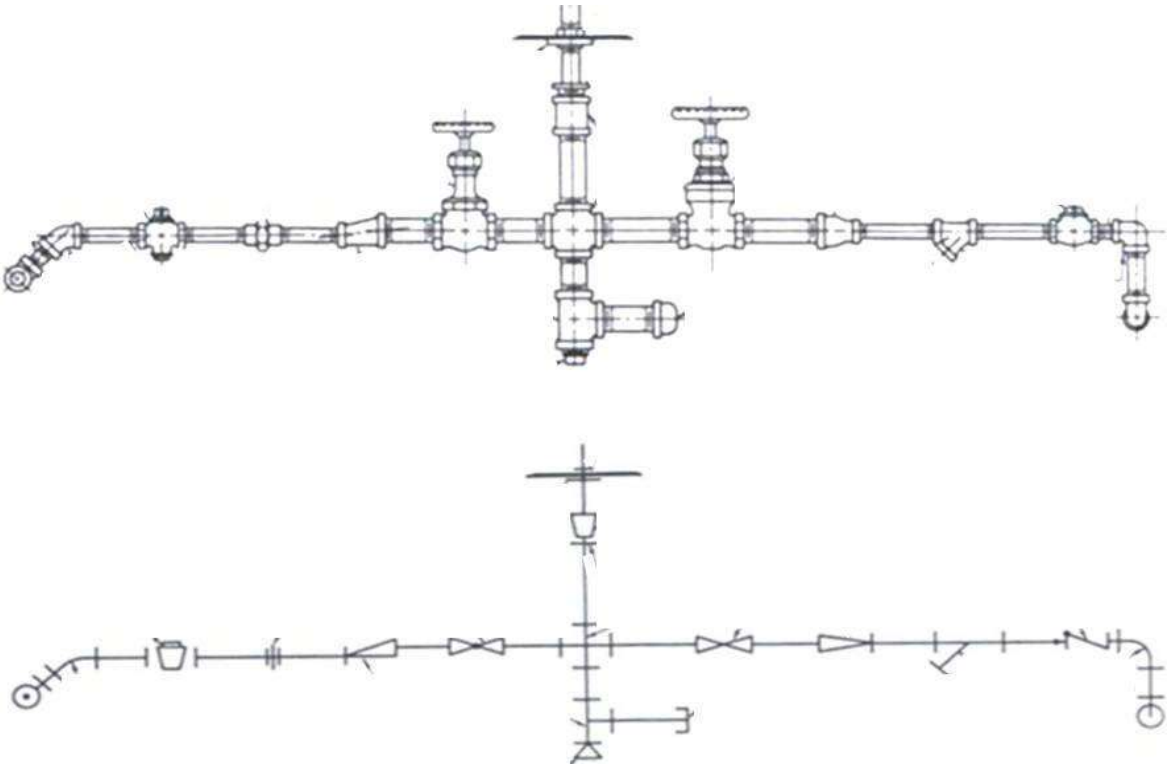
شبكات الأنابيب ترسم على شكل رموز وهذه الرموز تمثل مجموعة الأنابيب ، ففي الحياة العملية يجب معرفة كيفية التنفيذ وضبط القياسات ، والشكل رقم (2-4) يوضح إحدى المخططات .

أن رسم مخطط يساعد في عملية التنفيذ ويعتمد على خبرة المنفذ في اختيار الأنابيب وأطوالها وأقطارها وملحقاتها ، كما في الشكل (2- 5).



شكل (2-4) يوضح مخطط مختصر لشبكة أنابيب

والشكل (2 -5) يوضح طريقة رسم شبكات الأنابيب بشكل مسقط هندسي أو بهيئة رموز ، وغالباً ما توضع جداول قياسية توضح الرمز لكل وصلة من وصلات الربط .



شكل (2-5) يوضح رموز مخطط أنابيب

تمرين رقم (5)

اسم التمرين : ربط شبكة مياه

مكان العمل : ورشة الميكانيك .

الزمن اللازم : 14 حصة .

الأهداف التعليمية :

1. التدريب على عمل اللولبة الخارجية للأنابيب.
2. التدريب على استعمال المخارط والمكائن الخاصة لعمل اللولبة.
3. التدريب على تنفيذ خرائط (مخططات) المنظومات المختلفة.

التسهيلات التعليمية: ماكنة لولبة الأنابيب الآلية ، أنبوب قياس ($\frac{1}{2}$) انج طول (2) متر (أو بحسب المتوفر)، قطع التوصيلات قياس ($\frac{1}{2}$) انج (عكس + تقسيم T واحد لكل نوع) ، صمام (قفل) عدد (1) ، لاصق، مفتاح أنابيب (pipe spanner) ، ملزمة الأنابيب ، سيت لولبة الأنابيب يدوي ، قاطعة أنابيب ، مزيتة ($\frac{1}{2}$) لتر.

رسم التمرين :

شكل (2- 6) يوضح رسم التمرين

خطوات العمل :

أولا - تنفيذ التمرين باستخدام عدة اللولبة اليدوي:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة للجسم.
2. تثبيت الأنبوب في ملزمة الأنابيب.
3. اختيار بافتة الدايس المناسبة وتثبيتها في ذراع التدوير والبدء بالتسنين مع ضبط الطول المناسب، مع استعمال الزيت باستمرار للحفاظ على عدة قطع اللولب والحصول على جودة المنتج.
4. بعد الانتهاء يتم قطع الأنبوب بطول (30) سم ويتم لولبة الطرف الثاني كما مر في الخطوة السابقة.
5. أكمل لولبة الأنابيب الأخرى ليكون العدد الكلي أربع أنابيب.
6. استعمل اللاصق أو الصمغ أو الأشرطة لضبط التوصيل (منع التسرب) وكما موضح في الشكل (6-2).
7. استعمل ملزمة الأنابيب الخاصة لربط التوصيلات.
8. نظف مكان العمل وارجع الأدوات الى مكانها.

ثانياً - تنفيذ لولبة الأنابيب باستعمال ماكنة اللولبة الخاصة بالأنابيب:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة
2. اقطع الأنبوب الى قطع بطول (30) سم عدد (4) لكل توصيلة باستعمال قاطعة الأنابيب الملحقة بالماكنة.
3. عدل مقدمة الأنبوب بعدة التوسيع والتعديل الملحقة بالماكنة .
4. أبدء باللولبة مع استعمال الزيت للحصول على لولب نظيف (غير متثلم) .
5. كرر العمل بلولبة الأجزاء الأخرى.
6. استعمل اللصق والأشرطة لضبط تعشيقة الأسنان.
7. باشر بربط الأجزاء مستعملا ملزمة الأنابيب ، وكما مر في المرحلة أولا.
8. نظف الماكنة والعدد والأدوات وأرجعها الى أماكنها.
9. نظف مكان العمل.

ملاحظة :

لزيادة المهارة العملية : ينفذ تمرين ميداني لصيانة شبكة أنابيب الماء في المدرسة.

الموضوع الثاني

لحام الانابيب (Pipe Welding):

يستعمل لحام الأنابيب في شبكات أنابيب النفط والشبكات الخاصة بنقل البخار في محطات توليد الطاقة الكهربائية ، وفي أعمال الصيانة والأصلاح لتلك الشبكات .

من انواع اللحام الشائعة الاستعمال في لحام الأنابيب هي :

1. اللحام بالقوس الكهربائي.
2. اللحام بالأوكسي أستيلين.
3. اللحام بمكائن (Tig , Mig) والغازات الخاملة (الاركون وثاني أوكسيد الكاربون) .

وتوجد مكائن متخصصة في لحام الأنابيب تمتاز بالإنتاجية العالية والدقة في العمل ، كذلك تستعمل عدد تساعد في ضبط استقامة وتقابل أنبوب مع أخر ، أنظر الشكل (7-2).

شكل (7-2) يوضح أنواع مختلفة من عدد ضبط تقابل واستقامة الأنابيب

النقاط الواجب مراعاتها عند أجراء لحام الأنابيب:

1. معرفة معدن الأنبوب.
2. معرفة سمك الأنبوب (الفرق بين القطر الداخلي والخارجي).
3. تحديد نوع اللحام المناسب.
4. فحص منطقة اللحام وأجراء الاختبار عليها للتأكد من سلامة اللحام (لعدم حصول تسرب).
5. معرفة الطلاء المناسب فوق منطقة اللحام.

تمرين رقم (6)

اسم التمرين : لحام أنبوبين متقابلين باستعمال لحام القوس الكهربائي

مكان العمل : ورشة اللحام.

الزمن اللازم : 14 حصص .

الأهداف التعليمية : التدريب على لحام الأنابيب باستعمال لحام القوس الكهربائي .

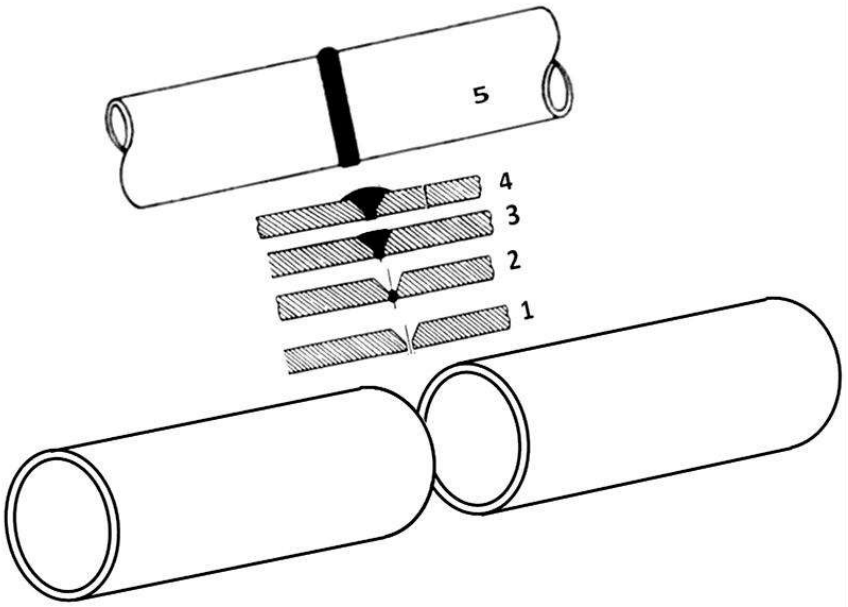
التسهيلات التعليمية : ماكنة لحام القوس الكهربائي مع ملحقاتها التشغيلية ، أنبوبين من الحديد (حسب المتوفر ويفضل أن يكون القطر أكثر من (40) ملم سمك (3) ملم أو أكثر وطول مناسب)، أسلاك لحام قياس (3.25) ملم ،نظارات واقية لحام وأخرى بعدسة بيضاء ، ماسك ، فرشة سلكية ، مبرد مسطح خشن طول (300) ملم.

رسم التمرين :

شكل (2-8) يوضح لحام أنبوبين متقابلين

خطوات العمل :

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة .
2. هيأ ذراع اللحام وسلك اللحام مع اختيار التيار المناسب حسب سمك الأنبوب (المتوفر لديك).
3. اشطف حافات الأنبوب بزاوية ولتكن (45°) للحصول على منطقة لحام قوية باستعمال الكوسرة اليدوية أو المخرطة أو المبرد المسطح الخشن كما في الشكل (2-8) .
4. ثبت الأنبوبين بنقاط تثبيت مع المحافظة على الاستقامة (المحورية) للأنبوبين.
5. باشر باللحام على شكل أقواس دائرية وبعدة مراحل مع تدوير الأنبوبين ، أنظر الشكل (2–9).



1- شطف الحافة بزاوية وتقابل الأنبوبين . 2- تثبيت الأنبوبين بنقاط لحيم بحسب القطر.

3- ملئ الفراغ بين الأنبوبين الحاصل نتيجة الشطف. 4- الشكل النهائي للحام ليكون أعلى من سطح الأنبوب .

5- شكل يوضح أنبوبين مثبتين باللحام.

شكل (2-9) يوضح مراحل العمل في لحام انبوبين

6. نظف منطقة اللحام في كل مرحلة باستعمال مطرقة أزالة الخبث والفرشة السلكية.
7. افحص منطقة اللحام بالطرق المتوفرة (لاحظ جودة اللحام) كما في الشكل (10-2).
8. أقطع الكهرباء عن الماكنة وأرجع الأدوات الى مكانها ونظف مكان العمل.

شكل (2- 10) يوضح صورة توضيحية لقطعة العمل

تمرين (7)

اسم التمرين : لحام أنبوبين متعامدين باستعمال لحام القوس الكهربائي (لحام أنبوبين بزاوية قائمة)

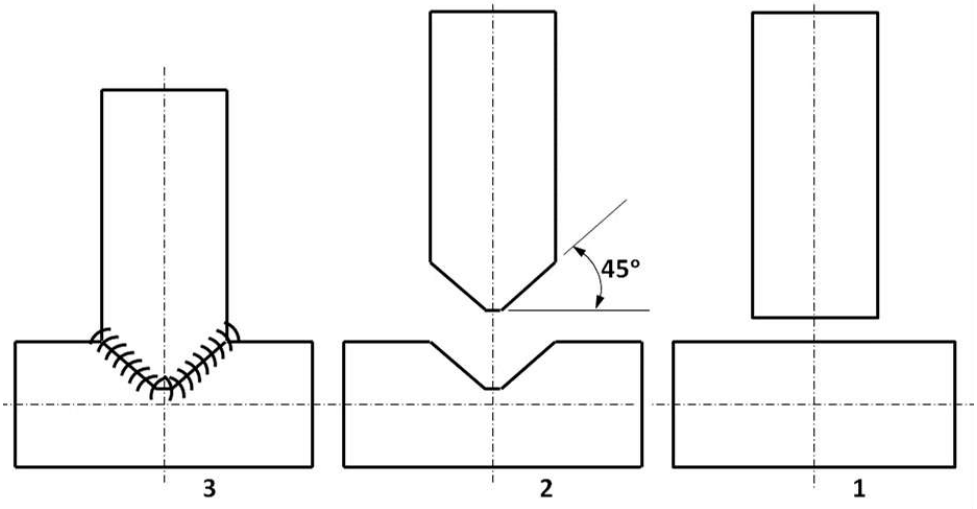
مكان العمل : ورشة اللحام .

الزمن اللازم : 7 حصص .

الأهداف التعليمية : التدريب على لحام أنبوبين متعامدين بالقوس الكهربائي .

التسهيلات التعليمية : ماكنة لحام بالقوس الكهربائي مع ملحقاتها التشغيلية ، كوسرة سريعة ، أنبوبين من الحديد (حسب المتوفر ويفضل أن يكون القطر أكثر من (40) ملم سمك (3) ملم أو أكثر وطول مناسب) ، أسلاك لحام قياس (3.25) ملم ، نظارات واقية لحام وأخرى بعدسة بيضاء ، ماسك ، فرشة سلكية ، مبرد نصف مدور خشن طول (300) ملم.

رسم التمرين:



شكل (2-11) يوضح مراحل عمل التمرين

خطوات العمل :

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة.
2. أقطع الأنبوبين بطول ملائم للعمل (بحسب القطر المتوفر) ، كما في الشكل (11– 2) المرحلة (1).
3. أشطف أحد الأنبوبين بزاوية (45°) من المنتصف والى الجانبين يمين ويسار، كما في الشكل (11– 2) المرحلة (2).
4. حدد منتصف طول الأنبوب الثاني وأشطف بزاوية (45°) الى الجانبين بواسطة المنشار اليدوي ثم أستعمل المبرد الخشن أو الكوسرة السريعة لتعديل وإزالة النتوءات ، كما في الشكل (11-2) المرحلة (2) وأحصل على فتحة دائرية بقطر أقل من القطر الداخلي للأنبوب الأول الذي سيلحم معه.
5. ثبت القطعتين بأربع نقاط مع المحافظة على التعامد (زاوية 90°).
6. استمر باللحام على شكل قوس دائري وعلى عدة مراحل مع تنظيف اللحام في كل مرحلة.
7. نظف وأفحص منطقة اللحام بالطرق المتوفرة كما في الشكل (12-2).
8. اختر الطلاء المناسب لمنطقة اللحام لمنع التأكسد.
9. نظف مكان العمل وأرجع الأدوات الى أماكن حفظها.

شكل (2-12) يوضح صورة للتمرين

تمرين رقم (8)

اسم التمرين:لحام أنبوب مع فلنجة باستعمال لحام القوس الكهربائي

مكان العمل: اللحام .

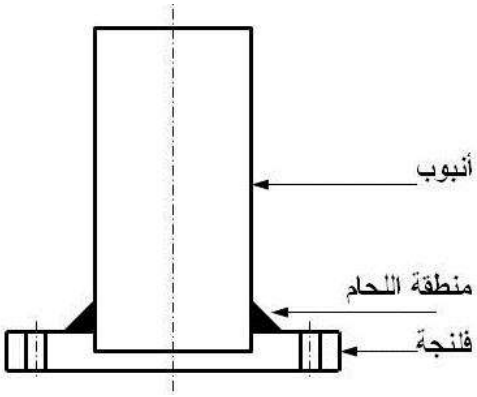
الزمن اللازم: 7 حصص .

الأهداف التعليمية: التدريب على لحام الفلنجة مع الأنبوب ، أنظر الشكل (2- 13).

شكل (2-13) يوضح لحام فلنجة مع أنبوب وتنظيف منطقة اللحام جيداً

التسهيلات التعليمية

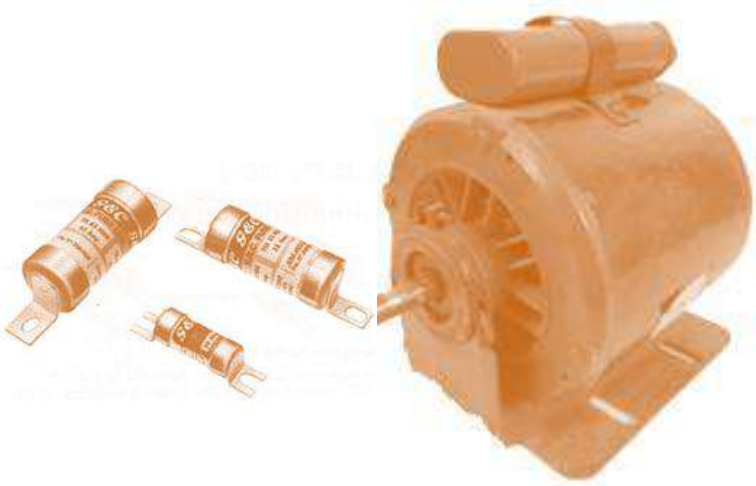
ماكنة لحام القوس الكهربائي مع ملحقاتها التشغيلية ، كوسرة سريعة ، أنبوب من الحديد (حسب المتوفر ويفضل أن يكون القطر أكثر من (40) ملم سمك (3) ملم أو أكثر وطول مناسب) ، فلنجة ذات قياس ملائم لقياس الأنبوب، أسلاك لحام قياس (3.25) ملم ، نظارات واقية لحام وأخرى بعدسة بيضاء، ماسك ، فرشة سلكية ، مبرد نصف مدور خشن طول (300) ملم.



شكل (2-14) يوضح مقدار دخول الأنبوب داخل الفلنجة

خطوات العمل:

1. أرتد بدلة العمل المناسبة.
2. هيأ ماكنة اللحام على التيار المناسب ، وثبت سلك اللحام في مقبض اللحام.
3. ضع الفلنجة على الطاولة بشكل أفقي ثم أدخل الأنبوب في داخلها مقدار مناسب ، بحيث لا يصل الى الوجه الأمامي للفلنجة ، كما في الشكل (2-14).
4. ثبت الأنبوب بأربع نقاط تثبيت مع المحافظة على التعامد.
5. باشر باللحام ، وعند نفاذ سلك اللحام قم بإزالة الخبث ونظف منطقة اللحام بشكل جيد ، كما في الشكل (2-13) ثم أكمل اللحام.
6. نظف منطقة اللحام وأفحص بالنظر جودة اللحام.
7. أطفأ الماكنة ونظف العدد والأدوات وأرجعها الى أماكنها.
8. نظف مكان العمل.



الفصل الثالث
تفكيك وصيانة وتركيب المولدة ذات محرك

تفكيك وصيانة وتركيب المولدة ذات محرك الديزل:

مولدات الطاقة الكهربائية التي تعمل بمحرك الديزل تتكون من عدة اجزاء مرتبطة على شكل وحدة متكاملة (Unit) ، وهذه الوحدة لها تعليمات التشغيل والاطفاء والصيانة والمتابعة اليومية ، ويجب معرفة ما يأتي:

1. القدرة الحصانية لمحرك الديزل .
2. كمية الطاقة الكهربائية المتولدة من رأس التوليد (مقدار الحمل المصروف).
3. ضغط الغاز القياسي للمنظومة .
4. المتحكمات للسرعة والوقود والضغط .
5. يجب أن يكون استعمال منظومة التوليد ضمن حدود التصميم ، فالتحميل العالي والتحميل القليل للمولدة يقلل من عمر محرك الديزل ويجعل عملها غير منتظم.
6. المفروض ان تكون سرعة محرك الديزل (r.p.m) ثابتة عند تغير الأحمال.

وعلى مشغل المولد الديزل متابعة النقاط الأتية بصورة مستمرة قبل وبعد أشتغال المحرك والاستمرار بالتوليد وهي :

1. أتباع إرشادات الصيانة لكل محرك حسب الشركة المنتجة.
2. متابعة مضخة الحقن (Fuel Injection Pump) .
3. متابعة عمل الحاقنات (Injector).
4. المحافظة على نظافة الوقود المستعمل من الشوائب الصلبة وقطرات الماء.
5. تنظيف المرشحات والفلاتر بعد كل فترة استعمال.
6. متابعة العادم (Exhaust) الناتج من الاحتراق ، حيث يتم متابعة اللون والرائحة ، فإذا كان لون الغازات بيضاء مائلة الى الزرقة فهذا يعني أن الاحتراق غير كامل.
7. متابعة المفتتات.

8. عدم التحميل على محرك الديزل أذا كان باردا ، حيث يتم التشغيل والانتظار لفترة معينة الى أن تصبح الحرارة مناسبة ، فالتشغيل على المحرك البارد يتلف بعض الأجزاء.
9. درجة حرارة مياه التبريد بحدود (80° -90).
10. التحقق من مستوى الزيت وفترة الاشتغال وأتباع كراسة التزييت لكل محرك.

تمرين (9)

اسم التمرين : تفكيك الأجزاء الملحقة بمحرك الديزل في المولد

مكان العمل : ورشة الميكانيك

الزمن اللازم : 7 حصص

الأهداف التعليمية :
1. التدريب على فتح الأجزاء الخارجية الملحقة بمولدة الطاقة الكهربائية التي تعمل بمحرك الديزل.
2. فك ارتباط المحرك برأس التوليد.
3. رفع ونقل المحرك ووضعه على منضدة العمل أو مكان العمل المخصص (للمحركات الكبيرة) .

التسهيلات التعليمية : مولدة طاقة كهربائية تعمل بمحرك الديزل صغيرة الحجم كما في الشكل (1- 3) أو بحسب المتوفر ، أدوات فتح وشد كاملة (سيت مفاتيح متكامل) ، سيت مفلات مختلفة ، رافعة صغيرة (جك Hook) لرفع المحرك والأجزاء الثقيلة ، منضدة عمل مناسبة ، سائل تنظيف (نفط أوزيت الغاز) لتنظيف الأجزاء .

شكل (3 -1) يوضح مولد كهرباء بمحرك ديزل

خطوات العمل والصور التوضيحية:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة.
2. أعزل لوحة السيطرة الكهربائية عن المغذيات.
3. أفصل أقطاب البطارية وأحفظها في مكان أمن.
4. تفريغ ماء التبريد.
5. تفريغ زيت محرك الديزل.
6. أفتح الأسلاك والتوصيلات الكهربائية المرتبطة في المحرك مع الانتباه الى أماكنها.
7. فتح منظومة التبريد مع توصيلاتها وأحفظها جانبا مع ملاحظة جودتها وصلاحيتها للعمل.
8. أفتح منظومة العادم وضعها في مكان ملائم.
9. أفتح ارتباط محرك الديزل مع رأس التوليد .
10. أفتح ارتباط المحرك بالقاعدة والتأكد من تحرر المحرك بتحريكه جانبا بواسطة عتلة (تايلبر).
11. هيأ الرافعة ، شكل (2- 3) ، وقم برفع المحرك وضعه على طاولة العمل.

شكل (3 -2) يوضح رافعة لرفع المحرك والأجزاء الثقيلة

12. نظف العدد والأدوات وأحفظها في أماكنها .
13. نظف مكان العمل .

تمرين (10)

اسم التمرين :تفكيك وفحص أجزاء محرك الديزل

مكان العمل : ورشة الميكانيك .

الزمن اللازم : 7 حصص .

الأهداف التعليمية : التدريب على :

1. فتح أجزاء محرك الديزل.
2. فحص أجزاء محرك الديزل والتأكد من سلامتها.

التسهيلات التعليمية :

محرك ديزل بحسب المتوفر، مناضد عمل بالحجم والعدد المناسب (بحسب الورشة) سيت مفاتيح متكامل، مطرقة بلاستك ، فرشة سلكية.

خطوات العمل والصور التوضيحية:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة.
2. أفتح الحذافة (Flywheel) ، ليخف وزن المحرك.
3. أفتح الغطاء العلوي (غطاء الصمامات) وضعه جانباً ، الشكل (3 - 3) .

شكل (3 -3) يوضح فتح غطاء الصمامات

4. أفتح مجموعة دفاعات الصمامات (Rocket Arm)، وإخراج أعمدة الدفع ، تفحصها جيدا وضعها بجانب الغطاء ، الشكل (3-4).

شكل (3 - 4) يوضح ذراع الدفع ومجموعة الدفاعات

5. أفتح غطاء كتلة الأسطوانات (بعد رفع اللوالب) أستعمل مطرقة من المطاط الصلب وأطرق على جوانب غطاء كتلة الاسطوانات ليتحرر من (الكازكيت) ثم أرفعه وضعه جانباً ، الشكل (3 -5).

شكل (3 -5) يوضح غطاء كتلة الأسطوانات

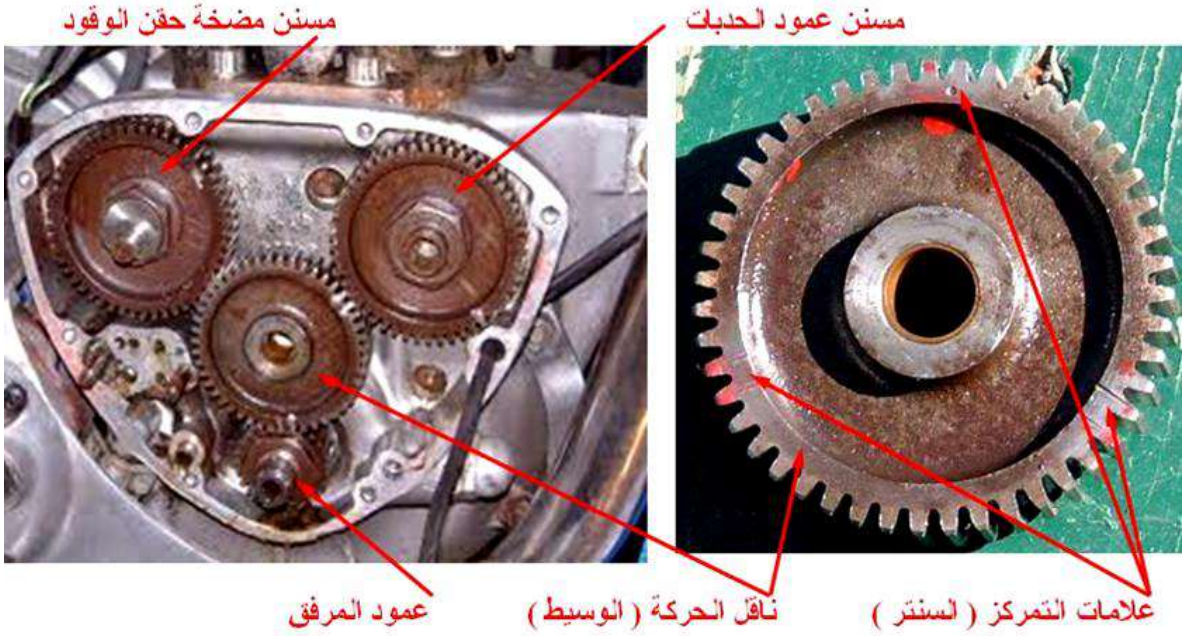
6. أقلب المحرك على أحد الجانبين وأفتح حوض الزيت ، ثم أفتح مجموعة مضخة الزيت.

شكل (3 - 6) يوضح حوض الزيت وأنبوب سحب الزيت

7. أفتح المكابس بالتسلسل مبتدئاً بالأول مع وضع علامة ترقيم على رأس كل مكبس، وذلك لأعادته الى موضعه الأول ، وملاحظة حلقات الضغط والزيت والذراع لمعالجة العيوب أن وجدت كذلك ملاحظة المساند (البيرنك) أن كانت متآكلة بسبب الاحتكاك أم سليمة ، الشكل (7- 3).

شكل (3-7) يوضح المكابس وملحقاتها

8. أفتح غطاء ومجموعة مسننات التوقيت وقبل ذلك لاحظ نقاط التمركز (السنتر) بسبب الحاجة لها عند التركيب ، أنظر الشكل (3 - 8).



شكل (3 -8) يوضح مجموعة مسننات التوقيت والمسنن الوسيط (ناقل الحركة)

9. أفتح عمود الحدبات وتأكد من سلامة مناطق التلامس ، وأن وجد تشوه بسيط يعالج بالتنعيم اليدوي وأن كان التشوه كبيرا يستبدل بآخر جديد ، أنظر الشكل (3- 9) .

شكل (3 - 9) يوضح عمود الحدبات

10. أفتح أغطية مساند العمود المرفق مع وضع علامات بالتسلسل لكي تعود الى أماكنها عند التركيب ، ثم أمسك العمود المرفق من طرفيه وأخرجه ، ثم دقق جيدا أن وجد فيه تأكل بسبب الاحتكاك ، كذلك دقق جيدا في سلامة المساند (بيرنك) ، أنظر الشكل (3 -10).

شكل (3- 10) يوضح فتح وإخراج العمود المرفق

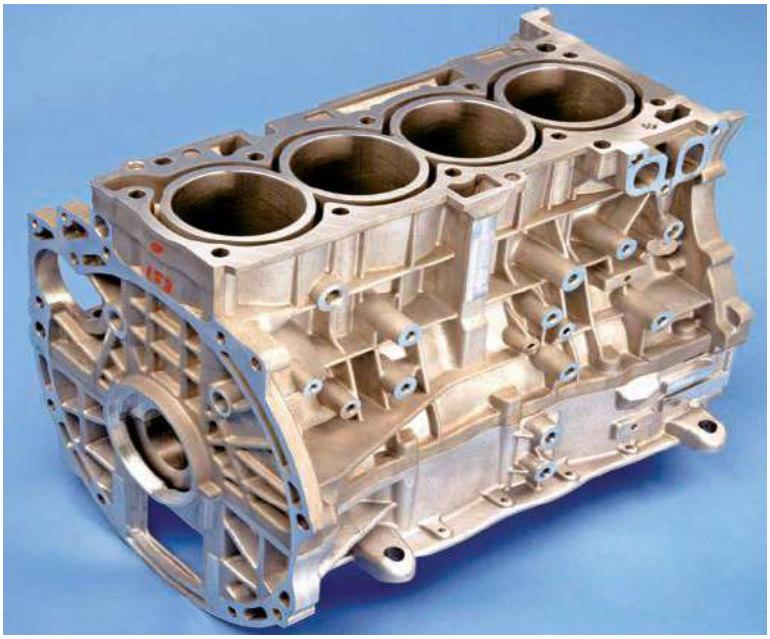
11. أخرج المساند من أماكنها أن كانت تالفة (تأكل المعدن الأبيض من جراء الاحتكاك) وأستبدلها عند التركيب ، كما في الشكل (3-11).

شكل (3-11) يوضح مساند العمود المرفق

12. أفتح مضخة حقن الوقود ولاحظ علامات التوقيت (السنتر)، أنظر الشكل (3- 13).

شكل (3-12) يوضح علامات التوقيت ومضخة حقن الوقود

13. بعد تفكيك جميع الأجزاء ينظف المحرك جيدا ، كما في الشكل (3- 13) ، ويتم ملاحظة الأسطوانات أن كان فيها أي ضرر لمعالجته.



شكل (3- 13) يوضح تنظيف ألاسطوانات والمحرك بشكل جيد

تمرين (11)

اسم التمرين :تفكيك وفحص أجزاء غطاء كتلة الأسطوانات

مكان العمل : ورشة الميكانيك.

الزمن اللازم : 7 حصص .

الأهداف التعليمية : التدريب على فتح وتفكيك وفحص غطاء الاسطوانات لمحرك ديزل صغير الحجم، تحديد الأعطال ، فحص صلاحية ملحقات غطاء الاسطوانات (Cover) .

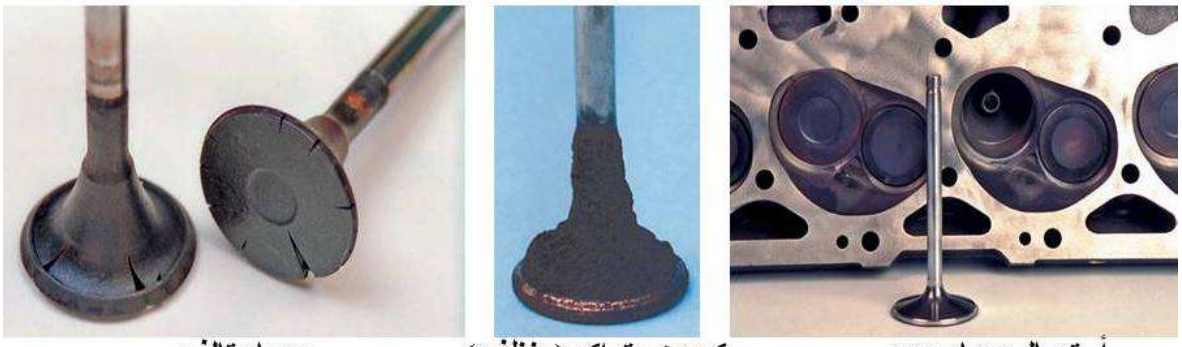
التسهيلات التعليمية : غطاء الاسطوانات لمحرك ديزل صغير الحجم أو حسب المتوفر ، أدوات فتح كاملة (سيت سبانة مع مفلات) ، منضدة عمل مناسبة ، حوض تنظيف الأجزاء ، فرشة صبغ 2 أنج .

خطوات العمل والصور التوضيحية:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة.
2. ضع غطاء كتلة الأسطوانات في حوض التنظيف وأستعمل زيت الغاز (الكاز) مع الفرشة ونظفه جيدا، ثم ضعه جانبا وأمسحه بقطعة قماش .
3. أفتح حلقات منع تسرب الزيت لغرض أستبدالها (عند فتح المحرك يفضل أستبدالها بجديد حتى لو كانت صالحة) .
4. ثبت غطاء كتلة الأسطوانات في ملزمة المشغولات أذا كان صغيرا أووضعه على الطاولة أذاكان كبيرنسبياً ، وباشر بفتح الصمامات بالمفتاح الخاص بها ، كما في الشكل (3-14) ، وضعها على الطاولة بالتسلسل بحيث يرجع كل صمام الى مكانه عند التركيب.

شكل (3- 14) يوضح فتح الصمامات

5. أفحص جيدا الصمامات وبدل التالف منها ويفضل أجراء عملية التنعيم لمنطقة التلامس بين الصمام والقاعدة ، أنظر الشكل (3-15).



الشكل (3- 15) يوضح صمام جديد ، وأخر ينظف ويستعمل ، والأخر لا يمكن استعماله

6. نظف جيداً وجهي غطاء كتلة الأسطوانات من بقايا الحشوة (الكازكيت والواشرات) .
7. نظف العدد والأدوات وأخزنها في أماكنها.
8. نظف مكان العمل.

تمرين رقم (12)

اسم التمرين : تركيب عمود الحدبات والعمود المرفق والمكابس

مكان العمل : ورشة الميكانيك .

الزمن اللازم : 7 حصص .

الأهداف التعليمية :

1. التدريب على تجميع أجزاء محرك الديزل وملحقاته.
2. تبديل الأجزاء المستهلكة من جراء العمل.
3. تنظيف الأجزاء والملحقات بالكاز او النفط وأزالة النتوءات اللاصقة.
4. متابعة دورة التبريد وتبديل الراديتر أو صيانتها أن تطلب ذلك .

التسهيلات التعليمية :أدوات فتح كاملة (سيت سبانة مع مفلات) ، منضدة عمل مناسبة ، مزيتة سعة نصف لتر ، قطع قماش نظيف ، مطرقة بلاستك . خانقة حلقات (قفيص رنكات) ذراع عزم.

خطوات العمل والرسومات التوضيحية :

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة.
2. ضع قطع المساند في مواضعها في كتلة الأسطوانات وكذلك لقم التثبيت ، وأستعمل الزيت على المناطق المتعرضة للدوران والاحتكاك، أنظر الشكل (16-3).

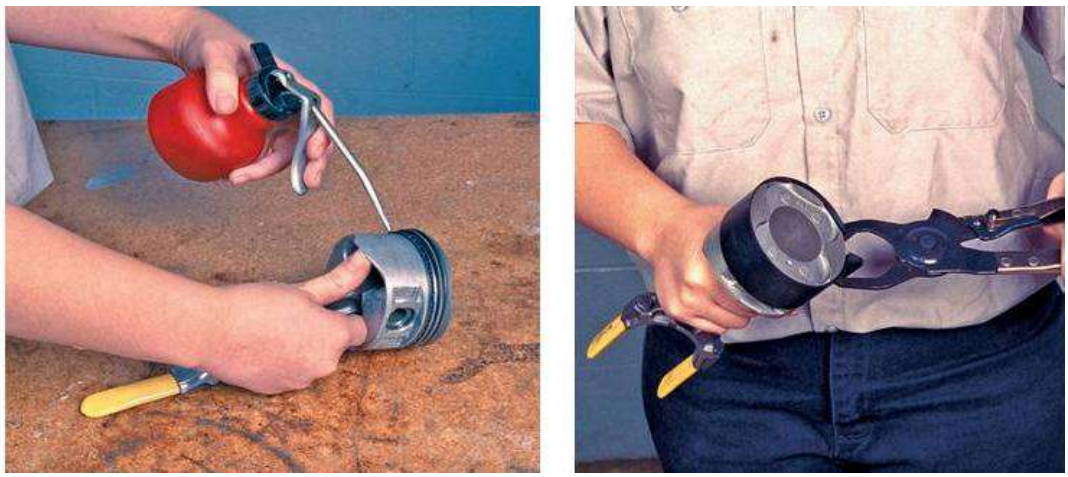
شكل (3-16) يوضح تثبيت قطع المساند (البيرنك)

3. ضع العمود المرفق في مكانه وتدويره مع وضع الزيت على مناطق التلامس.
4. ضع لقم التثبيت في أماكنها بحسب التسلسل والترقيم عند الفتح ، وباشر بالشد مستعملاً ذراع راجز عزم ، ومقدار عزم الشد بحسب التعليمات الخاصة بالمحرك الموضوعة من قبل الشركة المصنعة أنظر الشكل (17-3).

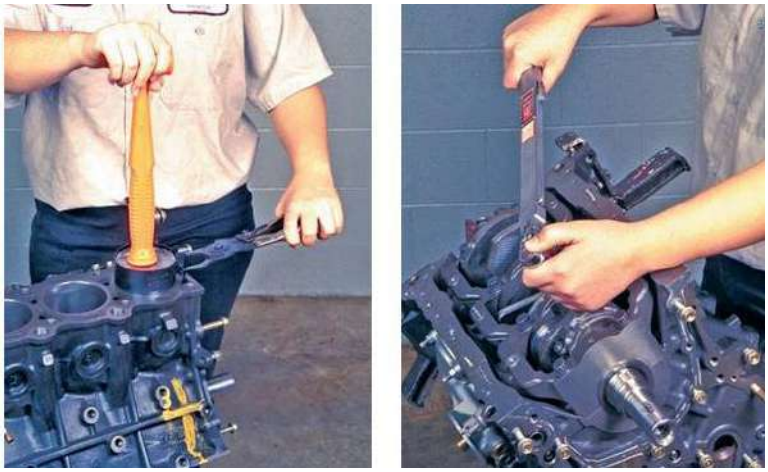
شكل (3- 17) يوضح شد عمود المرفق

5. زيت عمود الحدبات وثبته في مكانه ، وضع قواعد أذرع الدفع (الفناجين) .
6. ركب الحلقات في المكابس بعد التأكد من قياسها مع الأسطوانة أنظر الشكل (3- 18) وباشر بإدخالها في أماكنها بحسب التسلسل والترقيم الذي ثبته عند الفتح، وأستعمل الزيت على المناطق المعرضة الى الاحتكاك كما في الشكل (3 -19) والشكل (3-20).

شكل (3- 18) يوضح التأكد من الخلوص في حلقة المكبس وتركيبها في مكانها



شكل (3-19) يوضح استعمال الزيت على الحلقات وضغطها (بقفيص الرنكات)



شكل (3- 20) يوضح أنزال المكبس من الأعلى بالطرق الخفيف ، ثم يقلب المحرك ويربط الذراع في عمود المرفق باستعمال ذراع راجز عزم بحسب تعليمات الشركة المصنعة

7. ركب مجموعة تروس التوقيت مع الانتباه الى علامات التمركز (السنتر)،ثم ثبت الغطاء مستعملاً الحشوة المصنعة من قبل الشركة مع وضع طبقة رقيقة من اللاصق.
8. ثبت مضخة الزيت والأنابيب الملحقة بها.
9. ثبت حوض الزيت مع استعمال الحشوة المصنعة من قبل الشركة المصنعة للمحرك ووضع طبقة رقيقة من مادة لاصقة ، الانتباه عند شد اللوالب أن يكون بالتساوي وبضغط معتدل.
10. نظف العدد والأدوات ومكان العمل.

تمرين (13)

اسم التمرين:تثبيت غطاء كتلة الأسطوانات بعد تركيب أجزائه

مكان العمل: ورشة الميكانيك .

الزمن اللازم : 7 حصص .

الأهداف التعليمية:

1. التدريب على تجميع أجزاء غطاء كتلة الأسطوانات.
2. التدريب على تثبيت غطاء كتلة الأسطوانات في المحرك وأجراء المعايرة للصمامات.

التسهيلات التعليمية : أدوات فتح كاملة (سيت سبانة مع مفلات) ، منضدة عمل مناسبة ، مزيتة سعة نصف لتر ، قطع قماش نظيف ، مطرقة بلاستك . (قفيص صمامات) ذراع عزم (راجز).

خطوات العمل والرسومات التوضيحية:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة للجسم.
2. بعد تنظيف غطاء كتلة الأسطوانات ومسحه بقطعة القماش ، ثبت حلقات منع تسرب الزيت في أماكنها مع الطرق الخفيف جدا والمحافظة عليها من التشوه .
3. ضع الصمام الأول في مكانه ثم النابض ثم واشرات ولقم التثبيت ، وذلك باستعمال قفيص الصمامات لضغط النابض ، وكما مر عند الفتح .
4. ركب الصمامات جميعها كما مر في الخطوة رقم (3) ، وبذلك أصبح غطاء كتلة الصمامات جاهز.
5. ضع طبقة رقيقة من الزيت على وجهي (الكازكيت) وضعه في مكانه على السطح العلوي لكتلة الأسطوانات ، ثم ضع غطاء كتلة الأسطوانات في مكانه فوق كتلة الأسطوانات وباشر بوضع اللوالب ، وشد مستعملا ذراع عزم ، وقوة الشد بحسب التعليمات الخاصة بالمحرك من قبل الشركة المصنعة.
6. ضع أذرع الدفع في أماكنها.
7. ثبت مجموعة الدفاعات وأضبط الخلوص بين نهاية الصمام وسطح الدفاع بحسب التعليمات الخاصة بالمحرك ، ثم أربط الغطاء العلوي.
8. أربط مضخة حقن الوقود والحاقنات وأنابيب الوقود ولا تنسى التوقيت (السنتر).
9. نظف العدد والأدوات ومكان العمل.

وبذلك أصبح المحرك جاهزاً لينقل الى مكانه مع رأس التوليد.

تمرين (14)

اسم التمرين :تثبيت المحرك مع رأس التوليد وربط الملحقات وتشغيله

تم التعرف على كل أجزاء وملحقات المولدة (Generator) ، ويفضل أجراء ما يأتي :

1. تبديل سائل التبريد حسب المواصفات.

2. تبديل زيت المحرك حسب المواصفات.
3. تبديل الأسلاك الكهربائية أذا كانت متأثرة أو مستهلكة.
4. تبديل الأنابيب التي تعرضت الى التآكل أو التلف أو التشقق.
5. تبديل الواشرات على اختلاف أنواعها.
6. فحص الحساسات وتنظيفها وتبديلها في حالة الشك في صلاحيتها للعمل.
7. فحص لوحة السيطرة الكهربائية والالكترونية وتبديل الأجزاء التالفة.
8. تبديل الأحزمة (القايش) أذا كانت مستعملة لفترة طويلة.
9. فحص رأس التوليد إي المولد الكهربائي (Generator).

مكان العمل: ورشة الميكانيك .

الزمن اللازم : 7 حصص .

الأهداف التعليمية: التدريب على تجميع محرك ورأس توليد وتشغيله .

التسهيلات التعليمية: أدوات فتح كاملة (سيت سبانة مع مفلات) ، رافعة مناسبة ، مزيتة سعة نصف لتر، قطع قماش نظيف ، مطرقة بلاستك.

خطوات العمل:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة للجسم.
2. هيأ الرافعة ، أرفع المحرك مقدار مناسب وبالتعاون مع زملائك ضع المحرك في مكانه وباشر بالتثبيت على القاعدة .
3. أعد تثبيت الأنبوب المتشعب ومنقية الهواء وأنبوب العادم وأنابيب ومبرد دورة التبريد، وباقي الملحقات.
4. أعد تثبيت الأسلاك الكهربائية وتوصيل البطارية.
5. ضع المقدار المطلوب من الزيت ، والماء.
6. شغل المحرك وراقب تدفق الزيت والاشتغال المنتظم والتوليد.
7. نظف العدد والأدوات وأخزنها في أماكنها.

الفصل الرابع

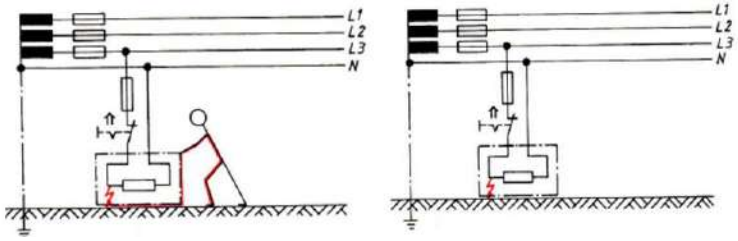
حماية الاشخاص والآلة والشبكة الكهربائية من أخطار الكهرباء

تمرين (15)

اسم التمرين : عمل أرضى نوع (وتد) وقياس مقاومته باستخدام جهاز قياس مقاومة الأرضي (Earth) Ground Tester

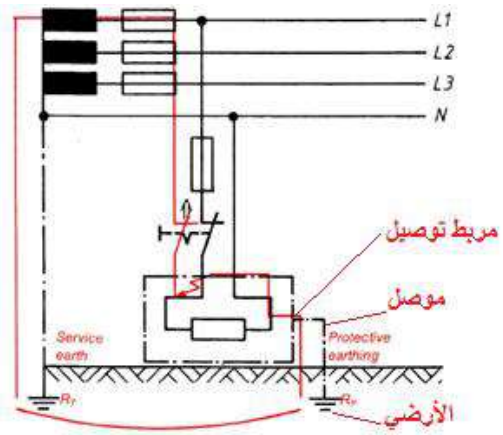
تمهيد :

يمكن تعريف نظام التأريض بأنه اتصال كهربائي عمل عن قصد بين الأجزاء المعدنية لجهاز كهربائي أو مجموعة أجهزة كهربائية من جهة وكتلة الأرض من جهة أخرى وتوصف الأرض بأنها متعادلة كهربائيا أي أن الجهد الكهربائي لها = صفر فولت، لذا فأن التأريض مطلوب لتوفير السلامة للعاملين في المصانع والورش فضلا عن حماية المنظومة الكهربائية من حصول تسريب في الجهد الكهربائي الى الأجزاء المعدنية المكشوفة لأي سبب كان مثل حصول حالات القصر أو تلف جزئي أو رطوبة (بلل) حيث يسمى هذا الجهد بالجهد الملموس (Touch Voltage) والذي ينتج عنه تيار يسلك طريق جسم الإنسان والى الأرض مسببا الصدمة الكهربائية والتي تعتمد شدتها على مقدار التيار المار وزمن الصدمة وأن مقدار التيار المسبب لصدمة كهربائية مميتة عندما تقارب مقاومة جسم الإنسان بحدود (1000Ω) يتجاوز (50mA) هذا يعني أن مقدار جهد الصدمة حسب قانون أوم يساوي (50V) فولت فما فوق والشكل (4-1) يبين حصول تسريب كهربائي في جهاز كالمحرك مثلا غير مؤرض وعلاقة ذلك بالصدمة الكهربائية.



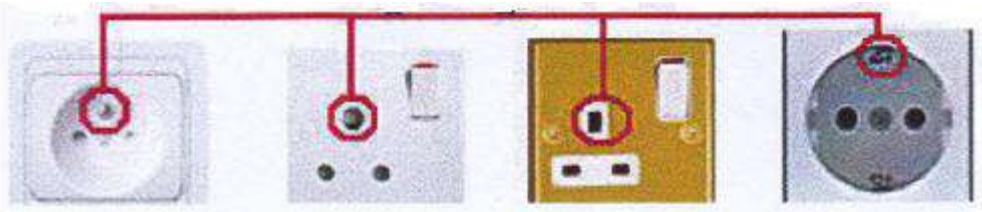
شكل (4- 1) حصول تسريب تيار كهربائي من معدن والى الأرض عبر جسم الإنسان

أن ربط الأجزاء المعدنية بالأرض سيؤدي الى تسرب أي جهد كهربائي يتكون على هذه الأجزاء الى الأرض ومرور تيار تتناسب قيمته مع قيمة الجهد المتسرب والذي قد يؤدي الى فصل قاطع الحماية ومن ثم قطع مصدر التغذية كما في الشكل (4-2) الذي يبين الحماية بطريقة التأريض المتكونة من الأرضي (Grounding Electrode) برمزه والموصل المعزول (Earth Conductor) ذو اللون الأصفر بخط أخضر ومربط التوصيل للجهاز (Bonding Lead).



شكل (4-2) أجزاء الشبكة الأرضية

أن تقليل مقاومة الأرضي الى الحدود القياسية البالغة (0-0.8) أوم يتم عن طريق استخدام موصلات مناسبة حيث يجب اختيار نوع وحجم وعدد الموصلات التي سيتم دفنها في التربة وأعماقها ونوع التربة التي يجب أن تكون طينية تتراوح قيمة مقاومتها النوعية بين (400–15000) أوم لكل سم لتوفير أقل مقاومة ممكنة نسبة الى كتلة الأرض وأن تقليل ممانعة الموصل الأرضي يؤدي الى مرور التيار الكهربائي أثناء حدوث تماس كهربائي مع الأرض وبالتالي فصل قاطع الحماية وقطع التيار وتجنب تلف الأجهزة والدوائر والمعدات الكهربائية من أخطار الحريق أو الصواعق. الشكل (3- 4) يبين أماكن السلك الأرضي في مقابس الوحدات السكنية :

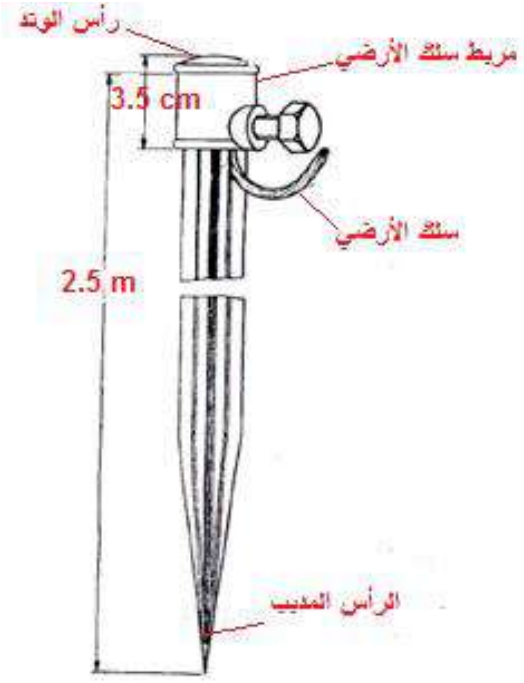


شكل (4- 3) أماكن قطب الأرضي (E) في مقابس المنازل

تتوقف جودة الأرضي على جودة توصيل سطحه بالأرض ومساحة مقطعة العرضي حيث يوجد منه الأنواع الآتية:

1. أرضي الوتد.
2. أرضي اللوح المعدني.
3. أرضي الموصل المعدني.
4. مجموعة الأوتاد الأرضية.
5. استخدام أنابيب المياه داخل المبنى.
6. الأرضي الشريطي.

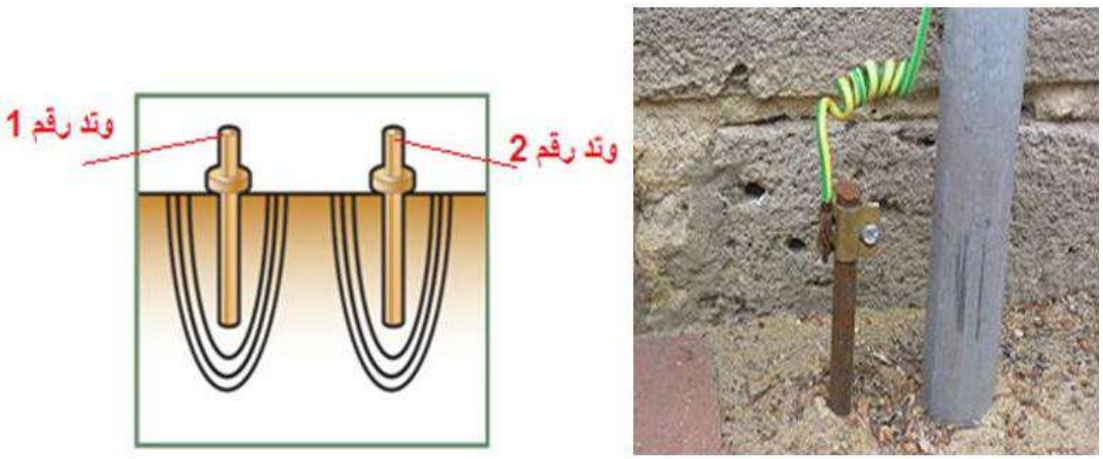
1.أرضي الوتد : يتركب من مادة الفولاذ التي لاتتآكل بسهولة ، تغطى بطبقة سميكة من النحاس ويتصل الناقل بالأرضي من طرف والطرف الآخر مخروطي الشكل نهايته مدببة ليمكن غرسه في الأرض بسهولة وقطره يتراوح من (3-5) سم بطول (2.5) متر ويتميز بمقاومته للصدمات الميكانيكية والمواد الكيماوية وأن ينظف من المواد الدهنية والصدأ ويكون اتصاله بسلك الأرضي الذي نختاره بحجم (16) ملم ^{2} أو (35) ملم^2 أو أكثر بشكل جيد والشكل (4-4) يبين أرضي الوتد.



شكل (4 - 4) يوضح أرضي الوتد

أما أذا كانت الأرض صخرية فيمكن وضعه بصورة مائلة بزاوية (45°)على المستوى الرأسي أو يدفن في خندق على عمق (75) سم من سطح الأرض على الأقل.

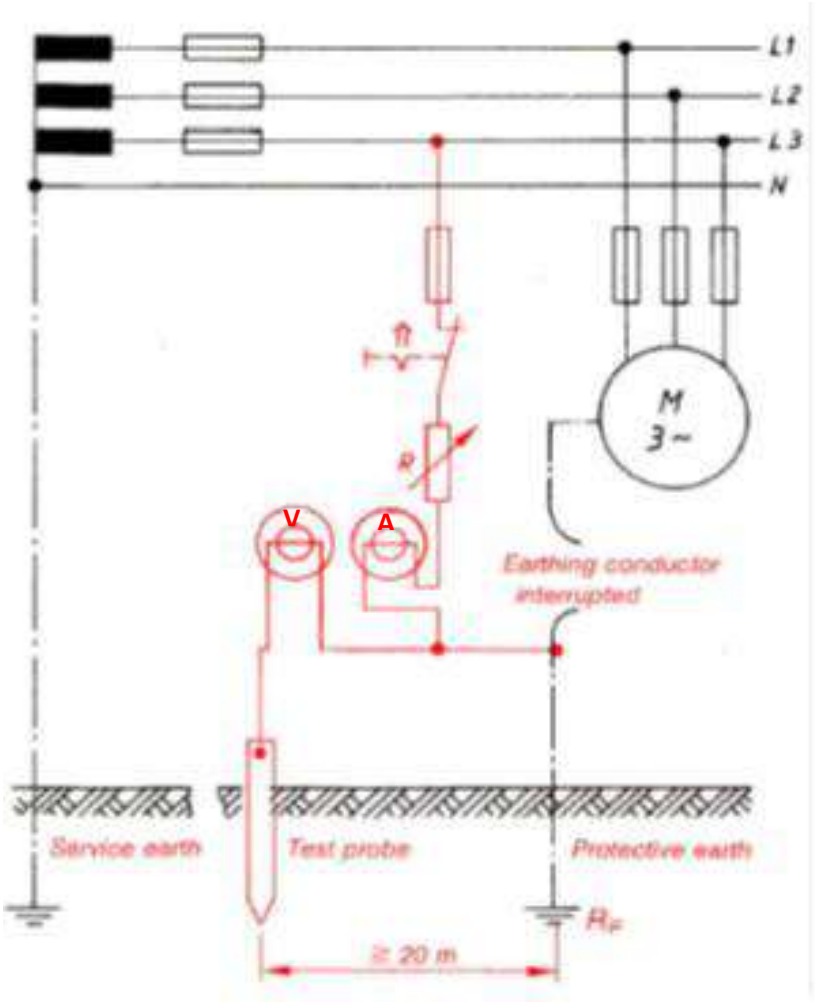
أحيانا يربط أكثر من وتد على التوازي ويبعد كل منهما عن الآخر (1- 2) متر ويكون الخندق المحيط بالوتد الواحد ذوأبعاد (30) سم وقطر (30) سم عمق ويوضع فيه من (20-30) كغم من ملح الطعام وان لا يكون ملامسا للوتد لتجنب تآكله كما في الشكل (4- 5).



شكل (4- 5) يوضح الوتد الأرضي

تتم أجراء قياس مقاومة الأرضي بالطريقة البسيطة كما فى شكل (4-6) باستخدام جهازي القياس الفولتميتر والأميتر ومقاومة متغيرة (ريوستات) بحدود (5)كيلوأوم سلكية وأرضي اختبار(فحص) ومفتاح وفاصم أو قاطع حماية حيث يتم فصل توصيلة سلك الأرضي للجهاز أو الشبكة الكهربائية أولا ويثبت أرضي الفحص على بعد (20m) من الأرضي الأساسي تحت الاختبار وتوصيل دائرة الاختبار ومن ثم ضبط قيمة المقاومة المتغيرة على أكبر قيمه ثم البدء بتقليلها تدريجيا والقياس في كل تغير الى حد الوصول الى تيار اختبار عال حتى نتمكن من معرفة القيمة الحقيقية لمقاومة الأرضي بتطبيق العلاقة التي تمثل قانون أوم كالآتي:

$$R_p = \frac{V}{I}$$



شكل (4- 6) طريقة فحص قيمة مقاومة الأرضي نوع الوتد باستخدام مقياسي (A) و(V)

مكان التنفيذ:خارج ورشة الكهرباء (أرض ترابية رخوة).

الزمن اللازم : 4 حصص .

الأهداف التعليمية: يجب أن يكون الطالب قادرا على كيفية عمل الأرضي وقياس مقاومتة واستعمال الأجهزة والأدوات المطلوبة لذلك .

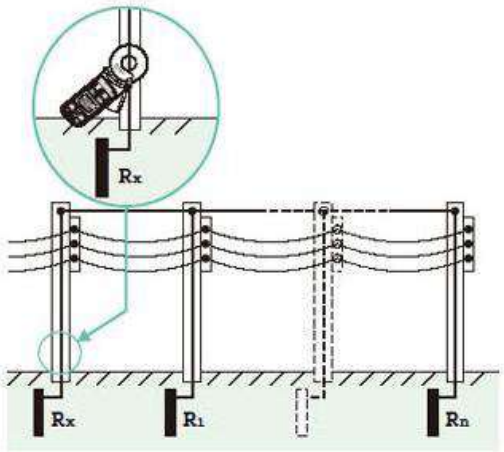
التسهيلات التعليمية: (وتد) أرضي واحد أوأكثر بطول (1.5m) وبقطر (16mm) ، مطرقة مناسبة، قفيص نحاسي مناسب لحجم الوتد ،سلك مفرد حجم (10) ملم^2 ، مفكات مناسبة ،جهاز قياس مقاومة الأرضي الموضح في شكل (7- 4) ،كمية من الملح تقريبا 20 كغم ومادة الكاربون (الكرافيت) ومعول لحفر الأرض .

شكل (4- 7) جهاز قياس مقاومة الأرضي (Earth Ground Tester)

خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية:

1. أرتد بدلة العمل المناسبة.
2. أختر المكان المناسب لغرس الوتد على أن تكون أرض رخوة ورطبة (غير صخرية).
3. أحفر حفرة حول مكان اختيار تثبيت الوتد بقطر(30) سم وبعمق (30) سم .
4. أغرس الوتد في الأرض باستعمال المطرقة.

في حالة وجود أكثر من وتد أعد الطريقة كما في(1 و 2) وبمسافة تبعد عن كل منهما (1- 2) متر ثم أربطها جميعها سوية على التوازي أو بشكل مثلث طول ضلعه (1) متر وبالنتيجة سيكون طرف واحد يمثل مكان توصيل السلك الأرضي كما فى الشكل (4-8).



شكل (4- 8) يوضح مجموعة من الأوتاد موصلة سوية لعمل الأرضي

5.أربط سلك الأرضي حجم (10) ملم^2 مع نهاية الوتد ربطا جيدا فى المكان المخصص باستعمال قفيص نحاسي ذي لولب ليكون التوصيل محكما وأدهنه بشحم للحفاظ عليه.

6. قس مقاومة الأرضي باستعمال جهاز قياس الأرضي (Earth Ground Tester) حيث أن أفضل مقاومة له تتراوح بين (8 0.0-)أوم كما في شكل (9- 4).

شكل (4- 9) يبين كيفية قياس مقاومة الأرضي

7.سجل قيمة المقاومة على أن تكون ضمن المواصفات المطلوبة (لا يجوز أن تتجاوز قيمة مقاومة التأريض 20 أوم).

8. نظف العدد والأدوات وعدها الى أماكن حفظها.

تمرين رقم (16)

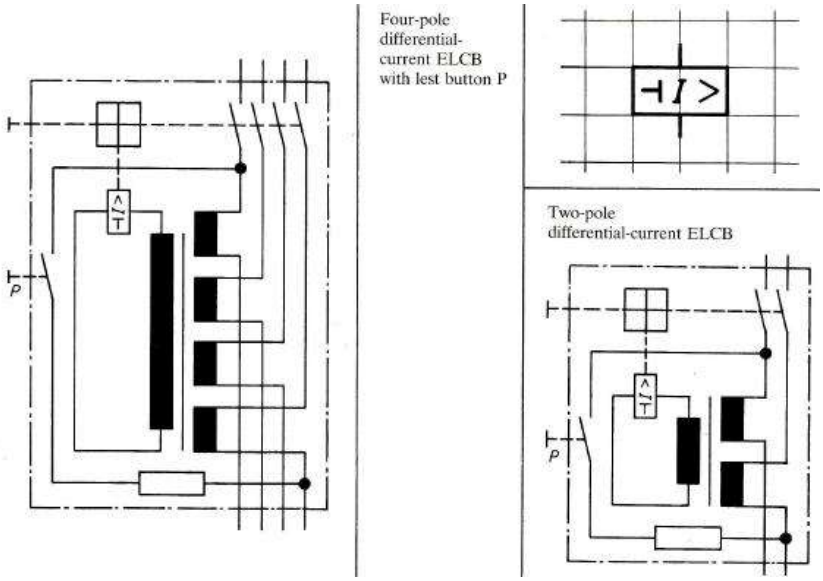
اسم التمرين: توصيل قاطع التسريب الأرضي (Earth Leakage C.B) نوع (FI) الى محرك كهربائي لحماية الأشخاص من الصدمة الكهربائية

المعلومات النظرية:

تعلمنا في التمرين السابق كيف يعمل الأرضي على حماية الأشخاص من الصدمة الكهربائية وفي هذا التمرين سوف نتعلم كيف يمكن الحماية في حالة عدم وجود الأرضي من خلال استعمال قاطع التسريب الأرضي نوع (FI) الذي يوفر درجة حماية أعلى من الحماية التي تقدمها طريقة التأريض المباشر بسبب احتمالية تآكل شبكة التأريض بمرور الزمن ، يوصل قاطع التسريب الأرضي على التوازي مع الأجهزة الكهربائية التي قد ينتج عنها تسريب أو قصر نتيجة انهيار العزل بسبب خلل كهربائي أو نتيجة عامل خارجي مثل البرق أو بلل الأجزاء الكهربائية الموصلة بالماء.

يسمى قاطع التسريب الأرضي بالقاطع التفاضلي فهو يوفر حماية أوتوماتيكية للأشخاص والمحركات الكهربائية، والتوصيلات المنزلية، وخطوط القدرة طويلة المدى، والدوائر الكهربائية الأخرى، من التيار المتسرب والتي تتراوح قيمته بين (10-500)ملي أمبير ويتسبب بقطع توصيل التغذية الى الحمل حيث تعمل الآلية الأوتوماتيكية داخل قاطع الدائرة بفتح مجموعة التلامس (المفاتيح) وتوقف مرور التيار، وتتضمن الآليات المستخدمة فيه مجموعة التلامس، المغانط الكهربائية والنبائط الحساسة للحرارة ، وكما في شكل (4-10) الذي يبين أنواع وأشكال قاطع التسريب الأرضي أما رمزه فموضح في الشكل (4- 11).

شكل (4-10) يوضح أشكال مختلفة لعدة أنواع من قاطع التسريب الأرضي

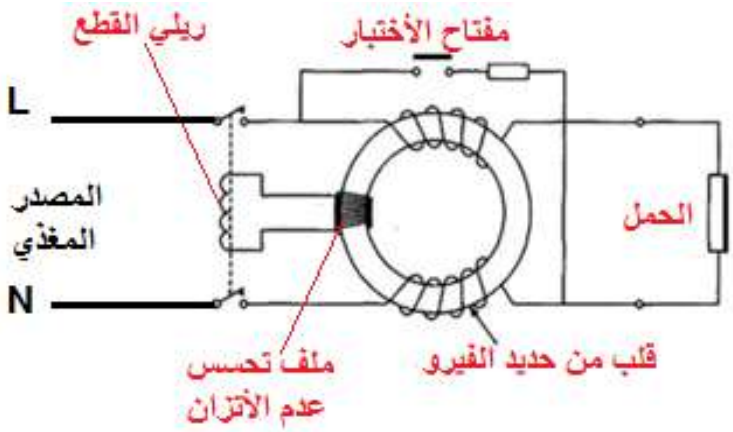


شكل (4-11) رمز قاطع التسريب الأرضي (ELCB) أحادي وثلاثي الأطوار مع المحايد (N)

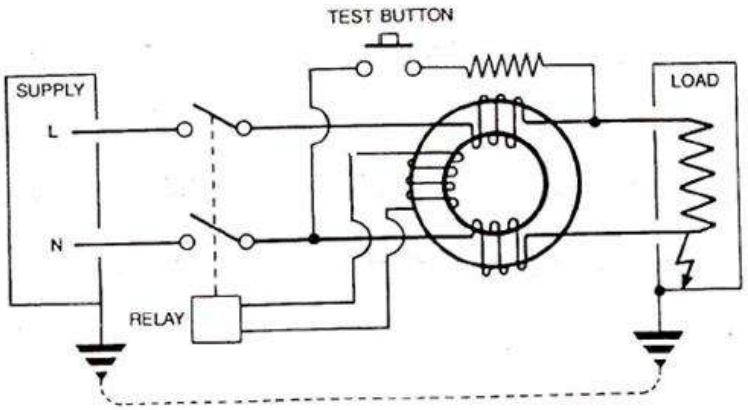
المواصفات الفنية وأنواعه وآلية عمله :

تختلف قيم المواصفات الفنية بشكل عام حسب الشركة المصنعه للقاطع فالتيار (Ith) هو التيار الأعظم المسموح إمراره عبر القاطع والذي يتوفر بالقيم (100,80,63,40,32,25,16) أمبير يفصل القاطع بعدها فهو يطابق عمل القاطع المركب (MCB) في الحماية من تيار الحمل الزائد أو تيار القصر، Hz (50-60) أما تيار التسريب (Trip Current) فيتراوح من (10-30) أمبير لحماية الأشخاص ومن (30-500) ملي أمبير لتأمين درجة حماية عالية للأجهزة والأحمال الصناعية من أخطار الحريق يفصل القاطع كذلك عند تسريبه .

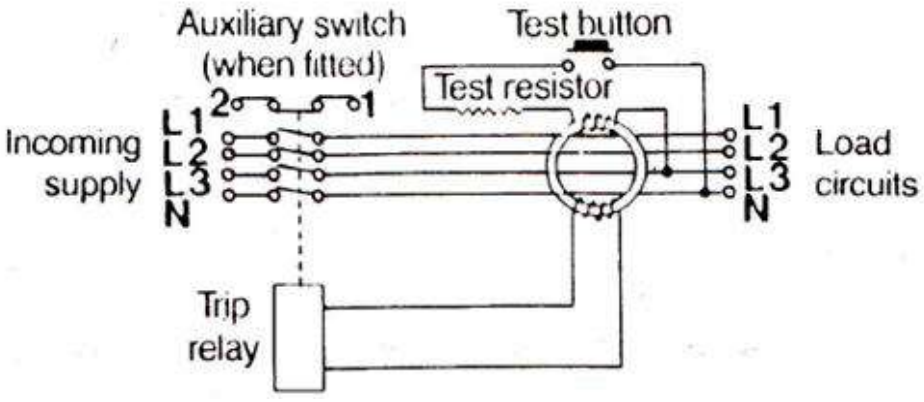
يوصل قاطع التسريب الأرضي بعد القاطع الرئيس من جهة الحمل وعلى التوازي معه وهو أما أن يكون ثنائيا (2-Pole) يوصل اليه الطور والحيادي (1Ph) أو يكون رباعيا (4-Pole) يوصل إليه الأطوار الثلاثة مع الحيادي ، ويجب عدم توصيل الأرضي مع الحيادي بين الحمل والقاطع التفاضلي وإلا فإنه سيفصل باستمرار بسبب مرور جزء من تيار الحيادي في دائرة الأرضي أي تشابه حالة حصول التسريب الكهربائي والشكل (4-12) يبين طريقة توصيله في الدائرة الكهربائية بعدم وجود قطب الأرضي وهنا لا يفصل القاطع لحالة الحمل المعطوب (فيه تسريب كهربائي الى الشاصي) ذاتيا إلا بلمسة من خلال شخص أما الشكل (4-13) فأنه يبين توصيل قاطع التسريب في الدائرة الكهربائية لحالة حمل معطوب (فيه تسريب كهربائي الى الشاصي) فإن فصل القاطع هنا يكون ذاتيا قبل لمس الحمل من قبل الشخص .



شكل (4-12) توصيل قاطع التسريب الأرضي الى المصدر والحمل دون قطب أرضي



شكل (4-13) توصيل قاطع التسريب الأرضي الى المصدر والحمل مع قطب الأرضي

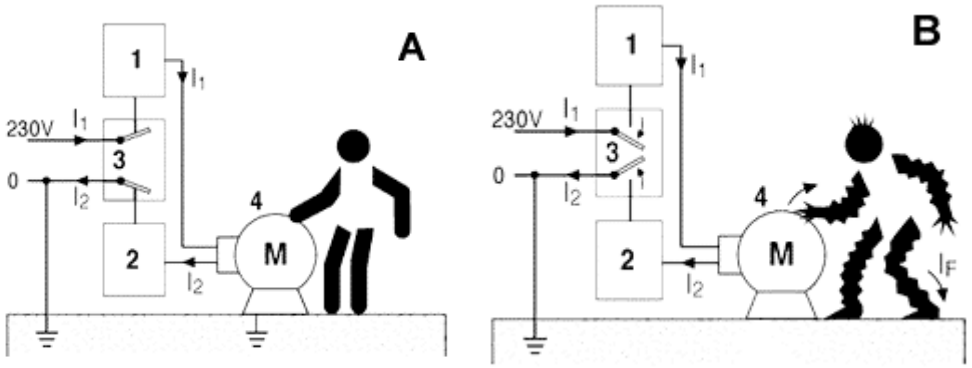


شكل (4-14) قاطع التسريب الأرضي ثلاثي الأطوار رباعي الأقطاب

يزود قاطع التسريب الأرضي بمفتاح فحص (Test button) لاختبار صلاحية عمله فعند الضغط على المفتاح ينشأ في القاطع مجال مغناطيسي يتسبب في اشتغال ريلي يؤدي الى فصل الدائرة كما في الشكل (4-14).

في الشكل (4-15) يمثل حالتي عمل جهاز قاطع الحماية عند حدوث تسريب التيار الى الأرضي أو عدمه ويتضح في الحالة (A) دائرة المحرك يكون فيه ($I_1=I_2$) أي لا يوجد تيار متسرب لذا فأن القاطع يعمل بصوره طبيعية موصل لتيار التغذية الى المحرك .

أما في الحالة (B) تمثل حالة حدوث قصر في المحرك وتسريب التيار الى الأرضي عبر الشخص الملامس للمحرك (I_F) وفصل قاطع التسريب لدائرة المحرك المعطوب.



شكل (4-15) يمثل حالتي عمل جهاز قاطع الحماية عند حدوث تسريب التيار الأرضي أو عدمه

مكان التنفيذ: ورشة الكهرباء .

الزمن اللازم :4 حصص .

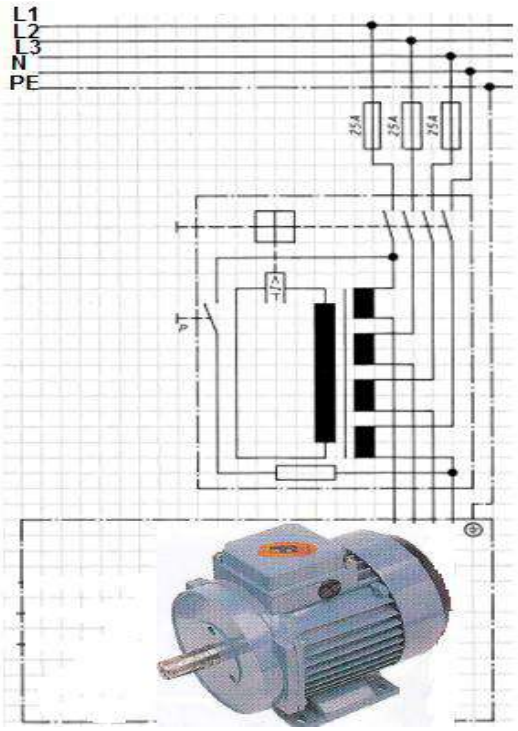
الأهداف التعليمية :

يجب أن يكون الطالب قادرا على معرفة عمل قاطع التسريب الأرضي وكيفيه توصيله بالدائرة الكهربائية وفائدته .

التسهيلات التعليمية : لوحة تدريب خشبية قياس (60×60) سم ،أسلاك بقياسات مختلفة ، مفكات ، جهاز قاطع التسريب الأرضي أحادي الطور أو ثلاثي ، قاطعة أسلاك ، محرك كهربائي طور واحد أو ثلاثة أطوار ، بلايس ، قاطع حماية محرك(MCB) أو فواصم ،كلامبميتر لقياس التيار.

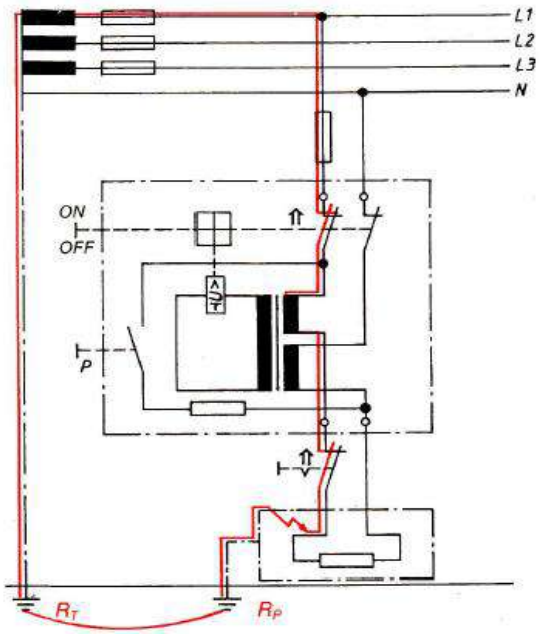
خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية :

1. حدد مكان المحرك الكهربائي ومكان قاطع التسريب الأرضي على لوحة التدريب .
2. أقطع الأسلاك بطول مناسب .
3. أقشط الأسلاك بطول 1سم من كل طرف .
4. أربط جهاز قاطع حماية المحرك كما في الشكل (4- 16) .
5. ضع قاطع التسريب الأرضي بوضع (ON).
6. قس قيمه التيار في كلا من فروع الخطوط الفعالة L_1,L_2,L_3 وقارنه بقيمة تيار الخط المتعادل (N) باستخدام جهاز الكلامبميتر .

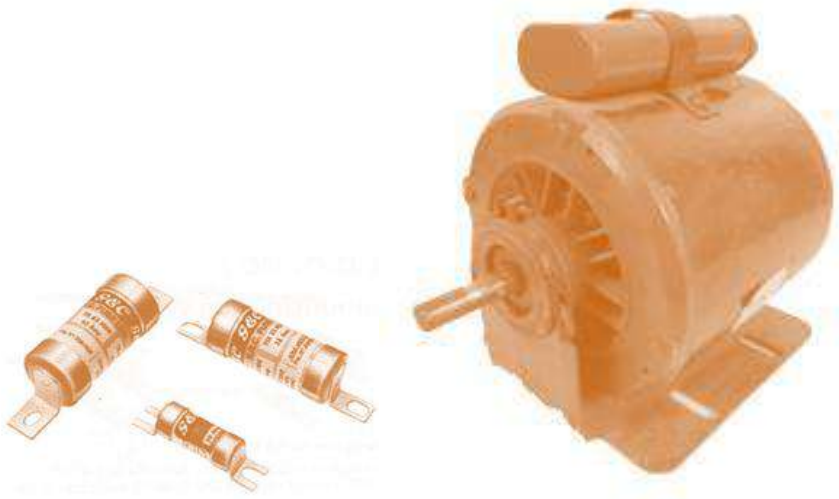


شكل (4-16) دائرة حماية محرك ثلاثي الأطوار باستخدام قاطع التسريب الأرضي

7. أعمل خطأ تسريب أرضى لفحص عمل الجهاز كما في الشكل (4-17).



شكل (4-17) يوضح عمل توصيلة بين الخط الفعال للحمل والأرضي



الفصل الخامس

القابلوات الارضية (Underground Cables)

تمهيد:

أن نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها يتم أما باستخدام خطوط النقل المعلقة أو باستخدام موصلات معزولة ومغلفة و مدفونة تحت الأرض تسمى القابلوات الأرضية. وعادة في المدن والمناطق الكثيفة السكان يفضل عدم استعمال خطوط النقل المعلقة ويفضل استخدام القابلوات الأرضية وكما في الشكل (5- 1).

شكل (5- 1) مجموعة بكرات تلف عليها القابلوات الأرضية المتنوعة

لقد ظل استخدام القابلوات الأرضية لفترة طويلة محصورا في منظومات التوزيع ذات الجهد الواطئ ، إلا أن التطورات الصناعية و التصميمية في هذا المجال أصبح بالإمكان استخدام القابلوات الأرضية في منظومات الجهد العاليمما أتاح فرصة استخدامها في منظومات النقل للخطوط القصيرة والمتوسطة الطول.

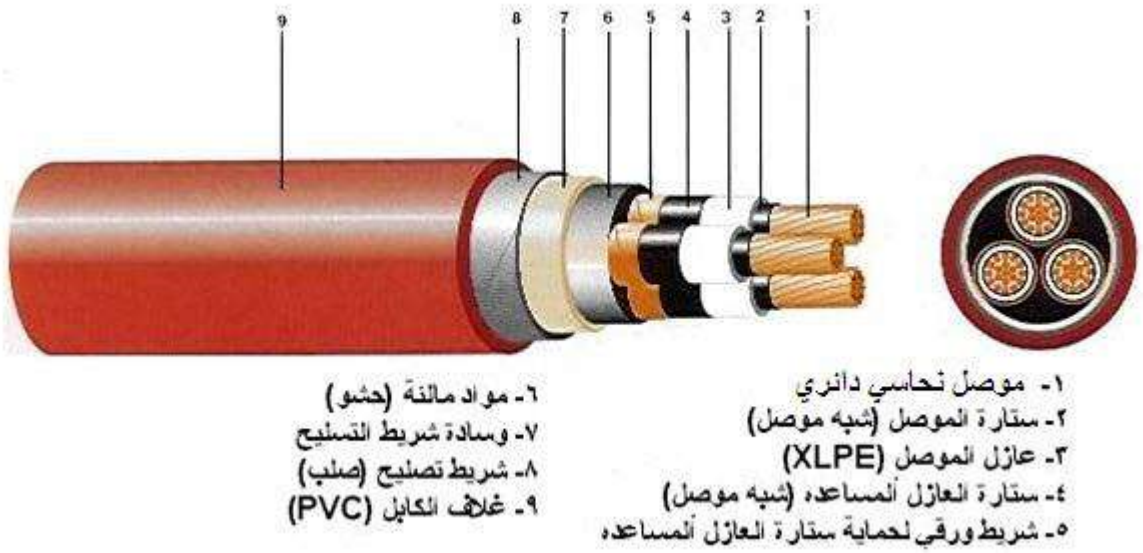
تركيب القابلوات (Construction of Cables):

يتكون القابلو الأرضي بشكل عام من ثلاثة أجزاء رئيسة وهي :

1. الموصل (Conductor).
2. العازل (Insulator) .
3. الغلاف المعدني (Metallic) .

الموصل (Conductor):

أن القابلو الأرضي يحتوي عادة على موصل أو أكثر اعتمادا على نوع الاستخدام . ويسمى الموصل أحيانا بالقلب (core) ووظيفة الموصل هو نقل الطاقة الكهربائية . وتصنع الموصلات في القابلوات عادة من النحاس المطلي بالقصدير(Tinned Copper) أو الألمنيوم وعادة تكون الموصلات من النوع المجدول (Stranded) وذلك لإعطاء القابلو المرونة اللازمة و تحسين أدائه. والشكل (2-5) يمثل قابلو ثلاثي القلب (3 Core Cable)(ض.ع) .



شكل (2-5) تركيب قابلو ضغط عال (ض.ع) نوع عزله (XLPE) مسلح

أن ملائمة الاختيار لحجم القابلو ض .ع لا تعتمد على كمية الحمل المجهزة إنما يتم احتساب حجم القابلو بحيث يتحمل مرور تيار العطب عند حصوله والذي يكون أعلى بكثير من تيار الحمل وعلى هذا الأساس تم احتساب حجم القابلو (11KV) بحيث تكون مساحة مقطعه العرضية (CSA) ($150mm^2$) رغم أن هذا الحجم أقل من الحجم المطلوب لتغذية مدينة والتي يكون تيار العطب فيها محسوب على أساس (Circuit Level Short) للشبكة ويساوي (25MVA) التي يتم احتسابها على أساس المقاومة الكلية (X) التي توفرها معدات التوليد والتوزيع حيث يكون حجم القابلو الملائم لتحمل هذا المستوى هو ($185mm^2$) وتم استعمال قابلو حجم ($150mm^2$) لأسباب اقتصادية ويكون ($400mm^2$) للقابلوات (33KV).

أن المشكلة التي تعاني منها قابلوات الضغط العالي هو وجود مجالات كهرومغناطيسية قوية وكثيفة تحيط بالقابلو الناتج عن ارتفاع الفولتية التي يجب أن ينقلها القابلو وهي الطريقة الوحيدة الملائمة لنقل الطاقة الكهربائية الى مسافات بعيده وبأقل خسارة ممكنه ولمعالجة هذه المشكلة يتم تصنيع القابلو من عدة طبقات تبدأ بالقلب (Core) وهو عبارة عن مجموعة أسلاك مضغوطة يعطي عددها قيمة حجم القابلو المستخدم والشكل الخارجي له أسطواني ناعم تكون طريقة برم طبقات أسلاكه متعاكسة لتقليل تأثير تلك المجالات ولعدم أمكانية تجاهل تأثيرات الحزوز الناتجة من البرم فقد تم تلافي ذلك بوضع طبقة ثانية فوق القلب هي شاشة أو ستارة الموصل (Semiconductor Screen) وهي عبارة عن مادة شبه موصلة سوداء اللون تصب صبا على القلب المصنوع من النحاس أو الألمنيوم وتقوم هذه الطبقة بإلغاء الحزوز الناتجة عن تجميع الأسلاك معا في قلب واحد وسيبدو شكل القلب بعد هذه الطبقة أسطواني ويكون شكل المجالات الخارجة منه منتظمة تحيط به كما موضح في الشكل (5- 2).

العازل (Insulation):

يحاط كل موصل في القابلو بمادة عازلة وبسمك معين ووظيفة العازل هو عزل الموصلات عن بعضها البعض وعزل الموصل عن الأرض ويعتمد سمك العازل على الجهد الذي يعمل به القابلو. أن من أكثر المواد استعمالا كمواد عازلة في القابلوات هو الورق المشبع بالزيت وكذلك المطاط ويمكن تصنيف القابلوات حسب نوع العازل الى :

1. قابلوات XLPE مختصر(Cross Linked Poley Ethelien) مستخدما مادة العازل بولي أثيلين التي تم تطويرها فقد تم معالجتها حراريا بضغوط عالية بحيث تم تكسير وتغيير ترتيب أواصرها ومن هذا أصبحت التسمية (Cross Linked) وأصبحت هذه المادة ذات تحمل لدرجات الحرارة الى حدود (95°C) وذات مرونة أفضل وتستخدم في عزل قابلوات الضغط العالي والواطئ.
2. قابلوات ذات العازل (PVC) مختصر بولي فينول كلورايد وهي مادة بلاستيكية تتحمل درجة حرارة بحدود (75°C) وتستخدم لعزل قابلوات الضغط الواطئ فقط.
3. قابلوات ذات العوازل الورقية المشبعة بالزيت وتستخدم في عزل قابلوات الضغط العالي فقط .
4. القابلوات الدهنية وتستخدم في عزل قابلوات الضغط العالي فقط .

بعد أن تم تنظيم المجالات المغناطيسية الخارجة من القلب بواسطة شاشة الموصل سيمر بعدها هذا المجال من خلال طبقة العازل وسيحصل تشوه جديد بالمجال بسبب اختلاف الوسط الناقل الذي كان عبارة عن مادة معدنية وأصبح مادة عازلة هذا التشوه الحاصل في المجال يؤدي لحصول نقاط فرق جهـــد داخل العازل

يسبب سريان تيارات دوامة داخل العازل ينتج عنها ارتفاع في درجة حرارة العازل التي تقود الى تقليل كفاءة نقل الطاقة ومن ثم انهياره وعطبه ولغرض منع التأثيرات السلبية لتشويه المجال نعود للاستعانة بمادة شبه موصلة والتي يتم صبها على المادة العازلة وتسمى شاشة أو ستارة العازل المساعدة (Insulator Screen)كما موضح في الشكل (5-2).

الغلاف المعدني (Metallic Sheath):

أن الغلاف المعدني الذي يحيط بعازل القابلو يقوم بحماية القابلو من التلف الميكانيكي كما يقوم بمنع تسرب الرطوبة الى العازل ، ويصنع الغلاف من الرصاص أو الألمنيوم.

وتسمى هذه الطبقة بطبقة الأرضي وهي عبارة عن أشرطة نحاسية عدد أثنين بعرض (5)سم تقريبا متراكبة أحداهما على الأخرى بنسبة (50%) والموضحة في الشكل (5-2) لغرض تحقيق مساحه سطحيه قدرها ($25mm^2$) لها القابلية على تحمل تيارات العطب ولهذه الطبقة عدة فوائد.

- تعزيز عمل طبقة شاشة العازل حيث تحسن عملها في تنظيم المجال وتمنع ارتفاع درجة حرارة العازل.
- توفير الحماية الميكانيكية للعازل.
- توفير الحماية للعاملين على أعمال حفر القابلوات خلال عمليات تجهيز وإظهار القابلو في عمليات التصليح حيث تمنع هذه الطبقة سريان التيار الى جسم العامل عند ضرب القابلو عن طريق الخطأ حيث تقوم بامتصاص وتسريب التيار الناتج عن ضرب القابلو خطأ.
- تسريب التيار الناتج عن العطب الى الأرض.

المكونات الإضافية لحماية القابلو:

التغليف الطبقي الواقي(Bedding):

وهي عملية وضع طبقة من الأغطية فوق الغلاف المعدني تتكون من شرائط الخيش والغرض من هذه العملية هو حماية الغلاف المعدني للقابلو من التآكل ومن الصدمات الميكانيكية في حالة تسليح القابلو.

تسليح القابلو (الدرع) (Armouring):

يتم تسليح القابلو عادة فوق طبقة التغليف الواقية لحماية القابلو من التلف الميكانيكي ويتم التسليح أما باستخدام أسلاك فولاذية مغلوقة أو باستعمال طبقتين من الشرائط الفولاذية حيث تلف الطبقة الخارجية بعكس اتجاه لف الطبقة الداخلية لكي تغطى الفواصل الموجودة في الطبقة الداخلية ، وان تسليح القابلوات لا يشمل جميع أنواع القابلوات.

التغليف الخارجي (Serving):

لغرض حماية تسليح القابلو من الأحوال الجوية الرديئة يتم وضع طبقة مادة فايبرية أو الـ (PVC) فوق التسليح وتسمى هذه العملية بالتغليف الخارجي.

يثبت حجم القابلو والجهد الذي يعمل به على شكل كتابه بارزة على غلاف الـ(PVC) وفي معظم الأحيان يتم كتابة طول القابلو على كل متر منه.

المواد المستعملة في صناعة القابلوات:

أولاً- المواد المستعملة في صناعة موصلات القابلوات:

إن من أهم المواد المستعملة في صناعة الموصلات المستخدمة في القابلوات هي :

1. النحاس المنقى : ويسمى أحيانا بالنحاس المكرر كهربائيا وهو من أكثر المواد المستعملة في صناعة موصلات القابلوات بسبب درجة نقاوته العالية حوالي (99.9) % لمنع التفاعلات الكيميائية الناتجة عن وجود الشوائب فيه ولو بكميات ضئيلة أن موصلات النحاس المستعملة في صناعات القابلوات يجب أن تكون من الموصلات المجدولة أعلى مما هي عليه في موصلات خطوط النقل المعلقة وذلك للحصول على المرونة الكافية في القابلو.
2. الألمنيوم : عادة يستخدم الألمنيوم في صناعة موصلات القابلو كبديل عن النحاس باعتبار ان الألمنيوم أقل كثافة وأرخص ثمنا من النحاس غير أن قابلية توصيل الألمنيوم هي حوالي (60) % من قابلية توصيل النحاس مما يستوجب استعمال موصلات الألمنيوم ذات مساحة مقطع أكبر من مساحة مقطع موصلات النحاس عند تساوي كفاءة النقل في الحالتين ، أن موصلات الألمنيوم المستعملة في القابلوات أما أن تكون موصلات صلبة أو مجدولة والموصلات الصلبة أقل كلفة وسهلة الربط ولكنها اقل مرونة من الموصلات المجدولة.

ثانياً- المواد المستعملة في صناعة العوازل المستخدمة في القابلوات :

إن أهم ما يجب توافره في المواد العازلة الداخلة في صناعة القابلوات ما يلي :

1. مقاومة عزل عالية.
2. ذات خواص ميكانيكية جيدة كالتماسك والمرونة.
3. لا تمتص الرطوبة ولا تحتفظ بها.
4. مناعة ضد تأثيرات الحوامض والقواعد لمدى كبير في درجة الحرارة.
5. تكلفة تصنيعها ليست عالية.

أن من أهم المواد المستعملة في صناعة العوازل المستخدمة في القابلوات هي :

1.الورق المشبع بالزيت:

وهو من المواد الأكثر استعمالا في صنع عوازل القابلوات ويصنع هذا الورق من نبات أو من لب الخشب ويكون هذا الورق على هيئة شريط ويجب أن يكون هذا الشريط ذا متانة ميكانيكية عالية ومتجانسة لتلافي حدوث تمزق فيه أثناء لفة على الموصل أو في أثناء ثني القابلو عند النصب. يلف الورق حول الموصل بشكل طبقات متمركزة حيث يتم لف كل طبقة بعكس اتجاه اللف للطبقة التي تليها وبذلك تغطي كل طبقة الفواصل الموجودة في الطبقة التي تحتها.

أن الورق بحد ذاته مادة ليفية ماصة للرطوبة ولذا يتطلب إشباعه بمركب زيتي يجعله أكثر ملائمة للاستعمال كمادة عازلة ولذا يجب أن يكون الورق مساميا الى درجة تسمح بتشبع الورق بالزيت إلى سمك عميق. أن المركب الزيتي الشائع الاستعمال في تشبيع الورق هو الزيت المعدني ويجب أن يكون هذا الزيت خاليا من الحوامض وثابتا كيماوياً. أن للزوجة الزيت تأثيرا في تشبع الورق به فيجب أن تكون لزوجة الزيت واطئة الى درجة كافية تسمح للورق بالتشبع التام ولكن من ناحية أخرى يجب أن تكون درجة اللزوجة بحد معين بحيث تقلل تسرب الزيت من جزء إلى آخر في القابلو أثناء النصب.

2.المطاط :

يعتبر المطاط من المواد الأخرى المهمة في صناعة القابلوات كمواد عازلة ومن أهم أنواع المطاط هو المطاط المكبرت أو المكلفن وبصورة عامة تستعمل القابلوات المعزولة بالمطاط المكبرت في الحالات التي لا تحتاج إلى استخدام قابلوات كبيرة الحجم. ونظرا لأن هذه القابلوات لا تتحمل الصدمات الميكانيكية لذا يجب حمايتها وذلك بوضعها داخل أنابيب. أن الكبريت المستعمل في المطاط المكبرت يؤثر في موصلات القابلو ولذلك يجب حماية الموصل منه ويتم ذلك بطلاء الموصلات النحاسية بالقصدير أولا وبعد ذلك يتم تغطية كل قلب (موصل) بطبقة رقيقة من المطاط النقي ثم تحاط هذه الطبقة من المطاط النقي بطبقة من المطاط المكبرت يتناسب سمكها مع حجم القابلو وجهد الاشتغال ثم تحاط طبقة المطاط المكبرت بشريط قطني لا يمتص الرطوبة. ولزيادة الحماية من الرطوبة يحاط الشريط القطني بضفائر منقعة بمركب خاص.

3. البيتومين المكبرت او المكلفن :

وهو من المواد العازلة الأخرى المستعملة في القابلوات وهو مادة لا تمتص الرطوبة ولذلك استخدمت القابلوات التي تستخدم هذا النوع من العوازل في المناجم. أن البيتومين المكبرت أرخص كثيرا من المطاط المكبرت ألا أن عيبه الأساسي هو أنه يلين في درجات الحرارة التي تزيد عن حوالي (45°C) ويلين كذلك بتأثير المحاليل القاعدية مما قد يؤدي الى أزاحه الموصل عن المركز.

4.البولي - فينيكلورايد (PVC):

وهومن المواد العازلة الجيدة المستعملة في صناعة القابلوات وله مزايا متعددة من ناحية الخواص الكهربائية و الحرارية بالمقارنة مع عوازل الورق المشبع والمطاط المكبرت ومن هذه المزايا :

- لا تمتص الرطوبة ولذلك لا تحتاج النهايات الى الختم أو السداد المحكم.
- يعيق اللهب وله قابلية كبيرة على مقاومة التلف الميكانيكي بالمقارنة مع الورق.
- أن عوازل الـ (PVC) ذو مظهر أكثر جمالية ووزنه أقل من الأنواع الأخرى كما أنه سهل الاستعمال أي قشطه بسهولة.

ألا أن هناك عيباً رئيساً في هذا النوع من العوازل وهي أن أعلى درجة حرارة لاشتعالها هي (70°C) فيما تصل درجة حرارة اشتعال الورق إلى (80°C)، غير أن ذلك ليس ذا أهمية كبيرة في الاستعمالات الصناعية ويمكن معالجة هذه المشكلة باستخدام بعض المثبتات حيث تصل درجة حرارة الاشتعال الى (85°C) دون أن يكون أي تأثير للحمل الزائد.

تصنيف القابلوات (Classification of Cables):

بشكل عام أن القابلوات الأرضية تصمم بحيث تكون أحادية القلب (Single Core Cable)كما في الشكل (5 -3) أو تكون ثلاثية القلب كما في الشكل (5- 4) وذلك استناداً إلى طريقة استخدام القابلو.

شكل (5- 3) يوضح قابلو ض.ع أرضي ثلاثي الاطوار

شكل (5-4) يوضح قابلو ض.ع أحادي الطور

تصنيف قابلوات القدرة حسب قيمة الجهد الذي تعمل به القابلو إلى الأنواع التالية:

- قابلوات الجهد الواطئ(L.T) Low Tension Cables :

صممت هذه القابلوات لتعمل بجهود واطئة تصل لغاية (1KV) وقد تكون (0.6KV) وهي غالباً ما تكون قابلوات أحادية القلب بسيطة التركيب خالية من التسليح وأحيانا قد تكون قابلوات ثلاثية القلب.

- قابلوات الجهد العالي (H.T) High Tension Cables:

وهي قابلوت مصممة للعمل بجهود من (11KV) ولغاية (66KV) وهي قابلوات ثلاثية القلب مصممة للعمل في منظومات القدرة ثلاثية الأطوار وتصمم بشكل جيد لكي تستطيع تحمل هذه الجهود العالية.

- قابلوات الجهد الفائق (E.H.T) Extra High Tension Cables:

وهي قابلوات مصممة للعمل بجهد أكثر من (66KV) وغالبا ما تكون من القابلوات المكيفة للضغط حيث يتم الحفاظ على قيمة الضغط الداخلي على العازل وذلك أما بواسطة الغاز في القابلوات الغاز المضغوط أو بواسطة الزيت في القابلوات المليئة بالزيت.

أنواع القابلوات الثلاثية القلب (3 Core Cables):من الممكن تصنيف القابلوات الثلاثية القلب الى ثلاثة أنواع وهي :

قابلوات النوع الصلب (Solid Type Cables):

في هذا النوع وبعد عزل الموصلات بالورق يتم لفها على أسطوانات كبيرة ثم تجفف وتشبع بالزيت ككتلة واحدة . وفي هذا النوع لا يوجد أي تحكم في الضغط الداخلي على المادة العازلة وقد يهبط الضغط في الفجوات إلى أقل من الضغط الجوي مما قد يسبب انهيار العازل في حاله تعرضه لأجهادات عالية لذلك يندراستخدام هذا النوع من القابلوات للجهود التي تزيد عن (33KV).

القابلوات المليئة بالزيت (Oil Filled Cables):

لغرض منع تكون الفجوات داخل القابلو والتي قد تؤدي الى انهيار القابلو يستخدم الزيت منخفض درجة اللزوجة لمنع تكون هذه الفجوات وزيادة في موثوقية عمل القابلو .

أما مساوئ القابلوات المليئة بالزيت هي الكلفة العالية والتعقيد في التركيب .

القابلوات المكيفة للضغط (Pressurized Cables):

هناك ثلاثة انواع من هذه القابلوات هي :

1. القابلوات المليئة بالغاز (Gas Filled Cables) :

في هذا النوع من القابلوات يتم تشبيع العازل الورقي بهلام قبل لفة على الموصلات وتملأ الفراغات بغاز النتروجين تحت ضغط (1380) كيلونيوتن /م^2 . أن هذا النوع من القابلوت صالح جداً للاستعمال تحت الماء .

2.قابلوات الضغط المشبعة (Impregnated Pressure Cables):

أن هذه القابلوات نادرة الاستعمال وحسب الطلب،يتم تشبيع هذه القابلوات بزيت منخفض اللزوجة وتوضع أنابيب من الرصاص في الفراغات بين القلوب يمر من خلالها غاز النتروجين تحت ضغط مقداره (1380) كيلو نيوتن/م^2 .

3.قابلوات الانضغاط (Compression Cables):

هذا النوع من القابلوات يستخدم للجهود العالية أي أن استعمالها محدود أيضاً . وفي هذا النوع من القابلوات يعرض العازل إلى ضغط غازي مقداره (1380) كيلونيوتن /م^2 يشغل خلال غلاف غشائي رقيق لمنع تكون الفجوات.

تمرين (17)

اسم التمرين : كيفية تثبيت ترمينل (Terminals) لنهايات قابلو جهد واطئ بواسطة قارصة الترمينل بعد قشطه وأجراء عملية اللحام بواسطة كاوية اللحام والقصدير لأحكام الربط

أن تثبيت نهايات القابلو بدون ترامل يؤدى إلى ضعف في التوصيل وزيادة درجة الحرارة في نقاط التوصيل مما يؤدي إلى حصول شراره وبالتالي قطع الدائرة الكهربائية وأحيانا نشوء حريق بسبب تلف العازل أو قربه من مواد قابلة للاحتراق.

مكان التنفيذ: ورشة الكهرباء.

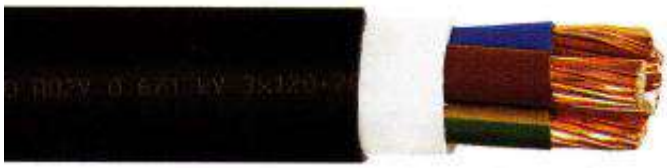
الزمن اللازم :5 حصص .

الأهداف التعليمية : يجب أن يكون الطالب قادرا على معرفة قشط القابلوات وكيفية تثبيت الترمينل في نهاية القابلو باستعمال القارصة المناسبة وكيفية عملية ربط قابلوات الجهد الواطئ.

التسهيلات التعليمية: قابلوات معزولة بطول (20 سم أو50 سم) بحجم (10) ملم^2 و(16) ملم^2 و (35) ملم^2، قارصة، قاشطة قابلوات، ترامل متنوعة وحسب القابلوات المتاحة، قارصة ترامل هيدروليكية (Quick Hydraulic pliers).

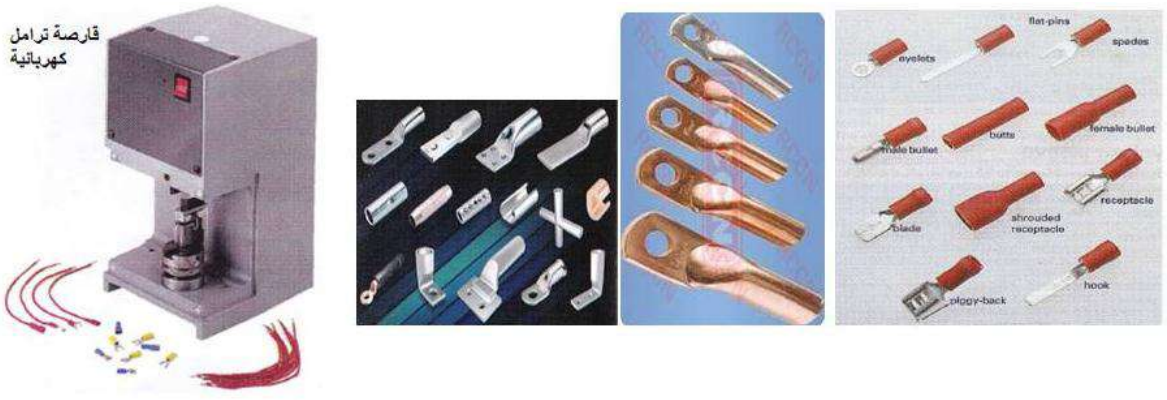
خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية:

1. أرتد بدلة العمل المناسبة لجسمك.
2. أقشط أحد طرفي القابلو لمسافة (10) سم.



شكل (5- 5) يمثل قابلوأجريت عليه عملية القشط

3. أدخل نهاية القابلو النحاسي المقشوط في تجويف الترمينل (Terminal) الموضحة في الشكـــل (5-6) والملائم لحجم القابلو.



شكل (5-6) يمثل مجموعة من الترمينل المختلفة والمستخدمة مع قابلوات الضغط الواطئ

4. أستعمل القارصة الهيدروليكية المناسبة لحجم القابلو المقشوط والموضحة في الشكل (5-7).

شكل (5- 7) القارصة الهيدروليكية بأحجام فك مختلفة من(10mm) والى (120mm)

5.أقرص الترمينل لتثبيت نهايات القابلو بوساطة القارصة.

6.أستعمل كاوية اللحام لسد الفراغات الحاصلة عند قرص أسلاك القابلو مع الترمينل.

تمرين (18)

اسم التمرين: عمل توصيلة جوين(Join) بين قطعتي قابلو جهد عالي باستخدام مرابط نوع (c/Copper) وقارصة مع كاوية اللحام أو بطريقة الصب ثم قياس مقاومة العزل للقابلو بوساطة جهازقياس العازلية(الميكر) (Insulation Resistance Tester)

تعرفنا على وظيفة الكابلات الأرضية سابقا في نقل الطاقة بطريقة سليمة من المصدر إلى الأجهزة المستخدمة في المدن والمناطق المزدحمة بالسكان ، حيث يصعب مد الخطوط الهوائية. ولخفض التكاليف وخفض قيمة هبوط الجهد تستخدم الكابلات الأرضية ثلاثية القلب أما القابلو أحادي القلب فهو أكثر مرونة وأسهل في التركيب والتوصيل إلا أن القابلوات ثلاثية الطور (3-Core) أفضل من قابلوات ذات الطور الواحد (1-Core) وذلك للأسباب الآتية :

- تم تجاوز مشكلة الحث الكهرومغناطيسي الحاصلة في قابلوات الطور الواحد والمسببة لتيارات دوامه في طبقة التأريض وبالتالي عطب القابلو باستخدام قابلو ثلاثي الأطوار ولأنها مبرومة على نفسها يؤدي هذا

إلى إلغاء تأثير المجالات وتكون المحصلة الذاتية له صفر أي عدم وجود تيارات حثيه في طبقة تأريض القابلو.

- من غير العملي تسليح القابلوات ذات الطور الواحد بسبب وجود التيارات الدوامة التي تسري في طبقات التسليح والناتجة عن تأثير المجالات التي تؤدي الى ارتفاع درجة حرارة العازل وانهياره أو تقليل كفاءة نقل التيار في القابلوالى حوالي 85% من القابلية التصميمية ،أما في قابلوات ثلاثية الطور فلا مشكله في تسليحه.

وأحيانا نحتاج إلى ربط موصلين أو أكثر وعليه يجب أن يكون الربط محكما جدا لأن الجهد عالي لتلافى العواقب الوخيمة في حالة ضعف التوصيل .

طريقة فحص القابلو:

بسبب وجود طبقة التأريض كغلاف وهو من المعدن مثل النحاس وتحته عازل ومن ثم القلب من المعدن أيضا مثل النحاس أصبح القابلو يمثل متسعة وبالاستفادة من هذه الخاصية لشكل القابلو تتم معرفة صلاحية القابلو لحمل مستوى الفولتية المصمم عليها حيث يتم شحن القابلو (المتسعة) بفولتية تساوي أربعة أضعاف الفولتية الطورية التي يعمل بها القابلو وكما يلي :

أن كان القابلو يعمل بجهد (11KV) سيكون مقدار فولتية الشحن تساوي أربعة أضعاف فولتية الطور بين قلب القابلو وطبقة الأرضي (V_{ph}) كما يلي:

فولتية الشحن 4 x 11= 44KV

أما فولتية الشحن المطلوبة لفحص قابلو يعمل بجهد (33KV) فهي تساوي:

فولتية الشحن 4 x 33= 132KV

فأن لم يحدث تفريغ للفولتية التي تم شحن القابلو بها وبقي مؤشر الفولتية ثابتا عند القيمة التي تم تحديدها حسب قانون فولتية الشحن ولم تصبح صفرا فهذا يعني أن القابلو صالح للعمل أما أذا تحرك مؤشر الفولتية من قيمة فولتية الشحن الى الصفر فهذا يعني أن القابلو معطوب.

وهنا تأتي أهمية توصيل قطعتي القابلو المعطوب.

تحديد مكان العطب :

بعد الكشف عن عطب القابلو الأرضي باستخدام جهاز الميكر يتم العمل على معرفة مكانه فمن غير المعقول حفر طول مسار القابلو عند حدوث العطب ، لذا يتم الاستعانة بطبقة الأرضي حيث تسلط نصف موجة جيبية بين طبقتي الأرضي والقلب القابلو وعند اصطدام هذه الموجة بمكان العطب سترتد إلى نقطة بداية القابلو التي يعمل عليها الفاحص وستكون نصف موجة مرتدة سالبة يظهر شكل الموجة على جهاز الراسم الكهربائي (الأوسيلوسكوب) الموجود في سيارة الفحص وباحتساب المسافة بين الموجتين على شاشة الجهاز تتم معرفة مسافة عطب القابلو وكما موضح شكل الموجتين المستلمة في الشكل (5- 8).

شكل(5-8) الموجة المستلمة والظاهرة على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب لتحديد مكان عطب القابلو

مكان التنفيذ: خارج ورشة الكهرباء.

الزمن اللازم : 5 حصص .

الأهداف التعليمية:

على الطالب أن يكون قادرا على معرفة توصيل وربط قطعتي القابلو للجهد العالي باستخدام المرابط وكاوية اللحام أو بطريقة الصب ثم قياس عزل القابلو باستخدام جهاز الميكر.

التسهيلات التعليمية: قاشطة كيبلات، قفايص ربط، قارصة هيدروليكية وعدد من قطع قابلو للجهد العالي بطول مناسب ، كاوية ومادة اللحام ، جهاز قياس مقاومة العزل ، شكل (5-9).

شكل (5 -9) جهاز قياس العزل الميكر (Insulation Resistance Tester)

خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية:

1. أقشط نهايات القابلوات بالطول مناسب.
2. عدل أسلاك القابلو.
3. أستعمل قفايص الربط من نوع (Cee-Connector) مدخلا نهايتي القابلوين المقشوطين داخله مستخدما القارصة الهيدروليكية لقرص النهايتين ومن ثم لحمها باستخدام كاوية اللحام قدرة (200W) لملء الفراغات وتثبيتهما أكثر كما في الشكلين (5- 10) و (5-11).

شكل (5- 10) قفيص من نوع (cee connector) للربط بين قابلوين

شكل (5-11) قارصة يدوية مستخدمة في قرص الترمينل والكونكترات

4.أقشط قابلوين ثلاثي الطور ضغط عالي من نهايتيهما لمسافة (10cm).

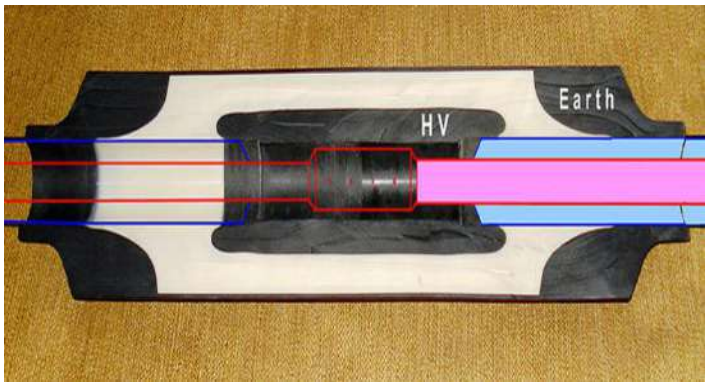
5. ضع نهايتي القابلوين المقشوطين داخل قالب الصب الموضح في الشكل (5- 12) .

شكل(5-12) يوضح قالب صب

6.أستعمل عجينة خاصة توضع على نهايات القوالب لسد ثغراتها.

7.أخلط المواد التابعة للصب خلط جيد.

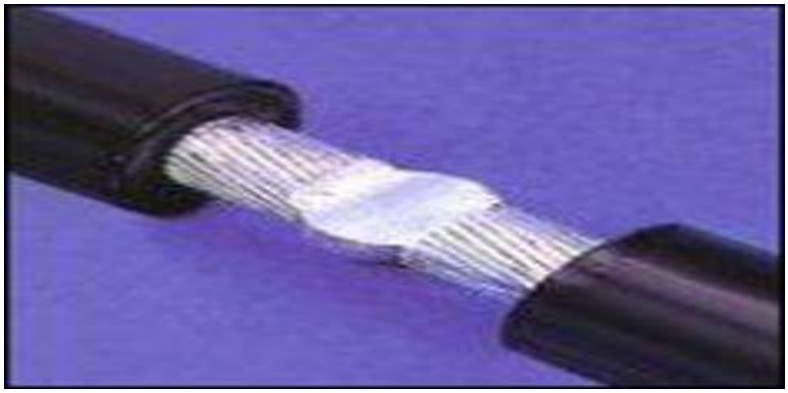
8.صب المادة المخلوطة بشكل بطيء لتفادى حدوث فقاعات هوائية في الداخل ، كما في شكل (5- 13).



شكل (5-13) يوضح المادة المخلوطة بعد أكمال صبها لتدفن مع قابلو الضغط العالي في الأرض

9. برد المادة المخلوطة نتيجة ارتفاع درجة حرارتها.

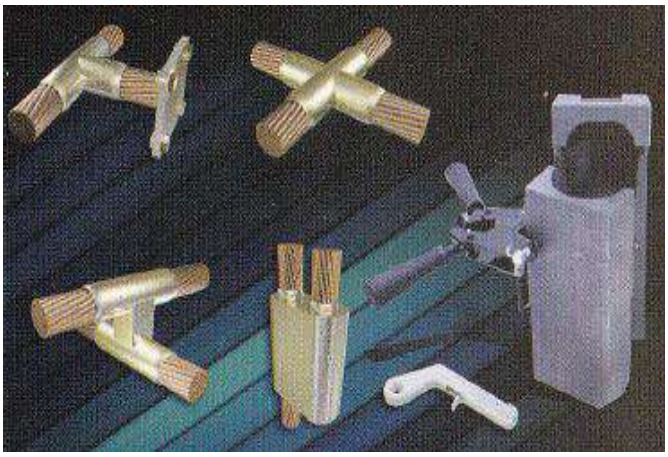
10.أرفع القوالب بعد صلابة الصب ستحصل على شكل للصب موضح في شكل (5- 14).



شكل (5-14) يوضح ربط سلكي قابلو بطريقة الصب

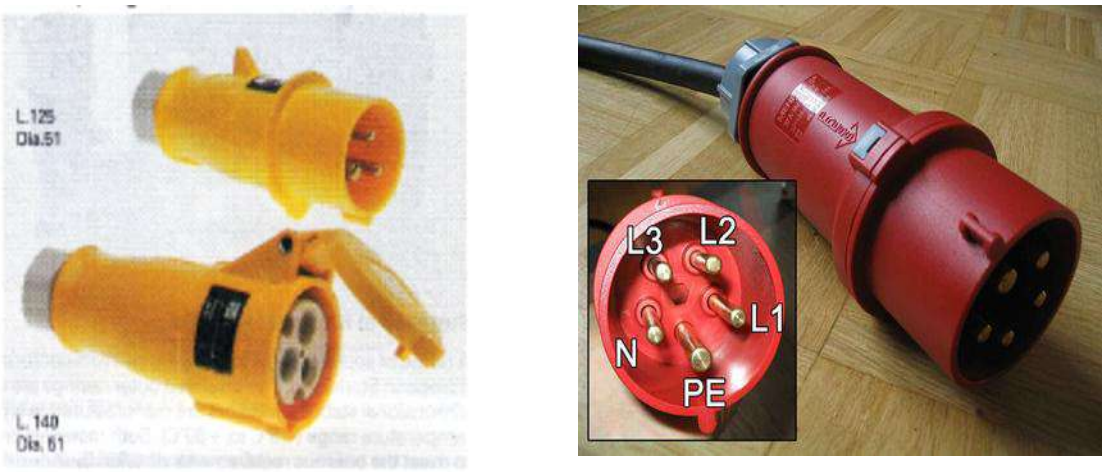
11. أعزل كل سلكين مربوطين بطريقة الصب باستخدام الورق المشبع بالزيت .
12. قس درجة العزل بين كل خطين باستعمال جهاز قياس العزل (الميكر).
13. أدفن القابلو داخل الأرض بعد عزلة بالورق المشبع وبأغلفة من الشرائط اللاصقة.
14. اعد الادوات والعدد المستعملة الى مكانها المخصص منظفا مكان العمل.

وفي الطريقة الحديثة نستعمل قطع ربط خاصة تسمى (CEE 600A Dead Break Tee Connector) وتوجد أشكال عديدة منها والموضحة في الشكل (5-15) .



شكل (5- 15) يوضح عدة أنواع من قطع الربط (Dead Break Tee Connectors)

أما فيش توصيل قابلوات الجهد الواطئ المسماة سوكت من النوع الصناعي كما في شكل (5-16) تستعمل في توصيل الآلات والأجهزة بمصدر التغذية الثلاثي الأطوار.



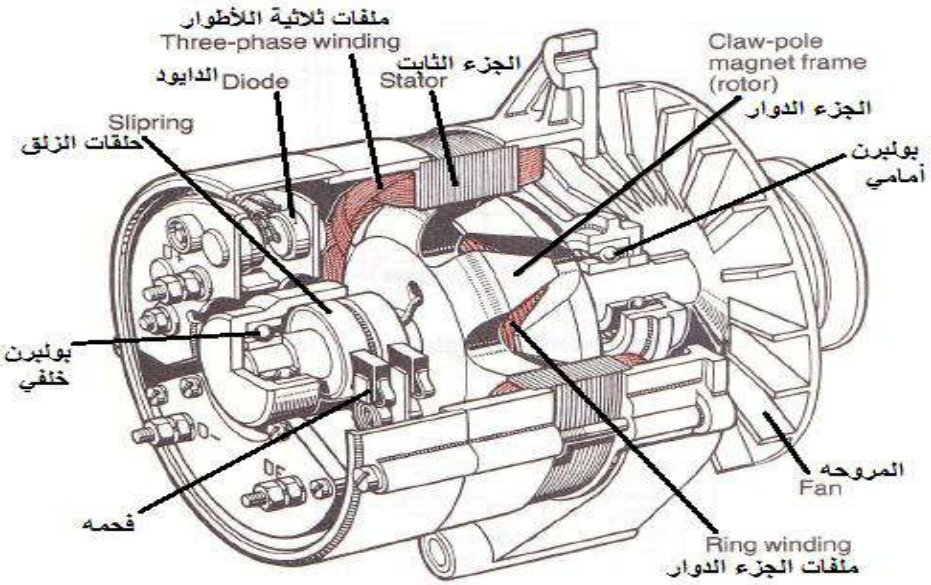
شكل (5-16) فيش ثلاثية الطور (Sockets3ϕ) ذات ثلاثة أقطاب (3-Pole) وأربعة أقطاب (4-Pole)

الفصل السادس
المولدات والمحركات الكهربائية

تمرين (19)

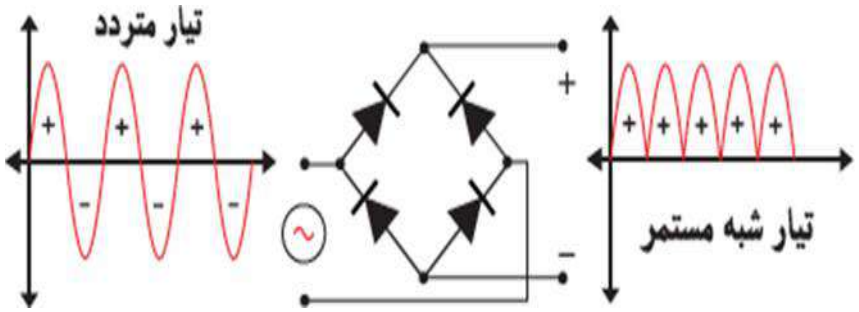
اسم التمرين: فتح وفحص وتشغيل مولد السيارة (الداينمو) وتشخيص الأعطال الشائعة التي يمكن أن تحدث فيه

يعتبر مولد السيارة (الداينمو) المغذي الرئيس للأجهزة الكهربائية الموجودة في السيارة مثل بادئ الحركة (السلف) ومصابيح الإنارة والراديو وجهاز التدفئة والتبريد وشحن البطارية وغيرها بعد تشغيل السيارة ودوران المحرك.



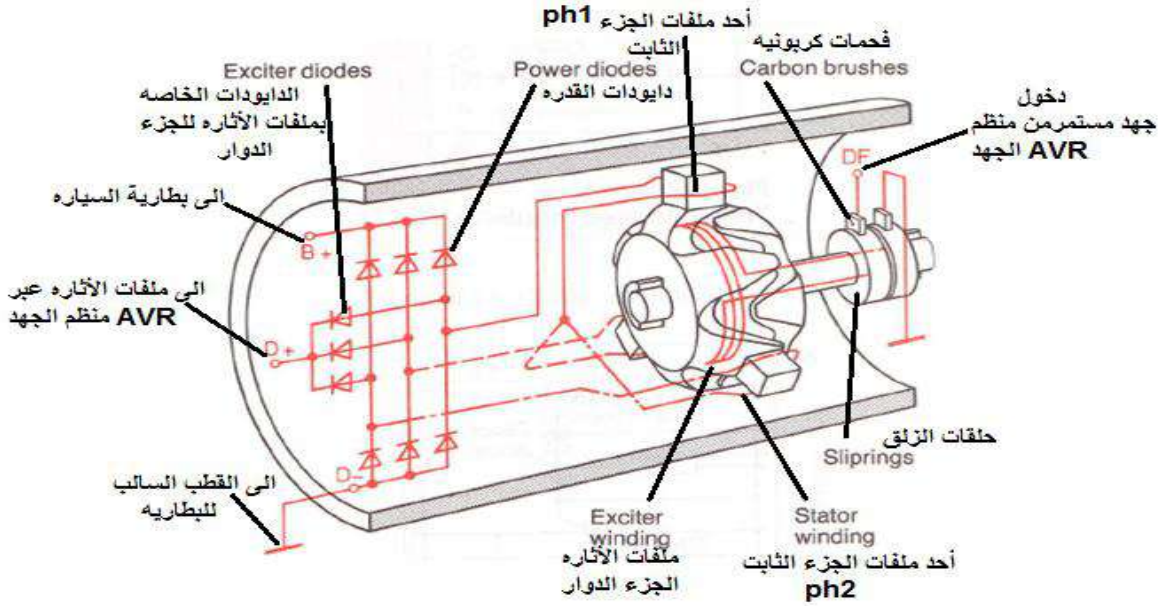
شكل (6– 1) يوضح أجزاء داينمو السيارة

من الجدير بالذكرأن الداينمو يعمل على توليد تيار متناوب (تيار متردد) يتم تحويله الى تيار مستمر باستعمال دائرة مبدل الكتروني يحتوي على أربعة دايودات مربوطة بشكل قنطرة كما في الشكل (6- 2).



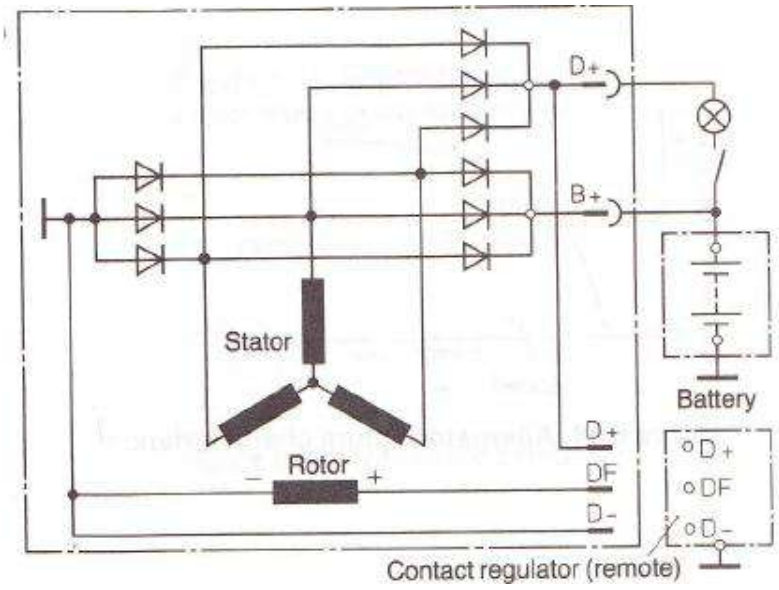
شكل (6 - 2) يمثل دائرة مبدل الكتروني لداينمو السيارات القديمة

في السيارات الحديثة يتم تصميم الداينمو بثلاثة أطوار كما في الشكل (6 - 1) لذا يتم تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر باستعمال دائرة مبدل الالكتروني تحتوي على ستة دايودات القدرة (Power Diode) كما في الشكل (6 -3) .



شكل (6 -3) مخطط ربط ملفات الداينمو مع المبدل الالكتروني الذي يستخدم في السيارات الحديثة

أما مخطط الدائرة الكهربائية لدائرة شحن بطارية السيارة فهي موضحة في الشكل (6 -4) .



شكل (6- 4) مخطط الدائرة الكهربائية لدائرة شحن البطارية

مكان تنفيذ التمرين : ورشة الكهرباء.

الزمن اللازم : 6 حصص .

الأهداف التعليمية :

يكون الطالب قادرا على فتح وتركيب وتشغيل الداينمو مع تشخيص الأعطال الشائعة و معالجتها وكيف يتم توليد التيار الكهربائي في الداينمو وتحويله من تيار متناوب إلى تيار مستمر.

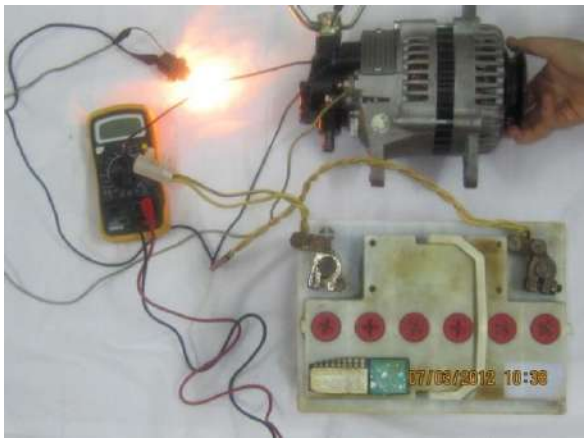
التسهيلات التعليمية:

بدلة عمل مناسبة لقياس الطالب ، مولد سيارة (داينمو)، مجموعة من المفكات والمفلات (سبانة) الملائمة لفتح الداينمو وبقياسات مناسبة لذلك ، بطارية (12V) ، مصباح كهربائي (12V) مع ماسكة، جهاز قياس متعدد (أفوميتر) ، ملزمة ، كما موضح في الشكل (6 -5).

شكل (6- 5) بعض المواد والعدد المستخدمة في التمرين

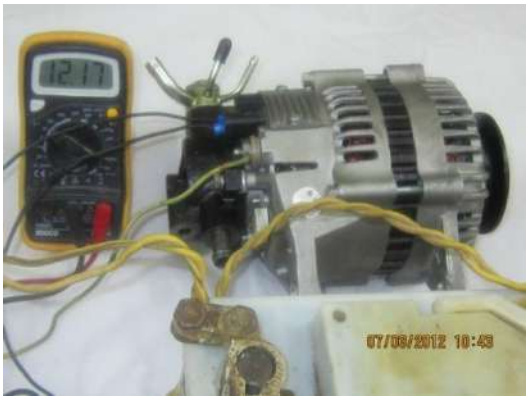
خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية:

1. أرتدِ بدلة العمل المناسبة للجسم.
2. أفحص الداينمو قبل تفكيكه على أن توصل قطب الداينمو (+B)الى المصباح الكهربائي والقطب (DF) الى موجب البطارية وهيكل الداينمو الى سالب البطارية وقم بتدوير بولي الداينمو ولاحظ أضاءة المصباح كما في شكل (6 - 6).



شكل (6- 6) يوضح طريقة فحص داينمو لسيارة حديثة

3.أفحص مقدار الجهد المتردد بين نهاية كل ملف والقطب السالب باستخدام جهاز (الفولتميتر) وبالرجوع إلى المخطط في الشكل (4-6) سنقرأ جهدا تقريبا مقداره (12V) كما في الشكل (6- 7).

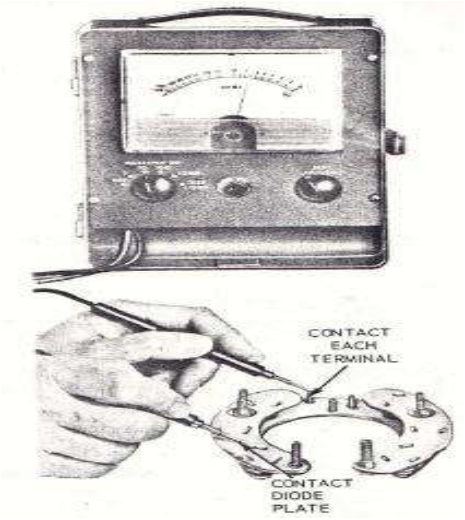


شكل (6- 7) فحص قيمة الجهد المتردد قبل توحيده لكل من الملفات الثلاثة

4.أعد عملية الفحص في الخطوة (2) بقياس فرق الجهد بين كل طورين باستخدام الأفوميتر ستحصل على جهد مقداره يساوي تقريبا (24V).

5. فكك الداينمو باستخدام المفكات المناسبة.

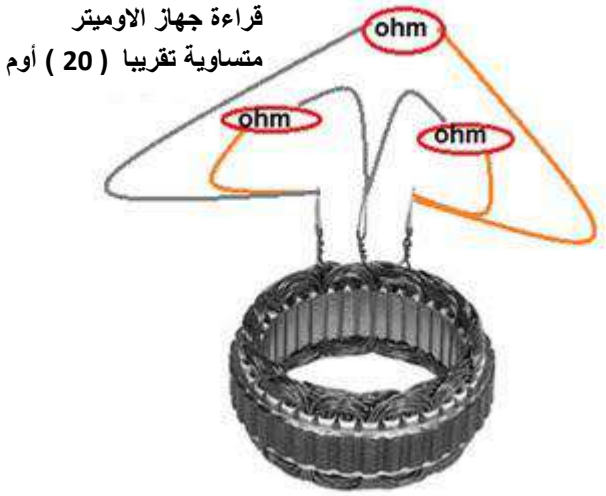
6.أفحص دائرة المبدل الالكتروني (الدايودات الستة) باستعمال جهاز (الأوميتر) والموجودة في قرصين معزولين خلف الجزء الثابت ونقاط التوصيل كما في شكل (8 -6).



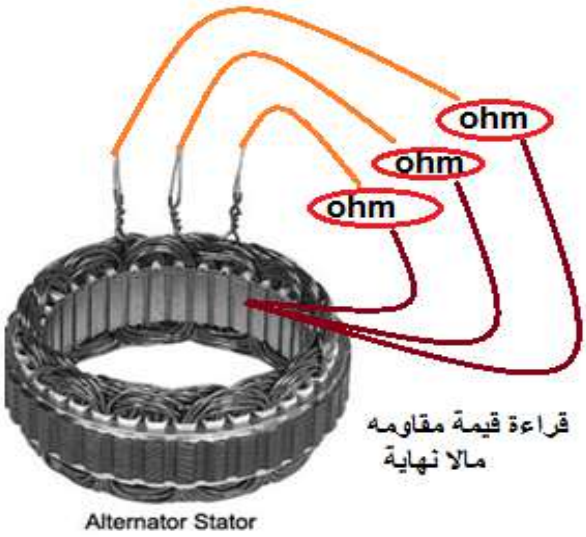
شكل (6 - 8) يوضح كيفية فحص دايودات الداينمو باستخدام جهاز(الأوميتر)

7.أفحص صلاحية الملفات الثلاثة للجزء الثابت باستعمال الأوميترعلى أن تعطي قراءة مقاومة قليلة بين أي طرفين من الأطراف الثلاثة دليل الاتزان وعكس ذلك فالملفات معطوبة كما في شكل (6-9) ولفحص عدم

وجود تسريب بينها وبين الجسم نقرأ قيمة مقاومة مالا نهاية بين كل طرف من أطراف الملفات الثلاثة والجسم كما في الشكل (6- 10) .



شكل (6- 9) يوضح طريقة فحص صلاحية الملفات



شكل (6- 10) يوضح طريقة فحص عدم وجود تسريب بين ملفات الداينمو

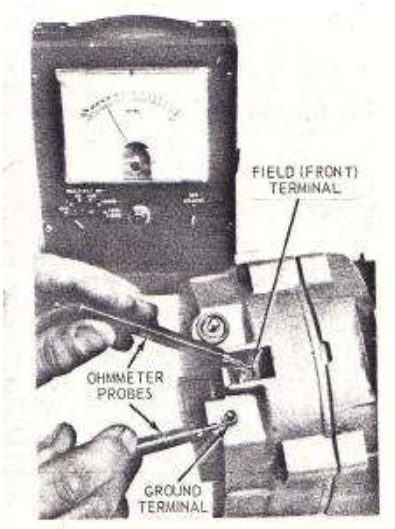
8.أفحص قيمة المقاومة بين كل حلقة أنزلاقية للمنتج (Armature) وجسم المنتج التي يجب أن تكون قيمتها تساوي مالا نهاية كما في الشكل (6- 11) ، ثم قم بقياس قيمة المقاومة بين حلقتي الانزلاق التي يجب أن تكون قيمتها قليلة نسبيا وخلافا لذلك فهذا يعني أن المنتج معطوب ، كما في الشكل (6 -12).

شكل (6- 11) يوضح طريقة فحص عدم وجود تسريب في المنتج

شكل (6- 12) يوضح فحص صلاحية ملفات المنتج

9.أفحص الفرش الكاربونية بقياس طولها وتأكد من ملامسة تلك الفرش للحلقات الانزلاقية الخاصة بالمنتج.

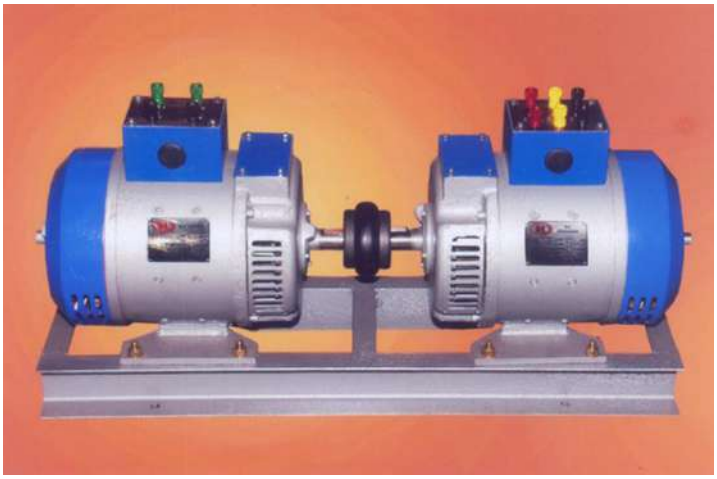
10.أفحص دائرة منظم وقاطع الدورة (Cut Off) الموجود في الجزء الثابت للداينمو المسؤول عن تنظيم جهد الشحن للتأكد من صلاحية عمله باستخدام جهاز (الأوفوميتر) وعلى وضع (أوميتر) ومقارنة القراءة مع آخر صالح للعمل كما في الشكل (6-13) .



شكل (6- 13) يوضح طريقة فحص منظم الشحن الداخلي للداينمو

11.أعد تجميع أجزاء الداينمو كاملة ثم دورها بربطها ميكانيكيا مع محرك كهربائي على أن لا تزيد سرعته عن (3000) دورة / دقيقة معيدا الخطوة رقم (1) كما في الشكل (14- 6) .

12. اعد الادوات والعدد المستعملة الى مكانها المخصص منظفا مكان العمل.



شكل (6 - 14) يوضح طريقة فحص الداينمو بعد تجميعه

تمرين (20)

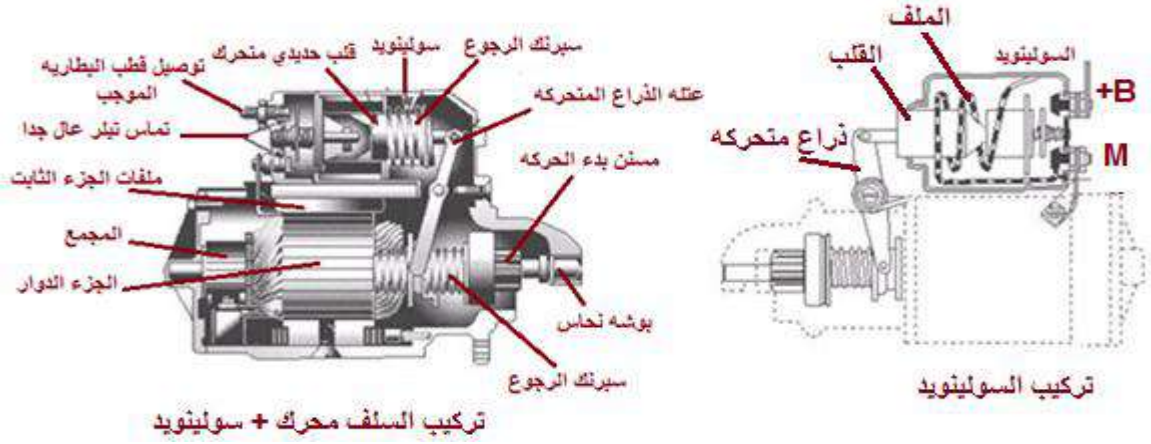
اسم التمرين : فتح وتشغيل محرك التوالي (السلف) وفحصه و تشخيص الأعطال الشائعة التي يمكن أن تحدث فيه

يعتبر بادئ تشغيل السيارة (السلف) من محركات التيار المستمر نوع التوالي والذي يعمل على جهد (12V) أو (24V) فولت ويمتاز هذا المحرك بعزم دوران ابتدائي عالي جداً لكي يتمكن من تدوير محرك السيارة في بداية التشغيل والشكل (6- 15) يبين شكل السلف .

شكل (6- 15) يوضح شكل بادئ تشغيل محرك السيارة (السلف)

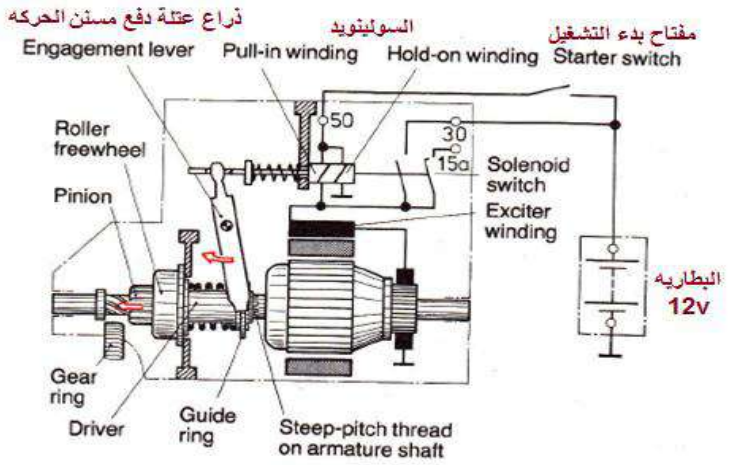
تركيبه الداخلي :

يركب مسنن متحرك ذو نابض رجوع داخل محور المحرك (السلف) والذي يمكن التحكم بخروجه بواسطة ملف كهربائي يسمى (سولينويد) والذي يعرف بال (الأوتوماتك) بواسطة ذراع متحركة ورجوعه بواسطة نابض الإرجاع عند انقطاع التيار الكهربائي عن السولينويد ليعود إلى حالة ما قبل التشغيل يركب السولينويد فوق السلف ويغذى بجهد (12V) من مفتاح تشغيل السيارة بصوره وقتية وله وظيفة أخرى هي توصيل التيار الكهربائي العالي القيمة إلى السلف من خلال تماس خلف السولينويد (M ، B+) والشكل (6-16) يبين أجزاء السلف .



شكل (6- 16) يوضح تركيب السلف و السولينويد التابع له

أما الدائرة الكهربائية الكاملة للسلف فموضحة في الشكل (6- 17) .



شكل (6– 17) الدائرة الكهربائية لاشتغال السلف

الأهداف التعليمية :

على الطالب أن يكون قادرا على فتح وصيانة السلف (بادئ تشغيل السيارة) وتحديد أعطاله ومعالجتها.

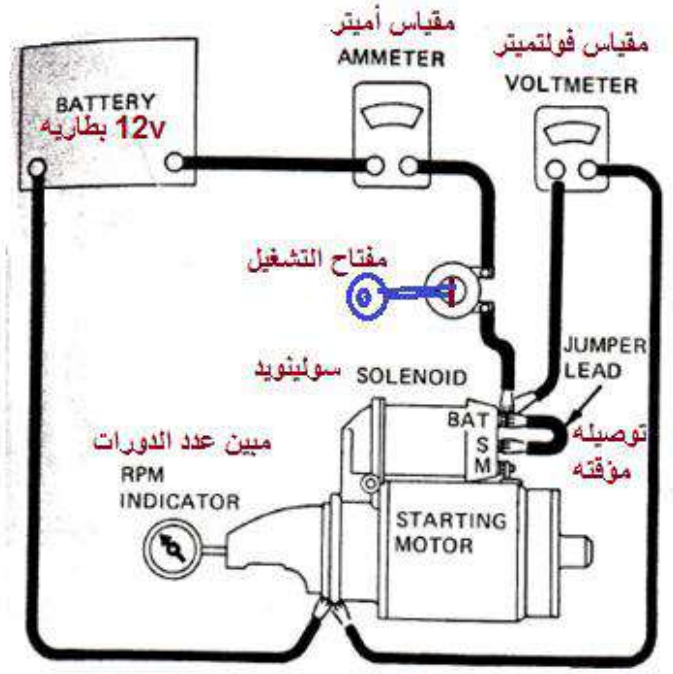
مكان التنفيذ : ورشة الكهرباء .

الزمن اللازم :6 حصص .

التسهيلات التعليمية : مجموعة من المفكات و المفلات ذات قياسات متعددة ومناسبة ، دهن ، ورق تنعيم ، بطارية (12V) (سائلة) ، ملزمة ، سلف سيارة ،أسلاك توصيل حجم (70) ملم^2 نوع فلكس طول (3) متر وأخرى حجم (2.5) ملم^2 طول (6) متر، مفتاح بوش (10A)، جهاز قياس الافوميتر ، جهاز قياس تيار مستمر.

خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية :

1.أفحص المحرك كهربائيا قبل تفكيكه بتوصيل الدائرة حسب المخطط وتشغيله كما في شكل (6 - 18).



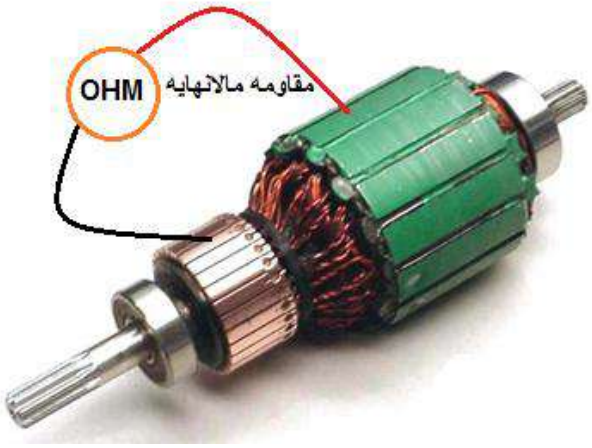
شكل (6- 18) الدائرة الكهربائية لتشغيل السلف

2. قم بتفكيك السلف باستعمال المفلات والمفكات المناسبة كما في الشكل (6-19).

شكل (6-19) يوضح أجزاء سلف السيارة

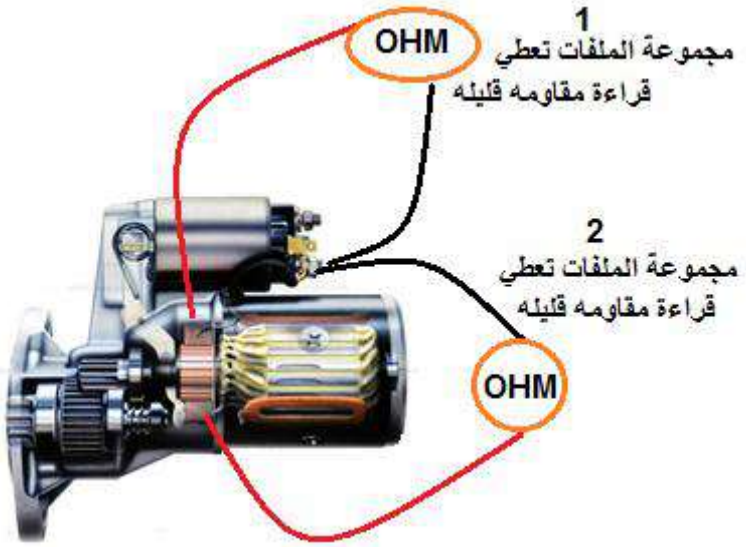
3.أفحص صلاحية ملفات الجزء الدوار باستخدام جهاز الأوفوميتر على أن تقيس الملفات السليمة قيمة مقاومة قليلة عند الفحص بين نهايات الملفات كما في شكل (6- 20) وقيمة مقاومة مالا نهاية بينها وبين الجسم كما في الشكل (6- 21) ،أما التالفة فهي أما أن تكون قصر(قد يدور السلف لكننا نلاحظ حصول شرر بين الفرش الكاربونية وحلقات الانزلاق) أو فصل أو فيها تسريب مع جسم الجزء الدوار كما نلاحظ مدى صلاحية الفرش الكاربونية والبوش أو البولبرن.

شكل (6- 20) يوضح فحص صلاحية ملفات الجزء الدوار بوساطة جهاز القياس الأوميتر

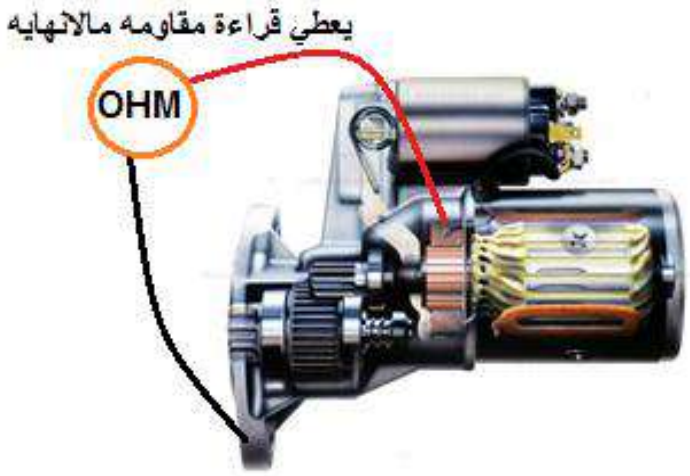


شكل (6 - 21) يوضح فحص عدم وجود تسريب بين ملفات الجزء الدوار وجسمه بوساطة الأوميتر

4.أفحص صلاحية ملفات الجزء الثابت إن كانت سليمة أو تالفة فيها (قصرأوفصل أو تسريب) باستخدام جهاز الأوفوميتر بعد رفع الفرش الكاربونية وإبعادها من مكانها، كما في الشكل (6 - 22) و(6-23).



شكل (6- 22) يوضح فحص صلاحية ملفات الجزء الثابت بوساطة الأوميتر



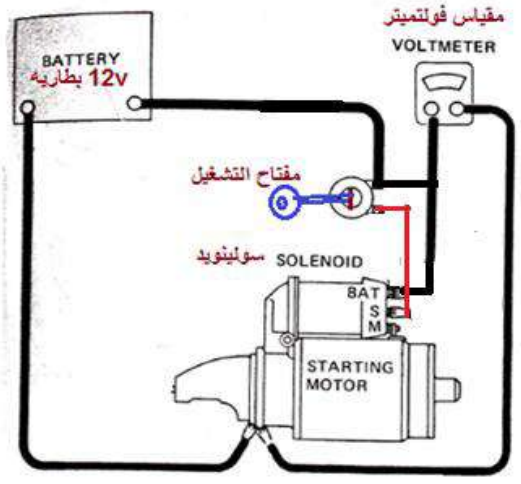
شكل (6- 23) يوضح فحص عدم وجود تسريب بين ملفات الجزء الثابت وجسم السلف

ملاحظة:

يمكن التأكد من عدم وجود قصر جزئي لملفات الجزء الثابت والدوار بواسطة مقارنة قيم قراءة مقاومتها مع ملفات سليمة من نفس النوع أو بتمرير تيار فيها وملاحظة شدة التمغنط وأحيانا تعطي حاسة الشم دليل تلف جزئي أو كلي للملفات أيا كانت بسبب تلف الورنيش وعازل الملفات وحصول التماس.

5.أفحص الأوتوماتيك كهربائيا وميكانيكيا بتوصيل دائرة السلف كما في شكل (6-24).

6. اعد الادوات والعدد المستعملة الى مكانها المخصص منظفا مكان العمل.



شكل (6-24) يوضح توصيل دائرة السلف لفحص صلاحية الأوتوماتيك كهربائيا

تمرين (21)

اسم التمرين : تفكيك وتركيب وتشغيل محرك حثي أحادي الطور قفص سنجابي ذي متسعة بدء (محرك مبردة الهواء) وفحص أجزاءه بأستخدام جهاز الأفوميتر

مكان تنفيذ التمرين : ورشة الكهرباء .

الزمن اللازم : 6 حصص .

الأهداف التعليمية : يجب على الطالب أن يكون قادرا على فتح وتركيب وفحص جميع أجزاء محرك حثي أحادي الطور قفص سنجابي ذي متسعة بدء (محرك مبردة الهواء).

التسهيلات التعليمية: مفكات كبيرة وصغيرة مناسبة، مطارق خشبية أو بلاستيكة ، جهاز قياس أوفوميتر، مايكروميتر لقياس قطر السلك أو مدى التلف في شفت المحرك ،قلم نوع ماجك ،محرك حثي أحادي ألطور قفص سنجابي، فخة بولبرنات، درنفيس عدل حجم (3) ملم ، درنفيس مربع، ورق سنفرة، مزيتة ،فرشة تنظيف ، سائل تنظيف زيتي، ملزمة، وكما في الشكل (6-25).

شكل (6-25) يوضح المواد والعدد المستخدمة في التمرين

خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية :

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة للجسم .
2. جهز العدد والأدوات اللازمة لفتح المحرك.
3. ضع علامة على كل من الغطاء الأمامي والخلفي للمحرك لكي لا تستبدل الواحد مكان الآخر ويفضل أن تكون العلامة مختلفة وكما في الشكل (6-26).

شكل (6-26) محرك حثي أحادي الطور قفص سنجابي مع لوحة التسمية والعلامات

4. سجل جميع البيانات الموجودة في لوحة التسمية على ظهر المحرك من جهد وتيار وقدرة وتردد ومعامل القدرة وسرعة. وكما في الشكل (6 - 27) .

شكل (6- 27) يوضح لوحة التسمية لمحرك حثي أحادي الطور(محرك مبردة الهواء)

5.أفتح الأغطية ويفضل البدء بالغلاف الخلفي لأنه يحمل مروحة التبريد ومعه الجزء الدوار بعد فك اللوالب وفصل المتسعة كما في الشكل (6-28) ، ووضع جميع اللوالب في علبة حفظ .

شكل (6-28) يوضح طريقة فتح براغي الأغطية الجانبية وفصل أطراف متسعة البدء

6.أستعمل المطارق الخشبية للدق على غطائي المحرك حتى يتم فصلهما عن أطار الجزء الثابت أو مطرقة حديد بفاصل خشبي بينها وبين عمود الإدارة (الشفت) كما في الشكل (6-29).

شكل (6- 29) يوضح الطرق على شفت المحرك بفاصل خشبي بعناية لفصل الأغطية

7.أسحب الجزء الدوار بعناية لتفادي تلف الملفات.

8.ضع جميع الأجزاء المفككة على المنضدة كما في الشكل (6 – 30) .

شكل (6–30) أجزاء المحرك الحثي ألأحادي الطور ذي متسعة البدء ومفتاح الطرد المركزي

9.أفحص محور الجزء الدوار على أن لا يكون قد تآكل أو حدث فيه اعوجاج خصوصا في منطقة البوش بالنظر وبالقياس بواسطة الميكروميتر وكما في الشكل (6-31) .

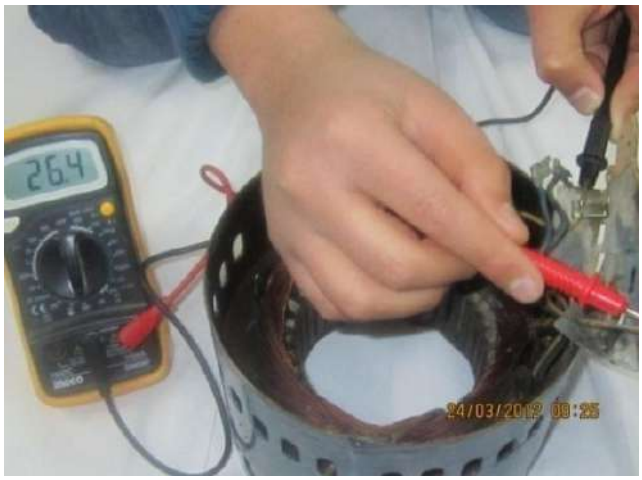
شكل (6 - 31) يوضح كيفية فحص صلاحية البوش وشفت المحرك

10. أفحص تلف البولبرنات ولمعرفة ذلك فأنهما تحدث ضجيج عند الدوران أو يكون ثقيلا في الدوران أن كان النوع يحوي مساند على شكل بولبرنات بدل البوش.
11. أفحص مروحة التبريد عند اشتغال المحرك ودورانها بدون أية متاعب.
12. أفحص المكثف ومدى صلاحيته للعمل باستعمال جهاز الاوميتر بعد فصله عن مرابط التوصيل مع المحرك، أو بطريقة شحنه بمصدر جهد ملائم مساوي لجهد ونوع مصدر الجهد المغذي ثم يفرغ فإذا تكونت شرارة عند التفريغ دلالة على صلاحيته.

13. أفحص الملفات الرئيسة للتشغيل باستعمال جهاز الاوميتر فإذا أشار الجهاز إلى قيمة مقاومة معينة قليلة فيكون الملف سليم ، وإذا كانت قراءة الاوميتر مالا نهاية أو صفر أوم فيكون الملف معطوب وكما في الشكل (6-32).

شكل (6– 32) يوضح قياس قيمة مقاومة الملفات الرئيسة التي تساوي (7.1) أوم

14.أجرِ نفس العملية لملفات البدء وكما في الشكل (6-33) وللملفات الكلية كما في الشكل (6- 34) .



شكل (6- 33) يوضح قياس قيمة مقاومة الملفات المساعدة التي تساوي تقريبا (26.4) أوم

شكل (6- 34) يوضح قياس قيمة المقاومة الكلية للملفات الرئيسة والمساعدة وتساوي (32.5) أوم

ملاحظة :

توصل المتسعة بين طرفي قياس أكبر قيمة لمقاومة الملفات وهي (32.5) أوم كما وأن مساحة مقطع الملفات المساعدة يكون أقل من مساحة مقطع الملفات الرئيسة وبالتالي فأن قيمة مقاومة الملفات المساعدة تكون أكبر وتساوي (26.4) أوم أما قيمة مقاومة الملفات الرئيسة فتساوي(7.1) أوم للمحرك المستخدم في التمرين أما لفحص عدم وجود تسريب بين الملفات وجسم المحرك فأن قيمة المقاومه المقروءة يجب أن تكون ما لانهاية.

15.أفحص مفتاح الطرد المركزي وكما في الشكل (6-35) وملاحظة نقاط التوصيل للمفتاح كما في الشكل (6-36) وهل يوجد عليها ما يمنع من التوصيل أو هل متباعدة عن بعضها أكثر من المعتاد وملاحظة نوابض الجزء المتحرك هل هي مرنة أو متصلبة .

شكل (6 – 35) يوضح طريقة فحص نوابض مفتاح الطرد المركزي

شكل (6 – 36) يوضح طريقة فحص نقاط التوصيل لمفتاح الطرد المركزي

16.أربط أطراف ملفات البدء عكس ماكانت متصلة مع أطراف ملفات التشغيل لعكس دوران المحرك معيدا تشغيل المحرك كما في الشكل (6-37) .

17. اعد الادوات والعدد المستعملة الى مكانها المخصص منظفا مكان العمل.

شكل (6- 37) يوضح طريقة عكس أطراف ملفات البدء لعكس أتجاه دوران المحرك الحثي الاحادي الطور

تمرين (22)

اسم التمرين: تفكيك وتركيب وتشغيل محرك حثي أحادي الطور قفص سنجابي ذي أقطاب مظللة (محرك مضخة ماء لمبردة الهواء) وفحص أجزائهِ باستخدام جهاز الأفوميتر والتعرف على طريقة عكس اتجاه دورانه

مكان تنفيذ التمرين : ورشة الكهرباء.

الزمن اللازم : 6 حصص .

الأهداف التعليمية : يجب أن يكون قادرا على فتح وتركيب وفحص أجزاء محرك أقطاب مظللة وكيفية تغيير اتجاه دورانه.

التسهيلات التعليمية : مفكات مختلفة الأنواع - سيت مفاتيح - زرادية (بلايس) - جهاز أوفوميتر،محرك حثي ذو أقطاب مظللة (محرك مضخة الماء لمبردة الهواء) ،فرشة تنظيف، ورق سنفره، ملزمه،سائل تنظيف زيتي وكما في الشكل (6- 38) .

شكل (6- 38) يوضح المواد والعدد المستخدمة في التمرين

خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة للجسم
2. أعد نفس النقاط الثمانية الأولى للتمرين (21) ، وكما موضح في الأشكال (6- 39) والشكل (6-40) .

شكل (6- 39) يوضح محرك الأقطاب المظللة مع مواصفاته الفنية

1- فك الغطاء العلوي 2- فك مروحة المضخة 3- فك براغي المحرك 4- أجزاء المحرك5- تهيئة لتفكيك المحرك 6-الطرق على شفت المحرك

شكل (6 - 40) طريقة تفكيك محرك الأقطاب المظللة (مضخة الماء للمبردة)

3.أفحص الملفات الرئيسة بوساطة جهاز الاوميتر فإذا أشار الجهاز إلى قيمة مقاومة معينة فيكون الملف سليم، وإذا كانت قراءة الاوميتر مالا نهاية أو ما يقارب الصفر أوم فيكون الملف معطوباً، كما في الشكل (6-41) .

شكل (6- 41) فحص قيمة مقاومة الملفات تساوي تقريبا (184)أوم

4.أفحص المساند (البوش) ومدى صلاحيتها للعمل وللحفاظ عليها من التلف تزيت ، أما أذا كانت المساند بولبرنات فيوضع عليها شحم (كريز) للحفاظ عليها وكما في الشكل (6-42) .

شكل (6 - 42) يوضح فحص صلاحية البوش بتدوير شفت المحرك في البوشه يدويا

5.لعكس اتجاه دوران المحرك فيتم ذلك بعكس القلب الحديدي بزاوية (180°) كما في الشكل (6- 43).

شكل (6- 43) يوضح طريقة عكس اتجاه دوران محرك مضخة ماء لمبردة الهواء من خلال قلب الجزء الساكن للمحرك بزاوية (180^{o})

6. اعد الادوات والعدد المستعملة الى مكانها المخصص منظفا مكان العمل.

تمرين (23)

اسم التمرين : تفكيك وتركيب وفحص محرك حثي ثلاثي الأطوار باستخدام جهاز الافوميتر وطريقة عكس اتجاه دورانه

مكان تنفيذ العمل : ورشة الكهرباء .

الزمن اللازم : 6 حصص .

الأهداف التعليمية: يجب على الطالب أن يكون قادرا على فتح وتركيب وفحص أجزاء محرك ثلاثي الأطوار وكيفية عكس اتجاه دورانه.

التسهيلات التعليمية: مفكات مختلفة الانواع ، سيت مفاتيح ، زرادية (بلايس) ، جهاز أوفوميتر، محرك حثي ثلاثي الأطوار، فرشة تنظيف ، ورق سنفره ، منكنه (ملزمة)،سائل تنظيف ،مطرقه بلاستيكية.

خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة للجسم
2. أعد نفس الخطوات المتبعة في التمرين (22) وكما في الشكل (6- 44) .

شكل (6- 44) يوضح محرك حثي ثلاثي الأطوار قفص سنجابي مع لوحة التسمية له

لوحة تسمية محرك حثي ثلاثي الأطوار قفص سنجابي قدرته (0.09 KW) .

3~	MOT	Nr 1520836
Type	63A/45BON	J-KL E
D / Y	220 /380 V	0.57 / 0.3 A
0.12 PS	0.09 KW	50 HZ
COS Q 0.7		1395 U/min

يتضمن فحص الأجزاء الميكانيكية في المحرك (بوش أوبولبرن ،مروحة خلفية ،شفت المحرك) من خلال تفكيك المحرك ابتداء من الغطاء الخلفي له كما في الشكل (6-45) .

شكل (6- 45) الغطاء الخلفي لمحرك حثي ثلاثي الأطوار

3.أفحص سلامة ملفات الطور الأول (u_1-u_2) للمحرك بقياس قيمة مقاومتها بواسطة جهاز الاوميتر وكذلك سلامة ملفات الطور الثاني (v_1-v_2) والطور الثالث (w_1-w_2) على أن تعطي نفس قيمة القراءة للملفات الثلاثة أو من الاختلاف في القراءات الثلاث لقيم مقاومات الملفات يمكن معرفة أي الأطوار فيها تلف (قطع ، قصر، تسريب) كما في الشكل (6-46) .

(أ) قياس قيمة مقاومة الملف (u_1-u_2) (ب) قياس قيمة مقاومة الملف (v_1-v_2)

(ج) قياس قيمة مقاومة الملف(w_1-w_2)

شكل (6- 46) يوضح فحص سلامة الملفات الثلاثة للمحرك الحثي الثلاثي الأطوار باستخدام الأوميتر

4.صل أحد أطراف جهاز الأوميتر إلى جسم المحرك والطرف الثاني للجهاز الى أحد أطراف ملفات المحرك وتكرر هذه العملية مع كل طرف من أطراف ملفات المحرك ، أو يمكن استعمال مصباح تنكستن كوسيلة فحص بدل الجهاز فإذا أضاء المصباح يعني هذا أن أحد الملفات متماسا مع الأرض كما في الشكل (6- 47).

قراءة جهازالأوميتر تساوي مالانهايه بين الملف والشاصي (u_1-u_2)

قراءة جهازالأوميتر تساوي مالانهايه بين الملف والشاصي (v_1-v_2)

قراءة جهازالأوميتر تساوي مالانهاية بين الملف والشاصي (w_1-w_2)

شكل (6- 47) يوضح طريقة فحص عدم وجود تسريب بين كل من الملفات الثلاثة للمحرك وجسمه

5.أفحص عدم وجود تسريب بين الملفات الثلاثة بقياس قيمة المقاومه بين كل ملف وآخر يجب أن نحصل على قراءة مقاومة تساوي ما لانهايه في كل حالة فحص وكما في الشكل (6-48).

(ب) فحص التسريب بين ملفات (u و w)

(أ) فحص التسريب بين ملفات (v و w)

(ج) فحص التسريب بين ملفات(u و v)

شكل (6- 48) يوضح طريقة فحص عدم وجود تسريب بين ملفات المحرك الثلاثة

6.قم بعكس توصيل ربط طرفين من أطراف المحرك مع مصدر التغذية لكي نحصل على دوران معاكس لعقرب الساعة.

7. اعد الادوات والعدد المستعملة الى مكانها المخصص منظفا مكان العمل.

الفصل السابع

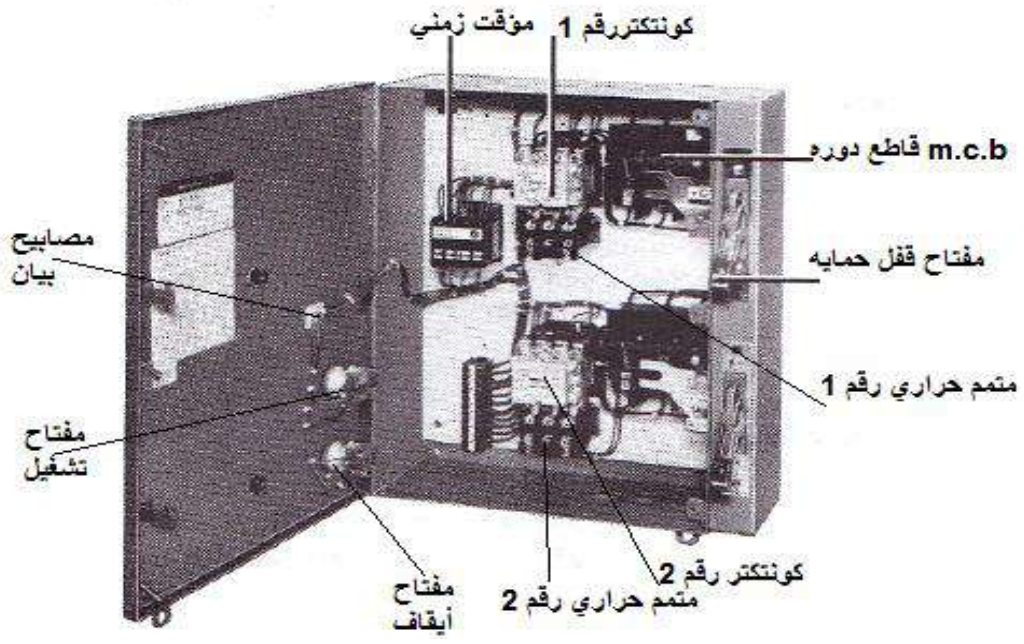
دوائر السيطرة والتشغيل والحماية والبيان والانذار لمحركات التيار المتناوب

دوائر السيطرة والتشغيل والحماية والبيان والإنذار لمحركات التيار المتناوب:

تتكون دائرة السيطرة والتشغيل لمحركات التيار المتناوب من :

1. دائرة السيطرة (Control Circuit) .
2. دائرة التشغيل أو تسمى دائرة القدرة (Power Circuit) .

تجمع دائرتي السيطرة والتشغيل (القدرة) في لوحة واحدة أو في صندوق واحد وتوصل الدائرتين معا حسب مخطط دائرة السيطرة المطلوب وكما في الشكل (7-1).



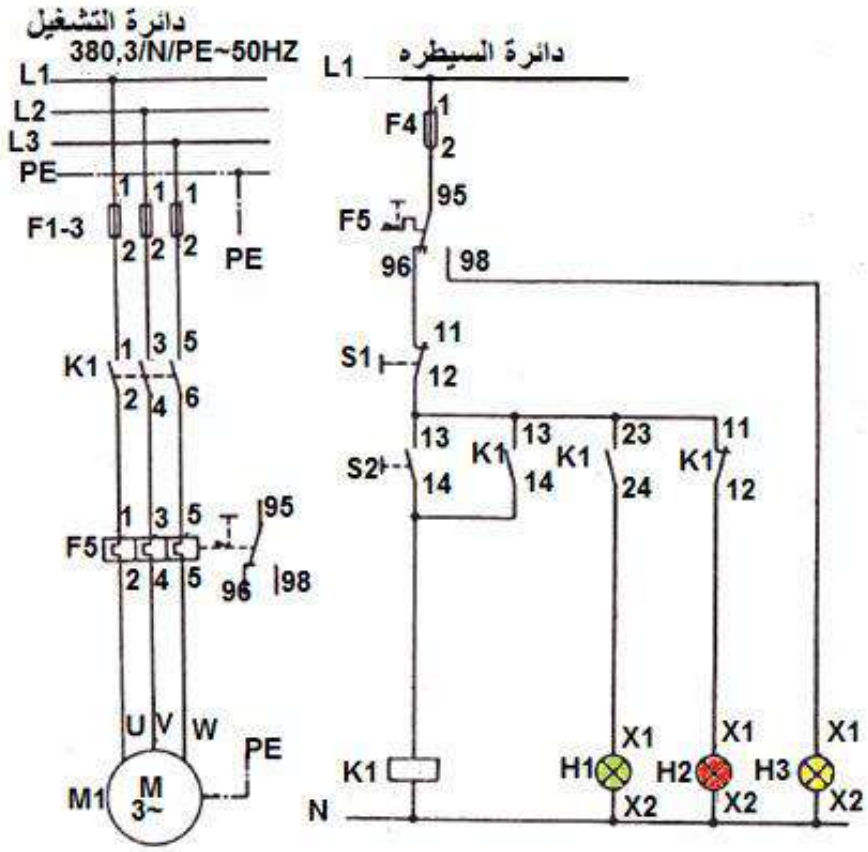
شكل (7-1) يوضح لوحة سيطرة وتشغيل تحوي عناصر كهربائية مجمعة داخل صندوق له قفل حماية

توضح دائرة السيطرة مسار التيار في ملفات الريليات والمفاتيح الكهرومغناطيسية (الكونتكترات) والمؤقتات الزمنية والمفاتيح المساعدة لها ولا يمر هذا التيار في دائرة القدرة ويجب أن تتساوى جهود تشغيل ملفات الكونتكترات والريليات والمؤقتات الزمنية وأجهزة الإنذار والبيان المستخدمة في دائرة السيطرة الواحدة وأن تساوي جهد المصدر المغذي لها ، إلا أن هناك ترابطاً بين الدائرتين في العمل ويرسم مخطط دائرة السيطرة مدمج أو مفصول عن دائرة القدرة (الاستطاعة).

أما دائرة القدرة أو الأستطاعة فأنها توضح مسار تيار الأحمال الكهربائية كالمحركات ويظهر في مخططاتها الأقطاب الرئيسة لأجهزة التحكم كالكونتكترات أو قواطع الحماية حرارية كانت أم مركبة (حرارية و مغناطيسية) وجميع هذه العناصر ترسم أقطابها مفتوحة في المخططات.

تضاف عناصر الحمايه للدائرتين التي تشمل الفواصم وقواطع الدورة الأوتوماتيكية أوالمتممات الحرارية والتي توصل متوالية مع مسار التيار المار فيهما وأن نقاط التلامس التابعة لها دائما تكون بوضع التوصيل (Normally Close) في حالة عمل الدائرتين وتفصل أي تصبح (Open) في حالة حصول خلل في المحرك أو توصيل خاطئ بين خطوط التغذية أو زيادة غير متوقعة في الأحمال الميكانيكية المسبب لمرورتيار عال من خلالها.

لنأخذ مثال يبين مخطط لدائرة السيطرة وتشغيل لمحرك ثلاثي الأطوارنرى من خلاله العناصر الكهربائية المكونة لدائرتي السيطرة والقدرة ، كما موضح في الشكل (7 - 2) .



شكل (7 -2) دائرتي السيطرة والتشغيل لمحرك حثي باستخدام عناصر سيطرة وحماية

نلاحظ في المخطط كذلك عناصر البيان والإنذار حيث تمثل عناصر البيان بمصابيح ملونة تدل على حالة العمل ،فمثلا يستخدم المصباح باللون الأخضر للدلالة على عمل المحرك والمصباح باللون الأحمر للدلالة على توقف المحرك وأحيانا تضاف مقاييس للجهد المغذي والتيار المسحوب وتردد المصدر على واجهة صندوق دائرتي السيطرة والقدرة لبيان تلك المقادير بالنسبة للشخص المراقب للوحة .

أما عناصر الإنذار فقد تمثل بمصباح دلالة باللون الأصفر أو البرتقالي كإنذار مرئي أو بالبوق كإنذار صوتي ويكون فعل هذه العناصر بعد عمل عناصر الحماية مباشرة كما نلاحظ في الشكل (7-2) فعند عمل المتمم الحراري يعمل على فصل التماس (96-95) وتوصيل التماس (98-95) ليصل الخط الفعال(L) إلى مصباح الإنذار (H_3) ذي اللون الأصفر مسببا عمل دائرته وهو دليل حصول الخلل .

تثبت جميع عناصر البيان والإنذار على واجهة لوحة أو صندوق دائرة السيطرة بترتيب وتنسيق وترقيم أو كتابة ماذا يعني فعل كل عنصر منها. كما ويكتب عمل لوحة أو صندوق السيطرة أعلى باب اللوحة أو الصندوق للدلالة عليه .

وترقيم أسلاك دائرة السيطرة بداية ونهاية لكي يمكن تتبعه عند الصيانة كما في الشكل (7 - 3) .

شكل (7-3) ترقيم بداية ونهاية كل سلك في دائرة السيطرة

ونبدأ بتفصيل عناصر دائرتي السيطرة والقدرة وبالرجوع إلى الشكل (2 -7) وكالآتي :

- مصهر أحادي القطب من النوع الصناعي:المرقم (F_4) الذي يقوم بحماية دائرة السيطرة من زيادة التيار أو تيارالقصرسعة تياره أقل من سعة تيار الفواصم (F_1-F_3).

- ثلاثة مصهرات أحادية القطب من النوع الصناعي : المرقمة (F_1-F_3) أي (F_1,F_2,F_3) الذي يقوم بحماية الدائرة الرئيسة للمحرك من زيادة التيار أوتيارالقصر. والشكل (7-4) يبين شكل المصهرورمزه وقاعدة تثبيته (الحامل) ومواصفاته الفنية التي تضم رمز التشغيل (نوع الحماية)، جهد العزل الكهربائي ، تيار قصر الفاصمة (KA)، حجم الفاصمة .تيار الحمل (A).

شكل (7-4) يوضح دائرة تشغيل محرك بحماية فواصم صناعية ((High Rupturing Capacity(HRC))

1. زمرة التشغيل:

لاختيار نوع الفاصمة للدائرة المطلوب حمايتها من الضروري معرفة زمرة التشغيل المكونة من حرفين : الأول (x_1) ، الثاني (x_2) أي(x_1x_2). يمثل الحرف الأول وظيفة وعمل الفاصم مثلا g :حماية من زيادة الحمل وتيار القصر بينما الحرف (a):حماية من تيار القصر فقط . يمثل الحرف الثاني الأجهزة أو الآلات المراد حمايتها وحسب الأنظمة العالمية (VDE) و(DIN) وكما يلي:

L : حماية الكابلات والأسلاك.

M: حماية أجهزة الوصل والفصل والمحركات.

R : حماية أنصاف النواقل.

T_r: حماية المحولات.

G:حماية المولدات.

يوجد مجموعتان أساسيتان للفواصم يتم التعامل معها بشكل واسع هي : (gL) و (aM) .

توتر العزل الكهربائي: يتم اختياره حسب جهد تغذية الدائرة مثلا (380V).

تيار الحمل (A): يتم اختياره بما يحقق الحماية للدائرة وبقيمة أقل بقليل من قيمة تيار الحمل مثلا وكما في الجدول (7-1) لحماية محرك يعمل بجهد (415V) وحسب قدرته الموضحة .

جدول (7-1) طريقة اختيار تيارالفاصم المناسب لحماية المحرك

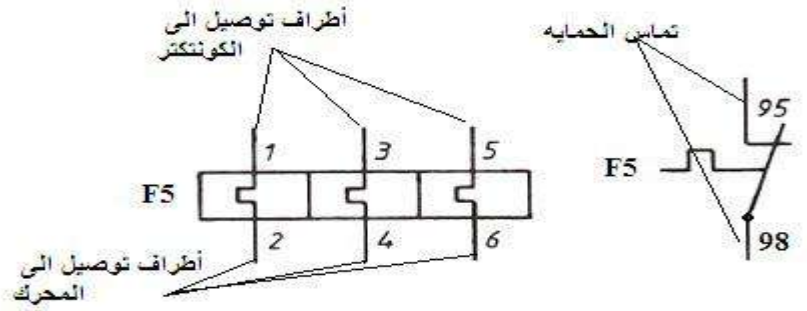
standard motor ratings AC3 duty 415 V		
kW	*h.p.*	*f.l.c. (A)*
0·55	0·75	1·5
0·75	1	2
1·5	2	3·5
2·2	3	5
3·0	4	6·5
4·0	5·5	8·4
5·5	7·5	11
7·5	10	14
11	15	21
15	20	28
22	30	40
30	40	55

تيار القصر (A): أي استطاعة القطع للفاصمة (Rupture Capacity) مثلا (50KA).

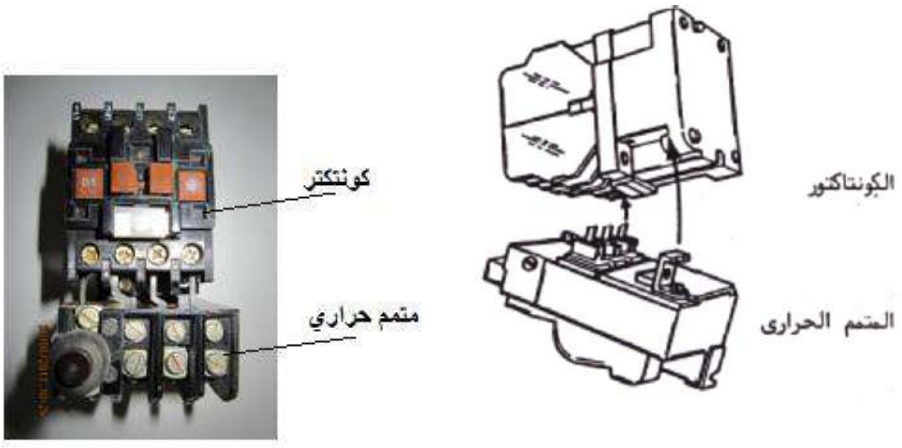
2.المتمم الحراري (Thermal Overload Relay):

المركب مع الكونتكتر ، كما في الشكل (7-6) والمرقم (F_5) جزءا منه يوصل متوالي مع دائرة القدرة بعد الكونتكتر حيث ترقم مزدوجاته الحرارية بشكل (1-2)، (3-4)، (5-6) والجزء الآخر يمثل تماساته فتوصل الى دائرة السيطرة والمرقمة (95-96-98)، يستخدم المتمم الحراري لحماية المحرك حماية دقيقة إذ لا توجد قيمة لقاطع دورة أوتوماتيكي مثلا 1.3A لذلك توضع هذه الحماية وهي دقيقة وكما أن لها برغي عيار قيمة تيار القطع ضمن مجال معين مثلا (2A-7A) بحيث يكون هذا المجال مناسب لمعدل تيار اشتغال المحرك مضافا أليه السماحية الناتجة عن تغير الأحمال الميكانيكية عليه إذ نقوم بضبط برغي المعايرة للمتمم

بحسب ما هو مكتوب على المحرك وعادة يعاير المتمم على قيمة (80%) من التيار الاسمي (In) للمحرك حيث أن المحركات عادة لا تعمل بحمولة أسمية طيلة الوقت ،تعتمد آلية المتمم الحراري على ارتفاع درجة الحرارة للمزدوجة المكون منها عند زيادة تيار المحرك فتتمدد المزدوجة وتنحني وعندما يكون التمدد كافيا ومناسبا لقيمة تيار ضبط المتمم يفتح تماس قطب الحماية التابع له والمرقم (95-96) مسببا فصل تيار دائرة السيطرة (ملف K_1) كما ويغلق تماس الإنذار المرقم (95-98) حيث يضئ المصباح (اللمبة)المرقمة (H_3) دلاله على أن الفصل سببه ارتفاع التيار المار ، ولا يمكن إعادة المتمم لوضعيته الأولى من خلال الزر(Reset) قبل أن تبرد المزدوجة بشكل كافٍ والشكل (5-7) يبين شكل ورمز المتمم أو القاطع الحراري .



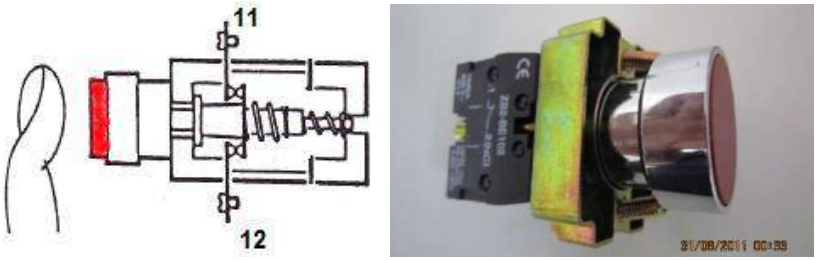
شكل (7–5) شكل ورمز المتمم الحراري (Thermal Overload Relay)



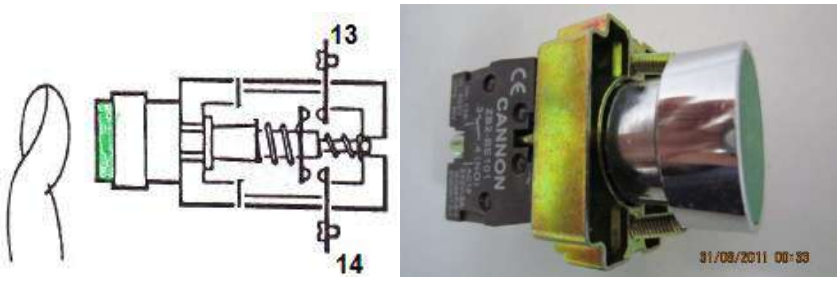
شكل (7–6) يوضح تركيب المتمم الحراري مع الكونتكتر في دائرة التشغيل

3.مفتاح ضاغط إيقاف (Push Button Stop-Off):

المرقم (S_1) وهو في الوضع الطبيعي تكون نقاط تماسه مغلقة (Normally Close(NC)) والمرقمة (11-12) كما في الشكل (7-7) وآخر مفتاح ضاغط تشغيل (Push Button start-On) المرقم (S_2) وهو في الوضع الطبيعي تكون نقاط تماسه مفتوحة (Normally Open(NO))والمرقمة (13-14) كما في المخطط للشكل (7-8). يتم تلوين مفاتيح ضواغط الإيقاف والتشغيل للدلالة على عمله فالمفتاح الأحمر دلالة الإيقاف والمفتاح الأخضر أو الأسود دلالة التشغيل والشكلين (7-7) و (7-8) تبين شكل المفتاحين وتركيبهما .



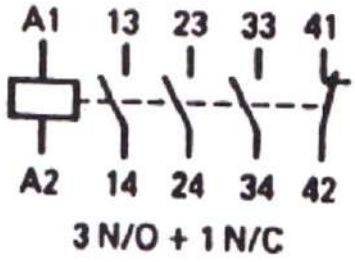
شكل (7-7) يوضح مفتاح ضاغط إيقاف (Push Button Stop–Off)



شكل (7-8) يوضح مفتاح ضاغط تشغيل(Push Button Start – On)

4.المفتاح الكهرومغناطيسي الآلي (الكونتكتر) (The Contactor) :

عبارة عن جهاز فصل ووصل ميكانيكي كهربائي يتم التحكم به عن طريق ملف مغناطيسي حيث عند مرور تيار في هذا الملف تتغير وضعية نقاط تماس الكونتكتر فمنها كانت مفتوحة فتوصل وأخرى كانت مغلقة فتفتح وعندما يتوقف التيار المار في ملفه تعود نقاط تماس الكونتكتر إلى وضعها الطبيعي قبل التشغيل بتأثير نوابض الإرجاع والشكل (7-9) يبين شكل ورمز الكونتكتر المستخدم في المخطط للشكل (2 -7) .



شكل (7-9) يوضح أشكال مختلفة لكونتكترات من أنتاج شركات مختلفة مع رمز الكونتكتر

اللوحة الاسمية للكونتكتر :

أ- زمرة التشغيل ($AC_1, AC_3, \ldots$) .

ب- تيار أقطاب نقاط التماس (m) .

ت- جهد الأقطاب .

ث- جهد ملفة .

ج-عدد نقاط التماس المفتوحة (m) والمغلقة (m) بالوضع الطبيعي. ولوحة التسمية الموضحة في الشكل (7-10) تبين مواصفات كونتكتر كمثال .

IEC ICE NFC VDE BS 947 158-1 36110 0660 5424
CE
UL : 750V th:25A UL:1000V(ICE947)
3~ V 220 380-400 660 AC3 KW 2.2 4 5.5
T85 25A AC1 380V 25A
JEM V 200-220 440 AC3.1.0-0 KW 2.2 3.7
Listed 170M 600V Ind.cont Eq.a.c.max
1ph V 230 220 230 460 575 Hp 1 2 2 5 7.5 Continuous current :20A AWG:10-18CU 75C* Torque : 7lb.in

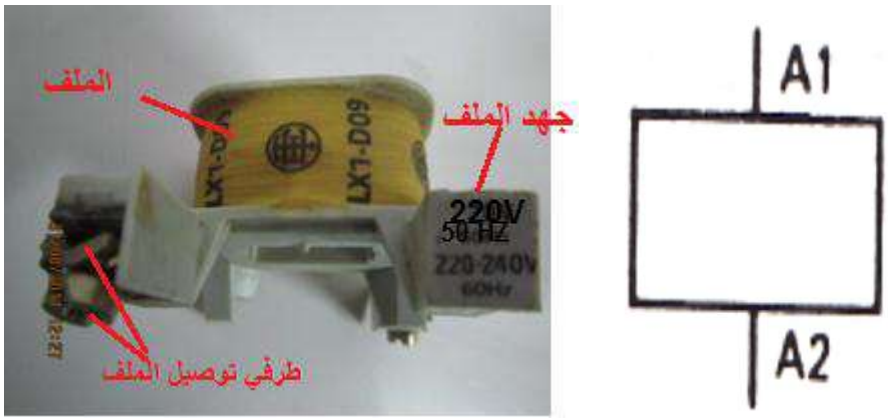
شكل (7-10) يوضح لوحة التسمية للكونتكتر

من خلال اللوحة الاسمية المرفقة نجد أن هذا الكونتكتر يتمتع بالمواصفات الآتية :

1. يعمل في النظام ثلاثي الطور عند جهد (380-400V) ويغذي حملا مقداره (4KW) حسب زمرة (AC3) أقلاع وتشغيل محرك قفص سنجابي بشكل متكرر .
2. يمكن لهذا الكونتكتر أن يعمل في النظام الأحادي الطور فيغذي حملا مقداره (2hp) عند جهد (230V).
3. حسب زمرة(AC_1)(أنارة- تسخين - حيث لا يوجد تيار إقلاع) يغذي تيار مقداره (25A) كحد أقصى لكل تماس .
4. عند وجود حمل دائم بدون فصل ووصل فيغذي تياراً مقداره (20A).

أجزاء الكونتكتر :

- ملف مغناطيسي (Coil): عبارة عن ملف كهربائي يطبق جهد على طرفيه ذو الرمز(A,B) أو (A_1,A_2) ممكن أن يكون جهدا مستمراً بحسب مامتوافر من مصدر تغذية (12-24-48-120-220V) أو متناوب متوفر بالجهود (24-50-110-220-380V) ويكتب مقداره على الغلاف العازل المحيط به أو على جسم الكونتكتر ، عند مرور تيار من خلاله تتولد قوة مغناطيسية تجذب القسم المتحرك للنواة مما يؤدي الى تغيير وضع نقاط تماس أقطاب الكونتكتر وعند انقطاع التيار يعمل نابض الإرجاع الى أعادة الجزء المتحرك فورا لمكانه وتعود الأقطاب إلى وضعها الطبيعي وأنه دائما يكون ضمن دائرة السيطرة فقط كما نلاحظ في المخطط في الشكل (7-11) رمز الملف وشكله.



شكل (7- 11) يوضح شكل ملف الكونتكتر ورمزه

- قلب مغناطيسي (Core): عبارة عن قسم ثابت وآخر متحرك بينهما نابض الإرجاع وهو مصنع من مجموعة صفائح من الفولاذ السيليكوني مثبتة ومصقولة تماما لضمان التشغيل الصامت كما في الشكل (7-12).

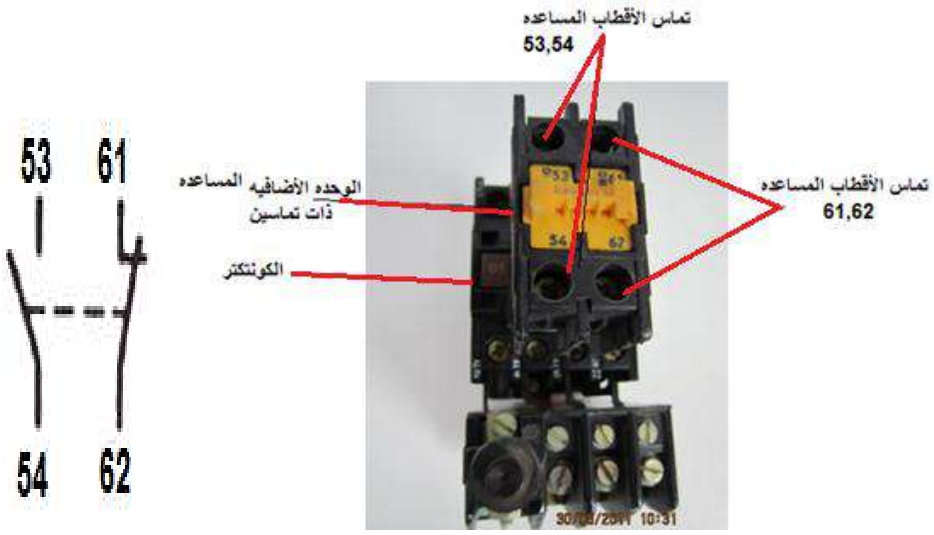
شكل (7–12) أجزاء القلب المغناطيسي للكونتكتر

- الأقطاب (Poles) (نقاط التماس الرئيسة): تغطى نقاط التماس من أوكسيد الكادميوم المفضض أو البلاتين لضمان جودة التوصيل ودرجة انصهار عالية وتصمم بحيث تسمح بمرور التيار الاسمي للكونتكتر في دائرة القدرة للمحرك باستمرار دون أن ترتفع درجة حرارتها عن الحد المسموح وترمز كما نلاحظ في المخطط في الشكل (7-13) النقاط [(1-2)،(3-4)،(5-6)]وأحيانا (L_1-T_1)، (L_2-T_2)،(L_3-T_3) ونقاط التماس هذه دائما تكون في الوضع الطبيعي مفتوحة (NO).

شكل (7-13) يوضح نقاط التماس الرئيسة للكونتكتر

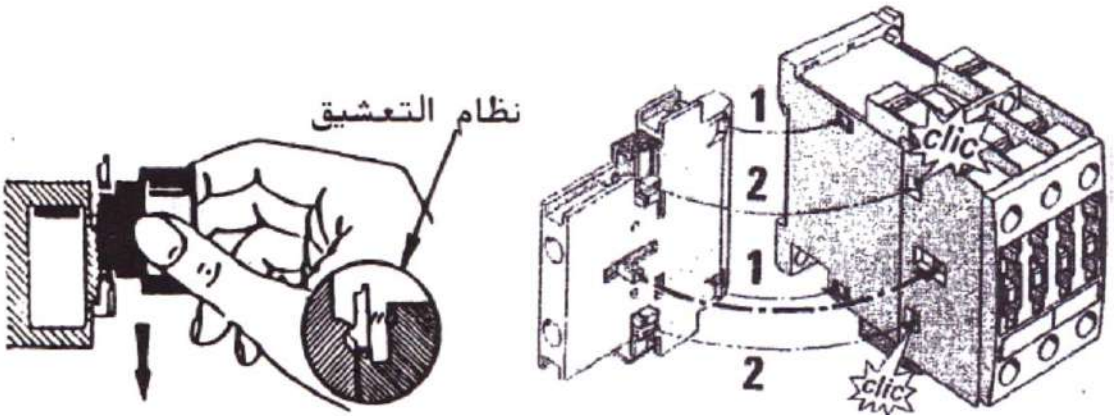
- التماسات المساعدة (Auxiliary Contacts): وهي نقاط التماس المساعده ذات تيار ضعيف مقارنة بتيار نقاط التماس الرئيسة وتستخدم في دائرة السيطرة كوحدة أضافية أما أن تكون أمامية أو جانبية التركيب في الكونتكتر الأساس أو ضمن الكونتكتر بهدف التشغيل المضمون وتأمين القفل التعاقبي

والحماية وهي أما أن تكون في الوضع الطبيعي مفتوحة (NO) أو مغلقة (NC) وأقل ما نجده في الكونتكتر نقطة تماس مفتوحة واحدة(NO) (13-14) وكما نلاحظ في المخطط في الشكل (7-14) تلك التماسات ويرمز لها بنفس رقم الكونتكتر التابعة له مثل (K_1).



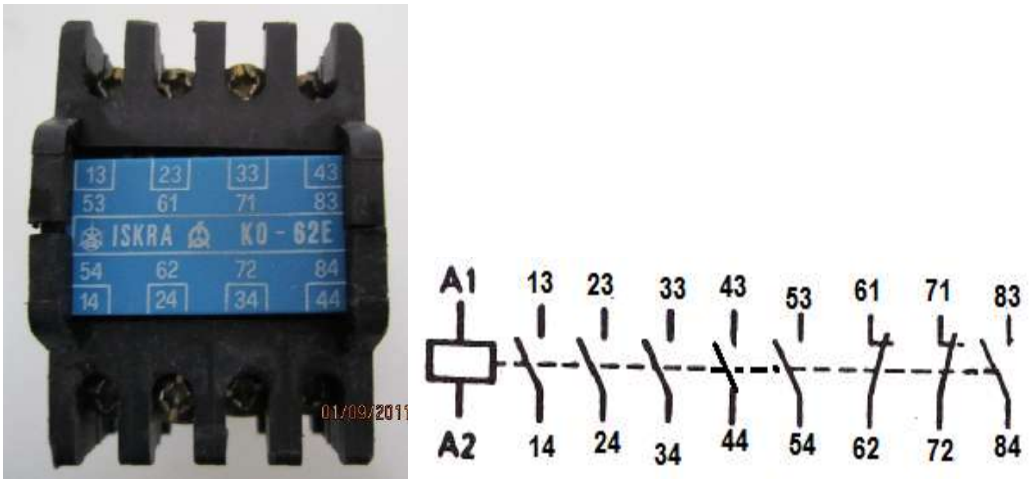
شكل (7-14) يوضح شكل وتركيب و نقاط التماس الوحدة الإضافية للكونتكتر

من الوحدات الإضافية المساعدة ما يركب في الواجهة الأمامية للكونتكتر ومنها ما يركب على جنبي الكونتكتر ويبين الشكل (7-15) طريقة تركيب ورفع الوحدة الإضافية للنوعين .



شكل (7-15) يوضح أنظمة تركيب الوحدات الإضافية المساعدة للكونتكتر

وهناك أنواع من الكونتكترات تكون نقاط التماس فيها كلها مساعدة أي ذات تيار قليل إلى (20A) كحد أقصى للتماس الواحد يستخدم في دوائر السيطرة أو لتشغيل الأحمال ذات التيار القليل والشكل (7-16) يعرض أحدها مع رمزها .



شكل (7-16) كونتكتر ذو نقاط التماس مساعدة فقط مع رمزه

- نابض الأرجاع (spring).
- جسم الكونتكتر (BodyContactor): يصنع من البلاستيك الحراري أو الفايبر لضمان القوة الميكانيكية وتركب جميع الأجزاء داخله . كما موضح في الشكل (7- 17) الذي يبين كونتكتر بعد تفكيكه .

شكل (7-17) يوضح كونتكتر مفكك ويبين أجزاءه الداخلية ومنها جسمه

اختيار الكونتكتر :

يعتمد اختيار الكونتكتر الملائم على عدة عوامل أهمها :

- مقدار جهد التغذية ونوعه.
- مواصفات الحمل (المحرك مثلا) نوعه ،استطاعته مقدره بـ (KW).
- متطلبات العمل وعدد مرات التشغيل .

وبالتالي نحدد ذلك من خلال العوامل الآتية :

- مقدار ونوع جهد تشغيل ملفه.
- تيار الأقطاب بالاعتماد على التيار الحراري الأعظم (Ith) .
- جهد الأقطاب .
- زمرة التشغيل(AC_1) لدائرة التسخين والاناره أو (AC_3) للمحركات التحريضية.
- عدد نقاط التماس المساعدة .

والجدول (2-7) يعرض مقارنة بين حروف ترميز عناصر السيطرة في المخططات بالنظام العالمي والألماني القديم .

جدول (2-7) نظام الترقيم لأجهزة السيطرة بالنظام العالمي والألماني

الوصف	النظام العالمي	النظام الألماني القديم
الأوجه الثلاثة	L_1,L_2,L_3	R,S,T
التعادل	N	MP
ألأرضي	PE	SL
أطراف محرك يعمل نجما دلتا	U_1,V_1,W_1 U_2,V_2,W_2	U,V,W X,Y,Z
أطراف محرك بسرعتين	U_1,V_1,W_1 U_2,V_2,W_2	Ua,Va,Wa Ub,Vb,Wb
أطراف العضو الدوار	K,L,M	U,V,W
المكثفات	C	K
أجهزة الوقاية	F	E
الموحدات	V	N
لمبات البيان والهورنات	H	H
الكونتكتور الرئيس والريليات	KM,K	C,d
المؤقتات الزمنية	D	KT
المحركات	M	M
المولدات	G	G
أجهزة القياس	P	G
المفاتيح الرئيسة	Q	A
المقاومات	R	R
الضواغط والمفاتيح	S	B
المحولات	T	M

1.ترقيم الأقطاب الرئيسة لأجهزة السيطرة مثل:الكونتكتر والمتممات الحرارية وقواطع المحركات وقواطع الدائرة الأوتوماتيكية والمصهرات ومفاتيح السيطرة كما يلي :

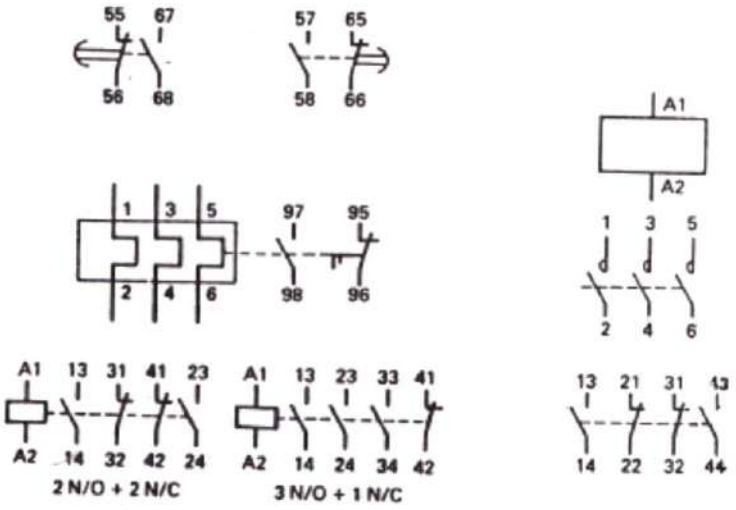
القطب الأول : (L_1-T_1) أو (1-2)

القطب الثاني (L_2-T_2) أو (3-4)

القطب الثالث (L_3-T_3) أو (5-6)

2.ترقيم الأقطاب المساعدة لأجهزة السيطرة مثل :الكونتكترات والضواغط والمفاتيح المختلفة والمتممات الحرارية والقواطع والمؤقتات الزمنية بعددين ،العدد الموجود جهة اليمين يدل على نوع التماس والموجود جهة اليسار يدل على ترتيب التماس داخل الجهاز ، ويختلف العدد الموجود جهة اليمين حسب نوع التماس مفتوح أو مغلق وأيضا حسب نوع الجهاز فتماس السيطرة المفتوحة للمؤقتات الزمنية والمتممات الحرارية تأخذ الأعداد (7-8) والمغلقة تأخذ الأعداد (5-6) بينما نقاط تماس السيطرة (m) المفتوح للكونتكترات وباقي الأجهزة (m) فتأخذ الأعداد (3-4) والمغلقة تأخذ الأعداد (1-2).

3.ترقيم أطراف الملف المغناطيسي للكونتكترات والريليات وغيرها بالرموز (A_1-A_2)أو(A-B) وذات الملفين (A_1-A_2)و(B_1-B_2). والشكل (7-18) يوضح ترقيم نقاط تماس لأجهزة مختلفة حسب نظام الترقيم .



شكل (7-18) يوضح ترقيم نقاط تماس أجهزة السيطرة المختلفة

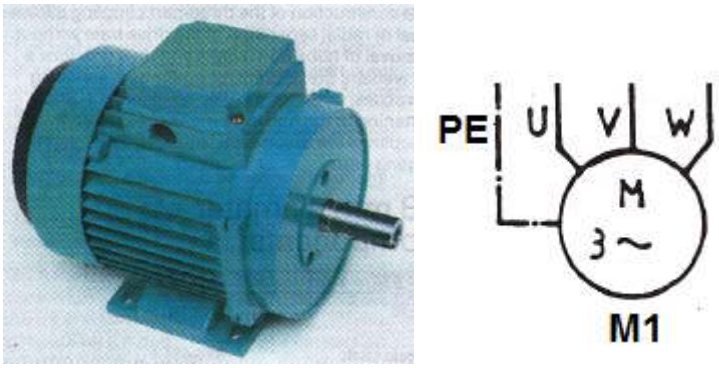
5- المحرك الحثي (التحريضي) أو (الأستنتاجي) ذو القفص السنجابي :

يوجد منه ما يعمل بتغذية أحادية الطور (ϕ1) وآخر يعمل بتغذية ثلاثية الطور (ϕ3) وكلاهما تتعدد أنواع طريقة بدء تشغيله أو تتعدد سرعته :

أ- محرك حثي ذو القفص السنجابي أحادي الطور: ترمز أطراف ملفه الرئيس(U_1-U_2) وأطرافه الثانوية (Z_1-Z_2) والشكل (7-19) يمثل شكل ورمز المحرك .

شكل (7-19) يوضح محرك حثي (ϕ1) قفص سنجابي ورمزه الكهربائي

ب- محرك حثي ذو القفص السنجابي ثلاثي الأطوار: ترمز أطراف ملفاته (U_1,U_2)، (V_1,V_2)، (W_1,W_2) والشكل (7-20) يمثل شكل ورمز المحرك .



شكل (7-20) يوضح محرك حثي ثلاثي الطور قفص سنجابي ورمز الكهربائي

لوحات البيان للمحركات (لوحات التسمية) :

في الشكل (7 - 21) صورة للوحة بيانات فارغة وأخرى للوحة بيانات محرك كمثال :

الشركة المصنعة			
الموديل			
رقم تسلسل أنتاج المصنع	نوع الماكنة	نوع التيار	
تيار التشغيل الأسمي	طريقة توصيل الملفات		
معامل القدرة	نظام التشغيل	القدرة ب KW أوالقدرة ب HP	
تردد جهد التغذية		سرعة الالة الاسمية	
تيار المجال	جهد المجال أوجهد العضو الدوار		
الوزن بالطن	درجة الحماية	درجة العزل	
ملاحظات أضافية			

WEIER			
TYPE DVX 160/2MK			
3 ~ MOT		NO. 7163	
△ 440V		23 A	
13.5 KW	S_1	COS Φ 0.9	
3500 rpm	60 HZ		
ins. class F	IP 55	0.08 t	

لوحة بيانات فارغة لوحة بيانات محرك ثلاثي الأطوار

شكل (7– 21) يوضح محتويات لوحة بيانات محرك

درجة العزل للمحركات :

يبين الجدول (7-3) أقصى درجة حرارة تتحملها درجات العزل المختلفة للمحركات :

جدول (7-3) أقصى درجة حرارة تتحملها العوازل والرمز المكافئة لها

درجة العزل	Y	A	E	B	F	H	C
أقصى درجة حرارة تحمل C°	90	100	120	130	150	180	>180

فإذا كانت درجة عزل المحرك (F) فإن أقصى درجة حرارة يتحملها هذا العازل بدون أن ينهارهي (150°C).

درجة الحماية للمحركات (IP) :

يعطي رمز حماية لأي جهاز يدل على أمكانية الجهاز لمنع :

1. تسرب الأجسام الصلبة.
2. تسرب الماء.

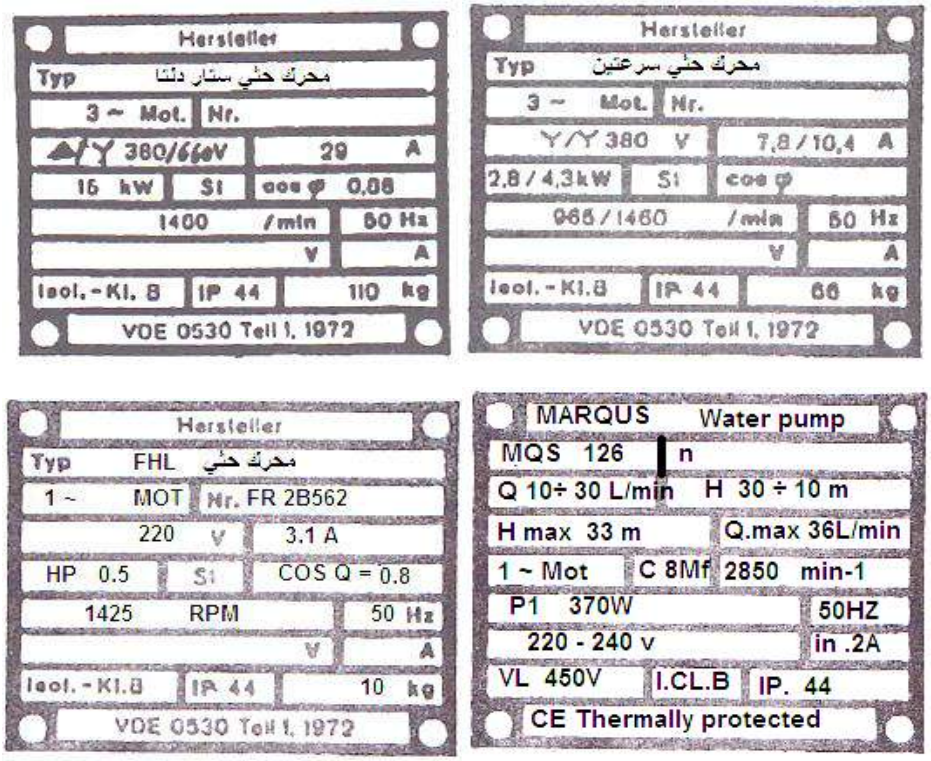
ويأخذ رمز الحماية الصورة الآتية (IPX.Y):

حيث أن :

X : هو الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب المواد الصلبة داخل الماكنة أو الجهاز .

Y : هو الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب الماء داخل الماكنة أو الجهاز .

والشكل (22-7) يعرض لوحات بيان لمحركات أستنتاجية لها مواصفات مختلفة، فيها لوحة بيان خاصة بمحركات أستنتاجية ذات القفص السنجابي ثلاثية الطور وأخرى تعرض لوحة بيان لمحرك أستنتاجي يمثل مضخة ماء أحادية الطور.



شكل (22-7) يوضح لوحات تسمية لمحركات مختلفة

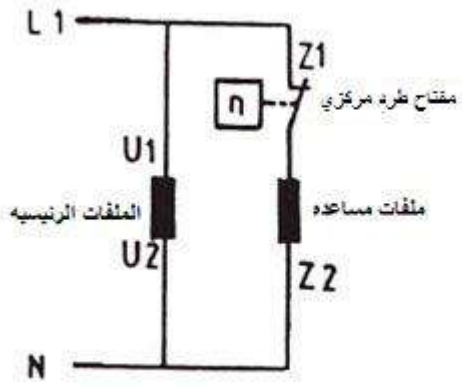
تمرين (24)

اسم التمرين: تركيب وتشغيل دائرة محرك حثي نوع القفص السنجابي طور واحد وآخر ثلاثي الأطوار باستخدام قاطع حماية أوتوماتيكي مركب (حراري ومغناطيسي)(MCB) وقياس سرعة كلٍ من المحركين باستخدام جهاز قياس السرعة الضوئي

المعلومات النظرية:

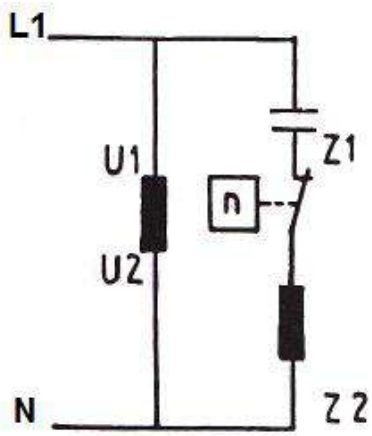
تتعدد تصاميم آلية البدء بالحركة لمحركات الطور الواحد الحثية وهي :

1. إضافة ملف بدء مع ملف التشغيل يوصلان معا على التوازي ويخرج ملف البدء من دائرة المحرك عند وصول سرعة المحرك إلى (75%) من السرعة المقننة بواسطة مفتاح طرد مركزي كما موضح في الشكل (7-23) .



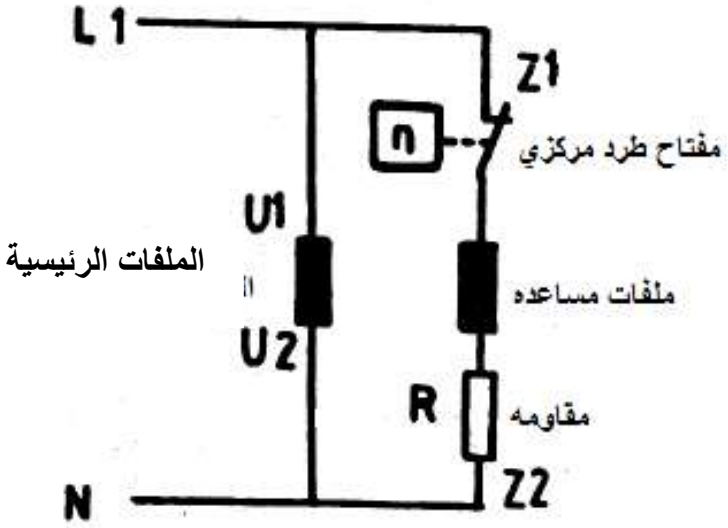
شكل (7–23) يوضح بدء تشغيل محرك حثي (ϕ1) باستخدام ملف مساعد ومفتاح الطرد المركزي

2. إضافة ملف بدء موصل به متسعة بدء ،وذلك بالتوازي مع ملف التشغيل عند البدء ،ويخرج ملف البدء والمتسعة من الدائرة عند وصول السرعة إلى (75%) من السرعة المقننة بواسطة مفتاح طرد مركزي كما موضح في الشكل (7-24) .



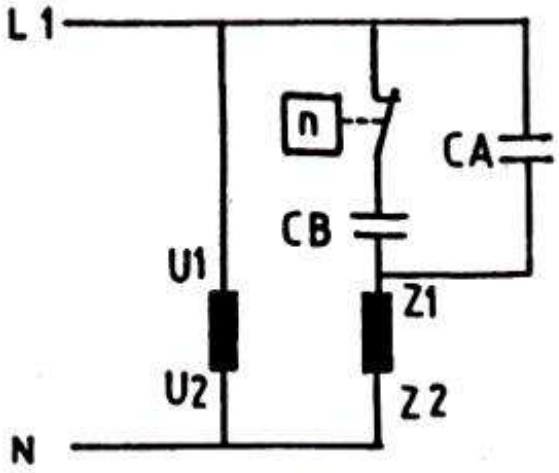
شكل (7-24) بدء تشغيل محرك حثي (ϕ1) باستخدام ملف مساعد ومفتاح طرد مركزي ومتسعة

3. إضافة ملف بدء موصل به مقاومة بدء بالتوازي مع ملف التشغيل عند البدء ويخرج ملف البدء والمقاومة من الدائرة عند وصول السرعة إلى (75%) من السرعة المقننة بواسطة مفتاح طرد مركزي وكما موضح في الشكل (7-25) .



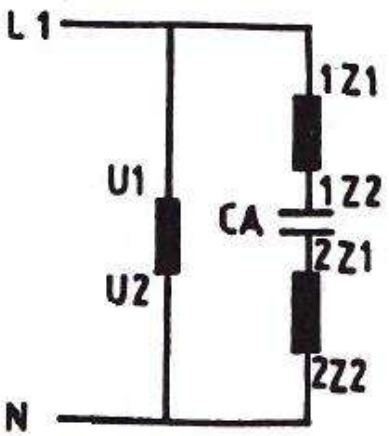
شكل (7-25) يوضح بدء تشغيل محرك حثي (ϕ1) باستخدام ملف مساعد ومفتاح طرد مركزي ومقاومة

4.إضافة ملف بدء موصل به متسعة بدء ومتسعة تشغيل ،ويوصلان بالتوازي مع ملف التشغيل وتخرج متسعة البدء بواسطة مفتاح طرد مركزي عند وصول السرعة إلى (75%) من السرعة المقننة ويبقى الملف المساعد والمتسعة (CA) وكما موضح في الشكل (7-26).



شكل (7- 26) يوضح بدء تشغيل محرك حثي (ϕ1) باستخدام ملف مساعد ومفتاح طرد مركزي ومتسعتين

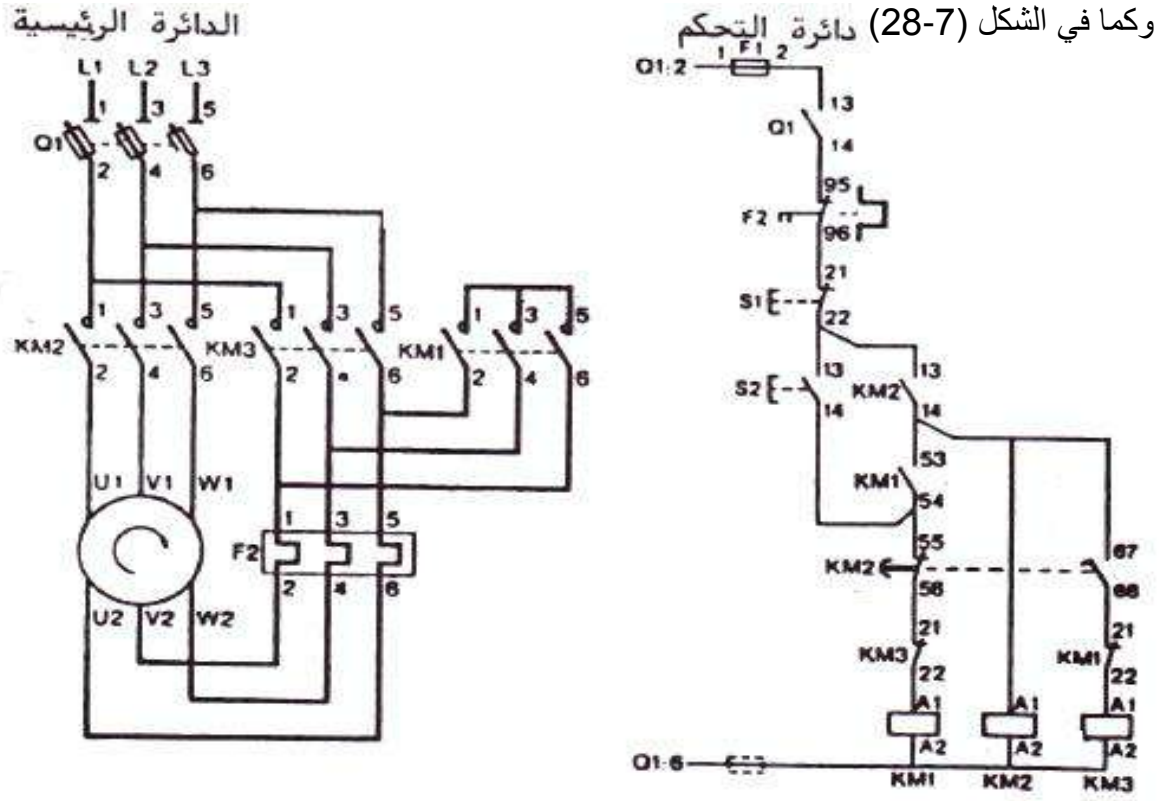
5.إضافة ملفي بدء موصلين معا بواسطة متسعة يوصلان بالتوازي مع ملف التشغيل وكما موضح في الشكل (7-27) علما بأن هذه الطريقة يفضل استخدامها في المحركات التي يتم عكس حركة دورانها.



شكل (7-27) يوضح بدء تشغيل محرك حثي (ϕ1) باستخدام ملفين مساعدين ومتسعة

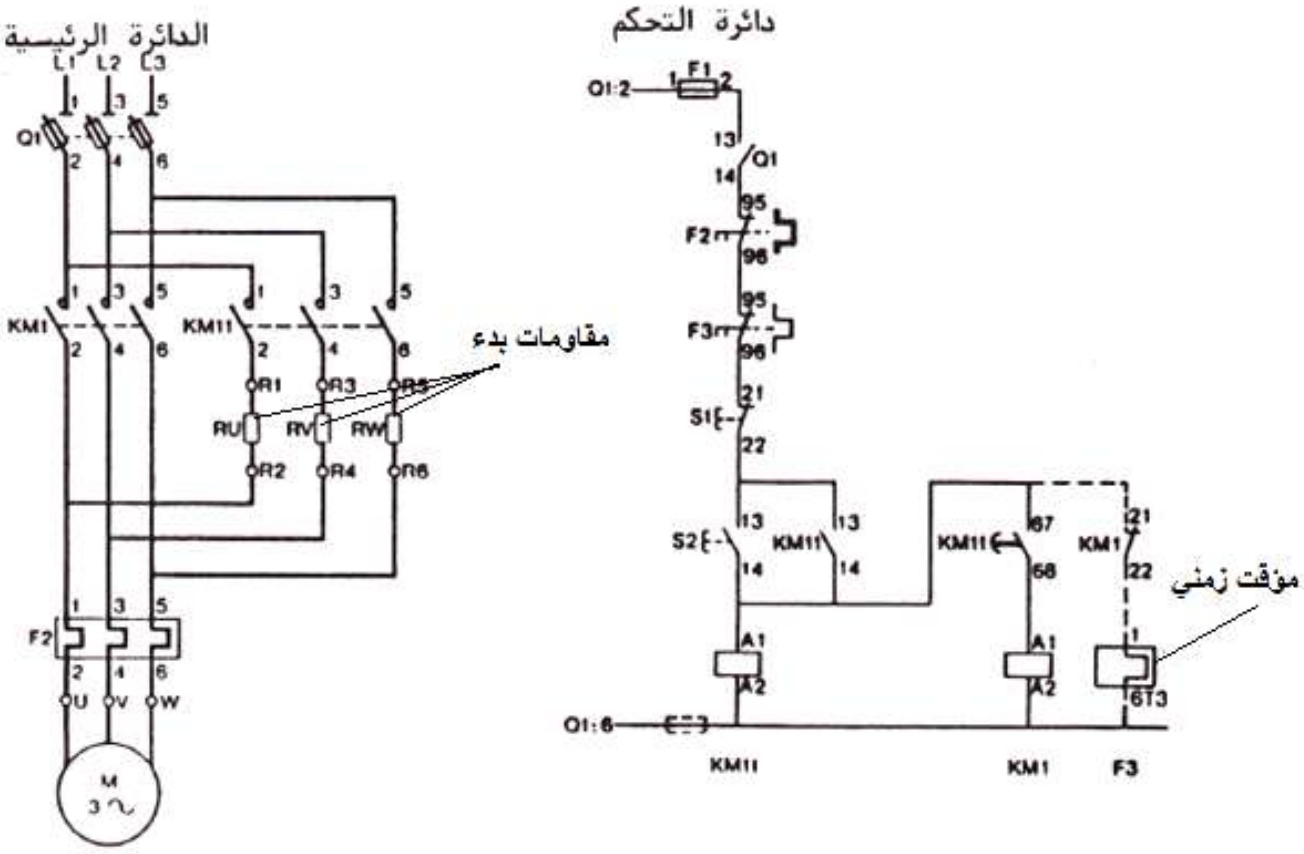
أما آلية بدء دوران المحركات الحثية ثلاثية الأطوار فتتعدد اعتمادا على نوع المحرك واستخدامه ومقدار الأحمال الميكانيكية المصمم عليها حيث أن توصيل هذه المحركات بشكل مباشر بمصدر الجهد الكهربائي لمن الأمور الخطيرة وخصوصا المحركات ذات القدرة العالية حيث يصل تيار البدء لها ستة أو سبعة أضعاف تيار التشغيل الاسمي الأمر الذي يؤدي الى انخفاض جهد الشبكة المغذية نتيجة لعمليات البدء المتكررة ويترتب على ذلك سخونة أو تلف ملفاتها أو التأثير بشكل سلبي في الأحمال الأخرى في نفس الشبكة أما في حالة الأحمال القليلة فيمكن استخدام محرك حثي ثلاثي الطور قفص سنجابي نجمي التوصيل فقط وتشغيله بشكل مباشر الى مصدر الجهد المغذي . وفيما يأتي طرق البدء المستخدمة للمحركات الحثيه ذات القفص السنجابي .

1. بادئ الحركة ستار – دلتا (Y-Δ Starter): ويتم تشغيل المحرك نجما عند البدء وبعد أن يصل المحرك لسرعة الدوران الاسمية له يوصل دلتا وفي هذه الحالة يكون تيار البدء مساويا ($\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{1.732}$) من تيار البدء لحظة التوصيل المباشر مع الشبكة وأن عزم البدء في هذه الحالة يكون مساويا لثلث عزم البدء عند التوصيل المباشر مع الشبكة الكهربائية لذا يفضل أن يبدأ المحرك حركته بدون حمل ، وتستخدم هذه الطريقة عندما يكون جهد تشغيل المحرك عند توصيل ملفاته دلتا مساويا لجهد المصدر وكما في الشكل (7-28)



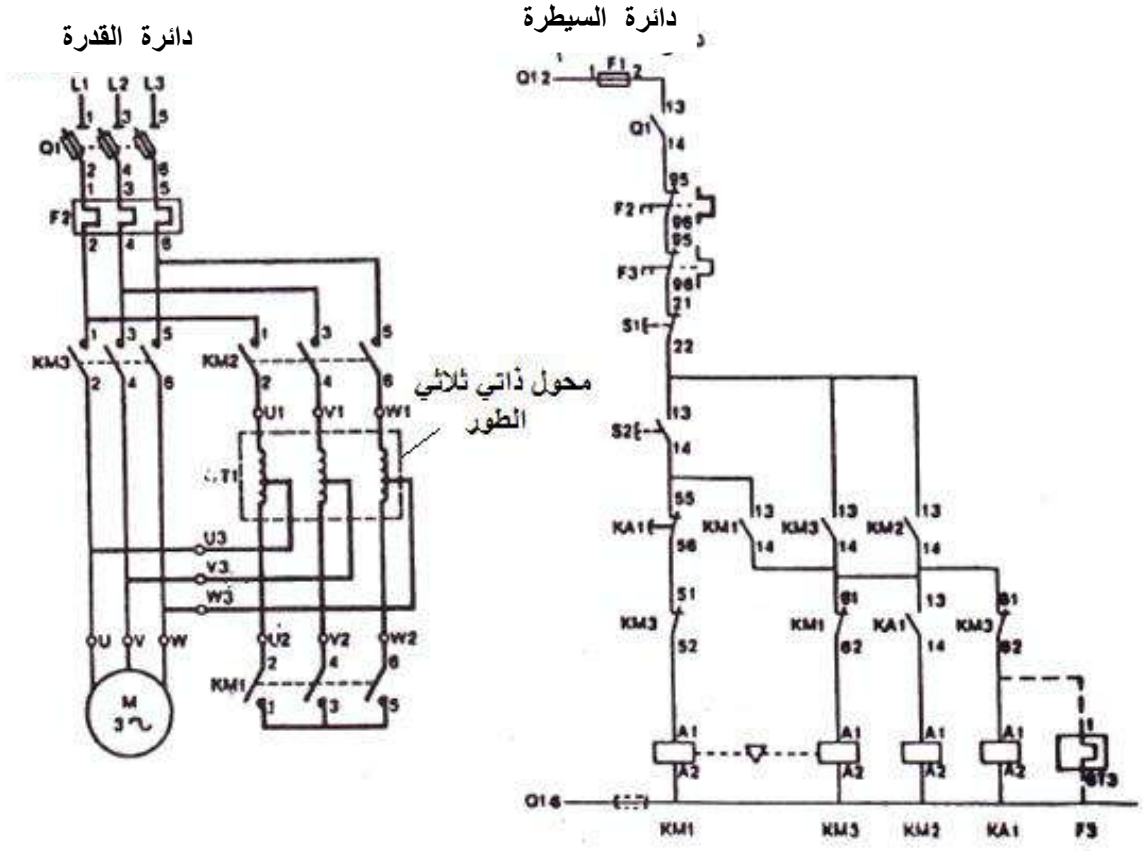
شكل (7-28) يوضح طريقة بدء تشغيل محرك حثي ثلاثي الطور (ستار- دلتا)

2.استخدام مقاومات بدء التشغيل : وعلى التوالي مع العضو الثابت عند بدء التشغيل وتفصل تدريجيا حتى تخرج تماما من الدائرة عند وصول سرعة المحرك إلى حوالي (75%) من السرعة الاسمية له وكما موضح في الشكل (7-29) .



شكل (7-29) يوضح طريقه بدء تشغيل محرك حثي ثلاثي الطور بواسطة مقاومات البدء

3.أستخدام محول ذاتي: يقوم بتقليل جهد البدء الى حوالي (50%) ثم (65%) ثم (80%) من الجهد المقنن،وعند وصول السرعة الى حوالي (75%) من السرعة الاسمية ينفصل المحول الذاتي ويعمل المحرك على الجهد الكامل للمصدر وكما في الشكل (7-30) .

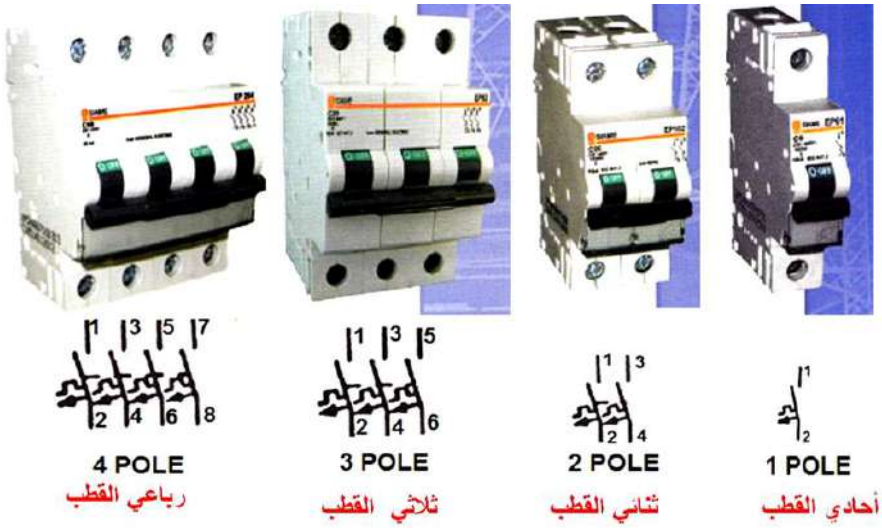


شكل (7-30) يوضح طريقة بدء تشغيل محرك حثي ثلاثي الطور بواسطة محول ذاتي

قاطع حماية المحرك الأوتوماتيكي المركب (Miniature Circuit Breaker(MCB):

يعتبر عنصر الحماية الأساسي في دائرتي السيطرة والقدرة ،ويوصل متوالي مع الدائرة المطلوب حمايتها وعلى الخط الفعال ،حيث يتم فصل الدائرة عند وصول التيار المار خلاله الى قيمة التيار الاسمي للقاطع(In) مضروب بمقدار(1.13) ليفصل بعد زمن مقداره ساعة وإن تجاوزت تلك القيمة يبدأ الزمن بالتناقص وهذا ما نعبر عنه بحمل الدائرة الزائد وقد يمر تيار عالي جدا يصل أضعاف التيار الاسمي للقاطع فأن زمن الفصل يكون لحظياً وهذا ما نسميه بالقصر الناتج عن تماس حاصل بين ملفات الماكنة أو تماس بين خطوط التغذية لنفس الدائرة . ونقصد بالتيار الاسمي للقاطع هي استطاعة القطع (IA) وعلى ذلك تم إنتاج قواطع ذات أستطاعات قطع مختلفة ليناسب استخدامها تيار ماكنة معينة وكل منها يتبع صنف معين يكون مكتوباً على جسم القاطع ويوجد منه مالا يمكن معايرته حيث يكتب عليه مثلا C25 ونعني بـ C

صنف القاطع ويوجد منه (A,B,D) وإن الصنف (C) مناسب للاستخدامات العامة وللمحركات وكما في الأنواع التالية الموضحة في الشكل (7-31) الذي يبين شكل ورمز كلا منها .

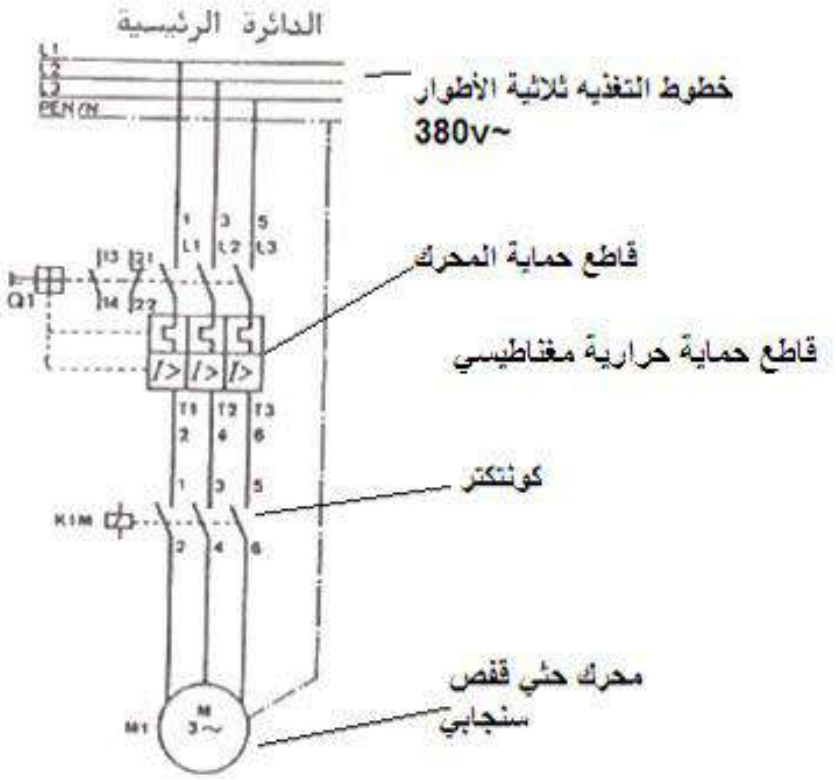


شكل (7- 31) يوضح أنواع وأشكال ورموز القاطع المركب الثابت المعايرة (MCB)

أما النوع قابل المعايرة فإنه يفضل استخدامه لحماية المحرك من زيادة التيار بصورة دقيقة ويمكن ضبطه ضمن مجال معين يحدده مواصفات المحرك والحمل الميكانيكي ويعاير بالمقدار (In× 0.15) بحيث (In) تيار تشغيل المحرك وتعتمد هذه النسبة على درجة حرارة الغرفة ،ويحوي هذا النوع على نقطتي تماس أحدهما مغلق والآخر مفتوح في الوضع الطبيعي ترتبط ميكانيكياً بالتماسات الرئيسة له يتغير وضعهما في حال حصول قصر أو حمل زائد بعد فصل التماسات الرئيسة والشكل (7-32) يبين شكل ورمز هذا النوع .

شكل (7-32) يوضح قاطع حماية المحرك مع رمزه

عند تركيب هذا النوع من القواطع يمكن الاستغناء عن متمم زيادة الحمولة الحراري (Thermal Over Load Relay) لان عمله يحوي الآليتين معا الحرارية والكهرومغناطيسية ويجب الانتباه تماما عند تيار معايرة هذا القاطع لأن يكون تيار المحرك يقع ضمن مجال عيار القاطع مثلا أن كـان (In=4A) فيكون مـدى تيار المعايرة الدقيق للقاطع (4 – 2.4) أمبير ويركب هذا النوع من القواطع لحماية المحركات ثلاثية وأحاديـة الطور وكما موضح توصيلته فى الشكل (7-33) .



شكل (7-33) طريقة تركيب قاطع حماية المحرك في دائرة الأستطاعة لتشغيل محرك حثي ثلاثي الاطوار

مبدأ عمل القاطع:

يوصف القاطع بأنه حراري - مغناطيسي وعادة نجد هذا القاطع مختوم عليه كما في شكل (7-33) حيث يشير الرمز( ) دليل الفصل الحراري الناتج من زيادة التيار التدريجي بسبب زيادة الحمل مثلا ويتعلق زمن الفصل بشدة التيار ويقع ضمن دقائق حتى ساعة أو أكثر لذا يسمى (الفصل البطيء) أما الرمز(I>) فهو دليل الفصل المغناطيسي الناتج من الزيادة الطردية بسبب أعطال القصر دون تأخير زمني وضمن زمن يقع في أجزاء الثانية إلى عدة ثوان لذلك نسميه ب (الفصل السريع) وفيما يلي أنواع من قواطع الحماية واطئة الجهد كما في الأشكال (7 -34) و(7 -35).

شكل (7-34) يوضح نموذج من قواطع حماية وبادئ تشغيل المحرك اليدوية (MMS)

شكل (7-35) يوضح نموذج من قواطع الحماية المزود بمفاتيح الحماية المنفصلة ذات الجهد الواطئ

((MCCB)Molded Case Circuit Breaker)

اختيار قيمة التيار الاسمي للقاطع الغير قابل للمعايرة واطئ الجهد :

لنفرض أن لدينا دائرة كهربائية تسحب تياراً قيمته(Ib) ونريد تغذيتها عبر قاطع (MCB) تياره الاسمي (In) فيكون لدينا : $In=1.5 \times Ib$

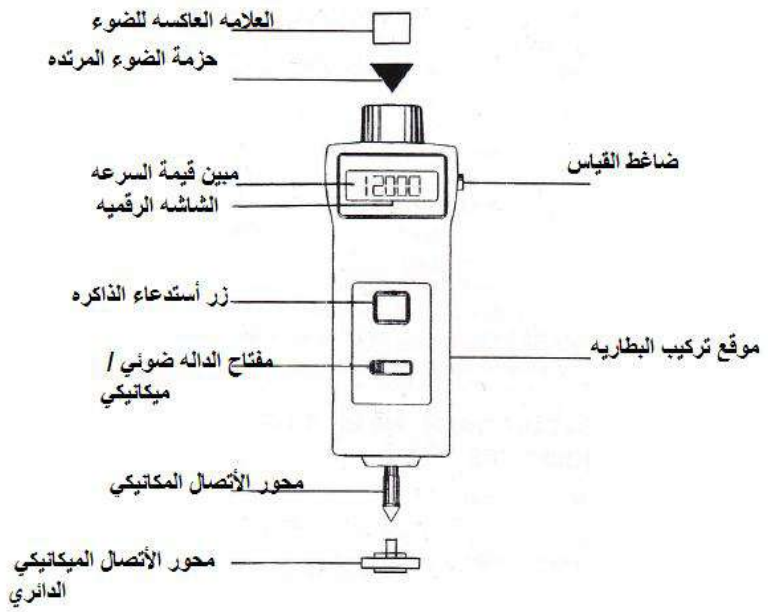
وذلك لاعتبارات حرارية مثل حرارة الوسط المحيط أو التبادل الحراري بين مكونات الدائرة فأن كان لدينا دائرة تيارها (11A) نركب قاطعاً ذا تيار أسمي كما يلي :

$In= 11x1.5 = 16.5\ A$ $In=16A$

إذن نختار قاطعاً ذا تيار أسمي (In=16A) أما صنف القاطع فحسب الدائرة المطلوب حمايتها فنختار(C) مثلا فيكون (16C).

جهاز قياس سرعة المحركات الرقمي الضوئي/الميكانيكي (Digital Photo/Contact Tachometer):

يستخدم جهاز قياس سرعة المحركات الكهربائية الرقمي في قياس السرعة الدورانية والسرعة الخطيةوالشكل (7-36) يوضح الأجزاء التي يتكون منها هذا الجهاز .



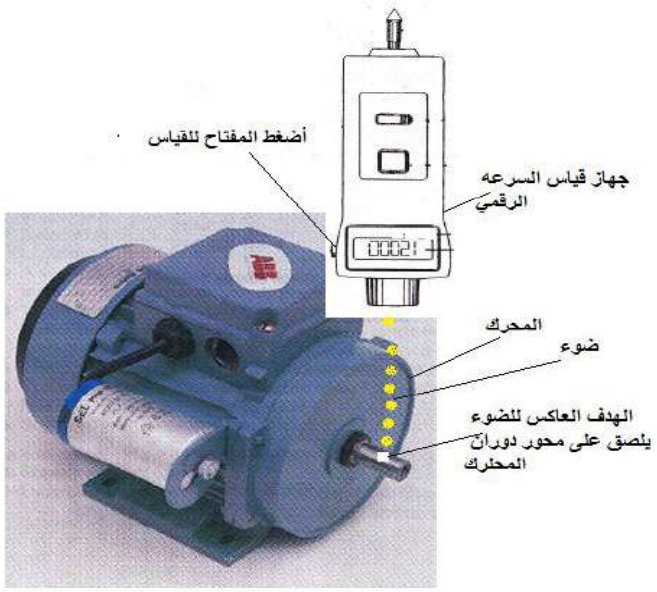
شكل (7- 36) يوضح أجزاء جهاز قياس سرعة المحرك الكهربائي الرقمي

يعمل جهاز قياس سرعة المحرك بطريقتين:

1.الطريقة الميكانيكية (Direct Contact): عن طريق التماس الميكانيكي المباشر بين الجسم المتحرك (محور دوران المحرك) والرأس الميكانيكي للمقياس لقياس أما السرعة الدورانية (دورة/دقيقة)(rpm) أو السرعة الخطية (متر/ دقيقة) (m/min) وذلك عن طريق تبديل شكل الرأس الميكانيكي الدوار للجهاز بما يناسب سطح الجسم ونوع الحركة وكما موضح في الشكل (7- 37) الذي يبين طريقة القياس لهذه الطريقة.

شكل (7 -37) يوضح طريقة قياس سرعة المحرك باستخدام مقياس السرعة الرقمي الميكانيكي

2.الطريقة الضوئية (Photo): وهي الطريقة الثانية المستخدمة لقياس السرعة لكنها تتم عن بعد بمسافة كشف لا يزيد مداها عن (50-150mm) والحد الأقصى (300mm) وتعتمد على دقة تصويب الضوء على الهدف وهذه الطريقة مستخدمة خصوصا في الحالات التي يتعذر فيها القياس بالآلية الميكانيكية ، تتم عملية القياس بتسليط ضوء متقطع من نافذة (عدسة) الجهاز على هدف عاكس للضوء (Reflector Tape Marks) يلصق على محور دوران المحرك في حالة قياس سرعة الدوران(rpm)، يتحسس الجهاز بالضوء المنعكس من الهدف إلى نافذة الجهاز ليعطي المقياس قراءة تمثل السرعة المقاسة حيث أن هناك أجهزة تغطي مدى قياس للسرعة يتراوح (5999.99 rpm) والشكل (7 -38) يبين طريقة القياس بهذه الآلية.



شكل (7-38) طريقة قياس سرعة المحرك باستخدام مقياس سرعة المحرك الرقمي الضوئي

مكان العمل : ورشة الكهرباء.

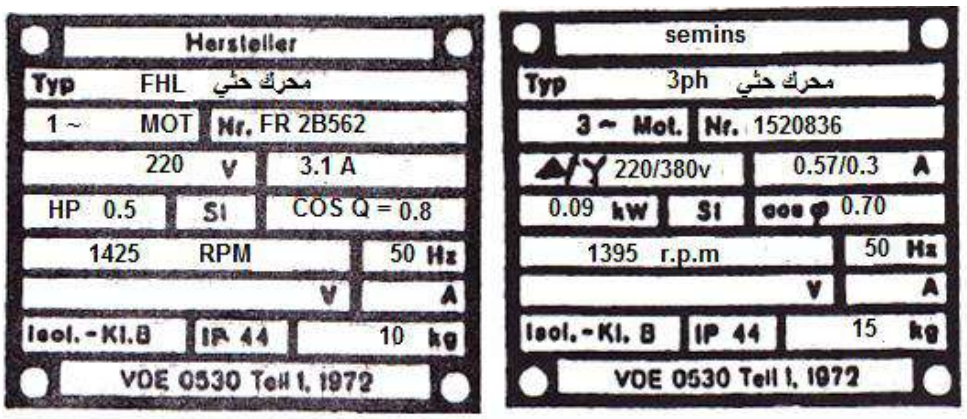
الزمن اللازم : 6 حصص .

الأهداف التعليمية: يجب أن يكون الطالب قادرا على تركيب وتشغيل دائرة محرك طورواحد ودائرة محرك ثلاثة أطوار باستخدام حماية قاطع مركب (MCB) قابل للمعايرة مع قياس السرعة الدورانية لهما باستخدام جهاز قياس السرعة الضوئي .

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد ، أجهزة) :

(لوحه خشب قياس (30x50 cm) ، بدلة عمل مناسبة ، قاطع دورة مركب (MCB) يمكن معايرته بمدى (2.4 - 4A) ،سكة تثبيت طول (10 cm) ، مصابيح بيان ملونة (220v~) (أحمر عدد (2)، ومصباح أصفر، أزرق ، أخضر عدد (1) من كل لون)، سلك مفرد حجم (1.5) ملم^2 طول (6) متر ، قناة بلاستيكية طول (1) متر حجم (16x16mm)، صندوق بلاستيك مربع حجم (20x20cm) وحجم (7x7cm)، براغي خشبية حجم (0.5)أنج عدد (20)، جهاز قياس أفوميتر رقمي ، جهاز قياس سرعة المحرك ضوئي ، محرك حثي قفص سنجابي أحادي الطور سرعة واحدة (220V~/50Hz) (1425 rpm) قدره (1/2HP)، محرك حثي قفص سنجابي سرعة واحدة ثلاثي الطور نجمي (380V~/50Hz)(1395rpm) قدره (0.09W) كما في الشكل (7-40)، مرابط نصف دائرية حجم (1.5) ملم^2 عدد (20) ، كتر يدوي كهربائي ، قاشطة كهربائية ، بلايس كهربائي ، درنفيس عدل حجم 3mm ، درنفيس فحص ، درنفيس مربع ، مصدر جهد كهربائي (3ϕ) (220v/380v) ، كونكتر حجم (1.5) ملم^2 عدد (12) جهاز قياس كلامبميتر والشكل (7- 39) يبين المواد والعدد والأجهزة المستخدمة في التمرين .

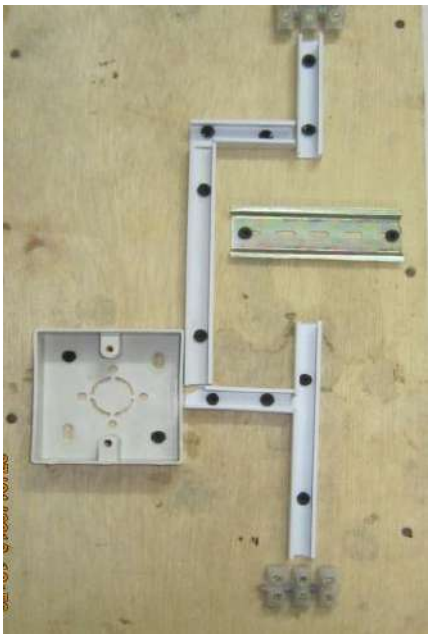
شكل (7-39) المواد والعدد المستخدمة في التمرين



شكل (7-40) يوضح اللوحتين الأسميتين لمحرك (1ϕ) و (3ϕ) حثي قفص سنجابي

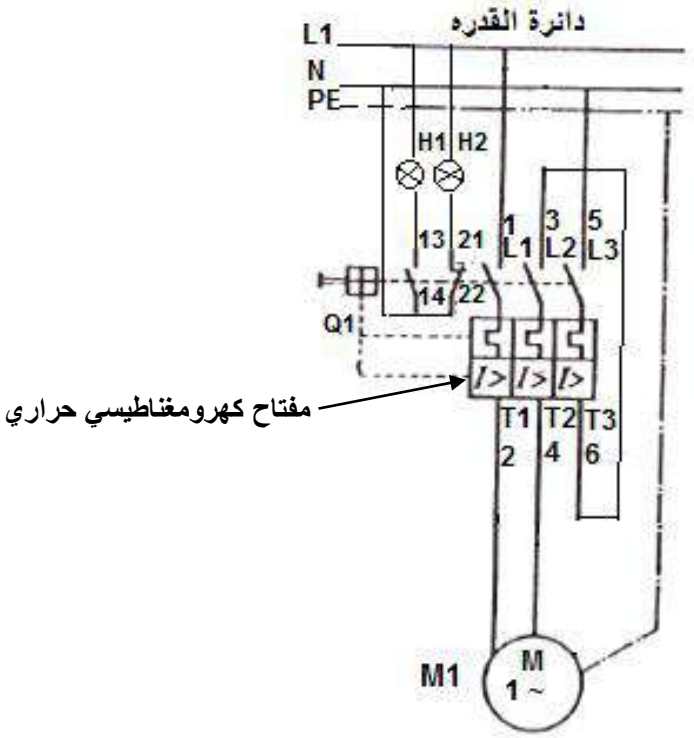
خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية:

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة لقياس جسمك .
2. ثبت كلاً من سكة حامل قاطع حماية المحرك (MCB) وصندوق مصابيح البيان البلاستيكي والقناة البلاستيكية والكونكتر بواسطة براغي خشبية قياس 0.5 أنج على لوحة التدريب الخشبية بالأبعاد التقريبية الموضحة في الشكل (7-41).



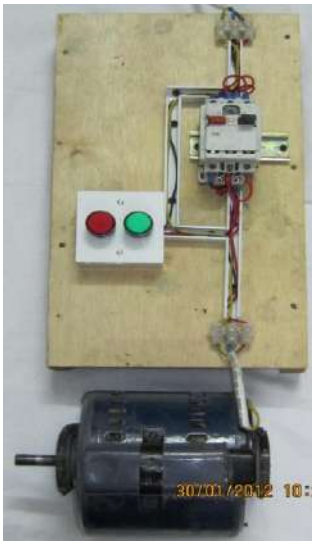
شكل (7-41) طريقة تثبيت عناصر الدائرة على اللوحة الخشبية

3. صل دائرة تشغيل المحرك أحادي الطور الحثي ذي القفص السنجابي حسب المخطط التنفيذي باستخدام أسلاك حجم (1.5) ملم^2 على أن تمدد داخل القنوات البلاستيكية المثبتة على اللوحة الخشبية مستخدما كونكترات لتوصيل خطوط التغذية بما فيها خط الأرضي وخطوط التوصيل إلى المحرك كما موضح في الشكل (7 -42).



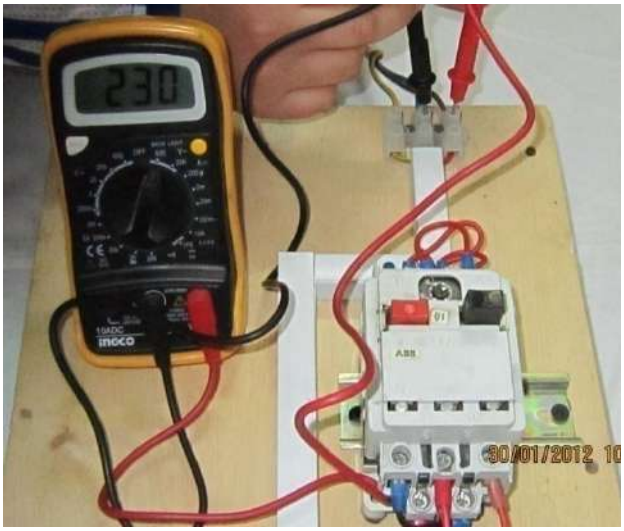
شكل (7-42) يوضح مخطط دائرة القدره لتشغيل محرك حثي (1ϕ)

4.صل باستخدام كيبل حجم (3x1.5mm2) دائرة تشغيل المحرك الحثي (1ϕ) بمصدر التغذية الرئيس جهد (220V) وتردد (50Hz) (L,N.PE) على أن يكون خط (L) باللون البني أو الأحمر وخط (N) باللون الأزرق أو الأسود وخط (PE) باللون الأصفر بخط أخضر الذي يمثل قطب الأرضي كما موضح في الشكل (7-43) .



شكل (7 -43) توصيل دائرة التشغيل لمحرك متناوب أحادي الطور مع قاطع حماية

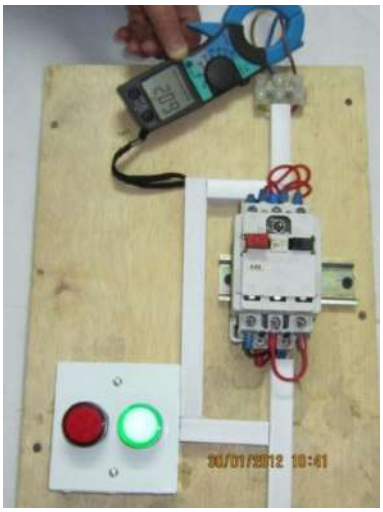
5.أفحص باستخدام جهاز القياس الافوميترمقدار جهد التغذية المجهز لدائرة تشغيل المحرك محدداً بواسطة درنفيس الفحص القطب الحار (L) ملاحظاً مصباح بيان الإطفاء باللون الأحمر كما موضح في الشكل (7-44) .



شكل (7-44) يوضح قياس فرق جهد المصدر المغذي باستخدام الأفوميتر

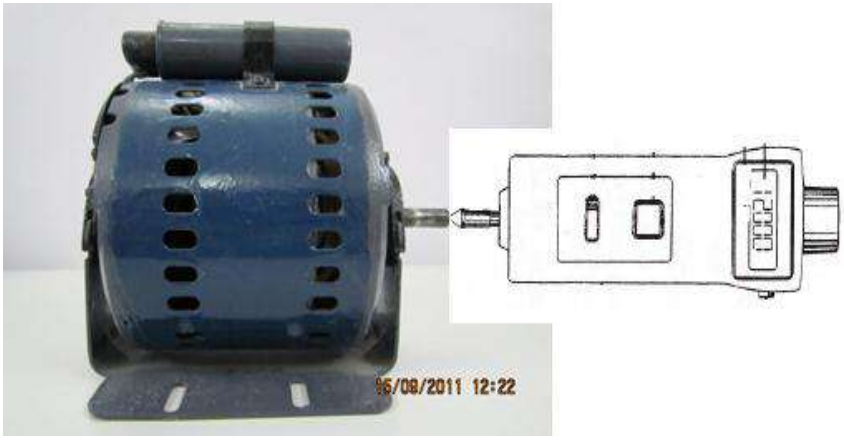
6.ضع قاطع حمايـــة المحرك الأوتوماتيكي (MCB) بوضع (ON) بعد معايرتـه على قيمة تيار مقدارهـا (3.5A) اعتماداً على التيار الاسمي للمحرك (In) والذي قيمته تساوي (3.1A) ملاحظاً إضاءة مصباح بيان اشتغال المحرك الأخضر ومصباح الإطفاء أو الإنذار الأحمر .

7. قس مقدار تيار المحرك الحثي (1ϕ) باستخدام جهاز القياس الكلامبميتر ثم سجله كما موضح في الشكل (7 -45) .



شكل (7 -45) يوضح قياس قيمة التيار المسحوب الى المحرك الحثي (ϕ1)

8. قس مقدار سرعة المحرك الحثي (ϕ1) من دون حمل ميكانيكي باستخدام جهاز قياس السرعة الضوئي / الميكانيكي (تاكوميتر) كما موضح في الشكل (7-46) .



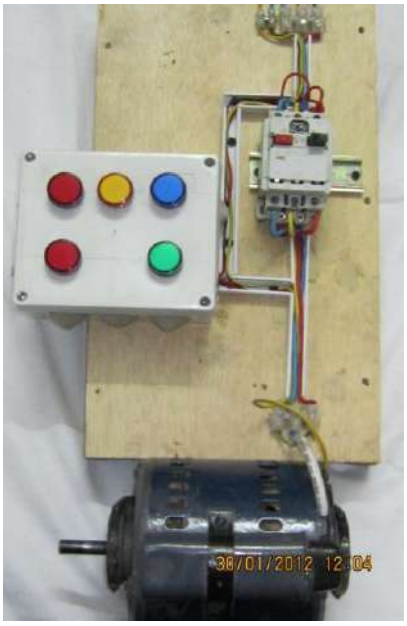
شكل (7 -46) يوضح قياس سرعة المحرك الحثي (ϕ1) باستخدام جهاز تاكوميتر

9. أطفئ مصدر التغذية الرئيس وأبعده.

10. غير طريقة توصيل قاطع حماية المحرك (MCB) بما يحقق الحماية ثلاثية الطور ، مستبدلا المحرك الحثي أحادي الطور بآخر حثي ثلاثي الطور نجمي ومثبتا الصندوق البلاستيكي حجم (20x20cm) وفيه مصباحا بيان التشغيل ذي اللون الأخضر وبيان الإطفاء باللون الأحمر ومصابيح دلالة وجود الأطوار الثلاثة بالألوان (الأحمر، الأزرق،الأصفر) .

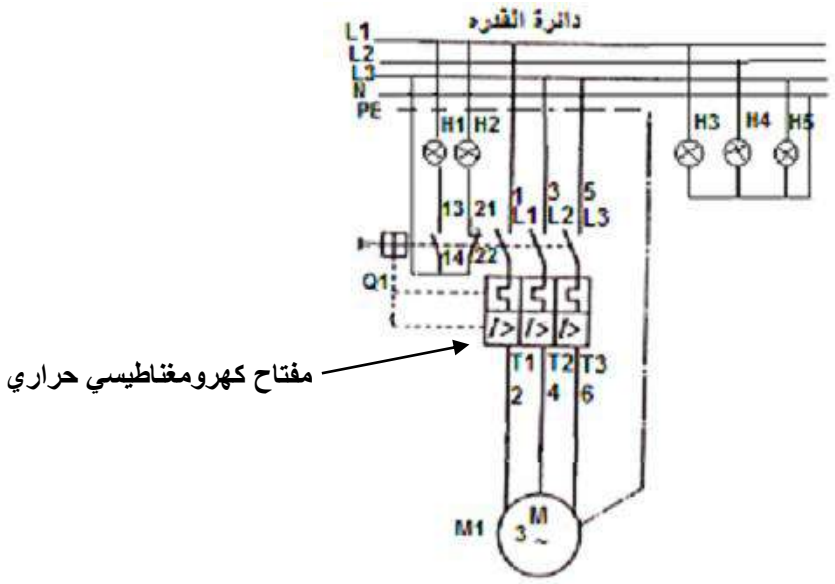
ملاحظة :

أن مصباح الإطفاء الأحمر هو نفسه دليل حصول مشكلة أي عند حدوث قصر أو حمل زائد في دائرة المحرك عن ما مقرر لقاطع حمايته كما موضح في الشكل (7-47) .



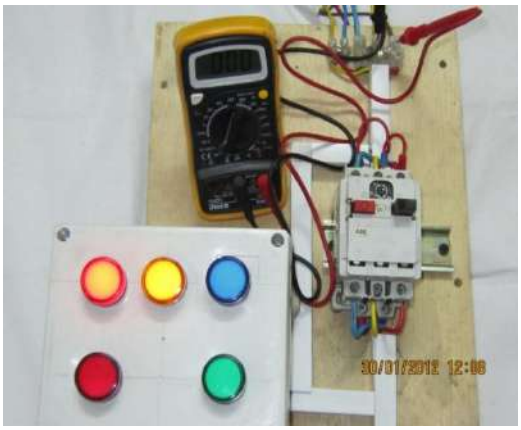
شكل (7–47) يوضح توصيل دائرة تشغيل محرك متناوب حثي (ϕ3) مع قاطع حماية

11. صل دائرة تشغيل المحرك الحثي (ϕ3)النجمي (الستار) ذي القفص السنجابي كما في المخطط التنفيذي الموضح في الشكل (7 -48) .



شكل (7 -48) مخطط دائرة تشغيل محرك حثي (ϕ3) مع قاطع حماية

12. صل دائرة تشغيل المحرك الحثي (ϕ3)الى مصدر التغذية الكهربائية الرئيس على أن توصل خطوط التغذية الثلاثة (L_1,L_2,L_3) الى قاطع حماية المحرك الى النقاط (1، 3، 5) ونقطة التعادل (N) ونقطة (PE) الى الكونكتر المزدوج باستخدام قابلو حجم ($4X1.5mm^2$) وآخر مفرد حجم ($1.5mm^2$) بلون أصفر بخط أخضر كنقطة أرضي .
13. قس باستخدام جهاز القياس الافوميتر قيمة الجهد الكهربائي بين (L_1,L_2)، (L_1,L_3)، (L_2,L_3)، (L_1,N)، (L_2,N)،(L_3,N) مسجلا تلك القيم كما موضح في الشكل (7 -49) .



شكل (7 -49) يوضح قياس قيمة الجهد الكهربائي بين الأطوار الثلاثة

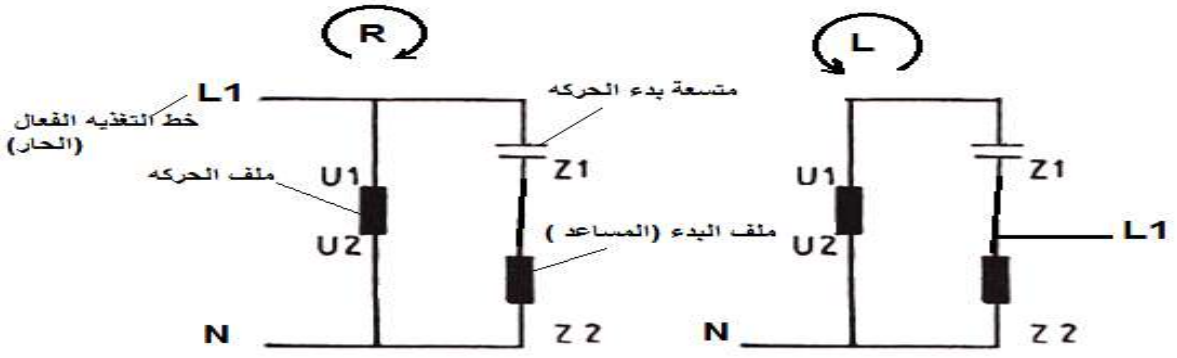
14. ضع قاطع الدورة الأوتوماتيكي (MCB) بوضع (ON) بعد معايرته على قيمة تيار قطع (0.345A) اعتماداً على قيمة التيار الاسمي للمحرك الثلاثي الطور (0.3A) ملاحظاً إضاءة مصباح بيان عمل المحرك الأخضر ومصابيح بيان وجود الأطوار الثلاثة.
15. قس مقدار تيار المحرك الحثي (ϕ3) باستخدام جهاز القياس الكلامبميتر ثم سجلها .
16. قس سرعة المحرك الحثي (ϕ3) دون حمل ميكانيكي باستخدام جهاز التاكوميتر الميكانيكي .
17. أطفئ مصدر الجهد الكهربائي الرئيس ثم أبعده، مفككا الدائرة ومرتبا العناصر في أماكنها الصحيحة .
18. نظف مكان العمل .

تمرين (25)

اسم التمرين: تركيب وتشغيل دائرة السيطرة على عكس دوران محرك حثي أحادي الطور وآخر ثلاثي الطور نجمي باستخدام مفتاح عاكس دوران يدوي (1ϕ) وآخر(3ϕ)

المعلومات النظرية:

عند توصيل خطي التغذية (N،L_1) كما في الشكل (50-7) فأن المحرك الحثي ألأحادي الطور (1ϕ) ذي بادئ تشغيل مكون من ملف مساعد ومتسعة سيدور عكس اتجاه عقرب الساعة (إلى اليسار) كما في الشكل (7–50) أما عند توصيل خطي التغذية (N،L_1) كما في الشكل (7–51) فأن المحرك سيدور باتجاه عقرب الساعة (إلى اليمين).



شكل (7 -50) يوضح طريقة ربط ملفات المحرك الحثي (ϕ1) للدوران الى اليسار

شكل (7 -51) يوضح طريقة ربط ملفات المحرك الحثي (ϕ1) للدوران الى اليمين

ملاحظة:

نعتمد قياس قيمة المقاومة في تحديد الملف الرئيس والملف المساعد للمحرك الحثي أحادي الطور ذي القفص السنجابي وأن توصيلهما المتوالي يعطي قيمة أكبر للمقاومة وهذا دليل توصيل طرفي المتسعة إليهما ولأجل هذا نستخدم جهاز القياس الأوفوميتر وعلى وضع أوميتر تدريج (x200) أي أقل تدريج لجهاز القياس لان مقاومة الملفات قليلة وكما نلاحظ في الشكل (7-52 أ ، ب، ج، د) والشكل (7-53) .

شكل (7– 52) يوضح (أ) محرك غسالة حثي قفص سنجابي (ϕ1) يعمل بمتسعة بدء دوران وملفات مساعدة

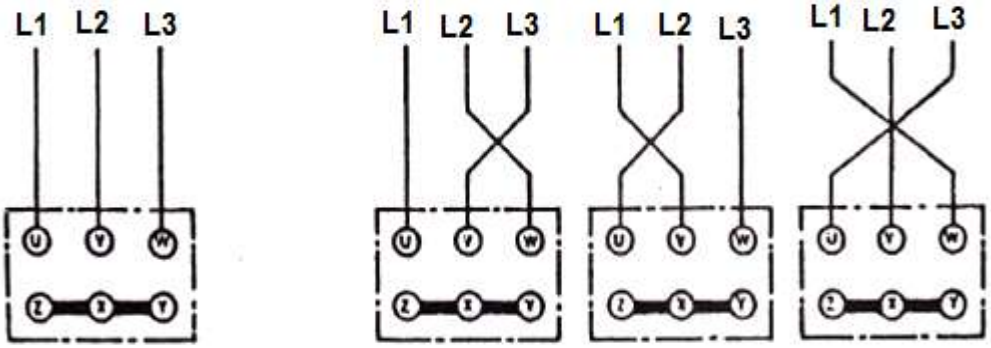
شكل (ب) طريقة قياس مقاومة الملفات الرئيسة شكل (ج) طريقة قياس قيمة الملفات المساعدة

لمحرك غسالة وتساوي(93) أوم لمحرك غسالة وتساوي (160) أوم

شكل(د) طريقة قياس قيمة المقاومة الكلية لملفات محرك غسالة تقريبا وتساوي (252) أوم

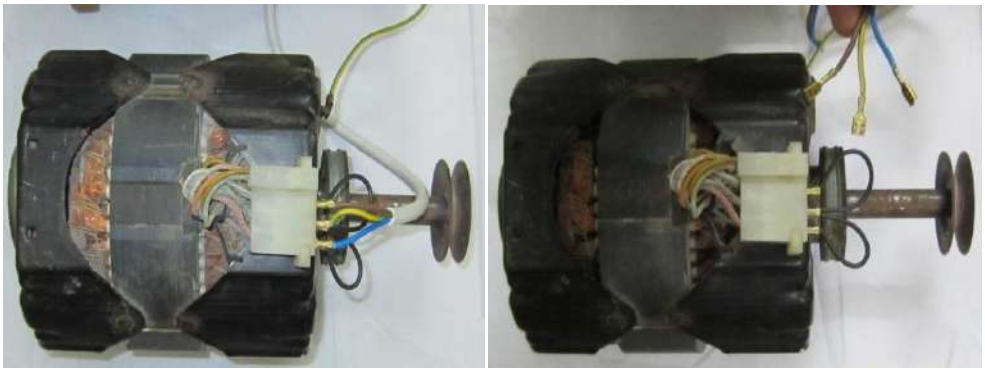
شكل (7–53) توصيل المتسعة مع ملفات محرك الغسالة

أما في حالة المحركات الثلاثية الأطوار فأن عكس اتجاه دورانها يتم عن طريق تبديل طرفين من أطراف المحرك الثلاثة الموصلة بالمصدر نتيجة عكس اتجاه المجال المغناطيس المتولد فيها كما فـــي الشكل (7-54) أما الشكل (7-55) فيوضح طريقة توصيل القابلو الثلاثي الأطوار مع المحرك الحثي الثلاثي الأطوار.



(ب) (أ)

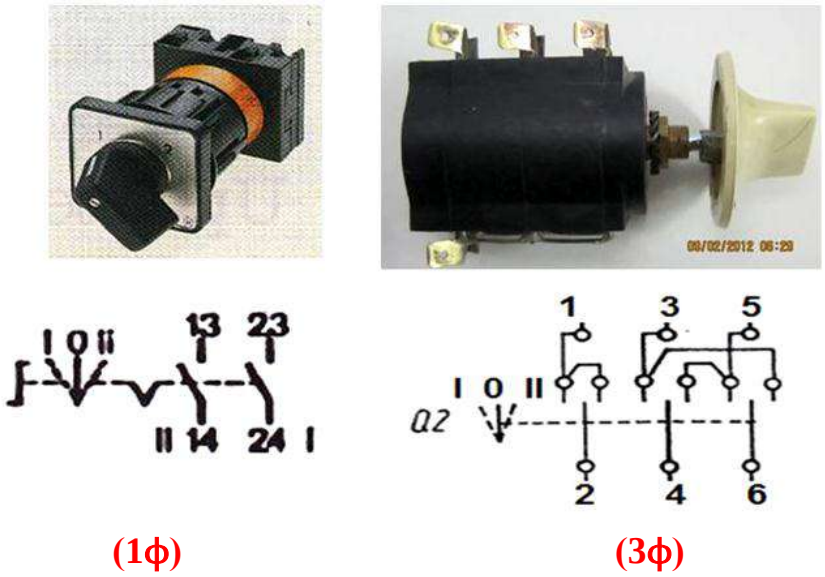
شكل (7-54) يوضح طرق توصيل الموصلات الخارجية للمحرك الحثي الثلاثي الاطوار لعكس اتجاه دورانه (أ) دوران عكس اتجاه عقرب الساعة (ب) دوران باتجاه عقرب الساعة



شكل (7-55) توصيل الأطراف الخارجية لمحرك (ϕ3) حثي قفص سنجابي نجمي (ستار)

علما أن طريقة عكس الحركة هذه تتم أما من خلال مفتاح يدوي لعكس دوران الحركة أو من خلال التحكم الكهرومغناطيسي.

أما شكل ورمز المفتاح اليدوي للسيطرة على عكس دوران محرك أحادي الطور حثي وأخر مفتاح يدوي للسيطرة على عكس حركة دوران محرك ثلاثي الطور موضح في الشكل (7-56) كما وتوضع أرقام لثلاثة أوضاع تشغيل (إيقاف 0) ، (تشغيل 1 يمين) ، (تشغيل2 يسار) على ثلاثة مواضع للعتلة الدوارة للمفتاح.



شكل (7–56) يوضح مفتاح عاكس اتجاه دوران المحرك الكهربائي ورمزه

مكان العمل : ورشة الكهرباء.

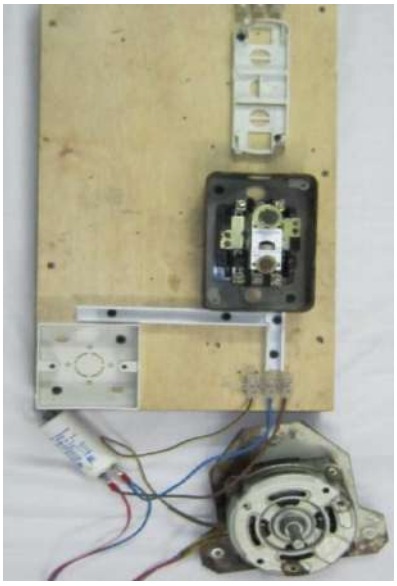
الزمن اللازم : 6 حصص .

الأهداف التعليمية: يجب أن يكون الطالب قادرا على تركيب وتشغيل دائرة عكس اتجاه دوران محرك حثي (1ϕ) وآخر محرك حثي ستار (ϕ3) ذي القفص السنجابي باستخدام مفتاح عكس الحركة يدوي.

التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):لوحة خشب قياس (60x60cm) ،قاطع مركب (MCB) عدد (3) ذو ذراع مشتركة تيار قطعة (5A) غير قابل للمعايرة ، قاطع مركب (MCB) مفرد عدد (1) تياره (3A)، قاطع حراري يمكن معايرته بالمدى (4A - 2.4) ،سكة تثبيت طول (20cm) ، مصابيح أشارة ملون (أحمر،أخضر، أزرق ، أصفر) ، (220V) عدد (2) من كل لون ، سلك مفرد حجم (1.5) ملم^2 طول (6) متر، قناة بلاستيكيه طول (50cm) ، صندوق بلاستيك حجم (20x20cm) عدد (4)، براغي خشبية حجم (0.5) أنج عدد (10)، جهاز قياس أفوميتر رقمي ، محرك حثي قفص سنجابي أحادي الطور سرعة واحدة (220V/50Hz)، سرعته (1425 rpm) ، قدرته (1/2HP) ، محرك حثي قفص سنجابي سرعة واحدة ثلاثي الطور نجمي (380V/50Hz) ، سرعته (1395 rpm) ، قدره (0.09W) ، مرابط دائرية حجم (1.5) ملم^2 عدد (5)، كتر يدوي كهربائي ، قاشطة كهربائية ، بلايس كهربائي ، درنفيس عدل حجم (3mm) ، درنفيس فحص ، درنفيس مربع ، مصدر جهد كهربائي (3ϕ) , (220/380V)، كونكتر حجم (1.5) ملم^2 عدد (2)،جهاز قياس كلامبميتر ، مفتاح عاكس حركة (1ϕ) ، (220V/10A) مفتاح عاكس حركه ثلاثي الطور (380V/5A).

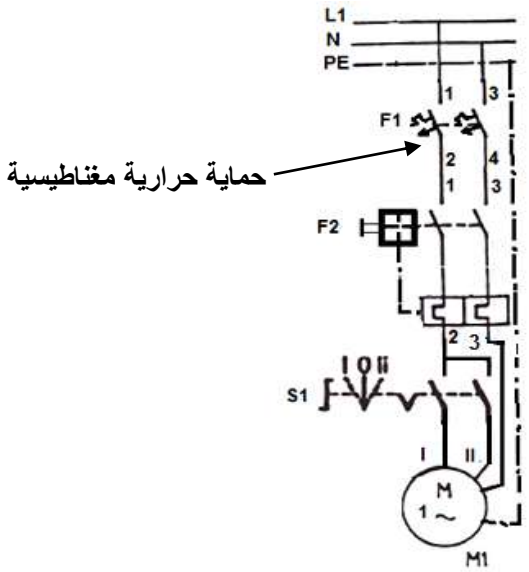
خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية :

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة لقياس جسمك.
2. ثبت كلا من سكة حامل قاطع الحماية (MCB) وصندوق قاطع حماية المحرك الحراري وصندوق مصابيح البيان البلاستيكي وصندوق مفتاح عاكس حركة الدوران والقناة البلاستيكية والكونكتر بواسطة براغي خشبية قياس 0.5 أنج على لوحة التدريب الخشبية وبالأبعاد التقريبية الموضحة فـــي الشكل (7- 57) .



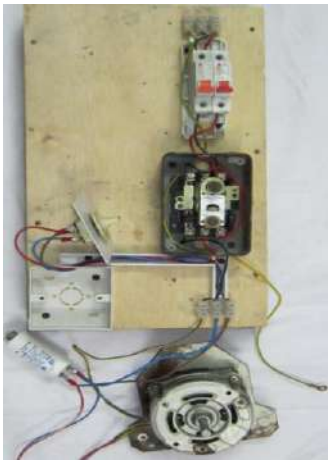
شكل (7-57) تثبيت صناديق والقنوات البلاستيكية على اللوحة الخشبية

3.صل دائرة عكس دوران المحرك الأحادي الطور الحثي ذي القفص السنجابي باستخدام المفتاح اليدوي حسب المخطط التنفيذي بواسطة أسلاك حجم (1.5) ملم^2 على أن تمدد داخل القنوات البلاستيكية المثبتة على اللوحة الخشبية مستخدما قاطع مفرد أستطاعة (4.5A) وقاطع حراري يمكن ضبط تيار قطعة وكونكتر لتوصيل الخط المتعادل وكونكتر لتوصيل خط الأرضي كما موضح في الشكل (7-58).



شكل (7-58) يوضح دائرة تشغيل وتحكم بعكس دوران محرك حثي (ϕ1) بواسطة مفتاح يدوي

4.صل باستخدام كيبل حجم ($3x1.5mm^2$) بدائرة عاكس حركة المحرك الحثي (1ϕ) بمصدر التغذية الرئيس عن طريق خطوط التغذية (L,N.PE) وبجهد (220V) وبتردد (50Hz) على أن يكون خط (L) باللون البني أو الأحمر وخط (N) باللون الأزرق أو الأسود وخط (PE) باللون الأصفر بخط أخضر كما موضح في الشكل (7-59) .



شكل (7-59) يوضح توصيل دائرة عكس دوران محرك غسالة أحادي الطور

5.أفحص باستخدام جهاز القياس الافوميتر مقدار جهد التغذية المجهز لدائرة تشغيل المحرك محددا بواسطة درنفيس الفحص الخط الحار (L).

6.ضع قاطع الدورة المركب (F_1) والقاطع الحراري (F_2) بعد معايرته بالاعتماد على قيمة التيار الاسمي للمحرك بوضع (ON) كما في الشكل (7-60) .

شكل (7- 60) يوضح طريقة توصيل وتشغيل دائرة عكس اتجاه دوران محرك غسالة أحادي الطور

7.غير حالة مفتاح اختيار اتجاه الدوران من وضع إيقاف (0) الى وضع تشغيله (I).

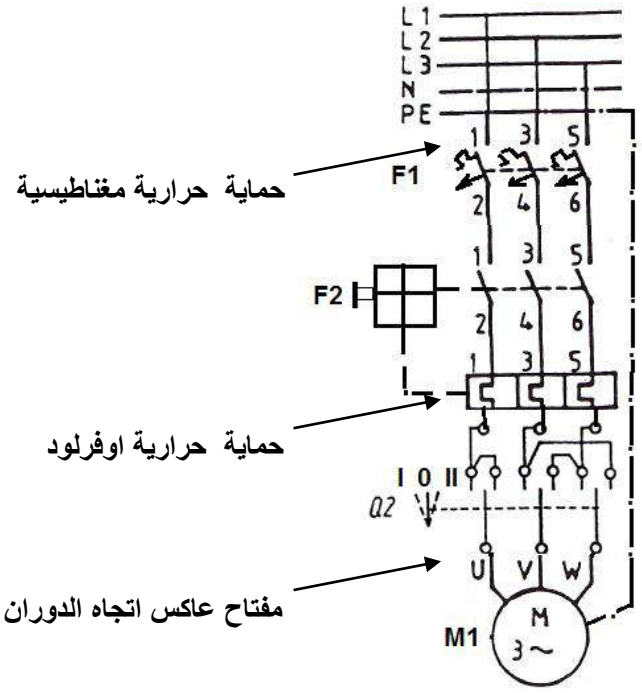
8. قس مقدار تيار المحرك الحثي (ϕ1) باستخدام جهاز قياس التيار باتجاه الدوران (I)(يمين) ثم سجله.

9.أعد الخطوتين (7) و(8) بعد اختيار حالة مفتاح اتجاه الدوران إلى وضع التشغيل (II) (يسار) .

10 .أطفئ مصدر التغذية الرئيس وأبعده .

11. أستبدل في دائرة التشغيل السابقة القاطع المركب (MCB) الثنائي بآخر ثلاثي والقاطع الحراري ثنائي القطب بآخر ثلاثي . ومستبدلا المحرك الحثي أحادي الطور بآخر حثي ثلاثي الطور نجمي ومركبا مفتاح عكس الحركة ثلاثي الطور في الصندوق البلاستيكي له بدلا عن مفتاح عاكس الحركة الأحادي الطور .

12. صل دائرة عكس حركة المحرك الحثي (3ϕ) الستار ذي القفص السنجابي كما في المخطط التنفيذي الموضح في الشكل (7-61) .



شكل (7-61) يوضح مخطط دائرة عكس اتجاه دوران محرك حثي (3ϕ) باستخدام مفتاح يدوي

13.صل دائرة عكس اتجاه دوران المحرك الحثي (3ϕ) الى مصدر التغذية الكهربائية الرئيس على أن توصل خطوط التغذية للأقطاب (L_1,L_2,L_3) الى القواطع الثلاثة وخط (N) وخط (PE) إلى الكونكتر المزدوج باستخدام قابلو حجم (4X1.5mm2) وآخر مفرد حجم (1.5mm2) بلون أصفر بخط أخضر كقطب أرضي كما في الشكل (7-62).

شكل (7-62) يوضح طريقة توصيل دائرة عكس اتجاه دوران محرك حثي (3ϕ) باستخدام مفتاح يدوي

14.قس باستخدام جهاز القياس AVO قيمة الجهد الكهربائي بين (L_1,L_2)،(L_1,L_3)، (L_2,L_3)،(L_1,N)، (L_2,N)، (L_3,N) مسجلا تلك القيم.

15.أعمل تصفير (Reset) للقاطع الحراري بعد معايرته على قيمة تيار قطع (0.375A) اعتمادا على قيمة التيار الاسمي للمحرك الثلاثي الطور (0.3A).

16.غير حالة مفتاح اختيار اتجاه دوران المحرك من وضع إيقاف (0) إلى وضع تشغيل (I).

17.قس مقدار تيار المحرك الحثي الثلاثي الأطوار باستخدام جهاز القياس الكلامبميتر لكل طور تغذية للمحرك ثم سجلها.

18.أعد الخطوتين (16) و(17) بعد تغيير وضع المفتاح من وضع الإيقاف (0) إلى وضع تشغيل (II).

19.أطفأ مصدر الجهد الكهربائي الرئيس ثم أبعده.

20.فكك الدائرة ورتب مواد التمرين في أماكنها الصحيحة .

21.نظف مكان العمل .

تمرين (26)

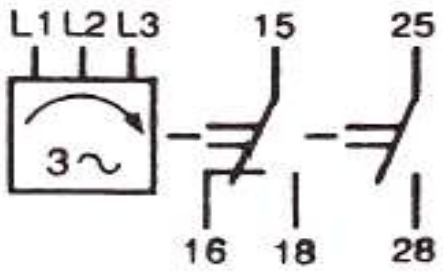
اسم التمرين: تركيب وتشغيل دائرة التحكم بمحرك حثي ثلاثي الأطوار قفص سنجابي باستخدام مفاتيح ضاغطة (Push Switch) تشغيل - إطفاء وكونتكتر (Contactor) مع حماية قاطع مركب (MCB) من زيادة التيار ومرحل مراقب الطور (Phase Monitor relay) للحماية من انقطاع أو انعكاس أحد الأطوار الثلاثة

المعلومات النظرية:

يستخدم مرحل مراقبة الأطوار (Phase Monitor Relay)في حماية المحركات الكهربائية من أحدى المشكلات التالية :

1. انعكاس احد الأطوار (Phase Reverse): الذي يسبب عكس اتجاه دوران المحرك المفاجئ مما يشكل خطر ميكانيكي وخصوصا في الآلات كالسلالم والروافع والمصاعد الكهربائية وغيرها.
2. انقطاع أحد الأطوار الثلاثة (Phase Cutout): الذي يسبب تلف المحرك نتيجة فقدان الاتزان وزيادة في تيار الطورين الآخرين بصورة غير طبيعية .
3. هبوط الجهد (Low Voltage):أن مقدار الفولتية التي يسمح للمحركات الثلاثية الأطوار بالعمل فيها هي V(380+5%) وهذا يعني (380/400V) من جهد التغذية وذلك بمعايرة المرحل (Relay).
4. عدم ثبوت الجهد بنسبة (30%): هذا يعني إنه إذا كانت قيمة الجهد في أحد الأطوار الثلاثة غير ثابت (لسبب ما) ويتغيرباضطراب مقارنة مع قيمة الجهد الاسمي (Vn).

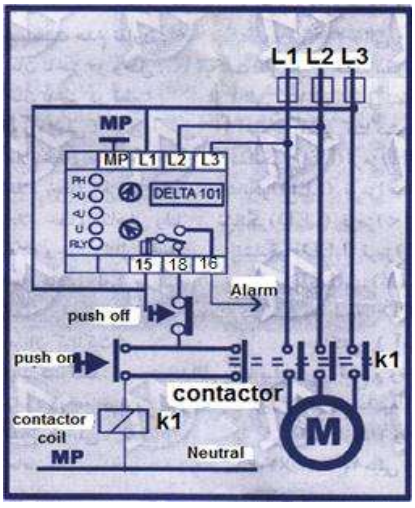
في جميع الحالات الأربعة أعلاه يقوم المرحل بفصل التغذية فورا عن دائرة السيطرة من خلال نقاط تماس الحماية كما ويضئ مصباح الإشارة الأصفر كدليل على حصول خلل ولا تعود نقاط التماس حتى يعود الوضع إلى الحالة الطبيعية. شكل (7-63) يوضح رمز مرحل مراقبة الأطوار.



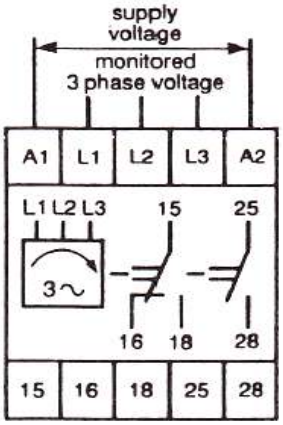
شكل (7- 63) الرمز الكهربائي لمرحل انقطاع أو انعكاس احد الأطوار

أن الرمز الكهربائي للمرحل في دوائر السيطرة هو إما (P.M) أو (P.Ph) وتوصل مع خطوط التغذية الرئيسة الثلاثية الأطوار وقد يكون لها نقطة تماس قلاب أو نقطتي تماس أحدهما مغلق والآخر مفتوح في الوضع الطبيعي يستخدم المفتوح المربوط بالتوالي مع خط التغذية لدائرة ملف الكونتكتر والمغلق المربوط بالتوالي مع مصباح الإشارة حيث يبقى على هذا الوضع في حالة حصول أحدى المشكلات الأربعة السابقة الذكر وهذا يعني بأن مصباح الإشارة سوف يضئ أما عندما تكون الحالة صحيحة فيعمل مرحل مراقبة الأطوار على تتغير وضع نقاط التماس ليمر التيار في ملف الكونتكتر وتعمل الدائرة وكما في الشـكـل (7- 64) و(7-65) و(7-66)الذي يبين شكل ونقاط توصيل حاكمة مراقبة الأطوار ورمزها.

شكل (7 -64) يوضح شكل حاكمة مراقبة الأطوار



شكل (7-65) يوضح طريقة توصيل مرحل مراقبة الأطوار بنقطة تماس قلاب حماية وأنذار



شكل (7-66) يوضح قاطع مراقبة الأطوار بنقطتي تماس منفصلتين

مكان العمل : ورشة الكهرباء.

الزمن : 6 حصص .

الأهداف التعليمية: يجب أن يكون الطالب قادرا على تركيب وتشغيل دائرة التحكم بمحرك حثي ثلاثي الطور قفص سنجابي باستخدام مفاتيح ضاغطة وكونتكتر وحماية قاطع مركب من زيادة أو قصر التيار وقاطع حراري دقيق لحماية المحرك من زيادة التيار بسبب تغير الأحمال وحماية من انقطاع أو أنعكاس أحد الأطوار بواسطة حاكمة مراقبة الأطوار.

التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة):

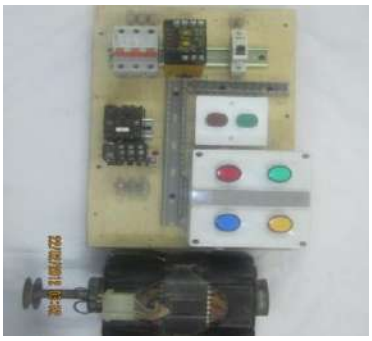
لوحة تدريب خشبية قياس (60x60cm) ، سكة تثبيت طول (30cm)، مصابيح أشارة ملونة (أحمر،أزرق ،أصفر،أخضر) (220V) عدد (1) من كل نوع ، سلك مفرد حجم (1.5) ملم^{2}طول (6) متر، قناة بلاستيكية طول (50cm) ، قاطع مركب (MCB) لا يمكن معايرتة أحادي (3A) وثلاثي عدد (1)سعة تياره (5A)، قاطع حراري (3ϕ) مدى معايرته (0.1-4A)، كونتكتر (380V/Ith=20A)،صندوق بلاستيك حجم (8.5cm×16cm×14cm) عدد (1) وآخر حجم (8.5cm× 8.5cm) عدد (1) ، براغي خشبية حجم (0.5) أنج عدد (10) ، جهاز قياس أفوميتر رقمي ، محرك حثي قفص سنجابي سرعة واحدة ثلاثي الطور ستار (380V/50Hz) ، سرعة (1500 rpm) ، قدرته (0.75KW)، (1hp) ، (cosϕ=0.66)، مرابط دائرية حجم (1.5) ملم^2 عدد (5) ، كتر يدوي كهربائي ، قاشطة كهربائية ، بلايس كهربائي ، درنفيس عدل حجم (3mm)، درنفيس فحص ، درنفيس مربع ، مصدر جهد كهربائي ثلاثي الأطوار (220v/380V)، كونكتر حجم (1.5)ملم^2 عدد (8) ، جهاز قياس كلامبميتر ، مفتاح ضاغط إيقاف مع مفتاح ضاغط تشغيل (220V/5A) ، مرحل مراقبة الأطوار (Phase Monitor Relay) .

خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية :

1. ارتدِ بدلة العمل المناسبة لقياس جسمك .
2. ثبت كلا من سكة حامل القاطع المركب والكونتكتر ومرحل مراقب الأطوار لدائرتي السيطرة والتشغيل ومثبتا الصناديق البلاستيكية الخاصة بالمصابيح الملونة فالأحمر دليل الإطفاء والأخضر دليل التشغيل والأزرق دليل انقطاع أحد الأطوار أو انعكاسها والأصفر دليل الحمل الميكانيكي الزائد أو خلل ميكانيكي في المحرك أو قصر جزئي في ملفات المحرك أدى إلى زيادة في التيار وصندوق تثبيت مفتاحي التشغيل والإطفاء نوع (PUSH) ومثبتا القنوات البلاستيكية بواسطة البراغي قياس (0.5) أنج على اللوح الخشبية قياس (60X60cm) كما في الشكل (7-67) .

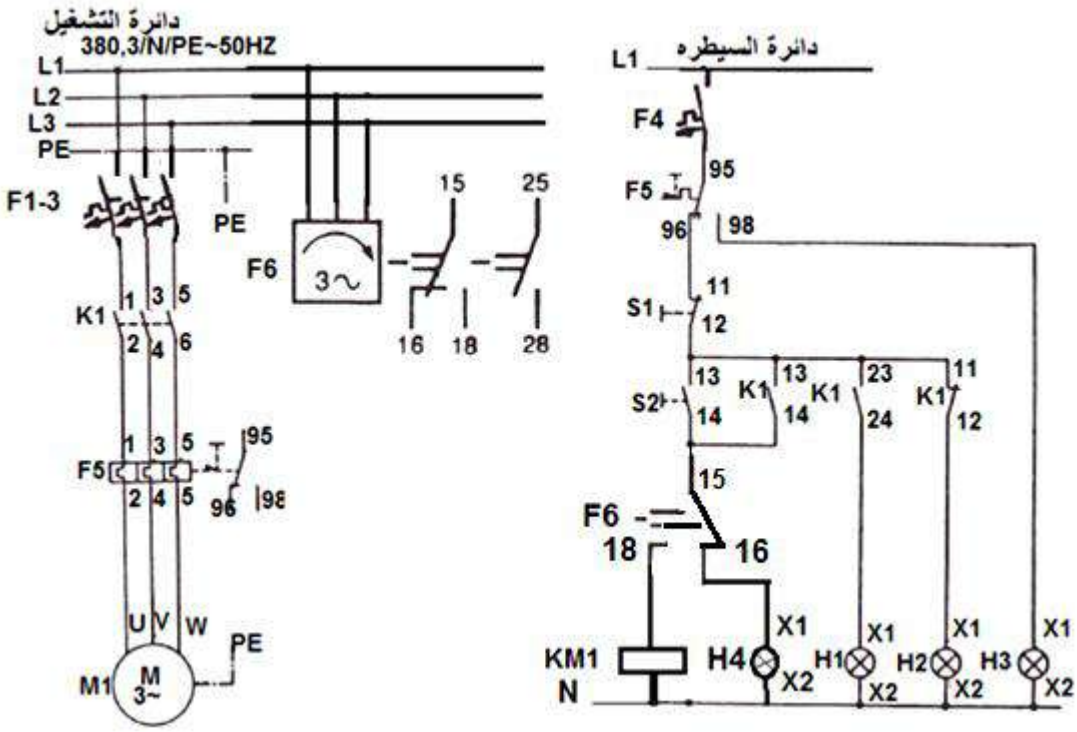
شكل (7-67) يوضح تثبيت الصناديق والسكك على اللوحة الخشبية

3. ركب عناصر التحكم والتشغيل والإنذار على سكة التثبيت وفي الصناديق البلاستيكية ، وكما في الشكل (7-68) .

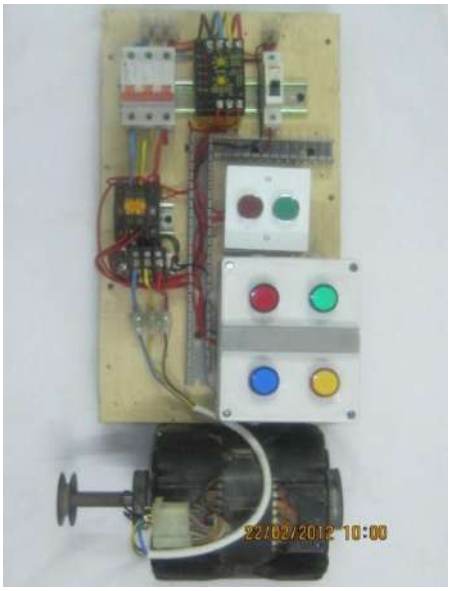


شكل (7-68) تركيب عناصر التحكم والتشغيل والإنذار على اللوحة الخشبية

4. ركب العناصر الكهربائية موصلا إياها حسب المخطط التنفيذي الموضح في الشكل (7-69) والدائرة التنفيذية كما في الشكل (7-70) .

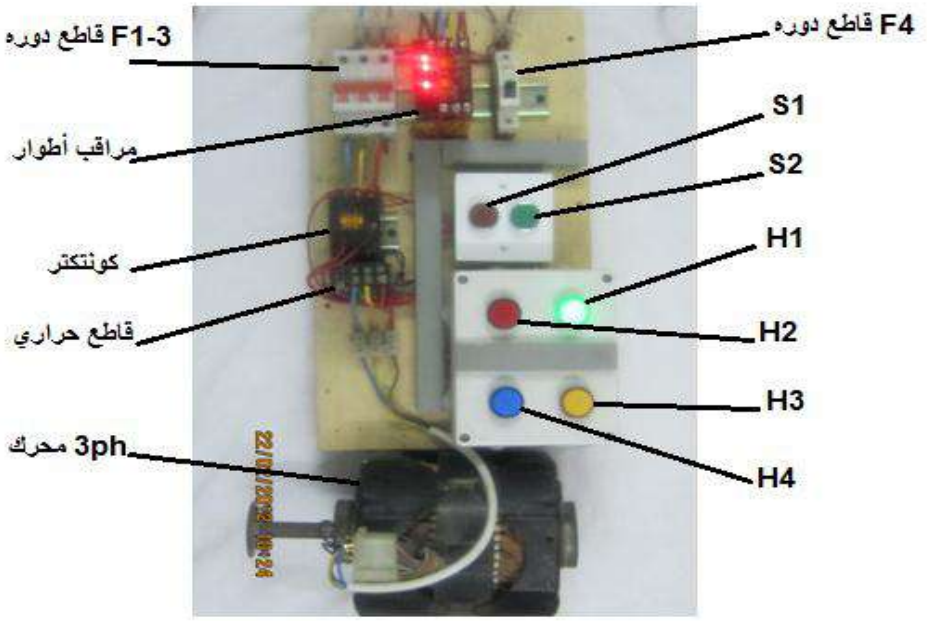


شكل (7-69) دائرتي السيطرة والتشغيل لمحرك حثي ثلاثي الطور بحماية حاكمة مراقب الطور



شكل (7-70) توصيل دائرة السيطرة والتشغيل لمحرك حثي ثلاثي الأطوار على لوحة التدريب

5.صل دائرتي السيطرة والتشغيل (القدرة) بمصدر التغذية الكهربائية الرئيس (380V/220V/50Hz)وكما في الشكل (7-71) .



شكل (7-71) تشغيل دائرة السيطرة على محرك حثي بواسطة الكونتكتر

6. ضع قاطعي الدورة المركب (MCB) F_1- F_3 وF_4لدائرتي السيطرة والتشغيل بوضع (ON).
7. أضغط مفتاح التشغيل (S_2) مسجلاً ملاحظاتك (حالة مصابيح البيان، حالة الكونتكتر،حالة المحرك ،حالة مصباح الإشارة).
8. قس مقدار الجهد الكهربائي بين كلا من (L_1,L_2) ، (L_2,L_3) ، (L_1,L_3) باستخدام الافوميتر مسجلاً القيم .
9. قس مقدار تيار كل فيز باستخدام جهاز القياس الكلامبميتر مسجلا القيم .
10. قس مقدار تيار دائرة السيطرة باستخدام جهاز القياس الكلامبميتر .
11. أفصل أحد الأطوار الثلاثة المغذية لدائرة تشغيل المحرك مسجلا ماذا يحصل .
12. أطفئ مصدر التغذية الرئيس بواسطة القاطع المركب الثلاثي ثم أعكس الطورين (L_2,L_3) بتغيير مكان الاتصال من بعد القاطع .

13.ضع قاطع الدورة الثلاثي الطور بوضع (ON) مشغلاً الدائرة بالضغط على مفتاح التشغيل (S_2) ماذا يحصل .

14.أطفئ الدائرة بالضغط على مفتاح الإطفاء (S_1) مسجلاً حالة إضاءة مصابيح البيان وحالة أضاءة مصباح الإنذار .

15.أطفئ التغذية الكهربائية الرئيسة بواسطة قاطع الدورة الثلاثي ثم أبعد القابلو المغذي بعد التأكد من إطفاء المغذي .

16.أعد المواد والعدد والعناصر الكهربائية في مكانها المخصص ثم نظف المكان.

تمرين (27)

اسم التمرين : تركيب وتشغيل دائرة محرك حثي قفص سنجابي ثلاثي الأطوار قدرة عالية على مرحلتين ستار- دلتا باستخدام المفاتيح الضاغطة والكونتكترات ومؤقت زمني (أوتوماتيكياً)

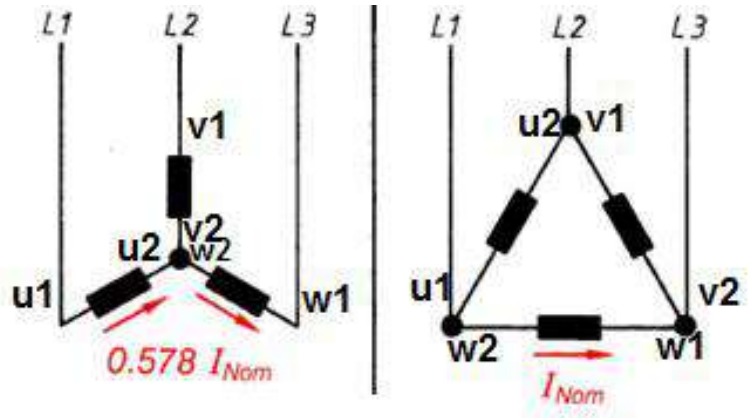
المعلومات النظرية:

الجدول (4-7) يبين الحدود القصوى لقدرة المحرك الحثي ثلاثي الأطوار بـ(KW) وما يقابلها من طريقة مناسبة لبدء تشغيله نقرأ في الجدول يمكن أن يكون تشغيل المحرك بشكل مباشر الى حدود قدرة للمحركات (5.5KW) بينما نبدأ بتشغيله ستار ثم دلتا عند تجاوز قدرته (5.5KW) والى (11KW) كحد أقصى وما فوق ذلك والى قدرة (15KW) نحتاج إلى طريقة بدء باستخدام المقاومات المتوالية أو باستخدام المحولات الذاتية .

جدول (4-7) حدود قصوى لقدرة المحركات (KW) وطرق البدء المناسبة لها

Switch-on method for three-phase squirrel-cage motors	Maximum rating at 380V,350 Hz
Direct switch-on Switch- on with star/delta starter Switch - on with stator starter	5.5kW 11.0kW 15.0kW

عند تشغيل محرك ستار (نجمي) - دلتا (مثلث) بتوصيلة دلتا لأطرافه وتغذيته بمصدر كهربائي (380V/3PE/50Hz)سينتج جهد على طرفي كل من ملفاته الثلاثة (U_1-U_2) ، (V_1-V_2) ، (W_1-W2) مساوية الى (380V) أما عند توصيل أطراف نفس المحرك ستار سيظهر جهد مقداره (220V) بين طرفي كل ملف بسبب نقطة التقاء الملفات الثلاثة في نقطة واحدة المسماة نقطة التعادل والذي يكون مقدار جهدها يساوي صفر أما التيار الطبيعي (In normal) المار في الملفات فيحدده انخفاض التيار بالعلاقة: (220/380=0.578) كما يوضحه الشكل (7-72) .



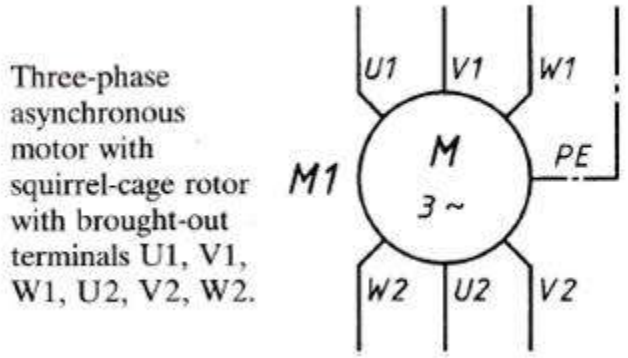
شكل (7 - 72) يوضح التيار الطبيعي (Inom) المار في الملف بين طوري تغذية

ولهذا السبب نبدأ بتوصيل المحرك الحثي الثلاثي الأطوار ستار أولا وتدريجيا وبعد وصول سرعة المحرك (75%) من سرعته الاسمية نغير حالة مفتاح التحويل ليتحقق توصيل أطراف المحرك دلتا بنسبة تيار بدءأقلاع Ist(star)=1/3 ID (delta) .

أطراف التوصيل الخارجية للمحرك الحثي ثلاثي الأطوار:

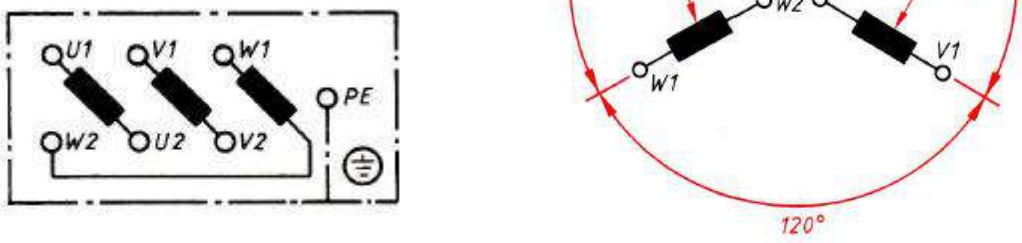
فيما يأتي الرمز الكهربائي المختصر لمحرك حثي قفص سنجابي له ستة أطراف توصيل :

(U1,V1,W1,U2,V2,W2) يعمل بطريقة بدء تشغيل ستار - دلتا شكل (7- 73) .



شكل (7-73) الرمز المختصر لمحرك حثي قفص سنجابي ثلاثي الاطوار

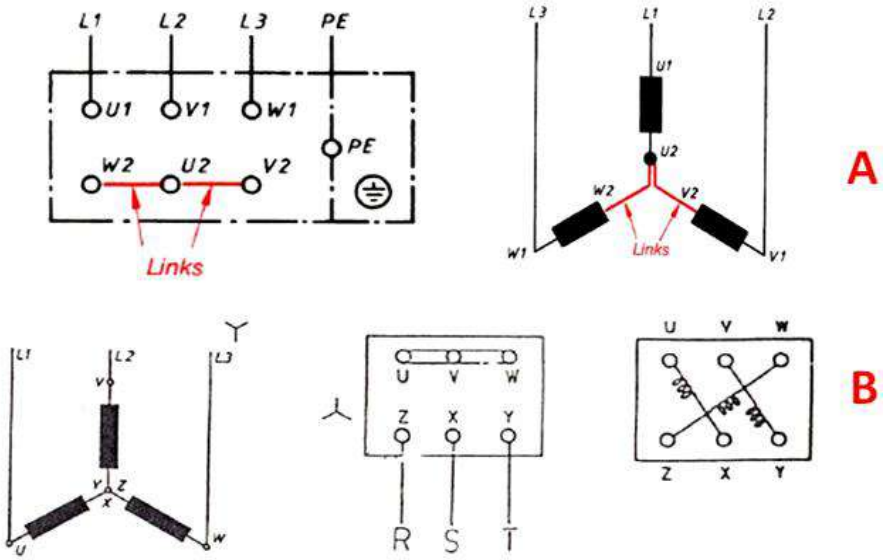
وفي واقع الحال نرى أطراف توصيل المحرك كالآتي : الأطراف (U_1,V_1,W_1) بدايات الملفات الثلاثة والأطراف (W_2,U_2,V_2) نهايات الملفات الثلاثة والموضحة في الشكل (7-74) .



شكل (7–74) يوضح تسمية بدايات ونهايات أطراف توصيل المحرك الحثي ثلاثي الأطوار

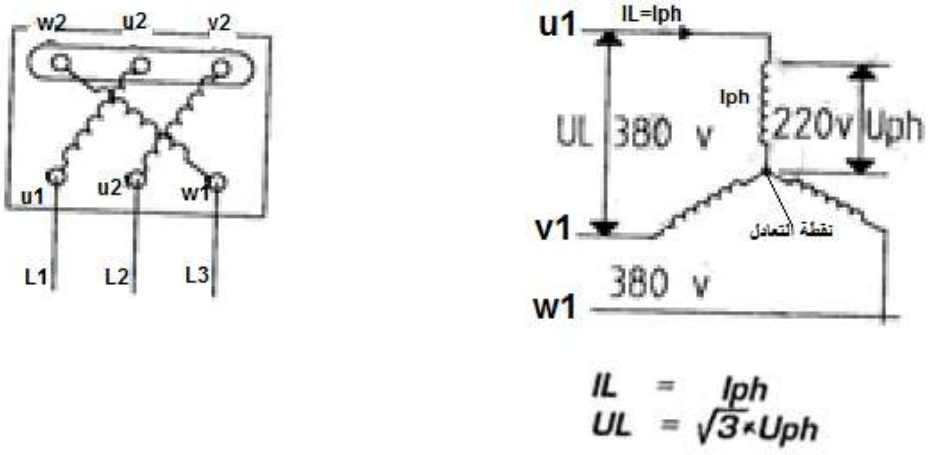
التوصيل النجمي ستار (Y):

أذا وصلت نهايات أو بدايات المحرك مع بعضها (تسمى توصيلة النجمة) وتتم تغذية الأطراف الثلاثة الباقية للمحرك بالتوتر (الجهد) المسجل على لوحة التسمية يكون المحرك قد وصل على التوتر الأكبر مثلا (380/660V) يكون (660V) أو(220/380V) يكون (380V) نلاحظ ما يأتي في الشكل (7-75) توصيلة النجمة .



شكل (7- 75) توصيلة النجمة (ستار) لمحرك كهربائي A- الترميز الحالي ، B– الترميز القديم للأطراف

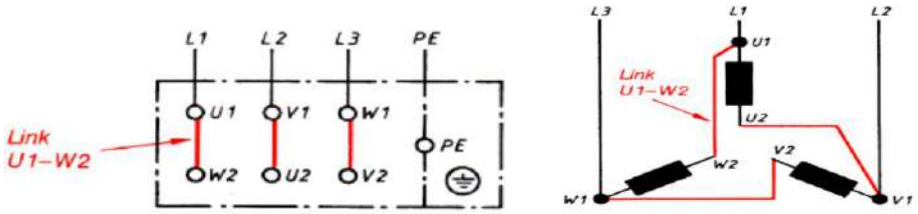
يكون مقدار الجهد في نقطة التوصيل المشتركة للملفات الثلاثة تساوي صفر فولت أي مثل نقطة التعادل (Neutral) أو ما يسمى القطب المتعادل لأن المحرك يمثل حمل متزن أي قيمة المقاومة الأومية للملفات الثلاثة متساوية. عند قياس التيار المسحوب في أطوار المحرك يجب أن نحصل على نفس القيمة للأطوار الثلاثة وإلا يكون هناك عدم أتزان مما ينذر بنهاية عمر المحرك كما في الشكل (7-76).



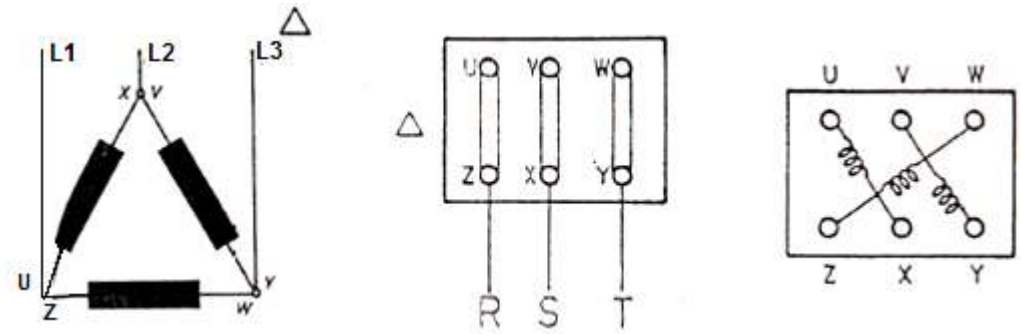
شكل (7-76) الجهد في توصيلة ستار (النجمة)

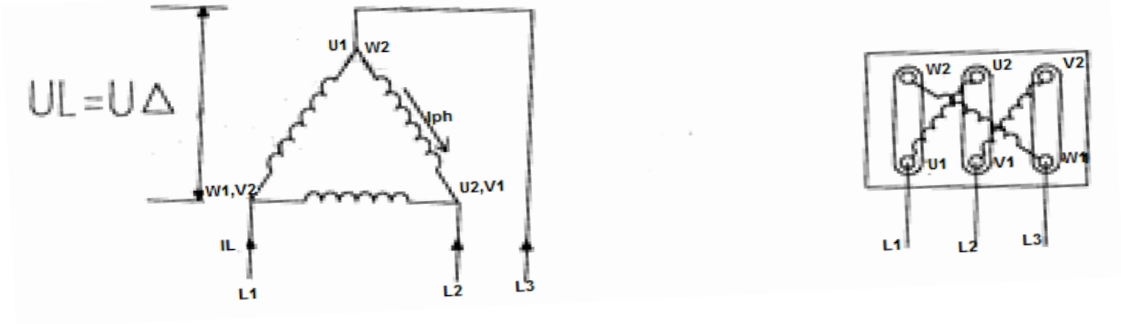
التوصيل المثلث دلتا (Δ) :

أذا وصلت نهاية الطور الأول (U_2) مع بداية الطور الثاني (V_1) ونهاية الطور الثاني (V_2) مع بداية الطور الثالث W_1 ونهاية الطور الثالث (W_2) مع بداية الطور الأول (U_1) وتم تغذية رؤوس المثلث بالتوتر (الجهد) المكتوب في اللوحة الاسمية يكون المحرك قد وصل توصيلة مثلث وعلى التوتر الأصغر، وكما في الشكل (7-77) .



أو بالترميز القديم للأطراف :





$$UL = Uph$$
$$IL = \sqrt{3} * Iph$$

(IL = تيار الخط) ، (UL = جهد الخط) ،(cosϕ=عامل القدرة)

شكل (7–77) الجهود الكهربائية لتوصيلة دلتا لمحرك ثلاثي الأطوار

من خلال ما سبق يمكن القول أن التيار المار في حالة ربط النجمة (ستار) هو أقل من التيار المار في حالة الربط المثلث (دلتا).

قانون حساب القدرة لحمل حثي :

القدرة الظاهرة (S)ووحداتها (VA)

القدرة الفعالة (P)ووحداتها (W)

$$S\ (V.A) = \sqrt{3} * UL * IL$$
$$P\ (W) = \sqrt{3} * UL * IL * Cos\ \varphi$$

بادئ الحركة ستار- دلتا:

يستخدم بادئ الحركة بشكل مرحلتين ستار ثم دلتا للمحركات التي قدرتها أكبر من (5KW) حيث تعتبر لحظة بدء الحركة لحظة خطرة إذ يكون التيار المسحوب (تيار بدء الحركة) ذا قيمة كبيرة تصل من (5-8) مرات التيار الاسمي للمحرك (In) مما يؤدي الى اضطراب في الشبكة حيث يهبط الجهد عند بدء دوران تلك المحركات ، وقد يحدث عطب في المحرك حيث تنهار عازلية أسلاك ملفاته وباستخـــــــدام طريقة بادئ الحركة (ستار– دلتا) فأننا نخفض قيمة تيار البدء الى الثلث وكذلك عزم البدء. بالنسبة لأي محرك فأن (ستار 380V / دلتا 660V) حيث يبدأ المحرك بالدوران بتوصيل ملفاته بشكل ستار فتصبح قيمة الفولتية المسلطة على طورين ($\frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{1}{1.733}$) من الجهد الاسمي وبهذا ينخفض تيار البدء الى الثلث وبعد فترة بحدود (7-15) ثانية بحيث تصل سرعة المحرك الى (75%) من سرعة الدوران الاسمية عندها يعدل التوصيل إلى دلتا وبهذا يدور المحرك بكامل قدرته .

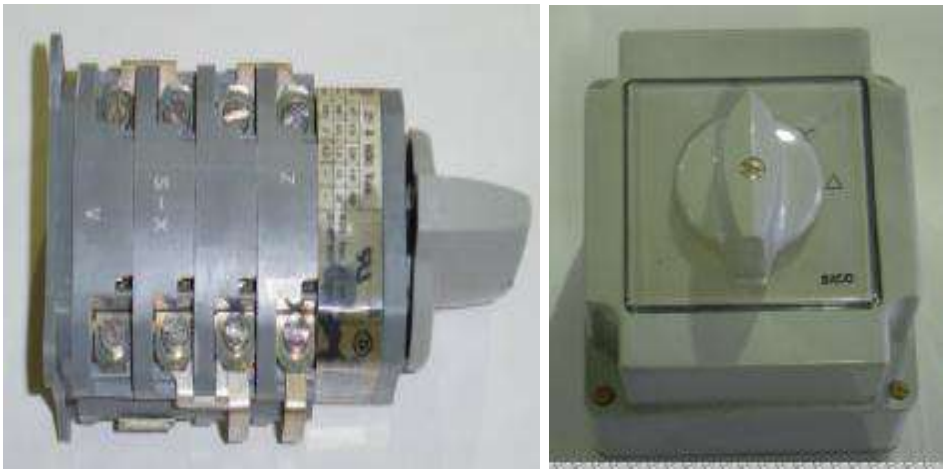
مفتاح ستار – دلتا اليدوي :

يتركب من مفتاح اختيار بكافة تحويل بثلاثة مواقع

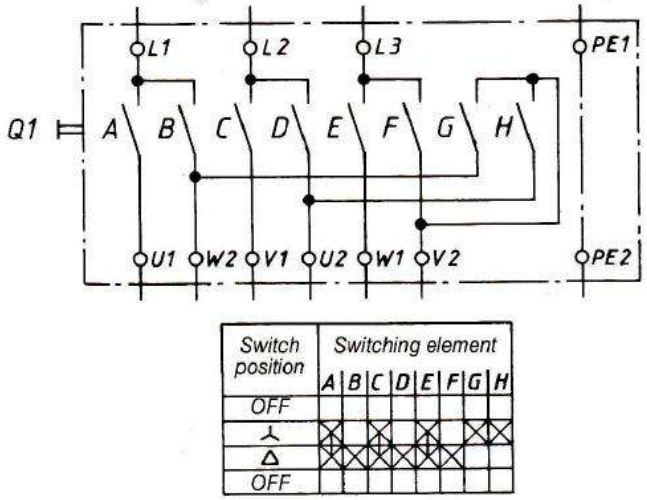
أولا : (0) ويمثل إيقاف دائرة تشغيل المحرك الحثي ثلاثي الأطوار (Stop).

ثانيا : رمز ستار ويمثل مرحلة التشغيل الأولى .

ثالثا : رمز دلتا ويمثل مرحلة التشغيل الثانية (النهائية) والأشكال (7-78) ، (7- 79) توضح مفتاح ستار- دلتا اليدوي ورمزه .

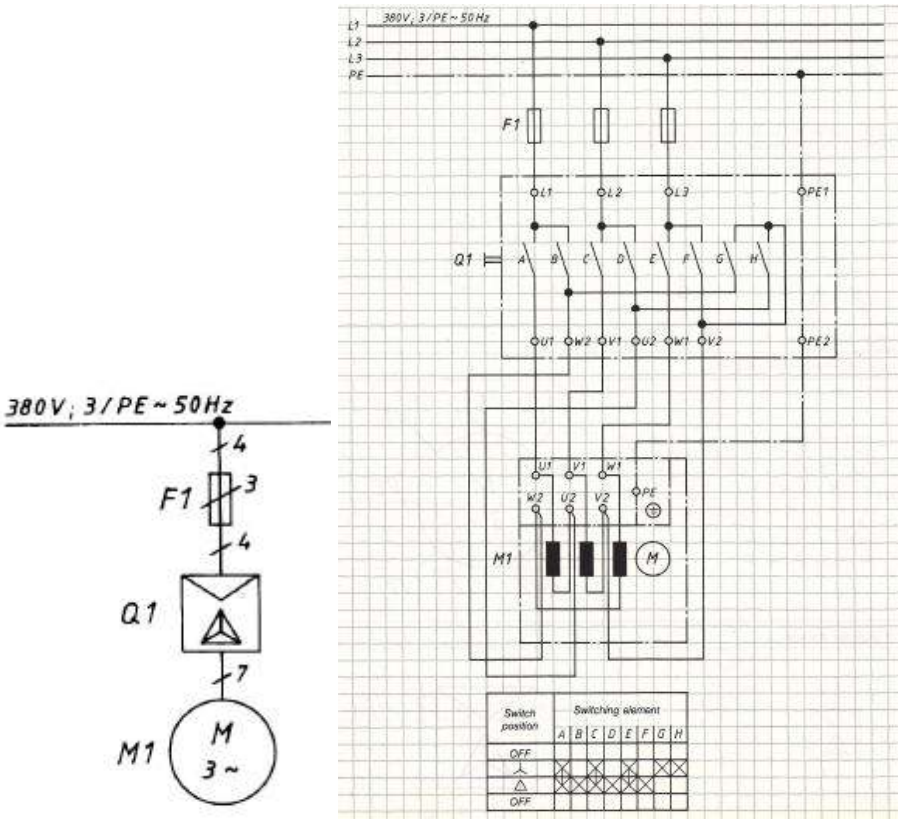


شكل (7-78) يوضح شكل مفتاح ستار دلتا اليدوي



شكل (7-79) يوضح رمز مفتاح ستار دلتا اليدوي

أما طريقة توصيله مع دائرة تشغيل محرك حثي نوع قفص سنجابي 3ph ستار - دلتا كما في المخطط الموضح في الشكل (7 -80) .



شكل (7-80) مخطط دائرة تشغيل محرك حثي ثلاثي الأطوار بواسطة مفتاح ستار- دلتا يدوي

ملاحظات هامة :

1. جميع المحركات الحثية ثلاثية الطور ذات القدرة فوق (5KW) تعمل على جهدين(660/380V) حيث تعمل بشكل ستار ثم دلتا.
2. في دوائر بادئ الحركة ستار- دلتا يتم معايرة متمم الحماية الحرارية على قيمة التيار المار في حالة الربط دلتا لأنه الأكبر وهو يمثل تيار عمل المحرك .
3. الحرارة المقبولة للمحرك في أثناء العمل بحمل كامل هي (40°C).

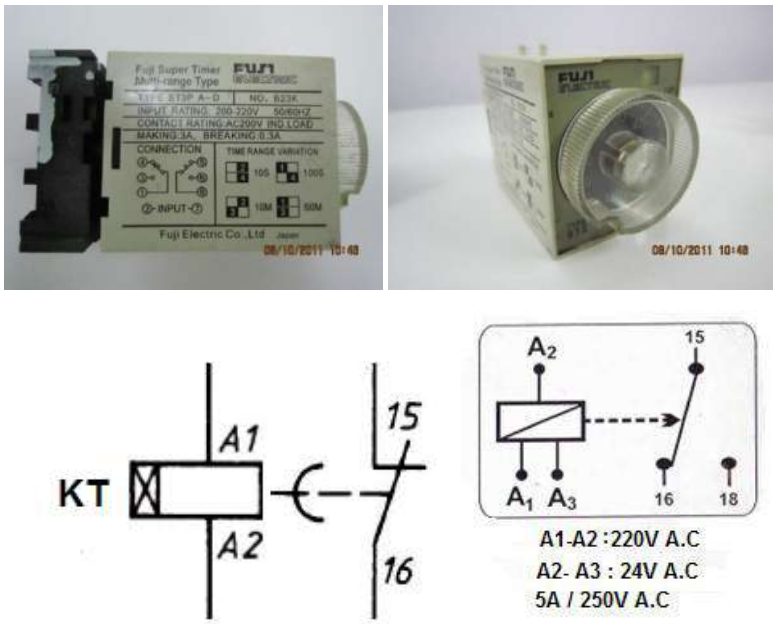
المؤقت الزمني (Timer) :

يوجد منه الأنواع الأتية :

1. مؤقت هوائي .
2. مؤقت كهربائي ذو محرك ومجموعة ميكانيكية كالمسننات .
3. مؤقت الكتروني .

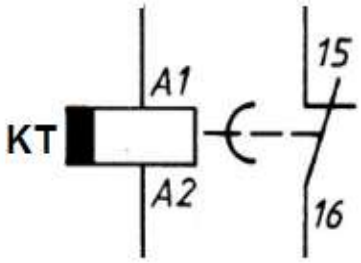
والأنواع أعلاه تعطينا أحد أنواع التوقيت الزمني التالية:

تأخير الوصل (On- Delay Timer):يبدأ العد التنازلي للتوقيت المضبوط عليه المؤقت عند لحظة توصيل المؤقت بالتيار الكهربائي وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت تتغير وضع تلامساته، وترمز أطراف تغذية المؤقت بالحروف (A1-A2/220V AC) أو (A2-A3/24V) والشكل (7-81) يبين شكل ورمز هذا النوع من المؤقتات .



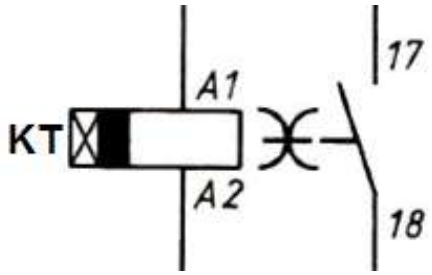
شكل (7-81) مؤقت الكتروني نوع (On-Delay) ورموزها

تأخير الفصل (Off- Delay Timer):تتغير وضع نقاط التلامس للمؤقت الزمني بمجرد تشغيله وبعد قطع التغذية عنه يبدأ العد التنازلي للتوقيت وبعد انتهاء زمن المعايرة تعود نقاط التلامس الى وضعها الطبيعي ورمزه موضح في الشكل (7 - 82) .



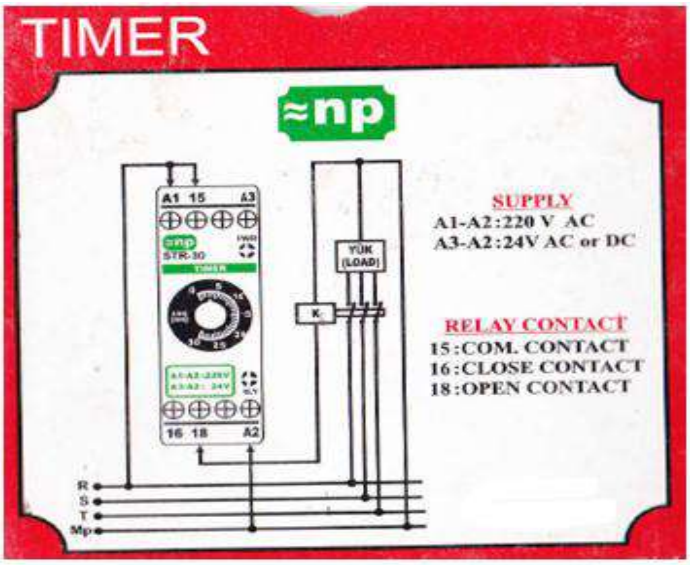
شكل (7 - 82) يوضح شكل ورمز مؤقت زمني الكتروني

تأخير الوصل والفصل (On-OFF delay timer):يبدأ العد التنازلي للتوقيت المعاير عليه المؤقت لحظة توصيل التيار الكهربائي للمؤقت الزمني وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه تتغير وضع نقاط التلامس وتظل النقاط في الوضع الجديد حتى بعد انقطاع التيار عن المؤقت ويبقى وضع نقاط التلامس الى أن ينتهي الزمن المعاير عليه المؤقت بعدها تعود التماسات الى الوضع الطبيعي ورمزه موضح في الشكل (7-83) .



شكل (7 - 83) يوضح رمز مؤقت زمني الكتروني نوع (On-Off Delay Timer)

يستخدم المؤقت الزمني (On-Delay) للحصول على فترة التأخير المطلوبة لتحويل تشغيل محرك حثي قفص سنجابي من مرحلة ستار الى مرحلة دلتا بعد مرور زمن (7-5) ثانية بصورة أوتوماتيكية مما يجنب المشغل خطأ التحويل السريع الغير محسوب من ستار الى دلتا في حالة التشغيل اليدوي . أما توصيلة في الدائرة الأساسية يوضحة الشكل (7 -84) .



شكل (7–84) يوضح توصيل مؤقت نوع (On-Delay) مع كونتكتر وحمل كدائرة أساسية

مكان العمل : ورشة الكهرباء.

الزمن : 6 حصص .

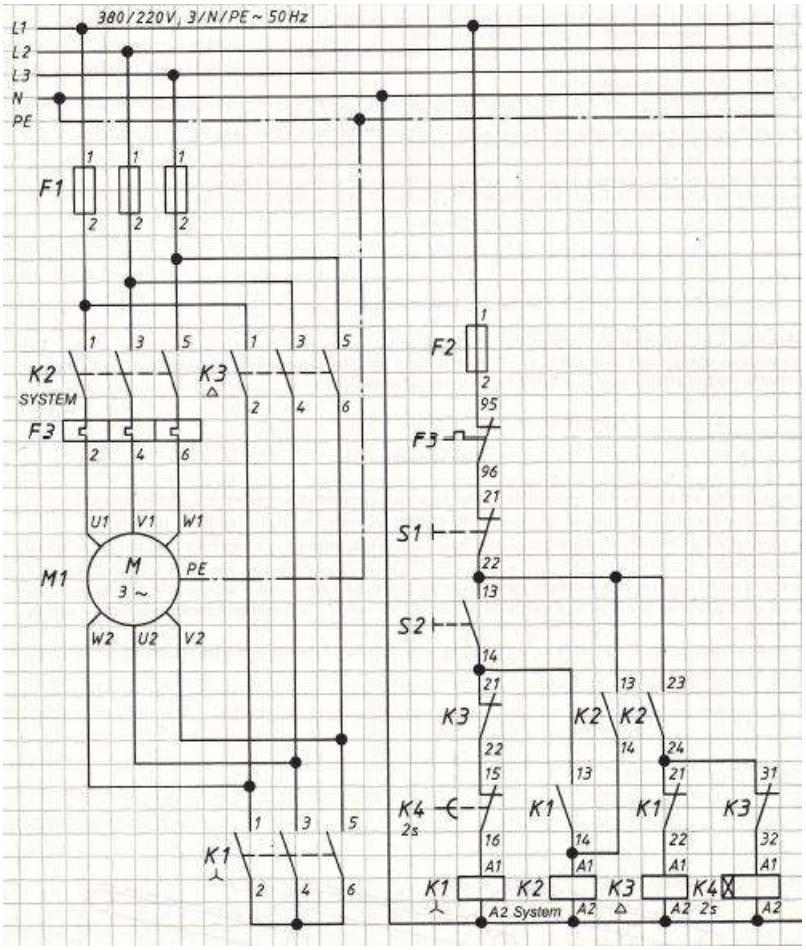
الأهداف التعليمية: يجب أن يكون الطالب قادرا على تركيب وتشغيل دائرة محرك ثلاثي الطور ذي قدرة عالية على مرحلتين ستار/ دلتا باستخدام مفاتيح ضاغطة وكونتكترات ومؤقت (أوتوماتيكياً) .

التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد، أجهزة):

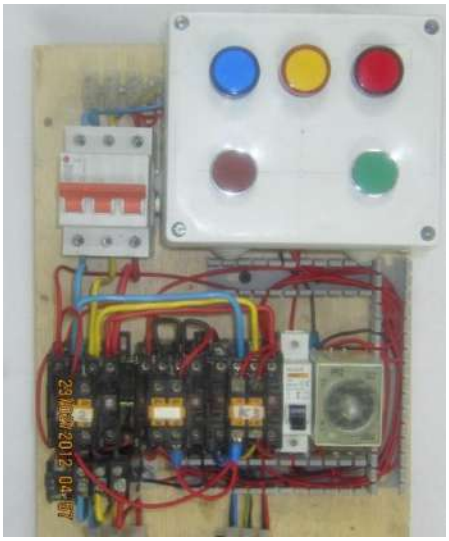
بدلة عمل مناسبة ، لوحة تجارب خشبية قياس(60cm× 60cm) ، فواصم صناعية (380V/40A) ، محرك حثي قفص سنجابي ثلاثي الأطوار (380/660V) ستار–دلتا (29A/15KW/1400rpm/50Hz) مفاتيح ضاغطة تشغيل (ON) وإطفاء (NC5A/220V)، مؤقت زمني نوع (On-Delay7a/220V)، متمم (حاكمة) حراري ثلاثي الأطوار بمدى معايرة (20-40A)، براغي خشبية حجم (0.5) أنج عدد (10)، جهاز قياس أفوميتر رقمي ، مرابط دائرية حجم (1.5) ملم^2 عدد (6) ، كتر يدوي كهربائي ، قاشطة كهربائية، بلايس كهربائي ، درنفيس عدل حجم (3mm) درنفيس فحص ، درنفيس مربع ، مصدر جهد كهربائي ثلاثي الأطوار (220/380V/50Hz) ، كونكتر حجم (1.5) ملم^2 عدد (2)، جهاز قياس كلامبميتر ، مجاري بلاستيكية ، سكة معدنية طول (0.5m) ،شريط محلزن ، جنكسيونات ، حلقات ترقيم ، أسلاك كهربائية حجم (10mm^2) طول (3m) ،أسلاك كهربائية حجم (1.5mm^2) طول (2m) كونتكتر عدد (3).

خطوات العمل والنقاط الحاكمة والرسومات التوضيحية :

1. أرتد بدلة العمل المناسبة لقياس جسمك .
2. ثبت كلا من سكة حامل الفواصم الصناعية والكونتكترات والمؤقت والقناة البلاستيكية بالأبعاد الصحيحة باستخدام براغي (0.5) أنج على لوحة التدريب الخشبية .
3. صل دائرة تشغيل المحرك الحثي ستار - دلتا كما في المخطط التنفيذي الموضح في الشكل (7 -85) والدائرة العملية (m) على لوحة التدريب في الشكل (7 -86) .

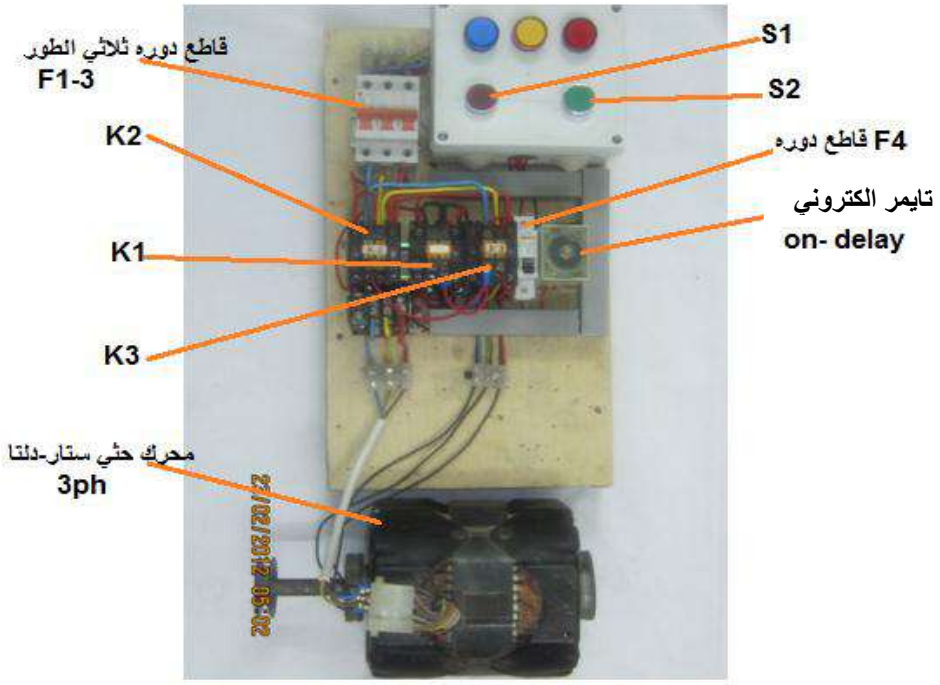


شكل (7 -85) المخطط التنفيذي لدائرة تشغيل محرك حثي ستار – دلتا أوتوماتيكياً



شكل (7 -86) توصيل دائرة السيطرة والتشغيل لدائرة ستار - دلتا

4.صل مصدر التغذية الكهربائية (380V/3ϕ/N/50Hz) الى داخل الدائرة كما في الشكل (7-87).



شكل (7 - 87) توصيل المحرك الحثي ستار - دلتا الى دائرة السيطرة والتشغيل

5.أضغط على مفتاح التشغيل S2 ، سجل رقم الكونتكترات التي ستعمل .

6.قس تيار كلا من خطوط التغذية للمحرك باستخدام جهاز الكلامبميتر الرقمي .

7. قس باستخدام جهاز الافوميتر الجهود (L_1,L_2)،(L_1,L_3)،(L_2,L_3)،(L_1,N)،(L_2,N) ، (L_3,N).

8. قس سرعة المحرك من لحظة بدأ دوران المحرك باستخدام جهاز التاكوميتر .

9. أنتظر فترة (10)ثواني ثم أعد الخطوات (8,7,6) مسجلا حالة الكونتكترات العاملة.

10.أضغط مفتاح الإطفاء (S_1) مسجلاً حالة الكونتكترات والمحرك .

11.أفصل مصدر التغذية الرئيس(380V/3ϕ/50Hz) ثم أبعده .

12. رتب عناصر الدائرة في مكانها الصحيح .

13.نظف مكان العمل .

الفصل الثامن

طرق التحكم بسرعة المحركات المستمرة والعامة General Motor

طرق التحكم بثبات سرعة وجهد التوليد للمولد 2.5KVA بتغير الاحمال المنزلي

تمرين (28)

اسم التمرين : توصيل دائرة تحكم بسرعة محرك عام وقياس قيم التيار والجهد وعدد الدورات لسرع مختلفة له وتوصيل عاكس (A.C Inverter) الى محرك (3ϕ) حثي قفص سنجابي ستار وقراءة قيم التيار،الجهد ،السرعة باستخدام الافوميتر ومقياس السرعة الضوئي الليزري

المعلومات النظرية :

تستخدم محركات التيار المستمر على نطاق واسع في الصناعة ويرجع ذلك لسهولة التحكم في سرعتها واستقرارية أدائها وإمكانية الحصول على مدى واسع من السرعات بدء من الصفر وحتى السرعة المقررة ،ويعاب على محركات التيار المستمر ارتفاع سعرها وكبر حجمها وحاجتها المستمرة للصيانة مقارنة بمحركات التيار المتناوب الحثية ذات القفص السنجابي كما أن بعضها تحتاج لمصدر جهد مستمر الأمر الذي يستدعي وجود دوائر توحيد لتحويل التيار المتردد الى مستمر .

عند تشغيل محرك مستمر كان أم متناوب فأنه يدور بسرعته الموصوفة في لوحة التسمية المثبتة عليه بسرعة ثابتة لو كان دون حمل ميكانيكي ،لكن عند تحميل المحرك حملا ميكانيكيا متغير العزم فأنه أما يتسبب في خفض سرعة المحرك أو ارتفاع سرعته بصورة تعاكس قيمة الحمل الميكانيكي وهذه ظاهرة سيئة في حال أن العمل يتطلب ثبات السرعة أو ثبات العزم لذلك يمكن تزويد المحركات بدوائر تنظيم سرعة وهي في الأغلب دوائر الكترونية توضع ما بين مدخل التغذية الكهربائية والمحرك تتحكم بمقدار الجهد وبالتالي التيار المغذي للمحرك .

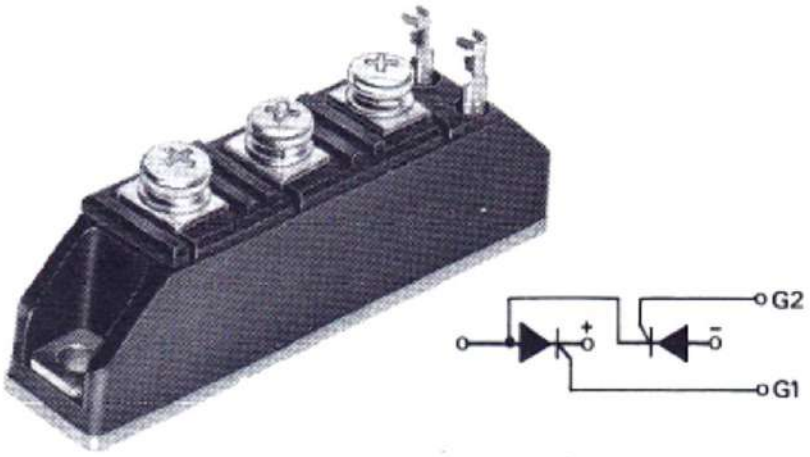
والشكل (8 - 1) يوضح أحدى الدوائر الألكترونية للتحكم بسرعة المحركات الكهربائية .

شكل (8- 1) يوضح دائرة الكترونية للتحكم بسرعة محرك كهربائي

التحكم الألكتروني في سرعة محركات التيار المستمر:

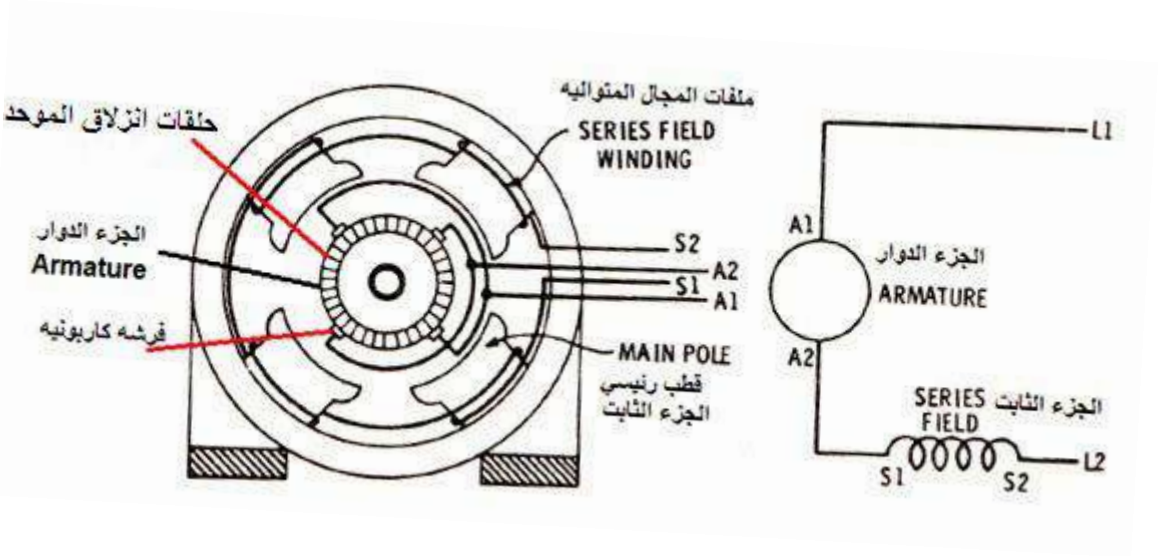
يمكن التحكم في سرعة محركات التيار المستمر بأستخدام احد الطرق التالية :

1. الموحدات المحكومة (Controlled Rectifier): تقوم بتحويل التيار المتناوب الى مستمر مع أمكانية التحكم في جهد التيار المستمر الخارج منها وهي تنقسم الى نوعين فهي أما موحدات أحادية الطور أو موحدات ثلاثية الأطوار وكما في الشكل (8-2) الذي يبين شكل الموحدات المستخدمه صناعياً.



شكل (8-2) يوضح موحد سليكوني محكوم نوع ثايرستور

2.مقطعات التيار المستمر (D.C Choppers): تقوم بتقطيع التيار المستمر الداخل عليها بطرق مختلفة لتغيير القيمة المتوسطة للجهد المستمر الخارج منها . فلو أخذنا نموذج محرك تيار مستمر متوالي فتكون طريقة توصيل ملفات مجاله (الجزء الثابت) مع المنتج (الجزء الدوار) كما في الشكل (8- 3) .



شكل (8- 3) مخطط دائرة توصيل محرك تيار مستمر نوع ربط التوالي يبين أجزاء المحرك

حيث يدور المحرك نتيجة للتفاعل بين المجال المغناطيسي الناتج من مرور التيار الكهربائي في المنتج والمجال المغناطيسي الرئيس للعضو الثابت لذا فأن عزم محرك التيار المستمر (T) يعتمد على تيار المنتج (Ia) وتيار المجال (If) وحسب العلاقة التالية:

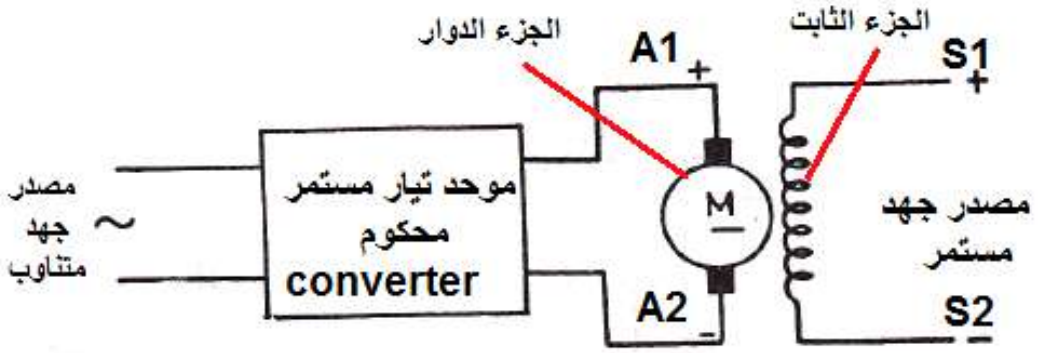
$$T=Kt\ If\ Ia$$

حيث أن :

Kt = ثابت عزم المحرك.

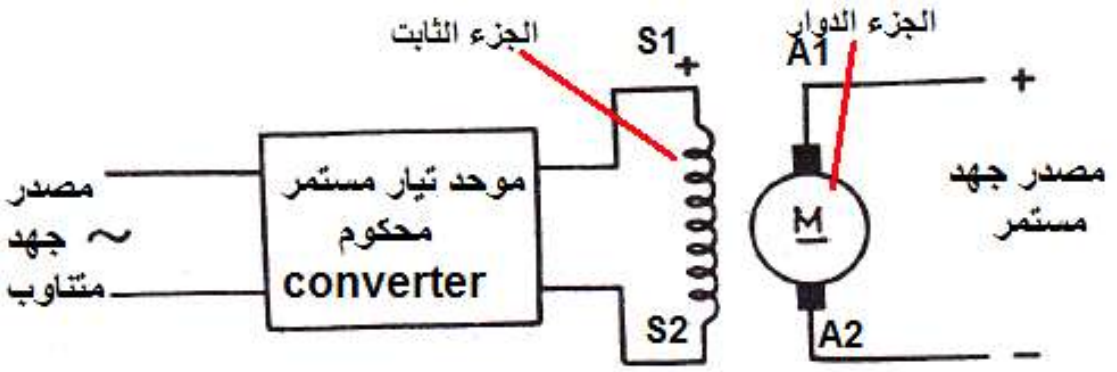
كما ويمكن عكس اتجاه دوران محرك التيار المستمر بعكس أطراف المجال الرئيس وتثبيت أطراف المنتج أو بالعكس . وهناك طريقتان متبعتان للتحكم في سرعة محركات التيار المستمر .

- التحكم في جهد المنتج في حين أن جهد ملف المجال يبقى ثابتا ونحصل في هذه الحالة على عزم ثابت مع تغيير السرعة كما في الشكل (8- 4) .



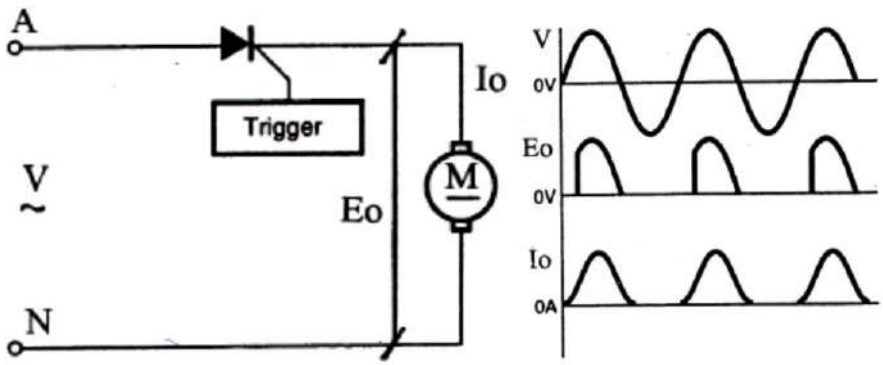
شكل (8- 4) يوضح طريقة التحكم بتيار المنتج لمحرك تيار مستمر

- التحكم في جهد ملف المجال مع تثبيت جهد المنتج ونحصل في هذه الحالة على قدرة ثابتة مع انخفاض في العزم عند زيادة السرعة كما في الشكل (8 - 5) .



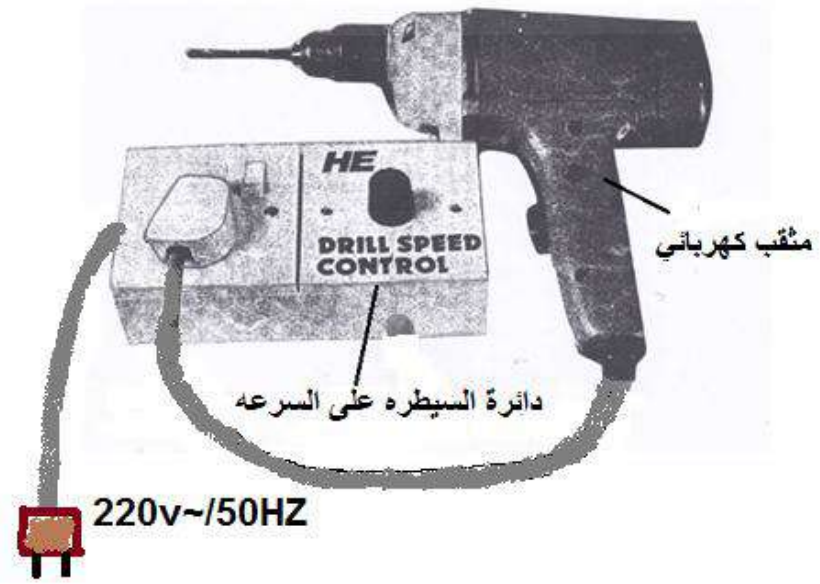
شكل (8- 5) طريقة التحكم بتيار العضو الثابت لمحرك تيار مستمر

أفضل قطعة الكترونية تستخدم كموحد يمكن التحكم به هو الثايروستر والترایاك وبالتالي سيكون دخل دائرة التحكم بالسرعة تياراً متردداً أما خرجها فيكون جهداً مستمراً يمكن تغيير القيمة المتوسطة لهذا الجهد عن طريقة التحكم في زاوية عمل الثايروستر ويتم استخدامها لتحقيق نظامين للتحكم أما نظام الحلقة المفتوحة (Open Loop Circuit) وتكون بدون تغذية راجعة أو نظام الحلقة المغلقة (Close Loop Circuit) بتغذية راجعة عن طريق تاكوميتر مركب مع عمود الجزء الدوار للمحرك لنقل تغيرات السرعة بصورة دائمية الى الدائرة الالكترونية والشكل (8- 6) يمثل الدائرة النظرية لموحد طور واحد باستخدام ثايروستر واحد تسمى دائرة تنظيم سرعة محرك تيار مستمر نصف موجة .



شكل (8 - 6) يوضح دائرة تنظيم سرعة محرك تيار مستمر بواسطة ثايروستر

نأخذ مثال لدائرة تنظيم سرعة محرك عام (Universal Motor) مثل المثقب الكهربائي اليدوي(Drill) والذي يشبه محرك التيار المستمر ذو المجال الملفوف نوع التوالي إلا أنه يعمل كذلك على التيار المتردد ويستخدم هذا النوع من المحركات في التطبيقات التي تحتاج الى عزم بدء كبير كالمثاقب ومكائن الخياطة والخلاطات والمكنسة الكهربائية ويدور المحرك العام بسرعة قد تصل الى(22000 rpm) والشكل (8 - 7) يبين دائرة السيطرة على سرعة محرك عام (مثقب كهربائي).



شكل (8- 7) يوضح تركيب دائرة السيطره على سرعة مثقب كهربائي

مكان العمل : ورشة الكهرباء .

الزمن اللازم : 3 حصص .

الأهداف التعليمية: يجب أن يكون الطالب قادراً على توصيل دائرة التحكم بسرعة محرك عام وقياس مقدار الجهد والتيار والسرعة لقيم سرع مختلفة بواسطة جهاز الافوميتر ومقياس السرعة الليزري .

الأدوات المستخدمة (مواد، عدد، أجهزة):

(مثقب كهربائي 220V/50Hz) ، صندوق بلاستيكي مزدوج مع أغطية، سويج بلك (13A)، فيشة توصيل مقبس ثلاثية ، كيبل ثنائي حجم ($2X1.5mm^2$) طول (2) متر، المواد الألكترونية الموضحــة في الجدول (8- 1) .

جدول رقم (8- 1) قائمة المواد الالكترونية

Parts List

RESISTORS (All ¼W 5% unless stated)

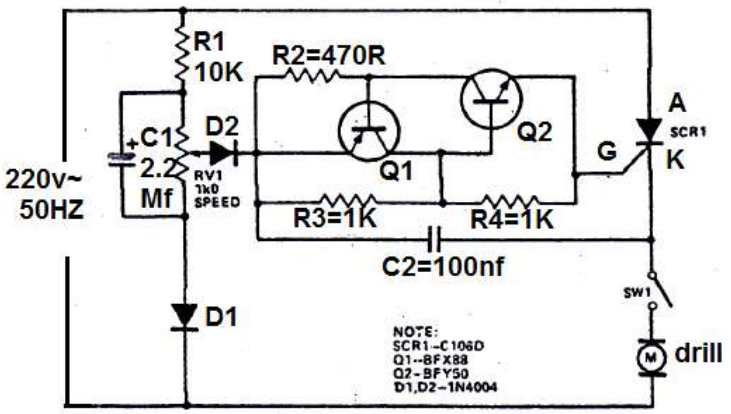
R1	10k 5W	مقاومات كاربونية
R2	470R	
R3,R4	1k0	
POTENTIOMETER		مقاومه متغيره
RV1	1k0 2W	
CAPACITORS		متسعات
C1	2µ2 63V	
C2	100n polyester	
SEMICONDUCTORS		أشباه موصلات
SCR1	C106D	ثايروستر
Q1	BFX88	ترانسستر PNP
Q2	BFY50	ترانسستر NPIN
D1,D2	IN4004	دايود

MISCELLANEOUS
MK surface box list no 2025, MK 13A switched socket.
MK 13A plug MK single blanking plate.

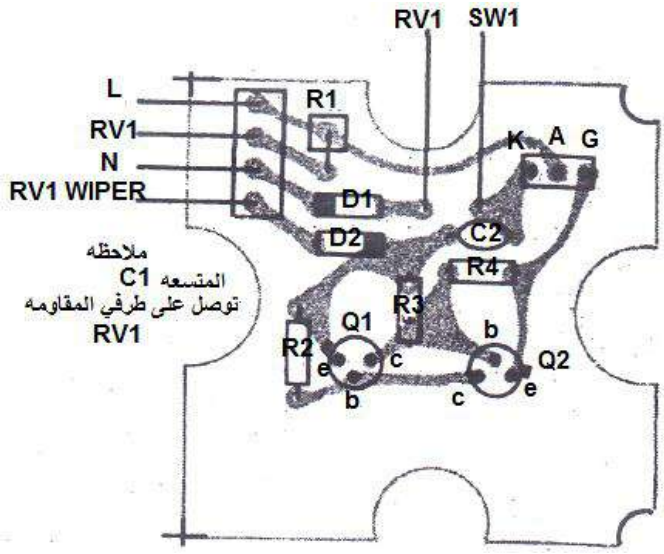
لوحه نحاسية مطبوعة تحقق توصيل دائرة تنظيم السرعة ، كاوية لحام قدرة (40W)، لحام قصدير، درنفيس فحص ، كتر كهربائي يدوي ، لاوية كهربائية ، ملقط صغير ،جهاز قياس افوميتر ، جهاز قياس سرعه ليزري ، كونتكتر حجم ($12mm^2$)عدد (4)،أسلاك توصيل حجم ($1mm^2$).

خطوات العمل والصور التوضيحية :

1. أرتد بدلة العمل المناسبةللجسم .
2. ركب القطع الألكترونية في اللوحة النحاسية المطبوعة كلا في مكانه كما في الشكل (8-9) بحسب المخطط الألكتروني لدائرة تنظيم السرعة الموضح في الشكل (8- 8) .



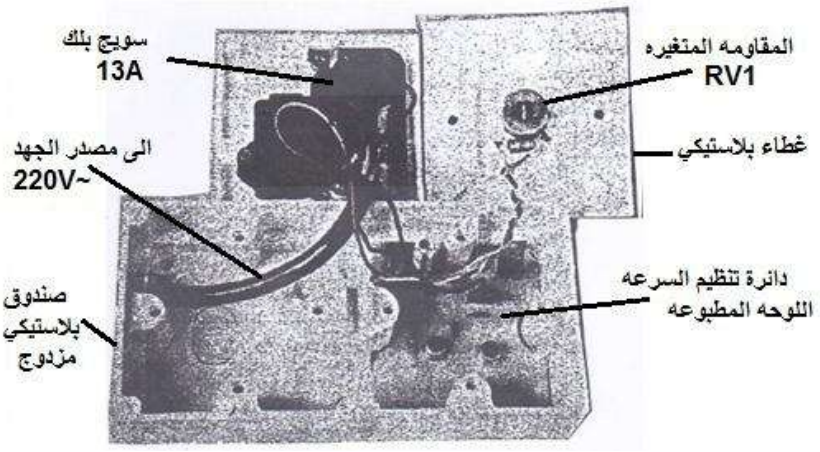
شكل (8- 8) يوضح مخطط الدائرة النظرية للتحكم بالسرعة



شكل (8- 9) اللوحة النحاسية المطبوعة مع عناصرها

3.الحم القطع الألكترونية وأسلاك التوصيل حجم (1mm2) في الدائرة النحاسية المطبوعة بأستخدام كاوية اللحام .

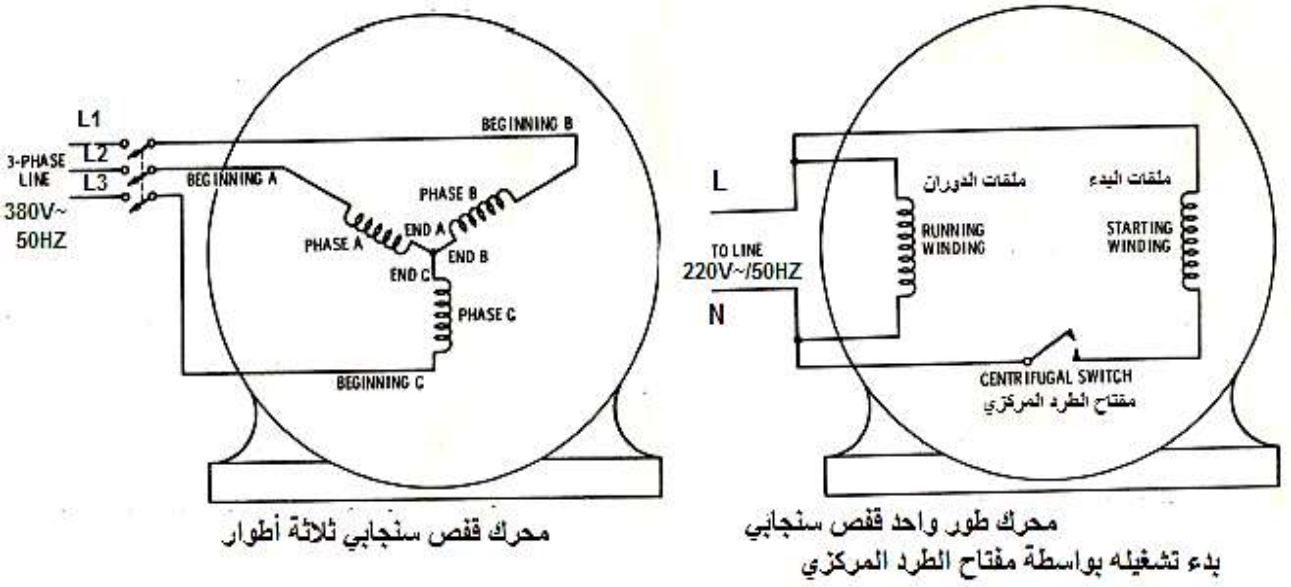
4. ثبت المقاومة المتغيرة (RV1) في الغلاف البلاستيكي للصندوق واضعا الدائرة الألكترونية داخل الصندوق، كما في الشكل (8- 10) .



شكل (8- 10) يوضح تركيب عناصر صندوق دائرة التحكم بالسرعة

أما محركات التيار المتناوب الحثية نوع قفص سنجابي أحادية الطور وثلاثية الأطوار الموضحة في المخطط الداخلي لتوصيل ملفاتها ، كما في الشكل (8- 11). فيتم التحكم بسرعتها بطريقتين:

1. تغيير الجهد مع ثبات التردد .
2. تغيير كلا من الجهد والتردد .



شكل (8- 11) يوضح المخطط الداخلي لتوصيل ملفات محركات التيار المتناوب أحادية وثلاثية الطور

ففي الطريقة الأولى يتم خفض الجهد الكهربائي من خلال المحولات الخافضة المتغيرة أومن خلال مقاومات سلكية حرارية أو ملفات متغيرة متوالية مع القطب الفعال وبالتالي يمكن خفض السرعة لكن في هذه الطريقة

يتسبب خفض الجهد انخفاض في عزم المحرك فلا يمكن استخدام هذه الطريقة للأحمال الكبيرة في المكائن الصناعية وإنما تستخدم في المحركات ذات الحمل القليل كالمراوح مثلاً .

لذا تستخدم الطريقة الثانية للتحكم بالسرعة المطلوبة بعزم ثابت مهما تغيرت السرعة أو قيم الأحمال الميكانيكية المفترضة حسب المواصفات الفنية للمحرك المتناوب بالرجوع للعلاقة التالية :

$$N = \frac{120 \times F}{2P} \text{(السرعة)} \ (rpm)$$

حيث أن :

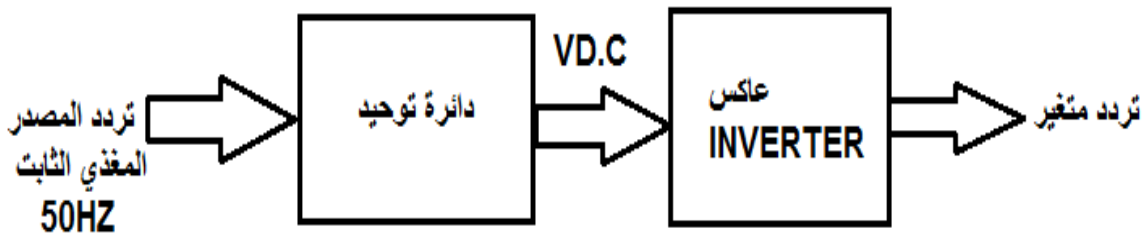
2P= عدد الأقطاب

F= التردد

وتتكون أجهزة التحكم بسرعة المحركات الحثية التي تعمل بتغيير الجهد والتردد من :

- لوحة الضواغط والمفاتيح للتشغيل وتغيير الاتجاه.
- وحدة تغيير القدرة المسؤولة عن التحكم بالسرعة والمكونة من :

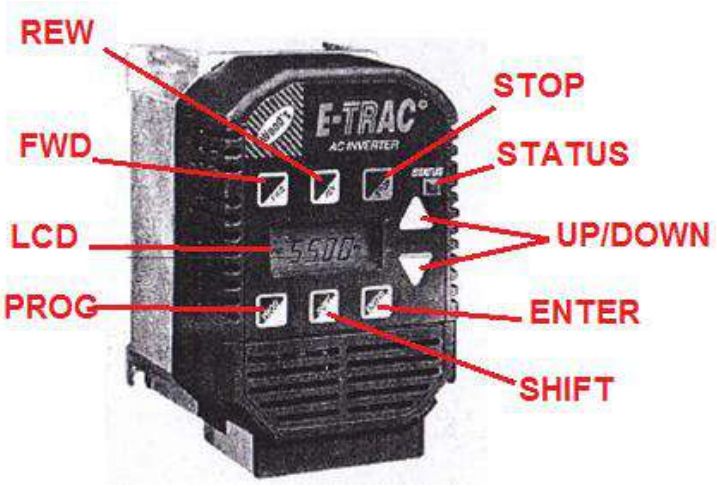
1. دائرة توحيد محكومة أو غير محكومة لتحويل الجهد المتردد الى مستمر .
2. عاكس (Inverter) يعمل على تحويل خرج دائرة التوحيد بالجهد المستمر الى جهد متناوب بفولتية وبتردد متحكم بقيمته والذي يتناسب طرديا مع السرعة، كما في المخطط الكتلي في الشكل (8- 12) .



شكل (8- 12) يوضح المخطط الكتلي لمغير الجهد والتردد

وتوجد أنواع من مغيرات الجهد والتردد (العاكسات) فهي أما تكون عاكس مصدر فولتية نوع تضمين عرض النبضة (Pulse width modulation(PWM)) أو عاكس مصدر تيار (Current (CSI))

(SourceInverter وكمثال لأجهزة التحكم بسرعة وعزم محرك حثي قفص سنجابي ثلاثي الطور الموضح في الشكل (8-13) بمدى قدرة محركات يتراوح من (1–5 hp) والذي يعمل بتغيير الجهد والتردد من نوع (PWM) بتردد دخل ثابت 50Hz ثلاثي الطور (380-220V) مجهز بلوحة مفاتيح صغيرة (Key Pourd) ودايودات مضيئة ملونة كدليل ولبيان وجود مشكلة أو حالة عمل كما وتظهر شاشة دوال التشغيل والإطفاء والأخطاء وسببها وتتبع إدخال البرنامج الذي يعمل العاكس عليه،له أمكانية حماية ذاتية من حصول قصر في المحرك أو من ارتفاع درجة حرارة المحيط أو من الحمل الزائد (Over Load Motor) أو من ارتفاع وأنخفاض الجهد ، يمكن تغيير تعجيل الانطلاق أو الإيقاف أو ضبط حدود السرعة القصوى أو معايرة تيار الفصل من خلال برنامج خاص بالجهاز يمكن تغيير دواله حسب مواصفات المحرك المستخدم .



شكل (8- 13) يوضح جهاز العاكس مع مفاتيح لوحة التحكم الرقمية له

شروط تشغيل جهاز العاكس (Inverter):

1. يثبت الجهاز في مكان جاف وغير حار وتترك مسافة لا تقل عن (5) أنج من جميع الجوانب لتهويته .
2. ضبط برنامج حد السرعة القصوى أي قيمة التردد على أن لا يتجاوز السرعة القصوى للمحرك حسب ما مشار أليه في لوحة تسمية المحرك .
3. لا تستخدم عناصر تصحيح معامل القدرة (Power Factor Correction) كالمكثفات مع توصيلات الجهاز بالمحرك (M_1,M_2,M_3) لان ذلك يسبب تلف الجهاز .

4. مصمم الجهاز ليغذى بجهد كهربائي من مصدر ثلاثي الأطوار أو أحادي الطور تستخدم فيه الأطراف (L_1,L_2) وأن خرجه (M_1,M_2,M_3) سيبقى ثلاثي الأطوار .
5. اختيار أحجام الأسلاك الموصلة للجهاز بحدود (125%) من قيمة معدل تيار المحرك .
6. توصيل نقطة الأرضي بشاصي الجهاز أو في المكان المحدد لذلك .

مكان العمل : ورشة الكهرباء .

الزمن : 4 حصص .

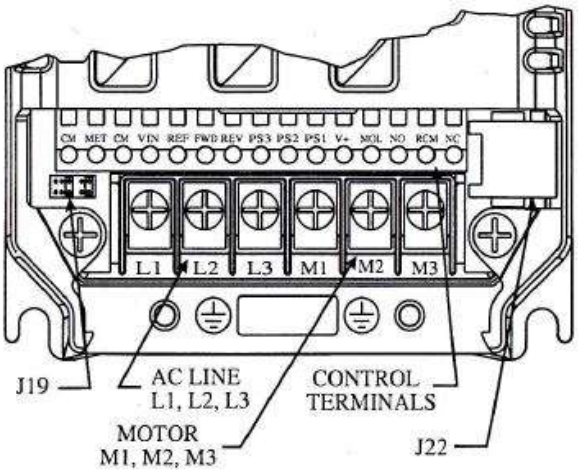
الأهداف التعليمية: يجب أن يكون الطالب قادرا على تركيب وتوصيل والتعرف على طريقة برمجة جهاز العاكس الذي يعمل بطريقة تغيير التردد (A.C Inverter) للتحكم بسرعة محرك تيار متناوب نوع قفص سنجابي (ϕ3) .

الأدوات المستخدمة (مواد ،عدد ،أجهزة):

عاكس ثلاثي الأطوار قدرته (5 hp) موديل (XFC4000) ، محرك قفص سنجابي ثلاثي الأطوار سرعته (3000 rpm) بفولتية (380v) قدرتــه الحصانية (3hp)،أسلاك توصيل حجم (4mm2)مفـردة ملونــة أحمر وأزرق وأصفر وأصفر بخط أخضر، قاطع مركب ثلاثي الطور (4A)، كتر كهربائي يدوي، درنفيس عدل ، درنفيس مربع ، بلايس كهربائي يدوي ، قاشطة يدوية ، مقياس الافوميتر ، مقياس سرعة ليزري ،جهاز قياس التيار كلامبميتر .

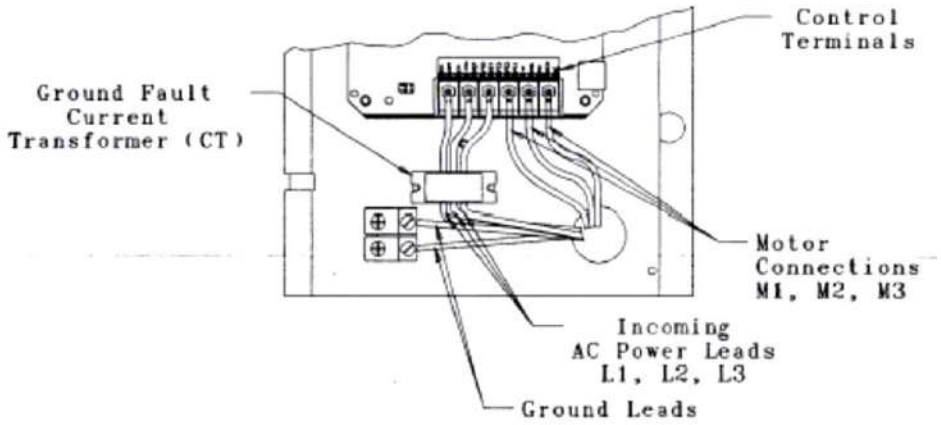
خطوات العمل :

1. أرتد بدلة العمل المناسبة للجسم .
2. سجل بيانات لوحة التسمية للمحرك الثلاثي الطور محدداً السرعة .
3. أفتح غطاء جهاز العاكس الخلفي بواسطة الدرنفيس المربع ستظهر أطراف توصيل الجهاز مداخل ومخارج وأطراف تحكم كما في الشكل (8-14) .



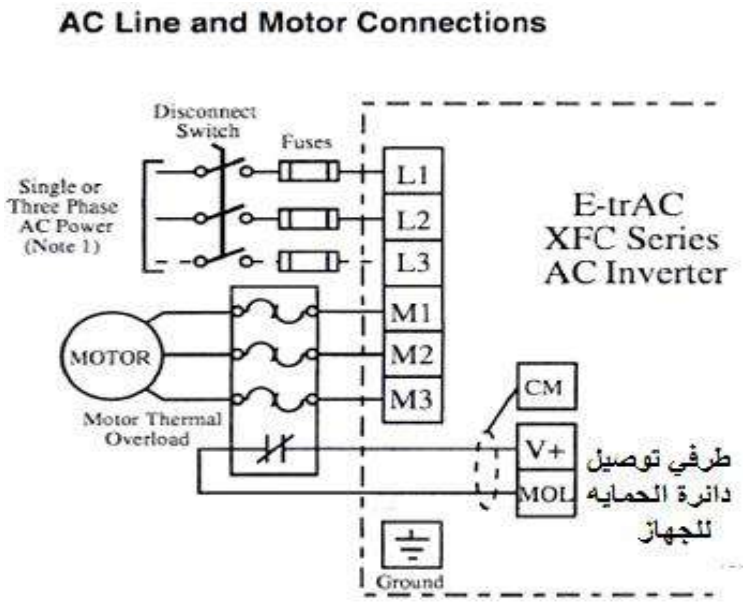
شكل (8-14) يوضح أطراف توصيل الجهاز مداخل ومخارج

4.صل الأسلاك حجم (4mm2) الملونة كما في الشكل (8-15) .



شكل (8- 15) يوضح توصيل الأسلاك الى نقاط توصيل الجهاز

5.صل قاطع الدورة الحراري (T.O.L) الثلاثي الطور بين أطراف خرج الجهاز والمحرك وفواصم الحماية ومفتاح التشغيل الرئيس ثلاثي الطور بين التغذية الرئيسة وجهاز العاكس ، كما في الشكل (8- 16) .

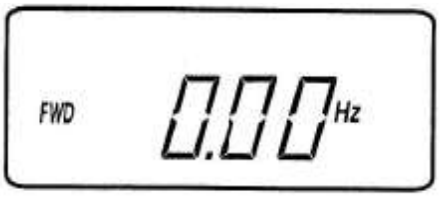


شكل (8- 16) توصيل دائرة العاكس مع المحرك

6.ضع مفتاح التشغيل الرئيس اليدوي بوضع (ON) لإيصال تغذية الجهد من المصدر لاحظ بعد (2) ثانيةإضاءة الدايود الضوئي الأحمر للحالة (Status) دليل الإيقاف (STOP) وستقرأ الشاشة، كما في الشكل (8-17) .

شكل (8 - 17) يوضح ظهور القراءة SET على شاشة الجهاز

7.أضغط الزر FWD في لوحة المفاتيح Key Pourd ليبدأ دوران المحرك مع عقرب الساعة ستظهر في شاشة الجهاز عبارة FWD كما في الشكل (8- 18) .



شكل (8- 18) يوضح ظهور القراءة FWD على شاشة الجهاز

8. أضغط زر (UP) لزيادة التردد أي زيادة السرعة (M) فعندما تكون قيمة التردد (0.1Hz) يبدأ العاكس بإظهار الخرج إلى المحرك .

9. حدد اتجاه دوران المحرك فأن كان مع عقرب الساعة (M) فتوصيل العاكس بالمحرك صحيح وإلا أضغط الزر (STOP) ثم أفصل مصدر التغذية عن طريق مفتاح التشغيل الرئيس اليدوي بوضع (OFF) ثم أبدل طوري تغذية المحرك أحدهما مكان الآخر .

10. أعد الخطوات (5,6,7) ثم أستمر بالضغط على الزر (UP) لزيادة السرعة بشكل تدريجي الى الحدود المسموح بها لسرعة المحرك المركب مع العاكس .

11. أضغط الزر DOWN لنقصان التردد وبالتالي نقصان سرعة المحرك .

12. قس سرعة المحرك مع الاستمرار بزيادة التردد باستخدام مقياس السرعة الليزري.

13. قس قيمة التيار عند الأطوار الثلاثة للمحرك لثلاث سرع مختلفة باستخدام الكلامبميتر.

14. قس قيمة الجهد بين كل طورين من أطوار المحرك عند ثلاث سرع مختلفة باستخدام جهاز الافوميتر.

15. أضغط الزر (STOP) من لوحة المفاتيح .

16. أفصل مصدر التغذية بتغيير مفتاح التشغيل الرئيس لوضع (OFF).

17. فكك الدائرة معيدا الادوات والاجهزة في مكانها ومنظفا مكان العمل.

ملاحظة :

- إضاءة الدايود الأحمر دليل إيقاف المحرك .
- إضاءة الدايود الأخضر دليل دوران المحرك .
- ترميش أضاءة الدايود الأخضر يعني دوران المحرك مع ارتفاع أو انخفاض في الجهد.
- ترميش أضاءة الدايود الأحمر دليل وجود خطأ .
- أضاءة الدايودين الأحمر والأخضر سوية يعني دوران المحرك بعزم خارج النطاق المسموح به .

تمرين (29)

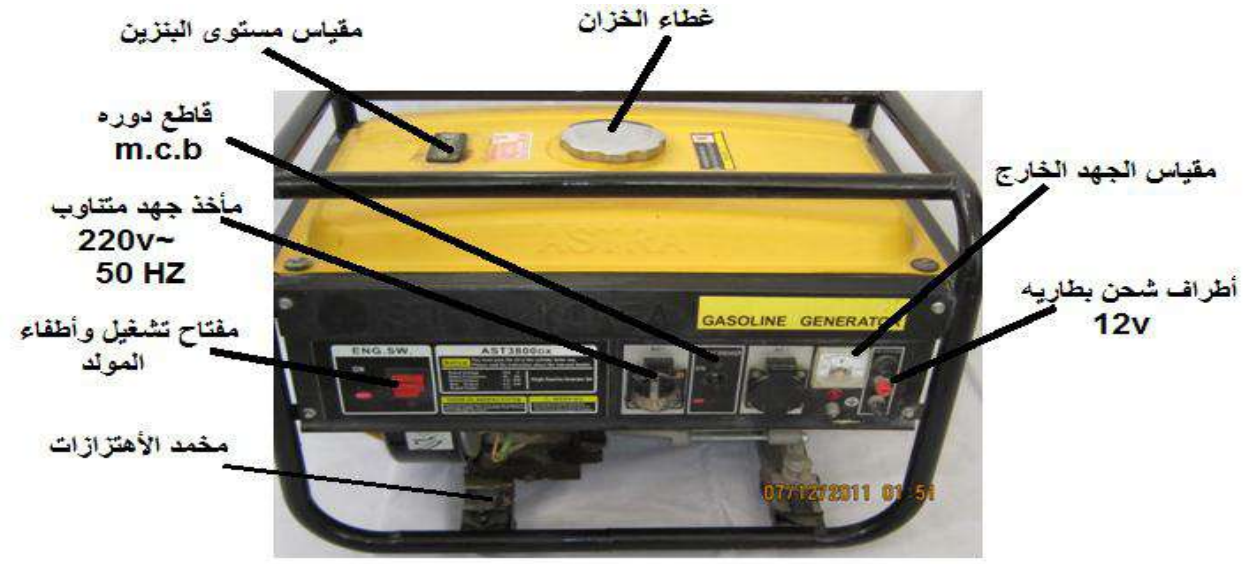
اسم التمرين: تشغيل مولد طورواحد وتوصيله الى الشبكة المنزلية عن طريق مفتاح مبدل خطوط التغذية (Change-Over) وفتح وتركيب رأس التوليد التزامني وفحص ملفات الجزء الثابت والدوار بأستخدام جهاز الأوفوميتر

المعلومات النظرية:

تعمل مولدات الطور الواحد على الأغلب بمحركات ميكانيكية تغذى بوقود الكازولين (البنزين) أو بوقود الديزل لتوفر حركة ميكانيكية دورانية بقدره عالية تساوي بالحد الأدنى لها (1.25× قدرة المولد) وبسرعة تقارب (3000 rpm) لكي نحصل على التردد المطلوب توليده من رأس التوليد والمساوي 50HZ وجهد (220V) وقدرة تحددها المواصفات التصنيعية لرأس التوليد .

مولد الطور الواحد الحثي التزامني (المولدة المنزلية -Gasoline Generator):

شكل وأجزاء المولد موضحة في الشكل (8- 19) .



شكل (8- 19) يوضح الأجزاء والمنظر الأمامي والخلفي لمولد (2.5 KVA)

أولا- الجزء الميكانيكي:

1. خزان الوقود .
2. مبين مستوى الوقود في الخزان .
3. غطاء خزان الوقود .
4. بادئ تشغيل المحرك الميكانيكي اليدوي (سحب الحبل).
5. الذراع الميكانيكية لمسيطر السرعة (الكفرنر) الميكانيكي .
6. مصفاة الهواء (الشوتة) .
7. الكابريتر .
8. مصفي وصمام الوقود .
9. الذراع الميكانيكية للتحكم بغرفة خليط الوقود للكابريتر .
10. غطاء الصمامات .
11. شمعة القدح .
12. مخمد الصوت أو أنبوب العادم (الشوتة) .
13. مفتاح الحماية من انخفاض مستوى الزيت في المحرك .

14. سداد خزان الزيت .

ثانيا - الجزء الكهربائي:

1. رأس التوليد نوع الأقطاب الداخلية .
2. مروحة التبريد الميكانيكية لرأس التوليد .
3. مفتاح التشغيل .
4. مفتاح الحماية (Emergency Switch) .
5. مقياس جهد التوليد ذو مؤشر .
6. قاطع الحماية (MCB) .
7. مأخذ جهد التوليد عدد أثنين .
8. فاصم (فيوز) حماية (8A) لقطع الزيادة في تيار الشحن .
9. مأخذي الشحن (+) ، (-) لبطارية خارجية بجهد (12V/D.C) .
10. نقطة توصيل قطب الأرضي .
11. بطارية(12V/8A) .
12. بادي تشغيل كهربائي (سلف) .

المواصفات الفنية (SPECIFICATION):

1. الموديل (Models) .

2. المحرك الميكانيكي (Engine):

- الموديل (Models) مثلا 270 .
- حجم المحرك (Capacity) مقدرا ب (CC) مثلا (270) .
- معدل القدرة مقدره ب HP (Rated Horse power)عند سرعة (3000 rpm) وتساوي(6.3) حصان مثلا.
- نظام الإشعال (Ignition System) نوعه الكتروني .
- نظام التبريد والتزييت للمحرك الميكانيكي الزيت والهواء .
- نظام بدء التشغيل للمحرك الميكانيكي (Starting System) يدوي وكهربائي(Recoil/Electric).

3. رأس التوليد (Generator) :

- النوع : مجال دوار قطبين أثارة ذاتية (Self-Exciting ,2-Pole,Field Rotating) .

- منظم الجهد الأوتوماتيكي (Automatic Voltage Regulator(AVR)) .
- عدد الأطوار (Phase): طور واحد (single Phase) .
- جهد الخرج متناوب (A.C Output) بمعدل قدره ظاهره (KVA) عند تردد (50Hz) يساوي (3KVA) والعظمى لها (3.3KVA) .
- معدل قيمة الجهد المتولد المتناوب (220V) .
- جهد الشحن المستمر (D.C output) يساوي (12V-8.3A).

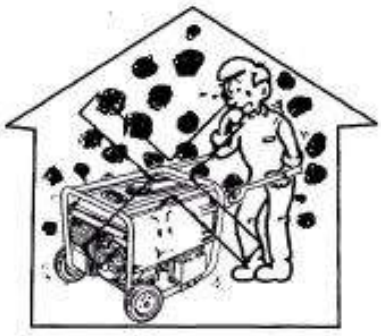
4. الأبعاد مثلا (الطول =685mm، العرض=515mm، الارتفاع=535mm) .

5. سعة خزان الوقود (Fuel Tank Capacity) تساوي(25L) .

6. الوزن (Weight) يساوي (68/75Kg) .

أرشادات السلامة والأمان :

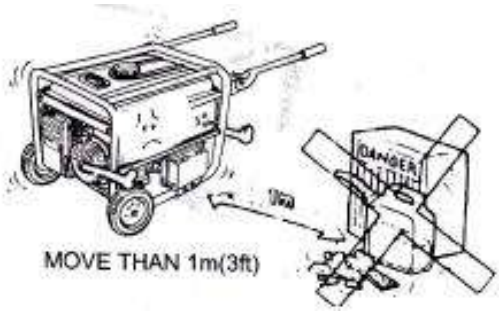
1. لا تشغل المولد داخل المنزل



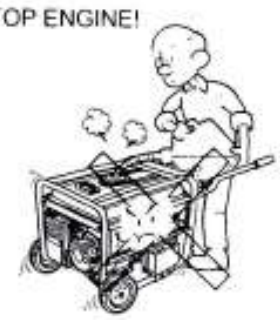
2 . لا تشغل المولد في مكان ممطر

3. لا توصل فيشة المولد بمقبس المنزل مباشرة

4. أبعد البترول عن المولد (1m) على الأقل



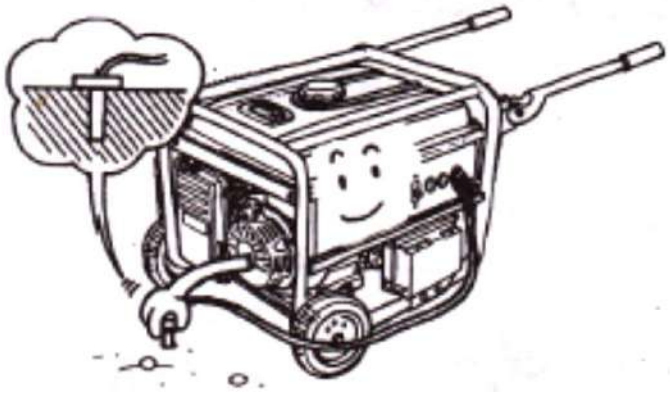
5.أطفئ المولد عند عدم الاستخدام



6. لا تدخن بالقرب من المولد

7. لا تملأ المولد بالبنزين حتى الانسكاب

8 . صل شاصي المولدة الى قطب الأرضي الخاص بالوحدة السكنية

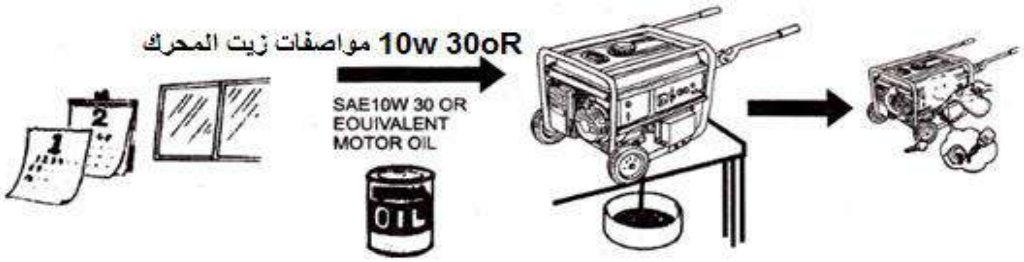


صيانة المولد (Maintenance):

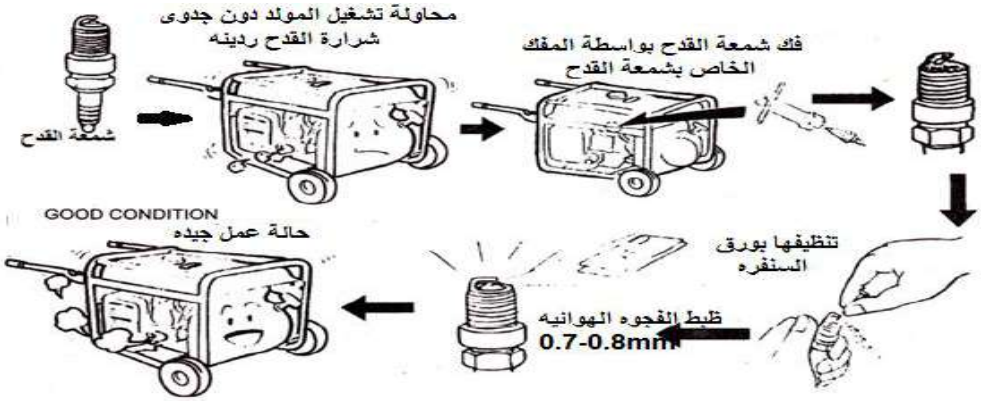
قبل البدء بتشغيل المولد يجب القيام بالصيانة الدورية المسماة صيانة المولد وهي كالآتي:

1. أفحص مستوى الزيت في المحرك الميكانيكي يوميا كما يلي :

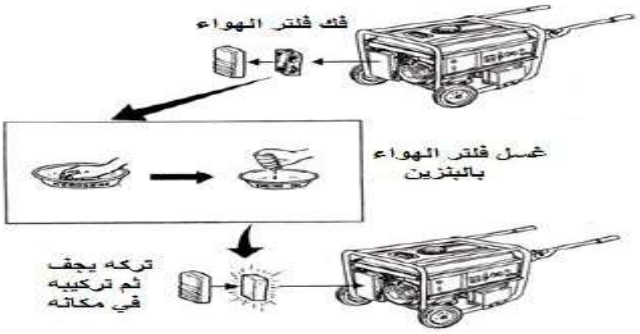
2. بدل زيت المولد كل شهر بعد حوالي 20 ساعة تشغيل كما يلي :



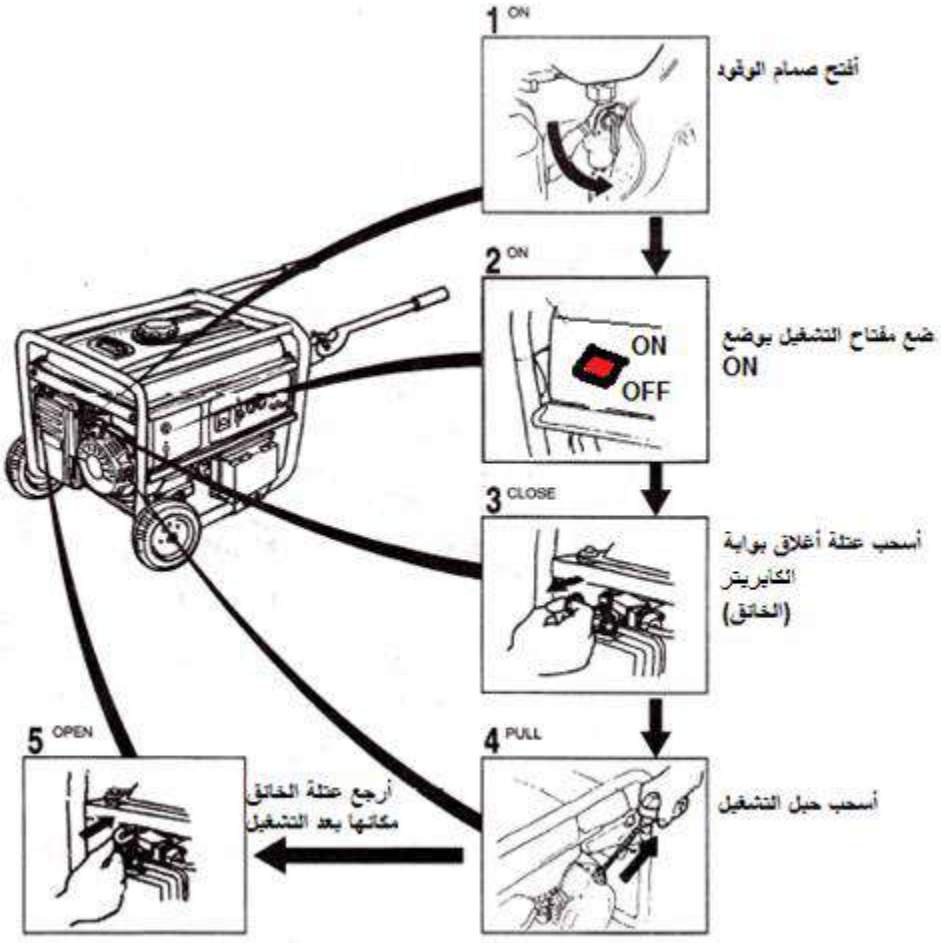
3. أبدل شمعة القدح أو نظفها في حالة عدم أو صعوبة بدء تشغيل المولد وكما يأتي :

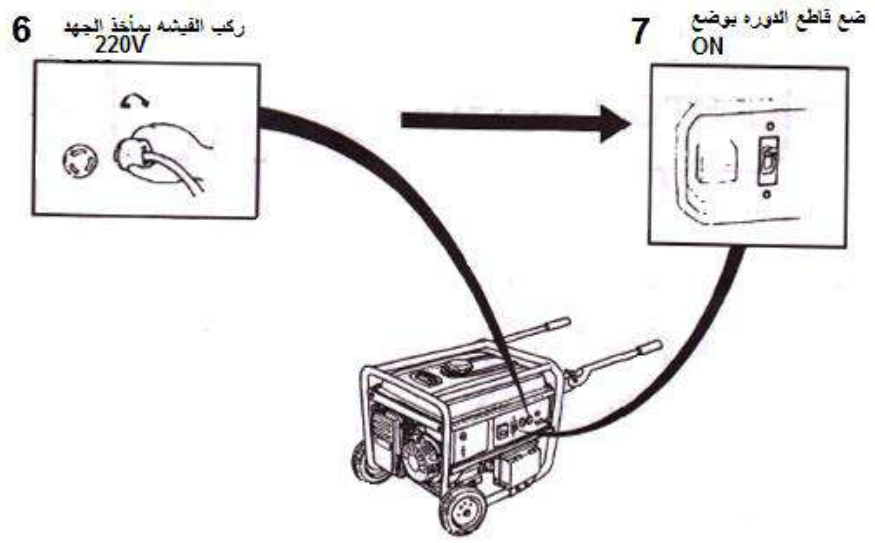


4. نظيف منقية الهواء (الشوتة) كل شهر وكما يأتي:



الشكل (8- 20) يوضح الخطوات الواجب أتباعها لتشغيل المولد أحادي الطور:





شكل (8- 20) يوضح خطوات تشغيل المولد المنزلي

5.أطفئ المولد بتحويل مفتاح التشغيل للمولد الى وضع (Off) ثم قاطع الدورة لها بوضع (Off) وتحويل صمام الوقود الى غلق .

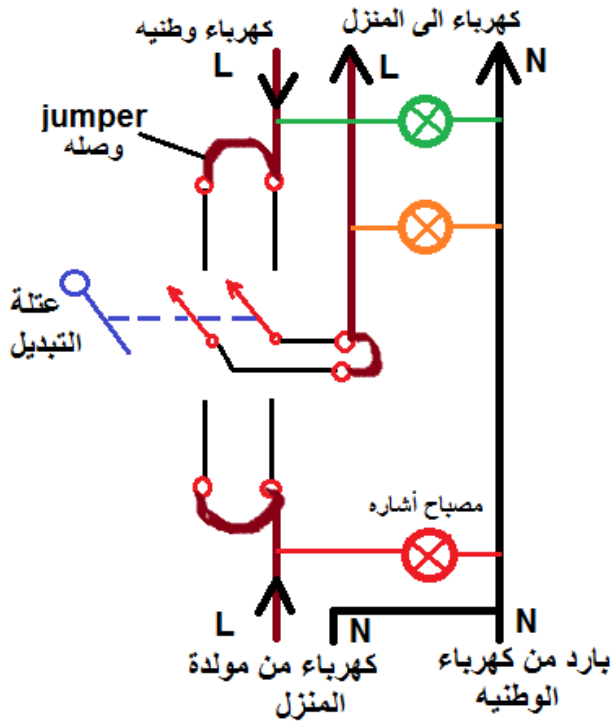
توصيل مأخذ الجهد (220V) للمولد مع الشبكة الكهربائية لوحدة سكنية:

تعتبر المولد الكهربائي مصدر تغذية كهربائية مستقل عن مصدر التغذية الكهربائية الوطنية إلا أنهما يتساويان من حيث الجهد المتناوب والتردد ولا يجوز التوصيل المشترك بينهما وذلك لاختلاف طور الموجات للمصدرين مما يتسبب في حصول فرق جهد بينهما وبالتالي حصول دائرة قصر لذا من الضروري وجود مفتاح اختيار بين المصدرين وتحديد الأفضلية لأي مصدر منهما في حالة الاختيار الأوتوماتيكي لذا فأن هناك طريقتين للتحكم .

1. الطريقة اليدوية عن طريق مفتاح الاختيار اليدوي (مفتاح سكين) أحادي الطور أو ثلاثي الطور منه (30A أو60A أو 100A)والشكل (21- 8) يوضح شكل ورمز ودائرة توصيل مفتاح الاختيار اليدوي (change over) مع الشبكة الكهربائية .

شكل (8 -21) يوضح مفتاح الاختيار اليدوي (المبدل اليدوي) (Change Over) وأطرافه (1ϕ)

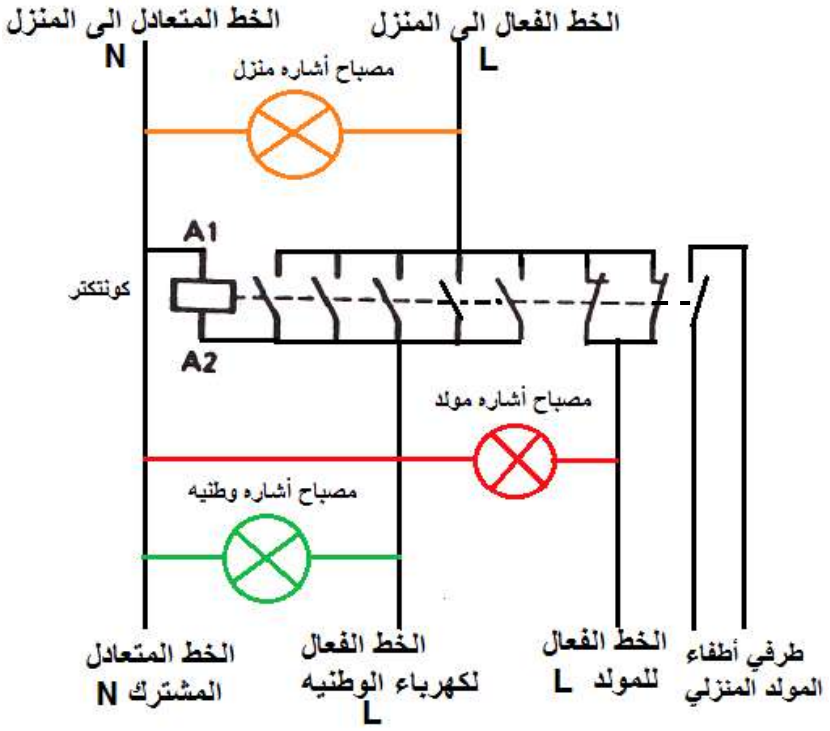
أما مخطط التوصيل للمفتاح اليدوي (المبدل اليدوي) لتحقيق التبديل اليدوي بين الكهرباء الوطنية وكهرباء المولد المنزلي لتغذية منزل أو وحدة سكنية موضحا في الشكل (8 - 22).



شكل (8- 22) مخطط دائرة المبدل اليدوي (Change Over)

2. الطريقة الأوتوماتيكية في الاختيار بين الكهرباء الوطنية وكهرباء المولد وإمكانية إطفاء المولد ذاتيا :

وجد أنها أفضل من الطريقة اليدوية بسبب أن هذه الطريقة توفر اقتصاد في وقود المولد نتيجة الإطفاء المباشر للمولد أوتوماتيكيا عند رجوع خط الكهرباء الوطنية كمغذي والاستفادة السريعة من تغذية الكهرباء الوطنية في تغذية شبكة الوحدة السكنية على أن تكون الأفضلية للكهرباء الوطنية كما في الشكل(8-23) لدائرة المبدل الأوتوماتيكي (ChangeOver) باستخدام الكونتكتر (Contactor) كمخطط توصيل لهذه الطريقة (يفضل توصيل الخط المتعادل لكل من الكهرباء الوطنية والمولد والمنزل سوية دون المرور بالمبدل الأوتوماتيكي) .



شكل (8- 23) مخطط دائرة توصيل المبدل الأوتوماتيكي (الكونتكتر) في الشبكة الكهربائية

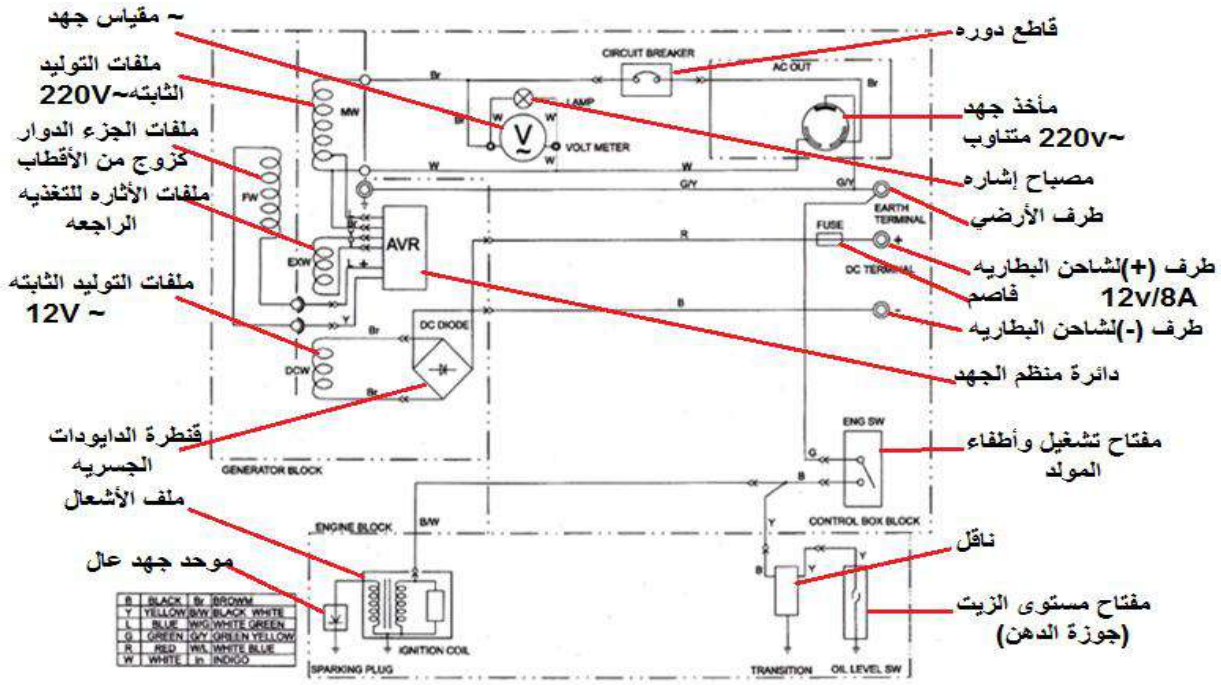
صل دائرة مفتاح الاختيار الأوتوماتيكي الكونتكتر كما في المخطط للشكل (8-23) باستخدام حجم أسلاك توصيل (2.5mm2) لتوصيل جزء الدائرة الخاص بالمولد وحجم أسلاك ($4mm^2$) لتوصيل الجزء

الخاص بالكهرباء الوطنية وكونتكتر ملفه يعمل بجهد~220v وتردد 50 H_Z وتيار ريش التلامس له (20A) مفتوحة بالوضع الطبيعي (NO) وواحدة في الأقل مغلقه بالوضع الطبيعي (NC) ومصابيح نيون صغيرة لبيان أي مصدر منهما يعمل ونستخدم أحد نقاط التماس للكونتكتر(NO) توصل على التوازي مع مفتاح تشغيل المولد لإطفاء المولد ذاتيا عند رجوع الكهرباء الوطنية .

أما جهاز الاختيار الأوتوماتيكي بين خطي تغذيه كهرباء وطنية أو بين كهرباء الوطنية والمولد أو بين مولدتين (1و2) وبالخصوص مولـدات الديزل يستخـــدم جهاز المسمى Automatic Transfer (ATS) Switch) حيث يتميز بحماية ذاتية من اشتراك خطي التغذية وبتأخير زمني والذي يغذي كونتكترات توصيل التغذية نوع (MCB) وكما في الشكل (8- 24) .

شكل (8-24) يوضح جهاز الاختيار الأوتوماتيكي لمولد ديزل (ATS)

مخطط توصيل الدائرة الكهربائية للمولد 2.5KVA الموضح في الشكل (8- 25) .



شكل (8 - 25) يوضح مخطط الدائرة الكهربائية لرأس التوليد وعناصر الحماية والقياس والاشتغال

مكان العمل : ورشة الكهرباء .

الزمن اللازم : 7 حصص .

الأهداف التعليمية: يجب أن يكون الطالب قادرا على تشغيل المولد المنزلي وتوصيلة بالمبدل الأوتوماتيكي لاختيار كهرباء تغذية وحدة سكنية بين كهرباء الوطنية وكهرباء المولد المنزلي وفك وتركيب وفحص صلاحية رأس التوليد لمولد (2.5KVA) وتحديد تلف ملفاته بواسطة جهاز الافوميتر وعلى وضع أوم .

التسهيلات التعليمية (مواد ،عدد ، وأجهزة):

مولدة (2.5KVA) تعمل بوقود البنزين ، جهاز قياس الافوميتر ، عدة ميكانيك تشمل سيت مفاتيح متنوع وراجز ولقم ومفكات مربع وعدل ، مطرقة (500) غرام ، وكما في الشكل (8- 26) .

شكل (8-26) يوضح العدد والأدوات المستخدمة في التمرين

خطوات العمل:

أولا - خطوات فكك رأس التوليد :

1. أغلق صمام الوقود اليدوي لخزان الوقود .
2. أبعد أنبوب الوقود المطاط من جهة صمام الوقود كما في الشكل (8- 27) .

شكل (8– 27) يوضح أبعاد أنبوبة الوقود من صمام الوقود بعد غلقه

3. فك خزان الوقود وذلك يتطلب فتح براغي ماسك الخزان حجم (10mm) الجانبية والبراغي الأربعة حجم (8mm) الماسكة للخزان من أعلى بواسطة المفتاحين حجم (8,10) ملم كما في الشكل (8- 28).

شكل (8-28) يوضح فك الخزان

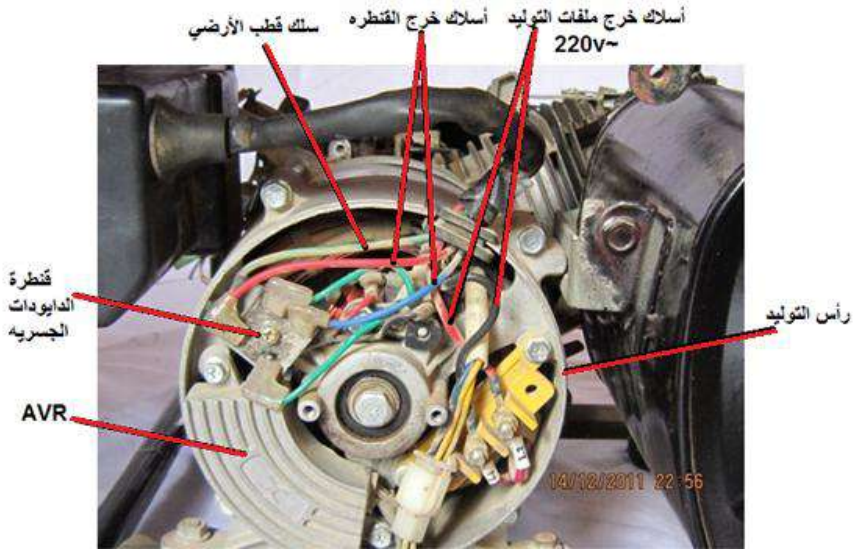
4. أبعد الخزان بسحبه من جهة صمام الوقود خارج المولد كما في الشكل (8- 29) .

شكل (8-29) أبعاد خزان الوقود من المولد المنزلي لأجراء خطوات فك رأس التوليد

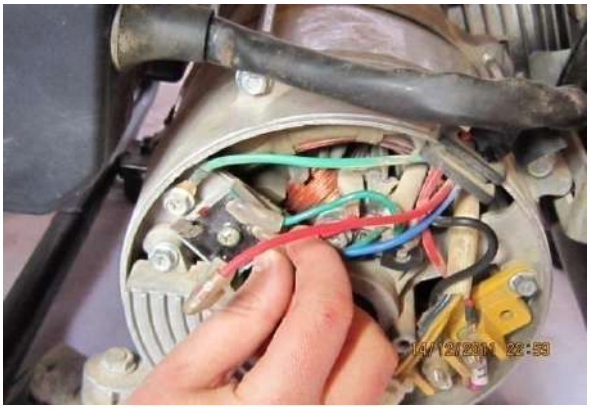
5.افتح لوالب غطاء رأس التوليد الخارجي حجم (8mm) عدد (2) ، كما في الشكل (8 -30) .

شكل (8- 30) يوضح فتح لوالب غطاء رأس التوليد بمفك رقم (8mm)

6. أفصل مجموعة الأسلاك الموصلة لقنطرة الدايودات الجسرية الخاصة بالشحن وأسلاك ملف التوليد (220V/50Hz)، مبعدا الخرطوم البلاستيكي لها كما في الأشكال (8-31) ، (8- 32) ، (8 -33)، (8 - 34) ، (8 - 35) .



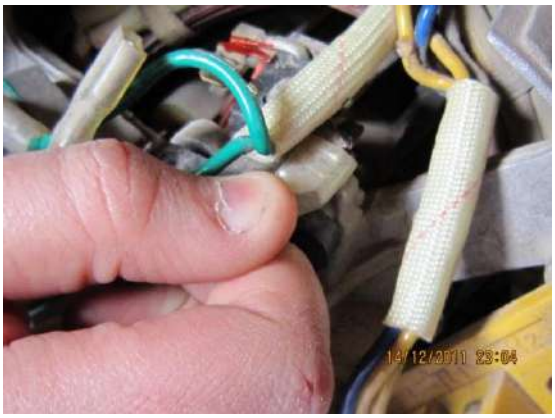
شكل (8– 31) يوضح خرطوم أسلاك التوصيل بين وحدة مآخذ المولد ورأس التوليد



شكل (8-32) أبعاد أسلاك القنطره الجسرية شكل (8 - 33) فك مرابط ملف التوليد (220V)

شكل (8- 34) أبعاد صواميل الربط لملفات التوليد شكل (8- 35) أبعاد خرطوم الأسلاك

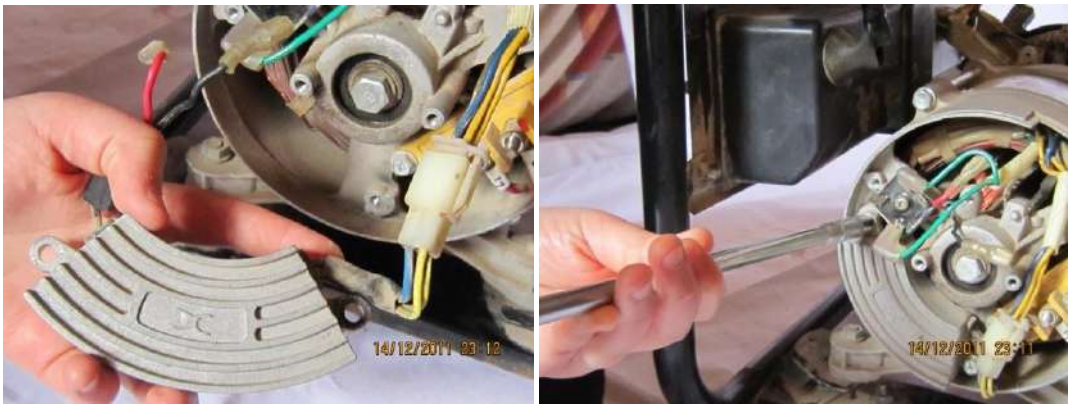
7. أفتح لولب ماسك مجموعة فحمتي الانزلاق للجزء الدوار مبعدا أسلاكها مع الانتباه عند فصلها أن أحد السلكين (+) والآخر (-) وعدم عكسهما كما في الأشكال (8- 36) ، (8 - 37)، (8 - 38) .



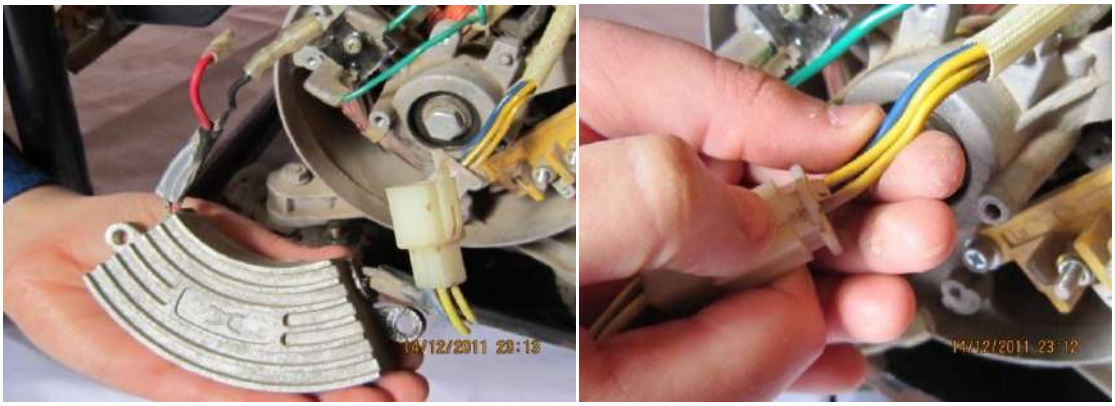
شكل (8– 36) فك براغي ماسك الفحمات شكل (8– 37) أبعاد أسلاك الفحمات

شكل (8- 38) أبعاد ماسك مجموعة الفحمات من رأس التوليد

8. أفتح براغي تثبيت (AVR) من جسم الغطاء الخلفي لحامل الكرات الحديدية (بولبرن)الجزء الدوار فاصلا أسلاكه كما في الشكل (8 - 39) ،(8 - 40) .

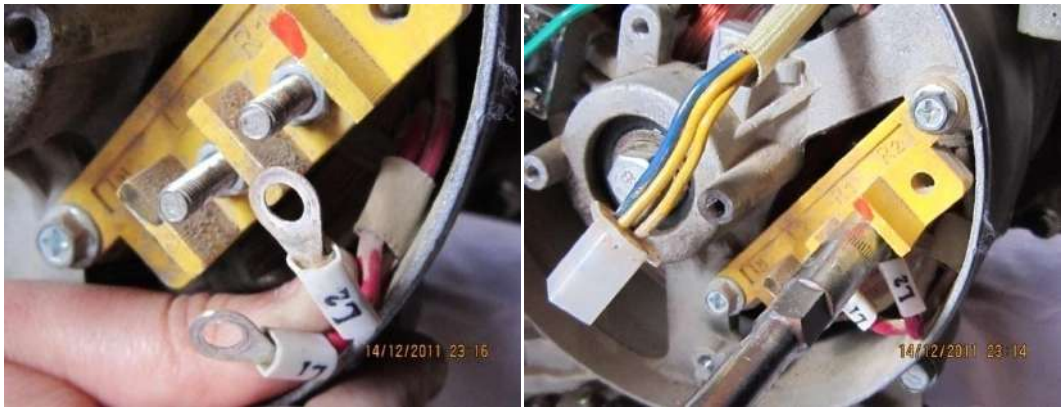


شكل (8 - 39) يوضح فك براغي تثبيت منظم الجهد AVR من رأس التوليد



شكل (8– 40) يوضح أبعاد أسلاك توصيل (AVR) من فيشة التوصيل مع الملفات ومن الفحمات

9. أبعد اتصال أسلاك ملفات الجزء الثابت من مجمع اتصالها (L_2,L_1) كما في الشكل (8-41)، (8- 42).



شكل (8- 41) يوضح فك صواميل الربط لملفات التوليد شكل (8– 42) أبعاد أسلاك ملفات التوليد

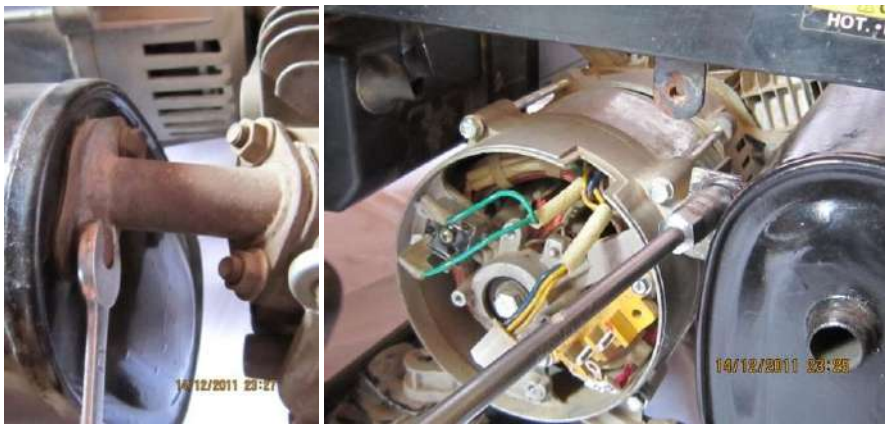
10. افتح مساند رأس التوليد السفلية من دكتي التخميد المطاطية لرأس التوليد مع هيكل المولد باستخدام المفك حجم (12mm) كما في الشكل (8- 43) .

شكل (8- 43) يوضح فك صواميل تثبيت دكتي رأس التوليد بهيكل المولد

11. أفتح براغي ماسك غطائي رأس التوليد حجم (10mm) كما في الأشكال (8 -44) .

شكل (8- 44) فك براغي ماسك غطائي رأس التوليد الأمامي والخلفي

12. أبعد أنبوبة العادم عن المحرك الميكانيكي بفك صامولتيها حجم (12mm) وعن رأس التوليد حجم (12mm) ثم أبعدها كما في الأشكال (8 - 45) ، (8 - 46) .



شكل (8- 45) يوضح فك أنبوبة العادم (مخمد الصوت) عن المحرك وعن رأس التوليد

شكل (8 - 46) يوضح أبعاد الصالنصة عن المولد

13. أفتح براغي ربط الجزء الدوار لرأس التوليد بالمحرك الميكانيكي بعد مسك المحرك الميكانيكي عن الدوران بواسطة وضع المفك في الفتحة كما في الشكل (8- 47) .

شكل (8- 47) وضع المفك في الفتحة لمنع المحرك من الدوران مع فك برغي التثبيت لرأس التوليد

14. أطرق بالمطرقة على رأس اللولب الرابط لرأس التوليد بالمحرك الميكانيكي كي يتم فصل الجزء الدوار عن المحرك الميكانيكي كما في الشكل (8 - 48) .

شكل (8 - 48) الطرق على اللولب الماسك لرأس التوليد بعد فتحه

15. أسحب الجسم الخارجي الحامل للملفات الثابتة لرأس التوليد بعد رفعه بواسطة خشبة كمـــا في الشكل (8 -49) .

شكل (8- 49) كيفية سحب رأس التوليد من المحرك الميكانيكي خارج المولد

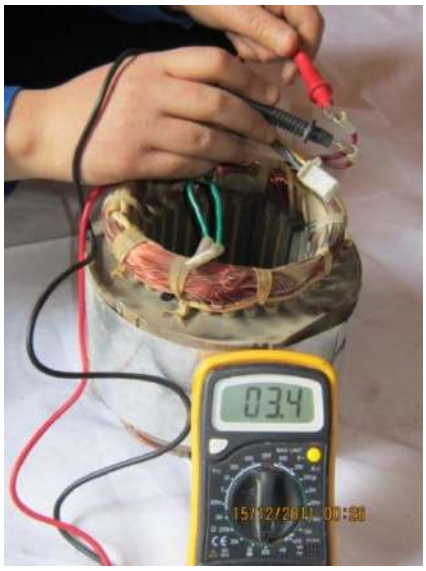
16. أبعد الجزء الدوار لرأس التوليد عن الغطاء الخلفي الحامل للمسند (بولبرن) الجزء الدوار (الأرميجر) مبعدا لولب تثبيت الرأس حجم 12mm بشكل كامل كما في الشكل (8 - 50) .

شكل (8-50) يوضح أبعاد الغطاء الخلفي الحامل لبولبرن الجزء الدوار لرأس التوليد

17. قس قيمة المقاومة الأومية لملفي الجزء الدوار باستخدام جهاز الافوميتر وعلى وضع مقاومة بتدريج (200) أوم (القراءة الصحيحة تقارب 46 أوم) كما في الشكل (8- 51) .

شكل (8 - 51) فحص المقاومة الأومية للجزء الدوار الحامل للأقطاب المغناطيسية بواسطة جهاز الاوميتر

18.قس قيمة المقاومة (Ω) لملفات الجزء الثابت الثلاثة باستخدام جهاز الافوميتر وعلى وضع مقاومة بتدريج (200Ω) أوم (القراءة الصحيحة لملفات التوليد الثابتة هي تقريبا (3.4Ω))(القراءة الصحيحة لملفات الشحن الثانويةهي تقريبا (1Ω))،(القراءة الصحيحة لملفات الإثارة الذاتية هي تقريبـــا (1Ω))(فحص عازلية الملفات عن الهيكل) كما في الشكل (8–52)،(8-53)،(8 - 54)، (8 -55) .



شكل (8 -52) فحص مقاومة ملفات التوليد الرئيسة (3.4Ω) بواسطة جهاز الافوميتر

شكل (8 -53) فحص مقاومة ملفات الشحن الثانوية (1Ω) بواسطة جهاز الافوميتر

شكل (8- 54) فحص مقاومة ملفات الإثارة الذاتية

شكل (8- 55) فحص عازلية الملفات عن هيكل رأس التوليد

19.قارن بين قيم القياس في الخطوة (18و17) لملفات سليمة وأخرى تالفة .

ثانيا- خطوات التركيب لرأس التوليد هي عكس خطوات الفك من الخطوة (16) والى الخطوة (1).

تمرين (30)

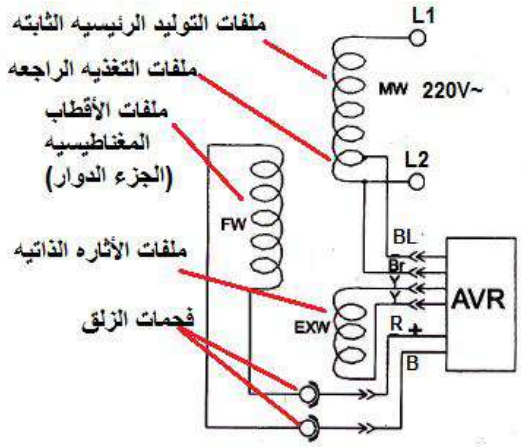
اسم التمرين: فحص صلاحية الدوائر الكهربائية لمولد يعمل بوقود البنزين قدرتـه الظاهرة(2.5KVA) دائـرة تنظيم الجهد (AVR)،الفرش الكاربونية (الفحمات) وحلقات الانزلاق دائرة الاشتغال ، دائرة شحن البطارية ، جهد التوليد (220V/50Hz) وتحديد أعطالها

المعلومات النظرية :

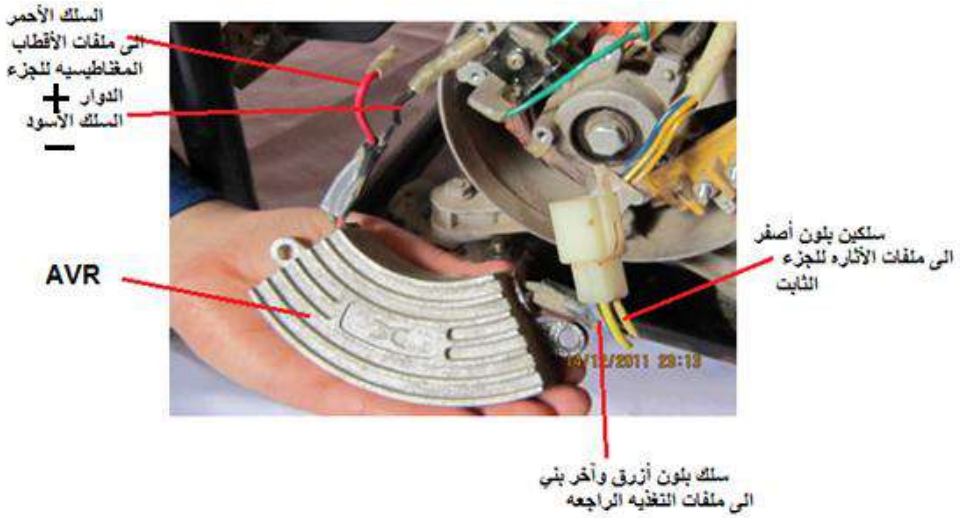
1. منظم الجهد الأوتوماتيكي ((Automatic Voltage Regulator(AVR):

أن قيمة الجهد الخارج من رأس التوليد للمولد يجب أن يطابق قيمة جهد الشبكة الكهربائية وترددها أي (220V/50Hz) ،ففي حالة اللاحمل (No Load) أو قاطع الدورة بوضع (Off) فأننا نقرأ جهد مقداره (220V)في مقياس الجهد للوحة البيان في المولد ، لكن عند التحميل أي توصيل خرج المولدمع الشبكة المنزلية يتسبب ذلك في خفض سرعة المحرك الميكانيكي دون (3000 rpm) مسببا تغير التردد دون(50Hz)وانخفاض الجهد دون (220V) مما لا يحقق عمل كفوء للأجهزة وأحيانا لا تعمل أصلا لذا من الضروري الحفاظ على ثبات السرعة (3000 rpm) وثبات الجهد (220V) ، عند تغير الأحمال ولأجل ذلك يعمل الكفرنر الميكانيكي وهو المتحكم بسرعة المحرك الميكانيكي والذي يعمل على أساس نظرية الطرد المركزي داخل المحرك فأنه يدور مع عمود الكرنك أما الجزء الخارجي منه فيرتبط مع ذراع بوابة الكابريتر والتي تسيطر على كمية الوقود الداخل خلال الكابريتر والى المحرك ، فعندزيادة الحمل الكهربائي يعمل الكفرنرعلى سحب ذراع الكابريتر أي زيادة كمية الخليط (بنزين وهواء) لتعويض السرعة الناقصة والرجوع بها الى (3000 rpm) والعكس عند نقصان قيمة الحمل وبالتالي سنحافظ على قيمة التردد ثابت (50Hz) وهذه العملية تسمى تغذية راجعة (Feedback) لكن لا يمكن الإبقاء على قيمة الجهد ثابت مع تغير الحمل من خلال عمل الكفرنر لذا نحتاج دائرة تنظيم الجهد الكهربائي المسماةAVRوالمكونة من عناصر الكترونية يكون فيها عنصر التحكم الأساسي بقيمة تيـار ملفات الإثارة الذاتية (الجـزء الثابت)والمغذي لملفات الأقطاب المغناطيسية (الجزء الدوار)أمـا ترانزستور قدرة (Power Transistor) أو ثايرستر (Thyristor) ضمن دائرة الكترونية يتحكم بقاعدته أو ببوابة الجهد العكسي الراجع من ملفات التغذية الراجعة ، لذا فأن دائرة (AVR) تعمل كحســـاس لتغير الجهـــد

الخارج والحفاظ على قيمته (220V) ثابتة والشكل (8-56) يوضح مخطط كتلي لتوصيل (AVR) مع ملفات رأس التوليد أما الشكل (57 - 8) فيمثل دائرة تنظيم الجهد (AVR).



شكل (8-56)يوضح طريقة توصيل دائرة تنظيم الجهد (AVR) مع ملفات رأس التوليد



شكل (8- 57) يوضح دائرة تنظيم الجهد المسمى (AVR) لمولد قدرته الظاهرة (2.5KVA)

مكان العمل : ورشة الكهرباء.

الزمن اللازم : 7 حصص .

الأهداف التعليمية: على الطالب أن يكون قادرا على فحص وصيانة الدوائر الكهربائية لمولد (2.5KVA) يعمل بوقود الكازولين.

التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة): جميع المواد المستعملة في تمرين (28) .

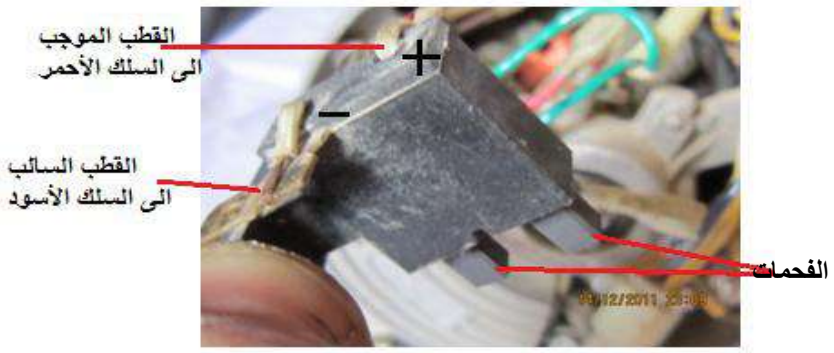
خطوات العمل والصور التوضيحية:

الأعطال الكهربائية لمولد يعمل بوقود الكازولين (البنزين) قدره (2.5KVA):

أولا -(مظهر العطل لا يوجد جهد عند خرج المولد) :

1.أفحص صلاحية الفحمات والحلقات الانزلاقية .

وكما نلاحظ في الشكل (8- 58) الذي يبين الحلقات الأنزلاقية وقطبي توصيلها .



شكل (8-58) الفحمات المستخدمة في مولد قدرته الظاهرة (2.5KVA)

خطوات الفحص :

أ- حدد بالنظر سلامة قاعدة الفحمات وأطراف التوصيل لها وسلامة نوابض (السبرنك) لكل فحمة على أن يكون الجزء البارز من الفحمة بحدود (1cm) لضمان جودة التوصيل مع حلقات الانزلاق .

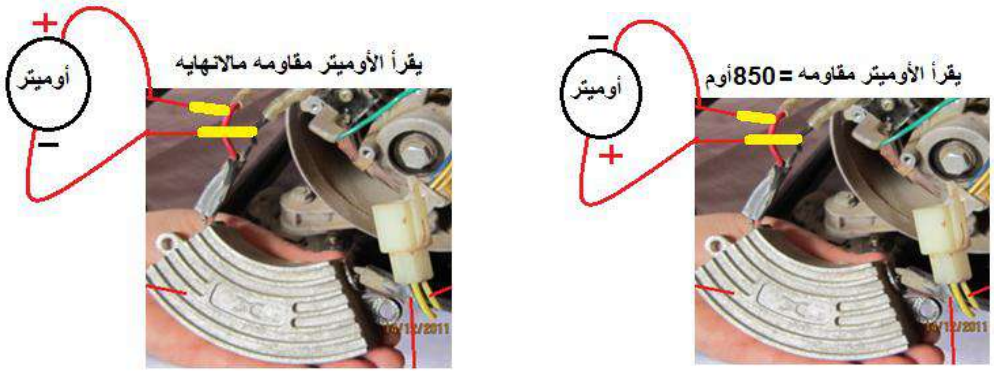
ب- تأكد من توصيل القطبين الموجب والسالب لدائرة AVR الى قطبي الفحمتين في الاتجاه الصحيح وإلا فلا يمكننا الحصول على جهد توليد .

ج-أفحص بالنظر سلامة الحلقات الانزلاقية لملفات الجزء الدوار والتي يجب أن تكون خالية من الصدأ أو الأوساخ أو التلف الكهربائي .

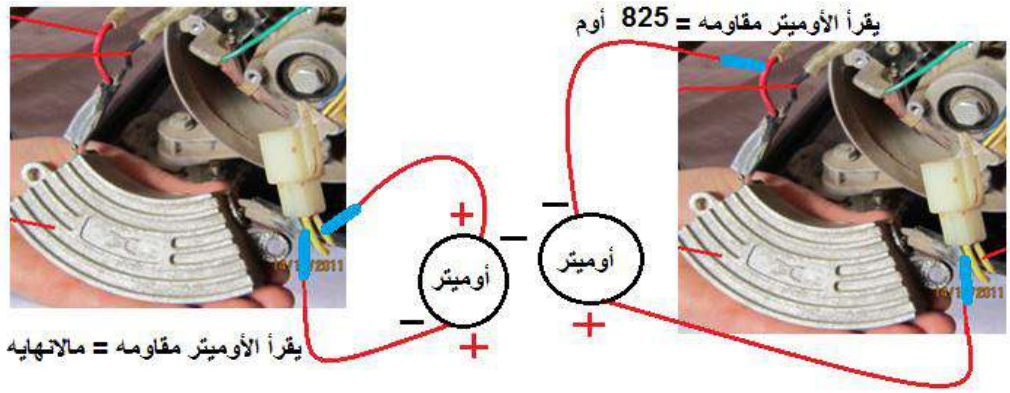
بعد فحص الفحمات والحلقات الانزلاقية وفحص ملفات رأس التوليد والتأكد من سلامتها.

2.أفحص دائرة منظم الجهد الأوتوماتيكي (AVR) كالأتي :

- أفحص بالنظر سلامة المكثف البارز من (AVR) أن كان منتفخا فأنة تالف وبالتالي فأن (AVR) تالف.
- أفحص باستخدام الأفوميتر وعلى وضع أوميتر صلاحية (AVR) كما في الشكل (8 -59).



فحص المقاومة الأومية بين أطراف التوصيل الى الفحمات و(AVR)

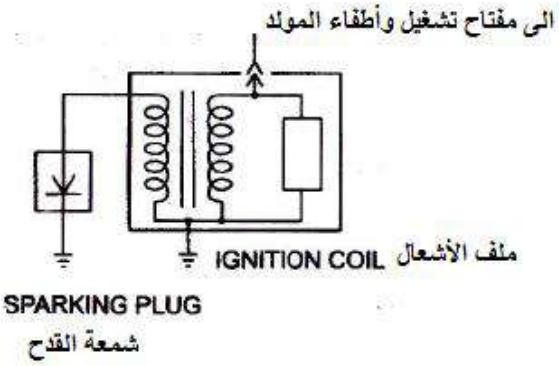


فحص المقاومة الأومية بين طرفي التوصيل لملفات الإثارة وبين أطراف الفحمات

شكل (8 - 59) خطوات فحص دائرة منظم الجهد الأوتوماتيكي (AVR)

3. أفحص دائرة الاشعال (Ignition Circuit) : يبين الشكل (8- 60) و(8- 61) ملف الاشعال وأجزاء دائرته المستخدم لتوليد الشرارة الضرورية لاشتغال محرك المولد .

شكل (8- 60) شكل ملف الاشعال



شكل (8- 61) مخطط لدائرة الاشعال

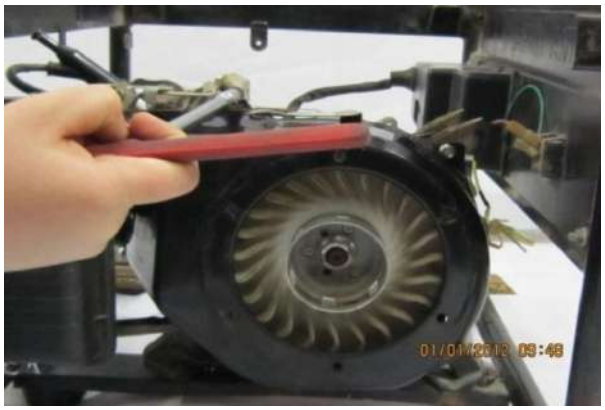
لفحص عطل في دائرة الاشتغال متمثل في عدم اشتغال المحرك الميكانيكي بشكل نهائي مهما حاولنا بدء تدويره لذا نقوم بخطوات الفحص التالية :

1. فحص صلاحية ملف الاشعال وشمعة القدح (Spark Plug).
2. فك خزان الوقود باستخدام المفك (8mm) و(10mm) بعد غلق صمام الوقود اليدوي ساحبا إياه خارج المولد.
3. أفتح غطاء عتلة بدء تدوير المحرك الميكانيكي اليدوية باستخدام المفك (8mm)، وكما في الشكليـــن (8- 62) و(8-63) .

شكل (8- 62) يوضح فتح غطاء عتلة بدء تدوير المحرك

شكل (8- 63) غطاء بدء تدوير المحرك الميكانيكي

4. أفتح غطاء الحذافة (الفلاي ويل) للمحرك الميكانيكي باستخدام المفك (8mm)، وكما في الشكل (8-64).

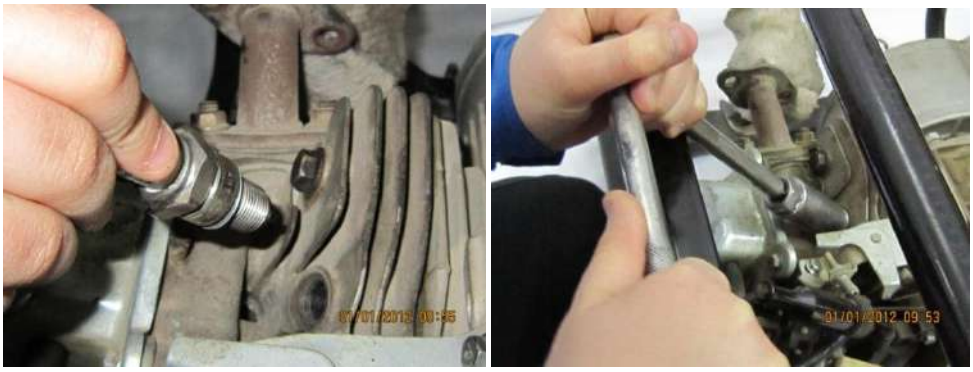


شكل (8– 64) طريقة فتح غطاء الحذافة للمحرك الميكانيكي

5. ضع مفتاح تشغيل وإطفاء المولد بوضع تشغيل (ON) كما في الشكل (8 -65) .

شكل (8 - 65) يوضح مفتاح التشغيل بوضع (ON)

6. أفتح شمعة القدح باستخدام المفك (21mm) الخاص بها وكما في الشكل (8- 66).



شكل (8- 66) فتح شمعة القدح باستخدام المفك (21mm)

7. أدخل شمعة القدح في غلافها وكما في الشكل (8 - 67) .

شكل (8-67) يوضح أرجاع شمعة القدح داخل غلاف التوصيل

8. ضع شمعة القدح ملامسة للغلاف المعدني للمحرك الميكانيكي وكما في الشكل (8 - 68) .

شكل (8 - 68) يوضح شمعة القدح ملامس للجسم المعدني للمحرك

9. أدرالحذاف (الفلاي ويل) يدويا مع اتجاه عقرب الساعة أي بنفس اتجاه دوران المحرك الميكانيكي ولاحظ الشرارة المتولدة (الزرقاء اللون)في رأس شمعة القدح لكل دورة كاملة للحذاف دليل عمل دائرة الاشعال وكما في الشكل (69- 8).

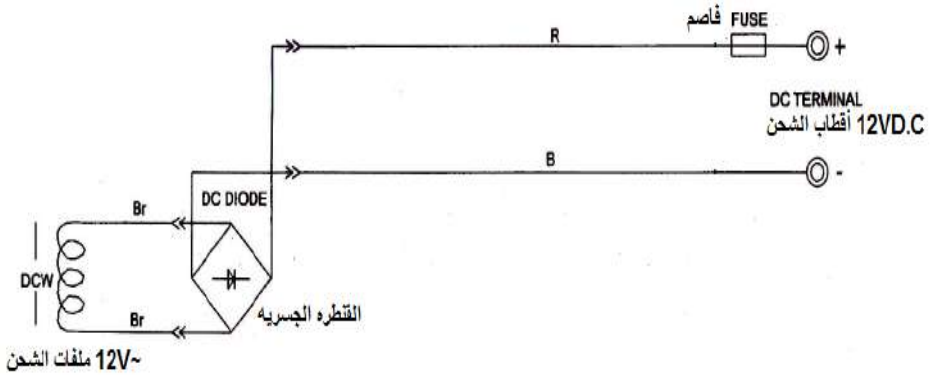
شكل (8 - 69) يوضح تدوير حذاف المحرك الميكانيكي لفحص دائرة الاشتغال

ملاحظة:

أن لم تحصل على شرارة القدح والذي يكون مقدار جهدها بحدود (3KV) فالسبب أما تلف شمعة القدح أو ملف الاشعال أو التأكد من عمل مفتاح التشغيل والإطفاء للمولد .

- أفحص دائرة شحن البطارية (12VD.C) :

نلاحظ من المخطط في الشكل (8- 70) دائرة شحن البطارية المكونة من ملفات ضمن ملفات التوليد للجزء الثابت تعطي جهد (12V) والذي يتم توحيده بواسطة قنطرة الدايودات الجسرية (القنطرة) الى جهد مستمر (12VD.C) والذي يستفاد منه في أعادة شحن بطارية خارجية بمعدل تيار شحن (8A).



شكل (8- 70) يوضح مخطط دائرة الشحن (12VD.C)

يحصل العطل في هذه الدائرة بسبب أما أن تكون البطارية تحت الشحن تالفة أو أن سعتها كبيرة أي ما فوق (8A/h) أو يتسبب التوصيل الخاطئ بين قطبي الشحن بسلك من حصول قصر مما يسبب في تلف الفاصم أو تلف قنطرة الدايودات الجسرية ويتم الفحص كالآتي :

- أفحص الفاصم (الفيوز) :

- أفتح غلاف قاعدة الفاصم البلاستيكي عكس عقرب الساعة كما في الشكل (8- 71) لإخراج الفاصم .

شكل (8- 71) يوضح فتح الغلاف البلاستيكي للفاصم

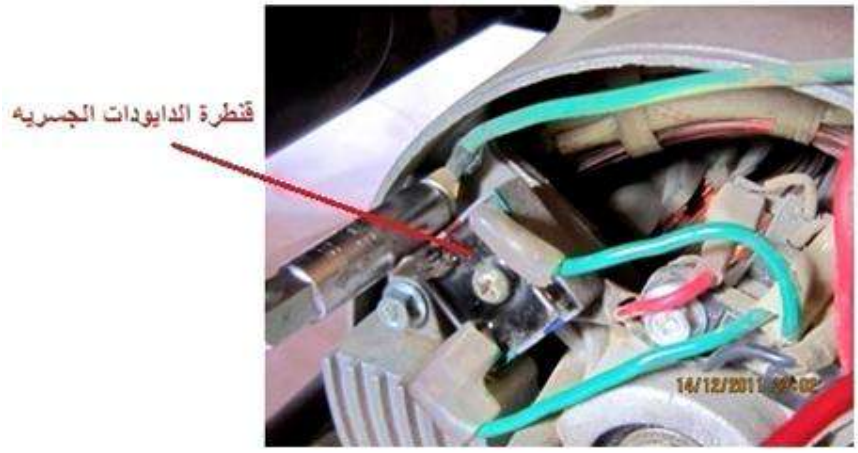
- أفحص الفاصم باستخدام جهاز الأوفوميتر وعلى وضع أوميتر أو صفارة ، وكما في الشكل (8 - 72) و(8 - 73) .

شكل (8- 72) طريقة فحص الفاصم (الفاصم سليم)

شكل (8- 73) طريقة فحص الفاصم(الفاصم تالف)

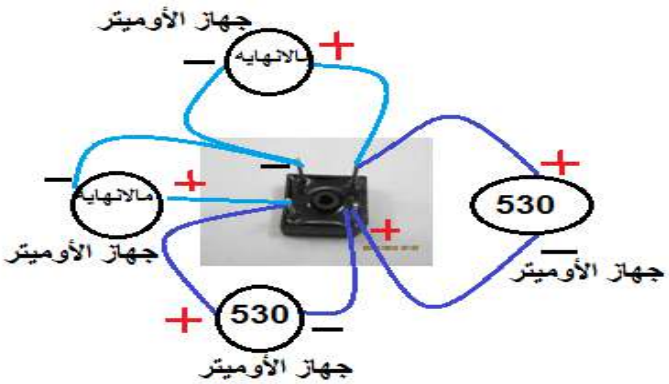
- **فحص قنطرة الدايودات الجسرية أو (الركتفاير) :**

مظهر العطل لا يوجد جهد شحن عند أطراف الخرج لقنطرة الدايودات الجسرية قيمته(12VD.C)والموضح في الشكل (8-74) شكلها وأطرافها .

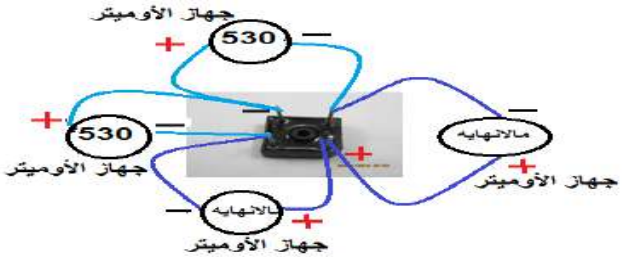


شكل (8-74) قنطرة الدايودات الجسرية مثبتة في جسم الغلاف الخلفي لرأس التوليد

- أفحص باستخدام جهاز الأوفوميتر وعلى وضع أوميتر عند علامة دايود بعد أبعاد الأسلاك الموصلة الى القنطرة الجسرية بالخطوات الموضحة في الشكل (8- 75)و(8- 76) .



شكل (8 - 75) فحص القنطرة الجسرية باستخدام الاوميتر



شكل (8- 76) يوضح فحص القنطرة الجسرية بعكس أطراف الاوميتر

- شغل المولد ثم قس مقدار الجهد المستمر الخارج من القطبين (+) و (–) لأطراف الشحن الخارجية باستخدام جهاز الأوفوميتر وعلى وضع فولتميتر (VD.C) يجب أن تكون القراءة (12VD.C) (بعد التأكد من سلامة الفاصم).

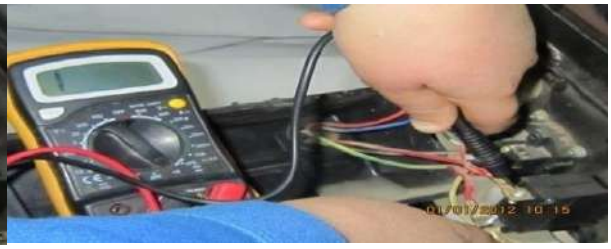
-فحص دائرة جهد التوليد (220V/50Hz):

قبل أجراء الصيانة لرأس التوليد للمولد لعدم قراءة جهد توليد (220V/50Hz) في المقياس على واجهة لوحة التشغيل للمولد نجري خطوات الفحص الآتية :

- أطفئ المولد وأغلق صمام الوقود .
- ضع قاطع الدورة بوضع OFF كما في الشكل (8- 77) .

شكل (8– 77) يوضح قاطع الدورة بوضع(OFF)

- أفحص صلاحية عمل قاطع الدورة المركب المتوالي مع خط التوليد باستخدام جهاز الاوميتر وعلى وضع صفارة لقياس الموصلية وحالة القياس لقاطع الدورة السليم، موضح في الشكل (8- 78) و(8- 79) .



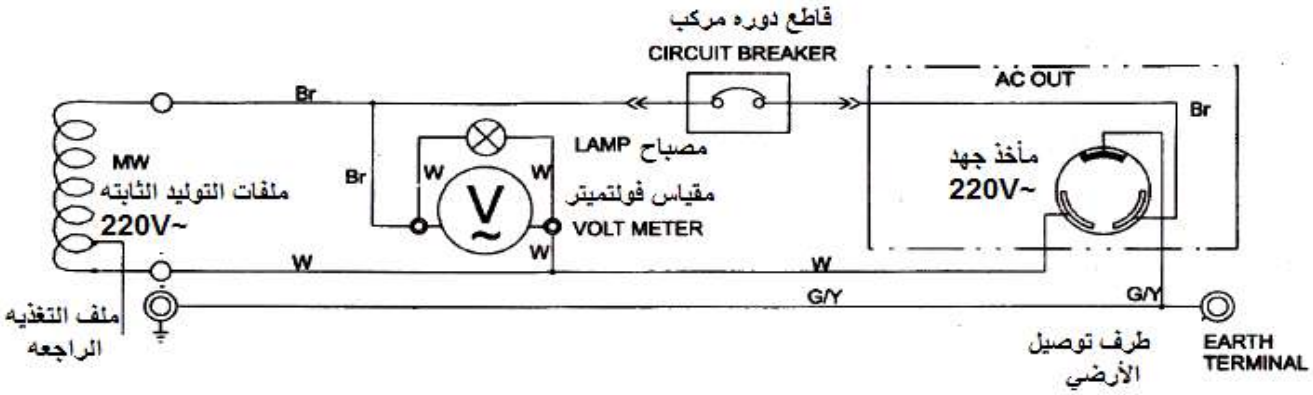
شكل (8- 78) يقرأ جهاز الاوميتر مالانهايه
دليل على أن القاطع بوضع (OFF)

شكل (8- 79) يقرأ جهاز الاوميتر (صفر) أوم
دليل على أن القاطع بوضع (ON)

- أفحص مقدار الجهد الكهربائي عند مأخذ الجهد للمولد على أن يكون المولد في حالة تشغيل للتأكد من سلامة مقياس الجهد الخاص في واجهة المولد وكما في الشكل (8- 80) .

شكل (8 - 80) يوضح طريقة فحص جهد خرج المولد باستخدام جهاز الفولتميتر

والمخطط في الشكل (8 - 81) يوضح العناصر الكهربائية التي تم فحصها :



شكل (8 - 81) يوضح مخطط الدائرة الكهربائية لخرج جهد التوليد لمولد 2.5 KVA

المصادر

1.حول آلات التشغيل / فيسترمن .

2.تكنولوجيا المعادن / دار مير للطباعة / ماليشيف، نيكولاييف، شوفالوف .

3.الجداول الفنية للمعادن / هيرمان جوتز، ادوارد شاركوس .

4.الانجازات الاساسية للتشغيل المعدني (لحام القوس الكهربائي) / صادر عن ABB Bonn .

5.تقنية اللحام علوم ومهارات / المهندس منذر عبد الجليل قاسم .

6.شبكة المعلومات العالمية (الانترنت) .

7.جداول فسترون- فيشر- سنة 1968 .

8.كتاب التدريب العملي - ثالث كهرباء - سنة 2009 .

9.كتاب المكائن الكهربائية - د.محمد زكي محمد خضر - د.احمد ابراهيم شبير- د.مسعد محمد الميري .

10.The Theory & Practice of METALWORK George Love 3rd Edition

تم بعون الله