جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

الميكاترونكس
سيارات

الصف الأول- الصناعي

تأليف

أ. د. نبيل كاظم عبد الصاحب
د. ليث عبد صبري
المهندس خالد عبد الله علي
المهندس رعد كاظم محمد
المهندس دريد خليل إبراهيم
المهندس احمد رحمان جاسم
المهندس يعرب عمر ناجي
المهندس عبد الكريم إبراهيم محمد
المهندس فوزي حسين شوزي

الطبعة الثالثة
1437 هـ - 2016 م

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

لقد سعت المديرية العامة للتعليم المهني في تطوير المناهج العلمية والبرامج التدريبية من أجل تأهيل الكوادر القادرة على امتلاك المؤهلات والمهارات العلمية الفنية والمهنية وكذلك لسد متطلبات سوق العمل، وإيجاد فرص العمل وفق التقدم العلمي الحاصل في ظل التطورات والخطوات التي يخطوها العالم نحو التقدم والانطلاق السريع.

لقد خطت المديرية العامة للتعليم المهني خطوات إيجابية تتفق مع الدول المتقدمة في بناء البرامج وفق أساليب حديثة وبكافة الاختصاصات وقد تمثلت هذه الخطوة في تحديث الكتب التربوية والعلمية وفتح الكثير من الاختصاصات الجديدة والحديثة ومنها بوجه الخصوص افتتاح فرع الميكاترونكس بقسميه السيارات والتكنولوجيا الصناعية، وهذه الخطوة تمثل الركيزة الأساسية في بناء الوطن وفق الرؤيا العلمية التي تتوافق مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل الآنية والمستقبلية.

واليوم نضع بين يديك هذا الكتاب والذي يشمل التدريب العملي لمبادئ الإلكترونيك والذي يتناول كل ما تتطلبه تطبيقات الكهرباء والإلكترونيك والذي تتوضح فيه المعرفة العلمية على أسس تكنولوجية علمية في جميع المجالات المتعلقة بتكنولوجيا الكهرباء والإلكترونيات، لذلك لابد للطالب من فهم الابتكارات التي تناولها هذا الكتاب القديم منها والحديث لتكتمل الفائدة ولتكون النواة لكل فتي طموح يريد الدخول إلى حقل المعرفة العلمية وبشكلها البسيط والواضح والمدعوم بالصور والأشكال التوضيحية وبعض المعادلات لاكتساب المعلومات والمهارات العلمية اللازمة لهذا التخصص، كما يتناول هذا الكتاب منظومات السيطرة والتحكم الإلكتروني والتي وجدت تطبيقاً واسعاً في اختصاص السيارات الحديثة حتى أصبحت عملية السيطرة والتحكم في آلية السيارات بواسطة وحدة السيطرة والتحكم الإلكتروني، فالتحكم الإلكتروني الدقيق في عمل محركات السيارات يؤدي إلى تحسين أداء السيارة من ناحية القدرة والعزم وانخفاض استهلاك الوقود والضوضاء وتحسين نوعية الهواء المنبعث من العادم وتقليل تأثيره على البيئة. ولكي يتعرف الطالب على السيارات بصورة أوسع، سيتم تقديم نبذة عن تطور صناعة السيارات ومن ثم التعرف على أجزاء السيارة والدخول في تعريف كل جزء منها.

نرجو من الله عز وجل أن نكون قد أسهمنا وبشكل متواضع في نشر المعرفة بين أبناءنا الأعزاء من طلبة التعليم المهني وفي خدمة هذا الوطن العزيز.

ونسأل الله التوفيق لكل العاملين في هذا التخصص ..... إنه سميع مجيب.

المؤلفون

1431هـ - 2010م

الأدوات Tools

كاوية اللحام

يُعد اللحام من العمليات الأساسية في الدوائر الإلكترونية، وعملية لحام القطع الإلكترونية حساسة جداً، حيث أن القطع الإلكترونية يمكن أن تتعرض للتلف إذا تعرضت للحرارة العالية. لذلك فإن اختيار الكاوية المناسبة مهم جداً. وتتوفر الكاويات الكهربائية بعدة أنواع وتصنف بحسب قدرتها على توليد الحرارة فهناك كاويات بقدرة 15 واط، 25 واط وغير ذلك. وتعتبر الكاوية بقدرة 25 واط كافية للأغراض الإلكترونية.

ويجب اختيار الكاويات ذات الرأس المدبب الجيد حيث أن عملية اللحام تتم عن طريق رأس الكاوية لذلك يجب المحافظة عليها وتنظيفها بعد الانتهاء من العمل .

مادة اللحام

يتكون اللحام من مادتي الرصاص والقصدير تكون عادة بنسبة 40% من الرصاص و 60% من القصدير. ويبدأ اللحام بالذوبان عند درجة حرارة بين 183 و 190 درجة سيليزية.

ويختلف قطر سلك مادة اللحام حيث توجد أنواع عديدة مختلفة ومن المستحسن استخدام لحام بقطر (0.5 mm).

ساحب اللحام

تستخدم هذه الأداة عند الرغبة بإزالة قطعة إلكترونية أو سلك تم لحامه وذلك بإتباع الخطوات التالية:

1- أضغط المكبس لتكون الأداة جاهزة.
2- ضع طرف الكاوية على مادة اللحام حتى تذوب.
3- عندما يذوب اللحام ضع طرف أداة سحب اللحام قريباً من مادة اللحام ثم اضغط زر إطلاق المكبس.
4- ستقوم الأداة بسحب مادة اللحام الذائب.

شريط إزالة مادة اللحام

مصنوع من شبكة نحاسية تقوم بامتصاص مادة اللحام الذائب. ويكون استخدامه لإزالة اللحام حسب الخطوات التالية:

1- ضع الشريط فوق مادة اللحام.
2- ضع طرف الكاوية فوق الشريط مباشرة.
3- سوف تبدأ مادة اللحام الذائبة بالسريان في الشريط.
4- بعد الانتهاء ارفع طرف الكاوية والشريط بنفس الوقت.

اللاوية ذات الأطراف المدببة تستخدم لتثبيت الأجزاء الإلكترونية كما أنها مفيدة لحمل هذه الأجزاء في المناطق الضيقة. وتستخدم أيضاً لتعديل أطراف القطع الإلكترونية.	
قاطعة الأسلاك وهي ضرورية لقطع الأسلاك وكذلك لقطع أطراف القطع الإلكترونية.	
المفلات لا يمكن الاستغناء عنها، لذلك يجب أن يكون لدينا تشكيلة من المفلات بقياسات مختلفة.	
الملقط وهو مفيد لحمل الأجزاء الصغيرة.	
المثقب يستخدم لعمل فتحات البراغي لتثبيت الدائرة في علبتها الخارجية وكذلك لعمل الفتحات الضرورية لمرور الأسلاك وفتحات المفاتيح وغير ذلك. وحيث أن هذه الفتحات متنوعة المقاس فيجب أن يكون لدينا تشكيلة من الأطراف بقياسات مختلفة للمثقب.	
العدسة المكبرة وهي ضرورية للتأكد من سلامة التوصيلات الدقيقة للدوائر الإلكترونية وكذلك للتأكد من عدم تلامس الأجزاء المختلفة من الدائرة.	
جهاز قياس التيار والمقاومة والفولتية (آفوميتر) يمكن بهذا الجهاز قياس الفولتية والمقاومة والتيار في أجزاء الدائرة الإلكترونية والتأكد من سلامة المكونات الإلكترونية.	

الباب الأول

الفصل الأول - الكهربائية وأجهزة القياس والفحص

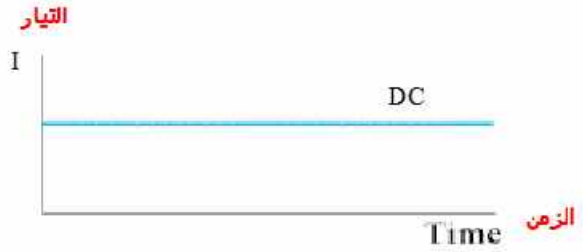
1-1 التيار الكهربائي

إن حزمة الإلكترونات في الموصلات هي التي تكون التيار الكهربائي، وهذه الإلكترونات تكون في حركة عشوائية داخل الفراغات البينية ما بين الذرات وعند تعرضها لقوة تدعى (القوة الدافعة الكهربائية) سوف تتحرك الإلكترونات الحرة في الموصل حركة منتظمة من ذرة إلى أخرى من القطب السالب إلى القطب الموجب للبطارية **ويُعرف التيار الكهربائي بأنه معدل تدفق كمية الشحنة الكهربائية المارة عبر موصل كهربائي خلال وحدة الزمن.**

2-1 أنواع التيار الكهربائي

✓ **التيار المستمر Direct Current**

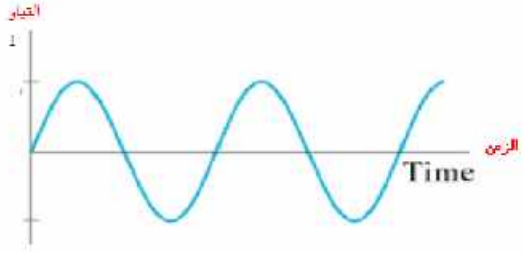
هو سريان التيار الإلكتروني في السلك المتصل بين قطبي البطارية (Battery) يكون في اتجاه واحد وبنفس القيمة مع تغير الزمن ويختصر بـ (DC)، لاحظ الشكل (1-1).



شكل 1–1 التيار المستمر

✓ **التيار المتناوب Alternating Current**

هذا التيار لا يسري في الموصل بنفس الاتجاه بل يبدل اتجاهه باستمرار وبتتابع سريع أي متغير القيمة والاتجاه مع تغير الزمن ويرمز له (AC)، لاحظ الشكل (1- 2).

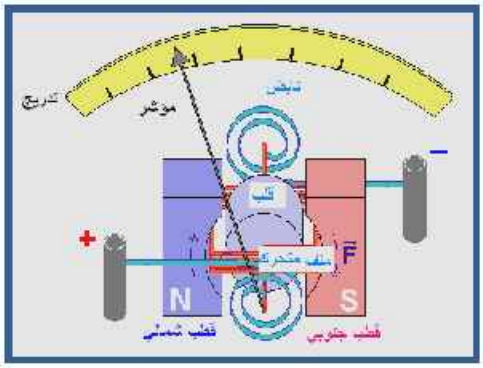


شكل 1 – 2 التيار المتناوب

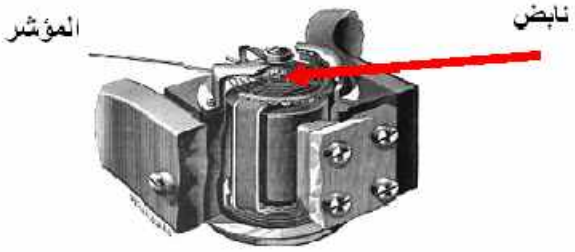
التعرف على جهاز الآفوميتر التناظري

الرسم التخطيطي

تُعد أجهزة القياس من الأجهزة المهمة لكل مشتغل في مجالات الكهرباء والإلكترون والميكاترونيكس وصيانة الحاسوب وغيرها مبنية على مبدأ جهاز قياس التيار الكهربائي المستمر ويدعى (كلفانوميتر الملف المتحرك)، وهو نوع من أجهزة قياس التيار (Ammeter) يعتمد على تحويل الكهروميكانيكية التناظرية التي تظهر بحركة المؤشر استجابة لمرور التيار الكهربائي خلال الملف كما موضح في الشكل (1–3). ويحتوي الكلفانوميتر على نابض صغير جداً يعمل على سحب الملف والمؤشر إلى موقع الصفر، بمرور التيار خلال الملف يتكون مجال مغناطيسي يؤثر على المجال المغناطيسي للمغناطيس الدائم فيدور الملف ضد شدة النابض فيتحرك المؤشر، لاحظ الشكل (1– 4).

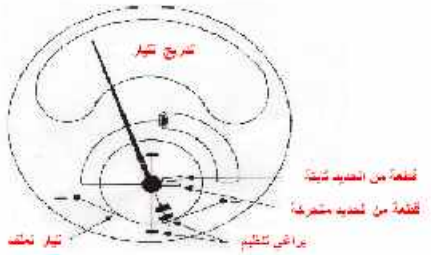


شكل 1–3 مخطط يوضح كلفانوميتر الملف المتحرك



شكل 1–4 مكونات الكلفانوميتر

يستخدم هذا الجهاز لقياس كميات التيار المستمر، وعندما يراد استعماله لقياس كميات التيار المتناوب يوصل مع الملف مقوم (Rectifier) على التوالي لتحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر، والنوع الآخر يدعى الكلفانوميتر التناظري ذو الحديد المتحرك يستخدم لقياس كميات التيار المتناوب والمستمر. لاحظ الشكل (1-5). يتكون من قطعتين من الحديد الأولى ثابتة مثبتة على هيكل الجهاز والأخرى متحركة مثبتة مع المؤشر، بمرور التيار الكهربائي خلال الملف يتولد مجال مغناطيسي فتصبح القطعتان مغناطيسين متشابهين فتتنافر القطعة المتحركة فيتحرك المؤشر ويزداد التنافر كلما يزداد تدفق التيار في الملف.



شكل 1 – 5 كلفانوميتر ذو الحديد المتحرك

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر (تناظري) (Analog) ورقمي (Digital)، 2- خلايا أولية (بطارية) (Battery 1.5V) وبطارية حاسوب و هاتف جوال وغيرها، 3- مجهز قدرة V(30-0)، 4- قاعدة لوضع الأعمدة الكهربائية V(1.5).

خطوات العمل

1- باستخدام جهاز الآفوميتر التناظري إقرأ مقدار الفولتية للخلية الكهربائية V 1.5.

2- باستخدام جهاز الآفوميتر الرقمي اقرأ قيمة البطارية V(1.5).

3- سجل قيمة الفولتية لبطارية هاتف محمول باستخدام الآفوميتر الرقمي.

4- سجل قيمة الفولتية لبطارية حاسوب.

5- سجل قيمة الفولتية لبطارية سيارة باستخدام الآفوميتر الرقمي والتناظري.

6- سجل فولتية بطارية مكونة من ثلاث أعمدة كهربائية قيمة العمود الواحد V (1.5).

7- سجل تيار بطارية V 1.5 غير مستخدمة موصل بالتوالي مع مصباح 1.5V.

8- سجل تيار بطارية V 1.5 مستهلكة موصل بالتوالي مع مصباح V 1.5.

نشاط

كيف تحول جهاز الآفوميتر لقياس الفولتية، اشرح بالتفصيل وأعط أمثلة عملية.

التمرين الأول - ب -

التعرف على جهاز الآفوميتر والرقمي

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهازي آفوميتر (تناظري) (Analog) ورقمي (Digital)، 2- خلايا أولية (بطارية) Battery (1.5V)، 3- مجهز قدرة تيار متناوب V(100-0)، 4- مولدة تيار متناوب صغيرة، 5- مأخذ تيار متناوب V(240 – 220) داخل الورشة، 6- جهاز قياس التيار المتناوب (Clamp Meter)

خطوات العمل

1. باستخدام جهاز الآفوميتر الرقمي اقرأ قيمة الفولتية المتناوبة في الورشة.
2. شغل المولد واقرأ الفولتية الخارجة باستخدام جهاز الآفوميتر التناظري والرقمي.
3. ضع حمل (كاوية 60W) مع المولد وسجل تيار الحمل باستخدام (Clamp Meter).
4. ضع حمل (مجهز القدرة) مع المولد وسجل تيار الحمل باستخدام (Clamp Meter).
5. ضع حمل (كاوية 60W ومجهز القدرة) مع المولد وسجل تيار الحمل باستخدام (Clamp Meter)

نشاط

كيف يمكنك قياس تيار المختبر الذي تعمل فيه باستخدام Clamp Meter.

المقاومات الكهربائية Electrical Resistance

تستخدم المقاومات الكهربائية بصورة واسعة في الدوائر الإلكترونية والتي تعمل على إعاقة التيار المتدفق من المصدر الكهربائي، وللتمييز بين قيم المقاومات تكتب قيمة المقاومة عليها عادة مع نسبة السماحة ومقدار قدرتها لاحظ الشكل (1 – 6) لذا يمكن قراءة قيمة هذه المقاومة.

شكل 1 – 6 مقاومات كهربائية

ومن الوسائل الأخرى وضع حلقات ملونة على المقاومات الكربونية ولهذه الألوان دلالات لكل لون نسبة إلى موقعه على المقاومة لاحظ الشكل (1 – 7).

شكل 1- 7 المقاومات الكربونية

المقاومة تعتمد قراءتها على الألوان وتقرا من اليسار إلى اليمين. لاحظ الجدول (1 – 1)

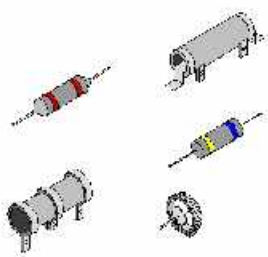
جدول 1- 1 قراءة المقاومة الملونة

الحلقة الأولى + الثانية	القيمة	الحلقة الثالثة (معامل الضرب)	السماحية
أسود	0	X1	
بني	1	X10	
أحمر	2	X100	
برتقالي	3	X1,000 (1K)	
أصفر	4	X10,000 (10K)	
أخضر	5	X100,000 (100K)	
أزرق	6	X1,000,000 (1M)	
بنفسجي	7	x10,000,000 (10m)	
رمادي	8	x 100,000,000 (100m)	
أبيض	9	x 1,000,000,000 (1G)	
ذهبي		.1	± 5
فضي		.01	±10
لا لون له		.01	±20

التمرين الثاني

التعرف على ألوان المقاومات الكهربائية وكيفية قراءة قيمتها وقياسها.

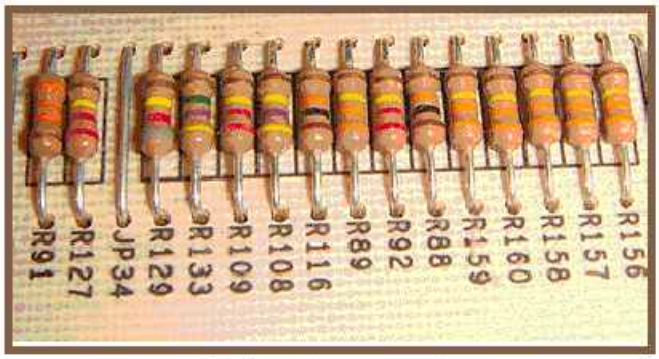
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين



1- جهاز آفوميتر (رقمي) (Digital) .
2- مقاومات كهربائية ثابتة مختلفة.
3- مقاومات كهربائية متغيرة.
4- صندوق مقاومات.

خطوات العمل

1- باستخدام جهاز الأفوميتر التناظري سجل قيم جميع المقاومات المتوفرة لديك.
2- باستخدام جهاز الأفوميتر الرقمي سجل جميع المقاومات المتوفرة لديك.
3- اقرأ المقاومات الملونة الموضحة بالشكل الآتي:



4- حقق باستخدام الأوميتر وصندوق المقاومات القيم الآتية : 10 Ω ، 2.2 kΩ ، 4.7 kΩ
5- سجل القدرة بجوار كل من المقاومات الموضحة بالشكل الآتي :

0.5W ، 1W، 0.25W ، 2W، 25W

6- باستخدام الأوميتر حدد قيمة المقاومات المتغيرة للشكل الآتي واثبت تلفها أو صلاحيتها.

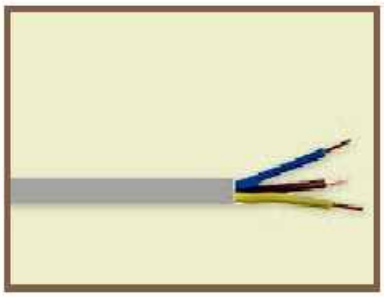
7- سجل قيمة المقاومات PTC ، NTC ، VDR

اختبار

اثبت صلاحية مقاومة باستخدام بطارية وجهاز آفوميتر رقمي .

الأسلاك الكهربائية: Electricity Wires

تستعمل هذه الأسلاك لتوصيل مختلف أجزاء المعدات والمكونات الإلكترونية للأجهزة الكهربائية، والمادة الأساسية لهذه الأسلاك هي النحاس أو الألمنيوم وتعزل بواسطة البلاستك المصنوع من مادة البولي كلوريد الفينيل (P.V.C) أو بواسطة أنسجة القطن والحرير والنايلون، لاحظ الشكل (1-8).



شكل 1 –8 سلك توصيل معزول

وتكون عوازل أسلاك التوصيلات الداخلية بمختلف الألوان لتسهيل التمييز بينها. الأسلاك المتعددة الشعيرات تمتاز بأكبر قدر من المرونة ولتسهيل عملية لحام الأسلاك مع مختلف المكونات للأجهزة الكهربائية .لاحظ الشكل (1 – 9).

شكل 1 – 9 أسلاك متعددة الشعيرات

أما القابلوات المعزولة بالمطاط والبلاستك فتتكون من النحاس مع أنواع خاصة من اللدائن ذات مقطع دائري أو شبه بيضوي يغطى بطبقة من المطاط العازل للكهرباء ونسيج مطاطي، كما مبين في الشكل (1 –10) وتستخدم للتيارات عالية القيمة.

شكل 1 – 10 قابلوات معزولة

التمرين الثالث – أ -

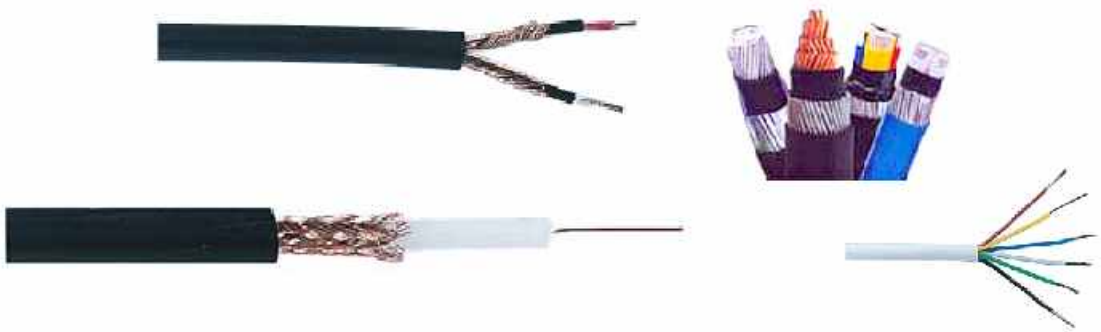
قشط الأسلاك

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

بلايس - قاطعة - قاشطه أسلاك - أسلاك كهربائية متنوعة - قابلوات مختلفة – آفوميتر - SWG مقياس قطر السلك - سكين لقشط الأسلاك.

خطوات العمل

1- لديك مجموعة مختلفة من الأسلاك، المطلوب منك التمييز بينها.



2- اقشط سلك مزدوج طوله 30 cm بمقدار 5 cm من الطرفين باستخدام البلايس أو القاطعة.
3- اقشط سلك محوري طوله 10 cm بمقدار 2 cm من الطرفين.
4- اقشط قابلو طوله 10 cm بمقدار 3 cm من الطرفين باستخدام الشفرة.

نشاط

1- لديك سلك لهوائي التلفاز، كيف يمكنك توصيله إلى الجهاز.
2- المطلوب منك توصيل فولتية 220 فولت إلى مأخذ كهربائي.
3- ما هو الفرق بين أسلاك اللف ؟
4- ما هي أنواع الأسلاك التي تستخدم في التأسيسات الكهربائية ؟ وأيهم أفضل؟

اللحام بالقصدير

اللحام :

هو عملية ربط المواد الموصلة مع بعضها بعد تسخين منطقة الربط وإذابة مادة القصدير حرارياً ووضعه في المكان نفسه ليكون قطعة واحدة يوصل بين المواد المطلوب التوصيل بها .

تصنع مادة اللحام من سبيكة تتكون من 50% من القصدير (Sn) و50% من الرصاص (Pb) بدرجة انصهار 183°C ويدعى هذا النوع بـ (SN60) ويكون على شكل أسلاك مجوفة تتخللها مادة مساعد اللحام (Flux) وهو منظف كيميائي لإزالة التأكسد من سطح المعدن كي تتم عملية اللحام بصورة صحيحة، تستعمل الكاوية الكهربائية كأداة تسخين مناطق التوصيل وصهر مادة القصدير حيث تختلف بأشكالها وأحجامها وقدرتها الكهربائية. حيث تستخدم الكاوية ذات القدرة الواطئة من (20-40) واط في لحام الدوائر الإلكترونية للمحافظة على مكونات الدائرة من التلف نتيجة الحرارة العالية بينما تستخدم الكاوية بقدرة (60-100) واط في لحام الأسلاك الكهربائية، لاحظ الشكل (1-11).

شكل 1- 11 نوعان من الكاويات الكهربائية

يستعمل الهواء الساخن لإزالة لحام النقاط للعناصر الإلكترونية للدوائر الإلكترونية عند الحاجة ويفضل استخدام المنفاخ الحراري للهواء الساخن مع كاوية اللحام (SOLDERING IRON AND HOT AIR BLOWER)، كما موضح بالشكل (1 – 12) ومن الضروري تجنب الحرارة العالية أثناء إزالة وتركيب العناصر الإلكترونية لتجنب تلفها.

شكل 1- 12 المنفاخ الحراري مع الكاوية الكهربائية

التمرين الثالث – ب -

اللحام بالقصدير باستخدام الكاوية الكهربائية

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

بلايس – قاطعة - كاوية كهربائية 30 واط/ 230 فولت - قاعدة خاصة للكاوية - قاشطة أسلاك - أسلاك كهربائية متنوعة (سلك نحاسي متعدد الشعيرات $1.5\ mm^2$)– آفوميتر - صولدر - شفاطة – لوحة توصيلات نوع (Vero Board) – عناصر إلكترونية متنوعة (مقاومات، متسعات، ثنائيات، ترانزستورات).

خطوات العمل

1- سخن الكاوية لإجراء عملية اللحام لأسلاك كهربائية متنوعة.
2- لديك سلك مفرد طوله cm (50)، باستخدام القاطعة قسم السلك إلى خمس قطع متساوية.
3- اقشط سلكين من الطرفين باستخدام قاشطة الأسلاك. قم بطلاء السلكين بالصولدر وانجز عملية اللحام .
4- كرر العملية السابقة على عدة أنواع من الأسلاك وبطرائق مختلفة.
5- اقشط سلكين من نوع المزدوج لإجراء لحام الأطراف الأربعة.
6- قم بلحام سلك هوائي التلفاز مع توصيلة الهوائي.
7- قم بلحام شبكة من الأسلاك بدون عازل على شكل مربع داخل مثلث متساوي الأضلاع.
8- فكك لوحة إلكترونية قديمة باستخدام الشفاطة.
9- ضع مقاومتين كربونية على لوحة توصيل ذات أطراف معدنية لتكملة عملية اللحام بصورة دقيقة.
10- تأكد من لحام النقاط بصورة مثالية، حاول إعادة لحام دوائر قمت بتفكيكها.
11- نفذ الخطوات الآتية في تنفيذ عملية اللحام للمكونات الإلكترونية على لوحة التوصيلات.

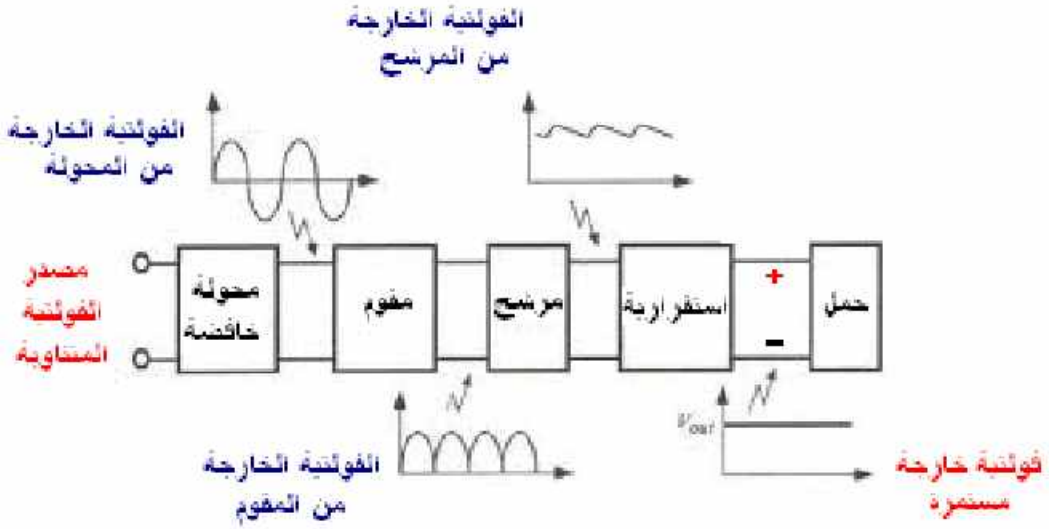
نشاط

- ما هي قدرة الكاوية الكهربائية عند لحام قابلو قطر السلك $5\ mm^2$ ؟
- تأكد من سلامة الكاوية باستخدام الأفوميتر.

التمرين الثالث – جـ -

التعرف على جهاز مجهز القدرة Power Supply

تتكون دوائر مجهز القدرة في الكثير من الأحيان من محول قدرة لتخفيض الفولتية إلى القيمة المطلوبة ومقوم لتعديل الفولتية المتناوبة إلى فولتية مستمرة ومرشح ودائرة استقراريه لتثبيت الفولتيات المستمرة الخارجة، كما موضح بالشكل (1 – 13).



شكل 1 – 13 مخطط كتلوي لمجهز القدرة

هذ الجهاز يعطي فولتيات مختلفة له أهمية كبيرة لإجراء التجارب الإلكترونية يعمل على فولتية متناوبة 230 V وتردد 50Hz ويعطي فولتيات مستمرة ثابتة مثل +12V، -12V، 5V، 15V و VAR+12V ، VAR – 12V وهي فولتيات يمكن تغير ها والتحكم بها بواسطة مقاومات متغيرة .

تستخدم الفولتية 5V + لدوائر TTL الدوائر المنطقية (Transistor Logic).

تستخدم الفولتية 15V لدوائر CMOS.

تستخدم الفولتيات +12V، - 12 V لمكبر العمليات OP. Amp.

تستخدم الفولتيات VAR= 12V، VAR= -12V للدوائر الإلكترونية المختلفة مثل المكبرات والمذبذبات ودوائر السيطرة إلى آخره. وتوجد أنواع كثيرة من مجهزات القدرة تعطي مختلف الفولتيات مثل (30V-0-30V) و (12V - 0) إلخ ، لاحظ الشكل (1– 14).

شكل 1 – 14 أنواع مختلفة لمجهزات القدرة

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- مجهز قدرة 3 A / V (12 – 0).
2- جهاز آفوميتر تناظري ورقمي.
3 – مجهز قدرة 5A / V (30 – 0 – 30).
4 – مصابيح كهربائية 3V، 6V ، 12V .
5 – دائرة كهربائية تحتوي على مفتاح، حامل مصباح، أسلاك ربط.
6- أعمدة كهربائية جافة 1.5 V ، 3V، 9V .

خطوات العمل

1- اربط جهاز الآفوميتر مع مجهز القدرة، كما في الشكل الآتي.

2- حقق الحصول على فولتية 3V ، 12V، 6V من مجهز القدرة.
3- نفذ دائرة كهربائية مكونة من مصباح 3V موصل إلى مجهز قدرة 3V .
4- نفذ دائرة كهربائية مكونة من مصباح 6V موصل إلى مجهز قدرة 6V .
5- نفذ دائرة كهربائية مكونة من مصباح 9V موصل إلى مجهز قدرة 9V .
6- من مجهز القدرة حقق مصدر فولتية 15V و 25V .

نشاط

- ماذا يحدث للمصباح عندما تزداد فولتية مجهز القدرة ؟

التمرين الثالث – د -

التعرف على جهاز راسم الإشارات Oscilloscope.

راسم الإشارات عبارة عن جهاز يستخدم لقياس سعة وزمن الموجة (للفولتية أو التيار) التي يمكن خلاله حساب ترددها على اختلاف أنواعها، كما يستخدم لقياس القيمة الفعالة (RMS) للفولتيات المستمرة كما ويستخدم لتعيين الأعطال للأجهزة الإلكترونية بتتبع شكل الإشارات. تحتوي معظم هذه الأجهزة على قناتين (Channel A،Channel B) لإظهار إشارتين في وقت واحد. لاحظ الشكل (1 – 15). يتركب راسم الإشارة من مجموعة من الدوائر الإلكترونية تعمل على السيطرة على الشعاع المرئي بواسطة أزرار مثل

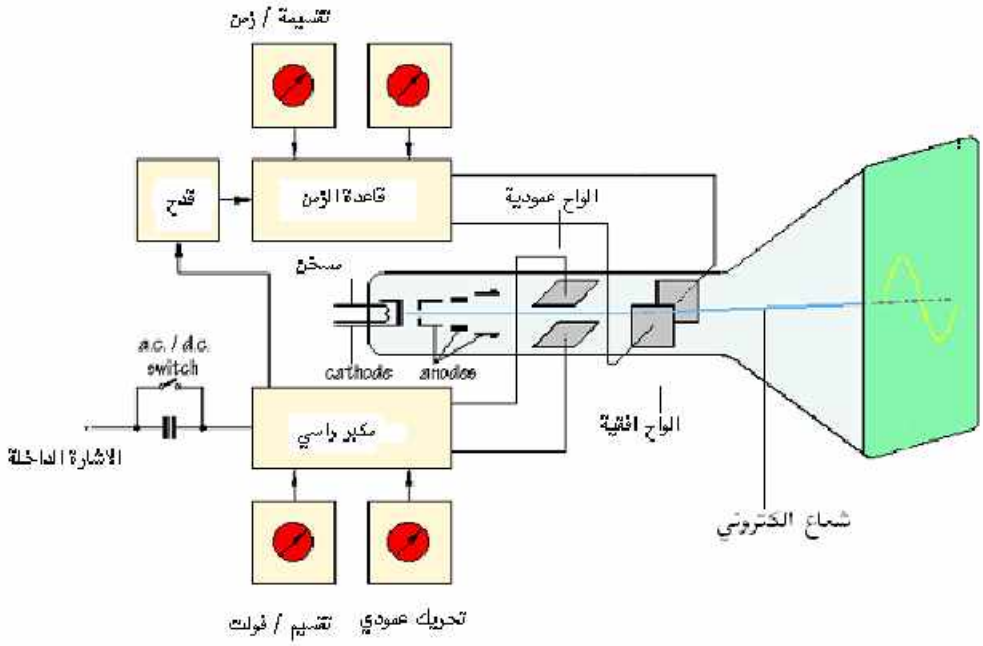
1- تركيز الشعاع (Focus)
2- شدة الإضاءة (Intensity)
3- التحكم بموقع الإشارة أفقياً (X-position)
4- التحكم بموقع الإشارة رأسياً (Y-position)
5- التحكم بالمقياس الزمني (Time / Division)
6- التحكم بمقياس الفولتية
7- مقسم الفولتية (Volt / Division)
8- مفتاح التوصيل (AC – GN – DC) لتحديد نوع الإشارة المقاسة.
9- بالإضافة إلى المداخل ألإحداثي الرأسي (الصادي- Y) توجد مداخل للإحداثي الأفقـــــي (السيني - X)

شكل 1 – 15 راسم الإشارات

الأجزاء الرئيسة لجهاز راسم الإشارات

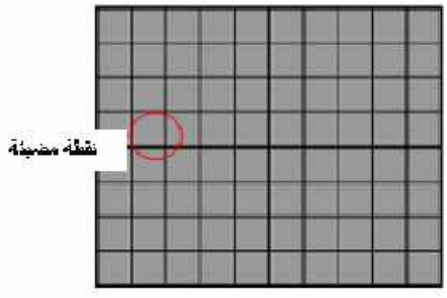
من أهم أجزاء جهاز راسم الإشارات هي أنبوبة الأشعة الكاثودية وهي عبارة عن أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تحتوي داخلها على عدد من الألواح للسيطرة على تحريك وتركيز الشعاع الإلكتروني، لاحظ الشكل (1 – 16) ويمكن تقسيم الدوائر الإلكترونية التي بداخل راسم الإشارة إلى:

1- الكاثود وهو مصدر للإلكترونات ويكون على شكل حلقة من التنكستن عليها بقعة تحوي المادة الفعالة التي تبعث الإلكترونات.
2- دائرة كهربائية لتركيز الشعاع الإلكتروني.
3- دائرة إلكترونية تولد مقياساً زمنياً تسمى دائرة قاعدة الزمن (Time Base)
4- دائرة إلكترونية تتحكم بسعة الموجات (V/DIV)
5- دائرة إلكترونية تتحكم بزمن الموجات (T/ DIV)

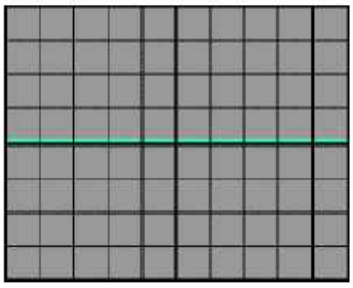


شكل 1 – 16 مكونات راسم الإشارات

6- عند تشغيل الجهاز تظهر نقطة من شعاع إلكتروني متحركة، كما موضح في الشكل (1 – 17 a)

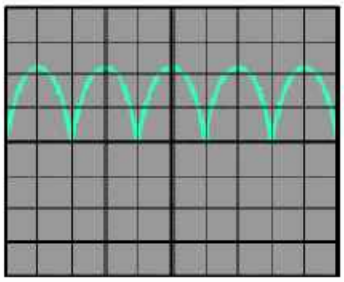


شكل 1 -17 a نقطة مضيئة على شاشة راسم الإشارات



وبزيادة التردد من مفتاح (Time / Base) نحصل على خط براق وسط الشاشة، لاحظ الشكل (1 – 17 b).

شكل 1 – 17 b خط براق وسط شاشة راسم الإشارات



بتسليط الإشارة المطلوب قياسها تظهر كما في الشكل (1 – 17 C)

شكل 1 – 17 C شكل الإشارة على شاشة راسم الإشارات

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- مولد إشارة جيبيه، أسنان المنشار، المربعة (مولد دالة).
2- راسم إشارة – آفوميتر - وحدة إجراء التجارب العملية.
3- مجهز قدرة (Power Supply).

خطوات العمل

1- يتم التأكد من عمل جهاز راسم الإشارة بتوصيل الطرف الموجب لمجس توصيل الإشارة إلى نقطة الفحص الموجودة على واجهة الجهاز، فإذا ظهرت سلسلة من المربعات على الشاشة، دليل على عمل الجهاز بصورة جيدة.
2 - غيّر مفتاح التحكم بالمقياس الزمني Time/ Division للحصول على خط أفقي وسط الشاشة.
3 - وصل بين الجهاز مولد الدالة لقياس فولتية قدرها (5Vpp)، ضع المفتاح AC-GN-DC على الموضع GN. حول المفتاح إلى الوضع DC لاحظ قفز الشعاع عدد من المربعات بالاتجاه الرأسي. احسب قيمة الفولتية كما يأتي:

قيمة الفولتية = عدد المربعات في الاتجاه الرأسي × قيمة مفتاح قياس الفولتية V/DIV

$V = 1 \times 5 = 5V$

4- ضع مجهز القدرة لقياس الفولتية 15V / DC وأعد الفقرة 3
5- وصل بين مولد الإشارة وراسم الإشارة لقياس موجة 10Vpp بتردد 1kHz. احسب عدد المربعات من قمة إلى قمة وطبق ما يأتي:

Vpp = عدد المربعات الراسي × V/DIV

V = 2 cm × 5V/cm = 10 Vpp

6- احسب زمن الموجة بقياس عدد المربعات من نقطة إلى نقطة أخرى مكررة أفقياً.

7- سلط موجة سن المنشار ثم موجة مربعة بدل الموجة الجيبيه، وأعد الفقرتين 5، 6.

8-ضع مولدي إشارات (دالة) رقمية Digital Function Generator للإحداثي السيني، وآخر للإحداثي الصادي وحقق رسم دائرة أو شكل بيضوي وذلك بتغيير تردد كل من مولدي الدالة.

اختبار عملي

1- حقق قياس موجة جيبيه 8Vpp بتردد 10 kHz.

2- حقق قياس فولتية 20V / DC من مجهز قدرة باستخدام راسم الإشارات.

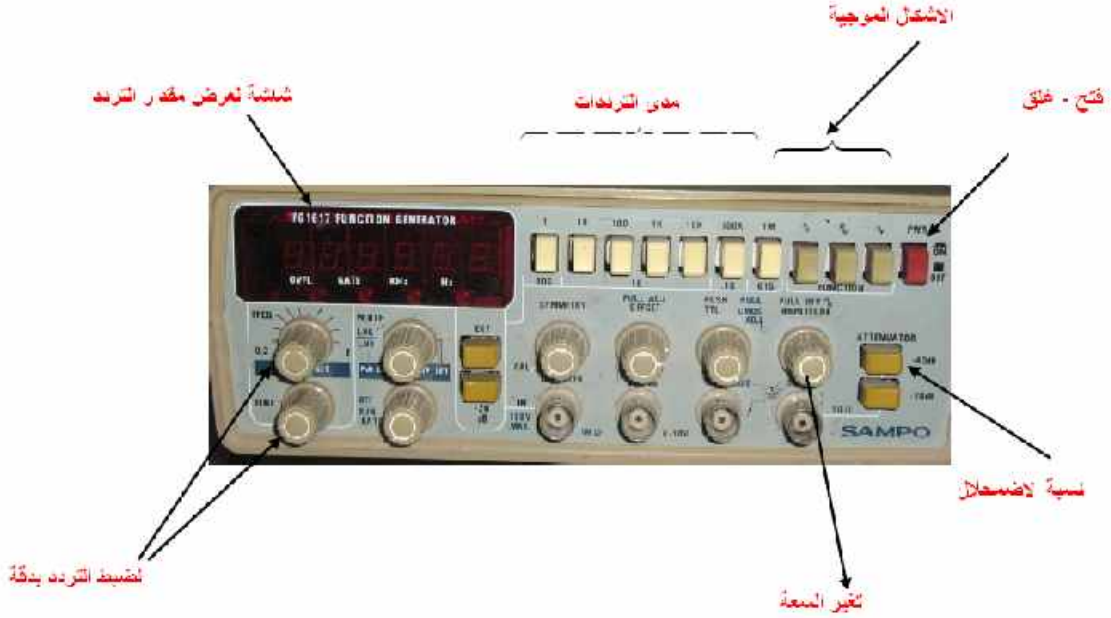
نشاط

هل يمكن قياس موجة بالتردد 100 MHz بجهاز راسم إشارة مكتوب عليه 20 MHz ؟ وضح السبب.

التمرين الثالث – هـ -

التعرف على جهاز مولد الدالة الرقمي Digital Function Generator

من أنواع مولدات الإشارة (Signal Generators) يعمل على توليد الأشكال الموجية (الموجة الجيبيه والمربعة والمثلثة وموجة سن المنشار)، لاحظ الشكل (1 – 18)، وتختلف مولدات الدالة من نوع إلى آخر بمدى الترددات للأشكال الموجية فمنها kHz (500 – 0) و MHz (100 – 0) و ((10 – 0) GHz وغيرها. يمكن تحديد التردد المطلوب والشكل الموجي وفولتية الموجة بوساطة مفاتيح ومقاومة تحكم (Knob)، كما موضح بالشكل (1 – 18). يستخدم مولد الدالة لتشغيل الدوائر الإلكترونية والتأكد من عملها.



شكل 1 – 18 مولد الدالة الرقمي

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز مولد دالة (1) MHz Function Generator
2- جهاز راسم إشارات شعاعين 60MHz.

خطوات العمل

1- وصل جهاز راسم الإشارات إلى مولد الدالة MHz (1) – Hz (1) .
2- المطلوب موجة جيبيه بسعة مقدارها V_{PP} (1) وتردد KHz (5). اثبت ذلك عملياً.
3- المطلوب موجة مربعة بسعة مقدارها V_{PP}(1.2) وتردد KHz (180). اثبت ذلك عملياً.
4- المطلوب موجة مثلثة بسعة مقدارها V_{PP} (1.5) وتردد KHz (200). اثبت ذلك عملياً.
5- المطلوب موجة سن المنشار بسعة مقدارها V_{PP} (2) وتردد MHz (0.5). اثبت ذلك عملياً.
6- وصل مولد دالة رقمي إلى راسم الإشارات للحصول على أشكال موجية بسعة 50KHz / V_{PP}(1).
موجة جيبيه – موجة مربعة – موجة مثلثة – موجة سن المنشار.

نشاط

ما هو الفرق بين جهاز مولد الإشارات وجهاز مولد الدالة؟

أسئلة الفصل الأول

1- ما معنى التيار الكهربائي – اشرح مستعيناً بالرسم.

2- وضح وحدة قياس التيار الكهربائي؟

3- ما أنواع التيار الكهربائي؟ وضح مع الرسم.

4- اشرح بالتفصيل جهاز الكلفانوميتر ذو الملف المتحرك مع الرسم.

5- كيف يمكن تحويل الكلفانوميتر إلى جهاز أميتر؟

6- اشرح مع الرسم مكونات جهاز الأوميتر.

7- ارسم مخطط يوضح الأجهزة الثلاث التي يتكون منها جهاز الآفوميتر.

8- اشرح ما تعرفه عن كلفانوميتر ذو الحديد المتحرك.

9- وضح مع الرسم مكونات جهاز الآفوميتر الرقمي.

10- اشرح المخطط الكتلوي لجهاز راسم الإشارات. وضح إجابتك مع الرسم .

11- ما هو الفرق بين قياس الفولتية للأشكال الموجية وترددها في جهاز راسم الإشارات؟

12- ارسم موجة جيبيه مقدارها $5V_{PP}$ / 10kHz على ورقة تمثل شاشة راسم الإشارات مع T/div و V/div .

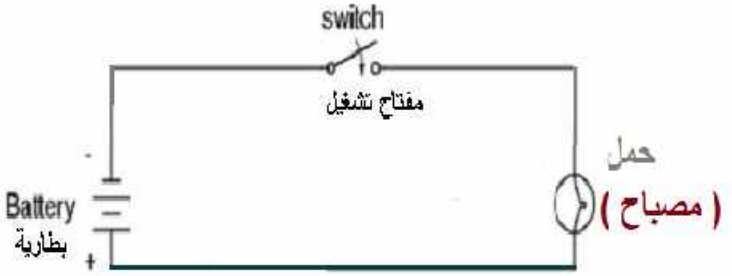
13- اشرح مع الرسم المخطط الكتلوي لمجهز القدرة.

14- ما الفائدة من استخدام مولد الدالة.

الفصل الثاني
الدوائر الكهربائية للتيار المستمر
Direct Current Circuits

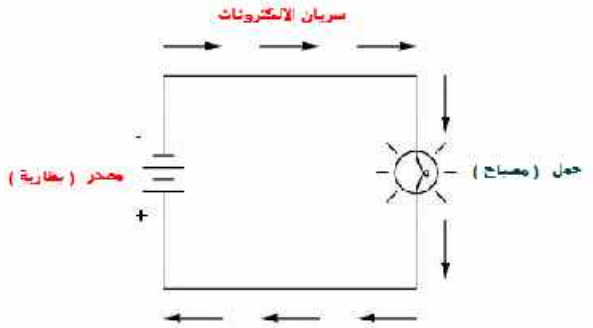
2 – 1 الدائرة الكهربائية البسيطة

المقصود بالدائرة الكهربائية البسيطة هي التوصيلة التي تتكون من مصدر للقوة الدافعة الكهربائية (بطارية أو مولد) وحمل وأسلاك كهربائية ومفتاح كهربائي (ON-OFF) يسيطر على تدفق التيار الكهربائي أي فتح و غلق الدائرة الكهربائية، لاحظ الشكل (2 – 1).



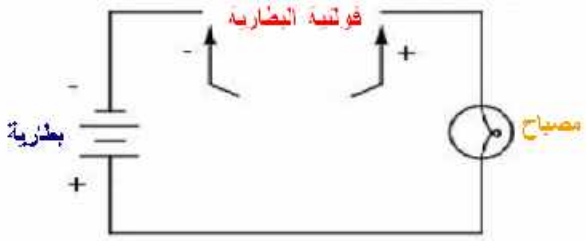
شكل 2 – 1 الدائرة الكهربائية البسيطة

في الدائرة الكهربائية المغلقة (Electrical Closed circuit) نلاحظ الإفادة من الطاقة الحركية للألكترونات وتحويلها إلى أشكل أخرى من الطاقة، لاحظ الشكل (2 – 2).



شكل 2 – 2 الدائرة الكهربائية المغلقة

في حالة فصل (قطع) أي جزء من الدائرة الكهربائية فإن التيار سوف يتوقف وتصبح الدائرة مفتوحة وتدعى(Open Circuit). لاحظ الشكل (2 – 3)



شكل 2 – 3 الدائرة الكهربائية المفتوحة

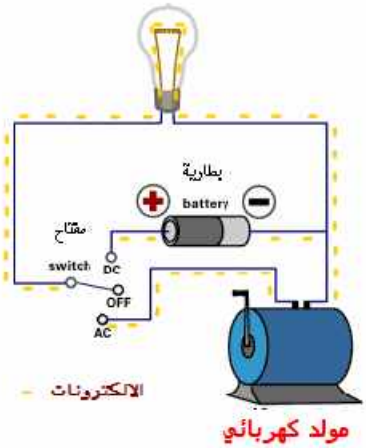
التمرين الأول

التعرف على الدائرة الكهربائية البسيطة

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1 – مجهز قدرة V (12 – 0).
2 – مصابيح كهربائية 3V، 6V ، 9V
3- مفاتيح كهربائية مختلفة.
4- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك كهربائية.
5 – جهاز آفوميتر تناظري.
6- مولد كهربائي DC بسيط.
7- بطاريات جافة 1.5V ، 9V

خطوات العمل



1- نفذ الدائرة الكهربائية البسيطة الموضحة بالشكل المجاور.
2- غير المفتاح وسجل الظاهرة.
3- ضع جهاز الأميتر بالتوالي لقياس تيار الدائرة بالحالتين.
سجل الفولتية على البطارية والمفتاح والمصباح.
4- ضع مجهز القدرة بدل البطارية وحقق توهج مصابيح 3V، 6V ، 9V
5- سجل التيار المار في المصباح المسلطة عليه فولتية مختلفة.

نشاط

لماذا تكون الفولتية على طرفي المفتاح صفراً عندما يكون مغلقاً وما هي قيمة الفولتية على طرفيه عندما يكون في حالة فتح ؟

2 - 2 قانون أوم Ohm's Law

في عام 1827 أكتشف الفيزيائي الألماني أوم (1789- 1854) Georg Simon Ohm أن التيار المار في موَصل يتناسب تناسباً طردياً مع الفولتية المسلطة على طرفي الموصل وإن ثابت التناسب يمثل مقاومة ذلك الموصل. لقد شاع استخدام هذا القانون كثيراً وأصبح من القوانين الكهربائية المهمة. يطبق هذا القانون في شتى الدوائر الكهربائية وبأشكال متعددة تعتمد في الأساس على العلاقة التناسبية.
وعند تحويلها إلى معادلة رياضية توضع بالشكل :

$$V \alpha I$$

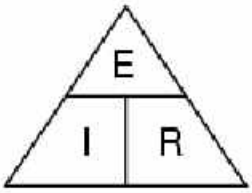
بعد رفع علامة التناسب (α) والاستعاضة عنها بعلامة المساواة مع تعويض القيمة الثابتة (R) تصبح العلاقة كما يأتي:

$$V = I R$$

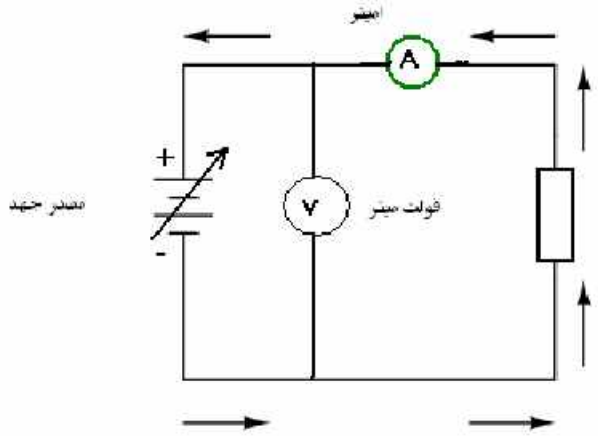
و يمكن كتابة المعادلة أعلاه كما يأتي:

$$R = V / I \quad ' \quad I = V / R$$

يمكن تسمية الفولتية بالحرف V أو E ويمكن الاستعانة بالمثلث التالي الذي يوضح العلاقات بين التيار والفولتية والمقاومة ببساطة.



من الممكن تحقيق قانون أوم بالتجربة البسيطة المبينة في الشكل (2 – 4) والتي يتم فيها تغيير الفولتية على طرفي المقاومة و قياس التيار المار فيها.



شكل 2 – 4 يوضح مسار التيار الإلكتروني

عند زيادة فولتية المصدر يزداد التيار المار في الدائرة بحيث أن حاصل قسمة الفولتية على التيار تكون قيمة ثابتة بشكل دائم و تساوي قيمة المقاومة (R).

التمرين الثاني

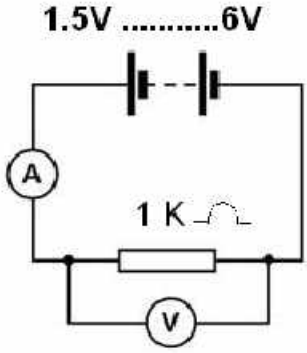
إثبات قانون أوم عملياً

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2- مقاومات كهربائية كربونية (10 Ω /0.25W، 100 Ω، 1kΩ) .
3- مقاومة متغيرة 10 kΩ.
4- قاعدة للبطاريات الجافة، أعمدة كهربائية متنوعة.
5-مجهز قدرة (0 – 12) V .

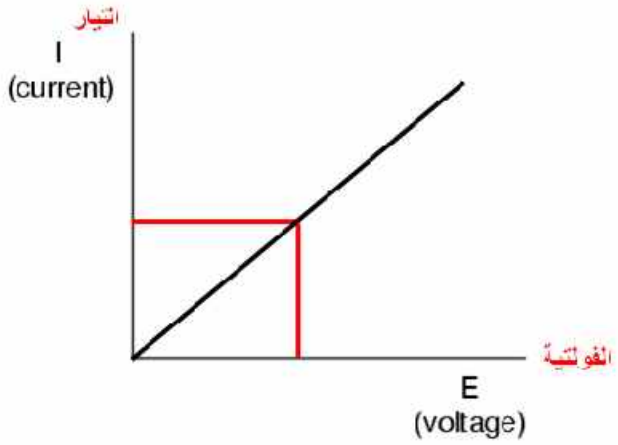
خطوات العمل

1-نفذ الدائرة عملياً لأثبات قانون أوم (العلاقة بين التيار والفولتية). قيمة المقاومة (1 kΩ) وفولتية البطارية (1.5) V، احسب التيار والفولتية على طرفي المقاومة.

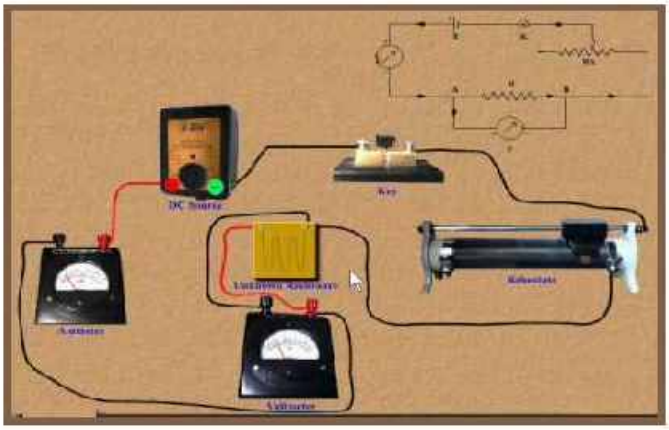


2- استخدم فولتية البطارية (3) V ، سجل التيار والفولتية على طرفي المقاومة.
3- ضع فولتية البطارية (4.5) V ، سجل التيار والفولتية على طرفي المقاومة.
4- سجل التيار والفولتية على طرفي المقاومة إذا كانت فولتية البطارية (6) V.
5- ارسم العلاقة بين التيار والفولتية بالاستعانة بالشكل الآتي.

من الممكن تسجيل مجموعة قراءات للفولتية والتيار ورسم العلاقة بينهما على خط بياني إذ سنلاحظ أن العلاقة بين الفولتية والتيار عبارة عن خط مستقيم.



6- ضع مقاومة Ω (100) بدل kΩ (1) وأعد التمرين. ارسم العلاقة بين التيار والفولتية.
7- ضع مقاومة Ω (10) بدل المقاومة Ω (100) وأعد التمرين. ارسم العلاقة بين التيار والفولتية.
8- قارن بين الحالات الثلاثة.
9- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الآتي (قيمة المقاومة الثابتة kΩ 1 وقيمة المقاومة المتغيرة kΩ 5 وفولتية المصدر V(10).



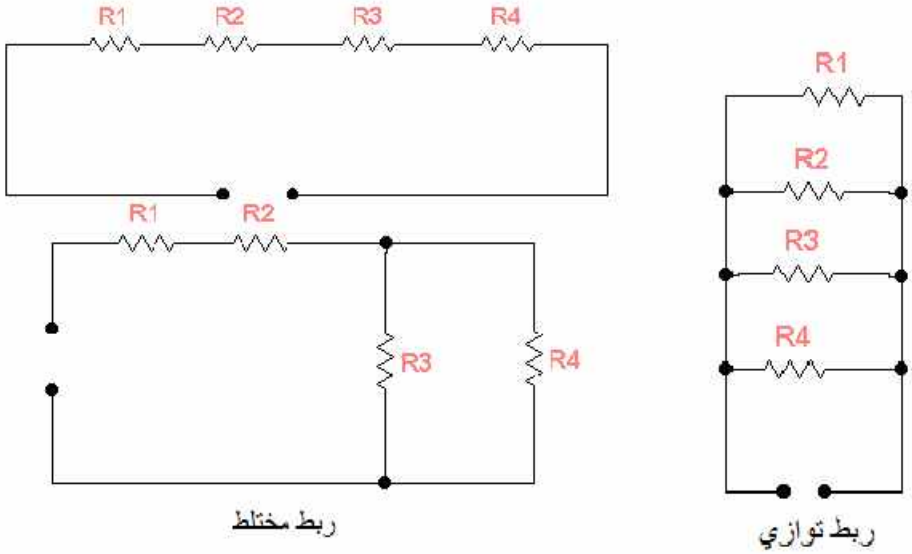
10 – حرك المقاومة المتغيرة ولاحظ قراءة جهاز الأمبير ميتر.
11- سجل العلاقة بين التيار والمقاومة. اذكر نوع التناسب هل تناسب طردي أو تناسب عكسي.

نشاط

أرسم العلاقة بين التيار والمقاومة

2 – 3 طرائق ربط المقاومات الكهربائية

توصل المقاومات بطرائق مختلفة هي ربط التوالي – التوازي – والمختلط. لاحظ الشكل (2 – 5)



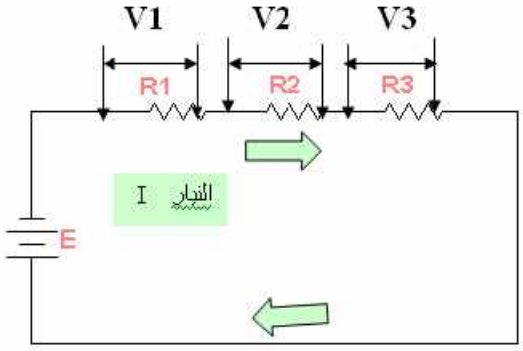
شكل 2 – 5 طرائق ربط المقاومات

1 - توصيل المقاومات على التوالي Series

يتم توصيل المقاومات الكهربائية بحيث يكون نهاية المقاومة الأولى مع بداية المقاومة الثانية ونهاية المقاومة الثانية مع بداية المقاومة الثالثة و هكذا، لاحظ الشكل (2 – 6) ويدعى هذا النوع من الربط بالتوالي، والخواص الأساسية لهذه الدائرة هي:

1- التيار متساوٍ في جميع نقاط الدائرة.
2- مجموع فرق الجهد على المقاومات يساوي فولتية البطارية.
3- المقاومة الكلية (المكافئة) تساوي حاصل جمع قيم المقاومات، وحسب القانون الآتي.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$



شكل 2 – 6 ثلاث مقاومات موصلة على التوالي

التمرين الثالث – أ -

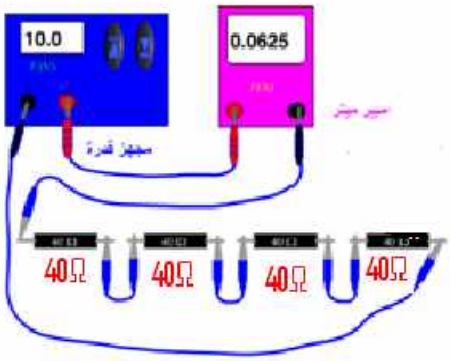
توصيل المقاومات الكهربائية على التوالي Resistances in Series

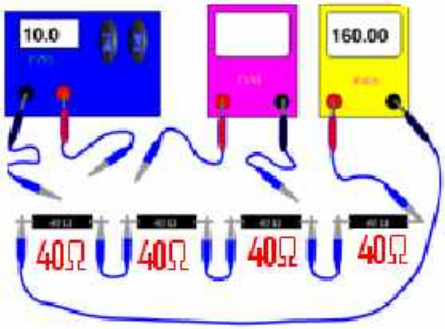
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2- مقاومات كهربائية كربونية W 0.25 /(1 Ω ،2.2 Ω ،5.6 Ω) .
3- مجهز قدرة V (0 – 12).
4- قاعدة للبطاريات الجافة، أعمدة كهربائية متنوعة.
5- لوحة توصيلات وأسلاك كهربائية.
6- حقيبة أدوات إلكترونية.

خطوات العمل

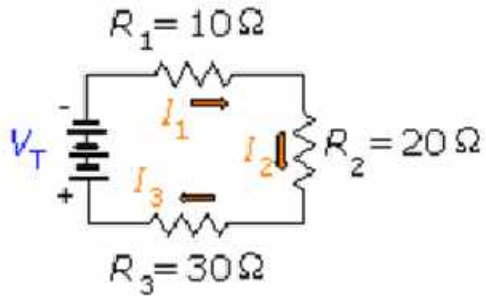
1- نفذ الدائرة الكهربائية المكونة من أربع مقاومات موصلة على التوالي عملياً، كما موضح بالشكل الآتي وسجل قيمة التيار الكلي والمقاومة المكافئة (الكلية).





2 – ضع مقاومات كهربائية (10 Ω، 1 Ω، 2.2 Ω، 4.7 Ω) بدل المقاومات 40 Ω للشكل أعلاه وقم بإعادة التمرين.

3- احسب فولتية البطارية للدائرة بالشكل الآتي إذا علمت أن التيار الكلي يساوي 1 mA . إثبت ذلك عملياً.



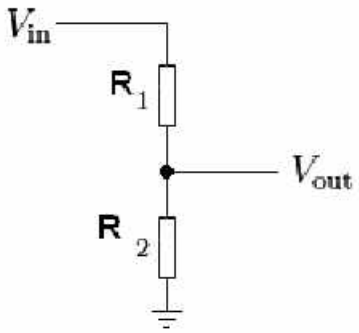
نشاط

ما الفائدة من استخدام توصيل المقاومات الكهربائية على التوالي؟

التمرين الثالث – ب -

مجزئ الجهد (مقسم الفولتية) Voltage Divider

ويسمى بمجزئ الفولتية (Voltage Divider) أيضاً و هو عبارة عن دائرة خطية بسيطة تعطي فولتية (V_{out}) كجزء من الفولتية الداخلة (V_{in}) ويعود التقسيم إلى تجزئة الفولتية فيما بين عناصر المجزئ، كما موضح بالشكل (2 – 7).



شكل 2 – 7 مجزئ الجهد

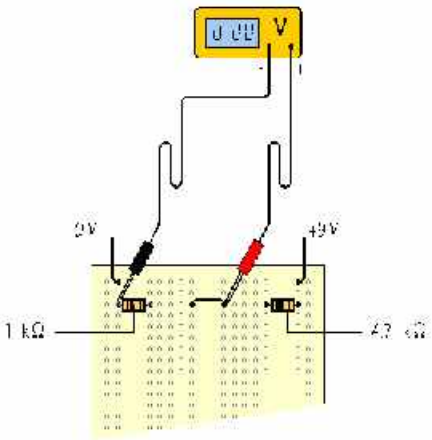
ولحساب الفولتية (V_{OUT}) نطبق المعادلة التالية:

$$V_{OUT} = V_{IN} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1. جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تماثلي.
2. مقاومات كهربائية كربونية مختلفة.
3. مجهز قدرة V (12 – 0).
4. قاعدة للبطاريات الجافة، أعمدة كهربائية متنوعة.
5. لوحة توصيلات وأسلاك كهربائية.
6. حقيبة أدوات إلكترونية.

خطوات العمل



1- نفذ الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل المجاور وسجل التيار الكلي .

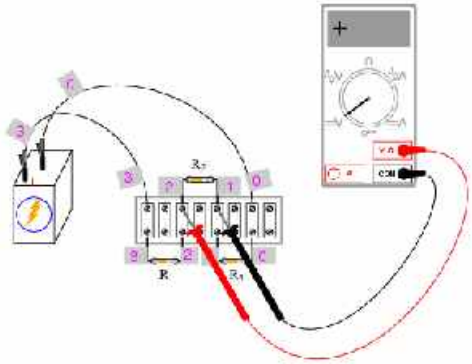
2- احسب الفولتية بين النقطتين A ، Bوالفولتية بين النقطتين B ، C

3- قارن بين القراءة العملية وتطبيق قانون تقسيم الفولتية.

4- نفذ الدائرة الكهربائية في الشكل المجاور وسجل الفولتية على المقاومة 1kΩ وطبق قانون تقسيم الفولتية.

نشاط

اثبت أن مجموع الفولتيات على المقاومات يساوي الفولتية الكلية (فولتية البطارية) فولتية المصدر تساوي 12 V ، R3= 4.7 Ω , R2= 6.8 Ω , R1= 2.2 Ω .



2- توصيل المقاومات على التوازي Parallel

توصل بدايات المقاومات الكهربائية في نقطة واحدة ونهاياتها في نقطة أخرى ويكون للتيار أكثر من ممر واحد، يدعى هذا النوع من الربط بالتوازي .لاحظ الشكل (2 – 8)

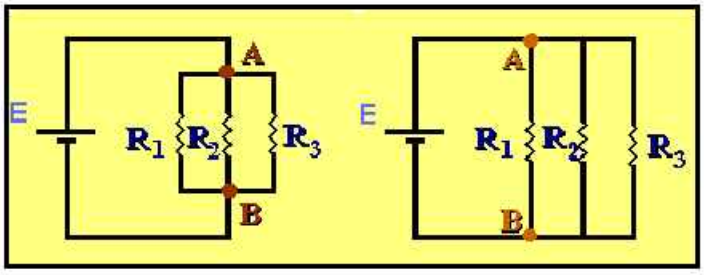
والخواص الأساسية لهذه الدائرة هي:

1- فرق الجهد (الفولتية) على جميع المقاومات متساوٍ.

2- التيار المار خلال كل مقاومة يتناسب تناسباً عكسياً مع قيمة تلك المقاومة.

3- المقاومة الكلية (المكافئة) تساوي

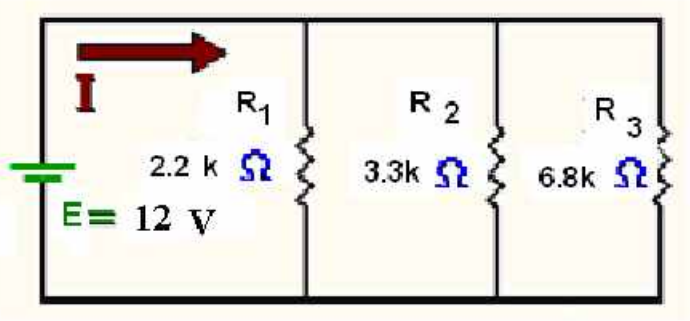
$$\frac{1}{R_T}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3}$$



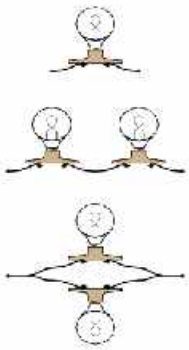
شكل 2 – 8 توصيل المقاومات على التوازي

4- قيمة المقاومة المكافئة لمقاومتين موصلتين على التوازي يساوي حاصل ضرب قيمتي المقاومتين مقسوماً على حاصل جمعهما.

$$R_T=\frac{R_1\times R_2}{R_1+R_2}$$



5- بتغيير المقاومتين (R_1 ، R_2) بتوصيل التوازي بأحمال (Loads) مثل المصابيح الكهربائية يمكنك عزيزي الطالب المقارنة بين دائرتي توصيل المقاومات الكهربائية بالتوالي والتوازي كما في الشكل الآتي:



التمرين الرابع – أ -

توصيل المقاومات الكهربائية على التوازي Resistances in Parallel

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1. جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2. مقاومات كهربائية كربونية مختلفة القيم.
3. مجهز قدرة V (12 – 0).
4. أعمدة كهربائية متنوعة، قاعدة للبطاريات الجافة.
5. لوحة توصيلات وأسلاك كهربائية.
6. حقيبة أدوات إلكترونية.

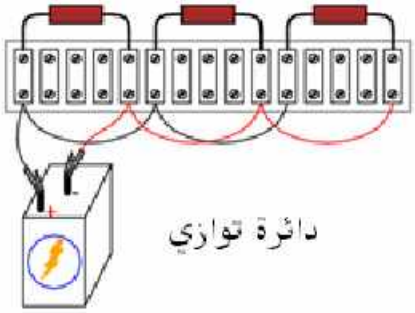
خطوات العمل

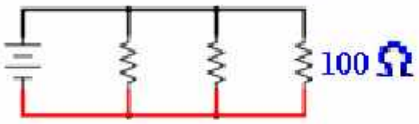
1- نفذ الدائرة التالية على لوحة التوصيلات، باستخدام الأوميتر سجل مقدار المقاومة الكلية للدائرة R_T.

2- باستخدام الفولتميتر سجل فرق الجهد على كل مقاومة. اثبت بالقياس فولتية البطارية تساوي الفولتية على كل مقاومة.

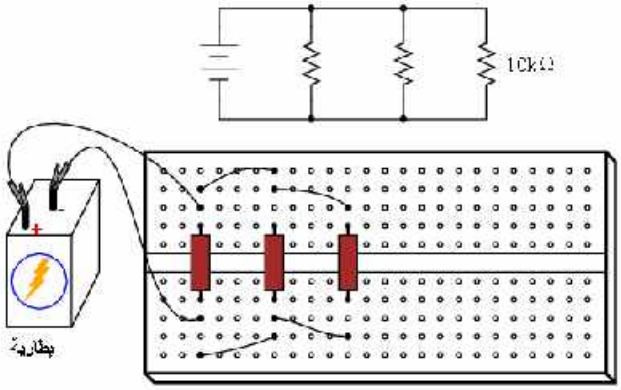
$$E = V1 = V2 = V3$$

3- نفذ عملياً الدائرة الكهربائية الآتية، المقاومات متساوية قيمة كل منها Ω (100) أحسب عملياً R_T.





4- ثلاثة مقاومات كربونية متساوية قيمة كل منها (10 kΩ) موصلة على التوازي. ابن الدائرة العملية، احسب المقاومة المكافئة وقارن بين حسابتك النظرية والعملية. أقرأ التيار في كل فرع إذا كانت فولتية البطارية (المصدر) V(12). استعن بالشكل الآتي

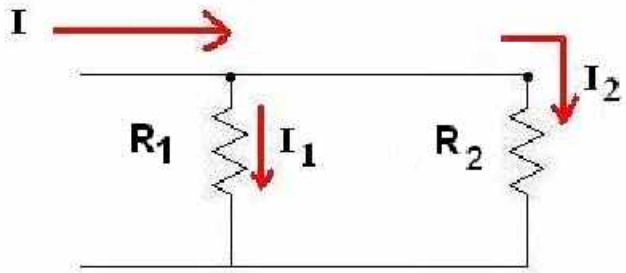


نشاط

ما الفائدة من استخدام توصيل المقاومات الكهربائية على التوازي؟

مجزئ التيار Current Divider

نستفيد من تطبيق طريقة مجزئ التيار في حساب تيارات الدائرة (التيار المار في كل فرع لدائرة التوازي) عندما يكون التيار الداخل للفروع معروفاً دون الاستعانة بالفولتية ففي سبيل المثال لحساب تيارات الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل (2 – 9) نستخدم المعادلات الآتية:



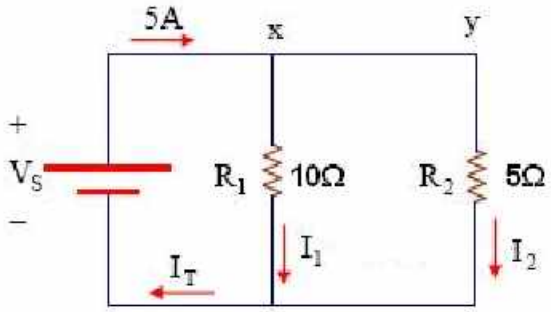
شكل 2-9 دائرة كهربائية

$$I_1 = \frac{I \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_2 = \frac{I \times R_1}{R_1 + R_2}$$

مثال

أوجد التيار المار في المقاومة (R_1 , R_2) للدائرة الموضحة بالشكل (2 – 10) باستخدام مجزئ التيار.



شكل 2 – 10 حساب تيارات الدائرة

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_T \qquad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_T$$

$$I_1 = \frac{5}{10+5} \times 5 = 1.66A \qquad I_2 = \frac{10}{10+5} \times 5 = 3.3A$$

التمرين الرابع – ب -

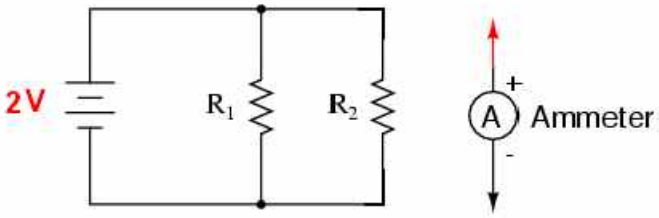
تطبيقات لمجزئ التيار

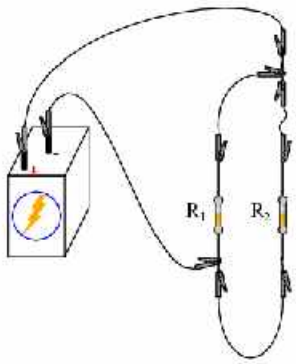
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

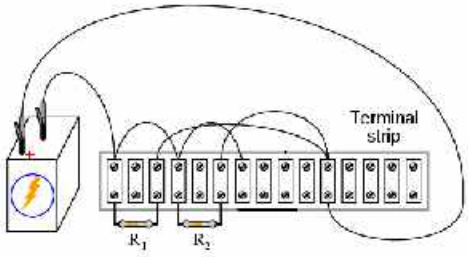
1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2- مقاومات كهربائية كربونية (10 Ω /0.25W، 100 Ω، 1 kΩ) ، مقاومة متغيرة. 10 kΩ.
3- أعمدة كهربائية متنوعة، قاعدة للبطاريات الجافة.
4- مجهز قدرة V (12 – 0) .
5- أسلاك توصيل وقطع أسلاك متينة (PIECE OF STIFF WIRE) للتوصيل بين النقاط.

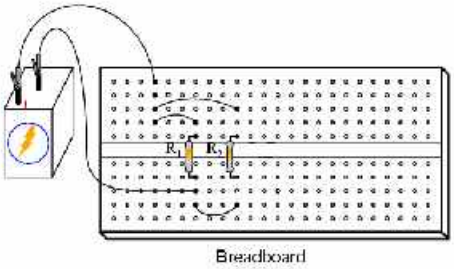
خطوات العمل

1- نفذ دائرة مكونة من مقاومتين R_1= 10 Ω ، R_2= 20 Ω . باستخدام أسلاك لها ماسكات ثم استخدام لوحات التوصيل BREADBOARD ثم أشرطة ذات أطراف TERMINALS STRIP للتوصيل. الدائرة موصلة إلى مصدر فولتية مقدارها V (2).

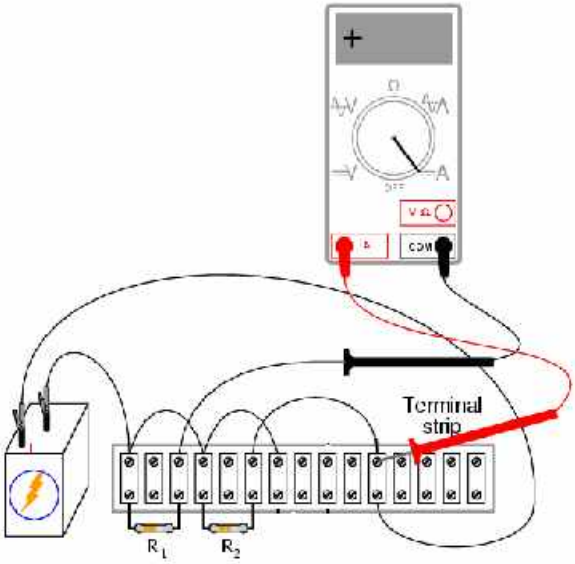








2- اقرأ التيار الكلي والتيار في كل فرع.



3- قارن بين حسابتك النظرية بتطبيق معادلات مجزئ التيار وقياساتك العملية.

4- اثبت عملياً إن مجموع التيارات الفرعية تساوي التيار الكلي.

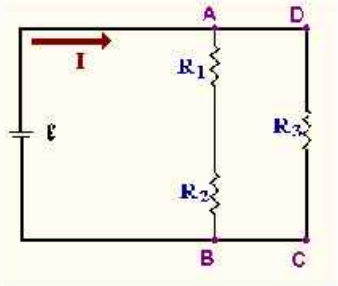
5- قم بإضافة مقاومة ثالثة $R_3 = 47\ \Omega$ بالتوازي مع الدائرة واقرأ التيار الكلي.

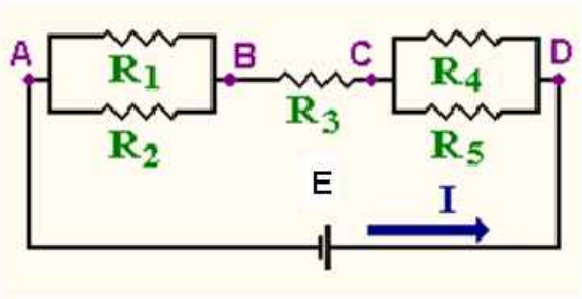
نشاط

ما الفائدة من استخدام مجزئ التيار ؟

3 - توصيل المقاومات المختلط (المركب) Compound

تتركب الدوائر الكهربائية عادة من مقاومات موصلة على التوالي والتوازي للحصول على قيم مختلفة للتيار وفرق الجهد على المقاومات. للحصول على قيمة المقاومة المكافئة تبسط الدائرة المركبة بدوائر التوالي والتوازي، لاحظ الشكل (2 – 11).





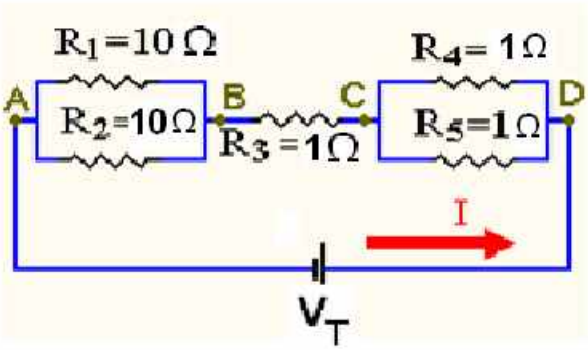
شكل 2 – 11 دائرة كهربائية توضح الربط المختلط

التمرين الخامس

توصيل المقاومات المركب (المختلط)

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2- مقاومات كهربائية كربونية (طبقاً للدوائر في التمارين).
3- أعمدة كهربائية متنوعة، قاعدة للبطاريات الجافة.
4- مجهز قدرة V (0 – 12) .



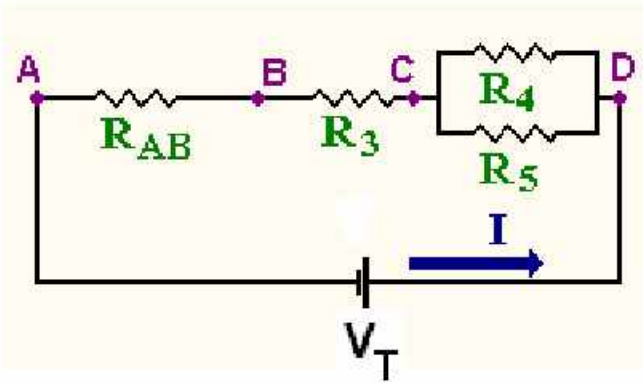
خطوات العمل

1- نفذ الدائرة الكهربائية التالية على اللوحة المطبوعة، باستخدام الأوميتر سجل مقدار المقاومة الكلية للدائرة R_T

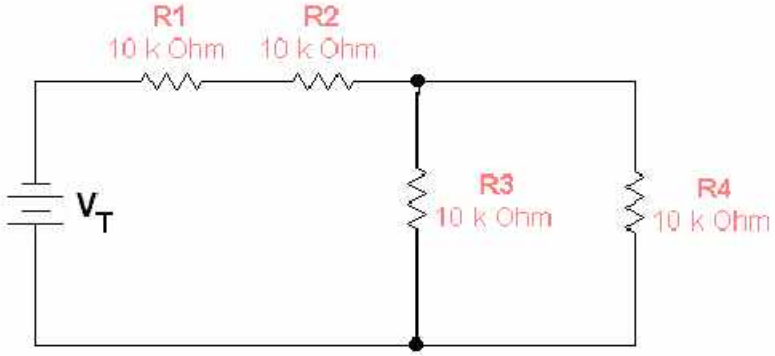
2- باستخدام الفولتميتر سجل فرق الجهد على كل مقاومة. اثبت بالقياس فولتية البطارية تساوي مجموع الفولتيات على المقاومات.

$$V_T = V_{AB} + V_{BC} + V_{CD}$$

3- نفذ عملياً الدائرة الكهربائية التالية. المقاومات متساوية قيمة كل منها 100 أوم. احسب عملياً R_T.

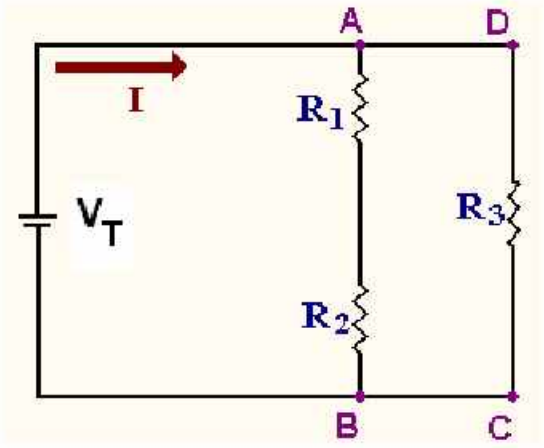


4 - نفذ الدائرة العملية الموضحة بالشكل الآتي، احسب المقاومة المكافئة وقارن بين حسابتك النظرية والعملية. بسط الدائرة بالرسم للحصول على المقاومة المكافئة.



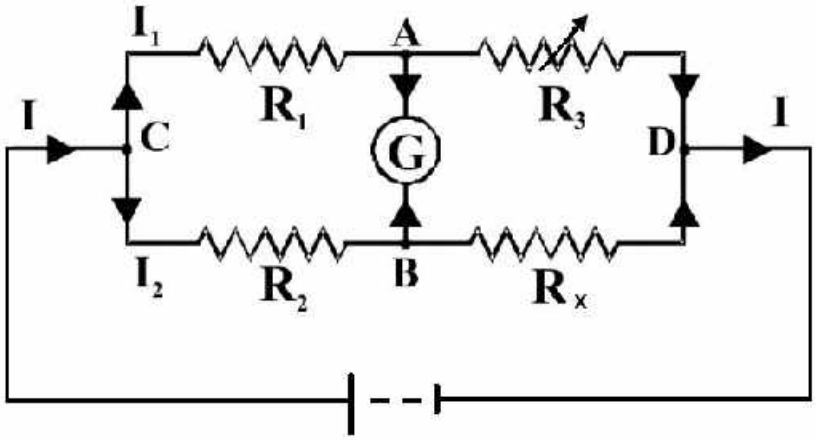
نشاط

ما قيمة المقاومة المكافئة للشكل المجاور عند توصيل دورة قصيرة بين A و B ؟



التمرين السادس

قنطرة وتستون Wheatstone Bridge



شكل 2 – 12 مقاومات موصلة بطريقة قنطرة وتستون

توصل العالم شارل وتستون (1802 – 1875) Charles Wheatstone إلى طريقة تعيين مقاومة مجهولة باستخدام طريقة سميت باسمه " قنطرة وتستون " بالاستعانة بمقاومات معلومة. ففي الدائرة الموضحة بالشكل (2 – 12) المقاومات المعلومة هي (R2) ،R_1 والمقاومة المجهولة هي (R_X) المطلوب إيجادها بينما المقاومة (R_3) فتمثل المقاومة المتغيرة. وضع الكلفتوميتر و هو حساس جداً لقراءة قيمة التيار المار خلاله، يتفرع التيار I من النقطة C إلى فرعين فيمر التيار I_1 خلال المقاومة R_1 ويتدفق التيار I_2 خلال المقاومة R_2 فإذا كانت قراءة الكلفتوميتر أكثر من الصفر يدل هذا على وجود فرق جهد بين النقطتين A و B، وعندما تكون قراءة الكلفتوميتر صفر بالضبط يعني إن الفولتية في النقاط A و B متساوية فنحصل على حالة التوازن. ولحساب المقاومة المجهولة نطبق المعادلة الآتية:

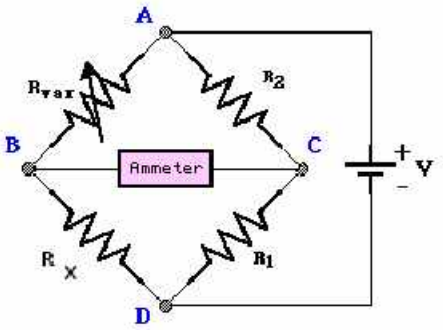
$$R_X = \frac{R_2 \times R_3}{R_1}$$

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، وجهاز آفوميتر تناظري.
2- مقاومات كهربائية كربونية (طبقاً للدوائر في التمارين).
3 - مجهز قدرة V (12 – 0).
4 - أعمدة كهربائية متنوعة، قاعدة للبطاريات الجافة.
5- مقاومة متغيرة.
6- صندوق قنطرة وتستون تدريبي.
7- صندوق مقاومات.
8- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
10-لوحة توصيلات BREADBOARD .

خطوات العمل

1- نفذ عملياً الدائرة الموضحة بالشكل الآتي $R_1= 100\ \Omega$ ، $R_2=100\ \Omega$ جد المقاومة المجهولة R_X



2- غير المقاومة المتغيرة إلى أن تحصل على حالة التوازن / اقرأ قيمة المقاومة المتغيرة لتطبيق المعادلة، اقرأ قيمة التيار عند التوازن.

3- اقرأ الفولتية بين النقطتين B ، C عند تحقيق التوازن، طبق المعادلة لحساب المقاومة المجهولة.

4- باستخدام أجهزة القياس سجل قيمة المقاومة المجهولة.

5- قارن بين الحسابات النظرية والعملية.

نشاط **اذكر إحدى الاستخدامات لقنطرة وتستون**

2 – 4 قانونا كيرتشهوف Kirchhoff" s Laws

قانونا كيرتشهوف (نسبة للعالم الفزيائي (Gustave Robert Kirchhoff) (1824 – 1887) (أكثر شمولية من قانون أوم في حل الشبكات الكهربائية بصورة سريعة). قانونا كيرتشهوف يستخدمان عملياً في:

1- تحديد المقاومة المكافئة للشبكات الكهربائية المعقدة للموصلات.

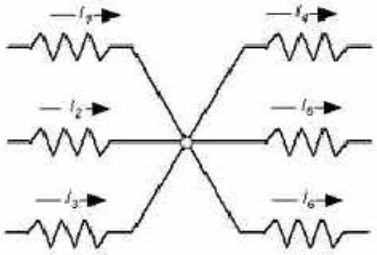
2- لحساب التيارات المارة في الموصلات المتعددة.

أ – قانون كيرتشهوف للتيار (KCL) Kirchhoff's Current law

ينص قانون كيرتشهوف للتيار

(عند أي عقدة Node في الدائرة الكهربائية مجموع التيارات الكهربائية الداخلة إلى العقدة تساوي مجموع التيارات الكهربائية الخارجة منها). وتعرف العقدة (Node) على أنها نقطة تجميع لأكثر من فرعين، لاحظ الشكل (2 - 13).

(مجموع التيارات الداخلة إلى أي نقطة توصيل يساوي مجموع التيارات الخارجة منها)



شكل 2 – 13 قانون كيرتشهوف للتيار

ففي الشكل (2- 13) نلاحظ إن I_1، I_2 ، I_3 تمثل التيارات الداخلة إلى النقطة في حين إن I_6، I_4 I_5 يمثلان التيارات الخارجة من النقطة. ويمكن تحويل قانون كيرتشهوف للتيار إلى المعادلة الرياضية الآتية: :

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5 + I_6$$

وبنقل عناصر الطرف الأيمن في المعادلة (1) إلى الطرف الأيسر ومساواة المعادلة إلى الصفر تصبح:

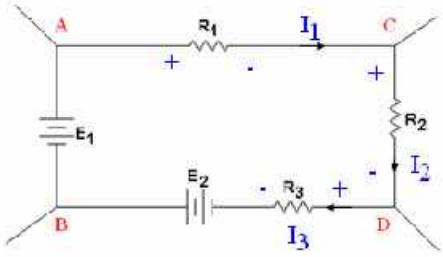
$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 - I_6 = 0$$

أي أن: (المجموع الجبري للتيارات في أي نقطة توصيل في الدائرة الكهربائية يساوي صفراً)

ب – قانون كيرتشهوف للفولتية KVL Kirchhoff's Voltage Law

ينص هذا القانون على أن

(مجموع القوة الدافعة الكهربائية لمصادر الفولتية في أي دائرة كهربائية مغلقة يساوي مجموع الفولتيات (فرق الجهد) على المقاومات)، لاحظ الشكل (2 – 14)



شكل 2 – 14 دائرة توضح قانون كيرتشهوف للفولتية

وبتطبيق نص قانون كيرتشهوف للفولتية نحصل على:

$$E_1 + E_2 = I_1 \times R_1 + I_2 \times R_2 + I_3 \times R_3 \ldots\ldots\ldots (1)$$

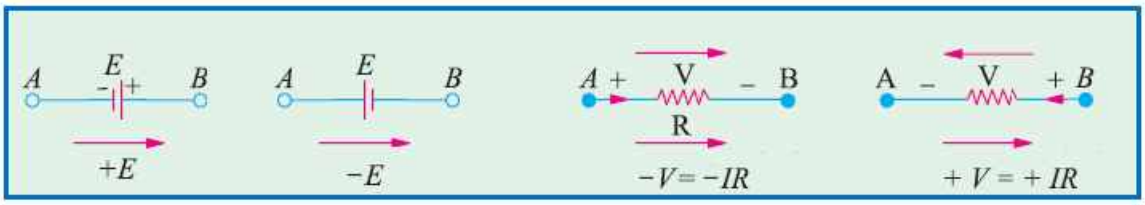
وبنقل حدود الطرف الأيمن في المعادلة (1) إلى الطرف الأيسر تصبح المعادلة:

$$E_1 + E_2 - I_1 \times R_1 - I_2 \times R_2 - I_3 \times R_3 = 0$$

وبذلك يمكن كتابة قانون كيرتشهوف للفولتية بالصيغة الآتية:

(المجموع الجبري للفولتيات في دائرة كهربائية مغلقة يساوي صفر)

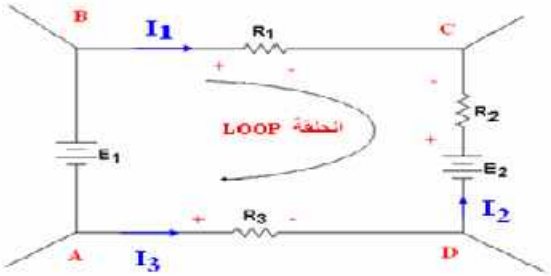
في الجمع الجبري يجب أن تؤخذ بنظر الاعتبار القطبية لكل من البطاريات وفرق الجهد على المقاومات وكما هو موضح في الشكل (2 – 15).



شكل 2 – 15 كيفية اختيار نوع القطبية لمصادر الفولتيات وفرق الجهد على المقاومات

كما هو الحال بالنسبة لاتجاه التيارات بتطبيق قانون كيرتشهف للتيار، فمثلاً لو أخذنا الدائرة الكهربائية المغلقة الموضحة بالشكل (2 - 16) والمتابعة باتجاه عقرب الساعة أي الحلقة (Loop) وجمعنا فرق الجهد لكل عنصر في الدائرة الكهربائية لتمكنا من كتابة قانون كيرتشهوف للفولتية كما يأتي:

$$E_1 - E_2 = I_1 \times R_1 - I_2 \times R_2 - I_3 \times R_3$$



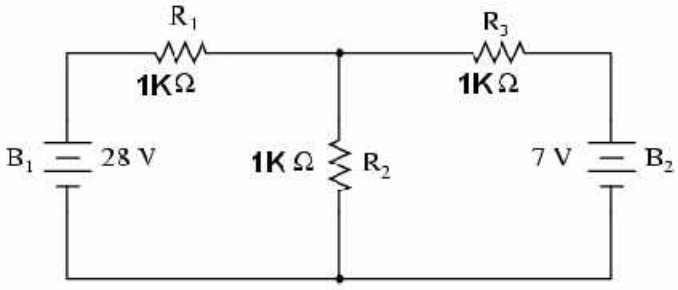
شكل 2 – 16 تتبع التيار باتجاه عقرب الساعة

التمرين السابع

قانونا كيرتشهوف Kirchhoff s Law

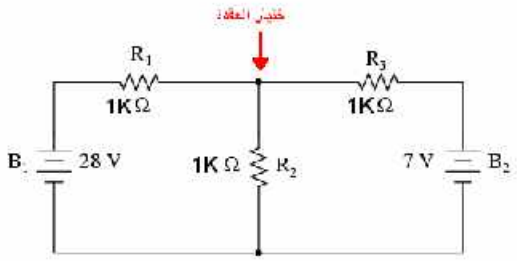
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقميي، جهاز آفوميتر تناظري.
2- مقاومات كهربائية كربونية (طبقاً للدوائر في التمارين).
3 - مجهز قدرة V (12 – 0).
4- مجهز قدرة V(30 – 0 – 30).
5- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
6 - لوحة توصيلات Breadboard .



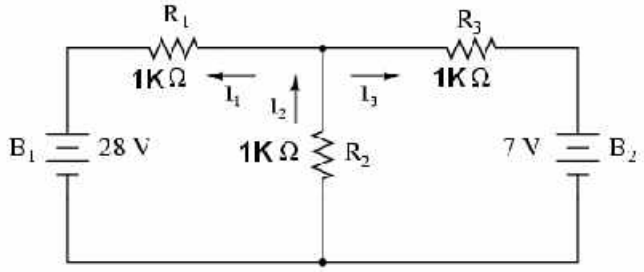
خطوات العمل

1-نفذ عملياً الدائرة الموضحة بالشكل المجاور.

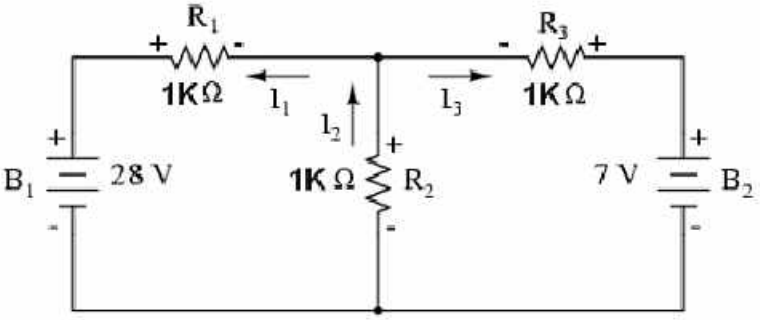


2- قم باختيار العقدة (NODE) .

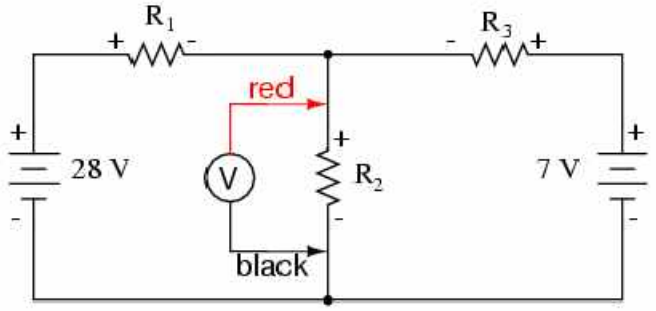
3- حدد اتجاه التيارات، كما في الشكل الآتي وتأكد بوضع أجهزة الأمبير ميتر بصورة صحيحة. اثبت إن $-I_1 + I_2 - I_3 = 0$ عملياً بالقياس.



4- حدد قطبية الفولتية لعناصر الدائرة ، استعن بالشكل الآتي واثبت ذلك عملياً بالقياس.



5- طبق قانون كيرتشهوف للفولتية على الدائرة وعين قطبية كل عناصر الدائرة واستعن بالشكل الآتي:



نشاط

اثبت نظرياً قيم التيارات I_1 , I_2 , I_3 وقارن ذلك مع قياساتك العملية .

أسئلة الفصل الثاني

1- ما الفرق بين مجزئ التيار ومجزئ الفولتية؟

2- ما هي العلاقة بين التيار والمقاومة عندما تكون الفولتية ثابتة؟

3- عدد مصادر التيار الكهربائي؟

4- ما وحدات التيار الكهربائي – الفولتية – المقاومة الكهربائية ؟

5 – وضح مع الرسم الدائرة الكهربائية المغلقة.

6 – وضح مع الرسم الدائرة الكهربائية المفتوحة.

7 – عرف قانون أوم وارسم العلاقة بين التيار والفولتية عندما تكون المقاومة ثابتة.

8- اشرح مع الرسم توصيلة وتستون ؟

9- ما الفائدة من توصيل المقاومات على التوالي والتوازي؟

10- وضح مع الرسم قانون كيرتشهوف للفولتية والتيار؟

11- ما المقصود بربط المقاومات على التوالي ؟ وما هي مميزاته؟

12 – ما المقصود بربط المقاومات على التوازي ؟ وما هي مميزاته؟

13 – ما المقصود بربط المقاومات المختلط ؟ وما هي مميزاته؟

14– أين تستعمل المقاومات المتغيرة؟ وما الغاية منها؟

الفصل الثالث
المتسعات الكهربائية Electric Capacitor

المتسعات الكهربائية Electrical Capacitors

تعرّف المتسعة (Capacitor) بأنها عنصر (component) لخزن الطاقة الكهربائية تتكون من لوحين موصلين يوضع بينهما عازل ويرمز للمتسعة (C)، كما في الشكل (3 – 1) ووحدة قياسها الفاراد F (FARAD) وهي وحدة كبيرة للسعة لذلك صنعت المتسعات بوحدات أقل من الفاراد مثل المايكرو فاراد (µF) ، والنانو فاراد (nF) والبيكو فاراد (pF).

متسعة كيميائية متسعة غير مستقطبة

شكل 3 – 1 رمز المتسعة

$1F = 10^{12} pF$

$1F = 10^{9} nF$

$1F = 10^{6} \mu F$

وستجد عزيزي الطالب إن معظم السعات الكبيرة في المتسعات الكيماوية تكون قيمتها بالمايكرو فاراد وعليها علامات تحدد القطبية وفولتية التشغيل ففي سبيل المثال متسعة مطبوع عليها (220µF/50V) ويجب أن توضع هذه المتسعات بالصورة الصحيحة لأنها ذات قطبية موجبة +Ve وقطبية سلبة -Ve تعمل بالتيار المستمر (وضعها بالصورة الخاطئة سوف تنفجر وتتلف). ويكون الطرف الموجب أطول من الطرف السالب للتمييز. ومن المتسعات المستقطبة ذات السعات الكبيرة ولكن أقل بكثير من المتسعات الكيماوية هي متسعات التيتانيوم (tantalum) يجب الحذر عند توصيلها بالدوائر الإلكترونية بالاتجاه الصحيح للقطبية. المتسعات بالقيم الصغيرة تكون غير مستقطبة وتربط بالدائرة دون الاعتماد على القطبية ومن أنواعها متسعات المايكا والبولستير وغيرها ولها قيم بالنانو فاراد والبيكو فاراد. يطبع على هذه قيمة السعة مثلاً 10pF) ، (10nF أو (103) ،(104) أو 103K) ، 104K) والجدول (3 – 1) يوضح هذه الشفرات لقراءة قيمة المتسعة.

جدول 3 – 1

CODE / Marking	µF microfarads	nF nanofarads	pF picofarads
1R0	0.000001	0.001	1
100	0.00001	0.01	10
101	0.0001	0.1	100
102	0.001	1	1,000
103	0.01	10	10,000
104	0.1	100	100,000
105	1	1,000	1,000,000
106	10	10,000	10,000,000
107	100	100000	100,000,000

من الجدول نلاحظ إن قيمة المتسعة هي الرقم الأول والثاني مضروباً بالرقم الثالث والذي يعني عدد الأصفار ففي سبيل المثال (101) يعني (100 pF = 10×10) والرقم (104) يعني (100000=10000×10 pF) وهكذا. إما الحروف المطبوعة بعد الأرقام الثلاثة فتدل على نسبة السماح 10% أو 5% أو 1% والجدول (3 – 2) يمثل نسبة السماح.

جدول 3 – 2

نسبة السماح للمتسعات	
C	+/- 0.25pF
D	+/- 0.5pF
F	1%
G	2%
J	5%
K	10%
M	20%
Z	+80 -20%

فقيمة المتسعة (103 K) هي (10000 pF = 1000×10) ونسبة السماح هي 10% وقيمة المتسعة (104M) هي (100 nF= 10000×10) ونسبة السماح هي 20%.

وتطبع أشرطة ملونة على المتسعات في بعض الأحيان وكثيراً ما نجدها على متسعات البولستر وتقرأ كما مر ذلك في قراءة المقاومات الملونة وبوحدة البيكو فاراد والجدول (3–3) يوضح كيفية قراءة هذه المتسعات.

جدول رقم 3 – 3

الرقم الأول اللون الأول	(pF)	الرقم الثاني اللون الثاني	(pF)	المضروب به اللون الثالث		نسبة السماح اللون الرابع	
BLACK	0		0		x 1		20 percent
BROWN	1		1		x 10		
RED	2		2		x 100		
ORANGE	3		3		x 1000		
YELLOW	4		4		x 10,000		
GREEN	5		5		x 100,000		5 percent
BLUE	6		6		x 1,000,000		
VIOLET	7		7		x 10,000,000		
GREY	8		8		x 100,000,000		
WHITE	9		9		x 1,000,000,000		10 percent

الشريط الملون الخامس يمثل قيمة الفولتية التي تعمل بها ولا تتحمل اكثر منها

Brown 100 Volts		Red 250 Volts		Yellow 400 Volts	

التمرين الأول

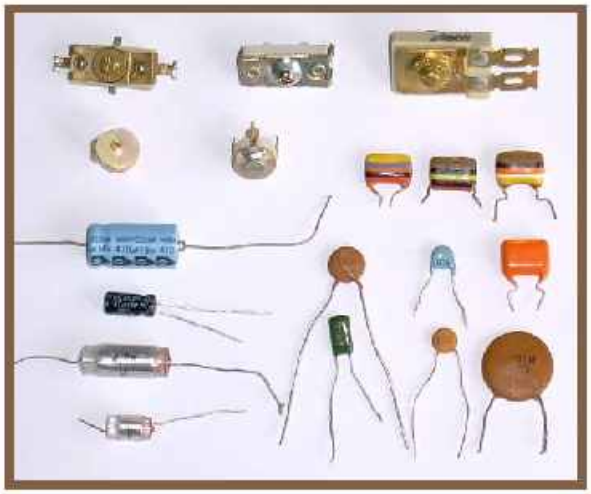
أنواع المتسعات الكهربائية والتمييز بينها وكيفية فحصها

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2 - متسعات كهربائية متنوعة.
3- مجهز قدرة V (12 – 0).
4 - حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
5 - لوحة توصيلات Breadboard .

خطوات العمل

1- حدد أنواع المتسعات الموضحة بالشكل الآتي:



2- باستخدام جهاز الآفوميتر التناظري افحص المتسعة الكيمياوية 16V / 100 µF.
3- من صندوق المتسعات اقرأ متسعة قيمتها 1500 PF
4- من صندوق المتسعات اقرأ متسعة قيمتها 50 µF .
5- اقرأ متسعة مطبوع عليها (105) وأخرى مطبوع عليها (101). قارن بين القراءة النظرية والعملية.
6- باستخدام جهاز الآفوميتر الرقمي احسب قيمة متسعة كيمياوية.
7- لقياس وفحص المتسعات استخدم جهاز ESR (Equivalent Series Resistance) كما مبين بالشكل أدناه.

جهاز ESR

ويتميز هذا الجهاز بقدرته على فحص المتسعات داخل الدوائر الإلكترونية حيث يعمل على تفريغ المتسعة ثم قياسها وبدقة تصل إلى 99% وهو من التقنيات الحديثة.

8- في الشكل المجاور متسعات تالفة، كيف يمكنك تشخيصها بدون استخدام أجهزة القياس وباستخدام الآفوميتر الرقمي.

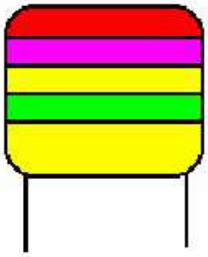
9- لقياس وفحص المتسعات ذات القيم الصغيرة يستخدم ESR And Low Ohm Meter

كما موضح في الشكل المجاور، افحص عدد من هذه المتسعات مثل الفلمية والسيلر وغيرها.

نشاط

وألاً – كيف يتم فحص المتسعات المتغيرة الآتية ؟

ثانياً: ما هي قيمة المتسعة بالألوان.



التمرين الثاني

شحن وتفريغ المتسعة Charging and Discharging Capacitor

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2- متسعات كيمياوية مختلفة السعة والفولتية.
3- مجهز قدرة V (12 – 0).
4 - مقاومات كربونية مختلفة القيم حسب التمارين.
5- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
6- لوحة توصيلات Breadboard .

خطوات العمل

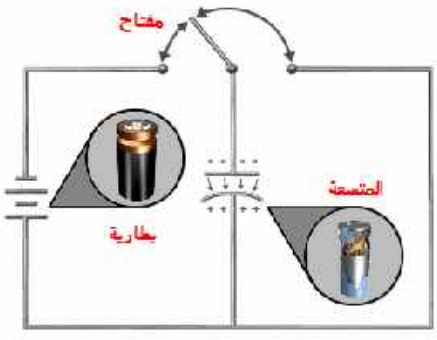
1- وصل متسعة كيميائية 10µF /25V إلى طرفي (مجهز القدرة) بحيث يكون القطب الموجب لمجهز القدرة موصل إلى الطرف الموجب للمتسعة والقطب السالب لمجهز القدرة موصل إلى الطرف السالب للمتسعة (فولتية التجهيز تساوي 10 V).

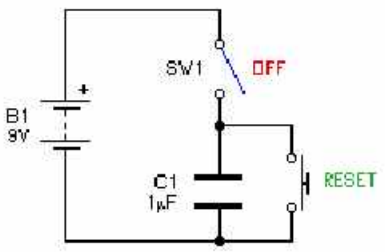
2- افصل المتسعة وسجل قيمة الفولتية باستخدام الفولتميتر.

3- وصل بين طرفي المتسعة وسجل الظاهرة. وسجل قيمة الفولتية بين أطراف المتسعة.

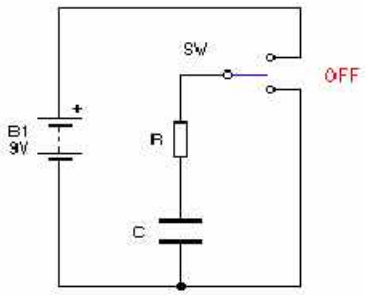
4- اعد التمرين العملي بوضع متسعة كيمائية 47µF/ 50V (فولتية المجهز 30 فولت).

5- نفذ الدائرة العملية لشحن المتسعة كما في الشكل أدناه على لوحة التوصيل.

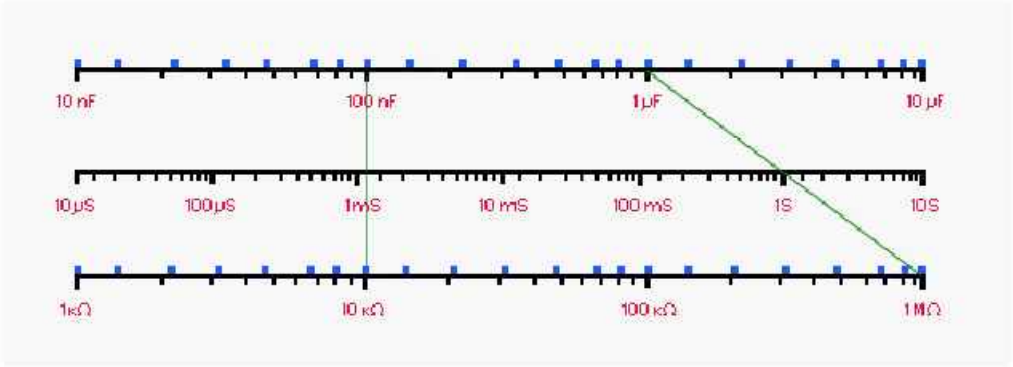




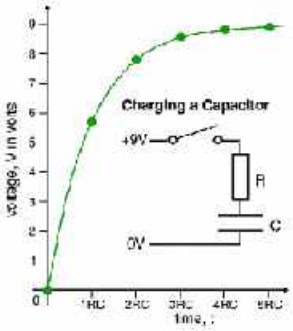
6- أغلق المفتاح SW_1 واقرأ الفولتية على طرفي المتسعة باستخدام الآفوميتر الرقمي.
7- اضغط على المفتاح (RESET) ثم سجل الفولتية على طرفي المتسعة. علل سبب ذلك
8- ضع متسعة 10 µF بدل المتسعة 1 µF وقم بإعادة التمرين. قارن بين الحالتين وعلل ذلك.
9- ضع مقاومة (1 kΩ) بالتوالي مع المتسعة لزيادة زمن الشحن وزمن التفريغ لأن المقاومة ستقلل من تدفق التيار ويدعى هذا بزمن التأخير (Time Delay) وقم بإعادة التمرين وسجل ملاحظاتك. استعن بالشكل الآتي:

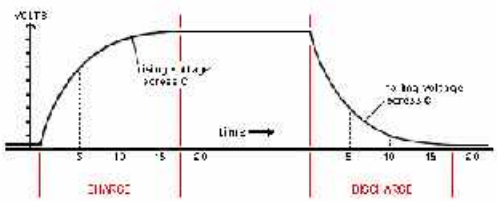


10- بسبب وجود المقاومة مع المتسعة يسمى حاصل ضربهما بثابت الزمن (Time Constant)
$\tau = R \times C$ وحدة قياسه الثانية عندما تكون قيمة المتسعة بالمايكرو فاراد والمقاومة بالميكا أوم ويستغرق ثابت الزمن لشحن المتسعة $\frac{2}{3}$ من فولتية المصدر وهذا ينطبق خلال تفريغ المتسعة وللدقة في الحساب تعتبر نسبة السماح لقيمة المتسعة 20% وللمقاومة 5%. ومن الشكل الآتي المطلوب منك تسجيل القيم في جدول. اللون **الأزرق** في الشكل يمثل قيم المقاومات والمتسعات.



11- لرسم منحني الشحن والتفريغ للمتسعة استعن بالشكل أعلاه باختيار قيم معينة للمتسعة والمقاومة واحسب ثابت الزمن في كل حالة وحقق المنحني.





نشاط

هل يمكنك شحن متسعة كيميائية بفولتية المصدر العمومي (الكهرباء التي تصلك إلى الورشة)؟
علل إجابتك.

التمرين الثالث

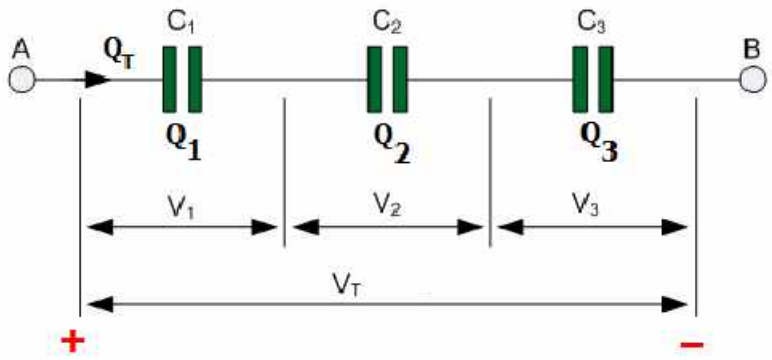
توصيل المتسعات على التوالي Capacitors in Series Connection

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1 - جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2 - متسعات كيمياوية مختلفة السعة والفولتية.
3 - مجهز قدرة V (12 – 0).
4 - حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
5- لوحة توصيلات Breadboard .

خطوات العمل

1- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الآتي والمكونة من ثلاث متسعات موصلة على التوالي على لوحة التوصيل (Vero Board). إذا شحنت هذه المتسعات إلى شحنة قدرها (Q) فإن اللوح المتصل مع B للمتسعة C_3 يشحن إلى (– Q) ويصبح اللوح الآخر للمتسعة موجب الشحنة (+ Q) وتتجمع الإلكترونات على لوح المتسعة C_2 وهكذا تستمر العملية إلى C_1 وتكون الشحنة الكلية (Q_T) مساوية لشحنة كل متسعة.
اقرأ الفولتية على طرفي كل متسعة واثبت عملياً إن الفولتية الكلية تساوي مجموع الفولتيات على المتسعات
C_3=100 µF، C_2=10 µF/16V، C_1= 4.7 µF/25V /50V

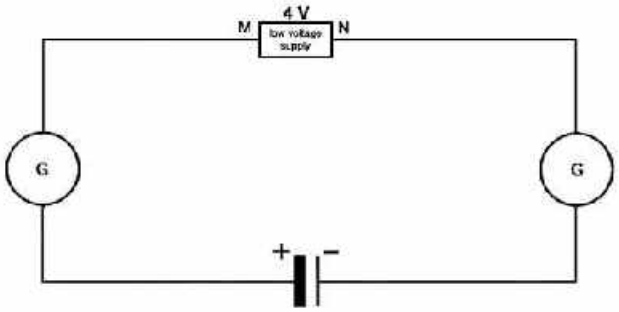


2- باستخدام جهاز LCR قس قيمة كل متسعة والمتسعة الكلية.

3- قارن بين حساباتك العملية والنظرية. استعن بالقانون التالي:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \cdots + \frac{1}{C_n}$$

4- نفذ الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل الآتي وجهز الدائرة بفولتية 4 V وسجل قراءة الكلفانوميتر عندما تكون قيمة المتسعة 470 µF / 50V

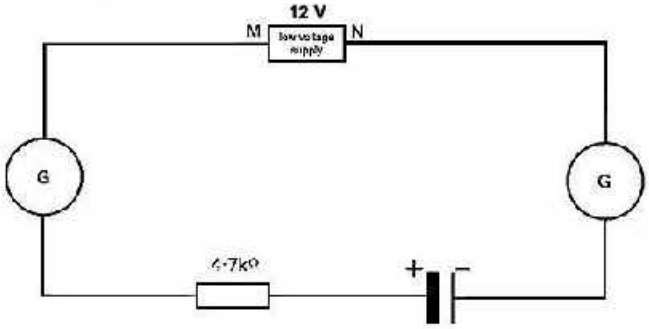


5- ضع سلك بين الطرفين M و N لتفريغ المتسعة.

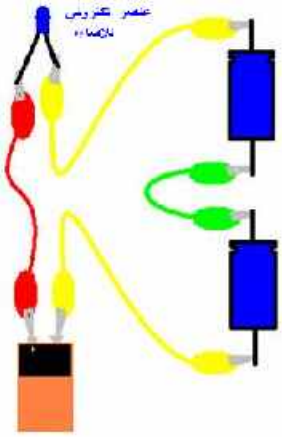
6- ضع متسعة 470 µF / 50 V بالتوالي مع الدائرة أعلاه وقم بإعادة التمرين.

7- قم بتفريغ المتسعات وجهز الدائرة بفولتية 12V وأعد التجربة.

8- نفذ الدائرة الموضحة أدناه عملياً وأعد التمرين. قيمة المتسعة 470µF / 50V ضع متسعة ثانية على التوالي 470 µF / 50 V



9-نفذ عملياً الدائرة بالشكل الآتي ولاحظ شدة الإضاءة. فولتية البطارية 3V وقيمة كل متسعة 10 µF / 16V



التمرين الرابع

توصيل المتسعات على التوازي Capacitors in Parallel Connection

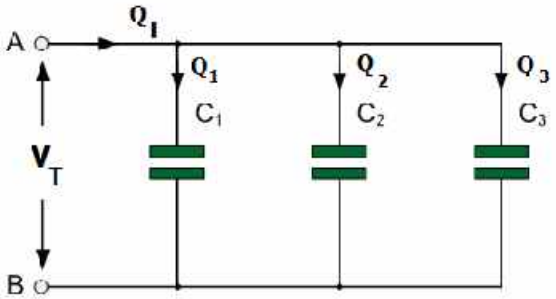
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2 - متسعات كيمياوية مختلفة السعة والفولتية.
3 - مجهز قدرة (0 – 12) V.
4 - حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
5- لوحة توصيلات Breadboard .

خطوات العمل

1- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الآتي والمكونة من ثلاث متسعات متصلة بالتوازي على لوحة التوصيل Vero Board. إذا شحنت هذه المتسعات إلى شحنة قدرها (Q) فإن الشحنة الكلية (Q_T) تساوي مجموع الشحنات لكل متسعة، بينما يكون فرق الجهد متساوي على كل متسعة ويساوي فولتية المصدر V_T، والسعة الكلية تساوي مجموع السعات الثلاثة.

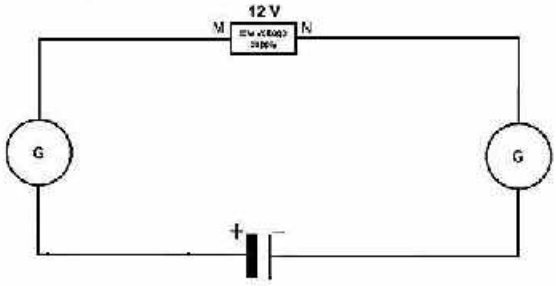
المتسعات C_1= 4.7μF/ 16V ، C_2=6.8μF / 16V ، C_3=10μF/16V



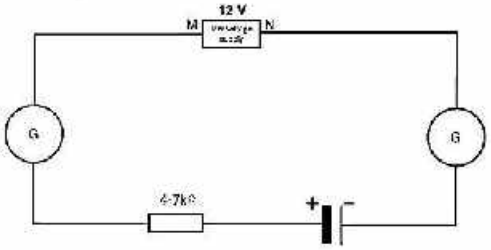
2- تأكد من فحص المتسعات باستخدام جهاز الآفوميتر التناظري، اقرأ قيمة كل متسعة باستخدام جهاز RLC. سجل قيمة السعة الكلية عملياً وقارن حساباتك العملية والنظرية، استعن بالقانون الآتي:

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3$$

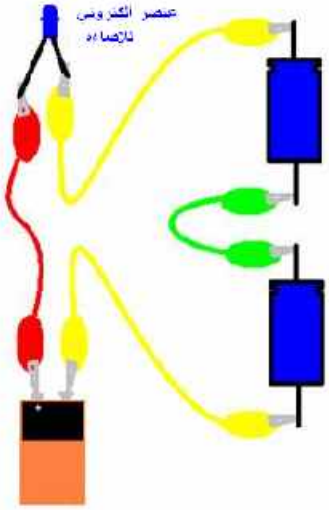
3- نفذ الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل الآتي وجهز الدائرة بفولتية 4V وسجل قراءة الكلفانوميتر عندما تكون قيمة المتسعة 1000μF / 50V



4- ضع سلك بين الطرفين M و N لتفريغ المتسعة.
5- ضع متسعة 1000µF / 50 V بالتوالي مع الدائرة أعلاه وقم بإعادة التمرين.
6- قم بتفريغ المتسعات وجهز الدائرة بفولتية 12V وأعد التجربة.
7- نفذ الدائرة الموضحة أنناه عملياً وأعد التمرين. قيمة المتسعة 1000µF / 50V ضع متسعة ثانية بالتوالي 1000µF / 50V



نشاط



نفذ عملياً الدائرة بالشكل المجاور ولاحظ شدة الإضاءة. فولتية البطارية 3V وقيمة كل متسعة 10µF / 16V

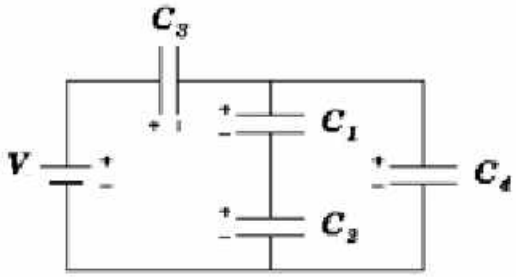
التمرين الخامس

توصيل المتسعات المركب (المختلط) Capacitors in Compound Connection

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2 - متسعات كيمياوية مختلفة السعة والفولتية.
3 - مجهز قدرة (0 – 12) V.
4 - حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل
5- لوحة توصيلات Breadboard .

خطوات العمل



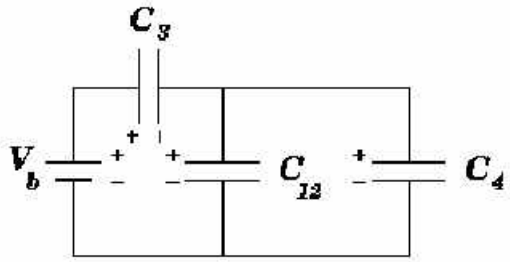
1- الدائرة الموضحة بالشكل المجاور مكونة من أربع متسعات موصلة بالتوالي والتوازي (توصيل مركب) المطلوب تبسيط الدائرة لحساب السعة الكلية. استخدم جهاز RLC لقياس C_{12} أي C_1 و C_2 بالتوالي وقارن حساباتك العملية والنظرية.

$C_4= 6\mu F$، $C_3= 10\mu F$ ، $C_2= 5\mu F$ ،$C_1= 20\mu F$

$$\frac{1}{C_{12}}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}=\frac{1}{20}+\frac{1}{5}$$

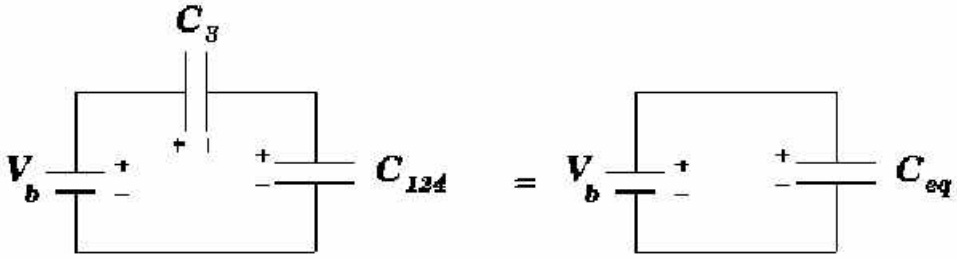
$$C_{12}=4\mu F$$

2- قارن قيمة C_{124} بالقياس عملياً.



$$C_{124}=C_{12}+C_4=4+6=10\mu F$$

3- أوجد السعة الكلية (المكافئة) C_{eq} واثبت ذلك بالقياس.



$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_{124}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

$$C_{eq} = 5\mu F$$

4- باستخدام جهاز الآفوميتر اقرأ الفولتيات على المتسعات ودوّن ذلك في جدول وقارن نتائجك مع الحسابات النظرية.

5 – ضع متسعة 10μF بالتوازي مع C_1 ونفذ عملياً التمرين من جديد.

نشاط

دون في جدول قيم المتسعات القياسية المصنعة من قبل الشركات

أسئلة الفصل الثالث

1 – عدد أنواع المتسعات؟ عرف ثابت الزمن؟

2- اشرح مع الرسم توصيل المتسعات على التوالي.

3- اشرح مع الرسم توصيل المتسعات على التوازي.

4- عرف الفاراد. ما هي العلاقة بين السعة والفولتية والشحنة؟

5- كيف يتم فحص المتسعة؟ وضح بالتفصيل.

6- ماهي مميزات توصيل المتسعات على التوالي؟

7- ما هي مميزات توصيل المتسعات على التوازي؟

8- اشرح كيفية قراءة قيمة المتسعات الملونة؟

9- اشرح مع الرسم عملية شحن المتسعة.

9- اشرح مع الرسم عملية تفريغ المتسعة.

الفصل الرابع
المفاتيح الكهربائية Electrical Switches

المفاتيح الكهربائية Electrical Switches

المفتاح الكهربائي (Switch) أحد العناصر الكهربائية المهمة المستخدمة في المنازل والمدارس والمعامل والمختبرات وغيرها. تستخدمها عزيزي الطالب في حياتك اليومية في إضاءة المصابيح وتشغيل الأجهزة الكهربائية المتعددة مثل جهاز التلفاز والثلاجة والحاسوب ... إلخ، لاحظ الشكل (4 – 1).

شكل 4 – 1 المفاتيح الكهربائية

ومنها المفاتيح أحادية القطب (الأحادي Single Pole) وثنائية القطب (المزدوج Double Pole) وذات الثلاثة طرق (3- way) والأربعة طرق (4-way) كما موضح بالشكل (4 – 2) التي تستخدم في التأسيسات الكهربائية.

شكل 4 – 2 مفاتيح كهربائية

المفاتيح الميكانيكية والكهربائية والإلكترونية والضوئية تعمل على فتح وغلق الدائرة أو مسار لتوصيل الطاقة من أحد أجزاء الدائرة إلى الأجزاء الأخرى، فالمفتاح إذاً عبارة عن عنصر (device) يستخدم في (فتح – غلق) الدوائر الكهربائية والدوائر الإلكترونية وتشغيل الأجهزة الكهربائية. ومن أنواع المفاتيح:

1- المفتاح المفصلي الكهربائي Toggle Switch
2- مفتاح الضغط Pushbutton Switch
3- المفتاح الدوار Rotary Switch
4- مفتاح القصبة المغناطيسية Magnetic Reed Switch
5- مفتاح ذو حركة سريعة Snap Switch وهو مفتاح ذو الحد Limit Switch
6- مفتاح الرزمة المزدوج DIP(Dual Inline Package)
7- مفتاح الإمالة الزئبقي (Mercury Tilt – Over)

التمرين الأول

المفاتيح الكهربائية (toggle switch) ، (pushbutton switch)

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2 - متسعات كيمياوية مختلفة السعة والفولتية.
3- مفاتيح كهربائية (مفصلي) وتعمل (بالضغط) مختلفة الأنواع.
3 - مجهز قدرة V (12 – 0).
4 - حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل
5- لوحة توصيلات Breadboard .

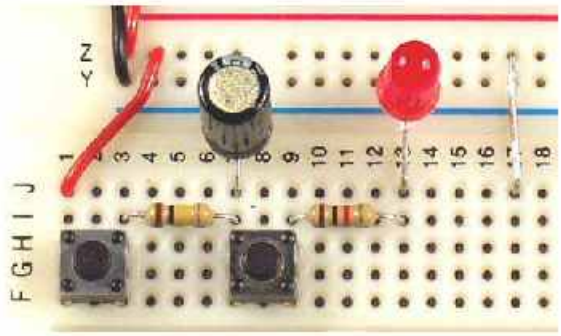
خطوات العمل

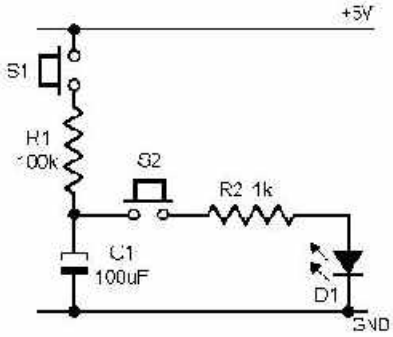
1- باستخدام أجهزة الآفوميتر تأكد من عمل المفتاح المفصلي الكهربائي ولاحظ الشكل الآتي، حدد نقاط التوصيل الداخلة والخارجة

2- أحد طلبة فرع الميكاترونكس نفذ توصيل مفتاح نوع المفصلي الكهربائي toggle switch لسيارة وهو مفتاح إضافي لتشغيل مكبر صوت amplifier ومازج mixer. تتبع الخطوات التي قام بها.

3- باستخدام أجهزة الآفوميتر تأكد من عمل المفتاح الذي يعمل بالضغط ولاحظ الشكل الآتي، حدد نقاط التوصيل الداخلة والخارجة.

4- نفذ التمرين الآتي عملياً. المفتاحان يسيطران على إضاءة المصباح (D1) وهو نوع من الثنائيات يدعى بثنائي الانبعاث الضوئي سوف نتطرق إلى دراسته في الوحدة الأولى من الباب الثاني.





5- توجد أنواع أخرى للمفتاح المفصلي الكهربائي، لاحظ الشكل أدناه هي:

Single Pole Single Throw (SPST) مفتاح مفصلي كهربائي أحادي القطب أحادي الرمية.

Single Pole Double Throw (SPDT) مفتاح مفصلي كهربائي أحادي القطب مزدوج الرمية.

Dual Pole Dual Throw (DPDT) مفتاح مفصلي كهربائي مزدوج القطب مزدوج الرمية.

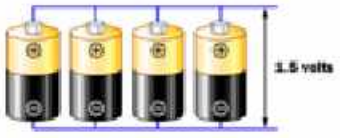
SPST

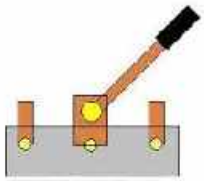
SPDT

DPDT

نشاط

لديك مفتاح مفصلي نوع SPDT وعشرة مصابيح 1.5V وبطاريات موصلة على التوازي، نفذ دائرة كهربائية لإضاءة وإطفاء المصابيح بالدائرتين.





التمرين الثاني

المفاتيح الكهربائية المفتاح الدوار Rotary Switch ومفتاح القصبة المغناطيسية Magnetic Reed Switch

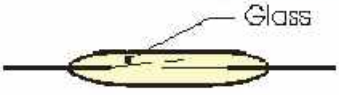
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2 - متسعات كيمياوية مختلفة السعة والفولتية.
3- مفاتيح دوارة متنوعة، مفاتيح القصبة المغناطيسية.
3 - مجهز قدرة V (12 – 0).
4 - حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
5- لوحة توصيلات Breadboard .

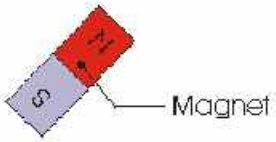
خطوات العمل

1- باستخدام أجهزة الآفوميتر تأكد من عمل المفتاح الدوار ولاحظ الشكل الآتي، حدد نقاط التوصيل الداخلة والخارجة. (المفتاح الدوار نوع من المفاتيح الكهربائية تستعمل في الدوائر التي تحتوي على أكثر من حالة تشغيل مثلاً عند تحديد ثلاثة سرع مختلفة للمروحة الكهربائية.

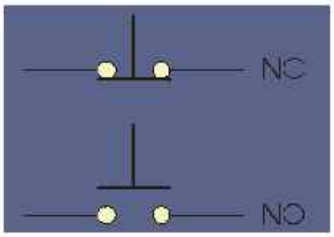
2- باستخدام أجهزة القياس تأكد من فحص مفتاح القصبة المغناطيسية (يعتمد عمل مفتاح القصبة المغناطيسية على مبدأ الحث المغناطيسي سواء كان المغناطيس دائم أو مغناطيس كهربائي موضوع بجوار قطع معدنية من الحديد المطاوع رفيعة جداً تدعى بالقصب Reeds موضوعة في غلاف زجاجي محكم الغلق (Sealed) في الوضع الاعتيادي تكون التوصيلات في حالة فتح وتغلق بوجود المجال المغناطيسي.



3- قرب مغناطيس من مفتاح القصبة المغناطيسية وسجل الظاهرة.



4- في معظم المفاتيح الكهربائية تجد الحروف NOو NC كما موضح بالشكل الآتي، تتبع عدد من هذه المفاتيح وحدد هذه النقاط .



Normally Closed -NC

Normally Open -NO

5- تتبع مقياس سرعة مركبة وحدد مفتاح القصبة المغناطيسية واستعن بالشكل الآتي:

نشاط

استخدم مفتاح دوار لتشغيل أربعة سماعات لمركبة تعمل كل سماعتين بتدوير المفتاح في كل حالة.

التمرين الثالث

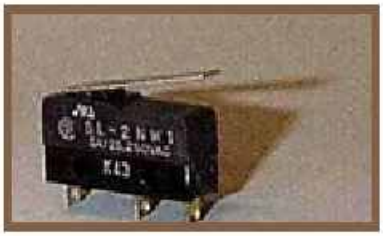
المفاتيح الكهربائية: مفتاح ذو حركة سريعة Snap Switch - مفتاح رزمة مزدوج Dual DIP (Inline Package - مفتاح الإمالة الزئبقي (Mercury Tilt – Over)

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2 - متسعات كيمياوية مختلفة السعة والفولتية.
3- مفتاح ذو الحركة السريعة، مفتاح رزمة مزدوج ومفتاح الإمالة الزئبقي.
4 - مجهز قدرة V (12 – 0).
5 - حقيبة أدوات إلكترونية واسلاك توصيل
6- لوحة توصيلات Breadboard.

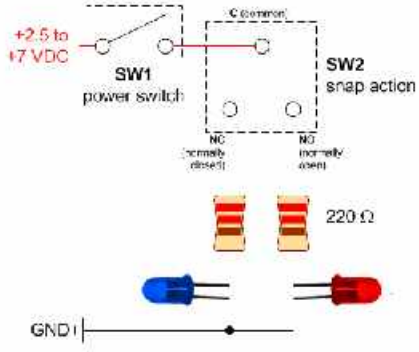
خطوات العمل

1- باستخدام أجهزة الأفوميتر تأكد من عمل مفتاح الحركة السريعة (Snap Switch) لاحظ الشكل الآتي، حدد نقاط التوصيل الداخلة والخارجة. (إن عمل مفتاح (Snap) يشبه في الواقع مفتاح كهربائي يعمل بالضغط (Pushbutton) بحيث يتحسس زر الظق بوساطة تأثير العتلة (Lever).



2- للمفتاح Snap أشكال مختلفة موضحة بالشكل الآتي، ميز بينها وتأكد من عملها باستخدام الآفوميتر.

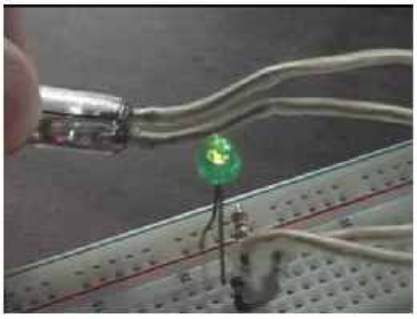
3- نفذ الدائرة الكهربائية لتشغيل عنصري إضاءة باستخدام المفتاح Snap مستعيناً بالشكل المجاور.



4- يعتبر مفتاح الإمالة الزئبقي من المفاتيح الدقيقة (Micro Switches) يتكون من واحد أو أكثر من موصل كهربائي موضوع داخل غلاف زجاجي يحتوي على الزئبق وعندما يميل المفتاح من موقعه باتجاه معين سوف يلامس الزئبق الموصلات الكهربائية فيتلامسان وتغلق الدائرة الكهربائية فيتدفق التيار الكهربائي وأحد استعمالاته في إضاءة صندوق العربات أثناء رفع الصندوق إلى الأعلى.

5- مفتاح الرزمة المزدوج DIP من المفاتيح الكهربائية اليدوية مكونة من مجموعة من مفاتيح موضوعة في حزمة ومصممة بحيث تستخدم على لوحة الدائرة المطبوعة (Printed Circuit Board) مع مكونات إلكترونية أخرى ومن فوائد هذه المفاتيح تبديلها بسهولة.

نشاط



لديك مفتاح إمالة زئبقي ومصباح 3V ومقاومة 100Ω نفذ دائرة عملية لتشغيل المصباح وإطفائه على لوحة التوصيلات

التمرين الرابع

التدريب على استخدامات المرحلات (Relays) بأنواعها في الدائرة الكهربائية.

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

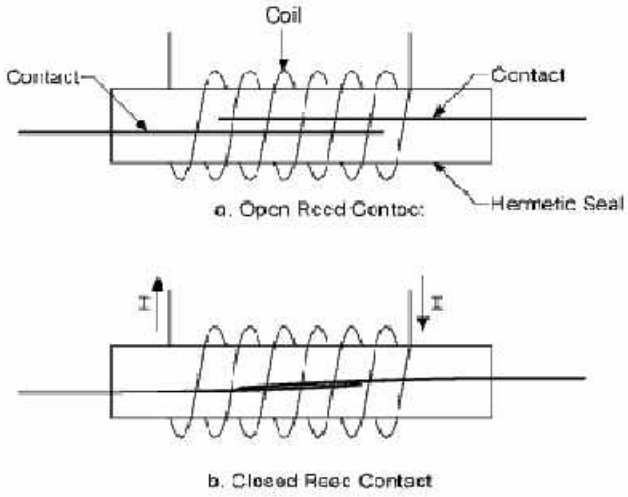
1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2- مصابيح إنارة، مرحلات مختلفة.
3- مجهز قدرة V (30 - 0 - 30)، مجهز قدرة للتيار المتناوب.
4- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
4- لوحة توصيلات Breadboard .

خطوات العمل

1- المرحلات: هي مفاتيح يتم تفعيلها كهربائياً وتوجد ثلاثة أنواع من المرحلات منها المرحلات الميكانيكية (Mechanical Relays) فعند مرور تيار في ملف المرحل يتكون مغناطيس كهربائي يجذب نقاط التماس للمرحل فيتغير وضعها من حالة إلى أخرى والتماس المتحرك مزود بنابض يعيد نقاط التماس إلى حالتها الأصلية عندما يتوقف تدفق التيار المار عبر ملف المرحل، وكما موضح بالشكل أدناه. تأكد من عمل المرحلات بالاستعانة بأجهزة الفحص.

تصمم المرحلات الميكانيكية بشكل عام من أجل التيارات الكهربائية العالية التي تتراوح ما بين A(2-40) ولكونها بطيئة الاستجابة (وهذا حال غالبية الأنظمة الميكانيكية بشكل عام) فتستخدم لفترات زمنية للتوصيل والقطع طويلة نسبياً من ms (100- 10) (وحسب استجابة المرحل الميكانيكي المستخدم). يجب هنا الانتباه إلى أنه هنالك حدود لاستخدامات المرحلات الميكانيكية فهي تتلف نقاط التماس بسبب الشرارات الكهربائية المتولدة أثناء الغلق والفتح بالتيارات العالية. توجد أنواع مختلفة للمرحلات الميكانيكية منها SPST، SPDT ، DPDT .

2- النوع الثاني من المرحلات هي المرحلات القصبية (Reed Relays) تتكون من زوج من القصبات (وهي عبارة عن شرائح معدنية مرنة) تتلامس مع بعضها عند مرور التيار الكهربائي في ملف محيط بها كما موضح بالشكل الآتي: تأكد من عمل المرحلات بالاستعانة بأجهزة الفحص.



تستخدم المرحلات القصبية في أغلب التطبيقات متوسطة التيارات من A(1 – 0.5) ومن أنواع المرحلات القصبية نوع SPST فقط.

3- المرحلات المصنوعة من أشباه الموصلات (Solid – State Relay)

وتسمى أيضاً مرحلات الحالة الصلبة، وتتكون من عناصر إلكترونية مصنوعة من مواد شبه الموصلة هي الثنائيات والترانزستورات والثايرستور والترايك سنأتي على ذكرها في الفصول القادمة، تعمل هذه المرحلات على تشغيل وإطفاء حمل موصل إلى مصدر التيار المتناوب (مصدر فولتية عالية) بوساطة دوائر إلكترونية تعمل على فولتيات مستمرة قليلة بين V (25 -5) وتمتاز بالسرعة العالية للاستجابة.

4- تصنف المرحلات على أساس حجمها ومن هذه الأنواع

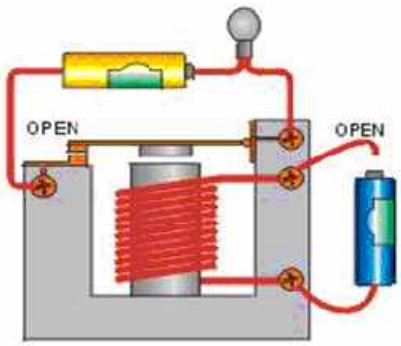
أ- المرحلات الصغيرة

تصمم لتوصيل وفصل التيارات الكبيرة نسبياً، تعمل ملفاتها بجهد مستمر (DC) أو بجهد متناوب (AC). القيم النموذجية لجهود التفعيل المستمرة (DC) هي V(6،12 ، 24)، إما مقاومات ملفات المرحلات فهي على الترتيب Ω (40،160 ، 650)، وبالنسبة للمرحلات المتناوبة (AC) فجهود تفعيلها V(110،220 ،240)، ومقاومات ملفات المرحلات على الترتيب Ω (3400-13600). تتراوح سرعة الفتح والغلق في هذه المرحلات بين ms (100 – 10) إما تيارات نقاط التماس فتتراوح بين A(40 - 2).

ب- المرحلات الدقيقة

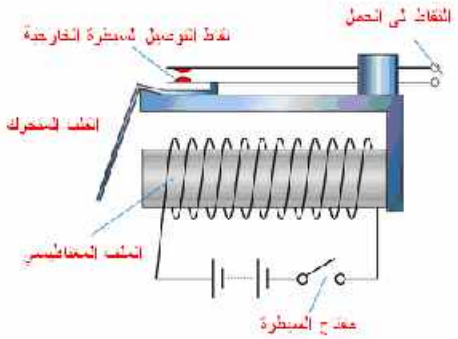
تصمم من أجل حساسية أعلى ومستويات تيار أقل من المرحلات الصغيرة وتعمل هذه المرحلات بجهد مستمر ولكنها يمكن أن تستخدم للتوصيل والفصل في دوائر التيار المتناوب وتعمل بفولتيات مستمرة هي V(5،6 ،12 ،24) ،وتتراوح مقاومات ملفاتها بين Ω (50،3000).

5- نفذ عملياً الدائرة الموضحة بالشكل المجاور: طريقة السيطرة على إنارة مصباح من خلال الحث المغناطيسي المتولد في القلب عن طريق مجهز قدرة.



نشاط

نفذ الدائرة الموضحة بالشكل المجاور عملياً للسيطرة على حمل خارجي.



أسئلة الفصل الرابع

1 – عدد أنواع المفاتيح الكهربائية؟

2- اشرح مع الرسم المفتاح المفصلي.

3- وضح مع الرسم المفتاح الذي يعمل بالضغط.

4- ارسم دائرة كهربائية توضح استخدام المفتاح المفصلي.

5- كيف يعمل مفتاح القصبة المغناطيسية.

6- ماهي مميزات مفتاح الإمالة الزئبقي؟ أعطِ تطبيق عملي لذلك.

7- ما هي مميزات المرحلات الدقيقة؟

8- اشرح مع الرسم المرحلات الميكانيكية؟

9- وضح استخدام المرحلات الصغيرة.

10- اشرح بالتفصيل المفاتيح SPST، SPDT، DPDT .

11- ارسم دائرة كهربائية توضح استخدام مفتاح ذو الحركة السريعة SNAP.

12- اشرح مفتاح ذو الرزمة المزدوجة.

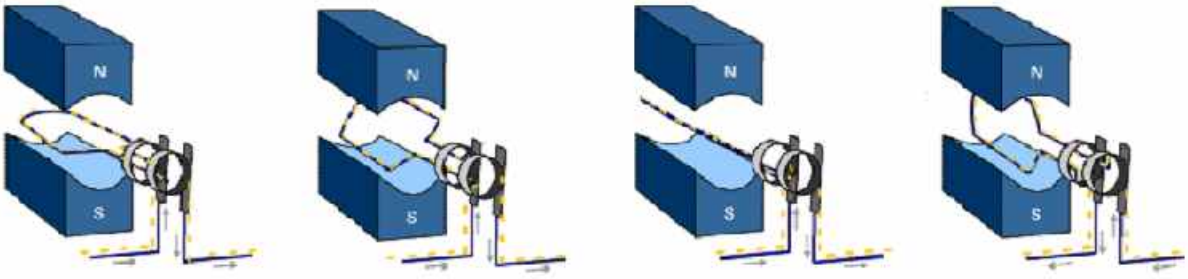
الفصل الخامس
دوائر التيار المتناوب
ELTERNATING CURRENT CIRUITS

دوائر التيار المتناوب Electrical Switches

تعتبر البطاريات مصادر كهربائية غالية الثمن وتستخدم عند الحاجة إلى فولتيات واطئة وهذا غير ملائم لتشغيل الأجهزة الكهربائية المنزلية، معظم هذه الأجهزة ولسبب اقتصادي تستخدم التيار المتناوب (AC).

القوة الدافعة الكهربائية

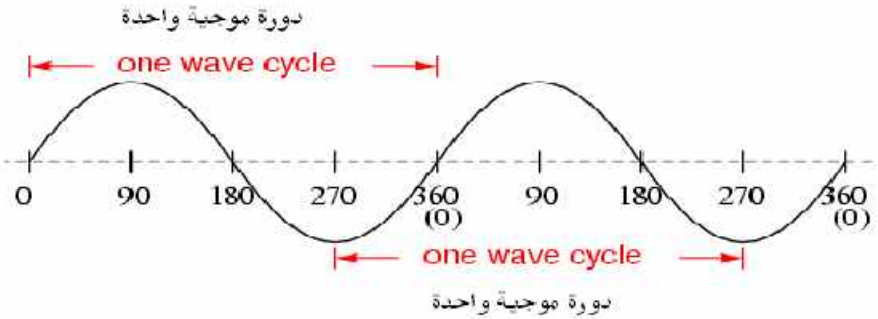
عند دوران حلقة من موصل بسرعة ثابتة داخل مجال مغناطيسي بين قطبي مغناطيس (القطب الشمالي والقطب الجنوبي) تتولد فولتية متناوبة بين نهايتي الحلقة. لاحظ الشكل (5 – 1).



شكل 5 – 2 تولد فولتية متناوبة

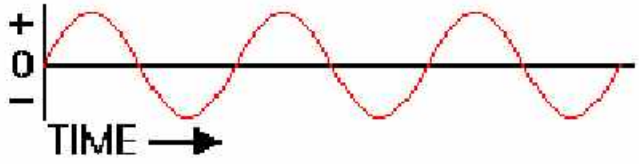
1- سرعة قطع الحلقة للمجال المغناطيسي.
2- شدة المجال المغناطيسي.
3- طول السلك (الحلقة).

دورة واحدة للحلقة تولد نبذبة واحدة للفولتية المتناوبة. الفولتية المتناوبة تولد تياراً متناوباً، تدفق (Flow) الإلكترونات يبدأ من الصفر ويزداد إلى القيمة العظمى ثم يقل إلى الصفر من جديد وينعكس هذا التدفق فيزداد بالاتجاه المعاكس ويعود إلى الصفر مرة أخرى، تعاد هذه النبذبة لحين توقف التدفق والشكل (5 – 2) يوضح موجة كهربائية تدعى بالموجة الجيبيه.



شكل 5 – 2 تكرار تذبذب الموجة الجيبيه

الوقت (Time) بين قيمتين متشابهتين على الذبذبة يدعى بالفترة (Period) ويرمز له T، لاحظ الشكل (5 – 3).

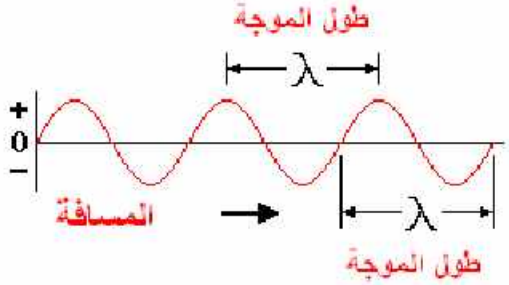


شكل 5 – 3 موجة جيبيه

عدد الفترات أو الذبذبات في الثانية الواحدة تسمى بالتردد (Frequency) ويرمز له f. وحدة قياس التردد هي الهرتز Hertz ويرمز له Hz نسبة إلى العالم الفيزيائي – Heinrich Hertz 1894 (1857)، فإذا كان التردد f=50 Hz يعني وجود 50 ذبذبة في الثانية.

تتغير موجة التيار المتناوب مع الزمن لذلك نحتاج في بعض الأحيان معرفة مسافة الذبذبة الواحدة للموجة، وتتحرك الإشارات الكهربائية عبر الأسلاك بسرعة الضوء تقريباً وهي m/s (3×10^8) ويرمز لها بالحرف (C) وكما نعلم إن تردد الموجة (f) بالهرتز (Hz) أو ذبذبة / ثانية ومن قسمة c / f نحصل على مقدار بالوحدة (متر) الذي نريد معرفته وهو طول الموجة ويرمز له بالحرف الإغريقي (λ) (لمدا).

نلاحظ إن طول الموجه يشبه كثيراً الوقت T عدا إن وحدة قياس طول الموجة هي وحدة مسافة ووحدة قياس الوقت هي الزمن، لاحظ الشكل (5 – 4).



شكل 5 – 4 طول الموجة

التمرين الأول

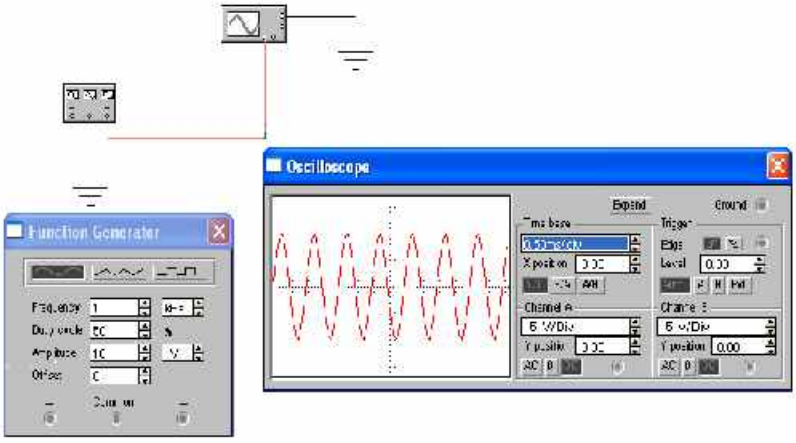
دوائر التيار المتناوب – دائرة توالي مكونة من مقاومة ومتسعة.

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز راسم إشارات، جهاز مولد دالة F.G.
2- مقاومات كربونية متنوعة ومتسعات كهربائية متنوعة.
3- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
4- لوحة توصيلات Breadboard.

خطوات العمل

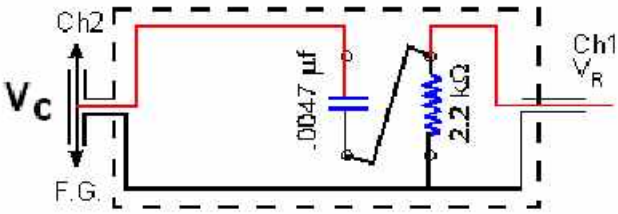
1 - باستخدام أجهزة الآفوميتر تأكد من صلاحية المقاومات.
2 - نفذ الدائرة الآتية عملياً على لوحة التوصيلات.

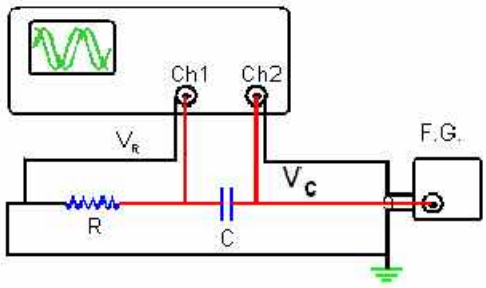


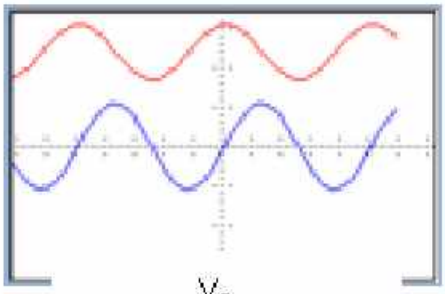
3- سجل مقدار كل من Vp، vpp ، T ، f .
4- ضع موجة جيبيه القيمة العظمى 20 فولت والتردد 10 كيلو هرتز.
5- تأكد من القيمة الفعالة r. m. s بتحويل المفتاح من GN إلى DC لجهاز راسم الإشارات.

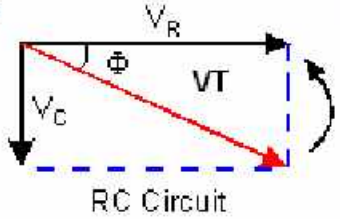
القيمة الفعالة للفولتية $r.m.s = VP \times 0.707$

6- احسب معدل القيمة الموجة الجيبيه.
7- من مولد الدالة قم باختيار الموجات المربعة وسن المنشار واحسب السعة والتردد.
8- نفذ الدائرة الآتية على لوحة التوصيلات. حدد فولتية المصدر من مولد الدالة 1 KHz / $5V_{PP}$.









9- ارسم شكل الموجة على طرفي كل من المقاومة والمتسعة.
10- احسب عدد الخطوط الصغيرة على الإحداثي السيني(التقسيمات) DIVITION بين الموجتين و هذا يمثل فرق الطور بين الموجتين.
11- ارسم الشكل الاتجاهي بين فولتية المقاومة وفولتية المتسعة.
12- بتطبيق قانون فيثاغورس أوجد الفولتية الكلية V_T.

$$V_T = \sqrt{V_C^{\,2} + V^2{}_R}$$

13- قم بإعادة التمرين بتغيير تردد الموجة الداخلة من 1 kΩ إلى 10 KΩ.
14- احسب الممانعة السعوية Xc عندما يكون تردد الموجة الداخلة 1 kΩ.

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

15- احسب الممانعة الكلية Z بالاستعانة بالقانون التالي:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C{}^2}$$

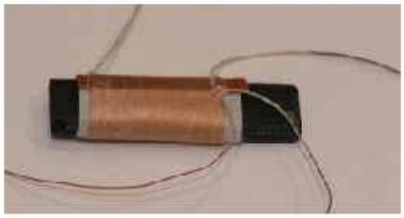
نشاط

اثبت إن التيار والفولتية في المقاومة بنفس الطور والتيار يتقدم عن الفولتية بالمتسعة.

الملفات واستخداماتها في دوائر التيار المتناوب

يدعى الملف (المحث) (Coil) أو (Inductor) وهو عبارة عن سلك معزول ملفوف إما على قلب معدني أو قلب من الفرايت أو يلف على أسطوانة من الكارتون ويدعى ملف ذو القلب الهوائي. يعارض الملف كل تغير في التيار المتناوب ويرمز له ⎓ بشكل عام. والمحاثة هي L وتقاس بالهنري (Henry)، H نسبة إلى العالم [JOSEPH HENRY 1818 -1797]، لاحظ الشكل (5 – 5).

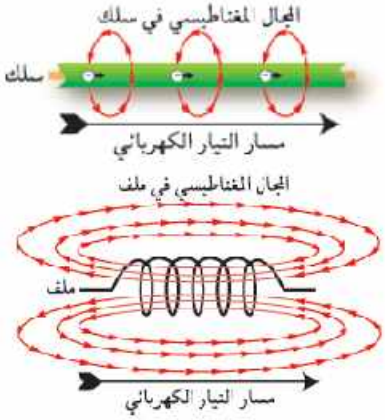
ملف ذو قلب معدني



ملف ذو قلب فرايت

ملف ذو قلب هوائي

شكل 5 – 5 أنواع متنوعة من الملفات



عندما يتدفق التيار خلال سلك بطول معين أو ملف يتولد مجالاً مغناطيسياً حوله، لاحظ الشكل (5 - 6). تكتب قيمة المحاثة على الملفات كما في المقاومات والمتسعات وفي الملفات المستخدمة في دوائر الاتصالات اللاسلكية توضع نقاط ملونة عليها، ولهذه الألوان نفس القيم التي تعلمتها عزيزي الطالب في قراءة المقاومات الملونة للحلقة الأولى والثانية ويكون الرقم الثالث القسمة على 10 للون الذهبي والقسمة على 100 للرقم الفضي ويكون ناتج القيمة بالمايكرو هنري والجدول (5 – 1) يوضح بعض هذه القيم.

شكل 5 – 6 مجال مغناطيسي متولد حول سلك وملف

جدول 5 – 1 قراءة الملفات

L (µH)	Max DC Current (mA)	Color Code		
		1st	2nd	3rd
0.22	—	Red	Red	Silvr
0.47	—	Yel	Vio	Silvr
1	330	Brn	Blk	Gld
2.2	320	Red	Red	Gld
10	300	Brn	Blk	Blk
56	250	Grn	Blu	Blk
150	130	Brn	Grn	Brn
560	80	Org	Wht	Brn
1000	50	Brn	Blk	Red

التمرين الثاني

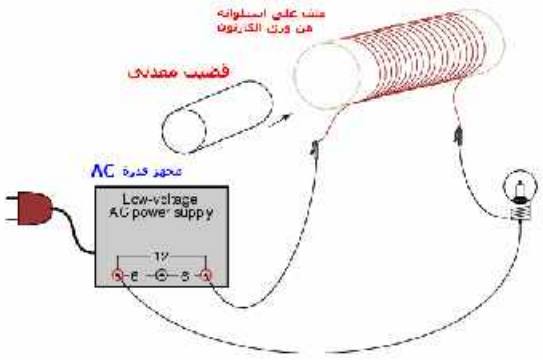
دوائر التيار المتناوب – دائرة توالي مكونة من مقاومة وملف.

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز راسم إشارات، جهاز مولد دالة F.G.
2- مقاومات كربونية متنوعة وملفات متنوعة.
3- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
4- لوحة توصيلات Breadboard .

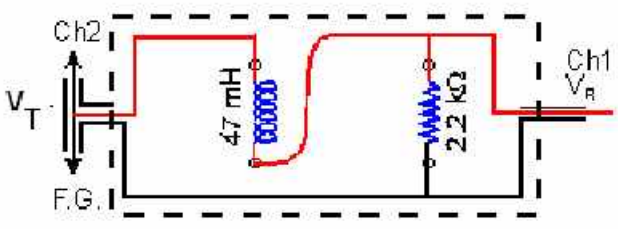
خطوات العمل

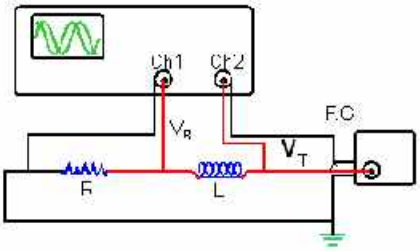
1 - باستخدام أجهزة الآفوميتر تأكد من صلاحية المقاومات والملفات. أقرأ قيمة الملفات.
2- لديك مجموعة من الملفات، كيف يمكنك التمييز بينها، دون ذلك مع رسم رمز كل منها ونوع الاستخدام. استعن بمدرس المادة.

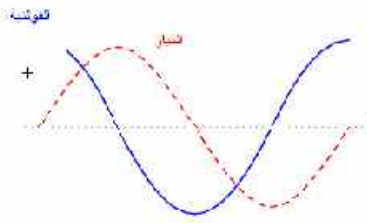


3- على قطعة كارتون على شكل أسطوانة، اصنع ملف من 30 لفة ونفذ الدائرة التالية. غير مجهز القدرة AC من V (6 – 0) ادخل القلب الحديدي وسجل الظاهرة.

4- وصل جهاز مولد الدالة مع جهاز راسم الإشارات واختر موجة جيبيه 4V/1KHz وجهز الدائرة أدناه والمكونة من ملف ومقاومة.







5- ارسم شكل الموجة على طرفي كل من المقاومة والملف.
6 - يتأخر التيار عن الفولتية في الملف.
7- احسب عدد الخطوط الصغيرة على ألإحداثي السيني (التقسيمات) بين الموجتين و هذا يمثل فرق الطور بين الموجتين.
8- بتطبيق قانون فيثاغورس أوجد الفولتية الكلية V_T

$$V_T = \sqrt{V_L^{\,2} + V^2{}_R}$$

9- قم بإعادة التمرين بتغيير تردد الموجة الداخلة من 1 kHz إلى 10 kHz.
10- احسب الممانعة الحثية X_L عندما يكون تردد الموجة الداخلة 1 kHz.

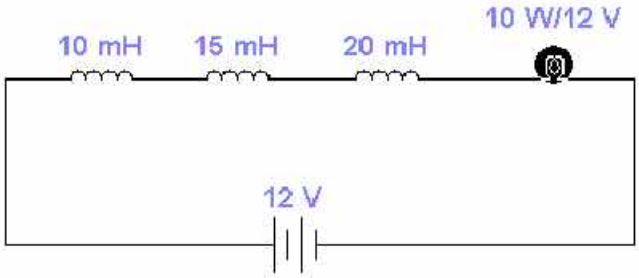
$$X_L = 2\pi f L$$

11- احسب الممانعة الكلية Z بالاستعانة بالقانون التالي:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^{\,2}}$$

نشاط

1- ابن عملياً الدائرة الكهربائية التالية: سجل المحاثة لكل ملف باستخدام جهاز قياس المحاثة، احسب المحاثة الكلية بالاستعانة بما يلي:



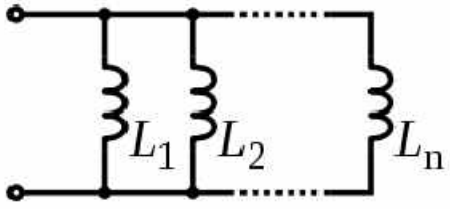
$\mathbf{L_t = L_1 + L_2 + L_3}$

2- ابن عملياً الدائرة الكهربائية المكونة من أربع ملفات على التوازي

L_1= 40 Mh
L_2 =2 0mh
L_3=60 mh
L_4=100 MH

افحص الملفات بجهاز الأميتر وقس قيمة كل ملف بوساطة جهاز RLC وأوجد قيمة المحاثة الكلية.

$$\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \cdots + \frac{1}{L_n}$$



3- من صندوق الملفات حقق القيم المطلوبة الآتية:

500MH، 90 MH، 1200 MH،1500 MH

4- ارسم الشكل الاتجاهي لدائرة توالي مكونة من ملف ومقاومة.

المحولات الكهربائية Electrical Transformers

توجد عدة أنواع من المحولات منها:

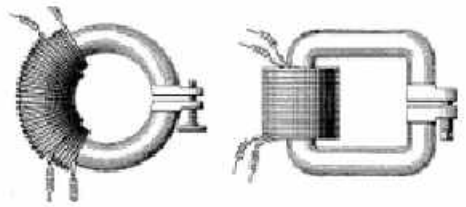
1- محولة الفولتية 2- محولة التيار 3- محولة القدرة

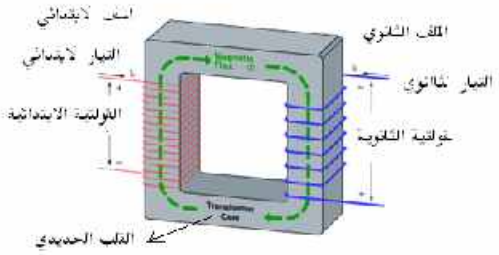
المحولة: عبارة عن وسيلة لرفع أو خفض قيم معينة من الفولتية أو التيار أو القدرة حسب نوع المحولة.

التركيب الداخلي

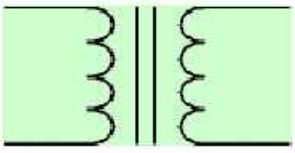
1- الملف الابتدائي: عبارة عن ملف من أسلاك نحاسية ملفوفه حول قلب معين إما يكون من الهواء أو الحديد يوصل إلى المصدر الكهربائي.

2- الملف الثانوي: عبارة عن ملف من أسلاك نحاسية حول نفس القلب ويختلف عدد لفات الملف الثانوي عن الملف الابتدائي حسب الحاجة ونوع الاستخدام، يوصل الملف الثانوي إلى الحمل مثل مصباح كهربائي أو جرس كهربائي أو جهاز ألعاب أو أي جهاز كهربائي آخر وبعض المحولات تتكون من عدد من الملفات الثانوية وقد توضع هذه الملفات الواحدة فوق الأخرى. لاحظ الشكل (5 - 7).





شكل 5 – 7 محولات مختلفة



رمز المحولة

الملف الابتدائي والملف الثانوي غير موصلان كهربائياً ولكنهما مرتبطان بالحث ويدعى هذا بالحث المتبادل (Mutual Inductance). ويرمز للمحولة كما في الشكل المجاور.

تتنوع صناعة المحولات حسب نوع القلب (core) ونوع الاستخدام المطلوب فالمحولات ذات القلب الهوائي والفرايت تنقل التيارات بالترددات الراديوية والواطئة بينما المحولات ذات القلب الحديدي هي عبارة عن مجموعة من الصفائح الرقيقة المعزولة لتركيز المجال المغناطيسي وتحسين الكفاءة والتقليل من ارتفاع درجات الحرارة. لاحظ الشكل (5 – 8).

شكل 5 – 8 محولة ذات قلب حديدي

التمرين الثالث

المحولات الكهربائية وإيجاد نسبة التحويل

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز راسم إشارات، جهاز مولد دالة F.G.
2- محولات كهربائية رافعة وخافضة (محولات قدرة).
3- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
4- لوحة توصيلات Breadboard.

خطوات العمل

1- افحص المحولة بجهاز الأوميتر وميز بين المحولة الرافعة والمحولة الخافضة عملياً.
المحولة الخافضة: هي المحولة التي يكون فيها عدد الملفات الثانوية أقل من عدد الملفات الابتدائية أي أن مقاومة الملف الابتدائي أكبر من مقاومة الملف الثانوي والمحولة الرافعة: هي المحولة التي يكون فيها عدد الملفات الثانوية أكبر من عدد الملفات الابتدائية أي إن مقاومة الملف الثانوي أكبر من مقاومة الملف الابتدائي.

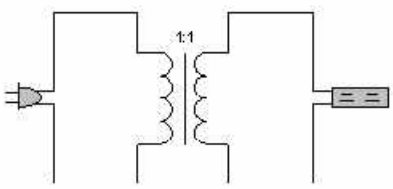
2- ميز بين محولة الخرج (محولة السماعة مثلاً) والتي تستخدم في الأجهزة الصوتية تصنع من قلب من برادة الحديد أو الفرايت والتي توضع بين السماعة ومكبر الخرج للصوت ومحولة القيادة عملياً [تكون مقاومة الملف الثانوي لمحولة الخرج أقل من مقاومة الملف الثانوي لمحولة القيادة].

3- باستخدام الفولتميتر افحص المحولة 220V/6V .

4 - باستخدام الفولتميتر، افحص المحولة 220V/ 12V

حدد الملف الابتدائي والملف الثانوي. تذكر عزيزي الطالب إن الأسلاك السميكة تمثل الملف الابتدائي والأسلاك التي أقل منها سمكاً هي تمثل الملف الثانوي.

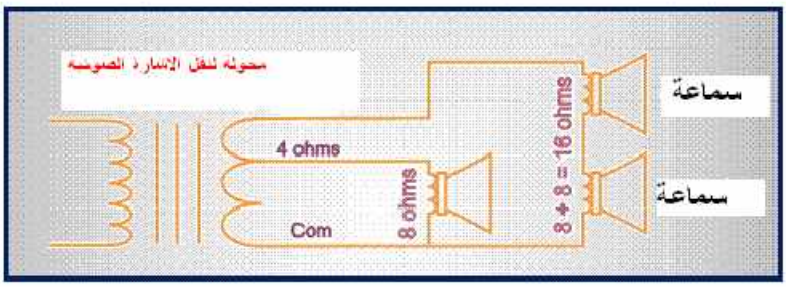
5- اقرأ مقاومة الملف الابتدائي والثانوي لمحولة نسبة التحويل فيها 1:1. سجل مقاومة الملف الابتدائي والملف الثانوي [تدعى هذه المحولات بمحولات العزل وتستخدم للحماية من الصدمة الكهربائية لأن الملف الثانوي يكون معزولاً عن الأرضي. لاحظ الشكل المجاور.



6- نفذ تأسيس محولة عزل في الورشة التي تعمل فيها وتأكد من الفولتيات الداخلة والخارجة بالاستعانة بالمسؤول عن تدريبك.

نشاط

نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الآتي واربط مولد دالة في الملف الابتدائي للمحولة وغير التردد وفولتية الإشارة الداخلة وسجل الظاهرة.



أسئلة الفصل الخامس

1 - على ماذا تعتمد الفولتية المتولدة من مولد كهربائي؟

2 - ما هو الملف؟ وما وحدة قياسه؟

3 - عرف الممانعة الحثية والسعوية، وما وحدة كل منها؟

4 - اذكر العلاقة بين التيار والفولتية لمقاومة في دائرة تيار متناوب؟

5- اشرح مع الرسم توصيل مقاومة وملف بالتوالي بدائرة تيار متناوب. وضح الرسم الاتجاهي.

6- ما هي العلاقة بين التيار والفولتية لمتسعة موصلة بالتيار المتناوب؟

7- ما المقصود بنسبة التحويل للمحولة الكهربائية؟

8- عرف المحولة ومما تتكون. وما المقصود بالمحولة المثالية؟

9- عدد طرائق توصيل الملفات. اشرح مستعيناً بالرسم.

10- عرف طول الموجة والتردد للموجة الجيبيه؟

11- كيف يتم حساب تردد موجة جيبيه باستخدام راسم الإشارات؟

الفصل السادس

الثنائيات شبه الموصلة Semiconductor Diodes

المواد شبه الموصلة Simiconductors

تعلمت عزيزي الطالب في كتاب مبادىء الإلكترونيك / الميكاترونكس للمرحلة الاولى إن المواد شبه الموصلة مثل السيليكون Si والجرمانيوم Ge تتحد مع بعض العناصر مثل الزرنيخ والاندیوم لتكون المادة P والمادة N والتي يتم الجمع بينهما لتصنيع جميع المكونات الإلكترونية مثل الثنائيات والترانزستورات والدوائر المدمجة (المتكاملة) والرقاقات (Chips) الإلكترونية في الأنظمة الرقمية.

الثنائيات Diodes

عبارة عن مكونات صلبة مصنوعة من طبقتين من النوع (P) والنوع (N) والتي يمكن صنعها من بلورات السليكون أو الجرمانيوم وطريقة ربط هاتين المادتين تختلف من ثنائي إلى آخر لذا فإن خصائصها وطريقة استعمالها تتغير حسب صنعها ونوعها.

يوجد عدة أشكال للثنائيات وأحجام مختلفة تعتمد على قدرة كل منها، لاحظ الشكل (6 – 1)

شكل 6 – 1 انواع الثنائيات

وتوجد أنواع عديدة من الثنائيات هي:

1- ثنائي (المقوم)، 2- ثنائي زينر، 3- ثنائي الانبعاث الضوئي، 4- الثنائي الذي يتحسس بالضوء، 5- الثنائي النفقي، 6- الثنائي السعوي، 7- ثنائي شوكي.

التمرين الأول

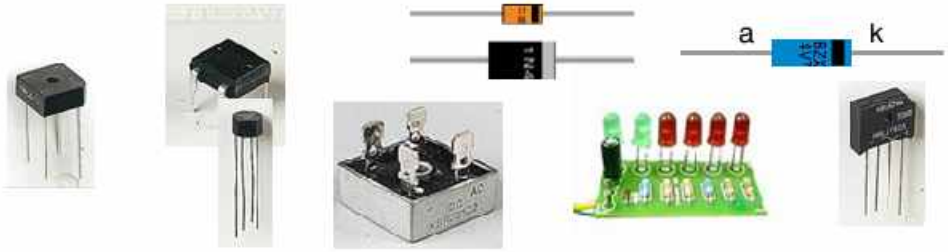
الانحياز الأمامي والعكسي للثنائي

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

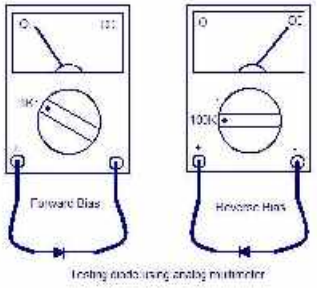
1- جهاز آفوميتر (تناظري) (Analog) ، جهاز آفوميتر (رقمي) (Digital).
2- مجهز قدرة V(12 – 0).
3- ثنائيات مختلفة، مقاومات كربونية مختلفة.
4- لوحة توصيلات (لوحة تنفيذ التمارين) Breadboard .
5- حقيبة أدوات إلكترونية.

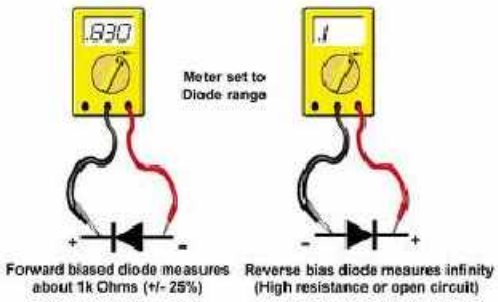
خطوات العمل

1- حدد أنواع الثنائيات الموضحة بالشكل الآتي. استعن بمدرس المادة

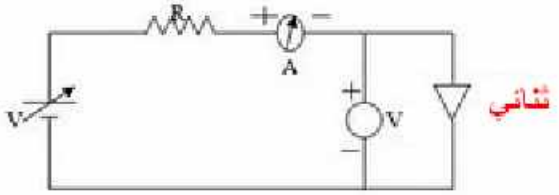


2- افحص الثنائيات الموضحة بالشكل الآتي باستخدام الأفوميتر التناظري والرقمي.





3- نفذ الدائرة العملية الآتية واجد العلاقة بين التيار والفولتية. ارسم منحني الثنائي بالانحياز الأمامي.



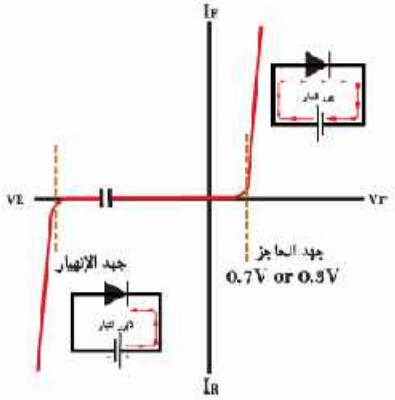
4- غير فولتية البطارية بخطوات كل خطوة 0.1V من V (1 – 0) وسجل التيار المار في الثنائي لكل خطوة.

5 - دون نتائجك في جدول كما موضح أدناه.

Vd	0.1V	0.2V	0.3V	0.4V	0.5V	0.6V	0.7V	0.8V
Id								

6- اقلب الطرف الثاني وضع مجهز قدرة بدل البطارية وغير فولتية المصدر V (30 – 0) لكل خطوة 5V . اقرأ تيار الثنائي في كل خطوة ودون نتائجك في جدول.

7 - ارسم العلاقة بين تيار الثنائي وفولتية الثنائي للانحياز الأمامي والعكسي.



نشاط

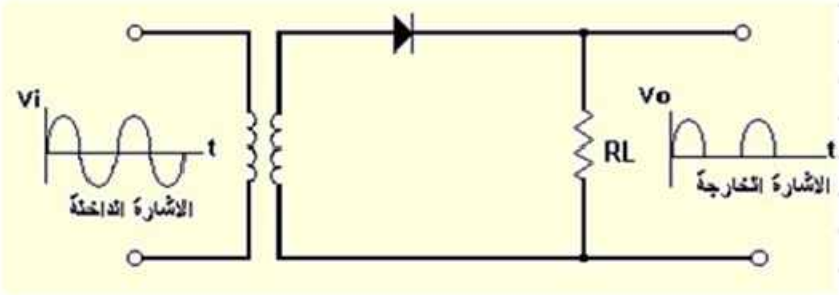
دون أرقام الثنائيات المتوفرة في الورشة واذكر ماذا تعني الأرقام والحروف عليها.

التمرين الثاني

تقويم نصف الموجة والموجة الكاملة Half Wave&Full Wave Rectifier

دائرة تقويم نصف موجة:

من أبسط الدوائر لتقويم اتجاه التيار المتناوب والشكل (6 – 2) يوضح دائرة تقويم نصف موجة بسيطة. إذ تتكون من محولة وثنائي، ومقاومة متصلة على التوالي مع الثنائي.



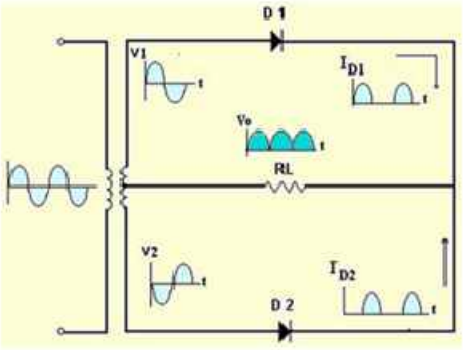
شكل 6 – 2 تقويم نصف الموجة

يعمل المحول الكهربائي على خفض فولتية الدخل (220V / AC) إلى قيمة مناسبة حسب الحاجة. أما المقاومة فتمثل الحمل الكهربائي المطلوب تغذيته بالتيار المستمر، خلال فترة نصف الدورة الموجب يكون الثنائي في حالة انحياز أمامي وفي هذه الحالة يتصرف الثنائي كمفتاح في حالة توصيل (ON)، ويسمح بمرور التيار عبر الحمل وهكذا يمر عبر الحمل نصف الموجة الموجب من موجة الدخل الجيبيه. خلال نصف الدورة السالب يكون الثنائي في حالة انحياز عكسي ويتصرف الثنائي كمفتاح في حالة قطع (OFF) لا يسمح بمرور التيار عبر الحمل وبالتالي لا يمر نصف الموجة السالب في الحمل. عندما يكون الثنائي منحاز عكسياً سيعرض إلى فرق جهد عكسي تساوي قيمته قيمة الذروة لفرق جهد الإدخال ويطلق على فرق الجهد هذا (فولتية الذروة العكسية) Peak Inverse Voltage لذلك يجب اختيار الثنائي بحيث تكون فولتية انهياره أعلى من فولتية الذروة العكسية. تردد الإشارة الخارجة يساوي تردد الإشارة الداخلة في دائرة تقويم نصف الموجة.

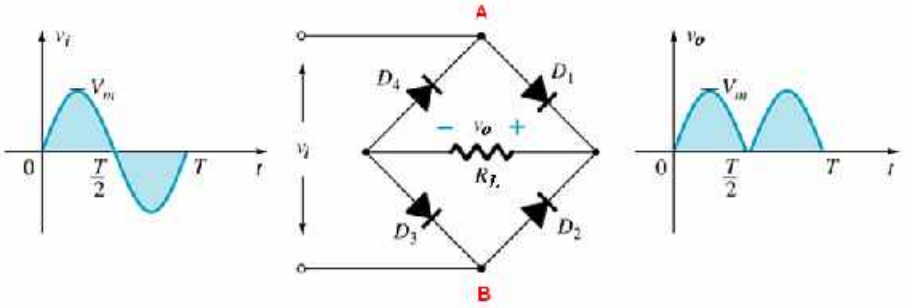
دائرة تقويم الموجة الكاملة

تختلف عن دائرة تقويم نصف الموجة، ففي دائرة تقويم نصف الموجة يجهز الحمل بالتيار خلال نصف الموجة فقط والنصف الآخر يذهب سدى ولو امكننا استغلال النصف الآخر لزادت كفاءة المقوم والحصول على قدرة ذات تيار مستمر أكبر، دائرة التقويم التي تستغل كل الموجة تدعى بدائرة تقويم الموجة الكاملة Full Wave Rectifier لاحظ الشكل (6 – 3) تحتوي هذه الدائرة على ثنائيين يقوم كل منهما بعمل مقوم نصف الموجة. ويميز هذه الدائرة وجود محول ذات نقطة وسطية Center Tap تقسم الملف الثانوي إلى قسمين متساويين وتعد الدوائر التي تستخدم دوائر تقويم الموجة الكاملة أكثر كفاءة من سابقتها.

تكون فولتية الذروة العكسية في مقوم الموجة الكاملة ضعف ما كانت عليه في مقوم نصف الموجة لذلك يجب اختيار الثنائي هذا بحذر أكثر. أما الطريقة الثانية في دوائر تقويم الموجة الكاملة والأكثر كفاءة والتي تستفيد من كامل الموجة الداخلة هي طريقة تقويم قنطرة "Bridge Rectifier" وتتكون من أربع ثنائيات لاحظ الشكل (6 – 4).

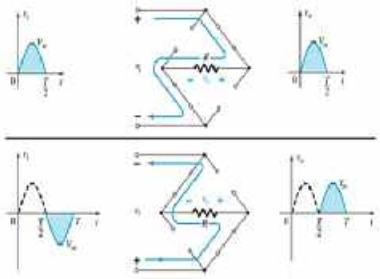


شكل 6 – 3 تقويم موجة كاملة



شكل 6 – 4 دائرة تقويم قنطرة

عندما يكون جهد النقطة A موجباً بالنسبة إلى النقطة B يسري التيار من A خلال الثنائي D_1 إلى مقاومة الحمل R_L ويكمل دورته راجعاً إلى النقطة B عن طريق D_3. وعندما يكون جهد النقطة B موجبة بالنسبة إلى A يسري التيار إلى الحمل من B عن طريق الثنائي D_2 ويكمل دورته راجعاً إلى النقطة A خلال D_4 وهكذا يسري تيار في الحمل في كلا نصفي الموجة وتكون فولتية الذروة العكسية للثنائي في تقويم قنطرة نصف ما هو عليه في دائرة تقويم الموجة الكاملة، لاحظ الشكل (6 – 5)



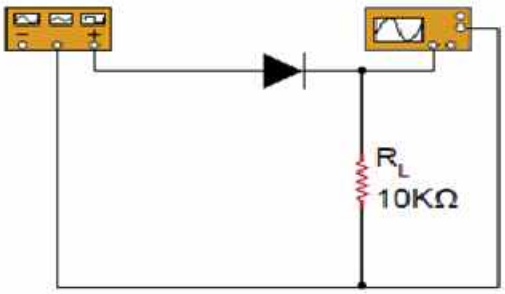
شكل 6 – 5 سريان التيار خلال الحمل لتقويم قنطرة

في دوائر التقويم التي مر ذكرها يجب جعل مركبة التيار المتناوب أقل ما يمكن، لذا يضاف إلى هذه الدوائر عناصر ترشيح لتنعيم (Smoothing) الموجة الخارجة ومنها المتسعة الكيماوية. تردد الإشارة الداخلة يساوي ضعف تردد الإشارة الخارجة في دائرة تقويم الموجة الكاملة.

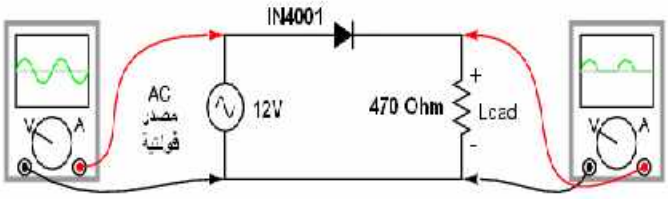
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

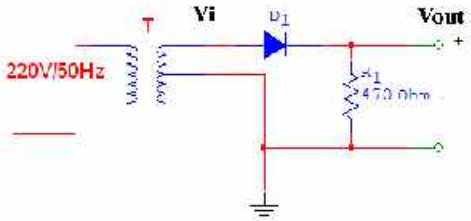
1- جهاز آفوميتر (تناظري) (Analog)، جهاز آفوميتر (رقمي) (Digital).
2- عدد من ثنائيات تقويم، مقاومات كربونية مختلفة.
3- لوحة توصيلات (لوحة تنفيذ) Breadboard
4- محولة 220V/6V مع نقطة وسطية ، محولة 220V/12V .
5- حقيبة أدوات إلكترونية.
6- مولد دالة وجهاز راسم الإشارات.

خطوات العمل

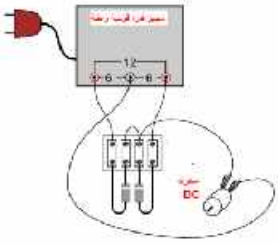


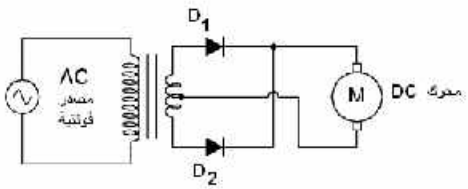
1- افحص الثنائي باستخدام أجهزة الآفوميتر.
2- نفذ الدائرة الإلكترونية لتقويم نصف الموجة والموضحة في الشكل المجاور.
3- قم باختيار موجة جيبيه $2V_{PP}$/1 kHz من مولد الدالة.
4- ارسم شكل الإشارة الداخلة باستخدام راسم الإشارات. اقرأ الفولتية والزمن للموجة ثم احسب التردد.
5- ارسم شكل الإشارة الخارجة باستخدام راسم الإشارات واقرأ فولتية وزمن الموجة الخارجة واحسب ترددها.
6- قارن بين الإشارة الداخلة والخارجة من حيث الفولتية والتردد.
7- قم بإعادة التمرين بوضع محولة 220V/12V وارسم شكل الإشارات الداخلة للملف الثانوي والإشارة الخارجة على طرفي الحمل Ω 470



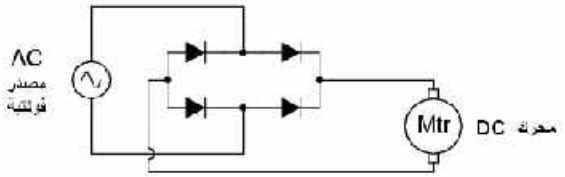


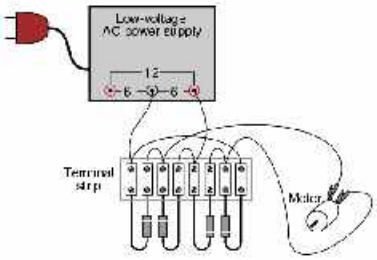
8- قم بتنفيذ التمرين من جديد وضع مقاومة حمل kΩ 1 بدل المقاومة Ω 470 قارن مع التمرين السابق.
9- اقلب اتجاه الثنائي وقم بإعادة التمرين وارسم شكل الإشارة الخارجة على الحمل.
10- نفذ دائرة تقويم الموجة الكاملة على لوحة التوصيلات والموضحة بالشكل الآتي: أرقام الثنائيات IN4001 أو ما يكافئها.



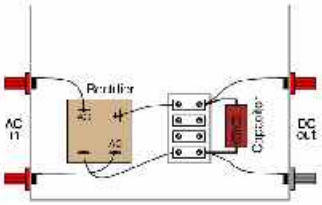


11- باستخدام الآفوميتر اقرأ الفولتية المتناوبة الخارجة من مجهز القدرة.
12- اقرأ الفولتية على طرفي المحرك؟
13- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الآتي:

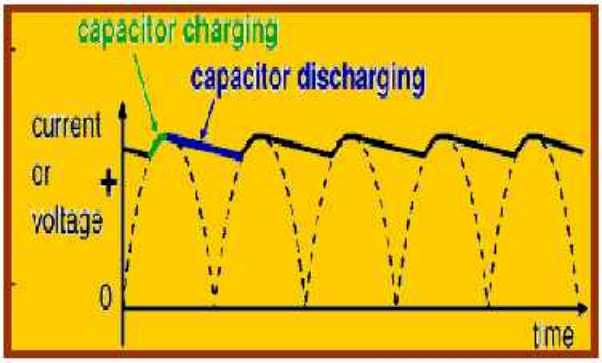




14- ارسم شكل الإشارة الخارجة من دائرة تقويم موجة كاملة باستخدام راسم الإشارات.
15-بدلاً من استخدام أربعة ثنائيات نفذ بناء تقويم موجة كاملة باستخدام وحدة قنطرة كما في الشكل المجاور وسجل الفولتية الداخلة والخارجة، قيمة متسعة الترشيح 100µF/50V



16- ارسم شكل الإشارة الخارجة قبل وبعد وضع متسعة الترشيح.
17- ضع متسعة كيماوية مقدارها 1000 µF بدلاً من المتسعة 100µF وقارن بين الحالتين باستخدام أجهزة القياس والفحص.
18- اثبت عملياً باستخدام راسم الإشارات لتوضيح الأنصاف السلبة للموجات لتقويم نصف الموجة والموجة الكاملة.

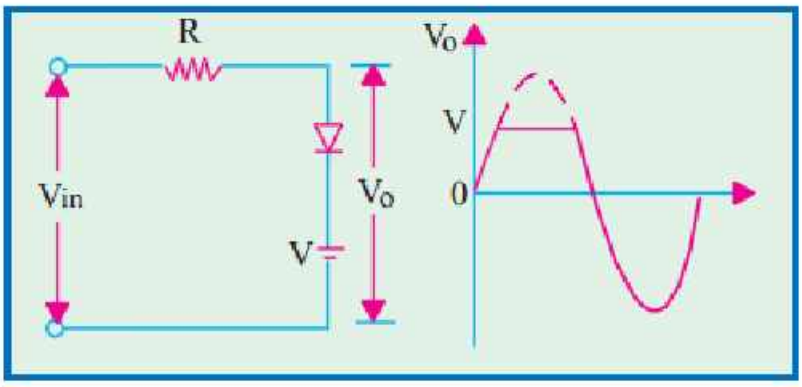


التمرين الثالث

دوائر التقليم Clipping Circuits

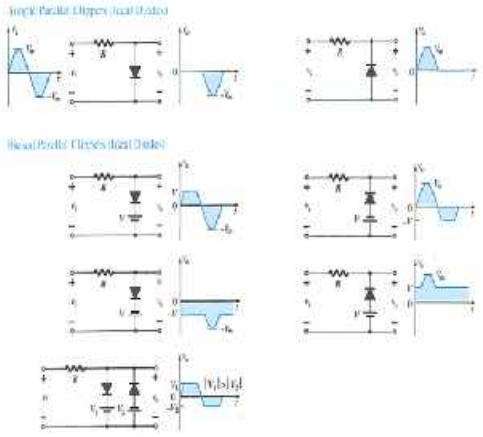
ينتشر استعمالها في تشكيل الموجة Wave – Shaping والشكل (6 – 6) يوضح موجة إخراج لدائرة تقليم ذات موجة دخول جيبيه. نعتبر إن الثنائي مثالي في خواصه أي إن مقاومته صفر بالانحياز الأمامي وما لانهاية بالانحياز العكسي. يكون الثنائي منحازاً عكسياً بسب توصيل الكاثود إلى القطب الموجب للبطارية V، لذلك يكون الثنائي في حالة قطع طالما تكون فولتية موجة الإدخل Vin أقل من V فلا يتغير شكل الموجة الداخلة في الخرج، وعندما تزداد الفولتية Vin عن Vينحاز الثنائي انحيازاً أمامياً

وتصبح مقاومته صفراً (مفتاح ON)فلا يظهر النصف الموجب للموجة كاملاً، وكل ما يظهر هو قيمة البطارية V وتكون الموجة الخارجة مقصوصة عند الحد V. تعمل المقاومة R على حماية الثنائي بالانحياز الأمامي.خلال نصف الموجة الداخلة السالب ينحاز الثنائي انحيازاً عكسياً (مفتاح OFF) فيظهر في الخرج النصف السالب للموجة.



شكل 6 – 6 دائرة تقليم باستخدام الثنائي

ويوضح الشكل (6 -7) دوائر إلكترونية مختلفة لدوائر التقليم الموجب والسالب والاثنان معاً.

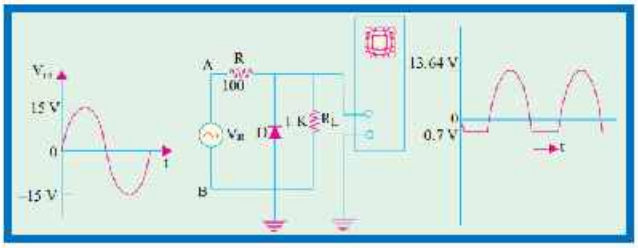


شكل 6 – 7 دوائر التقليم المختلفة

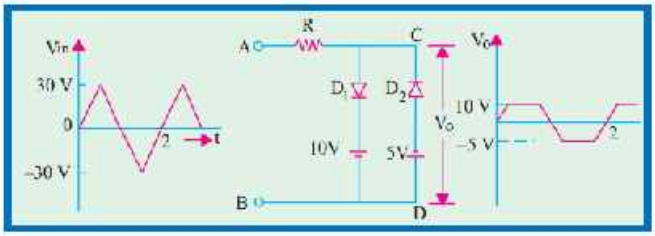
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر (تناظري) (Analog)، جهاز آفوميتر (رقمي)(Digital).
2- عدد من ثنائيات تقويم وثنائي زينر، مقاومات كربونية مختلفة.
3- لوحة توصيلات Breadboard .
4- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
5- مولد دالة، جهاز راسم الإشارات.
6- مجهز قدرة AC V(0 – 100).

خطوات العمل



1- افحص الثنائي باستخدام أجهزة الآفوميتر.
2- نفذ الدائرة الإلكترونية للتقليم والموضحة الشكل المجاور. الثنائي من السيليكون وليس مثالياً.
3- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل أدناه. ارسم شكل الموجات الداخلة والخارجة باستخدام جهاز راسم الإشارات. اقرأ فولتية الموجة الخارجة. غيِّر قيمة فولتية البطارية 10V إلى 5V وقم بإعادة التمرين.
4- اقرأ فولتية الموجة الخارجة عند تغيِّر قيمة فولتية البطارية 10V إلى 5V وقم بإعادة التمرين.
5- غيِّر الفولتية Vin إلى $10V_{PP}$ وقم بإعادة التمرين.



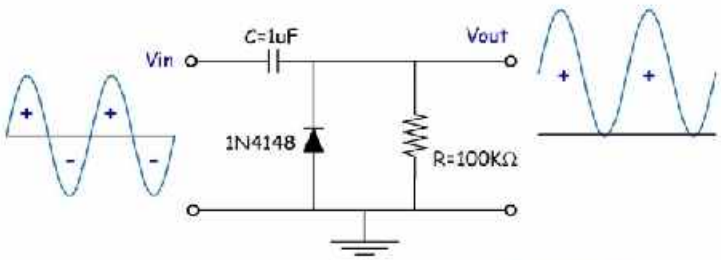
نشاط

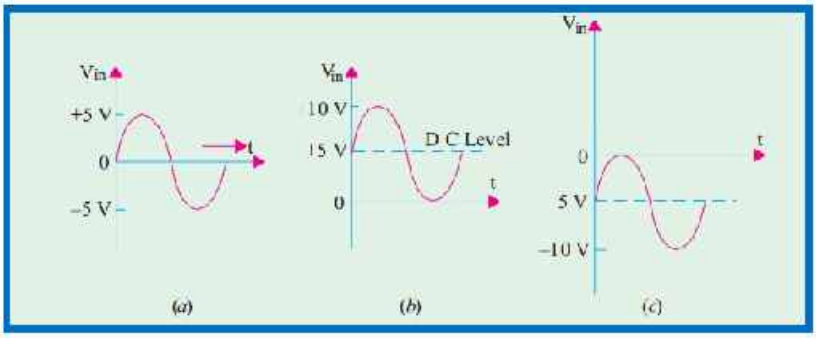
نفذ عملياً دائرة لتقليم النصف الموجب والسالب باستخدام ثنائي زينر 12V .

التمرين الرابع

دوائر الإلزام Clamping Circuits

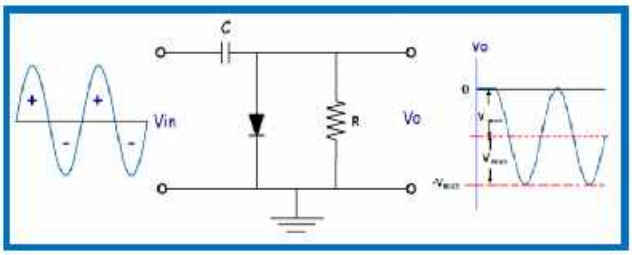
تحتاج بعض الدوائر الإلكترونية إلى إدخل مركبة مستمرة في الموجة التي لا يوجد فيها هذه المركبة (DC). ولهذا الغرض تستخدم دوائر الإلزام التي تجعل موجة الفولتية عند مستوى معين كي تستعيد المركبة المستمرة. من الشكل (6 –8 a) نلاحظ إن الموجة الجيبيه تتأرجح بين قيمتين متساويتين موجبة وسالبة $\pm 5V$ ومعدل القيمة هو 0V وهذا يعني أن هذه الموجة لا تحتوي على المركبة المستمرة. ونلاحظ في الشكل (6 –8 b) إن الموجة قد قفزت بحيث انطبقت على الإحداثي الأفقي فاكتسبت معدل للمركبة المستمرة قدره $5V$ ولذلك يمكن القول أن الشكل الموجي الموجب أصبح عند 0V. يوضح الشكل(6- 8 C) الإلزام للشكل الموجي السالب.





شكل 6– 8 إلزام الموجة الجيبيه بالمركبة المستمرة

يوضح الشكل (6–9) دائرة الإلزام المكونة من العناصر الأساسية (الثنائي والمتسعة) وسنفرض أن الثنائي مثالي في خواصه ومن الشكل نلاحظ:



شكل 6– 9 دائرة الإلزام

1- الموجة الداخلة موجة جيبيه.
2- تظهر الموجة الخارجة على طرفي الثنائي بالاتجاه الموجب فقط.
3- تحافظ على شكل وسعة الموجة.

ينحاز الثنائي انحيازاً أمامياً خلال الربع الأول من موجة الإدخال فلا تظهر فولتية عليه (الثنائي مثالي) وتصبح الفولتية عبر المتسعة C مساوية لفولتية الإدخال Vin وفي نهاية الربع الأول من الموجة تشحن إلى القيمة العظمى V_{max}، وبعد نهاية الربع الأول من الموجة تبدأ فولتية الإدخال بالهبوط ويصبح الثنائي بالانحياز العكسي وتبقى فولتية المتسعة بالقيمة V_{max} والفولتية الخارجة تساوي ($Vin–V_{max}$) في نهاية الربع الأول من الموجة. ومن الشكل نلاحظ إن فولتية موجة الإخراج قد الزمت عند الصفر وتملك قيمة مستمرة وبإضافة بطارية بالتوالي مع الثنائي يمكن تغيير مستوى الصفر. وفي حالة عكس أقطاب الثنائي سوف تلزم (clamp) القيمة العظمى السالبة. يمكن أن تكون إشارة الدخول موجة جيبيه أو مربعة أو مثلثة.

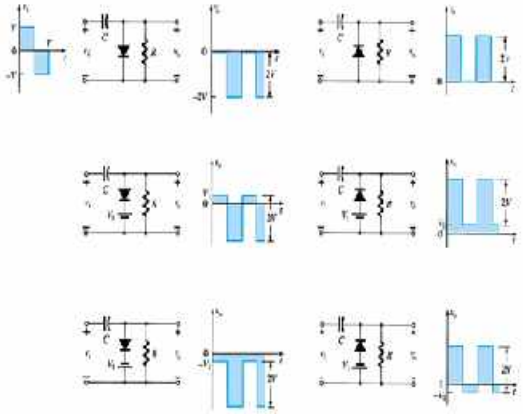
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر (تناظري) (Analog)، جهاز آفوميتر (رقمي)(Digital) .
2- عدد من ثنائيات تقويم وثنائي زينر، مقاومات كربونية مختلفة.
3- لوحة توصيلات Breadboard، حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
4- مولد دالة، جهاز راسم الإشارات، مجهز قدرة AC (0 – 100)V.

خطوات العمل

1- افحص المكونات الإلكترونية قبل تنفيذ التمرين باستخدام أجهزة الآفوميتر.
2- نفذ الدائرة الإلكترونية للإلزام والموضحة بالشكل أدناه.الثنائي من السيليكون وليس مثالياً، طرف المتسعة السالب موصل مع الثنائي.
3- من مولد الدالة جهز الدائرة بموجة جيبية V_{PP}=4V وبالتردد I kHz.

4- ارسم شكل الإشارات الداخلة والخارجة باستخدام جهاز راسم الإشارات.
5- ضع مجهز قدرة بالتوالي مع الثنائي وغير الفولتية من V(6 -0) وارسم شكل الموجة الخارجة في كل خطوة.
6- نفذ على لوحة التوصيلات Breadboard الدوائر الموضحة بالشكل الآتي. ارسم الإشارات الخارجة باستخدام راسم الإشارات.
7- قم باختيار فولتيات مختلفة للموجة الداخلة من مولد الدالة من Vpp(10–0) وقيمة المقاومة R=I kΩ وفولتية التجهيز DC من V(6 – 0). قيمة المتسعة 1μF (لاحظ إن طرف المتسعة السالب موصل مع الثنائي).
8- ضع مقاومة R=10 kΩبدلاً من المقاومة 1 kΩ ولاحظ الفرق في الأشكال الخارجة وعلل ذلك.



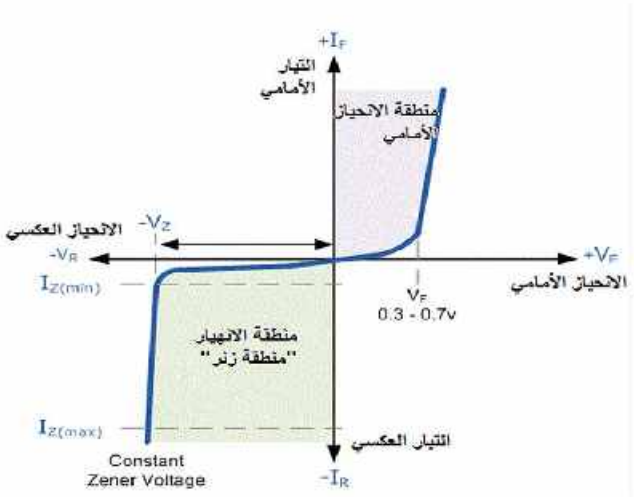
نشاط

كيف يمكنك التمييز بين دوائر التقليم ودوائر الإلزام.

التمرين الخامس

ثنائي زينر في دوائر الحماية Zener Diode in Protective Circuits

يتكون ثنائي زينر من نفس مكونات الثنائي الاعتيادي عدا إن نسبة الشوائب في القطعتين (N) و (P) تكون أكثر من نسبتها في الثنائي الاعتيادي. إن زيادة الشوائب يؤثر على عمل وخواص الثنائي وخاصة عند توصيله بالانحياز العكسي فيبدي مقاومة عالية جداً ولكن الاستمرار في زيادة الفولتية العكسية على طرفيه تؤدي إلى هبوط مقاومته بشكل مفاجئ وكبير فيمر به تيار عالٍ، وتسمى الفولتية التي تتغير فيها مقاومة الثنائي من قيمة عالية جداً إلى قيمة قليلة بفولتية الانهيار (Break Down Voltage) ويبقى فرق الجهد على طرفي ثنائي زينر خلال فترة الانهيار ثابتاً، لاحظ الشكل (6– 10).



شكل 6- 10 يوضح فولتية الانهيار

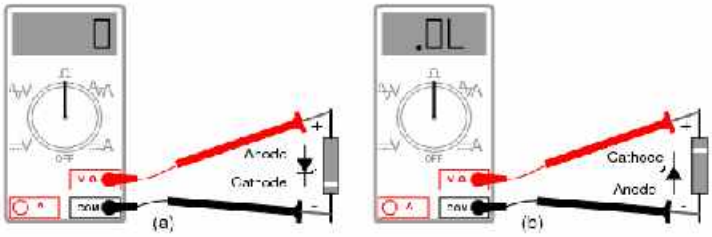
تعمل ثنائيات الزينر في منطقة الانحياز العكسي وحول نقطة الانهيار بالذات وتنتج الشركات أنواع عديدة من ثنائيات الزينر تختلف في مقدار فولتية انهيار كل منها والتيار الخاص به إذ تتراوح فولتية الانهيار للأنواع المنتجة بين V (200-2).

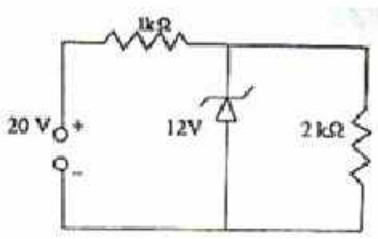
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر (تناظري) (Analog)، جهاز آفوميتر (رقمي Digital).
2- عدد من ثنائيات زينر مختلفة الفولتية، مقاومات كربونية مختلفة.
3- لوحة توصيلات Breadboard، حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
4- مجهز قدرة V(30 – 0).

خطوات العمل

1- افحص عدد من ثنائيات زينر باستخدام أجهزة الآفوميتر.

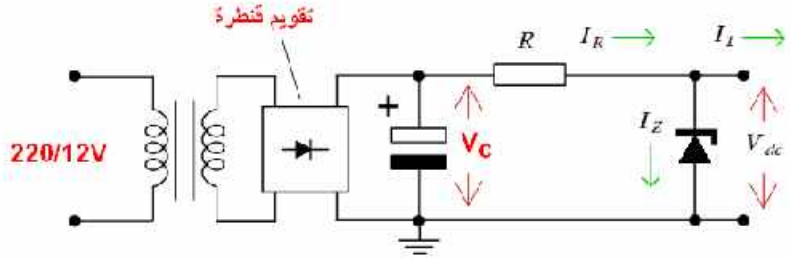




2- نفذ الدائرة الإلكترونية الموضحة بالشكل المجاور على لوحة التوصيلات.
3- باستخدام الآفوميتر اقرأ التيار الكلي عندما تكون فولتية المصدر12V. اقرأ تيار ثنائي زينر، اقرأ تيار الحمل.
4- ضع فولتية المصدر13V. اقرأ التيار الكلي وتيار ثنائي زينر وتيار الحمل. حدد فولتية الانهيار للثنائي.

5- نفذ الدائرة الإلكترونية لتقويم موجة كاملة (تقويم قنطرة) مع ثنائي زينر 12V. المتسعة 100µF والمقاومة 100 Ω.

6- اقرأ تيار ثنائي زينر. قارن مع حساباتك النظرية.



$$I_R = I_Z = \frac{V_C - V_Z}{R}$$

$$I_R = I_Z = \frac{V_{raw} - V_Z}{R} \quad \text{when} \quad I_L = 0$$

7- ضع حمل 1 kΩ واقرأ تيار الثنائي وتيار الحمل والتيار الكلي.

8- ضع حمل 10 kΩ وقم باعادة التمرين.

9- ضع مقاومة R= 1 kΩ بدل من المقاومة 100 Ω وقم باعادة التمرين.

نشاط

نفذ الدائرة الإلكترونية الموضحة بالشكل المجاور للحصول على الفولتية 1.4V.

أسئلة الفصل السادس

1- ما هي آلية عمل الثنائي؟ وضحها بالتفصيل.

2- اذكر أنواع الثنائيات المختلفة. وما هو عمل كل منها؟

3- وضح كيفية إمكان استخدام الثنائي البلوري في دوائر التقويم (نصف موجة، وموجة كاملة) من خلال إحدى التطبيقات العملية.

4- ما فائدة دائرة التقليم في التطبيقات العملية؟ اذكر تطبيق عملي واحد.

5- ما الفائدة العملية المرجوة من دوائر التقويم؟

6- ما أهمية الثنائي زنر في التطبيقات العملية؟ وضحها بدوائر عملية.

الفصل السابع

The Transistor الترانزستور

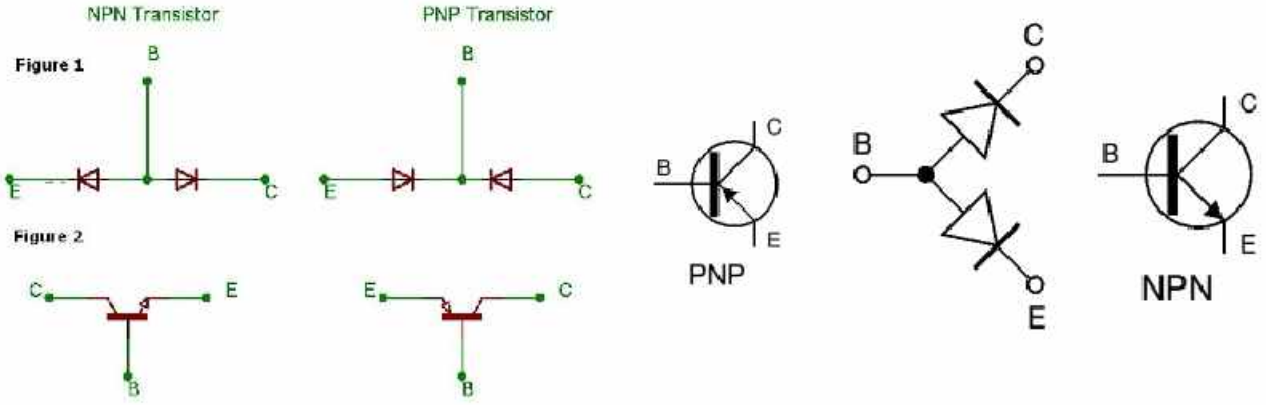
التمرين الأول

التمييز بين أنواع الترانزستورات وفحصها:

الترانزستور Transistor

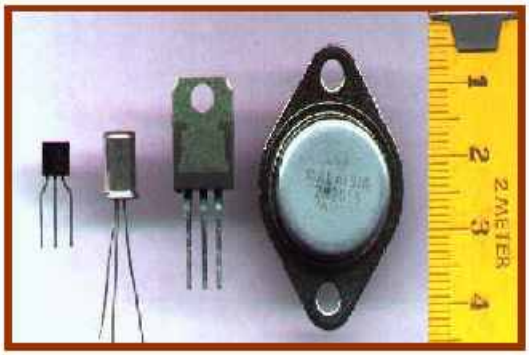
تركيب الترانزستور:

يتكون الترانزستور من ثلاث طبقات من القطع (P) و(N)، تصنع البلورة بشكل شطيرة Sandwich بحيث لا مقطعاً رقيقاً من مادة نوع – P يكون بين شريحتين سميكتين من مادة النوع – N للحصول على الترانزستور نوع PNP، أو وضع مقطعاً رقيقاً من مادة نوع N يكون بين شريحتين سميكتين من مادة نوع P للحصول على الترانزستور نوع PNP. وتسمى أطراف الترانزستور القاعدة (B) (Base)، و الباعث (E) (Emitter)، والجامع (C) (Collector). ويختلف اتجاه السهم في كل نوع من الأنواع، حيث يحدد اتجاه السهم نوع الترانزستور. كما موضح بالشكل (7 – 1).



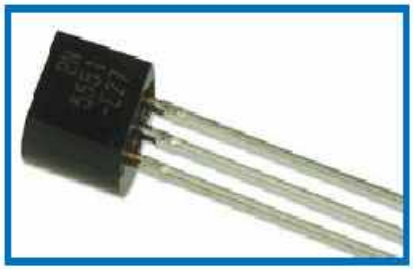
شكل 7- 1 ترانزستور مكون من ثنائيين

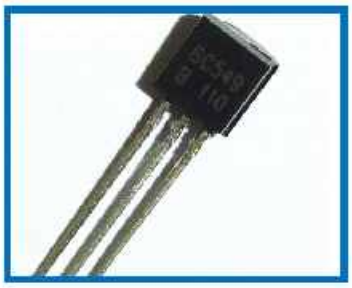
توجد أنواع عدة من الترانزستورات المستخدمة في الدوائر الإلكترونية منها الترانزستور الاتصالي ثنائي القطبية BJT (Bipolar Junction Transistor) وترانزستور تأثير المجال الاتصالي (ترانزستور أحادي القطب) (Unipolar Transistor) وترانزستورات قدرة وغيرها، كما موضح بالشكل (7 – 2).



شكل 7 – 2 أنواع الترانزستورات

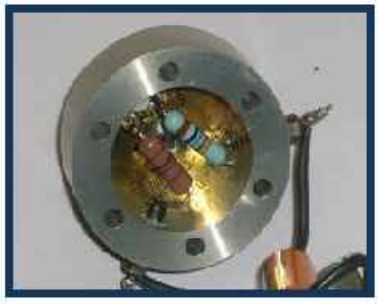
تستخدم ترانزستورات الإشارات الصغيرة في تكبير الإشارات منخفضة المستوى وتتراوح قيمة معامل التكبير (بيتا) β لهذه الترانزستورات بين (500 – 10) ويصل تيار الجامع (I c) المسموح به في هذه الترانزستورات بين mA (600 –80) بنوعيها (NPN)،(PNP) تعمل هذه الترانزستورات بالترددات بين (1– 300) MHz





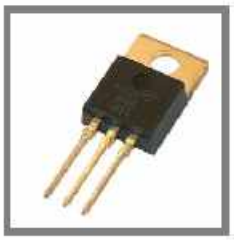
تستخدم بعض الترانزستورات بشكل أساس كمفاتيح (Switches) إلكترونية. تتراوح قيمة معامل التكبير β لهذه الترانزستورات بين (200 - 10)، إما تيارات الجامع (I c) فتقع بين mA (1000– 10) ومن النوع (NPN) وتعمل بالترددات من – (10 MHz (2000وهو معدل الفتح (OFF) والغلق (ON).

تستخدم ترانزستورات الترددات العالية في تكبير الإشارات عالية التردد منخفضة المستوى وكمفاتيح عالية السرعة. طبقة القاعدة (BASE) لهذه الترانزستورات تكون رقيقة جداً كما وتستخدم في دوائر المذبذبات (Oscillators) لتوليد الإشارات في الترددات العالية والعالية جداً والترددات الفائقة يصل أعلى تردد تعمل عليه هذه الترانزستورات إلى MHz (2000) وتيار جامع ما يقارب من mA (600) وبنوعيه (NPN)، (PNP).



من أنواع الترانزستورات الأخرى ترانزستورات القدرة (Power Transistors) والتي تستخدم في مكبرات القدرة والدوائر الإلكترونية لمجهزات القدرة (Power Supply) وفي أغلب هذه الأنواع يكون الجامع عبارة عن غلاف هذه الترانزستورات ومصنوع من المعدن يوضع عليه مبدد حراري (Heat Sink) . تتراوح قدرة هذه الترانزستورات بين W(300 – 10) ومقدار الترددات التي تعمل عليها تقع بين MH (1-100) وتصل تيارات الجامع إلى قيم عالية تتراوح بين A (100 –1) وبنوعيه (NPN)،(PNP) .

ترانزستورات دالتون مكونة من ترانزستورين بغلاف واحد فقط وثلاثة أطراف هي الباعث والجامع والقاعدة، وتمتاز بربح تيار عال وباستقراريه عالية معامل التكبير لهذه الترانزستورات يساوي معامل تكبير الترانزستور الأول مضروباً في معامل تكبير الترانزستور الثاني أي ($\beta_1 \times \beta_2$) وللأنواع (NPN)، (PNP) ويرمز له d-PNP



الترانزستورات الضوئية من أنواع الترانزستورات ثنائية القطب حساسة للضوء (تعّرض القاعدة للضوء). عندما يسقط الضوء على منطقة القاعدة يمر تيار في القاعدة فيعمل على انحياز القاعدة بالنسبة إلى الجامع وتحتوي هذه الترانزستورات على طرفين فقط هما الباعث والجامع. تصنع الترانزستورات الضوئية ذات الثلاثة أطراف لزيادة الانحياز الأمامي ويكون تغيير تيار القاعدة ناتج عن توصيل مقاومات مع القاعدة للتحديد الانحياز.

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر (تناظري) (Analog)، جهاز آفوميتر (رقمي) (Digital).
2- عدد من الترانزستورات المختلفة.
3- كتيب مكافئات الترانزستورات.
4- حقيبة أدوات إلكترونية.

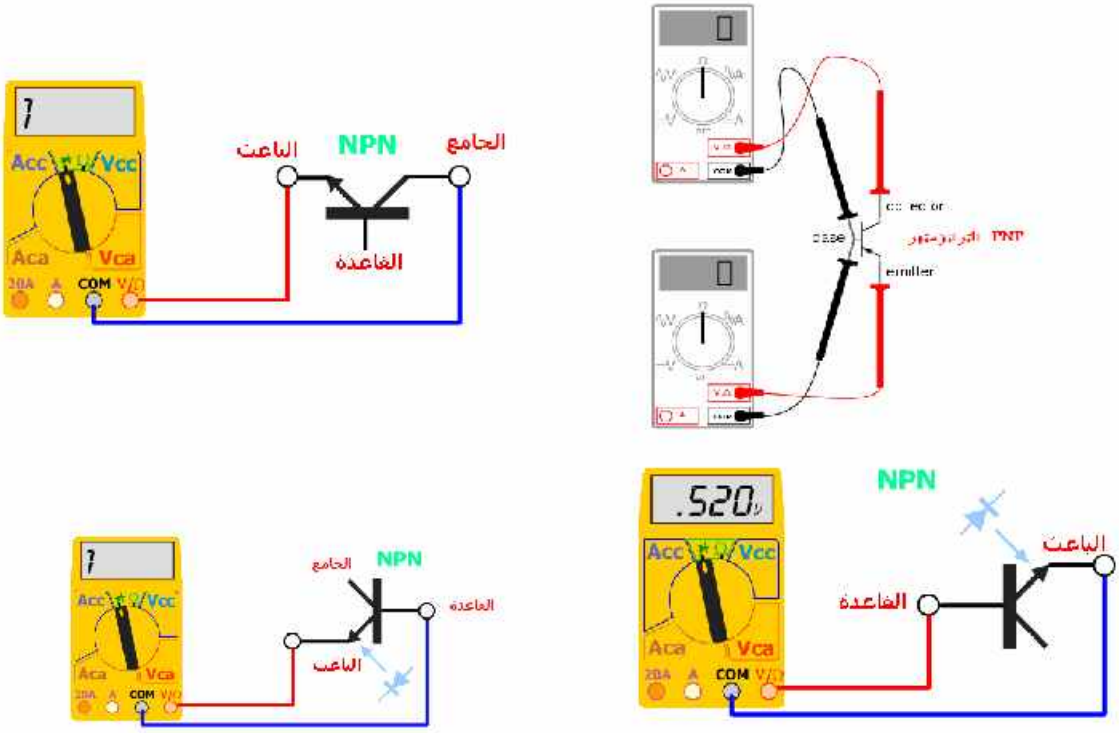
خطوات العمل

1- المطلوب فحص الترانزستور نوع PNP، NPN باستخدام الآفوميتر التناظري والرقمي. نفذ الخطوات الآتية:

أ. القاعدة نقطة مشتركة لكل من الباعث والجامع ففي اتجاه تكون المقاومة عالية جداً وفي الاتجاه الآخر تكون قليلة وطبعاً قطبية الـ PNP عكس قطبية الـ NPN.

ب. المقاومة بين الجامع والباعث عالية جداً وبالاتجاهين وهذا ينطبق على النوعين.

جـ. لتمييز الباعث عن الجامع هو إن المقاومة بين القاعدة والجامع هي أقل بقليل بين القاعدة والباعث والفرق هو حوالي واحد أوم.



2- افحص ترانزستور قدرة. حدد كل من الباعث والجامع والقاعدة.
3- حدد بالقياس قيمة مقاومة الترانزستور عندما يكون تالف في حالة (Short).
4- حدد بالقياس قيمة مقاومة الترانزستور عندما يكون في حالة (Open).
5- قم بإعادة فحص الترانزستور باستخدام الآفوميتر التناظري.
6- حدد بالقياس نوع ترانزستور لا توجد أرقام أو حروف عليه.
7- لديك ترانزستور تالف في حالة نضوح (Leak)، باستخدام الآفوميتر التناظري أثبت ذلك.

8- من كتيب مكافئات الترانزستورات (Manual) دوّن أربعة من ترانزستورات الإشارة الصغيرة، استعن بمدرس المادة.
9- من كتيب مكافئات الترانزستورات (Manual) دوّن أربعة من ترانزستورات للترددات العالية، استعن بمدرس المادة.
10- من كتيب مكافئات الترانزستورات (Manual) دوّن أربعة من ترانزستورات القدرة استعن بمدرس المادة.
11- سجل المكافئات للترانزستورات التي دونتها في ملاحظاتك.

نشاط

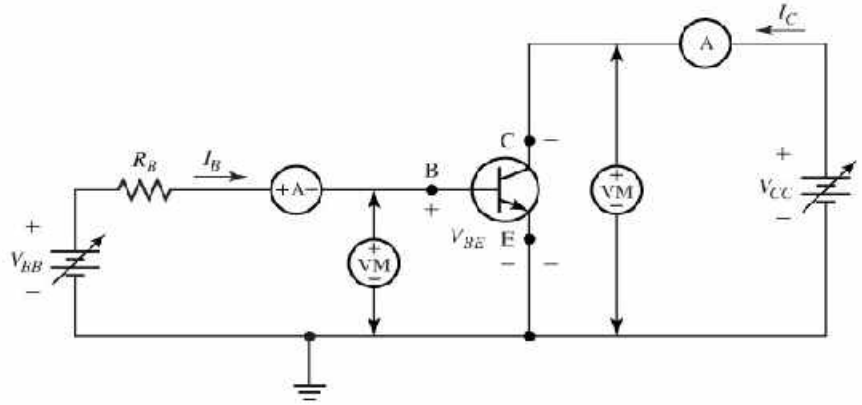
هل يمكن فحص الترانزستور في دائرة إلكترونية موصلة إلى مصدر للفولتية؟ علل ذلك.

التمرين الثاني

العلاقة بين التيارات في الترانزستور

العلاقة بين التيارات في الترانزستور:

يمكن حساب تيار القاعدة وتيار الجامع لنحصل على عامل التكبير الذي يدعى بيتا **β** وهو بدون وحدات ويعطي كمية التكبير لعدد من المرات. لقياس نسبة التكبير للترانزستور من خلال قياس التيارات الخاصة به يتم استخدام الدائرة المبينة بالشكل (7-3) والتي هي دائرة قياس خصائص الترانزستور.



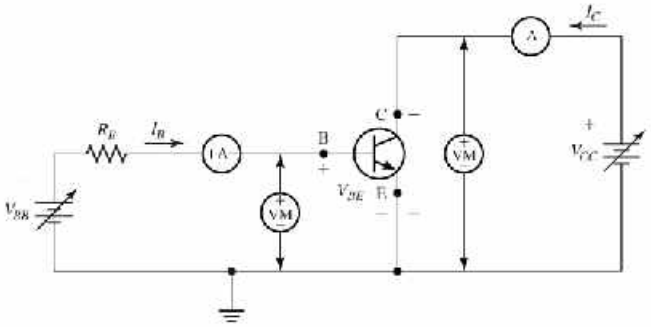
شكل 7-3 دائرة قياس خصائص الترانزستور

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر (تناظري) (Analog)، جهاز آفوميتر (رقمي) (Digital).
2- عدد من الترانزستورات نوع BJT (BC107).
3- مجهز قدرة V (0 –30) .
4- مقاومة كربونية 1 kΩ.
5- حقيبة أدوات إلكترونية.

خطوات العمل

1- تأكد بالفحص من صلاحية عمل الترانزستور BC107، المقاومة I kΩ.
2- نفذ الدائرة الموضحة أدناه عملياً باستخدام لوحة التوصيلات (Breadbord).



3- ثبّت فولتية V_{BB}=1V والفولتية V_{CC}=(10)V. سجل تيار القاعدة وتيار الجامع.
4- اثبت بالقياس (كلما يزداد تيار القاعدة يزداد تيار الجامع). استعن بمدرس المادة.
5- غير الفولتية V_{BB} بالقيم من (3 – 0)V وسجل تيار القاعدة وتيار الجامع وتيار الباعث لكل خطوة.
أوجد حاصل القسمة بين تيار الجامع إلى تيار القاعدة ويدعى (بيتا) β.

نشاط

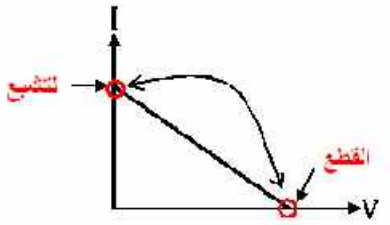
ارسم العلاقة بين تيار الجامع I_C والفولتية بين الجامع والباعث V_{CE}

التمرين الثالث

الترانزستور كمفتاح الكتروني

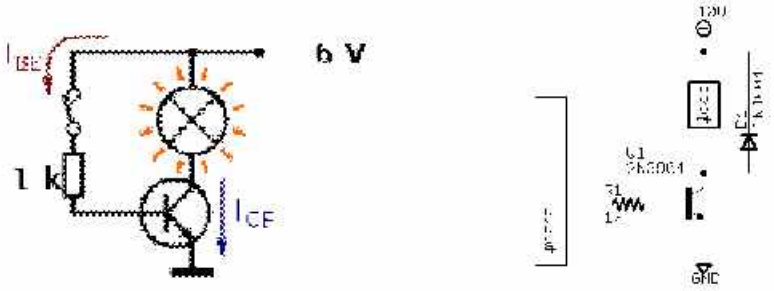
الترانزستور كمفتاح Transistor as Switch

يستخدم الترانزستور كمفتاح لتشغيل وإطفاء حمل معين (مصباح ذو قدرة قليلة)مثلاً . عندما يستخدم الترانزستور كمفتاح كهربائي سوف يعمل في منطقة القطع ومنطقة التشبع، فعندما يكون في حالة توصيل (ON) يعمل في منطقة التشبع وعندما يكون في حالة فتح (OFF) يعمل في منطقة القطع، كما مبين في الشكل (7 – 4).



شكل 7– 4 نقطتا القطع والتوصيل للترانزستور

عمل الترانزستور كمفتاح (Switch) ساعد في تنفيذ دوائر إلكترونية مثل دوائر التنبيه (Alarm) ودوائر التحكم (Control) ودوائر أخرى كثيرة تعتمد على القطع والتوصيل للترانزستور لاحظ الشكل الآتي:

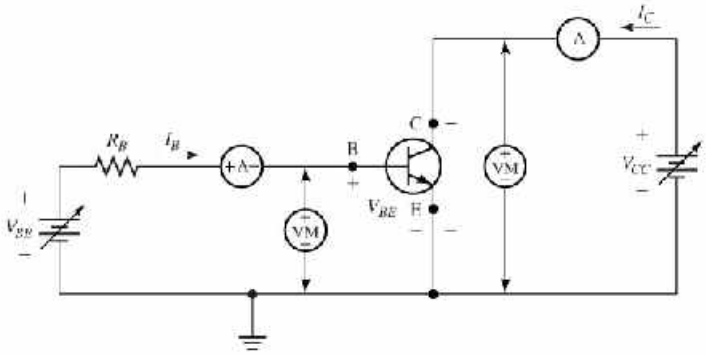


الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز أفوميتر (تناظري) (Analog)، جهاز أفوميتر (رقمي) (Digital).
2- عدد من الترانزستورات نوع BJT (BC107).
3- مجهز قدرة V(30 – 0).
4- مقاومة كربونية 1 kΩ.
5- حقيبة أدوات إلكترونية.

خطوات العمل

1- تأكد بالفحص من صلاحية عمل الترانزستور BC107 ، المقاومة I kΩ.
2- نفذ الدائرة الموضحة أدناه عملياً باستخدام لوحة التوصيلات (Breadbord).



3- ثبّت فولتية V_{BB}=1V والفولتية V_{CC}=(10)V . سجل تيار القاعدة وتيار الجامع.
4- اثبت بالقياس (كلما يزداد تيار القاعدة يزداد تيار الجامع). استعن بمدرس المادة.
5- غيّر الفولتية V_{BB} بالقيم من V(3 – 0) وسجل تيار القاعدة وتيار الجامع وتيار الباعث لكل خطوة.
اوجد حاصل القسمة بين تيار الجامع إلى تيار القاعدة ويدعى (بيتا) β.

نشاط

ارسم العلاقة بين تيار الجامع I_C والفولتية بين الجامع والباعث V_{CE}

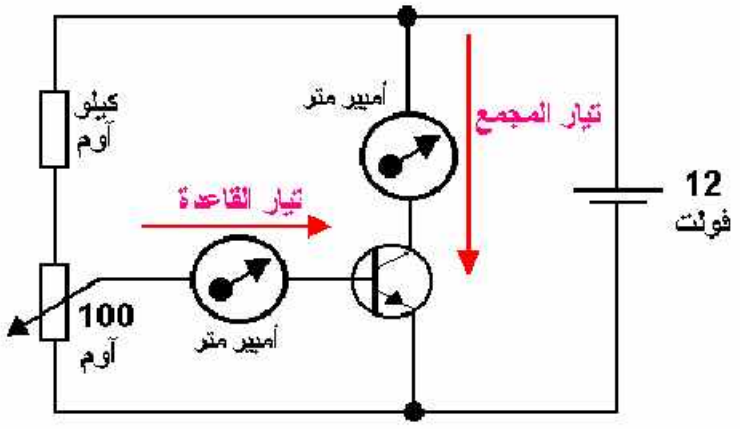
التمرين الرابع

استخدام ترانزستور نوع (BJT) في دائرة تكبير فولتية أو تيار

استخدام ترانزستور نوع (BJT) في دائرة تكبير فولتية أو تيار

لتكبير الفولتية الداخلة أو تكبير التيار تستخدم طرائق ربط مختلفة للترانزستور. الغاية المرجوة من تكبير الفولتية مثلاً في دوائر تعديل إشارة داخلة من متحسس في نظام ميكاترونكس معين، فهذه الإشارة ضعيفة ومعطاة بالملي فولت أو إن المتحسس غير قادر على تجهيز دارة المتحكم أو جهاز القراءة المربوط بعده بالتيار الكهربائي اللازم لذا فهو (أي تيار إشارة المتحسس) بحاجة إلى تكبير. وأما عملية التكبير في الترانزستور فهي تتم خلال توجيه تيار المجمع، ولكي يوجه ترانزستور ثنائي القطبية فمن الضروري أن يكون تيار كهربائي في القاعدة بالإضافة لجهد بين القاعدة والمشع (أو الباعث) (جهد الهويس). ويوجه هذا الجهد سريان الشحنات من المشع إلى المجمع (باستثناء ضئيل جداً). لاحظ الشكل (7-5).

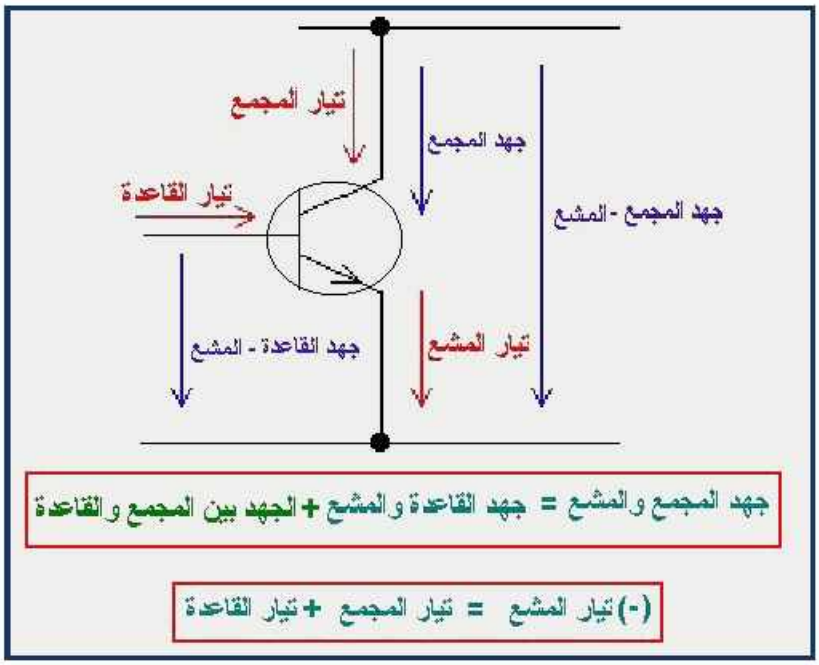
الترانزستور كمكبر



دائرة اختبار عامل تكبير التيار في الترانزيستور

شكل 7-5 سريان الشحنات من المشع إلى المجمع

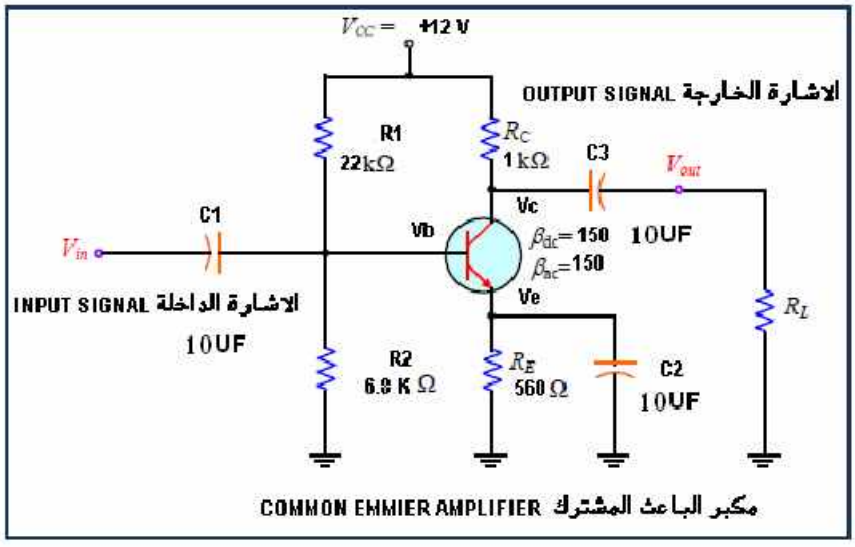
وعملية التكبير مبينة بطريقة أوسع وأوضح بالشكل (7-6).



شكل 7-6 عملية التكبير

تطبيقات عملية:

الدائرة الإلكترونية في الشكل (7-7) هي دائرة مكبر ذو مرحلة تكبير واحدة وهو مكبر الباعث المشترك لأن الباعث مشترك بين مرحلة الدخول والخروج للإشارة.



شكل 7-7 دائرة مكبر ذو مرحلة تكبير واحدة

1- لكل ترانزستور عامل تكبير بيتا يتم الحصول عليه إما من خلال التجربة التي تعلمناها مسبقاً أو من خلال الكتب المخصصة لهذا المجال وهي كتب فيها جميع أنواع الترانزستور مع الجهود والتيارات وعامل التكبير بيتا والقدرة وشكله وغيرها من المواصفات المطلوبة.

2- لحساب التكبير فيجب إدخل إشارة من مولد الإشارات إلى قاعدة الترانزستور ولتكن جيبية بسعة محددة مثلاً (1) فولت قمة إلى قمة أي من القمة الموجبة إلى القمة السالبة.
3- استخدام راسم الإشارة الأوسيلسكوب وقياس الإشارة على جامع الترانزستور وهي أيضاً من قمة إلى قمة.
4- استخدام القانون التالي للحصول على معامل تكبير الجهد.

AV =Vout /Vin

حيث إن

AV هو معامل تكبير الجهد

Vout هو الجهد الخارج

Vin هو الجهد الداخل

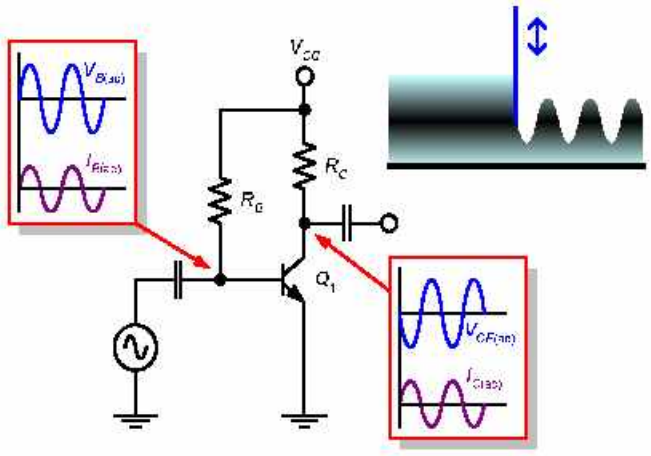
5- استخدم جهاز الآفوميتر لقياس جهد الجامع والباعث والقاعدة.
6- كافة الجهود تقاس نسبةً إلى الأرضي.
7- ما فائدة كل من المتسعات الثلاثة الموجودة في هذه الدائرة الإلكترونية؟
8- الإشارة الخارجة عكس الإشارة الداخلة ب 180 درجة. لماذا؟

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- ترانزستور.
2- مجهزي قدرة من نوع مستمر.
3- أجهزة قياس وفحص (الآفوميتر)، جهاز أوسلوسكوب.
4- مقاومات ($RB= 22\ \Omega$، $RC= 1\ \Omega$) ومتسعات ($20\ \mu f$).
5- أسلاك توصيل.

خطوات العمل

1- أرتدِ بدلة العمل الخاصة.
2- حضر الأجهزة والمواد المطلوبة.
3- نفذ الدائرة المبينة بالشكل أدناه.



1. تحقق من آلية عمل الترانزستور في الدائرة الكهربائية وذلك بعرض الإشارات الداخلة والخارجة على الأوسيلسكوب واكتشف من خلال إشارات الخرج أسلوب ومقدار التكبير للفولتية.

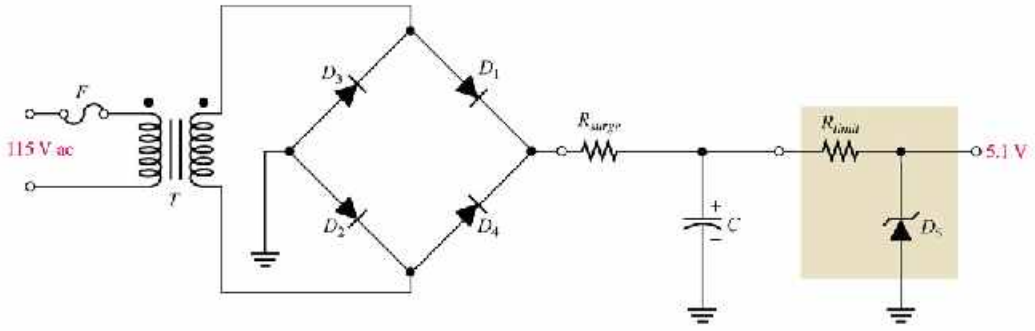
نشاط

1. جهد القاعدة إلى الأرضي أعلى من جهد الباعث إلى الأرضي ب0.7 فولت. لماذا؟

التمرين الخامس

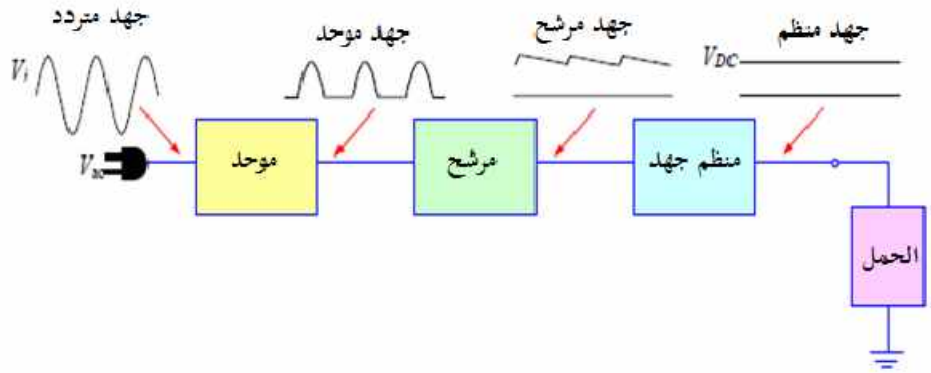
ربط دارة مجهز قدرة بسيط مع مرشح مع استقرارية

تستخدم دارة مجهز القدرة ليس فقط لأجل الحصول على هكذا أنواع من المجهزات وإنما يستفاد منها أيضاً في الحصول على مصدر بمخارج مختلفة الفولتيات مبني ضمني في الدارة الإلكترونية. وهذا واضح في التطبيقات الحديثة لأغلب الأجهزة منها تلك التي تحتوي بداخلها على بطارية واحدة أو أكثر وتحتاج بين الحين والآخر إلى شحن، ومنها ما تحتوي على مكونات مختلفة من حيث فولتيات تجهيزها. فهذا النوع من مجهزات القدرة يمكن أن يحقق تلك الإمكانيات وخاصةً للأنظمة المستقلة ذاتياً. الشكل (7-8) يوضح إحدى هذه الأنواع لمجهزات القدرة (فهنالك أنواع تستخدم المحولات وأخرى المتسعات لتخفيض الفولتية المتناوبة الداخلة وكل حسب الاحتياج).



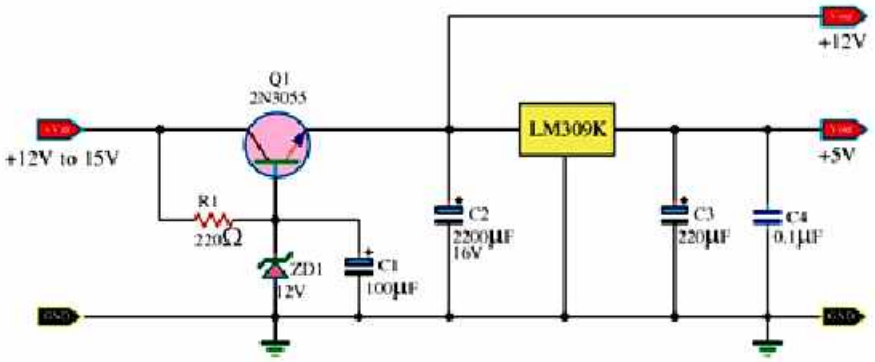
شكل 7-8 مجهز قدرة

كما ويبين الشكل (7-9) شكل الموجة الكهربائية بعد خروجها من كل مرحلة من مراحل مجهز القدرة.



شكل 7-9 شكل الموجة الكهربائية بعد خروجها من كل مرحلة من مراحل مجهز القدرة

يتم استخدام أكثر من مرحلة استقراريه للحصول على عدة جهود ثابتة من نفس مصدر التغذية فبعد المحولة الخافضة والتوحيد والترشيح يتم وضع مرحلة الاستقرارية فالشكل (7-10) يبين مرحلة الاستقرارية بجهدين.



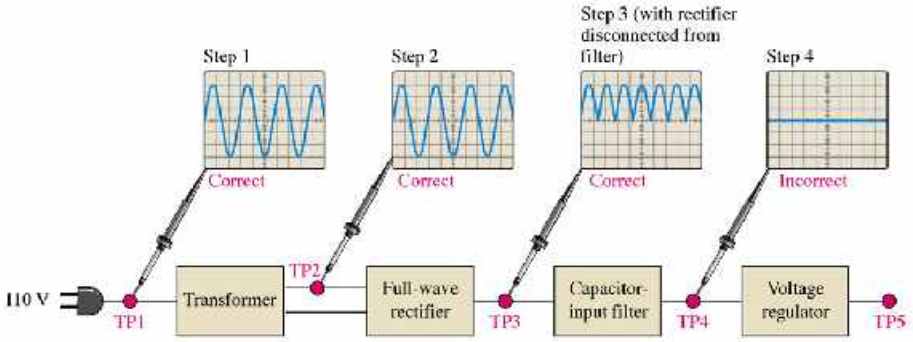
شكل 7-10 مرحلة الاستقرارية بجهدين

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- أربع دايودات تقويم وآخر زنر.
2- مجهز قدرة من نوع متناوب.
3- أجهزة قياس وفحص (الآفوميتر)، جهاز أوسلوسكوب.

خطوات العمل

1- حضر الأجهزة والمواد المطلوبة.
2- نفذ الدائرة المبينة بالشكل أدناه.
3- تحقق من آلية عمل الدايود في الدائرة الكهربائية وذلك بعرض الإشارات على شكل مراحل وعلى الأوسيلسكوب وتحقق من عمل كل مرحلة كما موضح بالشكل أدناه.
4- سجل ملاحظاتك عن الربط وناقشها بالتفصيل.



نشاط

1. كيف يكون اختيارنا لقيمة المكثف المستخدم بعد دائرة المقوم في دائرة مجهز القدرة؟

الخلاصة

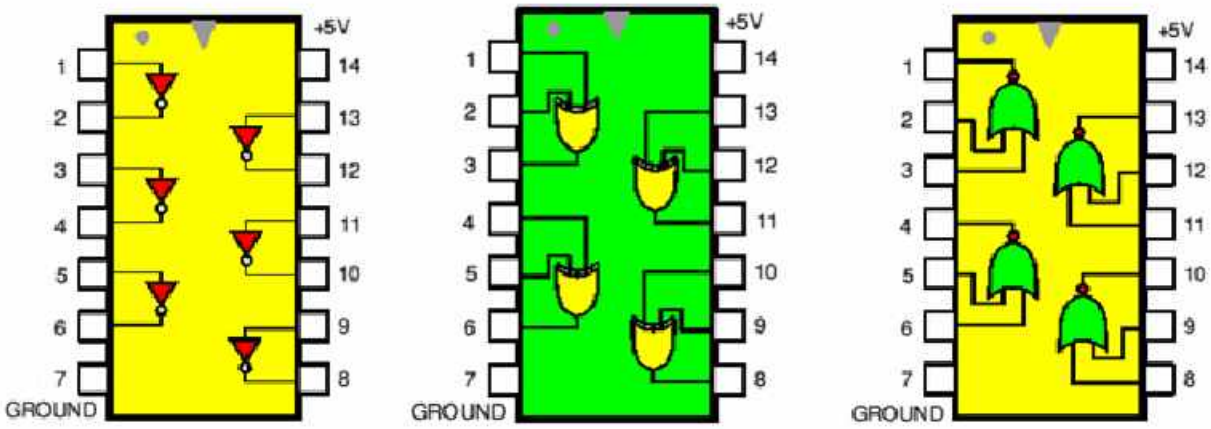
- يتكون الترانزستور من ثلاث طبقات من القطع (N) (P)، تصنع البلورة بشكل شطيرة Sandwich بحيث لل مقطعاً رقيقاً من مادة نوع - P يكون بين شريحتين سميكتين من مادة النوع N للحصول على الترانزستور نوع PNP.
- تسمى أطراف الترانزستور القاعدة (B) (Base)، والباعث (E) (Emitter)، والجامع (C) (Collector).
- يختلف أتجاه السهم في كل نوع من الأنواع، حيث يحدد اتجاه السهم نوع الترانزستور.
- توجد أنواع عدة من الترانزستورات المستخدمة في الدوائر الإلكترونية منها الترانزستور الاتصالي ثنائي القطبية BJT (Bipolar Junction Transistor).
- باستخدام جهاز الأوميتر التماثلي أو الرقمي يمكن التأكد من صلاحية الترانزستور وذلك بقياس المقاومات بين القاعدة والجامع وبين الباعث.
- تجهيز الترانزستور الفولتيات المستمرة يدعى بانحياز الترانزستور (Transistor Biasing) باستخدام شبكة من المقاومات بالإضافة إلى مصادر الفولتية المستمرة.
- بإضافة مجهز مستمر VBBE بين القاعدة والباعث ويرمز له عادة VBB بحيث تكون وصلة (القاعدة – الباعث)انحيازاً أمامياً (Forward Bias) أو VEE بحيث تكون وصلة (الباعث – القاعدة)انحيازاً أمامياً ومجهز مستمر آخر بين الجامع والباعث VCCE ويرمز له عادة VCC بحيث تكون (وصلة الجامع – القاعدة)انحيازاً عكسياً.
- في مكبر القاعدة المشتركة تغذى الإشارة الداخلة إلى الباعث بينما تؤخذ الإشارة الخارجة من الجامع وتكون بنفس طور الإشارة الداخلة.
- في مكبر الباعث المشترك تغذى الإشارة الداخلة إلى القاعدة بينما تؤخذ الإشارة الخارجة من الجامع وتكون بعكس طور الإشارة الداخلة بمقدار 180^0.
- في مكبر الجامع المشترك تغذى الإشارة الداخلة إلى القاعدة بينما تؤخذ الإشارة الخارجة من الباعث وتكون بنفس طور الإشارة الداخلة.

أسئلة الفصل السابع

1- على ماذا تعتمد تصنيع المادة P والمادة N؟
2- ما الثنائي؟ وما خواصه؟
3- عدد أنواع الثنائيات، ارسم رمز كل ثنائي؟
4- عدد طرائق تقويم التيار المتناوب؟
5- اشرح مع الرسم تقويم نصف الموجة؟
6- اشرح تقويم الموجة الكاملة، وضح إجابتك مع الرسم؟
7- اشرح مستعيناً بالرسم تقويم موجة كاملة (قنطرة)
8- دائرة تقويم نصف الموجة الفولتية المتناوبة للملف الثانوي V_{PP} تساوي 12V/ 1KHz، احسب V_{dc} وتردد الموجة الخارجة.
9- دائرة تقويم الموجة الكاملة، الفولتية المتناوبة للملف الثانوي V_{PP} تساوي 12V/ 1KHz، احسب V_{dc} وتردد الموجة الخارجة.

الفصل الثامن

البوابات المنطقية *Logic Gates*



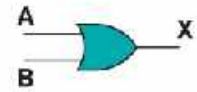
التمرين الأول

ربط بوابات (AND & OR) والتحقق من عملها

توجد في الإلكترونيات الرقمية فقط حالتان للجهد في أي نقطة ضمن الدائرة. وحالات الجهد هي إما عالي High أو منخفض Low، وعند الجهد العالي أو المنخفض في موقع معين من الدائرة يمكن أن يدل على عدد من الأشياء فيمكن أن يمثل ذلك حالة مفتاح ON أوOFF. يمكن التعبير عن حالة High أيضاً بمصطلح True (صحيح)، وحالة Low بمصطلح False (خاطئ). كما هو معروف لديك إن عمل البوابات المنطقية من نوع (AND و OR) يمكن أن يكون موضح بالشكل (8-1)

Boolean Expression | **Logic Diagram Symbol** | **Truth Table**

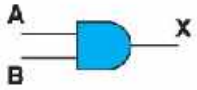
$X = A + B$



A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Boolean Expression | **Logic Diagram Symbol** | **Truth Table**

$X = A \cdot B$

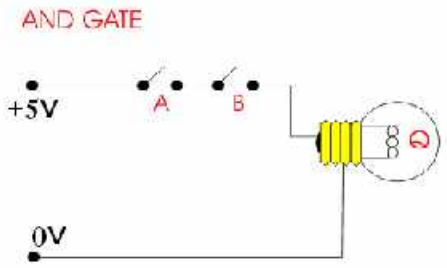


A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

شكل 8-1 البوابات المنطقية من نوع (AND و OR)

ربط بوابة AND GATE

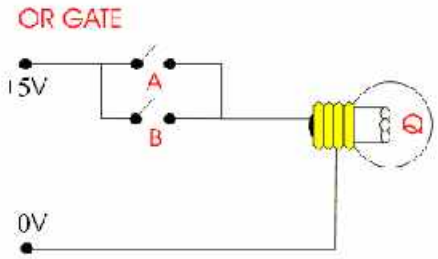
الشكل (8-2) المبسط يوضح بطريقة المفتاح عمل بوابة AND ونلاحظ ربط المفاتيح على التوالي ويجب غلق المفتاحين للحصول على جهد الخارج لتشغيل المصباح.



شكل 8-2 شكل مبسط يوضح بطريقة المفاتيح عمل بوابة AND

ربط بوابة OR GATE

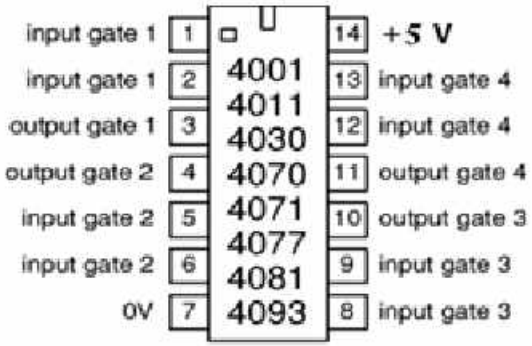
في الشكل (8-3) المبسط يوضح بطريقة المفاتيح عمل دائرة OR ونلاحظ ظهور الجهد الخارج من أي مفتاح يغلق أو كليهما.



شكل 8-3 التوضح بطريقة المفاتيح عمل دائرة OR

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- بوابات AND على شكل دائرة متكاملة كما في الشكل أدناه.

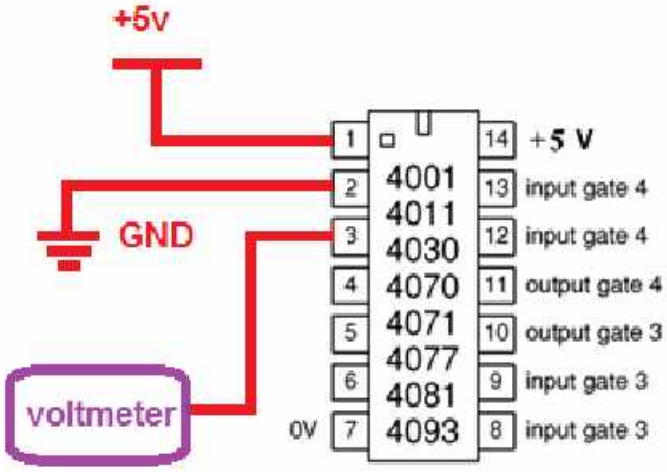


كل هذة الأرقام هي نفسها التي بوابة AND GATE

2- بوابات OR على شكل دائرة متكاملة.
3- مجهز قدرة من نوع مستمر (+5v).
4- أجهزة قياس وفحص (الفولتميتر).

خطوات العمل

1- حضر الأجهزة والمواد المطلوبة.
2- نفذ الدائرة المبينة في الشكل أعلاه مع الأخذ بنظر الاعتبار تغيير مداخل البوابة الأولى على النمط المبين بجدول الحقيقة لبوابة AND المبينة في الشكل (8-1). والشكل أدناه يوضح طريقة الربط لإحدى حالات الإدخال للبوابة AND الأولى.



3- تحقق من صحة جدول الحقيقة المبين بالشكل (8-1) من خلال ربط الدائرتين المنطقية AND والتأكد من الخرج عن طريق جهاز الفولتميتر المربوط على مخرج البوابة الأولى حيث يجب أن يقرأ الفولتميتر إما 0 أو +5V.
4- قم بإعادة الخطوات السابقة ولكن لبوابة OR.
5- سجل ملاحظاتك عن الربط وناقشها بالتفصيل.

نشاط

1. هل يمكن الحصول على جدول الحقيقة الخاص بدائرة AND من خلال دائرة OR؟

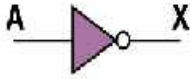
التمرين الثاني

ربط بوابات (XOR& NOT) والتحقق من عملها

بالإمكان توضيح عمل البوابات NOT و XOR من خلال جدول الحقيقة الخاص بكل منهما والمبين في الشكل (8-4)

Boolean Expression	Logic Diagram Symbol	Truth Table

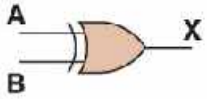
$X = A'$



A	X
0	1
1	0

Boolean Expression	Logic Diagram Symbol	Truth Table

$X = A \oplus B$



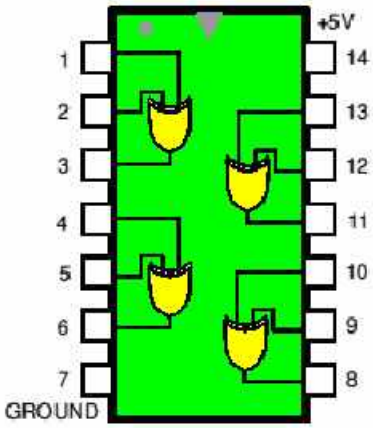
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

شكل 8-4 البوابات المنطقية من نوع (NOT و XOR)

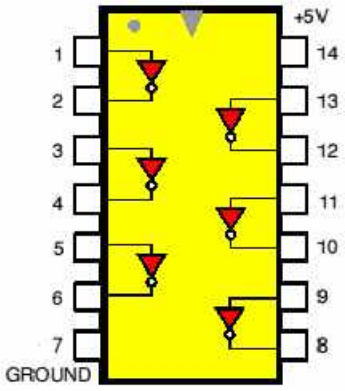
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- بوابات NOT و XOR المبينة بالشكل أدناه.

7486 Exclusive-OR



7404 'Hex' Inverter



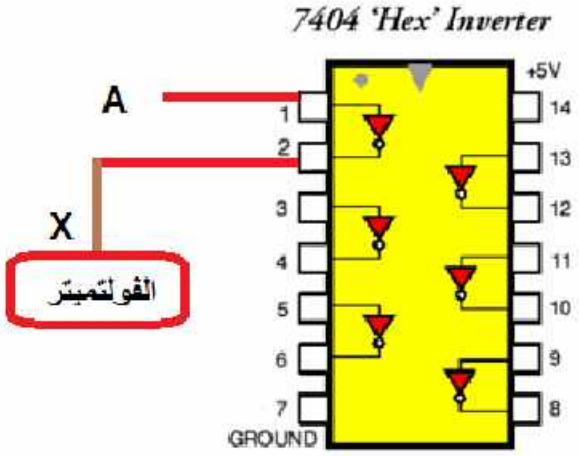
2- مجهز قدرة من نوع مستمر (+5V).

3- أجهزة قياس وفحص (الفولتميتر).

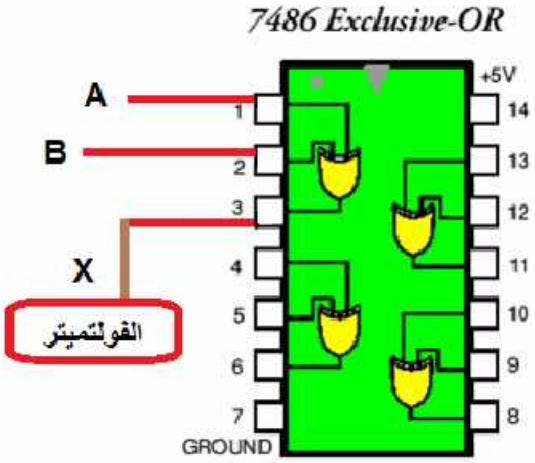
خطوات العمل

1- حضر الأجهزة والمواد المطلوبة.

2- نفذ الدائرة المبينة بالشكل أدناه والخاصة ببوابة NOT.



3- نفذ الدائرة المبينة بالشكل أدناه والخاصة ببوابة XOR.



4- تحقق من صحة جدول الحقيقة المبين بالشكل (8-4) من خلال ربط الدائرتين المنطقيتين كل على حدة والتأكد من الخرج المربوط على الفولتميتر.

5- سجل ملاحظاتك عن الربط وناقشها بالتفصيل.

نشاط

1. ما هي فكرة دائرة XOR؟

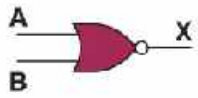
التمرين الثالث

ربط بوابات (NAND & NOR) والتحقق من عملها

الشكل (8-5) يوضح عمل بوابتي NOR و NAND من خلال جدول الحقيقة الخاص بكل منهما.

Boolean Expression	Logic Diagram Symbol	Truth Table

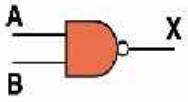
$X = (A + B)'$



A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Boolean Expression	Logic Diagram Symbol	Truth Table

$X = (A \cdot B)'$

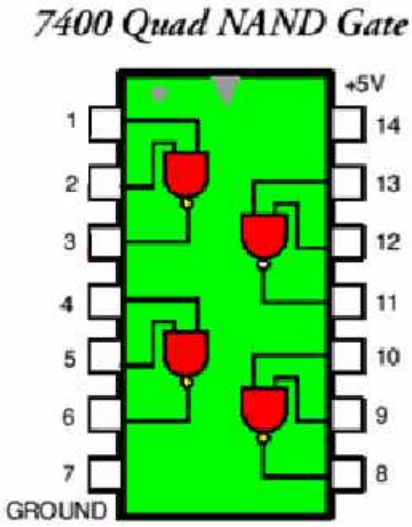


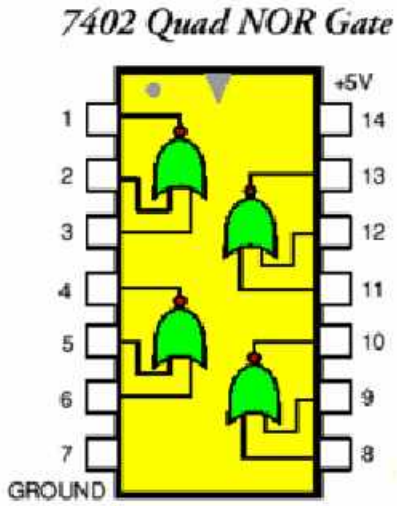
A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

شكل 8-5 البوابات المنطقية من نوع (NOR و NAND)

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- بوابات NAND و NOR المبينة بالشكل أدناه.

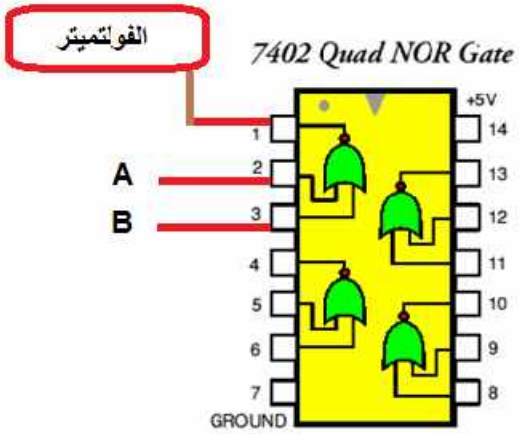




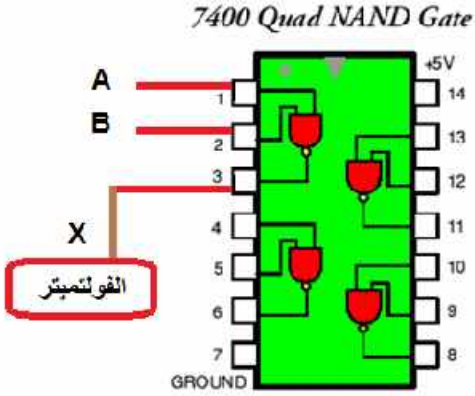
2- مجهز قدرة من نوع مستمر (+5V).
3- أجهزة قياس وفحص (الفولتميتر).

خطوات العمل

1- حضر الأجهزة والمواد المطلوبة.
2- نفذ الدائرة المبينة بالشكل والخاصة ببوابة NOR.



3- نفذ الدائرة المبينة بالشكل أدناه والخاصة ببوابة NAND.



4- تحقق من صحة جدول الحقيقة المبين بالشكل (8-5) من خلال ربط الدائرتين المنطقيتين كل على حدة والتأكد من الخرج المربوط على الفولتميتر.

5- سجل ملاحظاتك عن الربط وناقشها بالتفصيل.

نشاط

1. كيف يمكننا الحصول على دائرتي NAND و NOR من خلال دائرتي AND و OR بالإضافة إلى دائرة NOT.

التمرين الرابع

ربط الدوائر المتكاملة والتحقق من توافقها

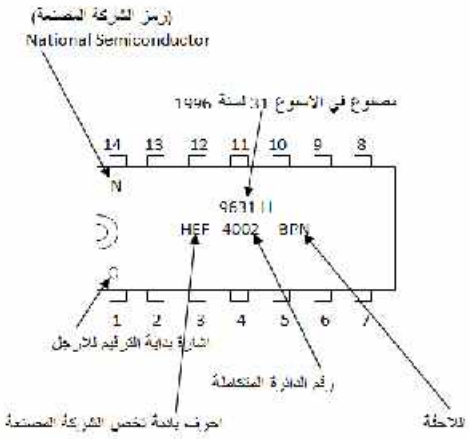
الدارات المتكاملة (Integrated Circuit) هي دائرة مصغرة تحوي عدداً من المقاومات، والمكثفات، والدايودات، والترانزستورات الموصلة مع بعضها على شريحة سليكونية واحدة ليست أكبر من ظفر الإصبع، ويتراوح عدد المقاومات والمكثفات والترانزستورات في دائرة متكاملة من بضع عناصر إلى مئات الألاف. والسر في حشر هذا العدد الهائل من العناصر على شريحة صغيرة هو تكوين كافة العناصر من

تركيب نوع (N) ونوع (P) بالغة الصغر على شريحة السيليكون الواحدة بخطوات تصنيع مختلفة. من أجل وصل هذه العناصر مع بعضها لتكوين الدارة المطلوبة، تستخدم طرائق تكنولوجية خاصة يتم فيها ترسيب المعدن الناقل المستخدم للوصل ضمن حفر مصنوعة بطريقة الحفر الضوئي كما يتم وصل أطراف العناصر إلى العالم الخارجي بواسطة أرجل تظهر من غلاف الدارة المتكاملة.

تتوفر الدارات المتكاملة بأنواع مختلفة منها التشابهية (Analogue) ومنها الرقمية (digital). تستخدم الدارات المتكاملة التشابهية والتي تسمى أيضاً خطية (linear) في التضخيم وإما الدارت المتكاملة الرقمية فتتعامل مع إشارات ذات مستويات جهود إما عالية (High) أو منخفضة (low)، إما الدارات المتكاملة المختلطة التشابهية / الرقمية فتتشارك بصفات مشتركة بين الدارات المتكاملة الرقمية والمتكاملة التشابهية. تعتبر المضخمات العملياتية ومنظمات الجهد (Voltage Regulators) والمقارنات (Comparators) والمؤقتات (Timers). وبالنسبة لتوافق الدوائر المنطقية فهنالك أسلوب قياسي (Standard) للربط تم وضعه بالاتفاق بين الشركات والمؤسسات المختلفة المصنعة والمستخدمة للدوائر المنطقية، وهذا الأسلوب القياسي يتضمن الآتي:

1- أن يتم الانتباه إلى أقصى قيم للتيارات الداخلة والخارجة لكل من الدوائر المنطقية المتكاملة وفي كلا الحالتين للمنطق (Logic 0، Logic 1) لكي يتم تحديد أقصى عدد ممكن للدوائر المنطقية من أي نوع مستخدم يمكن ربطها على الدخل أو الخرج للدائرة المتكاملة المستخدمة.
2- هناك حدود أو حافات للضوضاء (Noise Margin) يتم من خلالها الحفاظ على الإشارة المرسلة Logic 0 بين الدوائر المنطقية المتكاملة أو بمعنى آخر ضمان قيمة المنطق المرسل دون تحويله من قيمة 0 إلى 1 بسبب الضوضاء الموجودة أثناء النقل. إذ يجب أن يكون جهد المنطق 0 المرسل أقل بمقدار 0.4 V تقريباً.
3- في حالة Logic 1 يجب أن يكون جهد الإشارة الخارجة من دائرة متكاملة أكبر من جهد الإشارة الداخلة بمقدار 0.4 V تقريباً وذلك لكي يتم تفادي حالة تغير قيمة الجهد إلى منطق 0 بسبب مقاومة الأسلاك التي تهبط الفولتية.

ولكي يتم التعرف على خصائص ومواصفات الدائرة المتكاملة المعنية يكون ذلك من خلال رمز الدائرة المتكاملة المطبوع على ظهرها. حيث توضع الدارات المتكاملة على الأغلب في أغلفة ذات صفين متناظرين من الأرجل Dual in-line packages (DIPs). ويتكون هذا النوع من الأغلفة من صندوق بلاستيكي أو سيراميك وتخرج من طرفيه أرجل معدنية، وتأخذ الأرجل وظيفة محددة ولها رقم محدد، وتكون الرجل (1) دوماً إلى يسار علامة عدّ الأرجل، وتؤخذ الأرجل التالية أرقاماً تسلسلية متصاعدة باتجاه عكس عقارب الساعة. يطبع على غلاف الدائرة المتكاملة رمز الشركة المصنعة، وبعض الأحرف البادئة التي تخص الشركة ثم رقم الدائرة المتكاملة تليه لائحة (Suffix)، بالإضافة إلى ترميز للتاريخ. باقي الأرقام والرموز التي توجد على غلاف الدائرة المتكاملة IC تستخدم من أجل تحديد مجال درجة الحرارة ونوع الغلاف وغيرها. مثال على ذلك الدائرة المتكاملة مع شرح الرموز والكتابات والدلالات الموجودة عليها كما في الشكل (8-6).



شكل 8-6 الرموز والكتابات والدلالات الموجودة على الدائرة المتكاملة

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1. بوابات مختلفة.
2. مجهز قدرة من نوع مستمر.
3. أجهزة قياس وفحص (الآفوميتر).

خطوات العمل

1- ارتدِ بدلة العمل الخاصة.
2- حضر الأجهزة والمواد المطلوبة.
3- اربط دوائر منطقية مختلفة مع بعضها.
4- تحقق من صحة ربط دوائر متكاملة مختلفة مع بعضها من خلال تتبع خصائص كل منها بالـ Data Sheet الخاص بها.
5- سجل ملاحظاتك عن توافق الربط وناقشها بالتفصيل.

أسئلة الفصل الثامن

1- ما المقصود بالمنطق AND؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.
2- ما المقصود بالمنطق OR؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.
3- ما المقصود بالمنطق NOT؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.
4- ما المقصود بالمنطق NOR؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.
5- ما المقصود بالمنطق NAND؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.
6- ما المقصود بالمنطق XOR؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.
7- ما المقصود بالمنطق XNOR؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.
8- وضح سبب تفضيل ربط الدوائر المتكاملة من عائلة واحدة.

الباب الثاني

الفصل التاسع - السلامة المهنية وأدوات القياس

Professional Safety and Measurement Tools

السلامة المهنية:

1- سلامة الأفراد.
2- السلامة الشخصية.
3- سلامة السيارة.
4- سلامة المُعدات.
5- سلامة ورشة العمل.
6- سلامة البيئة.

الأخطار في ورشة السيارات ومصادرها

أ- المصدر (السيارة):

1- غازات سامة (أول أوكسيد الكربون بالعادم).
2- غازات قابلة للانفجار (أبخرة الوقود، غازات البطارية).
2-غازات ضارة (أبخرة الوقود، الأحماض).
4- عوالق بالهواء (برادة الفرامل، دخان الديزل).
5- سوائل سامة (الوقود، سائل الفرامل).
6- أحماض حارقة (حامض البطارية).
7- سوائل قابلة للاشتعال (الوقود، سائل الفرامل).
7- سوائل ساخنة (سائل التبريد).
8- سوائل زلقة (زيوت وسوائل منسكبة على الأرض).
9- أجزاء ومواد تحت ضغط (نوابض، مجمعات ضغط، هواء مضغوط).
10- أجزاء ثقيلة (أجزاء السيارة، السيارة على الرافعة).

11- أجزاء دوارة (البكرات، السيور، المروحة).
12- أجزاء ساخنة (الفرامل، المشع).
13- تيار كهربائي ذو جهد عالي (شمعة القدح، كابل شمعة القدح).
14- سيارات متحركة.
15- ضوضاء عالية (المحرك).

ب)المصدر(المعدات والمواد):

1- أجزاء دوارة (المثقاب، حجر الجلخ).
2- تيار كهربائي- صعق (الأجهزة الكهربائية).
3- تيار كهربائي- حريق (الأجهزة الكهربائية).
4- أجزاء ساخنة (لمبة إضاءة).
5- أجزاء متحركة (الروافع).
6- عُدة ومُعدات تالفة.
7- عدم توفر العُدة الخاصة.
8- مواد قابلة للاشتعال (المنظفات).

ج)المصدر (العمالة وأسلوب العمل):

1- عدم الخبرة.
2- الاستخدام الخاطئ للعُدة .
3- المزاح.
4- عدم التركيز.
5- الثقة الزائدة.
6- عدم ترتيب وتنظيف مكان العمل.

الإصابات الناجمة من ملامسة الأجزاء الخطرة:

أحترس من حرق الجلد عند ملامسة الأجزاء الساخنة بالسيارة، كعادم السيارة، هذه الأجزاء تكون في غاية السخونة بعد فترة وجيزة من عملها.

- **الدهس (السحق)**

في حالة العمل تحت أو بالقرب من السيارة وهي محملة على الرافعة، دائماً أدعم الرافعة باستخدام حوامل المحاور الثابتة. لا تنزل أبداً تحت سيارة وهي محملة فقط بالرافعة.

- **الحرق**

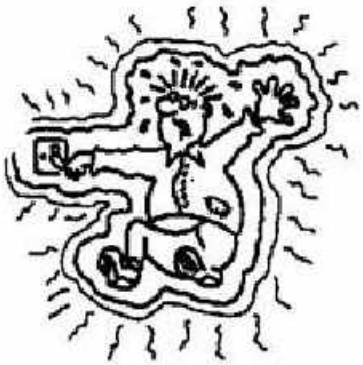
الوقود شديد الاشتعال، وبخار الوقود ينفجر. أحذر من انسكاب الوقود على الأجزاء الساخنة بالسيارة. لا تقم بالتدخين أو السماح للهب مكشوف بجوار السيارة عند العمل بها. وأحذر من تولد الشرارة سواء كانت كهربائية أو متولدة عند طريق العُدة.

بخار الوقود أثقل من الهواء، ولهذا لا تقوم بالعمل في نظام الوقود والسيارة واقفة فوق مجرى أرضية للصيانة.

من الأسباب الأخرى المسببة للحريق هي زيادة الحمل الكهربائي أو دائرة القصر. التزم بالحذر عند إصلاح أو تعديل بالدائرة الكهربائية بالسيارة.

قم بتجهيز طفايات الحريق واجعلها في متناول اليد في حالة حدوث حريق. ويجب أن تكون مناسبة للتعامل مع حرائق الوقود والكهرباء.

- **الصعق الكهربائي**



الجهد العالي للإشعال في منتهى الخطورة، خصوصاً للأشخاص الذين يعانون من اضطرابات ومشاكل بالقلب. لا تقم بالعمل بالقرب من المحرك والمحرك يعمل أو مفتاح الإشعال في وضع التشغيل.

التيار الكهربائي من المعدات بالورشة في غاية الخطورة، تأكد من توصيل كافة الأجهزة بالأرضي. ويجب أن تكون جميع الأجهزة متوفر لها الحماية من خطر الصعق.

- **الإصابة من الأجزاء الدوارة**

أحذر من التعامل بالقرب من الأجزاء الدوارة أثناء عملها، مثل مروحة التبريد والسيور. أبعد اليد أو العدة أو أطراف الملابس ومشابه من التعرض للأجزاء الدوارة.

لا تقم بالعمل بالقرب من مروحة التبريد الكهربائية في أي حال من الأحوال (سواء أن المحرك لا يعمل أو أن مفتاح الإشعال في وضع عدم التشغيل) بدون فصل القطب السالب من البطارية قبل مباشرة العمل. حيث أن المروحة تعمل أوتوماتيكياً (ذاتياً) وقد تبدأ الدوران فجأة بدون سابق إنذار.

- **الاختناق بالغازات والأبخرة السامة**

غازات العادم سامة، في العادة يحتوي العادم على غاز أول أوكسيد الكربون، وهو مميت في حالة الاستنشاق. لا تقم بأي حال من الأحوال بتشغيل السيارة في مكان مغلق أو سيء التهوية مثل الكراج (المرأب) والباب مغلق.

بخار الوقود هو أيضاً من الغازات السامة، وكذلك بعض المنظفات ومخفف الدهانات وما شابه.

- **التسمم والالتهابات عند التعامل مع المواد الخاصة بالسيارة**

تجنب ملامسة حامض البطارية أو أي نوع من أنواع الوقود، السوائل أو الزيوت، وخاصة: سائل مقاومة التجمد للمشع، سائل الفرامل، وقود الديزل. لا تقم بشفط أي من السوائل السابقة باستخدام الفم. في حالة ابتلاع تلك المواد أو تعرض العين لها سارع بالاتصال بالطبيب.

إطالة مدة ملامسة الزيت المستهلك من المحرك قد يتسبب في الإصابة بسرطان الجلد. استخدم القفازات أو استخدام الكريم الواقي. غيّر الملابس الملوثة بالزيت ولا تحتفظ في جيبك بخرقة قد تكون مبللة بالزيت أو ما شابه.

سائل التبريد لمكيف السيارة يخرج غاز سام عند تعرضه للهب مكشوف (يتضمن ذلك السيجارة). ويسبب احتقان وحرق للجلد عند ملامسته لك.

- **أخطار التعرض للأسبستوس**

غبار الأسبستوس قد يسبب السرطان في حالة استنشاقه أو بلعه. وقد يكون الأسبستوس ومشتقاته داخل في مادة تصنيع بطانة الفرامل والقابض. عند التعامل مع تلك المواد التي ذكرناها، فإنه من السلامة الافتراض بأن الأسبستوس داخل في صناعتها.

الأخطار المحددة

- **نقل البطارية**

تحتوي البطاريات على حامض الكبريتيك الذي يضر بالملابس، العيون، والجلد. خذ منتهى الحذر عند التعامل مع البطارية أو حملها.

يخرج غاز الهيدروجين من البطارية عند تفاعلها، هذا الغاز شديد القابلية للانفجار. لا تقم أبداً بعمل شرارة أو تقريب لهب مكشوف بالقرب من البطارية وذلك عند التعامل مع السيارة (وقد يحدث في الكثير من الأحيان عند توقف السيارة ليلاً ومحاولة قائدها إدارتها باستخدام السلف (بادئ الحركة) لعدة مرات ولا تستجب السيارة، فيقوم قائدها بتفقد حالة السيارة بالنظر تحت غطاء المحرك باستخدام لهب القادحة لتحدد سبب المشكلة). كن حذراً عند توصيل وفصل شاحن البطارية أو السلك الكهربائي للتوصيل.

- **الوسادة الهوائية**

الوسادة الهوائية قد تؤدي إلى الإصابة في حالة عملها بطريق الخطأ. توخي الحذر عند رفع عجلة القيادة. هناك تعليمات خاصة بذلك يجب إتباعها.

- **أجهزة حقن وقود الديزل بالسيارة**

مضخات حقن الديزل تضخ الوقود عند ضغوط عالية. توخي الحذر عند العمل مع مضخات حقن وأنابيب الوقود. لا تعرض اليدين، أو الوجه أو جزء من الجسم إلى بخاخ الوقود. فإنه يمكن للوقود اختراق الجلد مسبباً أضرار بالغة الخطورة.

إرشادات هامة

أفعل .....

.... البس النظارة الواقية عند استخدام الأجهزة والمُعدات الثقيلة، وعند العمل أسفل السيارة.

.... البس القفاز أو استخدم الكريم الواقي لحماية يدك عند الحاجة إلى ذلك.

....كلف شخص بالمرور عليك للتأكد من سير الأمور سيراً حسناً، عند عملك وحدك بالسيارة.

....قم بأبعاد أطراف الملابس أو الشعر الطويل بعيداً من الأجزاء الدوارة.

.... أنزع الخواتم، ساعة المعصم...إلخ. قبل العمل في السيارة، وخاصة عند العمل بالدائرة الكهربائية.
.... تأكد من أن أي من الروافع المستخدمة له القدرة على تحمل الحمل المستخدم أثناء العمل.
.... أمسح أي زيوت أو وقود أو سوائل مسكوبة على الأرض في الحال.

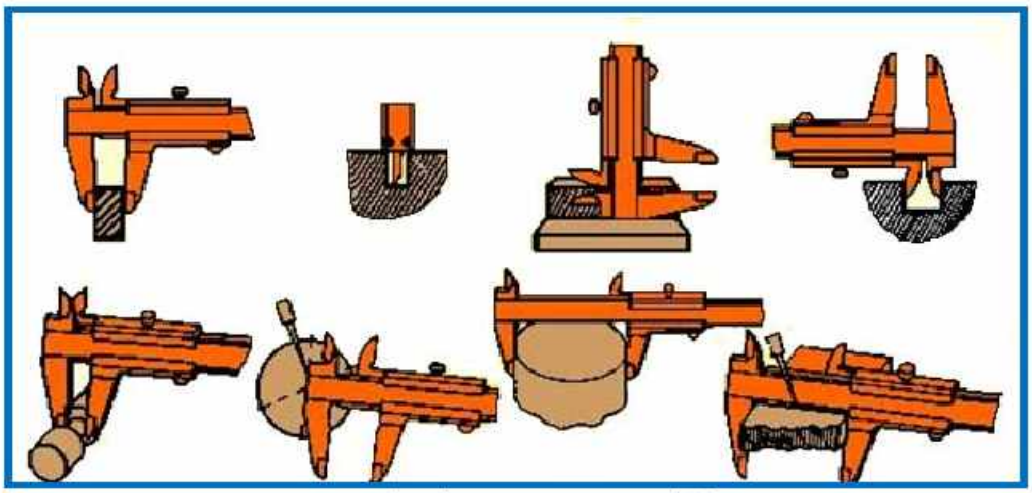
لا تفعل....

.... القيام برفع أجزاء ثقيلة، تكون أكثر من مقدرتك- أطلب العون.
.... الاستعجال بإنهاء المهمة التي تقوم بها بالسيارة، أو الاختصار غير السليم في خطوات العمل.
.... استخدام عُدة غير مناسبة أو رديئة، والتي قد تنزلق أو تنكسر وتسبب الإصابة.
.... ترك العُدة أو أجزاء ملقاة على الأرض، والتي قد تؤدي إلى تعثر الأشخاص بها.
.... السماح للأطفال أو الحيوانات الأليفة بالتواجد بجوار سيارة يتم العمل بها.

التعرف على أدوات القياس والعُدد وطرائق استخدامها

القدمة المنزلقة Normal Vernier Caliper

تعتبر القدمة المنزلقة من أهم أدوات القياس الدقيقة وذلك لبساطة تصميمها وسهولة استخدامها وإمكاناتها المتعددة وتستخدم في القياسات الداخلية والقياسات الخارجية وقياسات العمق كما في الشكل (9-1).



شكل 9-1 استخدامات القدمة

أنواع القدمة المنزلقة

1) القدمة المنزلقة الاعتيادية (Normal Vernier Caliper)
2) القدمة المنزلقة الرقمية (Digital Vernier Caliper)
3) القدمة المنزلقة ذات وجه الساعة (dial Vernier Caliper)

- أجزاء القدمة الاعتيادية:

وتتألف من الأجزاء التالية كما في الشكل (9-2).

1-الفك الثابت: يصنع من الفولاذ السبائكي عديم الصدأ ويتم تقسيم المسطرة الثابتة بعلامات بيان للسنتمترات والمليمترات وفي الجانب الآخر يوجد تدريج بالبوصة وأجزاءها.

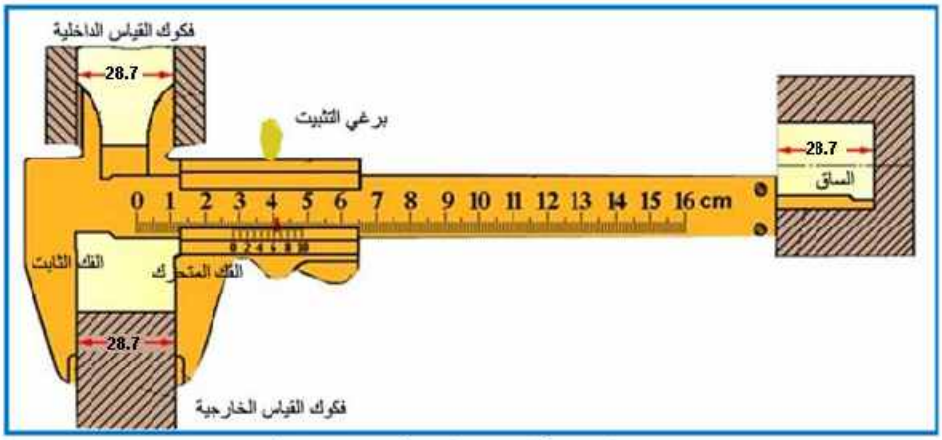
2-الفك المتحرك: يكون مدرج بالمليمترات ومن جهة أخرى بأجزاء البوصة ويعتبر هذا هو الجزء الرئيسي للقدمة.

3-فكوك القياس الداخلية : تستخدم لقياس الأجزاء الداخلية.

4-الساق: تستخدم لقياس الأعماق.

5-برغي التثبيت : يستخدم لتثبيت القياس على القدمة.

6--فكوك القياس الخارجية :تستخدم لقياس الأجزاء الخارجية.



شكل9-2 أجزاء القدمة الاعتيادية

دقة قياس القدمة

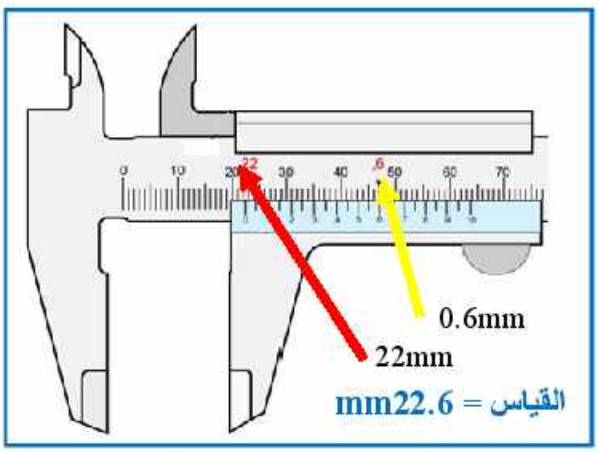
أ) القدمة المنزلقة دقة قياسها (1\10).

ب) القدمة المنزلقة دقة قياسها (1\20).

ج) القدمة المنزلقة دقة قياسها (1\50).

كيفية استعمال القدمة الاعتيادية

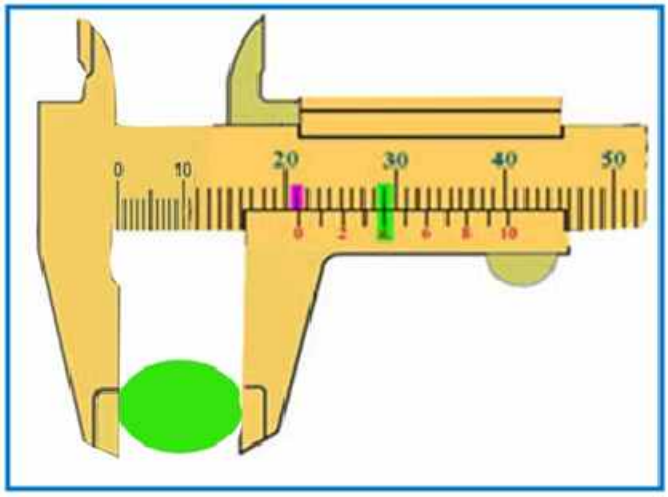
تعتبر القدمة المنزلقة أهم عُدة قياس وتستخدم في قياس أجزاء خاصة في محرك السيارة مثل قياس الطول الحر للنابض. عندما يتطلب العمل بالدقة وضبط القياس وكذلك بساطة استخدامها وملائمتها للقياسات السريعة وإن استعمال هذه القدمة وضبط القياسات حسب المواصفات المطلوبة سواء كانت بالنظام المتري (السنتمتر، المليمتر) أو حسب النظام البريطاني (البوصة وأجزاءها) وفي حالة انطباق الفك الثابت مع الفك المتحرك يقع خط الصفر على تدريج المسطرة الثابتة وعند حركة الفك المتحرك لغرض القياس كما في الشكل (9-3) والصفر في مسطرة الفك المتحركة مطابق مع رقم (22 mm) تقرأ القراءة الأولى وبعد ذلك مطابقة مسطرة الفك المتحركة مع مسطرة الفك الثابتة للقراءة الثانية ووجود مطابقتها إلى الرقم (0.6 mm) يتم جمع القراءة الأولى مع القراءة الثانية للوصول إلى القيمة الكلية للقياس = (22.6 mm) .0.6+22



شكل9-3 قياس القدمة

تمرين 1: أوجد قياس القدمة المنزلقة التي دقة قياسها (1\10)

1- ضع عينة القياس بين فكوك القدمة، كما في الشكل (9- 4).

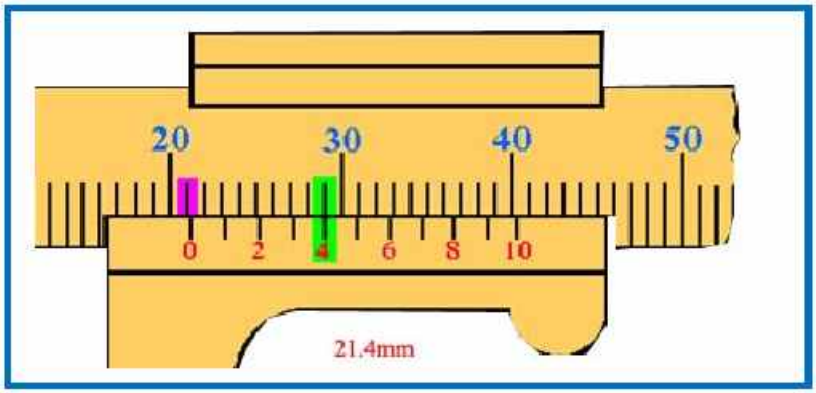


شكل 9-4 قياس قدمة

2- مطابقة الصفر في الفك المتحرك مع مسطرة الفك الثابت عند قياس (21 mm).

3- نقوم بمطابقة تدريج المسطرة في الفك المتحركة مع مسطرة الفك الثابتة ووجدت مطابقة قياس الرقم (0.4).

4- نقوم بجمع القراءة الأولى والثانية 21+0.4= 21.4 mm كما في الشكل (9-5).

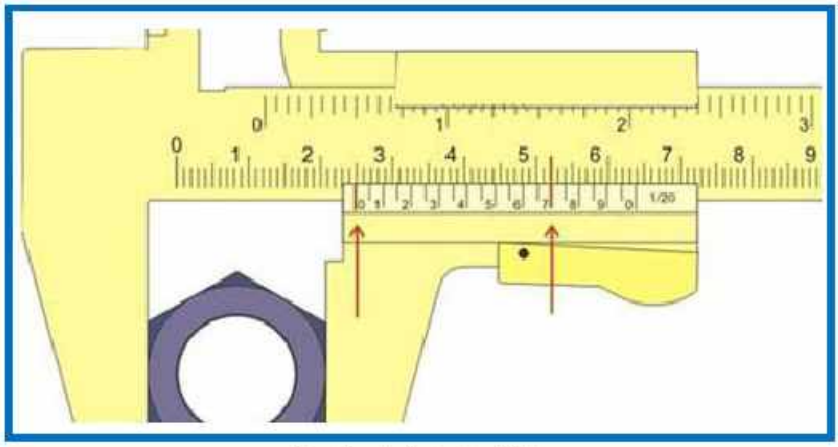


شكل 9-5 قراءة القدمة

21 mm
0.4 mm +
21.4 mm

تمرين (2): أوجد قياس القدمة المنزلقة دقة قياسها 1\20

1- ضع عينة القياس بين فكوك القدمة، كما في الشكل (9-6).

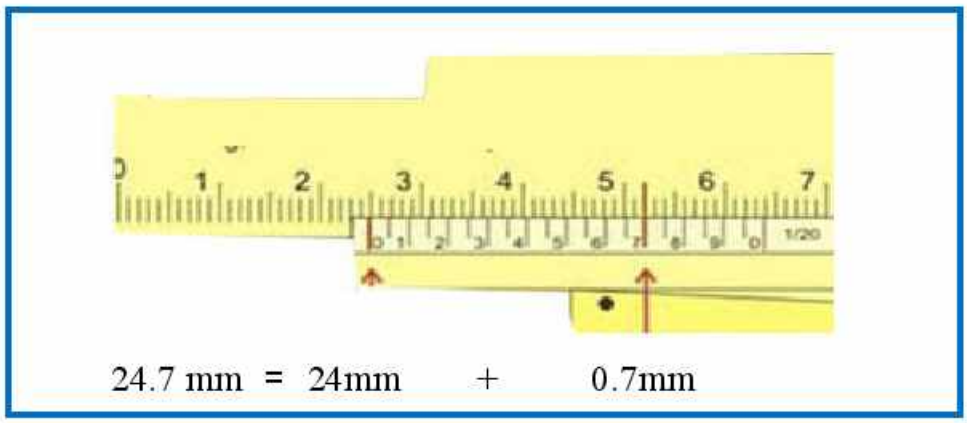


شكل 9-6 قياس قدمة

2- مطابقة الصفر في الفك المتحرك مع مسطرة الفك الثابت عند قياس 24 mm.

3- نقوم بمطابقة تدريج المسطرة في الفك المتحركة مع مسطرة الفك الثابتة، كما في الشكل (9-7) الأسهم الرفيعة هي التي تتطابق وتعطي القياس الصحيح ووجدت مطابقة مع قياس 0.7 mm.

4- نقوم بجمع القراءة الأولى والثانية 24 + 0.7 = 24.7 mm ، كما في الشكل (9-7).



شكل 9-7 جمع قراءة القدمة

القدمة الرقمية DIGITAL VERNIER CALIPIER

تستخدم لقياس القياسات الداخلية والخارجية والأعماق بشكل رقمي وتكون هذه أكثر دقة من القدمة الاعتيادية، وتتألف من الأجزاء التالية، كما في الشكل (9-8).

1- مفتاح تشغيل off-on

2- مفتاح تحويل من الإنج إلى المليمترات.

3- مفتاح تصفير القراءة.

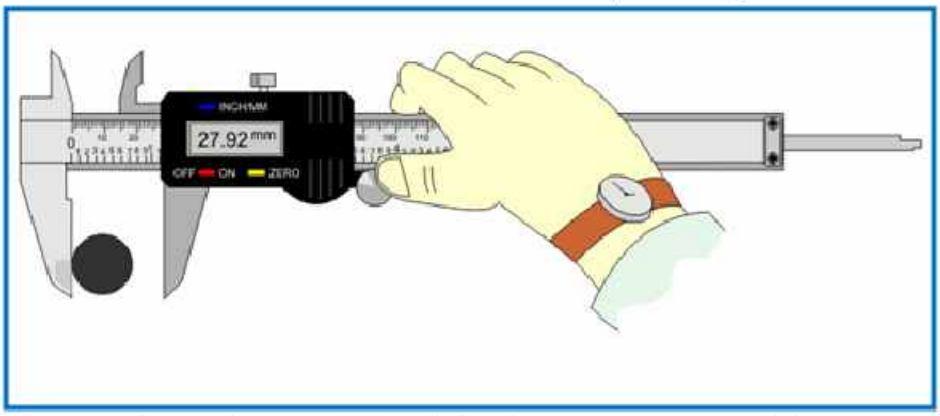
4- عتلة تثبيت.

عند القياس يتم ملامسة الفكين مع الشغلة بقوة مناسبة من بكرة الضبط ويتم أخذ القياس.

شكل 9-8 أجزاء القدمة الرقمية

تمرين (3) أوجد قياس القدمة الرقمية للمسافات الخارجية في الشكل (9-9).

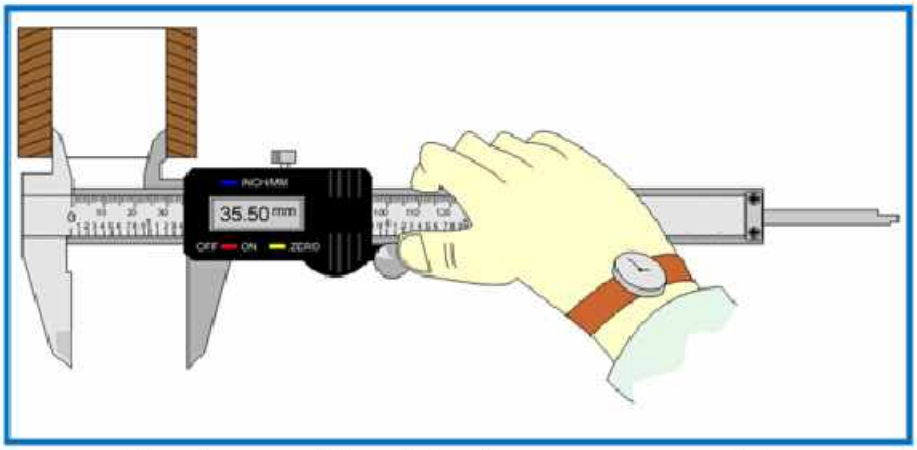
الجواب بعد مطابقة الفكوك مع الشغلة يتم أخذ القياس و هو 27.92 mm



شكل 9-9 قياس وقراءة القدمة الرقمية للمسافات الخارجية

تمرين (4) أوجد قياس القدمة الرقمية المسافات الداخلية في الشكل (9-10).

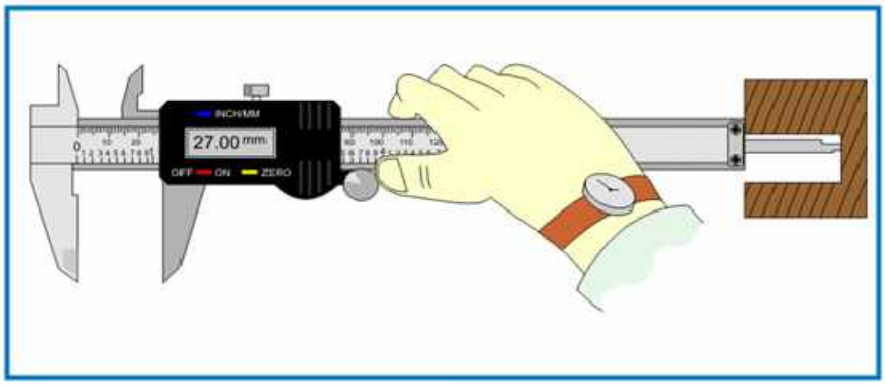
الجواب 35.50 mm



شكل 9-10 قراءة قياس القدمة الرقمية للمسافات الداخلية

تمرين (5) أوجد قياس القدمة الرقمية لمسافات العمق، كما في الشكل (9-11).

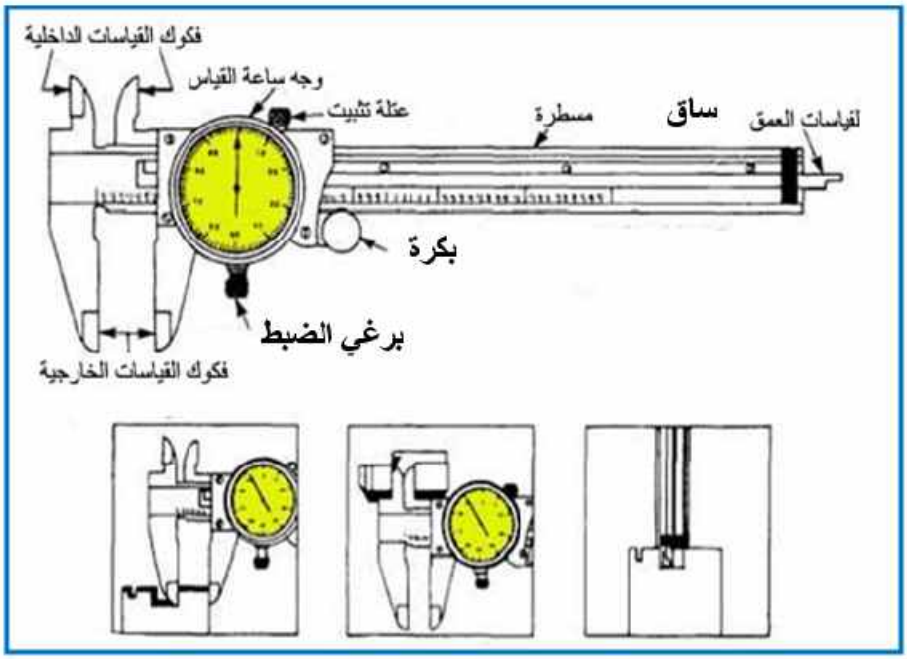
الجواب 27.92 mm



شكل9-11 قياس القدمة الرقمية لمسافات العمق

القدمة المنزلقة ذات وجه الساعة تستخدم في قياس المسافات الداخلية والخارجية والعمق وتتكون من الأجزاء التالية، كما في الشكل (9-12).

1- ساعة مؤشر القياس
2- برغي تثبيت القراءة
3- فك ثابت
4- فك متحرك.

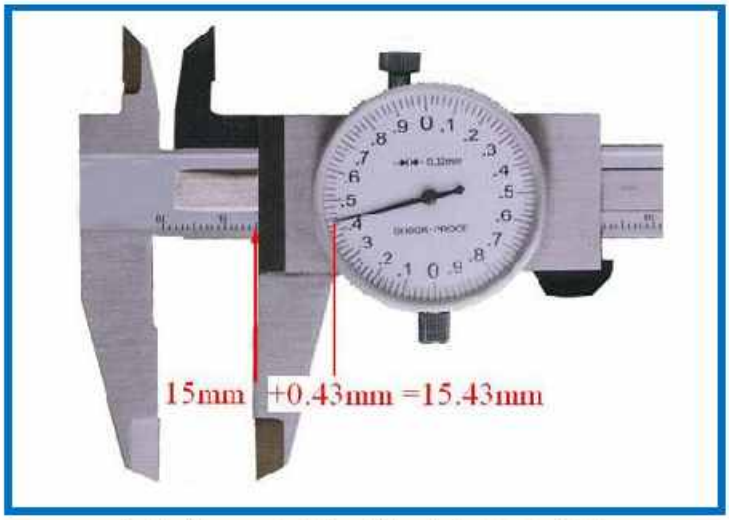


شكل9-12 أجزاء القدمة المنزلقة ذات وجه الساعة واستخداماتها

تمرين (6) أوجد قياس القدمة ذات وجه الساعة للمسافات الخارجية في الشكل (9-13)

الجواب

1- ملاحظة المسطرة الثابتة وقراءة المليمترات وتكون القراءة 15 mm
2- ملاحظة مؤشر الساعة لقراءة أجزاء المليمترات وتكون القراءة 0.43 mm
3- نقوم بجمع خطوة واحد وأثنان ويكون الناتج 15.43 mm

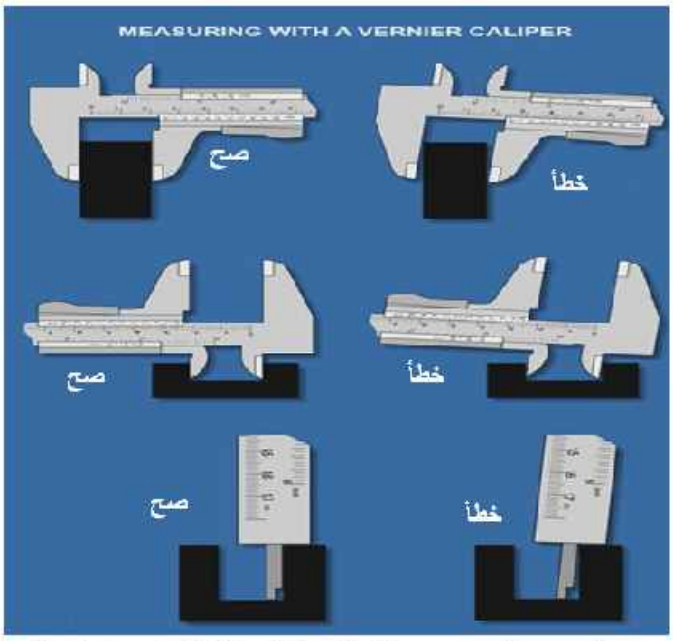


شكل 9-13 قياس القدمة ذات وجه الساعة

15 mm
0.43 mm +
15.43mm

الأخطاء التي يمكن حدوثها في استخدام القدمة

1) عدم امتداد فك القياس مسافة كافية على سطح قطعة الشغل.
2) وضع القدمة أثناء القياس على قطعة الشغل في وضع منحرف أو مائل كما في الشكل (9-14).
3) وجود خلوص ملحوظ بين فك القياس والمنزلقة.
4) زيادة أو نقصان ضغط فكوك القياس على قطعة الشغل.
5) تلوث السطح الذي يجرى عليه القياس.
6) قياس سطح ساخن.

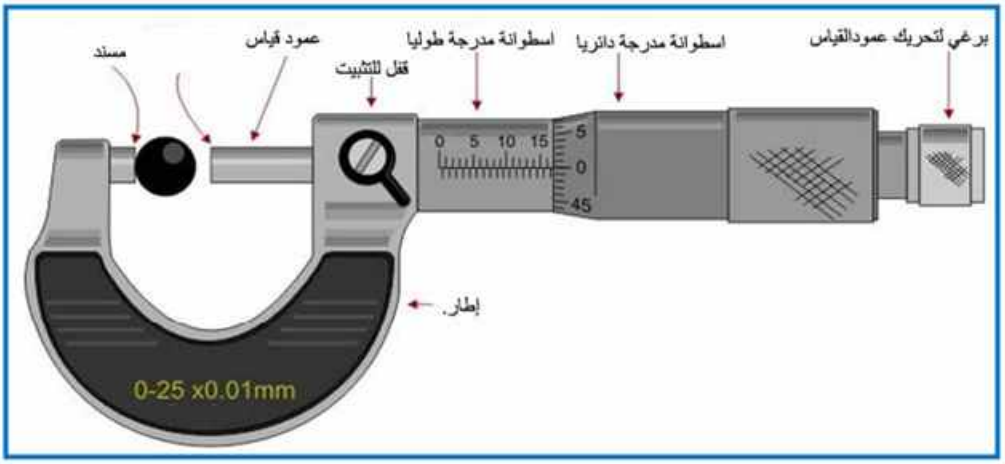


شكل 9-14 الوضع الصحيح والخاطئ لطريقة القياس باستعمل المنزلقة

يستخدم للحصول على دقة قياس أكبر ويوجد للميكروميتر المستخدم أنماط لنطاقات قياس تتراوح من (الصفر إلى 25 mm) ومن (25 mm إلى 50 mm) ومن (50 mm إلى 100 mm) ويستخدم في فحص أجزاء المحرك مثل عمود المرفق وعمود الحدبات والصمامات وغيرها من الأجزاء.

أجزاء المايكرومتر: ويتألف من الأجزاء التالية، كما في الشكل (9-15).

1) مسند.
2) عمود قياس.
3) إطار.
4) أسطوانة مدرجة طولياً.
5) أسطوانة مدرجة دائرياً.
6) برغي لتحريك العتلة.
7) برغي لتحريك عمود القياس.
8) قفل للتثبيت.

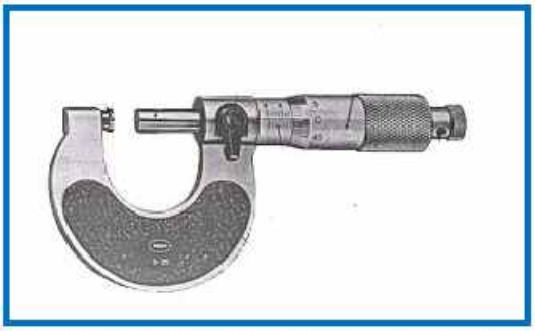


شكل 9-15 أجزاء الميكروميتر

أنواع الميكروميتر:

أ) ميكروميتر لقياس الأقطار الخارجية

يستخدم لقياس الأبعاد الخارجية (أقطار، أطوال، سمك) وفيه تنحصر الشغلة بين عمود القياس والسلد، كما في الشكل (9-16).



شكل 9-16 ميكروميتر لقياس الأبعاد والأقطار الخارجية

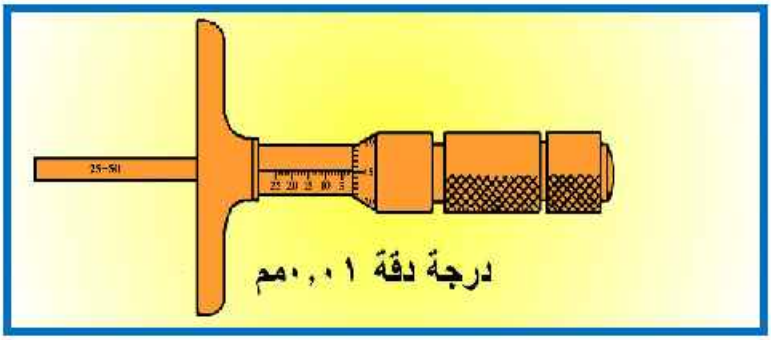
ب) ميكروميتر لقياس الأقطار الداخلية

يستخدم لقياس أقطار الثقوب والأبعاد الداخلية، كما في الشكل (9-17).

شكل 9-17 ميكروميتر لقياس الأقطار الداخلية

ج) ميكروميتر قياس الأعماق

يستخدم لقياس عمق الثقوب غير النافذة، كما في الشكل (9-18).



شكل 9-18 ميكروميتر لقياس العمق

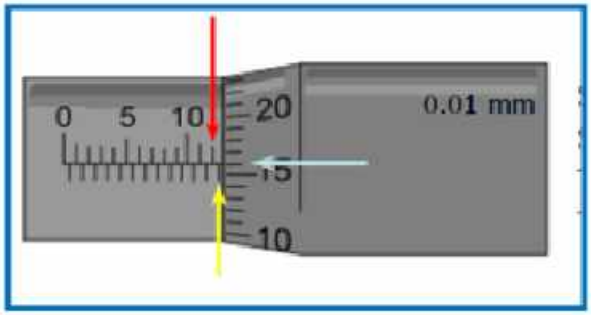
طريقة القراءة في الميكروميتر:

1- قراءة المليمترات الصحيحة على الأسطوانة المدرجة بالتدريج الأفقي الأعلى والمؤشر عليها بالسهم الأحمر على الأسطوانة.

2- قراءة أنصاف المليمترات على الأسطوانة المدرجة بالتدريج الأفقي الأسفل والملونة بالسهم ذو اللون الأصفر.

3 - تقرأ أجزاء المليمترات للقياس على الأسطوانة المدرجة دائرياً والمؤشر عليها بالسهم ذو اللون السمائي كما في الشكل (9-19).

4- اجمع خطوة 1+2+3



شكل 9-19 قراءة الميكروميتر

12 mm

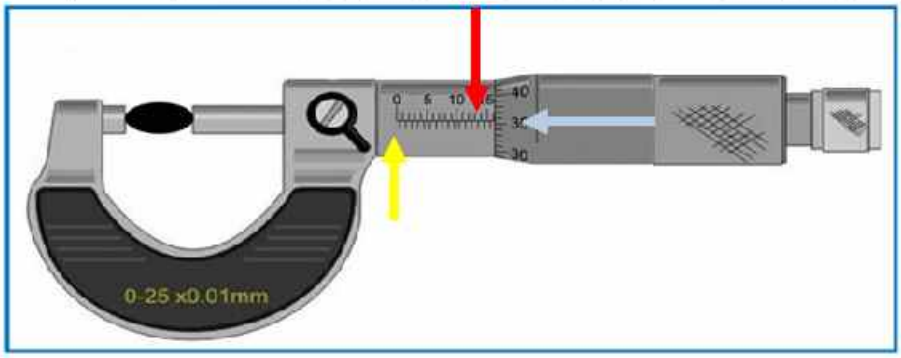
0.50 mm

0.16 mm

12.66 mm

تمرين (7): أوجد قياس قراءة الميكروميتر كما في الشكل (9-20)

1- ضع العينة المراد قياسها بين عمود قياس الميكروميتر، كما في الشكل (9-20).



شكل 9-20 قراءة الميكروميتر

2- قم بقراءة القياس من الأسطوانة المدرجة طولياً المدرجة بالتدريج الأفقي الأعلى والمؤشر عليها بالسهم الأحمر ليكون القياس 16 mm.

3- قم بقراءة أنصاف المليمترات على الأسطوانة المدرجة بالتدريج الأفقي الأسفل و هي 0.

4- قم بأخذ القياس من الأسطوانة المدرجة دائرياً وتكون 0.35 mm.

5- قم بجمع الخطوة رقم 1+2+3 $16 + 0 + 0.35 = 16.35$ mm

16 mm

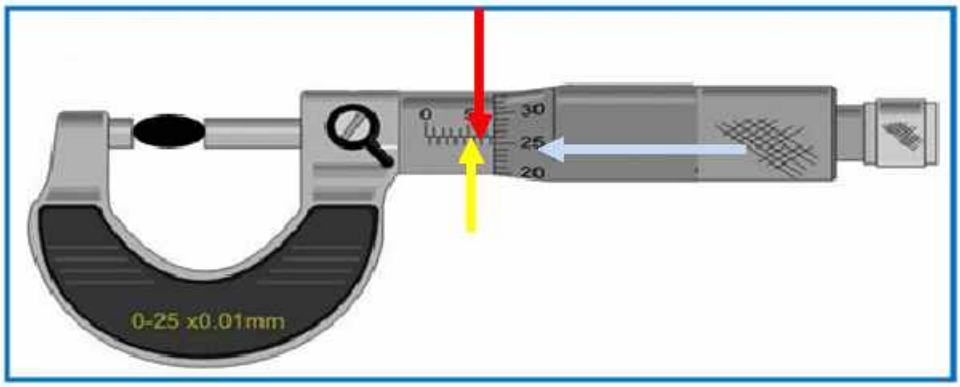
0

0.35 mm +

16.35mm

تمرين (8): قراءة قياس الميكروميتر

1- ضع العينة المراد قياسها بين عمود القياس وفك الميكروميتر، كما في الشكل (9-21).



شكل9-21 قراءة الميكروميتر

2- قم بقراءة القياس من الأسطوانة المدرجة طولياً والمدرجة تدريج أفقي ليكون القياس 7 mm.

3- قراءة أنصاف المليمترات على الأسطوانة مدرجة تدريج أفقي الأسفل 0.50 mm

4- قم بأخذ القياس من الأسطوانة المدرجة دائرياً وتكون 0.26 mm.

5- قم بجمع الخطوة رقم 1+2+3 $7 + 0.50 + 0.26 = 7.76$ mm

المؤشر القرصي المدرج Dial Gauge Indicator

هناك نوعان من المؤشر القرصي هما:

أ- المؤشر القرصي لقياس القطر الداخلي للأسطوانة Dial Bore indication

ب- المؤشر القرصي لقياس الانحراف أو الانحناء Dial Indication

أ- المؤشر القرصي لقياس القطر الداخلي للأسطوانة

يستخدم لقياس القطر الداخلي للأسطوانة بدلاً من الميكروميتر الداخلي الذي يتميز عنه بدقته في قياس الاستهلاك المخروطي والبيضوي الحاصل في داخل الأسطوانة وتصل دقته إلى 0.015 mm و هناك نوعان من أداة قياس القرصي لقياس قطر الأسطوانة الداخلي هما كما في الشكل (9-22).

1- أداة قياس المؤشر القرصي لقياس قطر الأسطوانة الداخلي الاعتيادي.

2- أداة قياس المؤشر القرصي لقياس قطر الأسطوانة الداخلي الرقمي.

شكل9-22 أنواع أداة قياس المؤشر القرصي لقياس قطر الأسطوانة

تمرين (9) أوجد قياس قطر الأسطوانة الداخلي لكتلة الأسطوانات باستخدام أداة قياس المؤشر القرصي

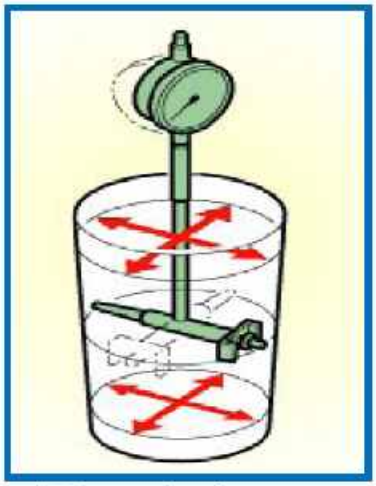
1- ملاحظة تصفير أداة القياس للمؤشر القرصي لقياس قطر الأسطوانة الداخلي الاعتيادي.

2- قم بإدخل نهاية أداة القياس داخل الأسطوانة لكتلة الأسطوانات كما في الشكل (9-23).

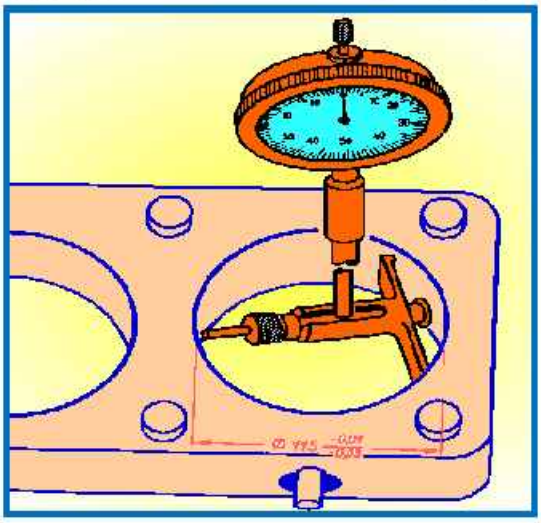
3- تأكد من عدم ميلان أداة القياس ووضعها بشكل عمودي داخل الأسطوانة، وتختلف النقاط المؤشرة بالأسهم كما في الشكل (9-24).

4- قم بقراءة قطر الأسطوانة مباشرة من المؤشر الموجود في ساعة القياس وتكون القراءة 115 mm كما في الشكل (9-25).

شكل9-23 إدخال نهاية أداة القياس داخل الأسطوانة



شكل9-24 وضع أداة القياس بشكل عمودي



شكل9-25 قراءة قطر الأسطوانة

تمرين (10) أوجد قياس قطر أسطوانة لكتلة الأسطوانات باستخدام أداة قياس قطر الأسطوانة الداخلي الرقمي

1- التأكد من تصفير أداة القياس القرصي لقياس قطر الأسطوانة الداخلي الرقمي.
2- حدد وحدة القياس المناسبة للأداة إن كان القياس ملم أو انج.
3- قم بإدخال نهاية أداة القياس الرقمي داخل الأسطوانة لكتلة الأسطوانات.
4- تأكد من عدم ميلان أداة القياس ووضعها بشكل عمودي على الأسطوانة.
5- قم بقراءة قطر الأسطوانة على شاشة أداة القياس رقمياً وتكون القراءة 90 mm، كما في الشكل (9-26).

شكل9-26 قراءة قطر الأسطوانة

ب- المؤشر القرصي لقياس الانحراف أو الانحناء

ويستخدم في التحقق من اعوجاج عمود المرفق أو ساق الصمام، فعندما يشير المؤشر إلى الصفر يعني عدم وجود اعوجاج. هناك نوعان من أداة المؤشر القرصي لقياس الانحراف أو الانحناء هي:

1- أداة قياس المؤشر القرصي لقياس الانحراف أو الانحناء الاعتيادي.
2- أداة قياس الانحراف أو الانحناء الرقمي القرصي، كما في الشكل (9-27).

شكل9-27 أداة قياس الانحراف أو الانحناء الرقمي القرصي

أجزاء اداة قياس المؤشر القرصي لقياس الإنحراف أو الإنحناء الاعتيادى:

لاحظ الشكل (9-28)

1) كرة حديدية دائرية متحسسة للدوران.
2) مؤشر.
3) قاعدة حديدية لتثبيت المؤشر القرصي المدرج.

شكل 9-28 أجزاء المؤشر القرصي المدرج

تمرين (11) أوجد مقدار التآكل في محاور عمود المرفق باستخدام أداة قياس المؤشر القرصي لقياس الانحراف أو الانحناء الاعتيادي

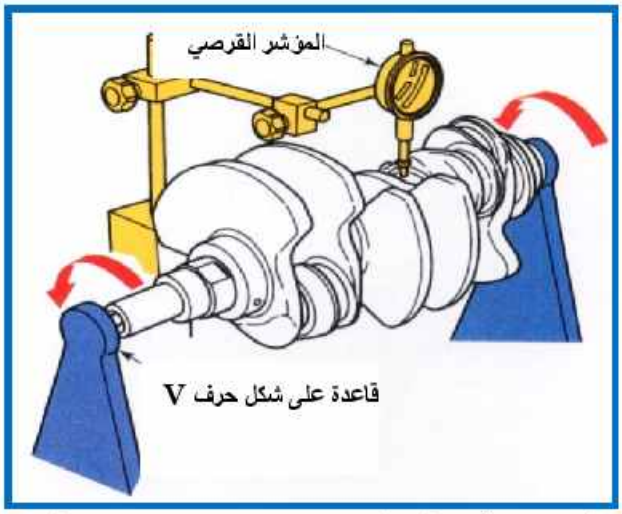
1- قم بوضع عمود المرفق على سطح مستوي.

2- ضع عمود المرفق على قاعدة على شكل حرف V.

3- قم بتصفير الساعة وضع أداة المؤشر بتماس مع محور عمود المرفق، كما في الشكل (9-29).

4- قم بتحريك عمود المرفق يدوياً.

5-علماً إن وجه ساعة القياس مقسم إلى 100 قسم فإذا تحرك محور القياس مسافة واحد مليمتر يتحرك العقرب (المؤشر) دورة كاملة على تدريج الميناء المقسم إلى 100 قسم (تدريجه) وكل تدريجه تعادل 100/1ملم.



شكل 9-29 أداة المؤشر بتماس مع محور عمود المرفق

تمرين (12) أوجد مقدار التآكل في محاور عمود المرفق باستخدام أداة قياس القرصي لقياس الانحراف أو الانحناء الرقمي

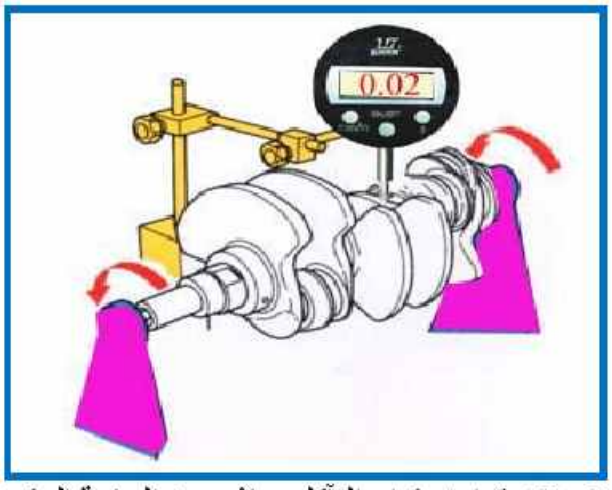
1- قم بوضع عمود المرفق على سطح مستوي.

2- ضع عمود المرفق بين مساند على شكل حرف V.

3- قم بوضع أداة المؤشر بتماس مع محور عمود المرفق.

4- قم بتحريك عمود المرفق يدوياً.

5- قم بقراءة مقدار التآكل مباشرة من الساعة الرقمية، كما في الشكل (9-30) وإن المقدار هو 0.02 mm



شكل 9- 30 قراءة مقدار التآكل مباشر من الساعة الرقمية

المجسات الورقية Feeler Gauge

تستخدم لقياس الخلوص (المسافات) الصغيرة بين الأجزاء التي يصعب الوصول إليها أو قياسها بأي عُدة أخرى، كما في الشكل (9-31) تستخدم مجسات القياس في ضبط ثغرة شمعة القدح وكذلك ضبط عدالة أو استقامة وجه غطاء الأسطوانات وكتلة الأسطوانات وغيرها من أجزاء المحرك.

شكل 9-31 استخدام المجسات الورقية

وهناك نوعان من المجسات الورقية:

1) مجسات قياس بالنظام المتري.
2) مجسات قياس بنظام البوصة.

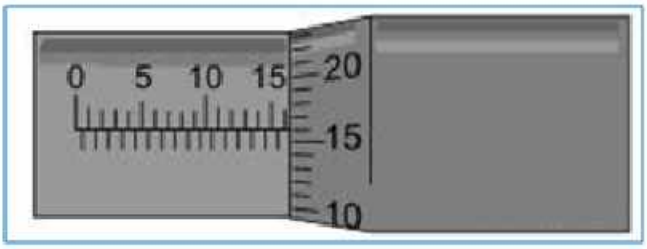
أجزاء المجسات الورقية:

1) حافظة مجسات القياس، كما في الشكل (9-32)
2) مجسات رقيقة للقياس بسمك مختلف.

شكل 9-32 مجسات قياس

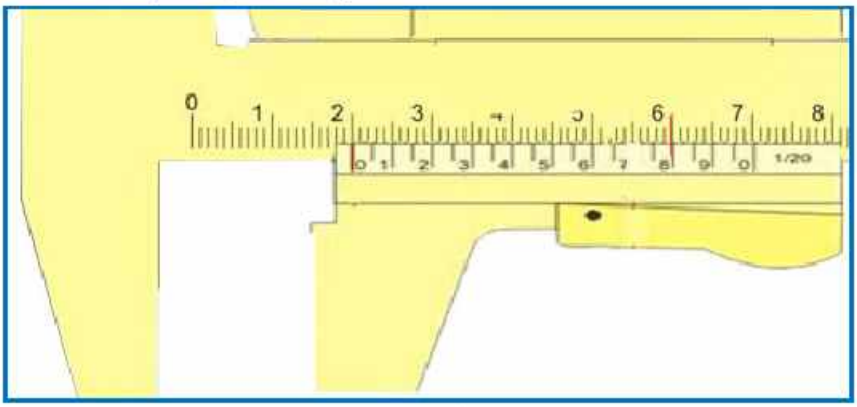
أسئلة الفصل التاسع

1- أوجد قياس قراءة الميكروميتر الموضح في الشكل (9-33)



شكل 9-33

2- أوجد قياس القدمة المنزلقة دقة قياسها 1\20 الموضحة في الشكل (9-34)



شكل 9-34

3- اشرح فائدة المؤشر القرصي لقياس القطر الداخلي للأسطوانة.

4- بين استخدام المجسات الورقية feeler gauge في صيانة السيارات.

5- ماهي الأخطار المحددة للبطارية لتجنبها.

6- ماهي إجراءات الوقاية من الاختناق بالغازات والأبخرة السامة داخل ورشة السيارات.

7- ماهي إجراءات الوقاية من التسمم والالتهابات عند التعامل مع المواد الخاصة بالسيارة؟

8- ما هي الأخطار في ورشة السيارات، وماهي مصادرها؟

الفصل العاشر

الأجزاء الرئيسة لمحرك السيارة

The Main Parts of Car Engine

مقدمة

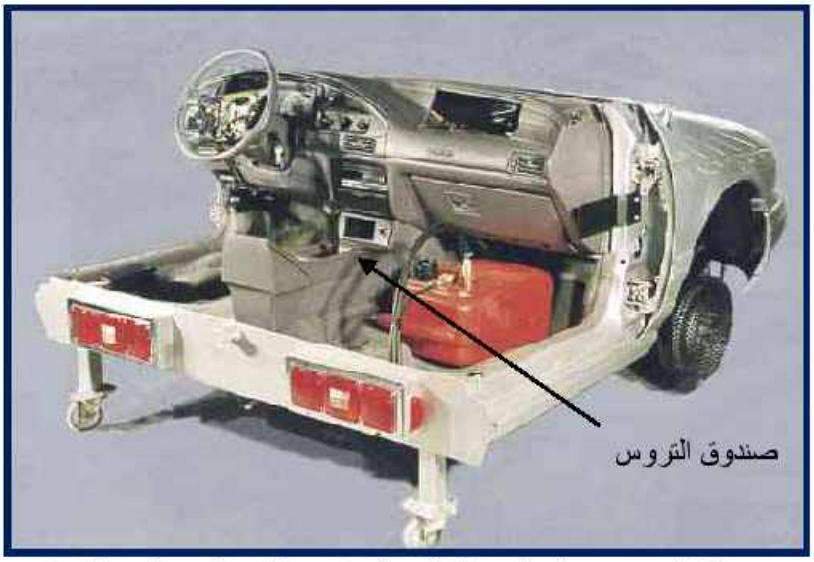
جميع أنواع السيارات تعمل بمكونات محددة، وهي وحدة توليد الطاقة وهو محرك الاحتراق الداخلي الذي يحول طاقة الاحتراق إلى قدرة ميكانيكية لإدارة العجلات من خلال وحدة نقل الحركة والمرتبطة بالاطار المعدني بالإضافة إلى المكونات الأخرى من المحاور والنوابض والعجلات ومجموعة القيادة ومجموعة الفرامل بالإضافة إلى مجموعة المتحسسات المرتبطة بمجموعة السيطرة.

الأجزاء الرئيسة للسيارة

التمرين الأول - التعرف على الأجزاء الأساسية للسيارة من خلال نموذج:

مكونات السيارة الأساسية تظهر في الشكل (10-1) المظهر الأمامي الخارجي لنموذج تعليمي للسيارة والشكل (10- 2) المظهر الخلفي الخارجي لنموذج تعليمي لسيارة.

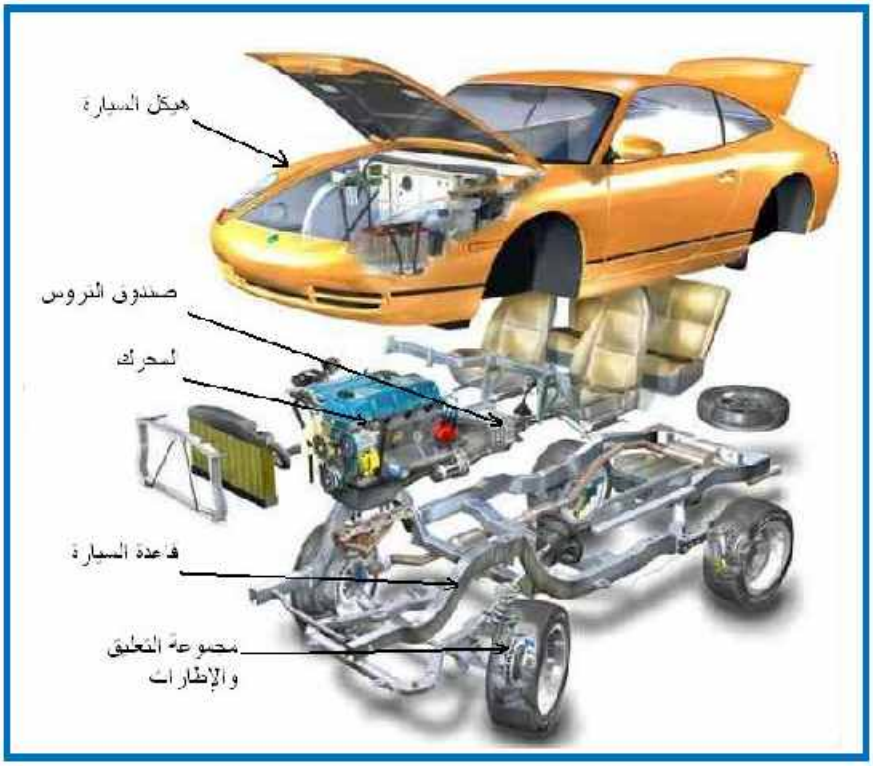
شكل 10-1 المظهر الأمامي الخارجي لنموذج تعليمي لسيارة



شكل 10- 2 المظهر الخلفي الخارجي لنموذج تعليمي لسيارة.

تتكون السيارة من عدة مجموعات، وكما موضحة في الشكل (10-3)

1. الجسم والإطار المعدني للسيارة.
2. المحرك.
3. صندوق التروس.
4. مجموعة نقل الحركة.
5. مجموعة التعليق والإطارات.



شكل 10-3 أجزاء السيارة الرئيسية

1- الجسم والاطار المعدني للسيارة:

الإطار المعدني للسيارة يستند عليه المحرك ويحمل جسم السيارة وجميع الأجهزة والمنظومات في السيارة، ويرتكز على العجلات بأجهزة تعليق وتخفيف الصدمات. يحيط السيارة الجسم الخارجي.

2- المحرك

يُعد المحرك أهم مكونات السيارة، حيث انه يقوم بتحويل الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق مزيج الهواء والوقود إلى طاقة حركية تستخدم في دفع السيارة.

3- صندوق التروس

يحوي على مجموعة من التروس لتعطي عزماً وسرعات مختلفة فضلاً عن عكس اتجاه الحركة.

4- مجموعة نقل الحركة

تتكون من عمود نقل الحركة ومجموعة التروس الخلفية حيث يقوم عمود نقل الحركة بنقل العزم من صندوق التروس إلى مجموعة التروس الخلفية.
مجموعة التروس الخلفية هي عبارة عن صندوق يحوي تروس تقوم بنقل الحركة الدورانية إلى العجلات.

5- مجموعة التعليق والإطارات

تستخدم في السيارات حيث تعلق كل عجلة على حدة تعليق مستقل من جانب. وتتكون مجموعة التعليق من مجموعة من نوابض وممتص الاهتزازات المساعد.

التمرين الثاني - فتح محرك السيارة وفصل الأجزاء الخارجية

الغرض من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على:

1- فتح جميع الأجزاء الخارجية للمحرك.
2- فصل المحرك عن بدن السيارة .
3- إخراج المحرك من السيارة.

العدد والأدوات

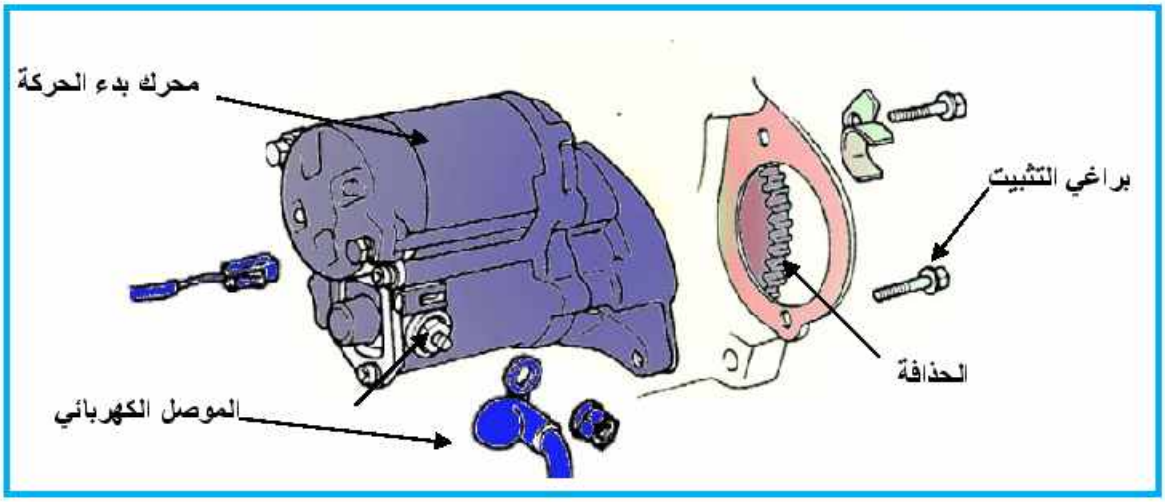
1- صندوق عُدة المتدرب.
2- محرك سيارة.
3- رافعة هيدروليكية.
4- سلسلة لرفع المحرك.

خطوات العمل

1- لضمان عدم حدوث أي تماس كهربائي افصل أقطاب البطارية واقتح البطارية وضعها في مكان آمن، كما في الشكل (10-4).

2- قم بفصل قابلوات توصيل بادئ الحركة وافتح براغي تثبيت محرك بادئ الحركة عن المحرك واستخرجه، كما في الشكل (10-5).
3- قم بتفريغ المحرك من الزيت.
4- قم بتفريغ سائل التبريد من المحرك عن طريق فتح الأنابيب المطاطية.
5- افتح المشع عن طريق فتح براغي التثبيت والأنابيب المطاطية.
6- بعد تثبيت صندوق السرعة قم بفتح براغي التثبيت بين المحرك وصندوق السرعة.
7- افصل المحرك عن بدن السيارة بواسطة فتح براغي التثبيت الموجودة في كراسي المحرك.
8- اربط بإحكام تثبيت المحرك بالسلسة الحديدية وثبته بالرافعة، كما في الشكل (10-6).
9-ارفع المحرك قليلاً بالرافعة وأثناء الرفع ادفعه للأمام لضمان انفصال المحرك ويمكن استعمال عتلة حديدية للمساعدة في فصل المحرك.
10- ارفع المحرك من السيارة ضعه جانباً في مكان ثابت، كما في الشكل (10-7).

شكل 10-4 فتح أقطاب البطارية وقاعدة تثبيته



شكل 10-5 فتح قابلوات وبراغي بادئ الحركة وفصله عن المحرك

شكل 10-6 إحكام تثبيت المحرك بالسلسة الحديدية

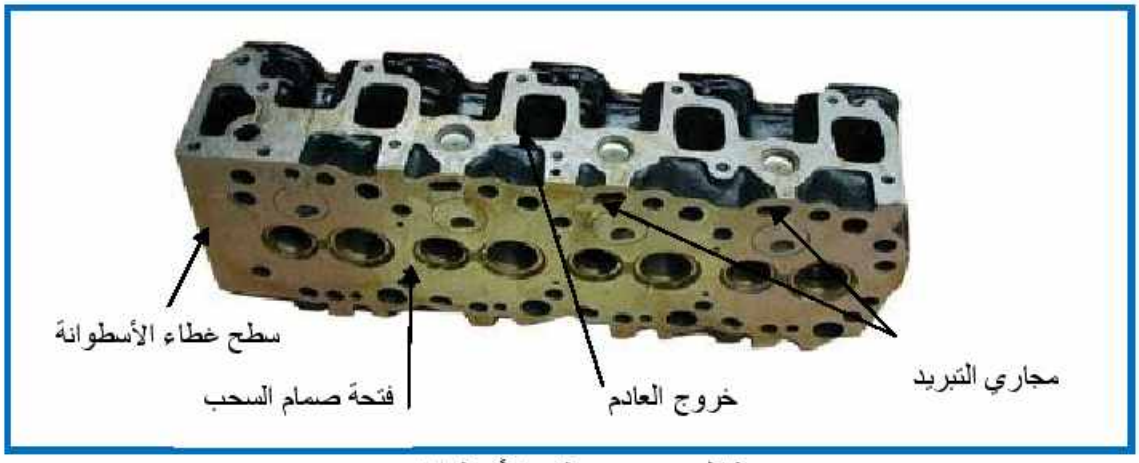
شكل 10-7 رفع المحرك بالرافعة

التمرين الثالث التعرف على الأجزاء الثابتة والمتحركة للمحرك

يحوي المحرك على أجزاء ثابتة ومتحركة

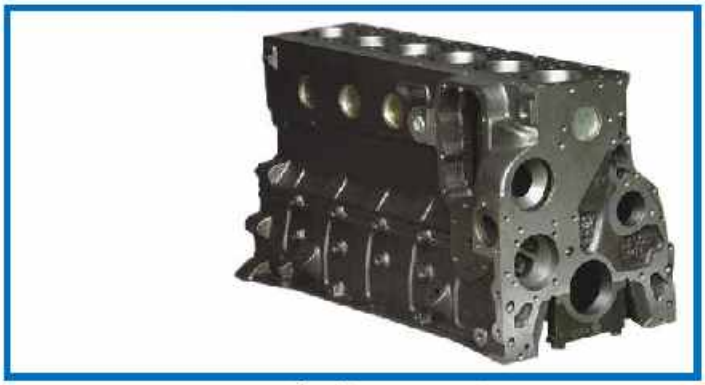
أولاً :- أجزاء المحرك الثابتة

1- غطاء رأس الأسطوانات: يحتوي هذا الغطاء على غرفة الاحتراق وجيوب ومجاري التبريد والصمامات، كما في الشكل (10-8) والتي يوجد منها اثنان على الأقل لكل أسطوانة هما صمام السحب وصمام العادم.



شكل 10-8 غطاء الأسطوانات

2- كتلة الأسطوانات: هي الجزء الرئيسي في المحرك ويحتوي على أسطوانات المحرك التي تمثل جيوب أسطوانية، كما في الشكل (10-9).



شكل 10-9 كتلة الأسطوانات

3- مجمعا السحب والعادم هو عبارة عن مجاري وظيفتها إدخال المزيج إلى غرف الاحتراق وهذا ما يسمى بمجاري السحب والأخرى وظيفتها إخراج الغازات المحترقة عبر غرف الاحتراق وهذا ما يسمى بمجاري العادم، كما في الشكل (10-10).

شكل 10-10 مجمعا السحب والعادم

4- حوض الزيت هو جزء من المحرك يستخدم لحفظ زيت المحرك، كما في الشكل (10-11).

شكل 10-11 حوض الزيت

ثانياً:- أجزاء المحرك المتحركة

1- عمود المرفق: يصنع عمود المرفق من الفولاذ المقوى ويزود بفتحات ومجاري خاصة لإيصال الزيت إلى كراسي عمود المرفق، كما في الشكل (10-12). ويقوم بنقل الحركة إلى الحذافة وتربط به اذرع التوصيل الحاملة للمكابس.

شكل 10-12 عمود المرفق

2- عمود الحدبات: يتحكم هذا العمود بفتح وغلق صمامات السحب والعادم، كما في الشكل (10-13). ويستمد حركته من عمود المرفق بواسطة تروس التوقيت.

شكل 10-13 عمود الحدبات

3- المكابس: يصنع المكبس من سبيكة ألمنيوم وذلك للحصول على مزايا الألمنيوم الحرارية بالإضافة إلى انه خفيف الوزن، كما في الشكل (10-14). ويتعرض لدرجات حرارة عالية أثناء عمله داخل الأسطوانة ويثبت في الجزء العلوي من المكبس وللمكبس نوعان من الحلقات الأولى تسمى حلقات الضغط والثانية حلقات الزيت ويربط المكبس بذراع التوصيل بواسطة محور المكبس.

شكل 10-14 المكبس

4- ذراع التوصيل:هو ذراع يربط عمود المرفق بواسطة النهاية الكبرى لذراع التوصيل، ويربط بالمكبس بواسطة محور المكبس ويقوم بنقل الحركة الترددية للمكبس إلى عمود المرفق، كما في الشكل (10-15).

شكل 10-15 ذرع التوصيل

5- الحذافة: تقوم الحذافة بخزن الطاقة وكذلك نقل قدرة المحرك إلى أجهزة نقل الحركة وتربط على المحرك من جهة ربط القابض، كما في الشكل (10-16)

شكل 10-16 الحذافة

6- الصمامات: وتقوم هذه بالتحكم في كمية المزيج الداخل لأسطوانات المحرك والتحكم في خروج غازات العادم، كما في الشكل (10-17)

شكل 10-17 الصمامات

التمرين الرابع- التعرف على الأجزاء الثابتة والمتحركة للمحرك

الغرض من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يعرف الأجزاء الثابتة للمحرك.

2- يعرف الأجزاء المتحركة للمحرك.

العدد والأدوات

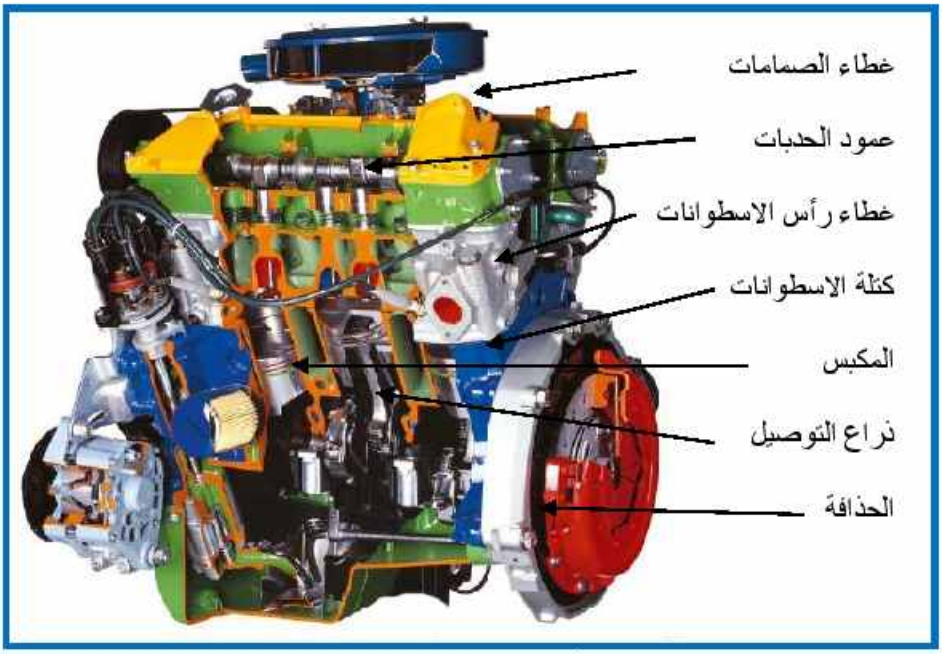
1- مقطع من محرك سيارة

خطوات العمل

1- قم بتشغيل نموذج المحرك المقطوع.

2- انظر إلى الأجزاء الثابتة وحدد وظيفة كل منها.

3- أنظر إلى الأجزاء المتحركة وحدد وظيفة كل منها، والشكل (10-18) يوضح الأجزاء الثابتة والمتحركة للمحرك.



شكل 10-18 أجزاء المحرك الثابتة والمتحركة

التمرين الخامس – فتح مجمعا السحب والعادم

الغرض من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

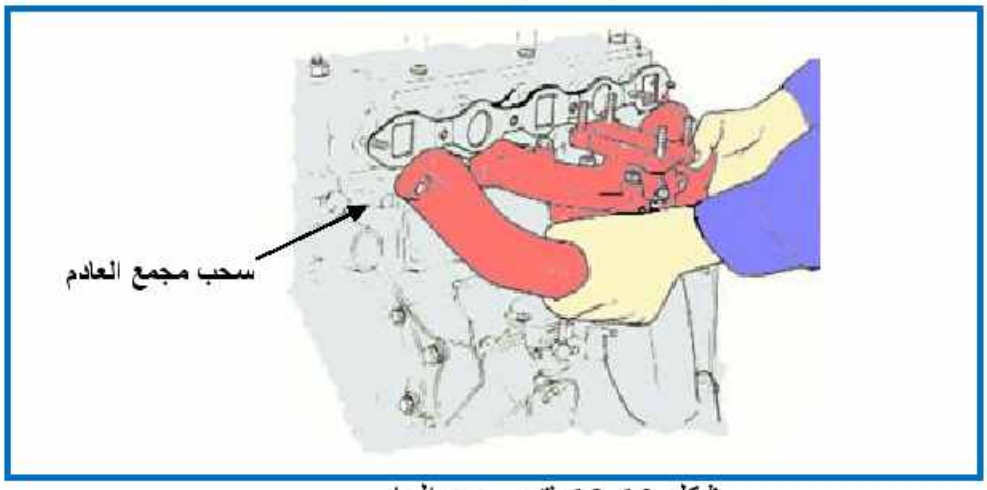
1- يتعرف على وظيفة مجمعا السحب والعادم.
2- يتعرف على كيفية فتح مجمع السحب.
3- يتعرف على كيفية فتح مجمع العادم.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.
2- محرك سيارة (إطفاء المحرك ويكون بارداً)

خطوات العمل

1- افتح براغي تثبيت مجمع العادم.
2- اسحب مجمع العادم باليد، كما في الشكل (10-19)



شكل 10-19 فتح مجمع العادم

3- افتح براغي تثبيت مجمع السحب.
4- اسحب مجمع السحب باليد، كما في الشكل (10-20)

التمرين السادس– فتح غطاء الأسطوانات

الغرض من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:-

1- يفتح غطاء أجزاء غطاء الأسطوانات من المحرك.
2- يفصل غطاء الأسطوانات بالطريقة الصحيحة.
3- يفحص غطاء الأسطوانة ويحدد أعطاله.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.
2- محرك سيارة.

خطوات العمل

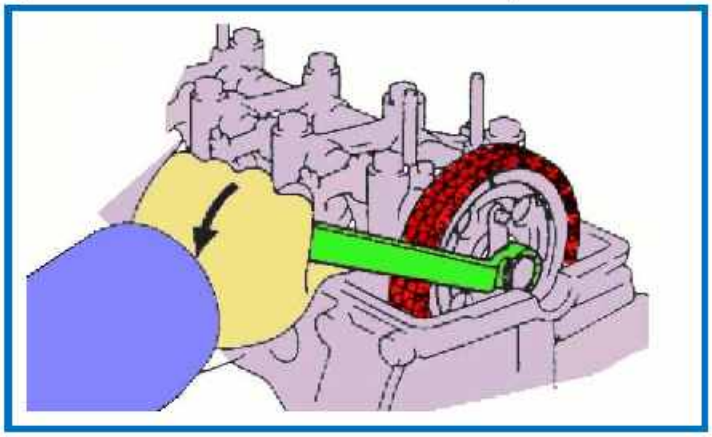
1- افتح غطاء رأس الأسطوانة وذلك بفتح براغي التثبيت للمحرك المستخدم والمكون من أربعة أسطوانات.

2- ارفع حشوة غطاء رأس الأسطوانات والشكل (10-20) يوضح غطاء رأس الأسطوانة للمحرك.

شكل 10-20 غطاء رأس الأسطوانة للمحرك

3- افتح السير الناقل المرن للحركة المتصل بمسنن عمود الحدبات في حالة كون راس المحرك يحوي على عمود حدبات علوي.

4- افتح ترس عمود الحدبات في حالة كون السير الناقل غير مرن، كما في الشكل (10-21)

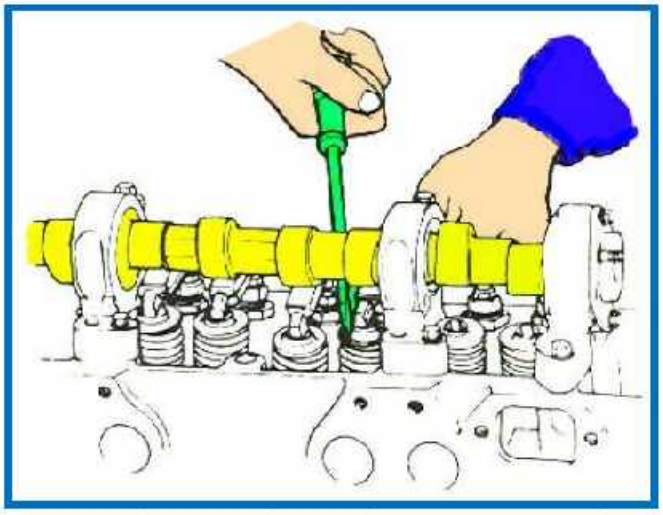


شكل 10-21 فتح ترس عمود الحدبات

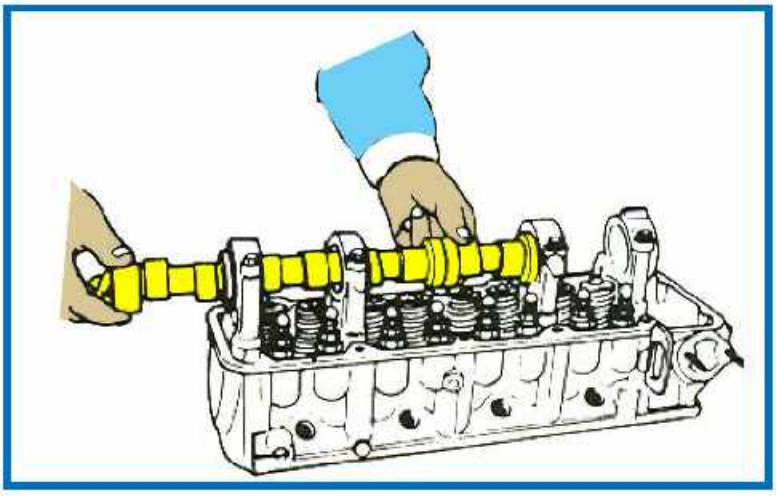
5- افتح براغي تثبيت كراسي إسناد عمود الحدبات.

6- اضغط بالمفك على نابض الصمامات وحرك الأذرع المتأرجحة كما في الشكل (10-22)

7- اسحب عمود الحدبات، كما في الشكل (10-23)

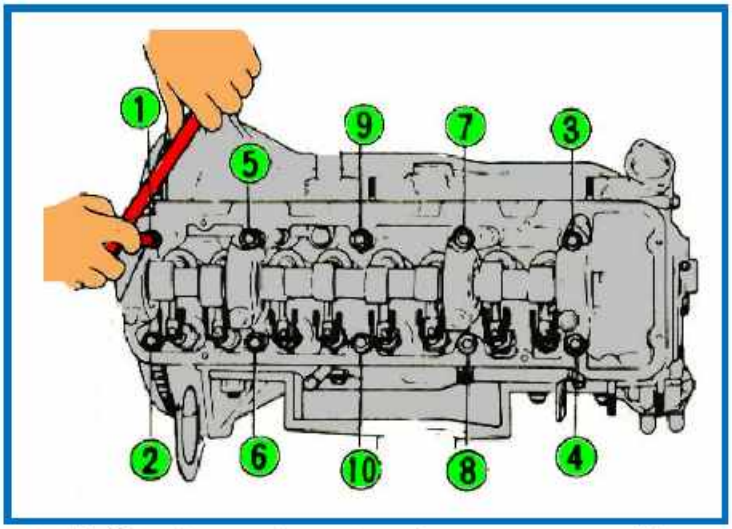


شكل 10-22 يوضح الضغط على نابض الصمام



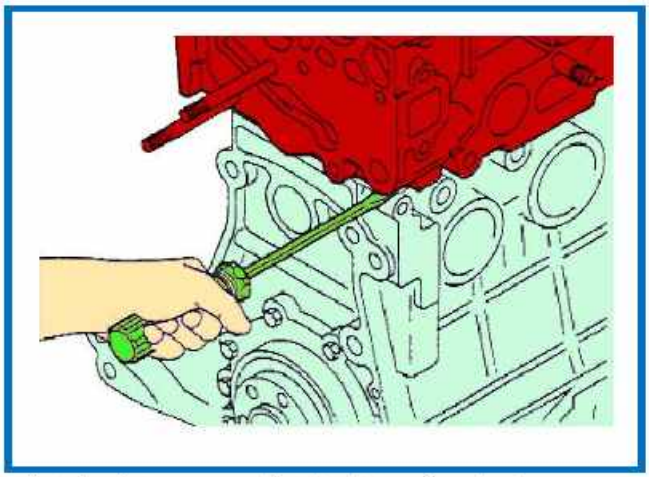
شكل 10-23 استخراج عمود الحدبات

8- افتح رأس الأسطوانة من جسم المحرك وحسب الترتيب الموضح في الشكل (10-24)

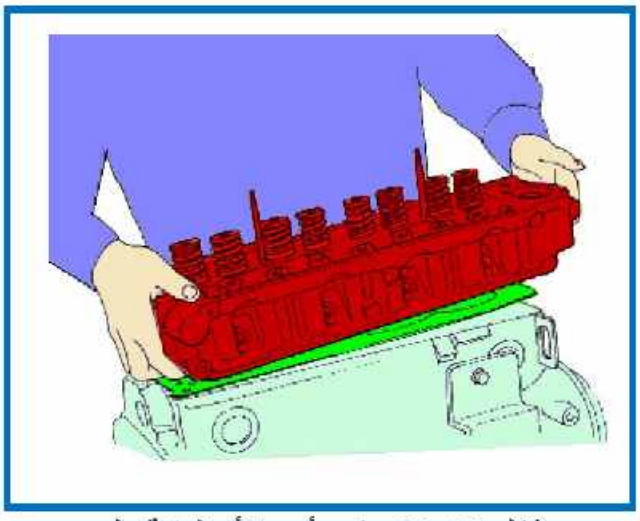


شكل 10-24 ترتيب فتح براغي تثبيت غطاء الأسطوانات

9- افتح جميع براغي تثبيت رأس الأسطوانات، ارفع المفك مع الطرق الخفيف على جانبي رأس الأسطوانات، كما في الشكل (10-25)، ارفعه باليد كما في الشكل (10-26)



شكل 10-25 فصل رأس الأسطوانة عن جسم الأسطوانة بمفك



شكل 10-26 رفع رأس الأسطوانة باليد

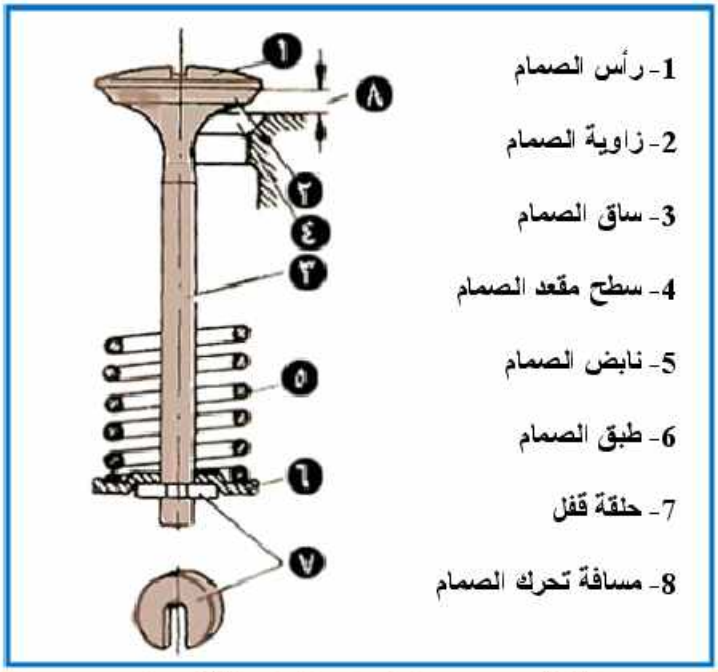
التمرين السابع– فتح الصمامات

وظيفة الصمامات

عن طريق الصمامات يتم التحكم في دخول خليط الوقود والهواء إلى الأسطوانات وخروج الغازات المحترقة منها، تتحرك الصمامات عن طريق عمود الحدبات.

أجزاء الصمامات

الشكل (10-27) يوضح الأجزاء الرئيسية للصمام.



الشكل 10-27 الأجزاء الرئيسية للصمام

الغرض من التمرين:

بعدالانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على:

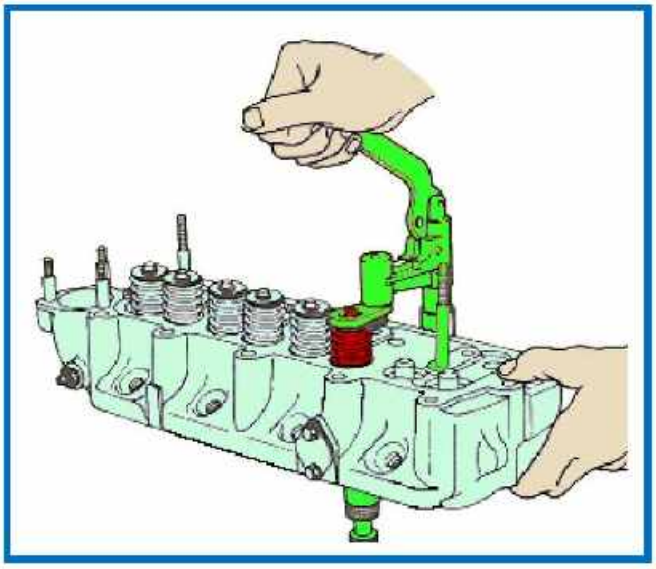
1- التعرف على كيفية فتح الصمامات.
2- التعرف على أجزاء الصمام.
3- تشخيص العيوب في مجموعة التحكم.

العُدد والأدوات

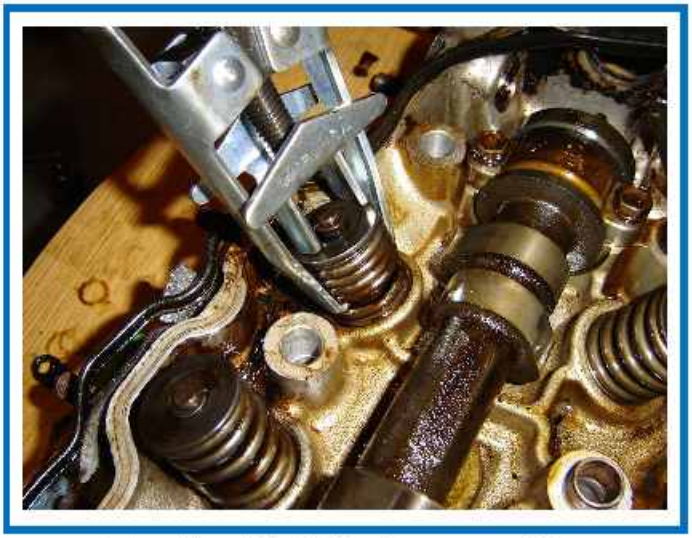
1- صندوق عُدة المتدرب.
2- غطاء الأسطوانات.
3- ملزمة لفتح الأسطوانات (فخة).

خطوات العمل

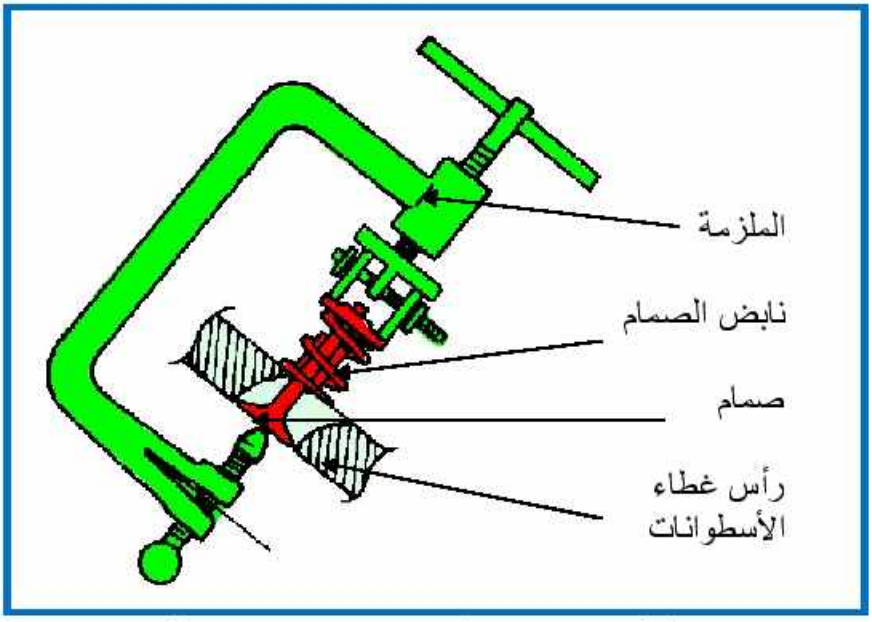
1- ضع غطاء الأسطوانات على قاعدة مستوية.
2- استعمل ملزمة خاصة توضع بين رأس الصمام والنابض واحكم وضعها، كما في الشكل (10-28) والشكل (10-29) يوضح نوع آخر من الملازم.
3- رقم الصمامات لكي يسهل معرفة مكانها.
4- اضغط على ذراع الملزمة لضغط النابض وإرخاء تثبيت نابض الصمام، كما في الشكل (10-30).
5- ارفع اللقم (طبق الصمام) باليد.



شكل 10-28 فتح الصمامات



شكل 10-29 طريقة ثانية لفتح الصمامات



شكل 10-30 مقطع جانبي يوضح إرخاء اللقم

6- ارخ الملزمة وارفع النابض والصمام.
7- ارفع مانع مرور الزيت المطاطي.
8- رتب الصمامات وملحقاتها، كما في الشكل (10-31).
9- قم بتشخيص العيوب في الصمام و هي:-
أ- تأكل وتكسر رأس الصمام.
ب- تأكل زاوية الخلوص بين الصمام والقاعدة.
ج- انحناء عمود الصمام.

شكل 10-31 ترتيب الصمامات وملحقاتها

التمرين الثامن – فحص غطاء الأسطوانات

الغرض من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:-
1- يفحص غطاء كتلة الأسطوانات.
2- يفحص استواء اسطح غطاء كتلة الأسطوانات.

العُدد والأدوات

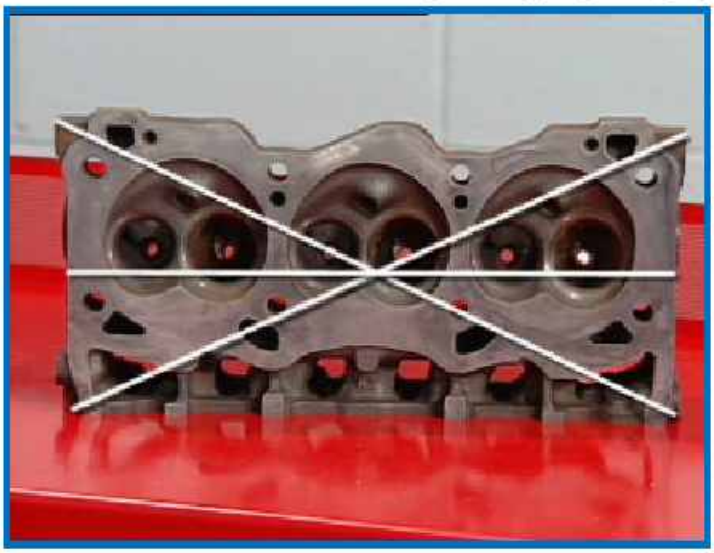
1- صندوق عُدة المتدرب.
2- غطاء أسطوانات.
3- مسطرة حديدية.
4- مجسات القياس.

خطوات العمل

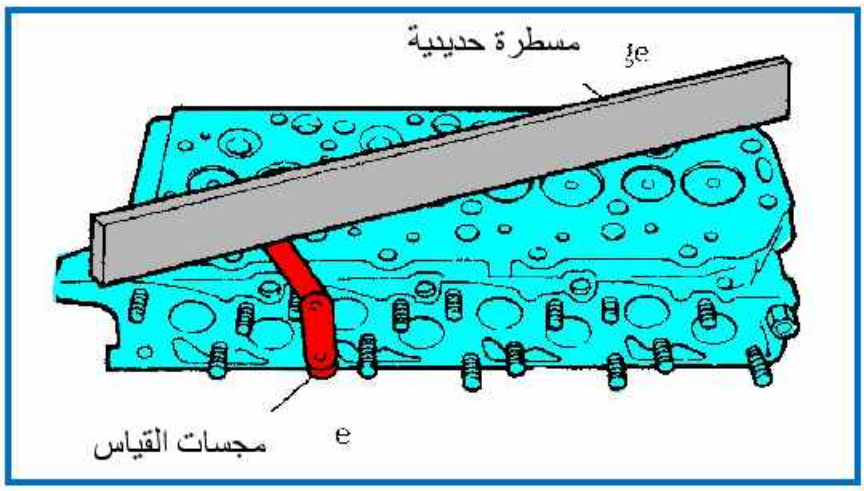
الفحص الأول - فحص استواء وجه غطاء الأسطوانات.

1. يجب تنظيف سطح وجه غطاء أسطوانات المحرك بشفرة حادة ومن ثم يجرى صقلها بورق سنفرة.
2. ضع الرأس على قاعدة مستوية.
3. ضع مسطرة حديدية على غطاء الأسطوانات وبثلاث زوايا، كما في الشكل (10-32)

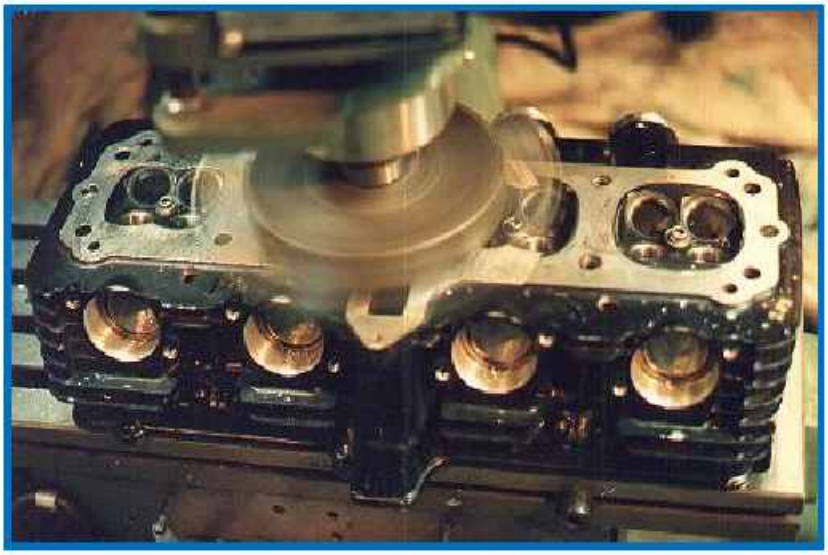
4. بواسطة مجسات القياس إذا استطعت تمريرها أسفل المسطرة حدد مقدار شريحة مجسات القياس فهذا يدل على وجود تقوس في الرأس والشكل (10-33) يوضح طريقة الفحص وفي حالة وجود تشوه في الرأس فيمكن تسوية السطح بواسطة جهاز التجليخ، كما في الشكل (10-34).
5. في حالة تجاوز التشوه في وجه رأس المحرك الحد المسموح به (حسب كتيب صيانة المحرك) فيجب استبدال رأس المحرك بواحد آخر.



شكل 10-32 اتجاهات وضع المسطرة



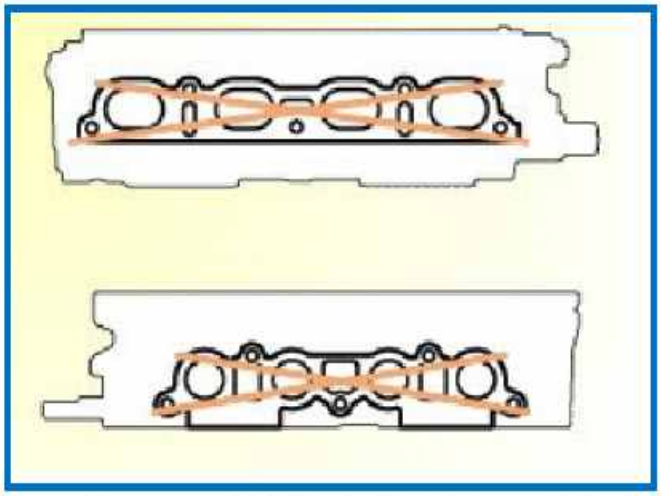
شكل 10-33 فحص راس الأسطوانة بواسطة المسطرة و مجسات القياس



شكل 10-34 تسوية السطح بواسطة جهاز التجليخ

الفحص الثاني- فحص استواء السطح المتصل بمجمعي السحب والعادم

1. يجب تنظيف سطح وجه المحرك بشفرة حادة ومن ثم يجرى صقلها بورق سنفرة.
2. ضع الراس على قاعدة مستوية.
3. ضع مسطرة حديدية وبشكل زاويتين، كما في الشكل (10-35).
4. بواسطة مجسات القياس اذا استطعت تمرير ها اسفل المسطرة فهذا يدل على وجود تقوس في السطح والشكل (10-36) يوضح طريقة الفحص وفي حالة وجود تشوه في الرأس فيمكن تسوية السطح بواسطة جهاز التجليخ.



شكل 10-35 فحص استواء السطح المتصل بمجمعي السحب والعادم

شكل 10-36 فحص استواء السطح المتصل بمجمعي السحب والعادم

الفحص الثالث- فحص وجود التشققات في غطاء الأسطوانات

ويتم فحص وجود التشققات في رأس المحرك بالطرائق الآتية:

1- استخدام مكبرة: حيث تستعمل عدسة مكبرة للبحث عن التشققات داخل رأس المحرك.
2- استخدام الصبغ النفاذ: حيث يستخدم صبغ نفاذ يرش على سطح راس المحرك وخلال خمسة عشر دقيقة تظهر التشققات.
3- استخدام الأشعة السينية لفحص أماكن التشققات.

ملاحظة :إن وجود التشققات في رأس المحرك تؤدي إلى ما يأتي:

1- ضعف أداء المحرك.
2- عبور الزيت إلى مجاري المياه أو بالعكس والتي تؤدي إلى سخونة المحرك ومن ثم عطله.
3- عدم إحكام الضغط في حجرة الاحتراق.

التمرين التاسع– فحص عمود الحدبات

الغرض من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على:

1- فحص مقدار التآكل في عمود الحدبات.
2- استقامة عمود الحدبات.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.
2- عمود الحدبات.
3- قدمة.

خطوات العمل

الفحص الأول - فحص تأكل عمود الحدبات

1. يجب تنظيف عمود الحدبات من الدهون.

2. ضع عمود الحدبات على قاعدة مستوية لضمان استواء العمود.
3. يجرى فحص أولي لعمود الحدبات بواسطة العين المجردة للبحث عن الكسور الصغيرة وعن مناطق التآكل.
4. اجري عملية قياس القطر الداخلي لكراسي تحميل عمود الحدبات بواسطة المايكرو متر.
5. اجري عملية قياس القطر الخارجي لعمود الحدبات المتصل مع كراسي التحميل، كما في الشكل (37-10)
6. اذا كان الخلوص في كراسي التحميل يزيد عن ما مسموح له في كتيب الصيانة يجب إجراء الصيانة أو التغيير.
7. افحص قياس القطر الصغير للحدبة بواسطة القدمة، كما في الشكل (10-38).
8. افحص قياس القطر الكبير للحدبة بواسطة القدمة، كما في الشكل (10-39).
9. قم بمقارنة القطر الصغير والقطر الكبير للحدبة مع الأبعاد القياسية للتأكد من قياس عمود الحدبات.

شكل 10-37 فحص قطر الحدبات

شكل 10-38 فحص القطر الصغير للحدبات

شكل 10-39 فحص القطر الكبير للحدبات

التمرين العاشر– فحص وصيانة دليل الصمام

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يفحص دليل الصمام ويشخص أعطاله.
2- يبدل دليل الصمام.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.
2- غطاء الأسطوانات.
3- مايكرو متر.
4- مطرقة حديدية.

خطوات العمل

الخطوة الأولى - فحص دليل الصمام

1- قم بقياس قطر ساق الصمام بواسطة المايكرومتر.
2- قس القطر الداخلي لدليل الصمام.
3- اطرح القطرين وإذا كان الفرق يتجاوز ما مسموح به في كتيب الصيانة فيجب تبديله (الحدود المسموح بها لفرق القطرين لصمام الدخول من (0.02 إلى 0.05) mm ولصمام العادم (0.05 إلى 0.085) mm.

الخطوة الثانية- تبديل دليل الصمام

1- قم بالطرق على دليل الصمام لاستخراجه من جهة غرفة الاحتراق بواسطة أداة البنطة والمطرقة.
2- قم بتوسيع مجرى دليل الصمام باستخدام القلاووظ.
3- ضع الدليل الجديد بدل القديم (عند الطرق يجب ترك مسافة (1.6 mm) من جهة غرفة الاحتراق).

التمرين الحادي عشر – صيانة قاعدة الصمام

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يقوم بصيانة قاعدة الصمام.

2- يجري عملية التجليخ لقاعدة الصمام وسحق الصمامات (الكراين)

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.

2- غطاء الأسطوانات.

3- مجموعة الصمامات.

4- معجون سحق الصمام (الكراين).

خطوات العمل

1- نظف رأس الصمام بورق السنفرة وتكون خشونة الورقة اعتماداً على نظافة السطح.

2- في حالة وجود تآكل في مقعد الصمام قم بتجليخ قاعدة الصمام بأداة تجليخ وحسب زاوية الصمام المنصوص عليها في كتيب صيانة المحرك، كما في الشكل (10-40).

3- ضع بعض معجون السنفرة (الكراين) على رأس الصمام.

4- قم بعملية التنظيف باستعمال عصا السحق بواسطة اليد أو المحرك الكهربائي على شرط أن يكون الضغط باتجاه واحد بحيث يكون تطابق بين زاوية الصمام وزاوية قاعدة الصمام، كما موضح في الشكل (10-41).

شكل 10-40 تجليخ قاعدة الصمام بواسطة ماكنة خاصة

شكل 10-41 سحق الصمام وقاعدته يدوياً

التمرين الثاني عشر – تجميع غطاء الأسطوانات

الغرض من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على:

1- تجميع غطاء الأسطوانات.
2- تثبيت عمود الحدبات.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.
2- غطاء الأسطوانات.
3- مجموعة الصمامات.
4- معجون سنفرة.

خطوات العمل

الخطوة الأولى- تجميع الصمامات في غطاء الأسطوانات

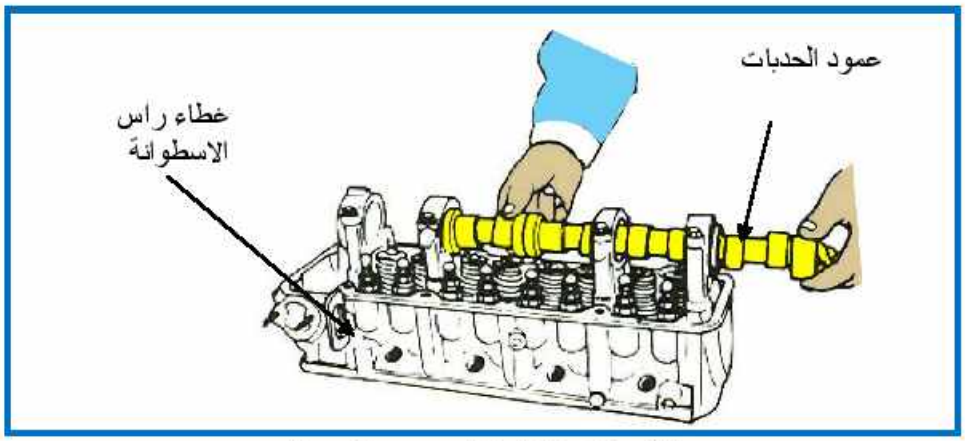
1- قم بتهيئة الصمامات وملحقاتها وحسب الترتيب، كما في الشكل (10-42).
2- ضع الصمام في دليل الصمام.
3- قم بوضع قاعدة النابض السفلية.
4- قم بوضع مانع تسرب الزيت.
5- ضع النابض داخل دليل الصمام.
6- قم بوضع قاعدة النابض العلوية.
7- قم بضغط النابض عن طريق الملزمة ومن ثم ضع اللقم.
8- وهكذا نفذ العملية على جميع الصمامات.

شكل 10-42 تهيئة الصمامات وملحقاتها

الخطوة الثانية- تجميع عمود الحدبات

ملاحظة : في حالة كون عمود الحدبات عند تثبيته لا يعيق شد غطاء الأسطوانات على جسم المحرك

1- قم بوضع محامل عمود الحدبات داخل غطاء الأسطوانات.
2- قم بإنزال عمود الحدبات داخل غطاء الأسطوانات، كما في الشكل (10-43).
3- ركب كراسي محامل عمود الحدبات وحسب الترتيب الصحيح.
4- شد براغي تثبيت كراسي تحميل عمود الحدبات.
5- شد براغي غطاء رأس الأسطوانة.



شكل 10-43 إدخال عمود الحدبات

أسئلة الفصل العاشر

1- أشرح كيف يتم فصل المحرك عن بدن السيارة.

2- عدد الأجزاء الثابتة للمحرك.

3- عدد الأجزاء المتحركة للمحرك.

4- أشرح كيف يتم فتح غطاء رأس الأسطوانات.

5- كيف يتم فتح الصمامات؟

6- عدد أسباب التآكل في الصمامات.

7- ما العيوب التي تظهر على غطاء رأس الأسطوانات؟

8- ما العيوب التي تظهر على عمود الحدبات؟

9- أشرح عملية تجميع الصمامات في غطاء رأس الأسطوانة.

الفصل الحادي عشر
أجزاء جسم المحرك وتجميع المحرك
Engine Parts and Engine Assembly

مقدمة

يقع جسم المحرك في الجزء الأسفل من المحرك ويجب أن يتحمل ضغوطاً عالية حيث يصنع من مادة حديد الزهر الرمادي ويحوي جسم المحرك على المكابس والعمود المرفقي وحوض الزيت ومضخة الزيت وعمود الحدبات السفلي والحذافة، وفي هذا الفصل سوف نتناول صيانة أجزاء جسم المحرك بالإضافة إلى تجميع وتشغيل المحرك.

التمرين الأول فتح حوض ومضخة الزيت

حوض الزيت هو الخزان الذي يحتوي على زيت المحرك و مضخة الزيت هي المسؤولة عن تدوير زيت المحرك إلى الأعلى عن طريق سحبه من حوض الزيت (جسم المحرك) وتوزيعه إلى أجزاء المحرك

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على:

4- فتح حوض الزيت.

5- فتح مضخة الزيت.

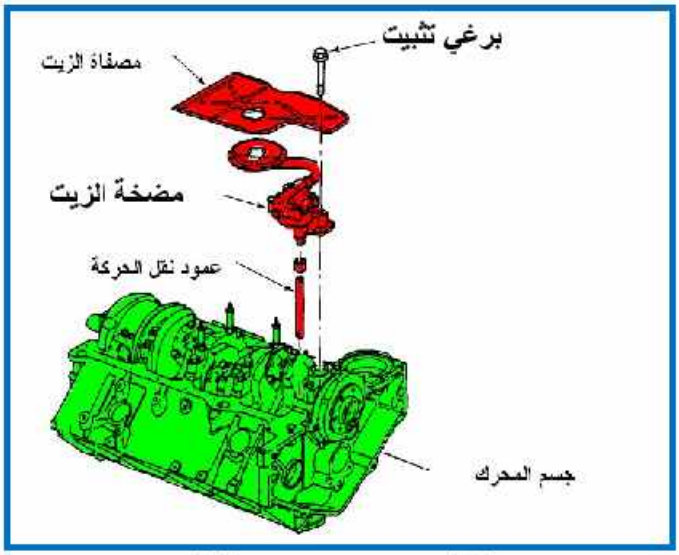
العُدد والأدوات

5- صندوق عُدة المتدرب.

6- محرك سيارة.

خطوات العمل

1. افتح جميع براغي التثبيت لحوض الزيت بجسم المحرك.
2. انزع حوض الزيت عن جسم المحرك.
3. لاحظ نوع الترسبات اسفل حوض الزيت حيث إنها تعطي انطباع أولي عن مقدار تآكل أجزاء المحرك.
4. افتح براغي التثبيت من مضخة الزيت.
5. اسحب المضخة، كما في الشكل (11-1).



شكل 11-1 فتح مضخة الزيت

التمرين الثاني - فتح ذراع التوصيل

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على:

1- التعرف على ذراع التوصيل.

2- فتح ذراع التوصيل.

العُدد والأدوات

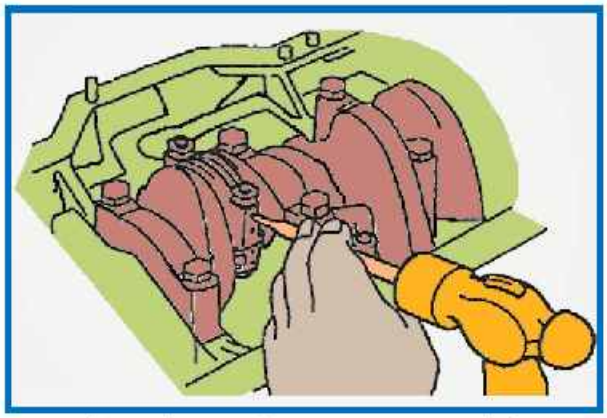
1- صندوق عُدة المتدرب تحتوي على (مطرقة بلاستيكية).

2- جسم محرك السيارة.

خطوات العمل

1- ضع المحرك بالمقلوب قبل فتح ذراع التوصيل.

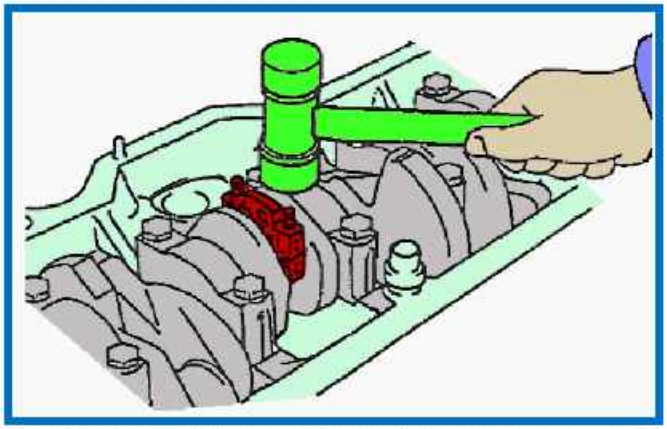
2- اجري عملية ترقيم على اذرع التوصيل حيث يمكن تمييز كل ذراع بدأ من الأسطوانة رقم واحد ضع نقطة في كرسي ذراع التوصيل للأسطوانة رقم (2) إلى آخر أسطوانة ويتم ذلك بالبنطة (السنبة) والمطرقة كما في الشكل (11-2) .


شكل 11-2 ترقيم نهاية ذراع التوصيل

3- بعد إجراء عملية الترقيم أستخدم ذراع عزم لفتح براغي التثبيت، كما في الشكل (11-3) وبعد فتح براغي التثبيت ارفع غطاء النهاية الكبرى لذراع التوصيل ومن ثم اقتح المحامل.

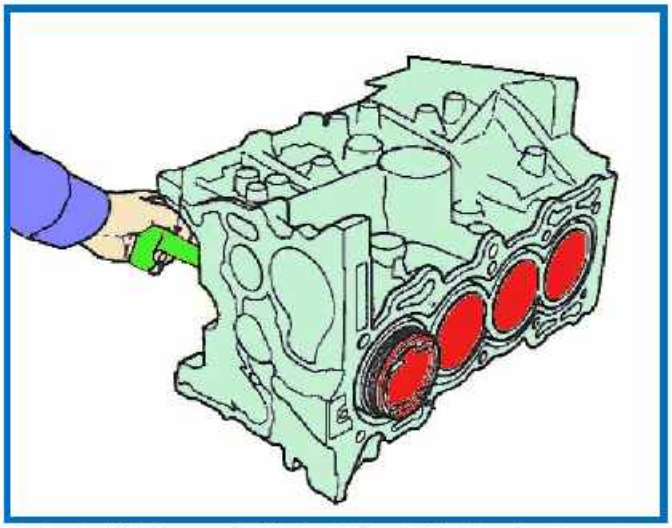
4- استخدم مطرقة بلاستيكية لدفع ذراع التوصيل والمكبس باتجاه وجه جسم الأسطوانات، كما في الشكل (11-4).

شكل 11-3 فتح براغي التثبيت للنهايات الكبرى



شكل 11-4 استخدام المطرقة البلاستيكية لدفع ذراع التوصيل

5- استخرج المكابس مع اذرع التوصيل من المحرك بواسطة نهاية المطرقة الخشبية، كما موضح في الشكل (11-5).



شكل 11-5 استخدام النهاية الخشبية للمطرقة البلاستيكية لدفع ذراع المكبس

التمرين الثالث ـ فتح وفحص الحذافة

طريقة عمل الحذافة

المحركات التي تعمل بالوقود تأتي بالطاقة لها من سلسلة انفجارات في أسطوانة المحرك. هذه الطاقة هي عبارة عن القوى التي تنتج الدفع اللازم لحمولة المحرك. أحيانًا يزيد الدفع، في لحظات، عن الحاجة لحمولة المحرك، فتزيد سرعة المحرك. والحذافة هي التي تمتص الطاقة الزائدة وتمنع تسارع الزيادة في السرعة. وفي أوقات أخرى، تصير القوى الدافعة من الأسطوانة بين لحظة وأخرى ـ أقل من اللازم. في هذه الحالة، يحافظ القصور الذاتي للحذافة على السرعة من الانخفاض الحاد. وتقل الحاجة للحذافة كلما زاد عدد الأسطوانات، فمثلاً مع محرك بثماني أسطوانات، لابد أن يكون ما تختزنه الحذافة مؤقتا من طاقة دورة المحرك، أقل مما تختزنه مع محرك بأربع أسطوانات ويكون موقع الحذافة في نهاية المحرك على عمود المرفق وبجانب وحدة التروس، كما في الشكل (11-6)

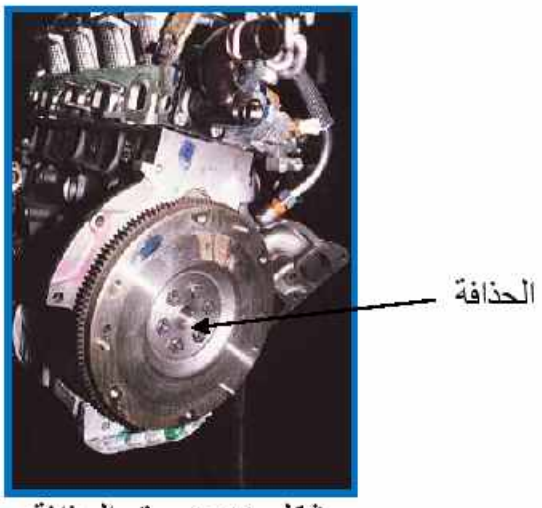
الهدف من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يتعرف على الحذافة.
2- يفتح الحذافة.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.
2- جسم الأسطوانات.

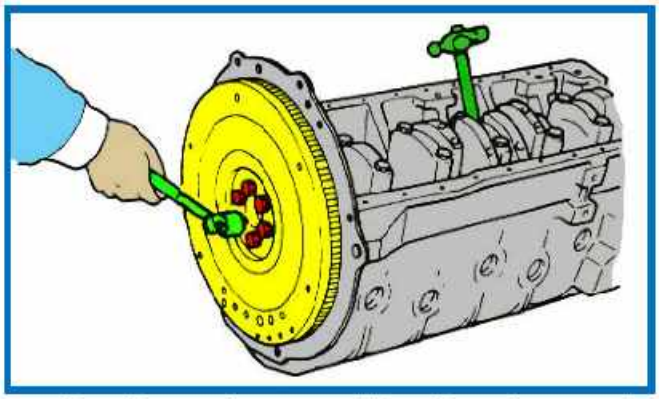


شكل 11-6 موقع الحذافة

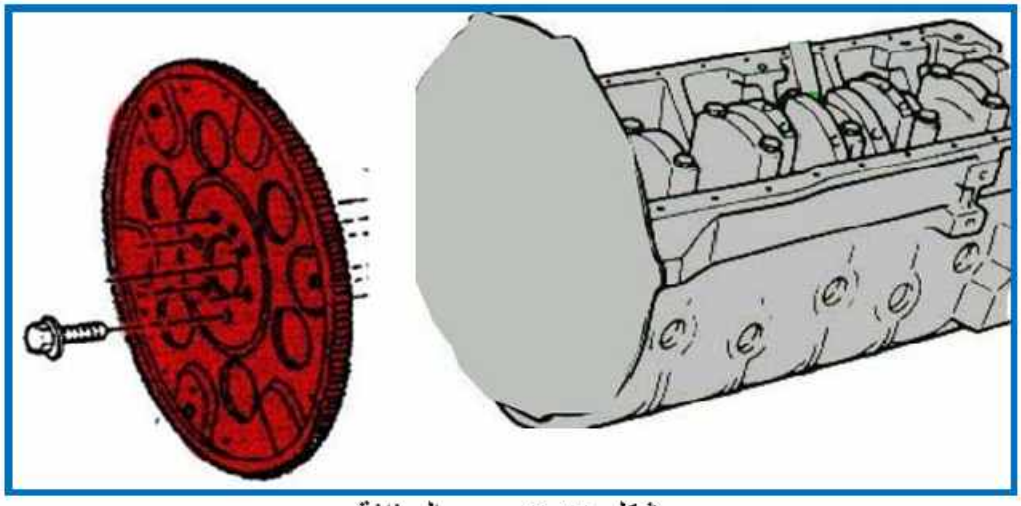
خطوات العمل

الخطوة الأولى- فتح الحذافة

1- امنع المحرك عن الدوران بواسطة مطرقة توضع داخل المحرك كما في الشكل (11-7).
2- افتح براغي التثبيت بواسطة ذراع عزم، كما في الشكل (11-7).
3- اسحب الحذافة باليد كما في الشكل (11-8).



شكل 11-7 تثبيت الحذافة لمنعها من الدوران لفتح البراغي



شكل 11-8 سحب الحذافة

الخطوة الثانية- فحص الحذافة

1- يجب التأكد من عدم تآكل السطح المتصل مع فاصل الحركة.
2- يجب التأكد من عدم وجود كسور في ترس الحذافة.
3- يجب التأكد من عدم وجود شقوق في الحذافة.

التمرين الرابع- فتح عمود المرفق

ملاحظة: بعد فتح الأجزاء التي تعيق فتح عمود المرفق يجب الانتباه إلى أن عملية فتح عمود المرفق تحتاج شخص ذو خبرة وذلك لضمان عدم اعوجاج العمود أثناء فتحه.

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

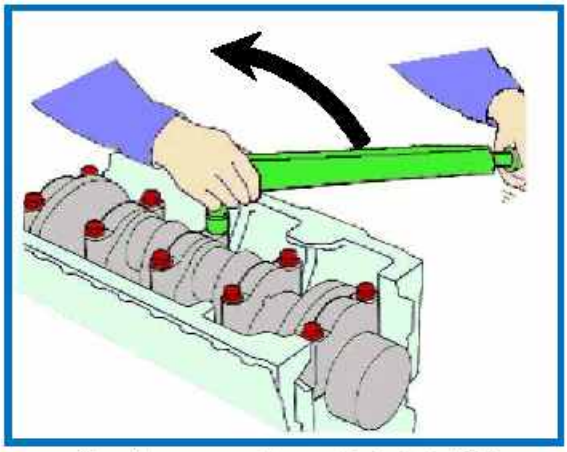
1- يتعرف على عمود المرفق.
2- يفتح عمود المرفق ويعيده إلى مكانه بشكل صحيح.

العُدد والأدوات

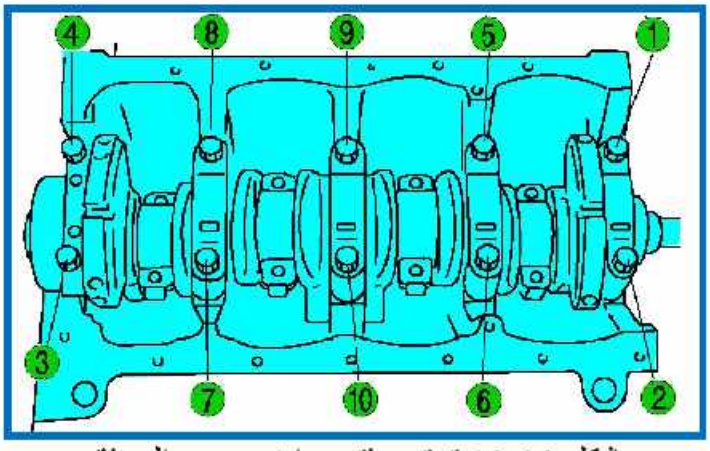
1- صندوق عُدة المتدرب.
2- جسم الأسطوانات.

خطوات العمل

1- رقّم أغطية كراسي تثبيت عمود المرفق حيث يمكن منها تميز كل كرسي بدأ من رقم واحد بوضع نقطة في الكرسي ورقم (2) على الكرسي الثاني إلى آخر كرسي ويتم ذلك بالمنقطة والمطرقة.
2- افتح براغي تثبيت أغطية كراسي التحميل، كما في الشكل (11-9).
3- يجب مراعاة ترتيب الفتح حسب الشكل الموضح لضمان عدم تعرض عمود المرفق إلى إجهادات، كما في الشكل (11-10).

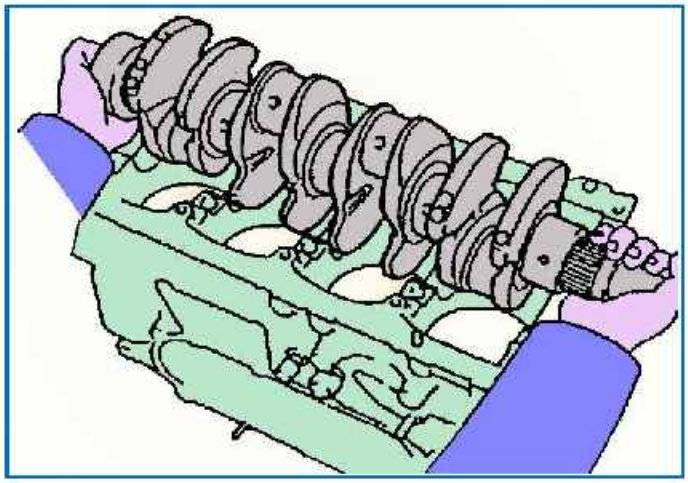


شكل 11-9 فتح براغي عمود المرفق



شكل 11-10 ترتيب فتح براغي عمود المرفق

4- ارفع أغطية كراسي تحميل عمود المرفق.
5- ارفع كراسي تثبيت عمود المرفق.
6- ارفع عمود المرفق كما في الشكل (11-11) وضعه على قاعدة خاصة.



شكل 11-11 إخراج عمود المرفق

التمرين الخامس- فحص ومعالجة التآكل في الأسطوانات

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

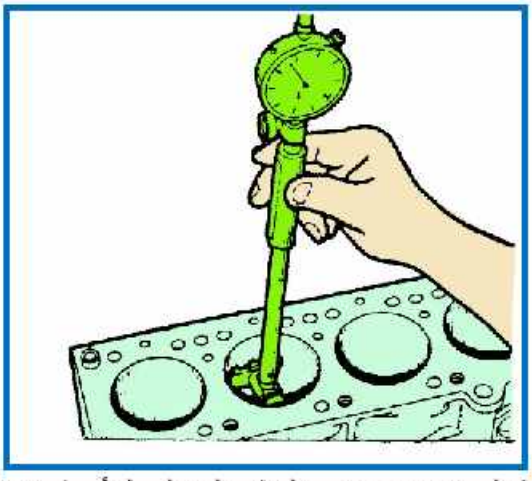
1- يتعرف على كيفية كشف التآكل في الأسطوانات.
2- يعالج تآكل الأسطوانات.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.
2- جسم الأسطوانات.
3- مايكرومتر.

خطوات العمل

1- نظف جسم الأسطوانات من الدهون.
2- ابحث عن وجود أي شرخ في جسم الأسطوانات وفي حالة وجود شرخ تستبدل الأسطوانة.
3- افحص الأقطار الداخلية للأسطوانات باستخدام المايكرومتر ذو وجه الساعة، كما في الشكل (11-12) والشكل (11-13) من النقطة الميتة العليا إلى النقطة الميتة السفلى واذا كان هناك فرق غير مسموح به فيصار إلى تجليخ الأسطوانة، كما في الشكل (11-14) مع تبديل المكبس بواحد ذي قطر أكبر أو تبديل الأسطوانة.



شكل 11-12 قياس القطر الداخلي للأسطوانات

شكل 11-13 فحص القطر الداخلي للأسطوانات

شكل 11-14 تجليخ القطر الداخلي للأسطوانات

التمرين السادس - فتح المكبس وأجزاءه

ملاحظة: يحتوي المكبس على حلقتي ضغط لضمان عدم تسرب ضغط الانفجار إلى اسفل غرفة الاحتراق وكذلك يحوي على حلقات الزيت المسؤولة عن تزييت المكبس في صعوده وسحب الزيت خلال نزول المكبس، وكذلك يحوي المكبس على وصلة محور المكبس التي تربط المكبس بذراع التوصيل.

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يتعرف على كيفية فتح حلقات المكبس.

2- يتعرف على كيفية فتح ذراع التوصيل.

3- يتعرف على كيفية تنظف المكبس.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.

2- مكابس.

3- أداة تنظف المكبس.

خطوات العمل

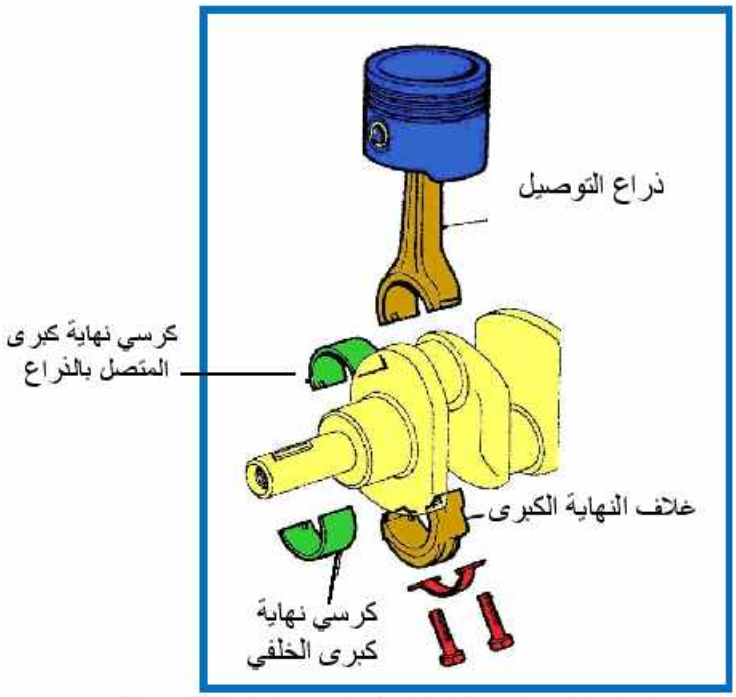
بعد فتح ذراع التوصيل من العمود المرفق، كما في الشكل (11-15)

1- انزع حلقات الضغط من المكبس بواسطة العدة الخاصة أو باليد ولكن بحذر، وكما في الشكل (11-16).

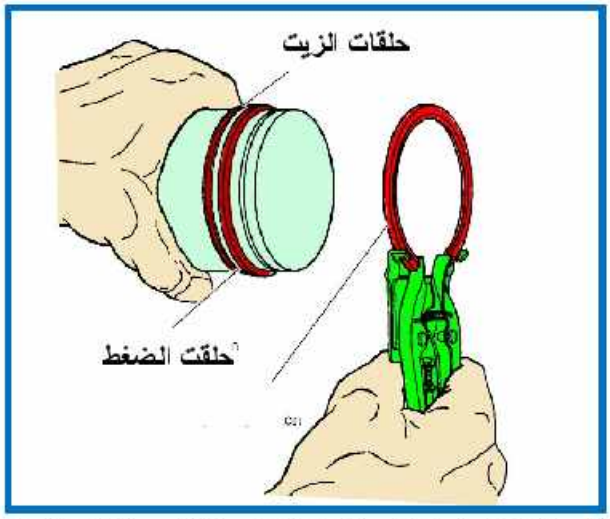
2- انزع حلقات الزيت، وكما في الأشكال (11-17) و (11-18) و (11-19).

3- نظف بيت حلقات المكبس بأداة خاصة، كما في الشكل (11-20).

4- افصل ذراع التوصيل بالمكبس عن طريق فتح الحلقات التي تحكم الجزء الرابط بين ذراع التوصيل وبين المكبس وذلك باستخدام المطرقة البلاستيكية، كما في الشكل (11-21).

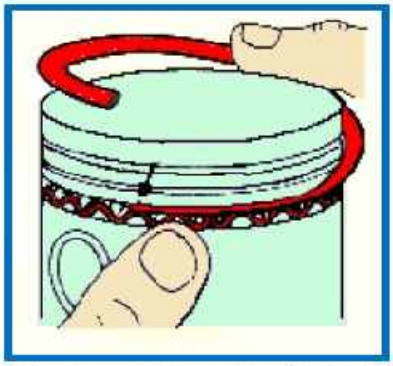


شكل 11-15 يوضح أجزاء المكبس وذراع التوصيل



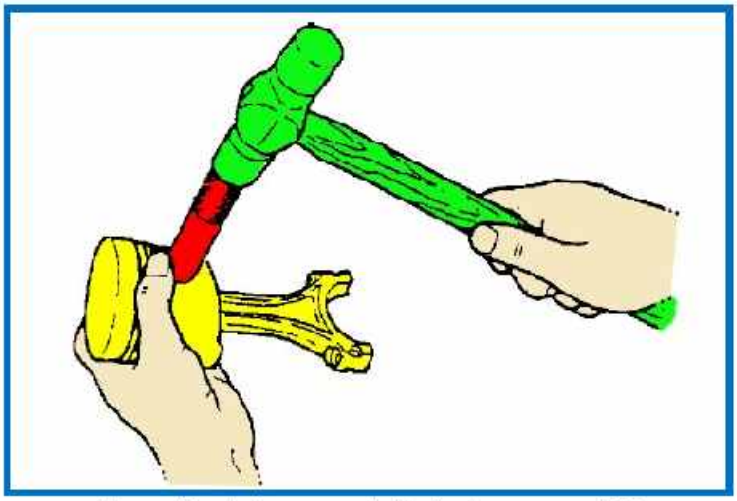
شكل 11-16 استخدام العُدة الخاصة لفتح حلقات الضغط

شكل 11-17 فتح الجزء الأول من حلقة الزيت


شكل 11-18 فتح الجزء الثاني من حلقة الزيت

شكل 11-19 فتح الجزء الثالث من حلقة الزيت

شكل 11-20 تنظيف بيت الحلقات في المكبس



شكل 11-21 فصل المكبس عن ذراع التوصيل

التمرين السابع- فحص كتلة الأسطوانات

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يفحص كتلة الأسطوانات.

2- يتأكد من استواء وجه كتلة الأسطوانات.

3- يتأكد من عدم وجود التشققات.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.

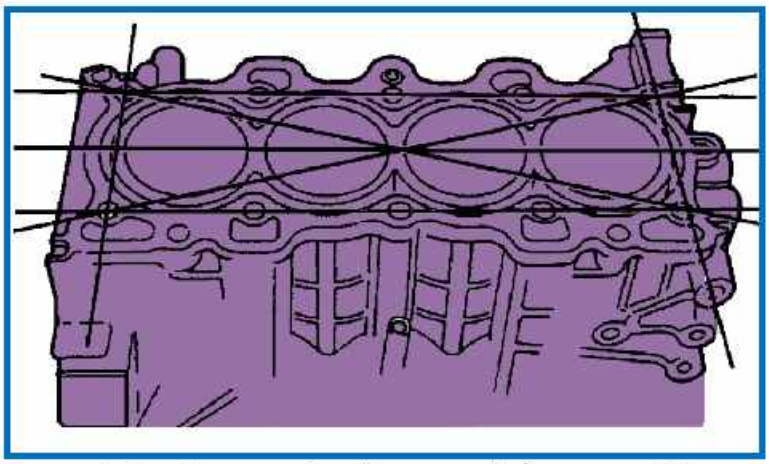
2- كتلة الأسطوانات.

3- مسطرة حديدية.

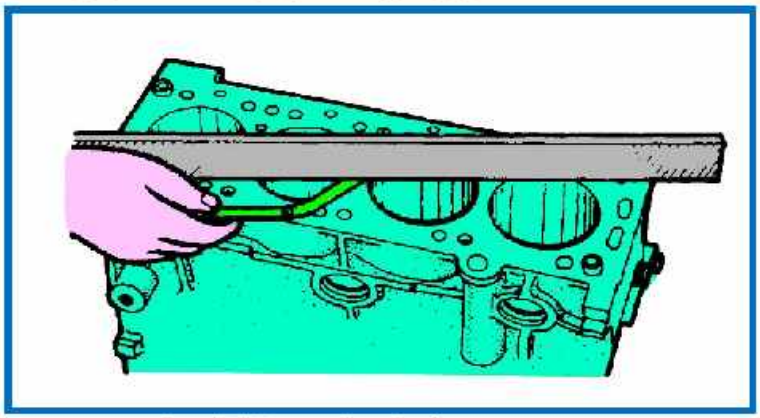
4- مجسات ورقية.

الفحص الأول - استواء وجه جسم المحرك

1. نظف وجه جسم المحرك بشفرة حادة واصقلها بورق سنفرة.
2. ضع مسطرة حديدية وبصورة عمودية (حافة المسطرة) على سطح جسم المحرك وبالاتجاهات الموضحة في الشكل (11-22).
3. بواسطة مجسات القياس اذا استطعت تمريرها اسفل المسطرة فهذا يدل على وجود تقوس في الرأس والشكل (11-23) يوضح طرقة الفحص.
4. في حالة تقوس وجه جسم المحرك فيجب تجليخه، كما في الشكل (11-24).



شكل 11-22 أماكن وضع المسطرة ومجسات القياس



شكل 11-23 فحص وجه جسم الأسطوانة بواسطة المسطرة ومجسات القياس

شكل 11-24 تجليخ وجه جسم المحرك

الفحص الثاني- وجود التشققات في جسم المحرك

يجب فحص وجود التشققات في جسم المحرك ويتم ذلك بالطرائق الآتية:
4- استخدام مكبرة: حيث تستعمل عدسة مكبرة للبحث عن التشققات في رأس المحرك.
5- استخدام الصبغ النفاذ: حيث يستخدم صبغ نفاذ يرش على سطح راس المحرك وخلال خمسة عشر دقيقة تظهر التشققات في حالة وجودها.

التمرين الثامن- فحص المكبس وذراع التوصيل

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:
1- يفحص أقطار المكبس.
2- يفحص تآكل المكبس بقياس الأقطار الداخلية والخارجية.
3- يفحص تآكل ذراع التوصيل.
4- يفحص اعوجاج ذراع التوصيل.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.
2- مجموعة المكابس.
3- مجموعة اذرع التوصيل.
4- مايكرومتر قياس أقطار خارجية.

خطوات العمل

الفحص الأول – فحص تآكل المكبس

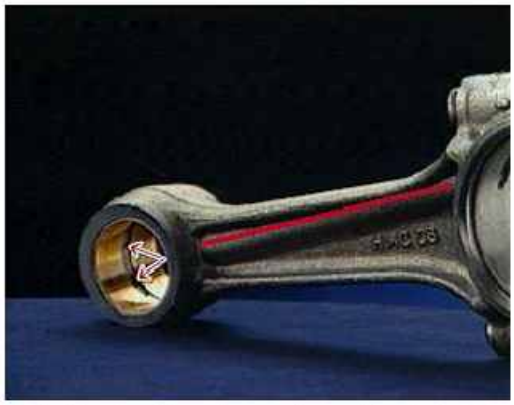
1-نظف جسم المكبس من الدهون بواسطة سائل تنظيف.
2-بالنظر ابحث عن وجود أي شرخ في المكابس وفي حالة وجود شرخ تستبدل المكابس.
3-افحص الأقطار الخارجية للمكابس باستخدام المايكرومتر، كما في الشكل (11-25) اذا كان هناك فرق في القطر الخارجي مع القطر القياسي فيجب تبديل المكبس.

شكل 11-25 قياس القطر الخارجي للمكبس

الفحص الثاني – فحص تآكل محامل ذراع التوصيل

1. نظف ذراع التوصيل من الدهون بواسطة سائل تنظيف.
2. افحص وجود أي تآكل في المحامل في النهاية الكبرى بواسطة النظر، كما في الشكل (11-26).
3. افحص قياس القطر الداخلي لكراسي تحميل ذراع التوصيل مع المكبس بواسطة الميكرومتر.
4. افحص قياس القطر الخارجي للوصلة الواصلة مع المكبس بواسطة الميكرومتر.
5. اذا كان الخلوص في كراسي التحميل يزيد عن ما مسموح له يجب إجراء التغيير والصيانة.
6. افحص وجود أي تآكل في القطر الداخلي لكراسي تحميل ذراع التوصيل مع المكبس، كما في الشكل (11-27).
7. افحص قياس القطر الخارجي للوصلة الواصلة مع المكبس.

شكل 11-26 تآكل محامل ذراع التوصيل



شكل 11-27 ذراع التوصيل مع المحامل في النهاية الصغرى

التمرين التاسع- فحص عمود المرفق

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يفحص تآكل كراسي عمود المرفق.
2- يفحص استقامة عمود المرفق.
3- يفحص كسور عمود المرفق.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.
2- عمود المرفق.
3- ميكرومتر قياس أقطار داخلية.
4- ميكرومتر قياس أقطار خارجية.

خطوات العمل

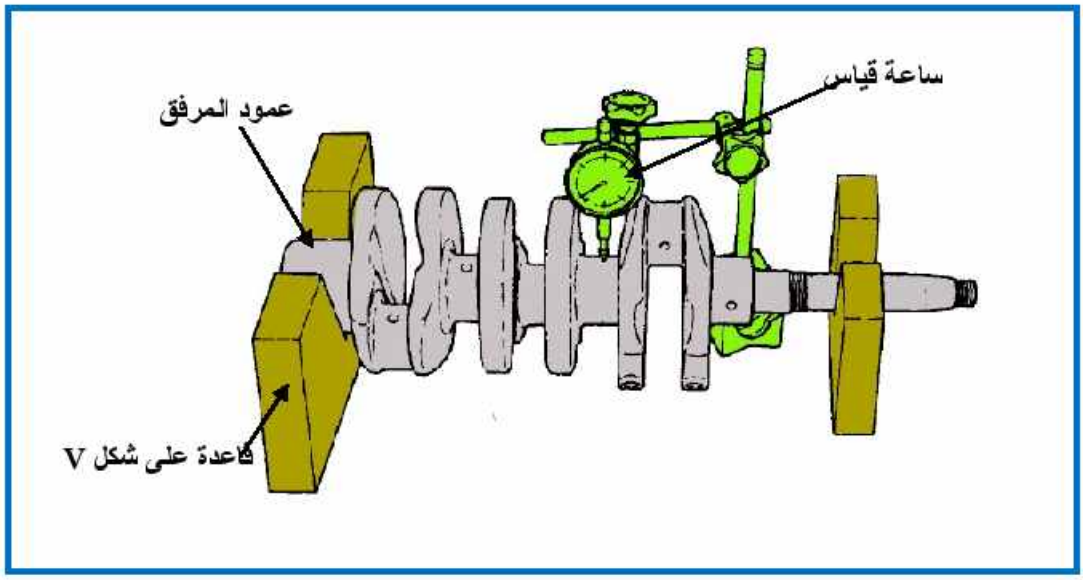
الفحص الأول- فحص تآكل عمود المرفق

1. نظف العمود المرفقي من الدهون بواسطة سائل تنظيف.
2. ضع عمود المرفق على قاعد مستوية لضمان استواء العمود.
3. افحص قياس القطر الداخلي للنهاية الكبرى بوجود المحامل عليها.
4. افحص قياس القطر الخارجي للعمود المرفقي المتصل مع كل نهاية كبرى.
5. افحص قياس القطر الداخلي لكراسي تحميل العمود المرفقي.
6. افحص قياس القطر الخارجي للعمود المرفقي المتصل مع كراسي التحميل.
7. اذا كان الخلوص في كراسي التحميل يزيد عن ما مسموح له في كتاب الصيانة يجب إجراء التغيير.
8. تكون صيانة عمود المرفق كما في الشكل (11-28).

شكل 11-28 تجليخ العمود المرفق

الفحص الثاني- فحص انحناء العمود المرفقي

1. نظف عمود المرفق من الدهون بواسطة سائل تنظيف.
2. ضع العمود المرفقي على قاعد مستوية لضمان استواء العمود.
3. بواسطة مايكرومتر ذو وجه الساعة كما في الشكل (11-29) يجب تحديد الانحناء في العمود المرفقي وفي حالة تجاوز المسموح به يصار إلى خراطته أو استبداله إن تطلب الأمر.



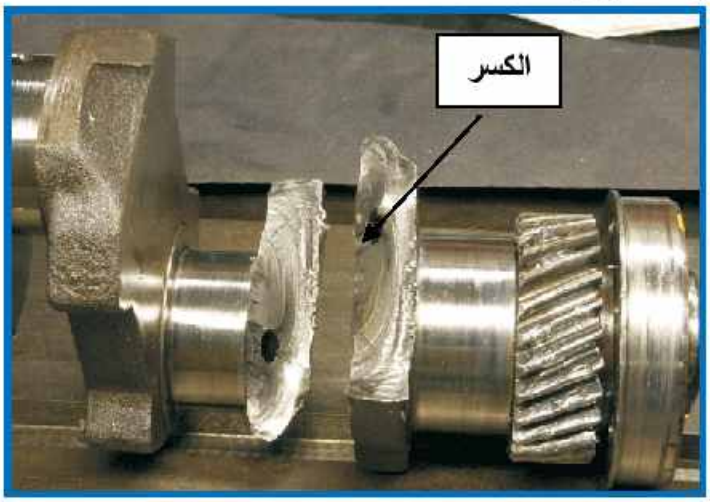
شكل 11-29 فحص انحناء عمود المرفق

الفحص الثالث- فحص كسور عمود المرفق

ملاحظة: الأماكن التي يحتمل حدوث الكسر فيها هي الزوايا، كما في الشكل (11-30) والثقوب، كما في الشكل (11-31).

شكل 11-30 كسر العمود المرفق في الزاوية

1. نظف العمود المرفق من الدهون بواسطة سائل تنظيف.
2. ضع العمود المرفق على قاعدة مستوية لضمان استواء العمود.
3. استخدم عدسة مكبرة للبحث عن التشققات على العمود المرفق.
4. استخدم الصبغ النفاذ: حيث يستخدم صبغ نفاذ يرش على سطح العمود المرفقي وخلال خمسة عشر دقيقة تظهر التشققات في حالة وجودها.

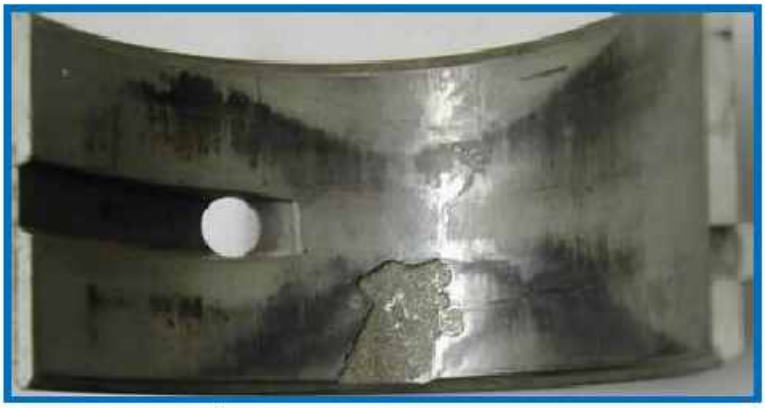


شكل 11-31 كسر عمود المرفق من الثقوب

الفحص الرابع- فحص كراسي التحميل

هناك عدة طرائق لمعرفة فشل المحامل و هي:
1- بطريقة النظر المباشر للمحمل يمكن ملاحظة التآكل فيها، كما موضح في الأشكال (11-32) و(11-33) و (11-34)
2- باستخدام الميكرومتر لقياس القطر الداخلي للحمال وفي حالة عدم مطابقة المواصفات المطلوبة يجرى استبداله.

شكل 11-32 يوضح كرسي متآكل



شكل 11-33 يوضح كرسي متآكل

شكل 11-34 يوضح كرسي نهاية كبرى متآكل

التمرين العاشر- تجميع جسم المحرك

ملاحظة: بعد إجراء عملية تنظيف جسم المحرك يتم تجميعه وهناك ملاحظة مهمة وهي أثناء عملية التجميع يجب مراعاة وضع زيت بين الأجزاء المتحركة والثابتة.

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاءمن هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يجمع المكبس وذراع التوصيل.

2- يشد العمود المرفقي بجسم المحرك.

3- يجمع المكابس داخل ذراع التوصيل.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.

2- جسم الأسطوانات.

3- مجموعة المكابس وملحقاتها.

4- اذرع التوصيل.

5- عمود المرفق.

خطوات العمل

الخطوة الأولى تجميع المكبس وذراع التوصيل

1- اربط المكابس بأذرع التوصيل حسب التأشير والأرقام واحكم الربط بواسطة الحلقات الصغيرة حسب التأشيرات والأرقام، كما في الشكل (11-35)

شكل 11-35 تثبيت المكبس بذراع التوصيل

2- افحص مقدار الخلوص بين حلقات المكبس وبيت حلقات المكبس بواسطة المجسات الورقية، كما في الشكل (11-36)

شكل 11-36 فحص خلوص الحلقات

3- افحص خلوص فتحات الحلقات بعد وضعها في الأسطوانة ودفعها بالمكابس، كما في الشكل (11-37) واستعن بالمجسات الورقية في عملية الفحص، كما في الشكل (11-38)

شكل 11-37 إدخال الحلقات إلى الأسطوانة لغرض الفحص

شكل 11-38 فحص الحلقات داخل الأسطوانة بالمجسات الورقية

4- بعد التأكد من فحص حلقات المكابس قم بوضع حلقات الزيت في المكابس بواسطة اليد، كما في الشكل (11-39) وبواسطة ملزمة كبس الحلقات قم بوضع حلقات الضغط، كما في الشكل (11-40).
5- رتب المكابس والأذرع حسب الترتيب لكل أسطوانة، كما في الشكل (11-41).

شكل 11-39 تركيب حلقات الزيت

شكل 11-40 تركيب حلقات الضغط

شكل 11-41 تهيئة المكابس والمحامل على منضدة

الخطوة الثانية ـ تجميع عمود المرفق بجسم الأسطوانات

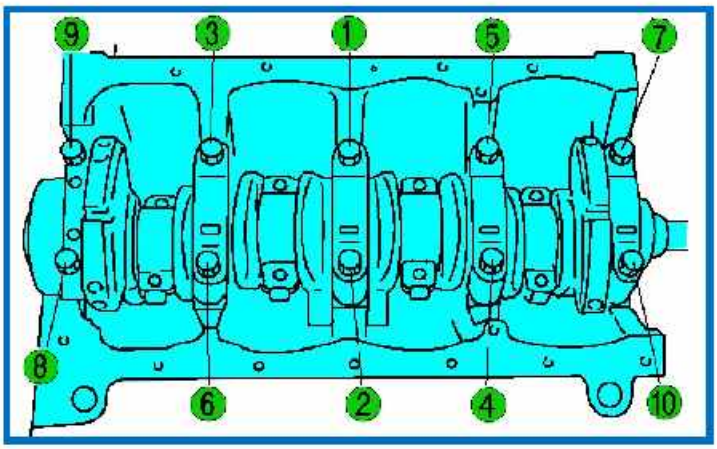
1- قم بوضع كراسي جسم الأسطوانات، كما في الشكل (11-42).
2- بعد تزييت الكراسي قم بوضع العمود المرفقي في جسم الأسطوانات.

شكل 11-42 تركيب المحامل

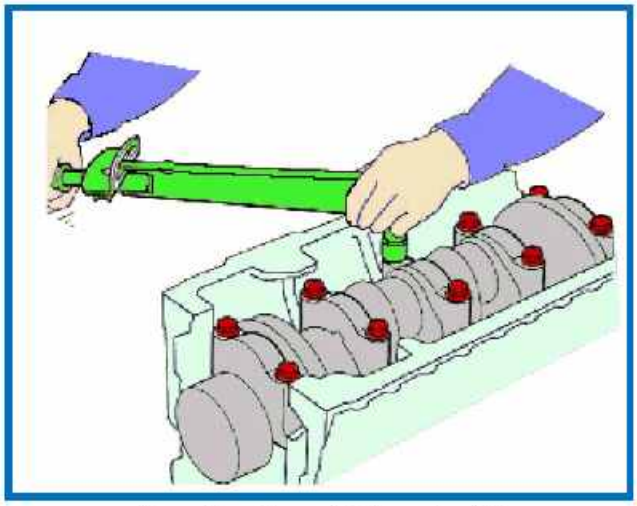
3- قم بوضع أغلفة المحامل التي تحوي على المحامل وحسب الترتيب الذي وضع قبل الفتح، كما في الشكل (11-43).

شكل 11-43 تركيب كراسي المحامل

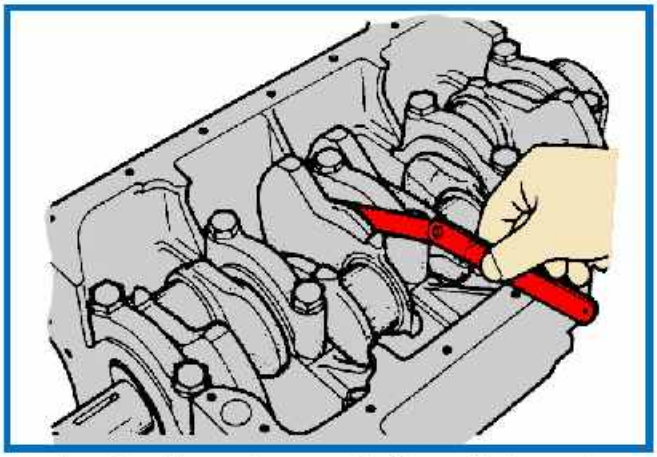
4- يجب أن يراعى أثناء عملية شد البراغي أن يكون ترتيب الشد كما في الشكل (11-44).
5- استخدم ذراع العزم لشد البراغي كما في الشكل (11-45) وحسب توجيه الشركة المنتجة.
6- تأكد من مقدار الخلوص الجانبي بين العمود المرفقي وكراسي عمود المرفق بواسطة المجسات الورقية، كما في الشكل (11-46).



شكل 11-44 ترتيب شد كراسي المحامل



شكل 11-45 شد براغي المحامل



شكل 11-46 فحص الخلوص الجانبي بين العمود المرفقي وكراسي العمود

الخطوة الثالثة ـ تجميع المكابس داخل جسم الأسطوانات

1- قم بوضع الكراسي في النهاية الكبرى لذراع التوصيل.
2- بعد تزييت المكابس قم بوضع ملزمة خاصة لحصر الحلقات، كما في الشكل (11-47).

شكل 11-47 إحكام حلقات المكبس بملزمة خاصة

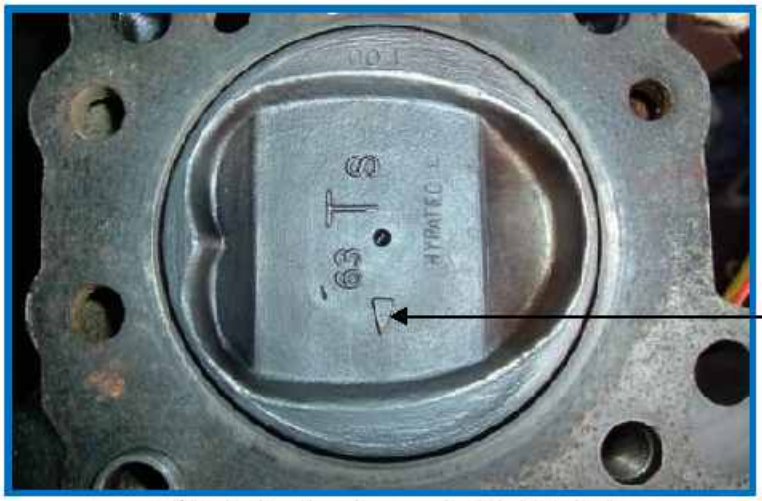
3- قم بإنزال المكابس داخل الأسطوانة كما في الشكل (11-48) مع مراعاة الاتجاهات والأسهم.

شكل 11-48 وضع المكبس داخل الأسطوانة

4- قم بدفع المكابس إلى أن تصل النهاية الكبرى إلى العمود المرفقي باستعمال النهاية الخشبية للمطرقة، كما في الشكل (11-49).

شكل 11-49 دفع المكبس داخل الأسطوانة

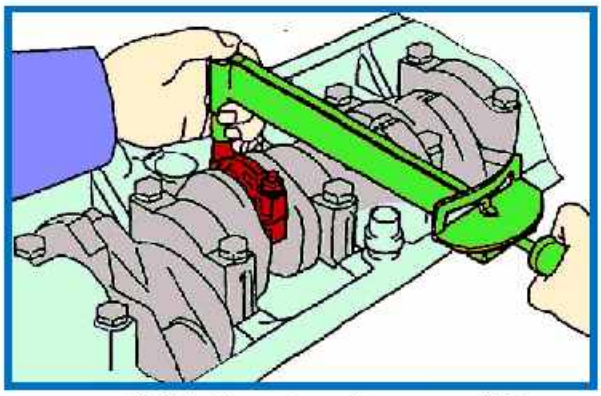
5- يجب أن يكون وضع المكابس بالاتجاه الصحيح وحسب الإشارات على سطح المكبس، كما في الشكل (11-50)



شكل 11-50 السهم يدل على اتجاه الأمام

6- قم بوضع الكراسي في غلاف النهاية الكبرى وأوصلها بالعمود المرفقي، كما في الشكل (11-51)
7- باستعمال ذراع العزم قم بشد براغي ذراع التوصيل كما في الشكل (11-52) وبالمقدار الموصي به من قبل الشركة الصانعة.

شكل 11-51 وضع الحامل على النهاية الكبرى



شكل 11-52 شد براغي النهاية الكبرى

التمرين الحادي عشر- تجميع ملحقات جسم المحرك

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:-
1- يركب الحذافة.
2- يركب مضخة الزيت.
3- يركب حوض الزيت.

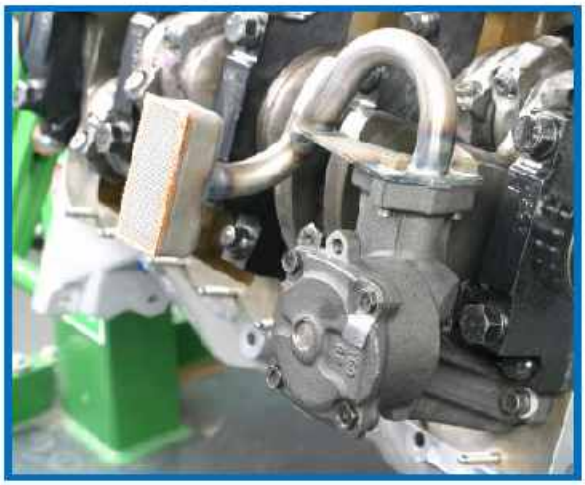
العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.
2- جسم الأسطوانات.
3- الحذافة.
4- مضخة الزيت.
5- حوض الزيت.

1-ركب الحذافة وشد البراغي بواسطة ذراع العزم وعلى العزم المطلوب.
2-ركب ترس العمود المرفقي كما في الشكل (11-53).
3-ركب عمود الحدبات في حالة كونه سفلي كما في الشكل (11-54).
4-ركب مضخة الزيت كما في الشكل (11-55).
5-قم بتركيب خزان الزيت واقلب المحرك.

شكل 11-53 تركيب ترس عمود المرفق

شكل 11-54 إدخال عمود الكامات



شكل 11-55 تركيب مضخة الزيت

التمرين الثاني عشر- تجميع غطاء الأسطوانات بجسم المحرك

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يتعلم الأسلوب الصحيح للتجميع.

2- يشد غطاء الأسطوانات بجسم المحرك.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.

2- جسم الأسطوانات.

3- غطاء الأسطوانات.

خطوات العمل

الخطوة الأولى - تجميع رأس الأسطوانات وجسم الأسطوانات

1- ضع حشوة مانع التسرب بين راس المحرك وجسم المحرك وبالاتجاه الصحيح، كما موضح في الشكل (11-56) مع مراعاة الفتحات.

2- ضع رأس المحرك على جسم المحرك.

3- قم بوضع براغي شد رأس المحرك.

4- باستعمال ذراع العزم قم بشد براغي تثبيت رأس المحرك.

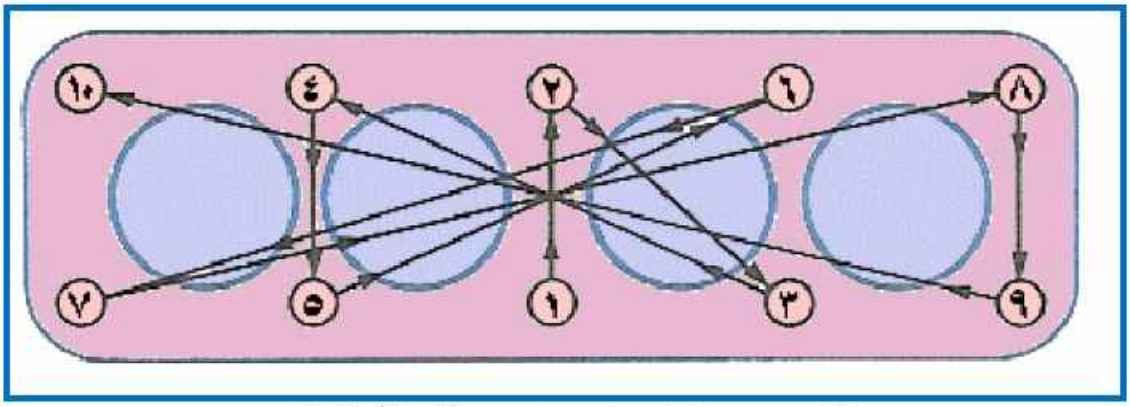
5- يجب أن يكون ترتيب الشد كما في الشكل (11-57) وحسب العزم المقرر في كتيب الشركة المنتجة.

6- قم بإجراء عملية ضبط مقدار الخلوص بين عمود الحدبات والصمامات، كما في الشكل (11-58).

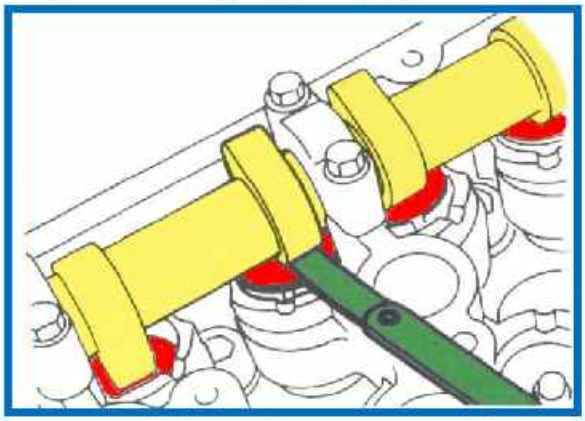
7- قم بشد الأذرع المتأرجحة في حالة كون عمود الحدبات سفلي.

8- قم بوضع غطاء رأس الأسطوانات.

شكل 11-56 وضع حشوة مانع التسرب



شكل 11-57 ترتيب شد براغي غطاء الأسطوانات



شكل 11-58 ضبط مقدار الخلوص

الخطوة الثانية -مجموعة التوقيت

1- انتبه إلى كتيب الصيانة أثناء شد مجموعة التوقيت حيث انه لكل محرك ترتيب خاص.

2- ضع مجموعة مسننات مجموعة التوقيت وقم بشد البراغي الخاصة بها.

3- قم بتدوير العمود المرفقي إما عن طريق الحذافة أو ترس العمود المرفقي وضعه في زاوية تؤخذ من كتاب الصيانة.

4- قم بتدوير الترس المتصل بعمود الحدبات ضمن زاوية تؤخذ من كتيب الصيانة ويمكن ملاحظة التأشير الموجود على الترس.

5- قم بوضع السير الناقل للحركة المسؤول عن مجموعة التوقيتات.

التمرين الثالث عشر - تجميع المحرك ببدن السيارة وتشغيله

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن:

1- يرفع المحرك ويضعه في بدن السيارة.

2- يشد ملحقات المحرك.

3- يشغل المحرك وتليينه.

العُدد والأدوات

1- صندوق عُدة المتدرب.

2- محرك السيارة.

خطوات العمل

الخطوة الأولى- تجميع المحرك

1- قم برفع المحرك بالرافعة الهيدروليكية وضعه داخل بدن السيارة.
2- قم بشد المحرك مع صندوق السرع بواسطة البراغي .
3- ركب البراغي الواصلة بين المحرك وبدن السيارة.
4- قم بشد مضخة الماء.
5- ركب مضخة الوقود في حال اتصالها بالمحرك ومجموعة البخاخات.
6- ركب مجمع العادم.
7- ركب مجمع السحب.
8- ركب شمعات الاشتعال.
9- ركب منظومة الاشتعال مع الأسلاك الخاصة بها.
10- ركب بادئ الحركة.
11- ركب المشع الحراري.
12- ركب الأنابيب المطاطية الواصلة بين المحرك والمشع الحراري.
13- قم بوضع سائل التبريد داخل المشع الحراري.
14- قم بوضع مصفي الزيت.
15- قم بوضع الزيت وبالكمية المناسبة داخل المحرك.
16- قم بوضع البطارية وربط جميع الكهربائيات المفصولة.

الخطوة الثانية- تشغيل المحرك

1- قم بتشغيل المحرك.
2- يجب إبقاء المحرك في حالة اشتغال لعدة ساعات وذلك لإجراء عملية تليين المحرك.
3- بعد تليين المحرك قم بتبديل زيت المحرك بالإضافة إلى تبديل مصفي الزيت بآخر جديد.

أسئلة الفصل الحادي عشر

1- عدد الأجزاء الرئيسة لجسم المحرك؟

2- اشرح كيف يتم فتح حوض ومضخة الزيت؟

3- اشرح كيف يتم فتح ذراع التوصيل؟

4- كيف يتم فتح التروس والحذافة المتصلة بعمود المرفق؟

5- ما هي العيوب التي قد تظهر على التروس والحذافة في المحرك، عددها؟

6- لماذا يحتاج فتح عمود المرفق إلى شخص ذي خبرة؟

7- ما هي العيوب التي قد تظهر على الأسطوانات وكيف يتم معالجتها؟

8- كيف يتم فحص الأسطوانات؟

9- ما هي العيوب التي قد تظهر على المكابس؟

10- أشرح عملية فتح أجزاء المكبس؟

11- ما هي العيوب التي قد تظهر على جسم المحرك وكيف يتم معالجتها و هل هناك عيوب غير قابلة للعلاج ؟

الفصل الثاني عشر
التعرف على المنظومات الكهربائية
Electrical system Identification

البطارية Battery

تقوم البطارية بتخزين الطاقة التي يمكن استخدامها عند الحاجة لتزويد محرك بدء الحركة بتيار بدء التشغيل وكذلك تزويد مجموعة الاشتعال والمنظومات الكهربائية بالتيار أثناء توقف المحرك، كما في الشكل (12-1).

شكل 12-1 مقطع في البطارية

التمرين الأول: تحضير سائل البطارية

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن يحضر السائل الحامضي للبطارية.

العُدد والأجهزة والمواد الخام:

1. حامض كبريتيك مركز.
2. ماء مقطر.

خطوات العمل:

1. افتح أسلاك ربط البطارية بالمركبة، كما في الشكل (12-2).
2. قم بسحب البطارية من المركبة ووضعها على منضدة العمل، كما في الشكل (12-3).
3. ضع ثلاثة لترات ماء مقطر في الإناء المُعد للتحضير.
4-أضف إليه الحامض بمقدار لتر واحد بالتدريج مع التدوير وبكميات قليلة ومتفرقة حتى لا ترتفع درجة الحرارة.
5-افتح أغطية البطارية، كما في الشكل (12-4).

شكل 12-2 اقتح أسلاك ربط البطارية

شكل 12-3 سحب البطارية من المركبة

شكل 12-4 فتح أغطية البطارية

6-اسكب السائل في الخلايا بواسطة قمع حتى يغطي الواح البطارية بمقدار واحد سنتمتر، كما في الشكل (12-5).

شكل 12-5 اسكب السائل في الخلايا

تحذير: يجب الحذر عند التعامل مع سائل البطارية حيث انه يسبب حروق كيمياوية للإنسان عند تلامسه مع الجسم.

التمرين الثاني: فحص البطارية (فولتية ،كثافة الحامض)

الهدف من التمرين:

بعد انتهاء الطالب من هذا التمرين يصبح قادراً على فحص البطارية من حيث الفولتية وكثافة الحامض.

العُدد والأجهزة:

-جهاز فولت ميتر.

-جهاز قياس كثافة سائل البطارية (مكثاف).

خطوات العمل:

1- افحص فولتية البطارية واضبط مؤشر جهاز الفولت ميتر على الجهد المستمر(Dc v) حتى 20 فولت كما في الشكل (12-6) يجب أن تكون البطارية تامة الشحن.

2- وصل اطراف جهاز الفولت ميتر بأقطاب البطارية الموجب بالموجب والسالب بالسالب، كما في الشكل (12-7).

.

شكل 12-6 مؤشر جهاز الفولت ميتر

شكل 12-7 توصيل اطراف جهاز الفولت ميتر بالبطارية

3- لاحظ قراءة جهاز الفولت ميتر لمقدار جهد البطارية وعادة تكون البطارية سليمة اذا كان الجهد 12 فولت فاكثر، كما في الشكل (12-8).

شكل 12-8 قراءة جهاز الفولت ميتر

4- افتح أغطية خلايا البطارية لفحص كثافة سائل البطارية.

5- قم بإدخال جهاز قياس كثافة سائل البطارية (هيدروميتر) بسائل البطارية واسحب قليل من السائل بواسطة الضغط على كرة مطاطية للجهاز حتى يرتفع السائل إلى الأنبوب الزجاجي ويتحرك مع المؤشر، كما في الشكل (12-9).

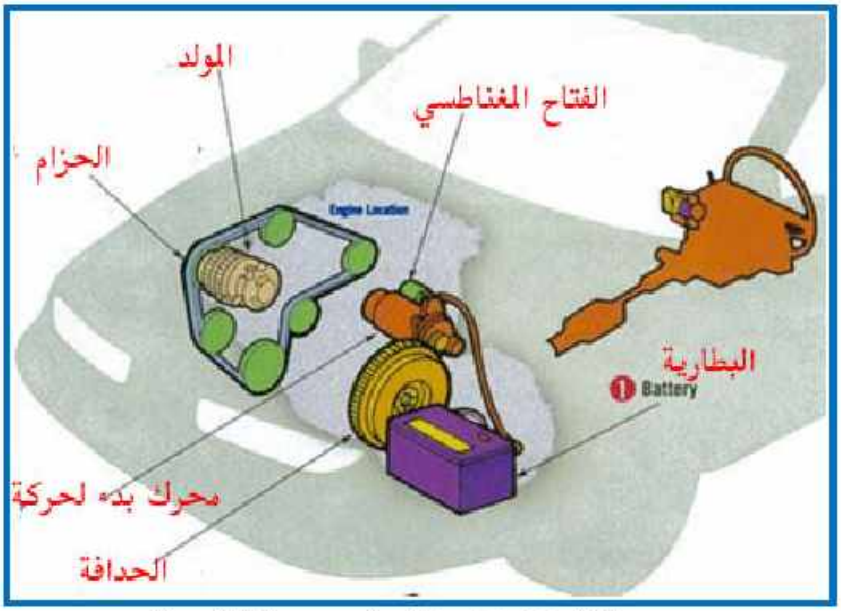
شكل 12-9 قياس كثافة سائل البطارية

6-إذا كانت الكثافة جيدة يكون المؤشر على اللون الأخضر لجهاز الهيدروميتر بمقدار 1.5كغم\م^3 وعند درجة حرارة 26 سيليزية وتكون كثافته عالية جداً عند اللون الأحمر لجهاز الهيدروميتر وعند وضع مؤشر الهيدروميتر على اللون الأبيض يعني الكثافة قليلة، كما في الشكل (12-10).

شكل 12-10 جهاز(المكثاف) فحص كثافة سائل البطارية

محرك بدء الحركة Starter Motor

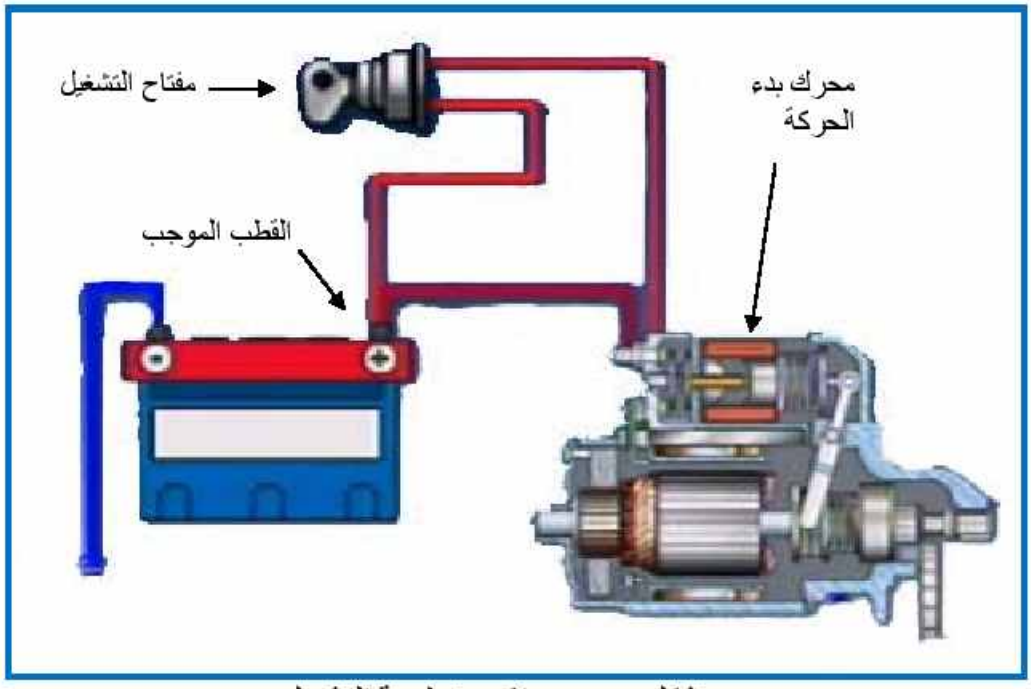
تحتاج محركات الاحتراق الداخلي وخاصة المستخدمة في السيارات إلى نظام بدء حركة، يكون قادراً على إدارة عمود المرفق، كما في الشكل (12-11) بسرعة تكفي لسحب الوقود والهواء اللازمين ولإتمام عملية الإشعال وذلك عند بداية عمل محرك السيارة.



شكل 12-11 منظومة بدء حركة المحرك

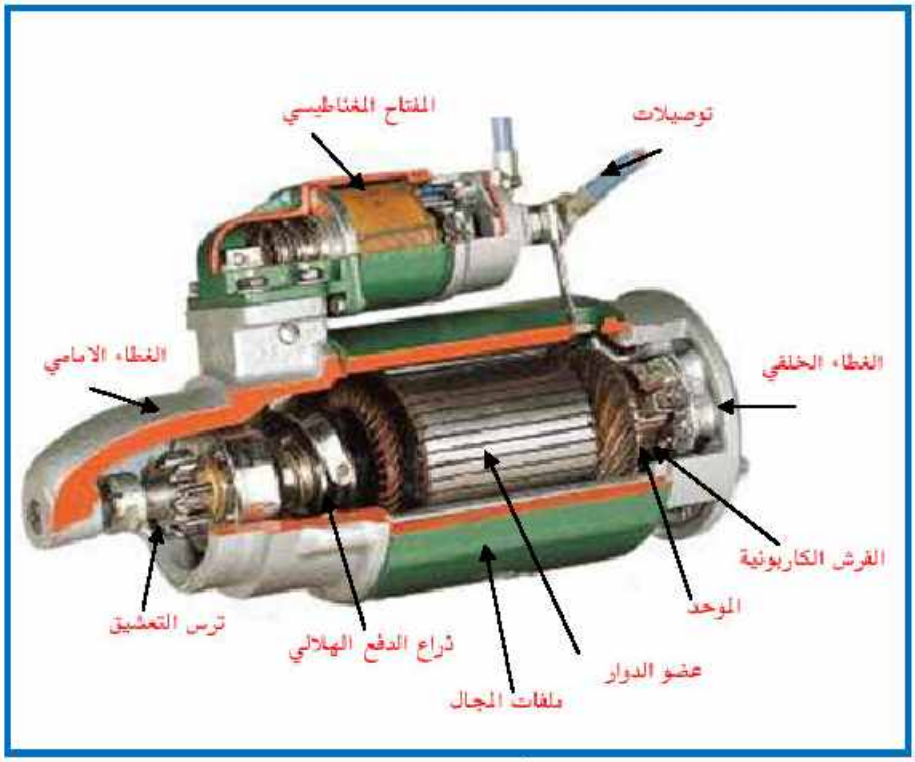
دائرة توصيل محرك بدء الحركة

إن المحرك العادي في كل تركيبه هو عبارة عن دائرة بسيطة، كما في الشكل (12-12)، يؤخذ التيار من القطب الموجب للبطارية في سلك غليظ بالنسبة لشدة التيار العالي ويوصل إلى مفتاح ووظيفته تغذية الملفات وعضو التدوير بالطاقة الكهربائية فيعود التيار إلى البطارية ويوصل بارضي أو بسلك سميك.



شكل 12-12 دائرة منظومة التشغيل

التعرف على أجزاء محرك بدء الحركة: كما في الشكل (12-13).



شكل 12-13 أجزاء محرك بدء الحركة

1- **جسم المحرك:-** وهو عبارة عن تجويف اسطواني مصنوع من الحديد المصمت، ووظيفته احتواء الأجزاء الداخلية للمحرك.

2- **قلب وملفات الأقطاب:-** وهو عبارة عن قلب، كما في الشكل (12-14) معدني مصنوع من الحديد الصلب ملفوف حوله ملفات من النحاس وتتميز بكونها عبارة عن أسلاك سميكة من النحاس معزولة تعطي قطبية مغناطيسية متعاقبة شمالي وجنوبي عند مرور التيار الكهربائي فيها.

شكل 12-14 ملفات أقطاب العضو الدوار

3- **الغطاء الأمامي والغطاء الخلفي:-** و يصنعان من الألمنيوم و هما عبارة عن نقطتي ارتكاز لعمود عضو الإنتاج (العضو الدوار) يقوم الغطاء الأمامي بأسناد ترس التعشيق، كما في الشكل (12-15) ويحتوي الغطاء الخلفي على قاعدة للفحمات، كما في الشكل (12-16).

شكل 12-15 الغطاء الأمامي

شكل 12-16 الغطاء الخلفي

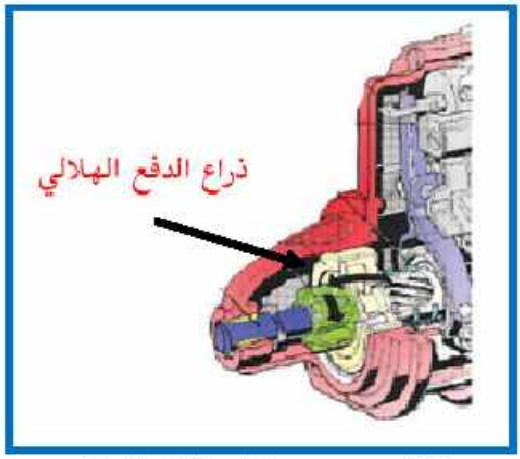
4- قلب وملفات العضو الدوار: حيث يصنع قلب العضو الدوار من رقائق من الحديد المطاوع ويلف حوله ملفات مصنوعة من سلك نحاسي سميك معزولة عن بعضها وعن مجاري قلب العضو الدوار، كما في الشكل (12-17).

شكل 12-17 قلب وملفات العضو الدوار

5- الموحد:- يتركب من شرائح نحاسية مضغوطة ومركبة على محور الدوران للعضو الدوار وتتصل مع ملفات العضو الدوار وتكون ملامسة للفحمات التي تعمل على نقل التيار الكهربائي من ملفات الأقطاب إلى ملفات العضو الدوار عن طريق الموحد، كما في الشكل (12-18).

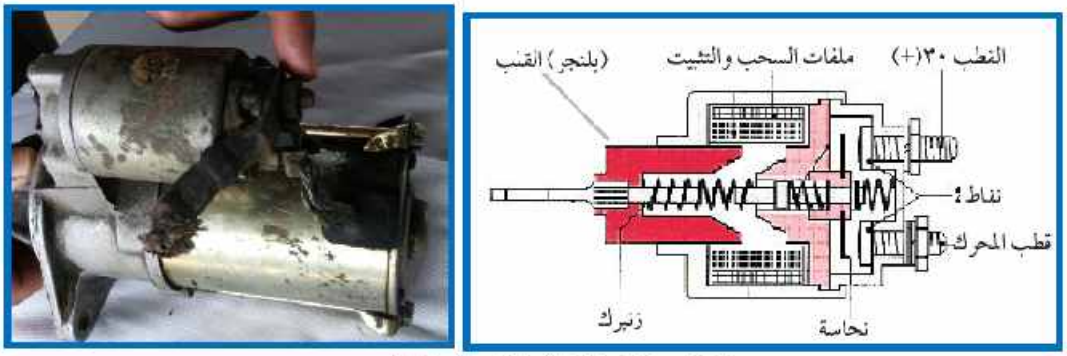
شكل 12-18 موقع موحد التيار

6- ذراع الدفع الهلالي: تعمل على دفع مجموعة التعشيق لتوصيل ترس التعشيق مع ترس الحذافة كما في الشكل (12-19).



شكل 12-19 ذراع الدفع الهلالي

7-المفتاح المغناطيسي: هو عبارة عن ملف من سلك النحاس معزول، يسري فيه التيار كما في الشكل (12-20) أثناء تشغيل محرك بدء الحركة ويعمل على توصيل تيار الملفات بأدنى حركة أثناء التشغيل وكذلك تقوم مجموعة التعشيق مع ترس الحذافة بفصل التعشيق بعد إتمام عملية تدوير المحرك.



شكل 12-20 المفتاح المغناطيسي

8-قاعدة الفرش الكربونية: هي نقطة الوصل بين الأجزاء الثابتة والمتحركة وتعمل على نقل التيار الكهربائي إلى عضو الاستنتاج المتحرك ويتناسب مقطع الفرش طردياً مع مقدار التيار المار، وتقسم الفرش الكربونية إلى نوعين موجبة وسالبة تتصل مع الأرضي والحد الأدنى لها اثنان ويمكن مضاعفته إلى أربعة ليتناسب مع زيادة قيمة التيار، كما في الشكل (12-21).

شكل 12-21 قاعدة الفرش الكربونية

التمرين الثالث: فحص أجزاء محرك بدء الحركة (السلف)

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن يفحص أجزاء محرك بدء الحركة ويحدد صلاحيته للعمل وأعطاله.

الأجهزة والأدوات:

1- جهاز فحص المقاومة (أوميتر)

2- قدمة.

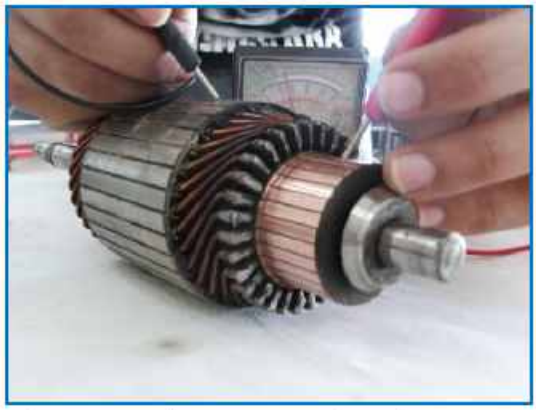
خطوات العمل:

1) فحص العضو الدوار

الفحص الأول: قم بتوصيل اطراف جهاز فحص المقاومة بين موحد التيار وجسم العضو الدوار، كما في الشكل (12-22) ولاحظ قراءة جهاز فحص المقاومة فاذا تحرك المؤشر دلّ على وجود قصر في ملفات العضو الدوار وفي هذه الحالة يجب استبداله.

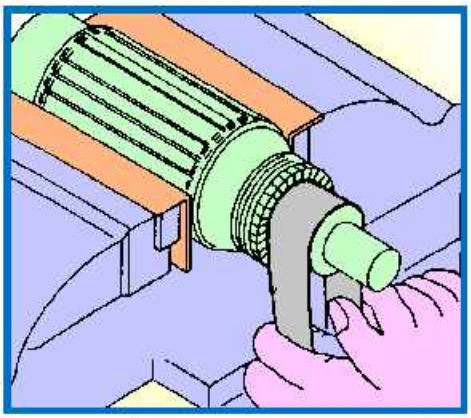
الفحص الثاني: ضع اطراف جهاز المقاومة بين اطراف العضو الموحد، كما في الشكل (12-23) فاذا تحرك مؤشر جهاز فحص المقاومة دل على وجود قصر في موحد التيار لذلك يجب استبدال العضو الدوار.

الفحص الثالث: الفحص البصري للتأكد من وجود احتراق في موحد التيار وإذا كان يحتوي الموحد على نتوءات قم بتنظيفها بواسطة ورق السنفرة رقم 400 كما في الشكل (12-24) ونقوم بعد ذلك بقياس قطر موحد التيار، كما في الشكل (12-25) بواسطة قدمة ومطابقة القيم مع الشركة المصنعة.



شكل 12-22 فحص التوصيل بين موحد التيار وجسم العضو الدوار

شكل 12-23 فحص التوصيل بين اطراف موحد التيار



شكل 12-24 تنظيف موحد التيار

شكل 12-25 قياس قطر موحد التيار

2) فحص ملفات محرك بدء الحركة

الفحص الأول: قم بتوصيل جهاز فحص المقاومة بين سلك الفرش الكربونية الموجبة والطرف الآخر في جسم محرك بدء الحركة، كما في الشكل (12-26) وعندما لا يكون هناك اتصال بينهما فانه يجب استبدال الملف.

الفحص الثاني: نقوم بوضع اطراف جهاز المقاومة بين أطراف ملف محرك بدء الحركة، كما في الشكل (12-27) وعندما لا يكون هناك اتصال بينهما فانه يتم استبدال الملف.

شكل 12-26 فحص التوصيل بين جسم المحرك والملف

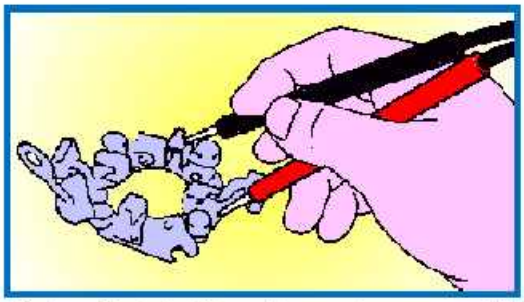
شكل 12-27 فحص التوصيل بين اطراف ملف محرك بدء الحركة

3) فحص الفرش الكربونية

الفحص الأول: يتم قياس طول الفرش بواسطة القدمة، كما في الشكل (12-28) ومطابقة القراءة مع مواصفات الشركة المصنعة وفي حالة عدم مطابقتها يتم استبدالها.

الفحص الثاني: فحص قاعدة الفرش الكربونية نضع جهاز فحص المقاومة بين ارضي القاعدة وارضي حاملة الفرش الكربونية، كما في الشكل (12-29) حركة مؤشر جهاز المقاومة تدل على وجود اتصال ويجب استبدال القاعدة.

شكل 12-28 قياس طول الفرشاة الكربونية



شكل 12-29 فحص قاعدة الفرشاة الكربونية

4) فحص ترس التعشيق لمحرك بدء الحركة

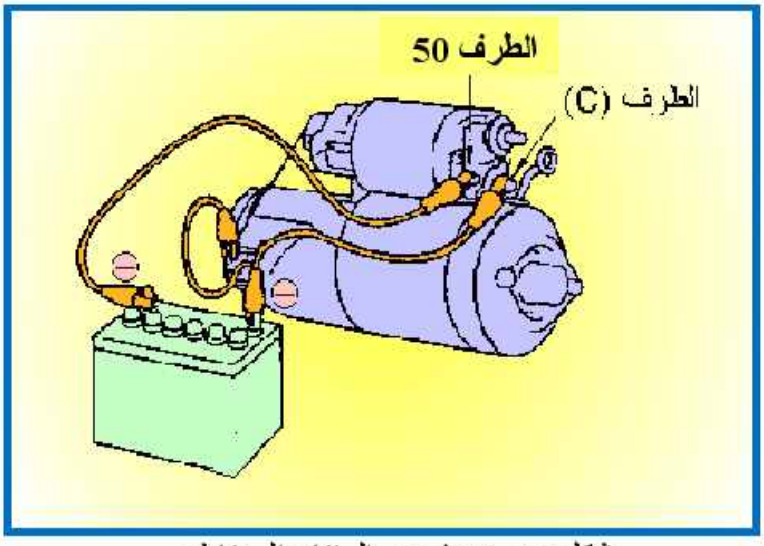
قم بدفع ترس التعشيق إلى الخلف وقس المسافة بوضع مجسات القياس يجب أن يكون الخلوص حسب مواصفات الشركة المصنعة واذا كان الخلوص غير مطابق لمواصفات الشركة المصنعة يجب التأكد من آلية التعشيق وبعد ذلك نقوم بالفحص البصري لترس التعشيق بحثاً عن تلف الأسنان أو تآكل الكراسي، كما في الشكل (12-30).

شكل 12-30 فحص ترس التعشيق لمحرك بدء الحركة

5) فحص المفتاح المغناطيسي

تربط أسلاك البطارية إلى المفتاح كما يأتي:

- اربط سلك البطارية السالب إلى جسم المحرك وإلى نقطة (C)
- اربط سلك البطارية الموجب إلى نقطة 50
- افحص ملفات المفتاح وعند رفع السلك الموصل إلى نقطة (C) فيلاحظ انسحاب عتلة الترس.
- عند رفع السلك السالب من الجسم يجب أن يتم رجوع عتلة الترس وبسرعة إلى الخلف وبسهولة، كما في الشكل (12-31).

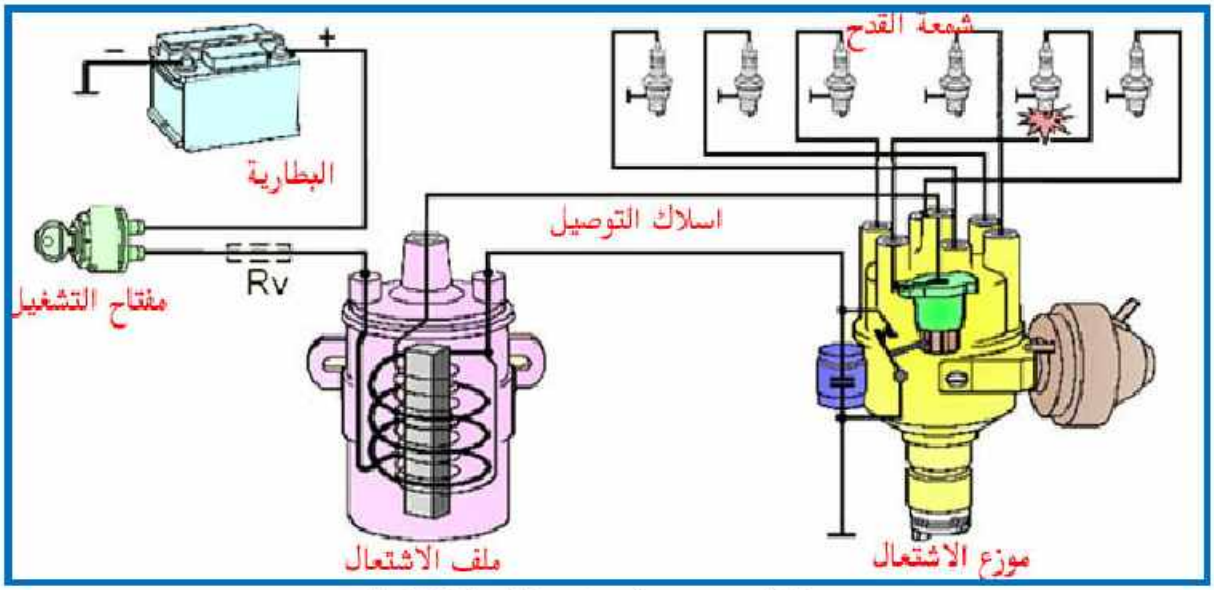


شكل 12-31 فحص المفتاح المغناطيسي

مبدأ عمل أنظمة الاشتعال Ignition System

الغرض هو تحويل الجهد المنخفض من 12 فولت إلى جهد عالي لإحداث شرارة في شمعة القدح وتتكون منظومة الاشتعال كما في الشكل (12-32):

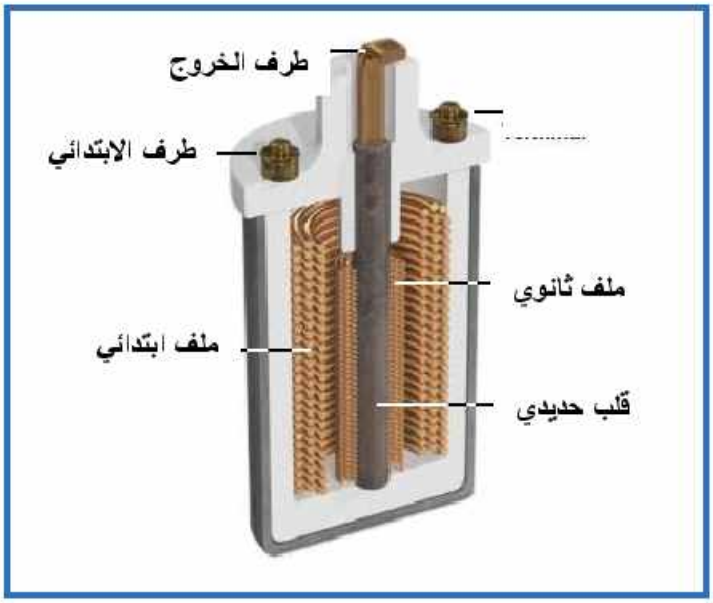
1) البطارية، 2) مفتاح التشغيل، 3) أسلاك التوصيل، 4) موزع الاشتعال، 5) شمعة القدح، 6) ملف الاشتعل.



شكل 12-32 أجزاء منظومة الاشتعال

ملف الاشتعال

وظيفة ملف الاشتعال رفع جهد البطارية إلى جهد مرتفع كافي لقفز الشرارة بين قطبي شمعة القدح، كما في الشكل (12-33).



شكل 12-33 ملف الاشتعال

التمرين الرابع فحص ملف الاشتعال

الهدف من التمرين:

بعد انتهاء الطالب من هذا التمرين يصبح قادراً على أن يفحص ملف الاشتعل ويحدد أعطله.

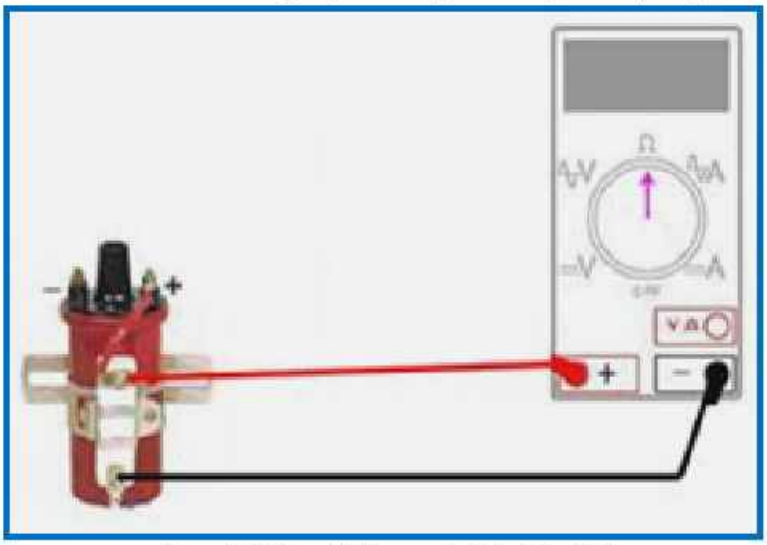
العُدد والأجهزة:

جهاز أوميتر .

خطوات العمل:

1- ضع مفتاح تشغيل السيارة على off.

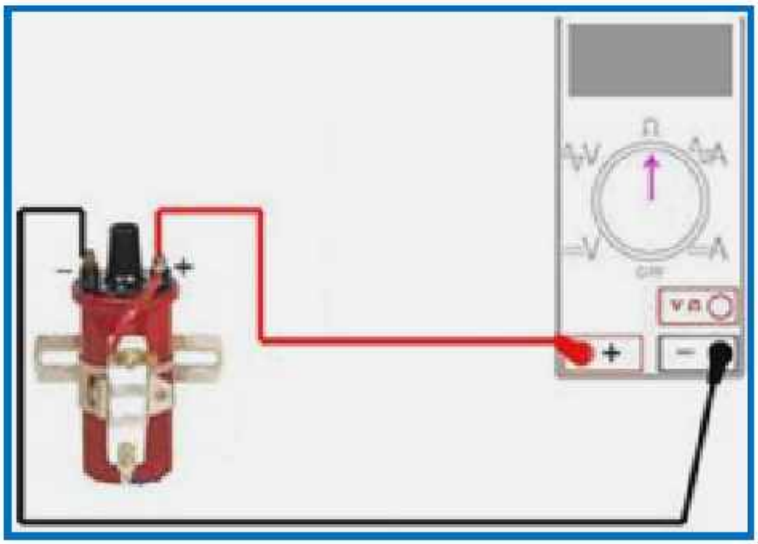
2- افحص المقاومة الخارجية لملف الاشتعال وافحص المقاومة بواسطة جهاز الأوميتر وتتراوح قيمتها (1.3 – 1.8) أوم، كما في الشكل (12-34) مع التأكد من خدمة كتيب تعليمات الصيانة.



شكل 12-34 فحص المقاومة الخارجية

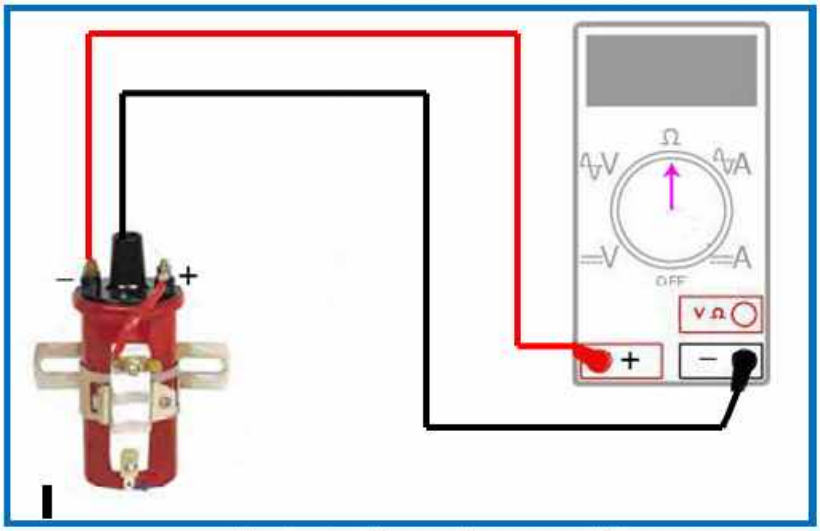
3- افحص ملف الاشتعال كما يأتي:

أ) أوصل طرفي جهاز فحص المقاومة إلى الطرف الموجب والسالب للملف، كما في الشكل (12-35) ويجب أن تكون قراءة مقاومة الملف بين 1.3 – 1.7 أوم للاشتعال الإلكتروني و 1.2-1.5 أوم للاشتعل التقليدي مع التأكد من كتيب خدمة السيارة.



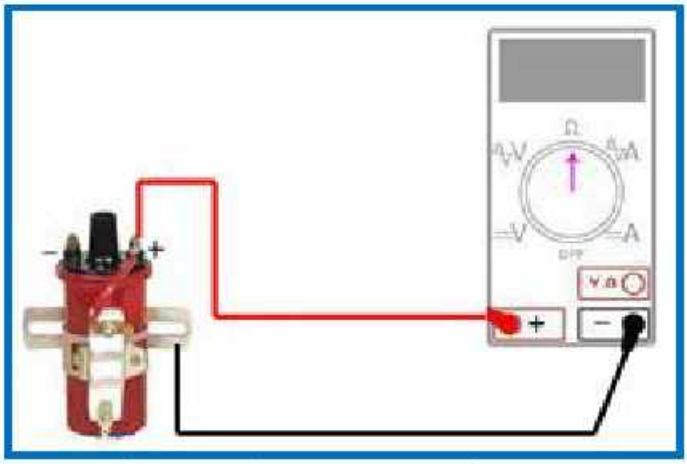
شكل 12-35 فحص ملف الاشتعال

ب) أوصل طرف جهاز الأوميتر مع الملف الثانوي والطرف الآخر مع نقطة الوسط كما في الشكل (12-36) يجب أن تكون المقاومة على نحو: 10- 15 كيلو أوم للاشتعال الإلكتروني. 8 -12 كيلو أوم للاشتعل التقليدي مع التأكد من كتيب خدمة السيارة.



شكل 12-36 فحص ملف الاشتعال

ج) أوصل طرف جهاز الأوميتر مع موجب الملف والطرف الآخر مع جسم الملف ويجب أن تكون القراءة مالا نهاية، كما في الشكل (12-37).

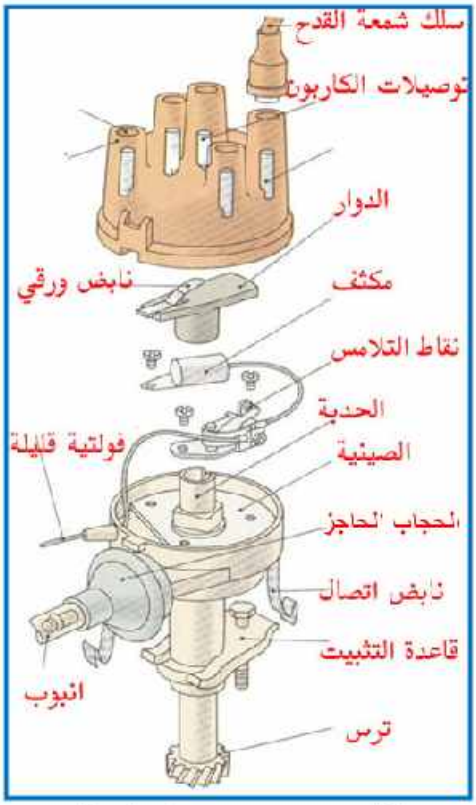


شكل 12-37 فحص ملف الاشتعال

التعرف على موزع الاشتعال التقليدي Distributer

يعتبر الموزع من المكونات الأساسية لنظام الاشتعل التقليدي، كما في الشكل (12-38)ويقوم بالوظائف الآتية:

- فتح وغلق نقاط التلامس الموجودة في قاطع التلامس.
- توصيل وتوزيع الجهد العالي من ملف الاشتعل إلى شمعات القدح في وقت مناسب.
- تقديم وتأخير الشرارة حسب الحمل والسرعة.



شكل 12-38 موزع الاشتعال

التمرين الخامس: فحص موزع الشرر والعضو الدوار

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادرا على فحص موزع الشرر والعضو الدوار.

الأجهزة والأدوات:

جهاز فحص المقاومة (أوميتر)

خطوات العمل:

لفحص الموزع نتبع ما يأتي:

1) افتح غطاء الموزع.

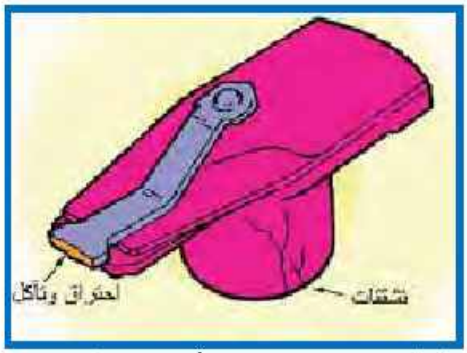
2) قم بالفحص البصري لغطاء الموزع من الداخل أو الخارج، لاحظ الشكل (12-39) وملاحظة التشققات أو تلف نقاط الكاربون وفي حالة وجود شقوق يتم استبدال الموزع.

شكل 12-39 الفحص البصري لغطاء الموزع

لفحص العضو الدوار نتبع ما يأتي:

1) قم بالفحص البصري للعضو الدوار من حالة الاحتراق أو الكسر فعند وجود هذه الحالة يجب استبدال العضو الدوار، لاحظ الشكل (12-40).

2) نقوم بفحص مقاومة العضو الدوار وذلك بوضع جهاز الأوميتر، كما في الشكل (12-41) والرجوع إلى مواصفات الشركة.



شكل 12-40 احتراق أو كسر العضو الدوار

شكل 12-41 فحص مقاومة العضو الدوار

التمرين السادس: فحص ومعايرة نقاط التلامس

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على فحص ومعايرة نقاط التلامس.

الأجهزة والأدوات:

- مجسات القياس.
- صندوق عُدة يدوي.

خطوات العمل:

1) قم بفتح غطاء الموزع.

2) افتح العضو الدوار من مكانه وقم بتدوير المحرك يدوياً حتى تصبح نقاط التلامس على رأس كامة الموزع.
3) ضع مجسات القياس لفحص الخلوص بين نقاط التلامس، كما في الشكل (12-42)
4) في حالة عدم ضبط الخلوص قم بفتح براغي المعايرة وتحريك الجزء الثابت لنقاط التلامس حتى يتم ضبط الخلوص بواسطة مجسات القياس وحسب مواصفات الشركة المصنعة، كما في الشكل (12-43).
5) افحص بصرياً التآكل والتلف في نقاط التلامس واذا وجد تلف أو تآكل قم باستبدال نقاط التلامس مع تبديل المكثف.

شكل 12-42 وضع مجسات القياس

شكل 12-43 ضبط خلوص نقاط التلامس

التمرين السابع: فحص توقيت الإشعال بمصباح التوقيت

الهدف من التمرين:

بعد انتهاء الطالب من هذا التمرين يصبح قادراً على أن:

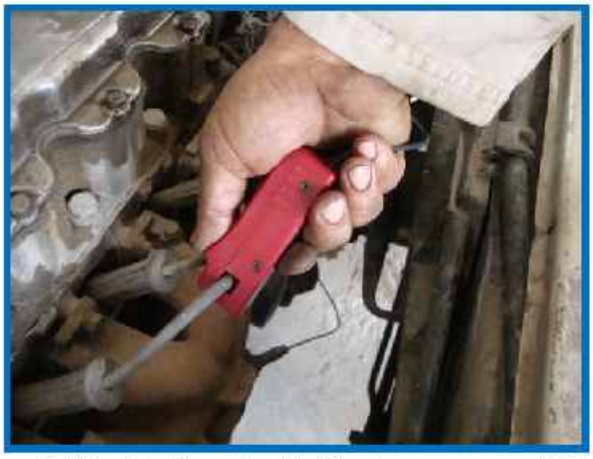
1- يفحص توقيت الإشعال بمصباح التوقيت.
2- يفحص ويعاير توقيت الاشتعال.

الأجهزة والأدوات:

1- جهاز توقيت الشرارة (مصباح التوقيت).
2- صندوق عُدة.
3- كتلوك بيانات السيارة.

خطوات العمل:

1) اربط السلك الأسود للجهاز مع القطب السالب للبطارية والسلك الأحمر مع القطب الموجب للبطارية.
2) اربط السلك الثالث للجهاز على سلك شمعة القدح رقم واحد، كما في الشكل (12-44).
3) شغل المركبة على سرعة الحياد 900 دورة / دقيقة، كما في الشكل (12-45) Idle ووجه الضوء على بكرة عمود المرفق، كما في الشكل (12-46) ولاحظ إن الضوء يجعل علامة ظاهرة وكأنها لا تتحرك.

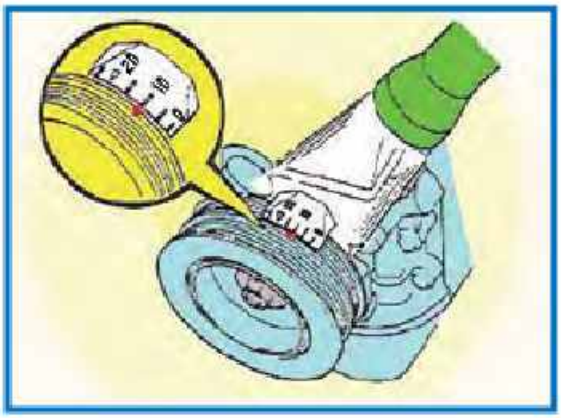


شكل 12-44 ربط سلك الجهاز بسلك شمعة القدح

شكل 12-45 سرعة الحياد

4)قارن القراءة التي تظهر في الجهاز مع مواصفات الشركة المصنعة.

5)في حالة عدم مطابقة القراءة مع الشركة المصنعة قم بفك برغي تثبيت موزع الاشتعال وتدوير الموزع مع أو عكس عقرب الساعة، كما في الشكل (12-47) حتى يتم ضبط المواصفات.



شكل 12-46 وجه الضوء على بكرة عمود المرفق

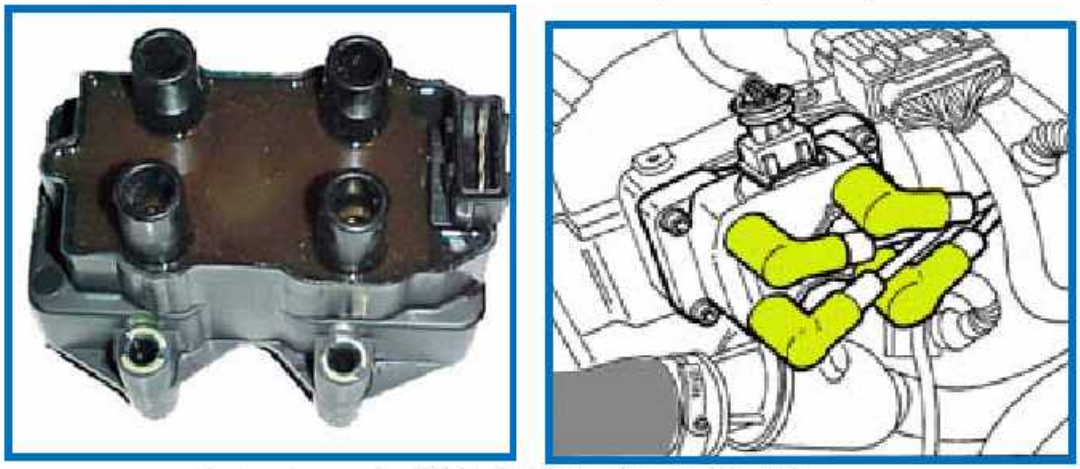
شكل 12-47 تدوير الموزع

6)بعد ضبط التوقيت شد برغي تثبيت الموزع وافحص مرة أخرى للتأكد من صحة المعايرة.

ملاحظة: إن تدوير الموزع باتجاه معاكس لاتجاه دوران العضو الدوار يعني تقديم الشرارة وعكس ذلك يعني تأخير توقيت الشرارة.

نظام الاشتعال الإلكتروني بدون موزع

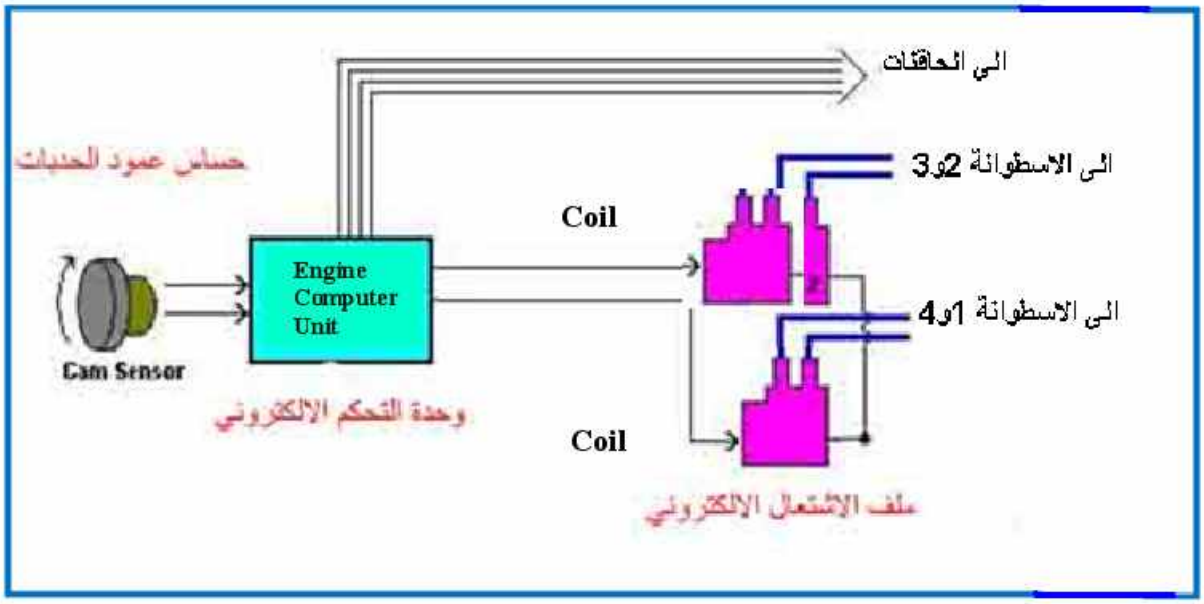
يعتبر نظام الاشتعال الإلكتروني بدون موزع من احدث الدوائر الإلكترونية. من اهم مزايا هذا النظام التخلص من الموزع حيث إن الموزع كان يمثل عبئاً ميكانيكياً كبيراً مما كان يؤدي إلى التقليل من كفاءة دائرة الاشتعال، كما في الشكل (12-48).



شكل 12-48 نظام الاشتعال الإلكتروني بدون موزع

مبدأ عمل نظام الاشتعال الإلكتروني بدون موزع

إن مبدأ عمل نظام الاشتعال الإلكتروني بدون موزع هو نقل إيعاز من حساس عمود الحدبات (sensor cam) إلى وحدة التحكم الإلكتروني (Ecu) وبعد وصول الإيعاز تقوم وحدة التحكم بإرسال إشارة إلى ملف الاشتعل الإلكتروني (coil packs) ويتكون ملف الاشتعال الإلكتروني الرئيس من ملفين الأول مسؤول عن إرسال الشرارة إلى أسطوانتين في المحرك (4 ، 1) والثاني مسؤول عن إرسال الشرارة إلى الأسطوانتين الآخرتين في المحرك (3 ، 2)، كما في الشكل (12-49).



شكل 12-49 عمل نظام الاشتعل الإلكتروني بدون موزع

التمرين الثامن: فحص منظومة الإشعال الإلكتروني

الهدف من التمرين:

بعد انتهاء الطالب من هذا التمرين يصبح قادراً على أن يفحص منظومة الإشعل الإلكتروني.

الأجهزة والمُعدات

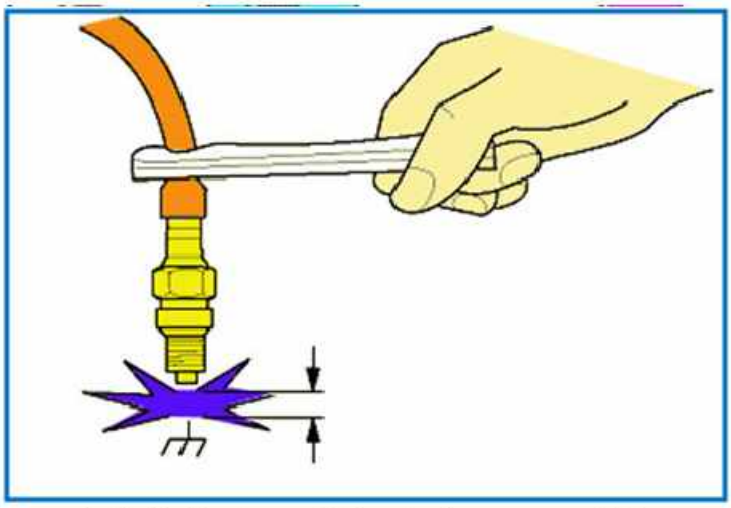
1) جهاز ملتي ميتر.
2) كماشة.
3) سيارة اودي (Audi) نوع A3 حجم المحرك 1600 موديل (1997-2003).

خطوات العمل:

أ) لفحص قوة الشرارة لنظام الإشعال الإلكتروني (High- Tension Spark) نتبع ما يأتي:

1- ضع مفتاح التشغيل على ON
2- افصل احد أسلاك الضغط العالي واربطه في شمعة القدح.
3- قم بمسك شمعة القدح بواسطة الكماشة وتوجيه مقدمة الشمعة على الأرضي على بعد 6mm كما في الشكل (12-50).
4- ادر المحرك على السرعة الحرة Briefly Crank Engine
5- يجب أن تكون الشرارة قوية وزرقاء اللون.
6- كرر الفحص مع أسلاك الضغط العالي الأخرى.

ملاحظة: يجب فصل التيار الكهربائي عن النوزلات حتى لا يسبب تلف المحول catalytic converter



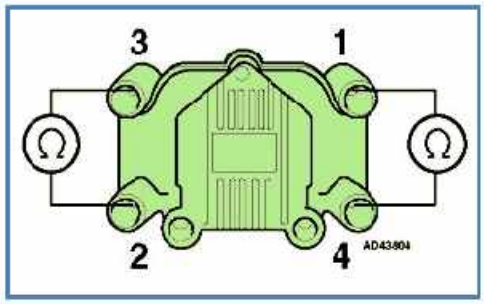
شكل 12-50 مسك شمعة القدح بواسطة الكماشة

ب) فحص المقاومة الثانوية checking Secondary Resistance لنظام الإشعال الإلكتروني:

1- ضع مفتاح التشغيل على ON.

2- افصل أسلاك الضغط العالي عن ملف الإشعال الإلكتروني.

3- تاكد من قيمة المقاومة الثانوية لنظام الإشعل الإلكتروني حسب الشكل (12-51) وحسب جدول (12-1)



شكل 12-51 المقاومة الثانوية لنظام الإشعال الإلكتروني

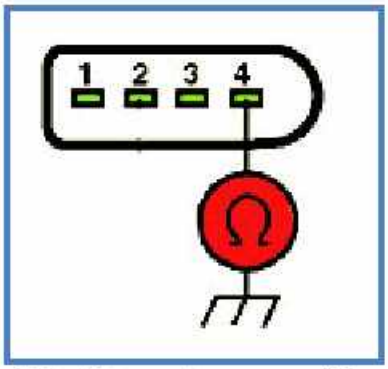
جدول 12-1	
الأقطاب	المقاومة
1&4	4000 -6000 Ω
2&3	4000 -6000 Ω

ج) لفحص نظام الإشعال للتوصيل الأرضي (Checking Earth Connection) نتبع ما يأتي:

1-ضع مفتاح التشغيل على ON

2-افصل الوصلة الكهربائية عن ملف الإشعال الإلكتروني.

3-تاكد من التوصيل الأرضي، كما في الشكل (12-52) وحسب الجدول (12-2).



جدول 12-2	
الأقطاب	المقاومة
4& earth	Zero

شكل 12-52 فحص نظام الإشعال للتوصيل الأرضي

د) لفحص إشارة نظام الإشعال الإلكتروني (Checking Signal) نتبع ما يأتي:

1- ضع مفتاح التشغيل على ON

2- افصل الوصلة الكهربائية عن ملف الإشعل الإلكتروني.

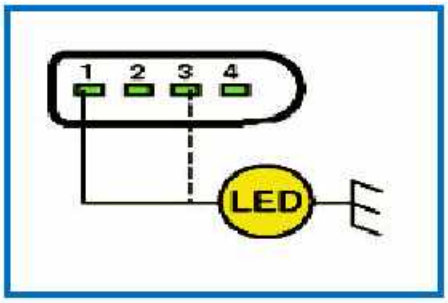
3-اربط LED الوصلة الكهربائية والأرضي، كما في الشكل (12-53) وحسب الجدول (12-3)

4- ادر المحرك briefly crank engine

5-في حالة عدم إضاءة الفلاش نقوم بالتأكد من الأسلاك الكهربائية

ملاحظة: يجب فصل التيار الكهربائي عن البخاخات حتى لا يسبب تلف المحول الحافز Catalytic Converter

جدول 12-3	
الأقطاب	**LED**
1& earth	Flashing
3& earth	Flashing



شكل 12-53 فحص إشارة نظام الإشعال الإلكتروني

هـ- فحص فولتية (Supply Voltage) نظام الإشعال الإلكتروني:

1- ضع مفتاح التشغيل على off

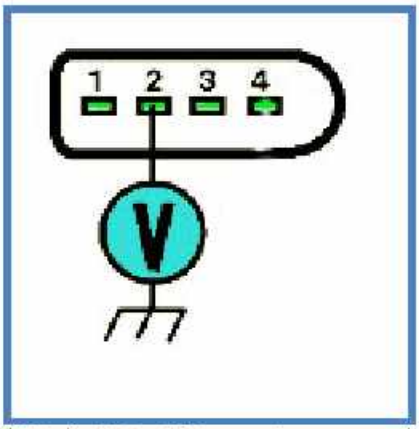
2- افصل الوصلة الكهربائية عن ملف الإشعل الإلكتروني.

3- اربط الوصلة الكهربائية لملف الإشعال الإلكتروني بمقياس للفولتية، كما في الشكل (12-54).

4-ضع مفتاح التشغيل علىON

5- تأكد من الفولتية الخارجة من ملف الإشعال الإلكتروني، كما في الجدول (12-4) في حالة عدم ظهور الفولتية حسب الجدول يتم التأكد من المنصهر وسلامة الأسلاك.

جدول (12-4)	
الأقطاب	**الفولت**
2& earth	فولتية البطارية



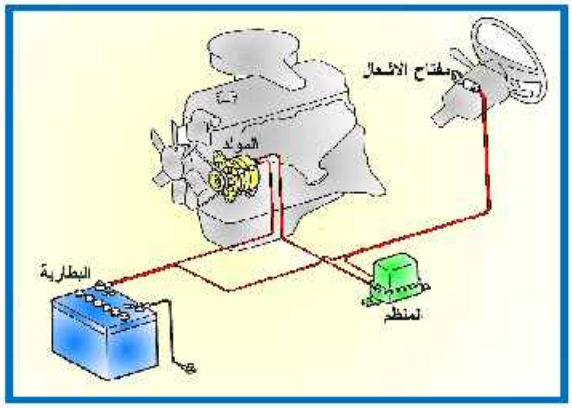
شكل 12-54 فحص نظام الإشعال الإلكتروني

أعطال منظومة الإشعال الإلكتروني

ت	العطل	السبب	المعالجة
1	عدم وصول شرارة لاحد أسطوانات المحرك	- عطل في ملف الإشعال الإلكتروني - عدم وصل إشارة كهربائية من العقل - قطع في أسلاك الضغط العالي	- استبدال ملف - فحص وتتبع أسلاك التوصيل من العقل إلى الملف - استبدال أسلاك الضغط العالي
2	وصول شرارة لكن ضعيفة	- ضعف في ملفات الإشعال الإلكتروني - عطل في العقل - وجود صدأ في فيشة التوصيل	- فحص مقاومة ملفات الإشعال الإلكتروني - استبدال العقل - تنظيف فيشة التوصيل

دائرة الشحن وآلية عمل مولد التيار المتناوب

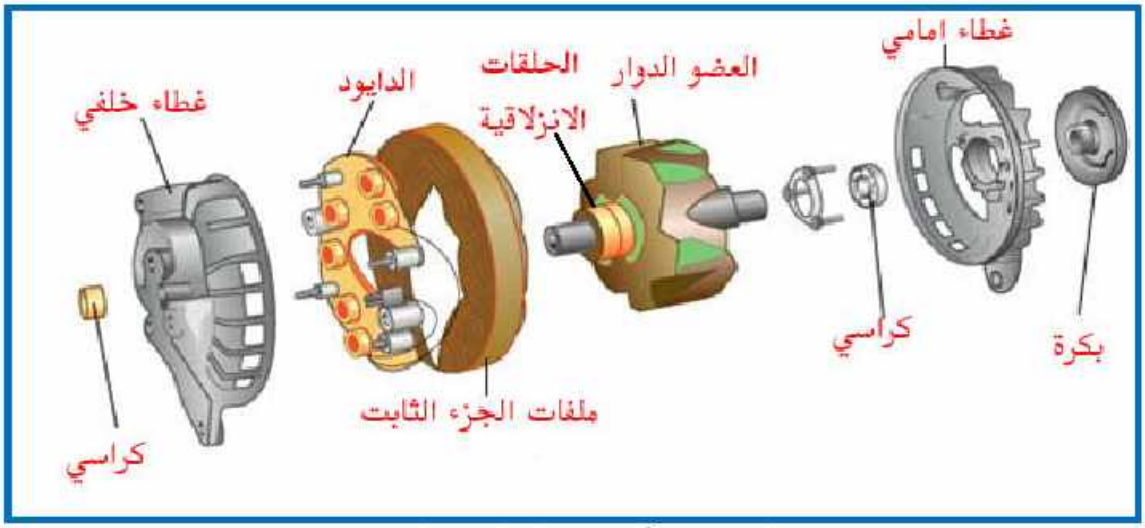
تعتمد آلية العمل على تغذية ملفات الأقطاب بالتيار المستمر من البطارية عن طريق مفتاح الإشعال ويتولد عند مرور تيار كهربائي في ملفات الأقطاب (ملفات العضو الدوار)مجالاً مغناطيسياً، وعند دوران محرك السيارة يدور معه العضو الدوار للمولد فتقطع خطوط المجال المغناطيسي ملفات العضو الثابت فيتولد فيها قوة دافعة كهربائية ثلاثية الأطوار، ويتم تقويمها وتحويلها إلى تيار مستمر عن طريقة الدايود وإن دائرة الشحن تتألف من الأجزاء التالية، كما في الشكل (12-55) :1- البطارية، 2- مفتاح التشغيل، 3- المولد، 4- المنظم.



شكل 12-55 أجزاء دائرة الشحن

التعرف على أجزاء مولد التيار المتناوب

تحتاج السيارات الحديثة إلى مولدات كهربائية ذات القدرة والكفاءة العالية وذلك لإعادة شحن البطارية وتزويد الأجهزة الكهربائية في السيارة بالطاقة الكهربائية اللازمة. يتكون المولد من الأجزاء التالية والمبينة في الشكل (12-56).



شكل 12-56 أجزاء مولد التيار المتناوب

1) الغلاف:

هو الجزء الخارجي الأساس ويصنع من الألمُنيوم وذلك لتخفيف الوزن ولتسهيل فقدان الحرارة ووظيفته تغطيه الأجزاء.

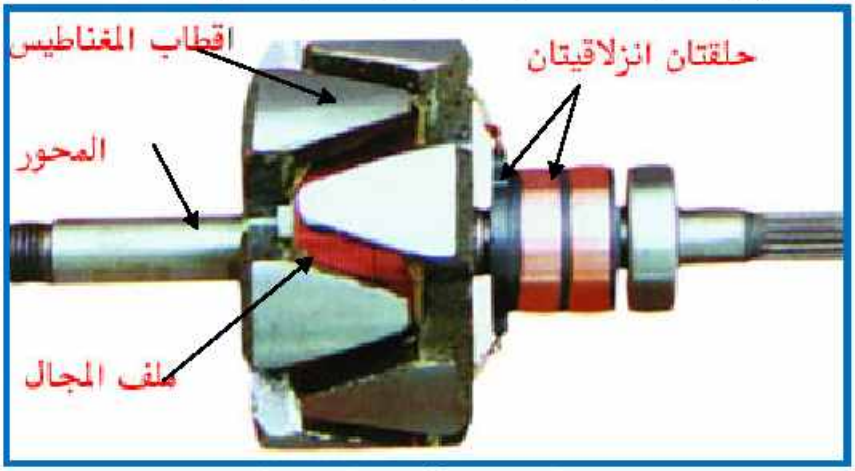
2) العضو الدوار Rotor: ويمكن تقسيمه إلى الأجزاء الآتية، كما في الشكل (12-57):

أ- المحور: هو عمود من الحديد الصلب يقاوم الانحناء والتآكل.

ب- أقطاب المغناطيس: وهما قطبان على شكل فكين من الحديد المسغنط.

ج- ملف المجال: هو ملف من سلك النحاس المعزول يلف حول قالب من الحديد المطاوع يمر فيه تيار كهربائي عن طريق الفرش الكربونية وحلقات الانزلاق فتتيح مجال مغناطيسي.

د- حلقتان إنزلاقيتان: يتم بواسطتهما نقل التيار من الفرش الكربونية إلى ملف المجال.



شكل 12-57 أجزاء العضو الدوار

3) العضو الثابت Star Connection:

وهو الجزء الذي يتولد فيه التيار الكهربائي في المولد وهو عبارة عن ملفات سلكية على أسطوانة مع رقائق الحديد المطاوع، كما في الشكل (12-58) ويتكون من ثلاث ملفات تلف بنظام محدد وتوصل مع بعضها البعض ومع الدايود.

شكل 12-58 العضو الثابت

4)الغطاء الأمامي والخلفي:

احدهما يثبت مع حلقات الانزلاق والآخر باتجاه بكرة نقل الحركة وفائدتهما ارتكاز العضو الدوار وحماية الأجزاء الداخلية للمولد، كما مبين في الشكل (12-59).

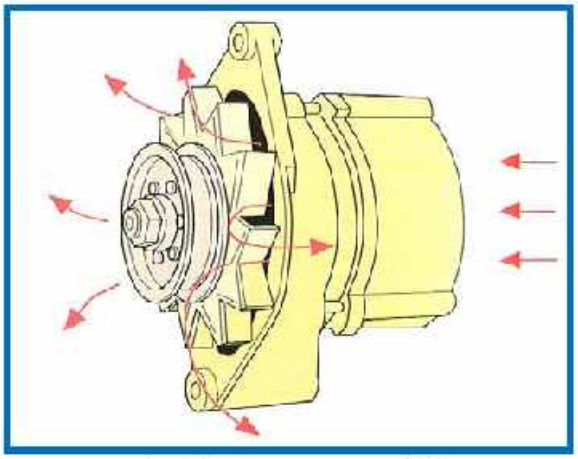
شكل 12-59 أجزاء مولد التيار المتناوب

5) الفرش الكربونية:

وهما فحمتان مصنوعتان من الكاربون تعملان على نقل التيار من الدائرة الخارجية إلى ملف المجال عن طريق حلقات الانزلاق.

6) مروحة المولد:

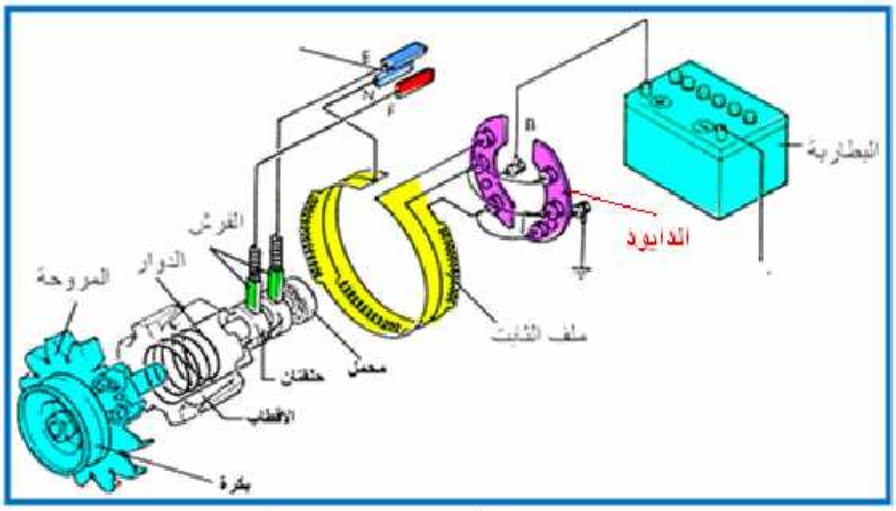
تركب تحت البكرة وتدور معها وتعمل على سحب الهواء من خلف المولد إلى الأمام لإبقاء الدايود باردة كما في الشكل (12-60).



شكل 12-60 مروحة المولد

7) الدايود:

يعمل على تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر يصلح لشحن البطارية وتغذية الدوائر الكهربائية ويحتوي المولد على ستة (دايود) ثلاثة موجبة وثلاثة سالبة توصل مع بعضها بملف الضغط الثابت، كما في الشكل (12-61).



شكل 12-61 موقع الدايود

التمرين التاسع: فحص أجزاء مولد التيار المتناوب

الهدف من التمرين:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن يفحص أجزاء مولد التيار المتناوب ويتأكد من سلامة أجزاءه.

الأجهزة والأدوات:

1. جهاز فحص المقاومة (أوميتر).
2. مولد تيار متناوب.

خطوات العمل:

1) فحص العضو الدوار

الفحص الأول: التأكد من اتصال الحلقات الانزلاقية قم بتوصيل أطراف جهاز فحص المقاومة بين الحلقتين الانزلاقيتين، كما في الشكل (12-62) اذا ظهرت قراءة المقاومة منخفضة دل على سلامة ملفات العضو

الدوار، أما اذا لم يعطي جهاز فحص المقاومة قراءة دل على وجود قصر في الملفات أي قطع في الملفات وفي هذه الحالة يجب استبدال العضو الدوار.

الفحص الثاني: التأكد من عدم وجود اتصال بين الحلقات الانزلاقية وجسم العضو الدوار ونقوم بوضع اطراف جهاز فحص المقاومة بين احدى الحلقات الانزلاقية والطرف الآخر للأقطاب المغناطيسية للعضو الدوار، كما في الشكل (12-63) ولاحظ قراءة جهاز فحص المقاومة فاذا أعطي قراءة دل على وجود اتصال ارضي قم بإصلاح أو استبدال العضو الدوار.

شكل 12-62 فحص الاتصال في الحلقات الانزلاقية

شكل 12-63 الفحص بين الحلقات الانزلاقية والجسم

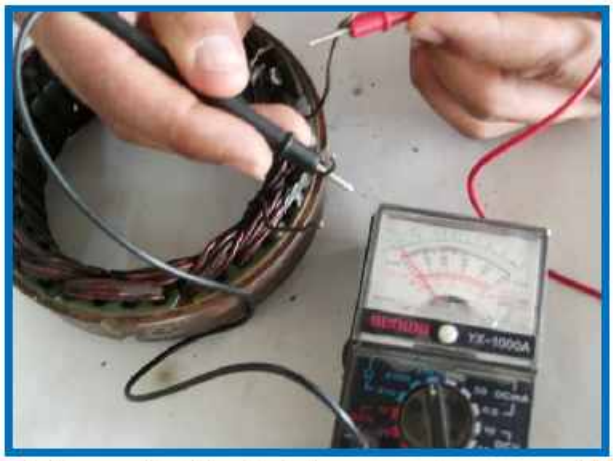
الفحص الثالث: التأكد من قياس الحلقات الانزلاقية بواسطة القدمة بوضعها على الحلقات الانزلاقية وقياس المحيط الخارجي ومطابقتها مع مواصفات الشركة المنتجة، كما في الشكل (12-64).

شكل 12-64 قياس الحلقات الانزلاقية

2) فحص ملفات الجزء الساكن (الثابت)

الفحص الأول التأكد من عدم وجود اتصال بين اطراف ملفات العضو الثابت: قم بتوصيل اطراف مقياس المقاومة بين طرف الحياد وتوصيل الطرف الآخر لجهاز فحص المقاومة مع اطراف الأطوار الثلاثة لملفات العضو الساكن، كما في الشكل (12-65) واذا لم يتحرك المؤشر دل على وجود قطع اذا لم يتحرك المؤشر لمقياس المقاومة دل على وجود قطع في احد الملفات وفي هذه الحالة يتم استبدال ملف العضو الثابت.

الفحص الثاني للتأكد من عدم وجود اتصال ارضي بين ملفات العضو الثابت وجسم العضو: قم بتوصيل جهاز فحص المقاومة بين الجسم والطرف الآخر مع احد اطراف الأطوار الثلاثة للملف، كما في الشكل (12-66) يجب أن تكون قراءة المقاومة ما لانهاية دلالة عن عدم وجود اتصال ارضي بين الملفات والجسم.

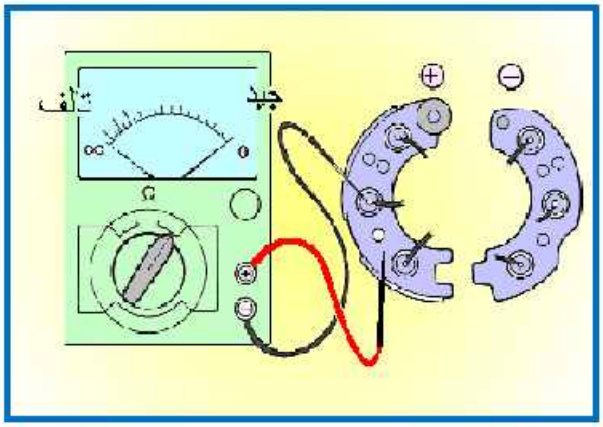


شكل 12-65 فحص بين اطراف ملف العضو الثابت

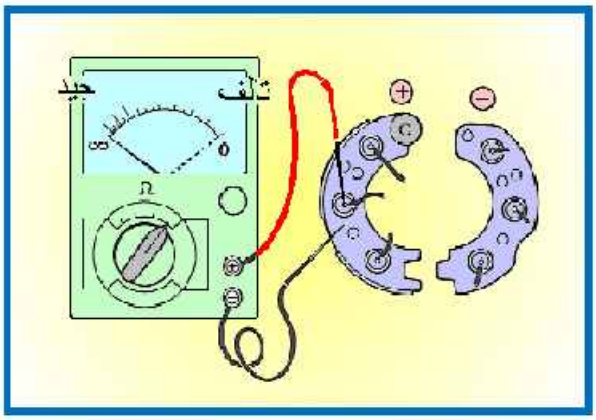
شكل 12-66 فحص بين ملفات العضو الثابت والجسم

3) فحص الدايود

الفحص الأول: التأكد من عمل الدايودات الموجبة نقوم بتوصيل الطرف الموجب لجهاز فحص المقاومة مع الدايود الموجب والطرف الآخر لجهاز المقاومة مع جسم قاعدة الدايود، كما في الشكل (12-67) نلاحظ القراءة تحرك المؤشر لجهاز فحص المقاومة (الأوميتر) واذا عكسنا الربط نلاحظ عدم حركة المؤشر دل هذا على إن الدايودات الموجبة تعمل بشكل جيد والعكس صحيح، كما في الشكل (12-68).

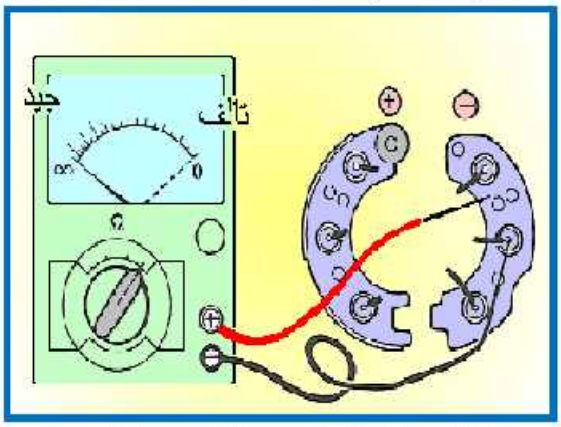


شكل 12-67 فحص الدايود الموجب

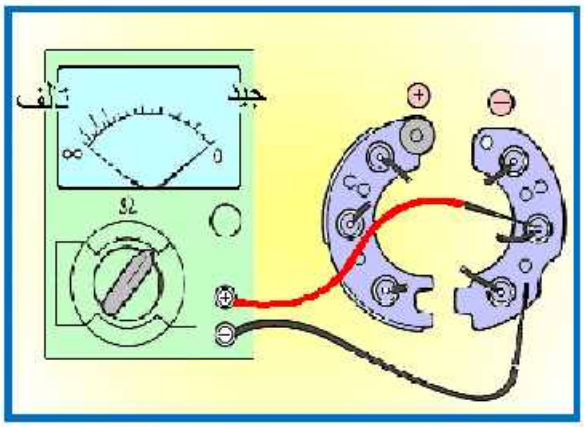


شكل 12-68 فحص الربط المتعاكس لدايود الموجب

الفحص الثاني: لفحص الدايودات السالبة نقوم بتوصيل الطرف السالب لجهاز فحص المقاومة مع الدايود السالب والطرف الآخر لجهاز فحص المقاومة الموجب مع جسم قاعدة الدايود، كما في الشكل (12-69) نلاحظ تحرك المؤشر لجهاز فحص المقاومة وإذا عكسنا الربط لجهاز فحص المقاومة مع الدايود السالب ولم يتحرك المؤشر لجهاز فحص المقاومة دل على سلامة عمل الدايودات السالبة والعكس صحيح، كما في الشكل (12-70).



شكل 12-69 فحص الدايود السالب



شكل 12-70 فحص الربط المتعاكس لدايود السالب

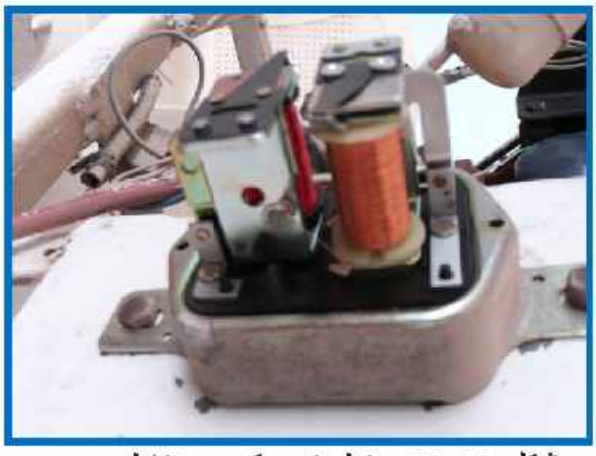
4) فحص الفرش الكربونية

لفحص الفرش الخاصة بالمولد يقاس طول الفرش الكربونية، كما في الشكل (12-71) ويلزم الاطلاع على كتاب الصيانة الخاص بالمركبة التابع لها المولد لمعرفة القيمة الاسمية لطول الفرش الكربونية وعند عدم مطابقتها بالقيمة المطلوبة يجب استبدالها كما يجب التأكد من مناسبة النابض الخاص بالفرش الكربونية.

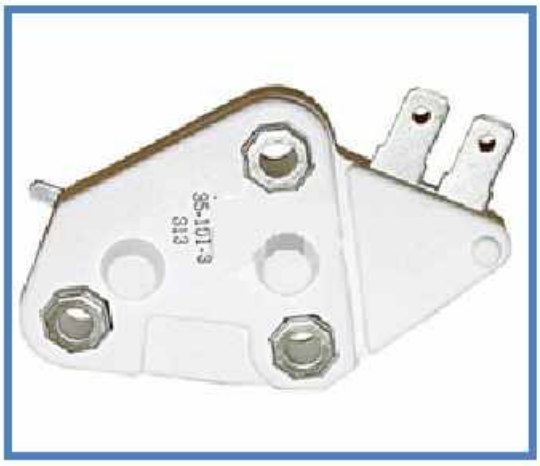
شكل 12-71 قياس طول الفرشة الكربونية

المنظم

يستمد المنظم حركته من المحرك الذي يدور بسرعات متغيرة وبالتالي فان جهد الفولت وشدة التيار الأمبير والقدرة المتولدة تتغير باستمرار، كما إن التيار المسحوب أثناء السيرليلاً يختلف عن النهار إضافة إلى شحن البطارية متغير لذلك يجب أن يعطي المولد جهد ثابت بمقدار (13.5 - 15) فولت عند السرعات المختلفة ويكون موقع المنظم إما داخل أو خارج المولد، وأنواع المنظم تكون إما من النوع الكهرومغناطيسي كما في الشكل (12-72) أو الإلكتروني، كما في الشكل (12-73).



شكل 12-72 منظم نوع كهرومغناطيسي



شكل 12-73 منظم نوع إليكتروني

التمرين العاشر: فحص المنظم الإلكتروني الخارجي

الهدف من التمرين:

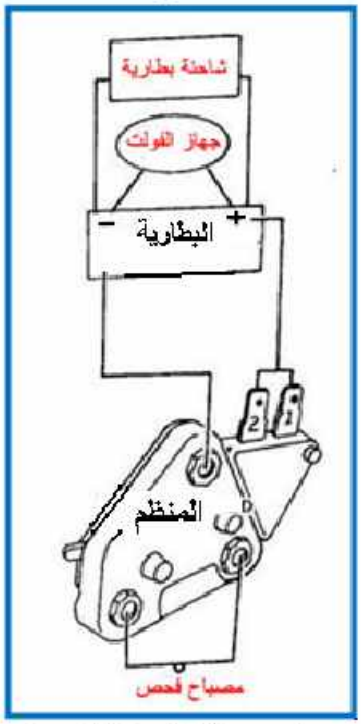
بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادراً على أن يفحص المنظم الإلكتروني الخارجي.

الأجهزة والأدوات:

- شاحنة بطارية
- جهاز فحص فرق الجهد
- بطارية
- المنظم الإلكتروني الخارجي
- مصباح فحص

خطوات العمل:

1. وصل شاحن سريع بقطبي البطارية.
2. وصل طرفي جهاز الفولتميتر بقطبي البطارية.
3. وصل بين المنظم والبطارية، كما مبين في الشكل (12-74).
4. وصل مصباح اختبار للمنظم، المفروض أن يضيئ مصباح الاختبار.
5. شغل الشاحن وارفع الشحن تدريجياً ولاحظ الفولتميتر.
6. يجب أن ينطفئ المصباح عند وصول الجهد إلي حد تشغيل المنظم وذلك بين (13.5 – 16 Volt)



شكل 12-74 فحص المنظم الإليكتروني الخارجي

أعطال منظومة الشحن

ت	العطل	السبب	المعالجة
1-	عدم وصول تيار شحن للبطارية	- تلف الفرش الكربونية - قطع في الأسلاك - اختلاف في ربط أسلاك المولد	- استبدال الفرش الكربونية - اصلح القطع - ضبط الربط
2-	صوت في المولد	- عطل في المنظم - تلف الدايود - قطع في ملفات الجزء الثابت - تلف كراسي المولد - ارتخاء الحزام	- استبدال المنظم - استبدال الدايود - استبدال الملف - استبدال الكراسي - ضبط الحزام
3-	مصباح بيان الشحن لا يضئ	- عطل المصباح - قطع في الأسلاك - البطارية فارغة الشحن	- تبديل المصباح - الكشف عن قطع - أعادة الشحن

أسئلة الفصل الثاني عشر

1- ما النسبة بين الماء المقطر إلى الحامض عند تحضير سائل البطارية؟

2- ما هو الجهاز المستعمل في قياس كثافة حامض البطارية؟ اشرح طريقة قياس الحامض.

3- عرف محرك بدء الحركة وما أجزائه؟

4- كيف يفحص ملف الإشعال؟

6- ما أسباب عدم وصول شرارة القدح في شمعة القدح وكيف معالجتها؟

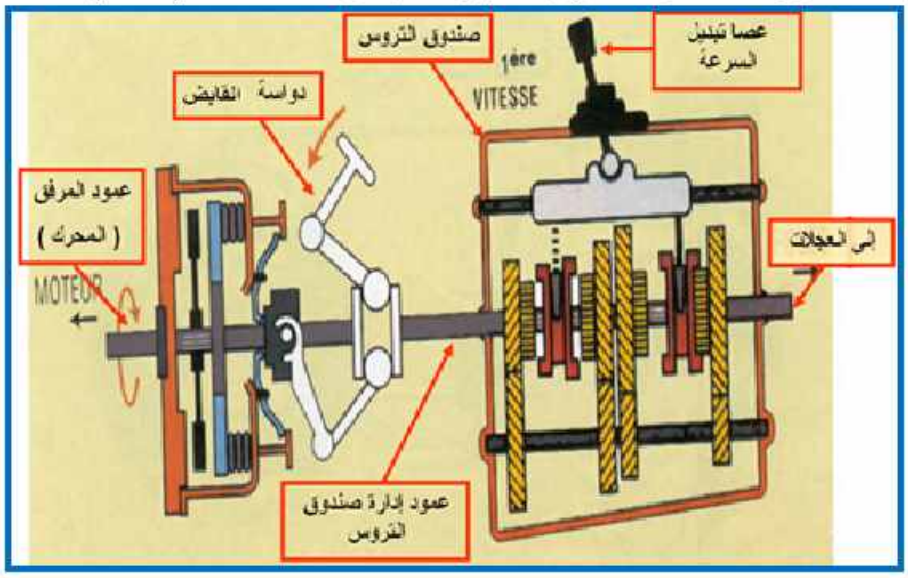
7- كيف يفحص العضو الدوار في مولد التيار المتناوب؟

الفصل الثالث عشر
أجهزة نقل الحركة
Transformation

الأجزاء الرئيسة للقابض (الفاصل) وأعطالها وصيانتها

مقدمة:

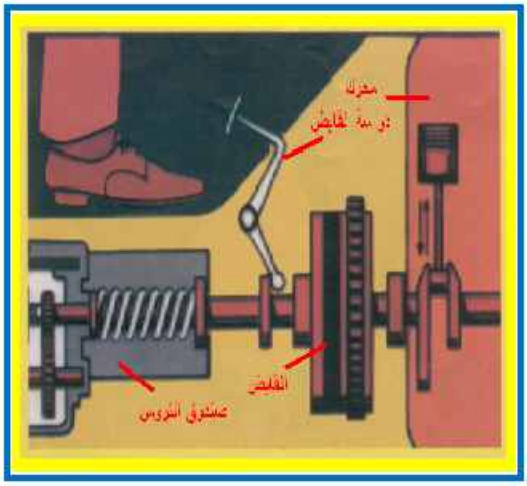
الفاصل (القابض): هو عبارة عن وسيلة لوصل وفصل الحركة بين المحرك وصندوق التروس. وهو أحد أجهزة نقل الحركة في السيارة، وهو عبارة عن وصلة ميكانيكية تركب بين الحذافة وصندوق التروس. ولتوضيح طريقة فصل ووصل الحركة التي يتحكم بها القابض لاحظ الشكل (13-1).

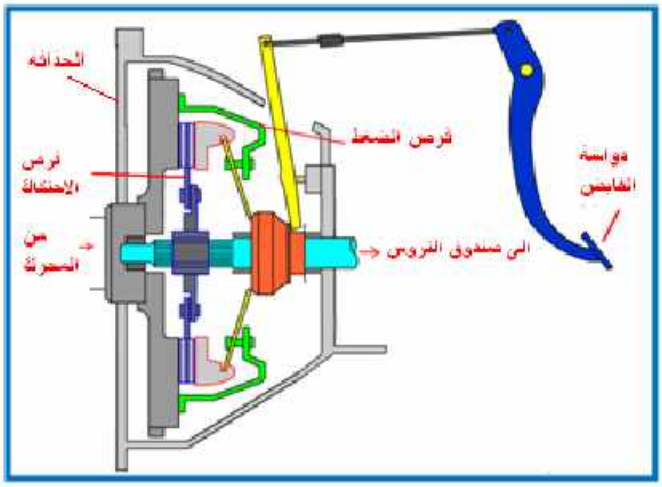


شكل 13- 1 طريقة فصل ووصل الحركة التي يتحكم بها القابض

وظيفة الفاصل (القابض)

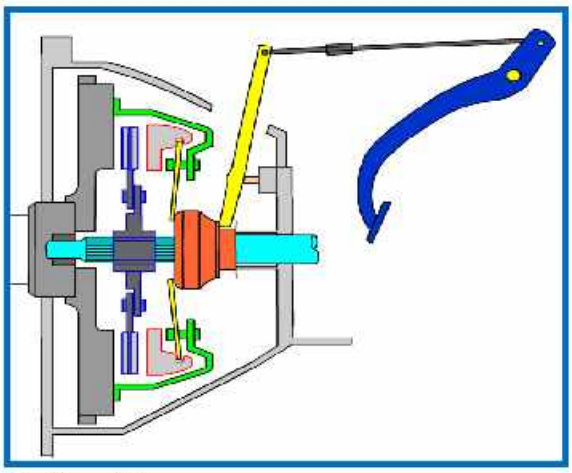
فصل أو وصل الحركة بسلاسة بين المحرك وبقية أجهزة نقل الحركة بدءاً من صندوق التروس. أي عندما تكون دواسة القابض في حالة عدم الاستعمال فان القابض في حالة وصل، كما في الشكل (13- 2).

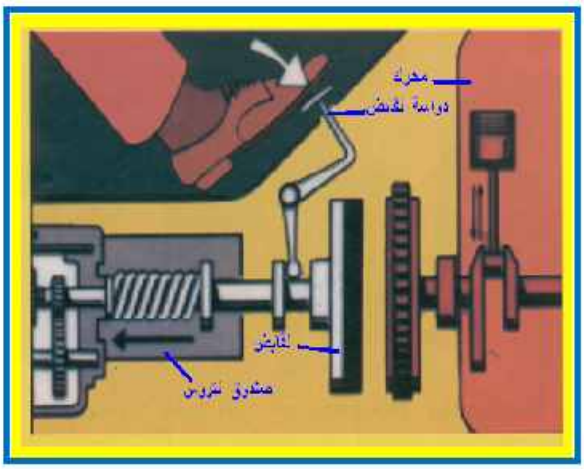




شكل 13- 2 القابض في حالة وصل

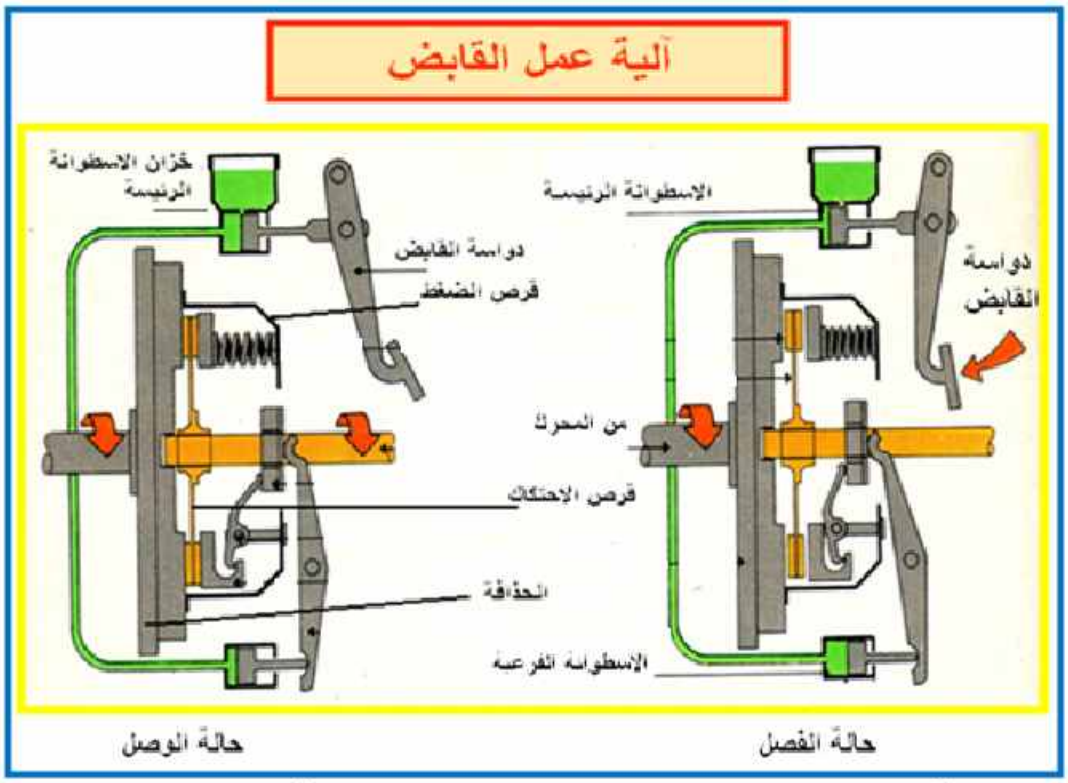
وعندما تكون الدواسة القابض في حالة انضغاط للأسفل فإنها في حالة (فصل الحركة)، كما مبين في الشكل (13- 3).





شكل 13- 3 القابض في حالة فصل

أو كما مبينة الحالتين في الشكل (13- 4).



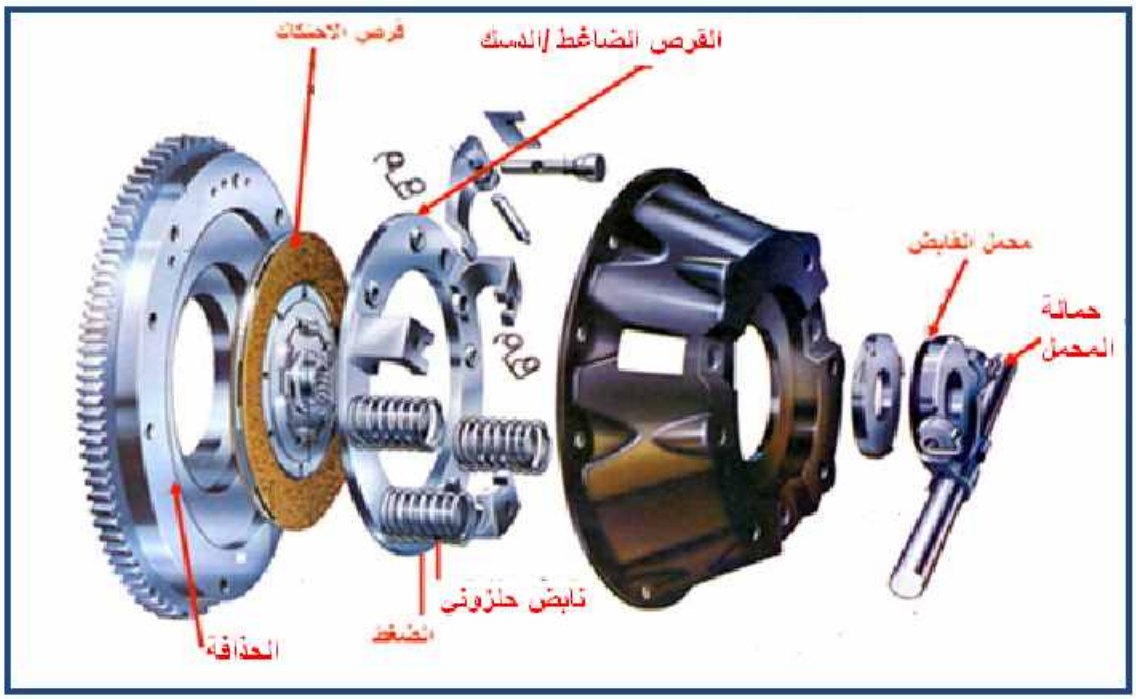
شكل 13-4 آلية عمل القابض في الوصل والفصل باستعمل طريقة أيصل الحركة الهيدروليكية

مكونات القابض الرئيسة:

يتكون القابض الاحتكاكي من:

1- قرص الاحتكاك.
2- مجموعة القرص الضاغط.
3- المحمل.
4- الشوكة.
5- الأسطوانة الرئيسة.
6- الأسطوانة الفرعية.

وللتعرف على مكونات القابض كما مبين في الشكل (13- 5).



شكل 13- 5 مكونات القابض

التمرين الأول: فتح وتركيب القابض (الفاصل) من السيارة

الهدف من التمرين:

بعد إنهاء الطالب للتمرين يكون قادراً على أن:

1- يتعرف على الطريقة الصحيحة لفك القابض وتركيبه.

2- يستخدم الأدوات والعُدد الصحيحة.

3- يشخص أعطال القابض وطرائق إصلاحه.

المواد اللازمة:

1- سيارة عاملة.

2- صندوق عُدة الطالب.

3- رافعة هيدروليكية.

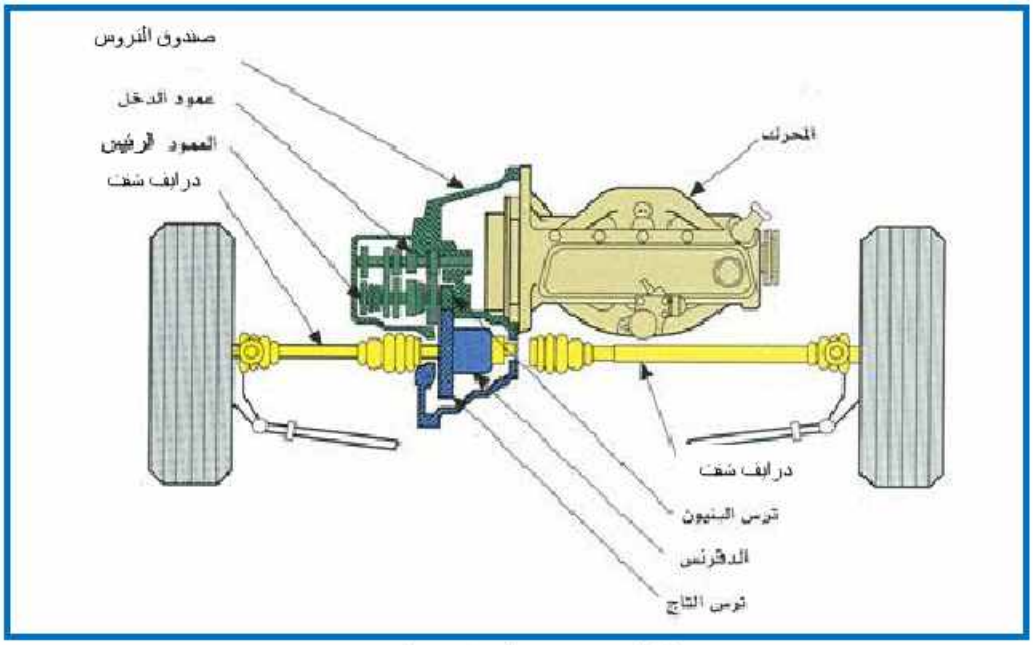
خطوات العمل:

عملية الفتح:

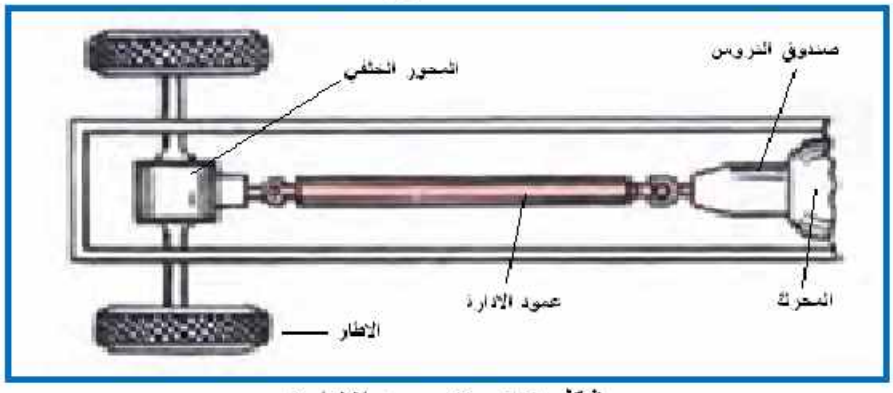
1- تحميل السيارة على الرافعة الهيدروليكية، كما مبين في الشكل (13-6).

شكل 13-6 تحميل السيارة على رافعة هيدروليكية

2- فصل عمود الإدارة (Drive shaft) في حالة السيارة ذات السحب الأمامي. كما في الشكل(13- 7) أو (عمود الإدارة) عن صندوق السرعات في حالة الدفع الخلفي، كما في الشكل (13-8).



شكل 13 - 7 الدرايف شفت



شكل 13 - 8 عمود الإدارة

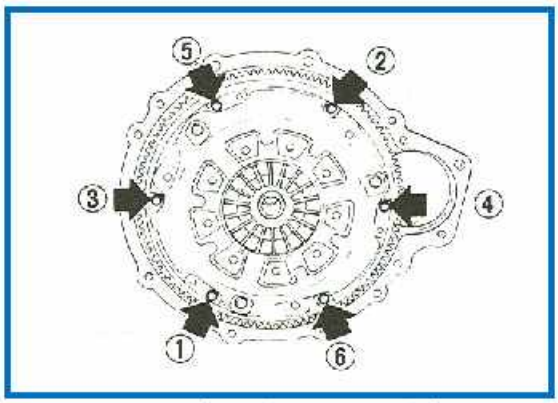
3- فصل الأجزاء العالقة مع صندوق التروس.

4- اقتح براغي تثبيت صندوق التروس مع المحرك (براغي الداير).

5- إخراج المحرك من السيارة.

6- أفتح براغي تثبيت مجموعة القابض مع الحذافة بالتسلسل وبنفس العزم، كما مبين في الشكل (13- 9) بحيث ترخي احد المسامير بشكل خفيف ثم ترخي المسمار الذي يقابله – هكذا حتى يزول تأثير ضغط النوابض.

7- سحب مجموعة القابض من مكانها، كما مبين في الشكل (13- 10).



شكل 13- 9 فتح براغي تثبيت مجموعة القابض مع الحذافة

شكل 13- 10 سحب مجموعة القابض من مكانها

8- قم بالفحوصات اللازمة لمجموعة القابض واستبدال التالف منها. الفحوصات هي:

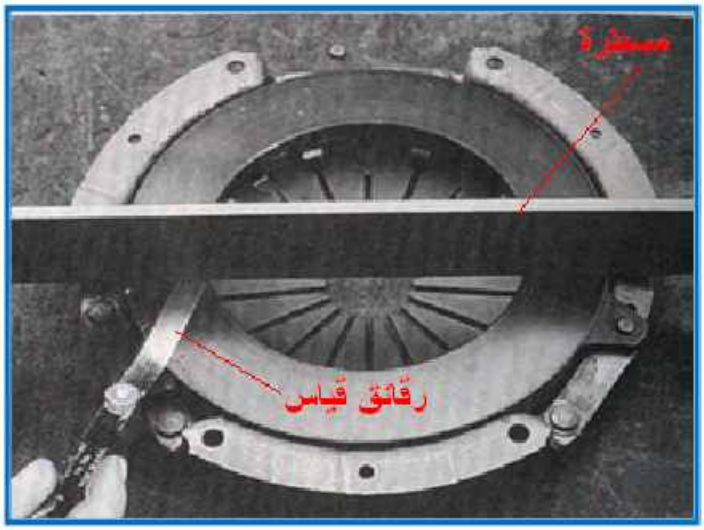
أ- فحص المحمل الأمامي

افحص المحمل الأمامي بتدويره بيدك، كما في الشكل (13-11).

شكل 13-11 فحص المحمل الأمامي

ب- فحص مجموعة قرص الضغط

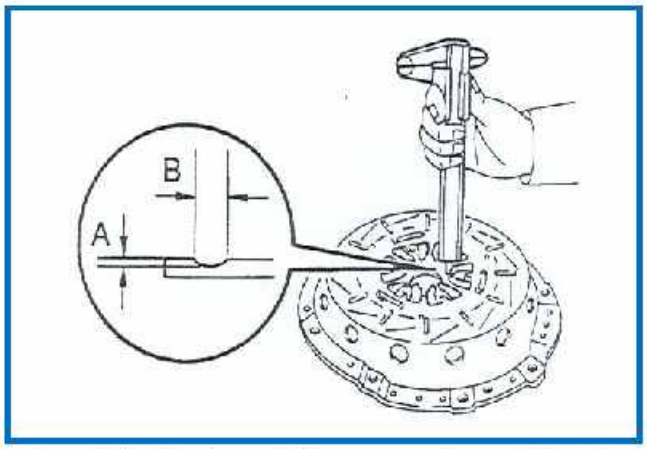
افحص انحناء القرص الضاغط كما في الشكل (13-12) وافحص قرص الضغط من التآكل والتلف، والبقع الزرقاء والتشققات الحرارية على سطحه، حيث توجد هذه البقع الزرقاء على سطح قرص الضغط نتيجة الحرارة العالية التي تحدث في بعض الأماكن وتتسبب في إحالة لون السطح المعدني إلى اللون الأزرق القاتم. وعند فحص سطح قرص الضغط في مجموعة الضغط بالنظر يجب التأكد من عدم وجود حزوز أو تجاويف صغيرة (ثلمات) لسطح قرص الضغط والتي تدل على وجود التآكل، والذي يؤدي إلى انزلاق القابض لذلك يجب استبداله.



شكل 13-12 فحص انحناء القرص الضاغط

ج- فحص تآكل النابض الورقي

باستخدام قدمة، كما في شكل (13-13) قس عمق وعرض النابض الورقي لقياس مقدار التآكل. أضافة لذلك بعض النوابض لقرص الضغط قد يحدث لها تلف أو تقل فاعليتها نظراً لطول فترة الاستخدام أو لعدم تثبيتها بعناية عند التغيير أو عند إجراء بعض عمليات الصيانة الدورية للقابض فيجب تبديله.



شكل 13-13 قياس عمق وعرض النابض الورقي لقياس مقدار التآكل

د- فحص قرص الاحتكاك

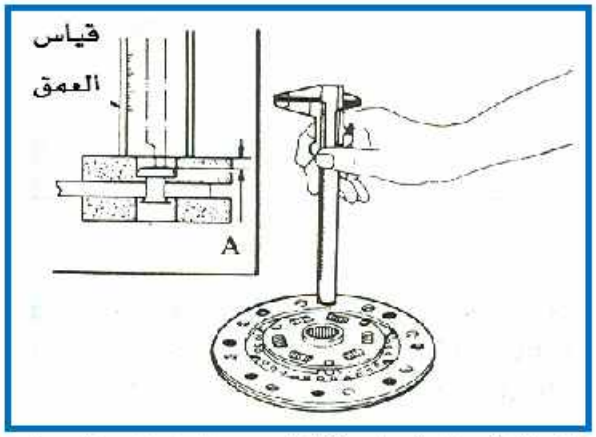
1- استعمل مقياساً للأعماق أو قدمة لقياس عمق الراس المبرشم وقس مقدار سمك البطانة فوق مسامير البرشمة على قرص الاحتكاك مستخدماً لذلك مقياس العمق، كما في شكل (13-14).

ويجب أن تكون سماكة القرص فوق مسامير البرشمة 3 مم على الأقل، واذا كانت البطانة اقل من 3 مم، فانه يجب استبدال قرص القابض.

2- إضافة لذلك افحص بطانة قرص الاحتكاك لترى فيما اذا كانت لامعة، وتكون البطانة لامعة في قرص الاحتكاك نتيجة انزلاق القابض والحرارة.

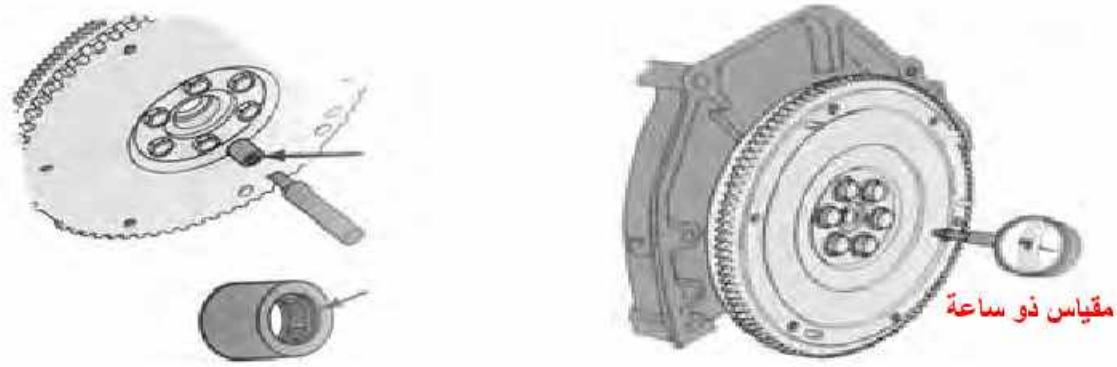
3- يجب استبدال قرص الاحتكاك ذو السطح المصقول اللامع الذي يسبب انزلاق القابض.

4- أبحث عن آثار الزيت على البطانة لقرص الاحتكاك علما بان الزيت يظهر على شكل مناطق قاتمة قديمة على البطانة. قد يتسرب الزيت إلى مجموعة القابض من صندوق السرعات أو المحرك. واذا كان هناك زيت على بطانة قرص الاحتكاك فانه يجب استبدالها لأنه لا يمكن تنظيفها من الزيت كما إن وجود الزيت يؤدي إلى انزلاق قرص الاحتكاك.



شكل 13-14 مقياسا للأعماق أو قدمة لقياس عمق الراس المبرشم لقرص الاحتكاك

هـ- حالة الحذافة: استوائها، وعدم تشققها، ووضع الجلبة الداخلية فيها، كما مبين في الشكل (13-15).



شكل 13- 15 فحص الحذافة

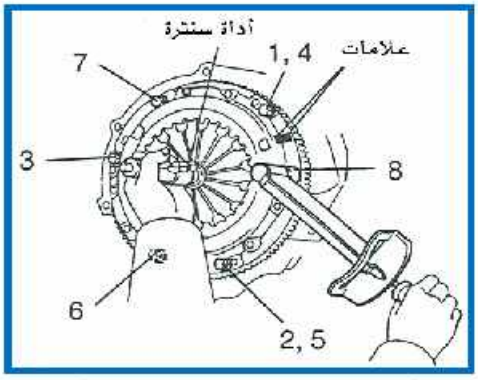
عملية التركيب:

1- ترتيب مجموعة القابض بالشكل الصحيح (وجه صينية الاحتكاك واتجاهها بالنسبة لمجموعة القرص الضاغط) شكل (13- 16).

شكل 13- 16 ترتيب مجموعة القابض (قابض ثنائي الأقراص)

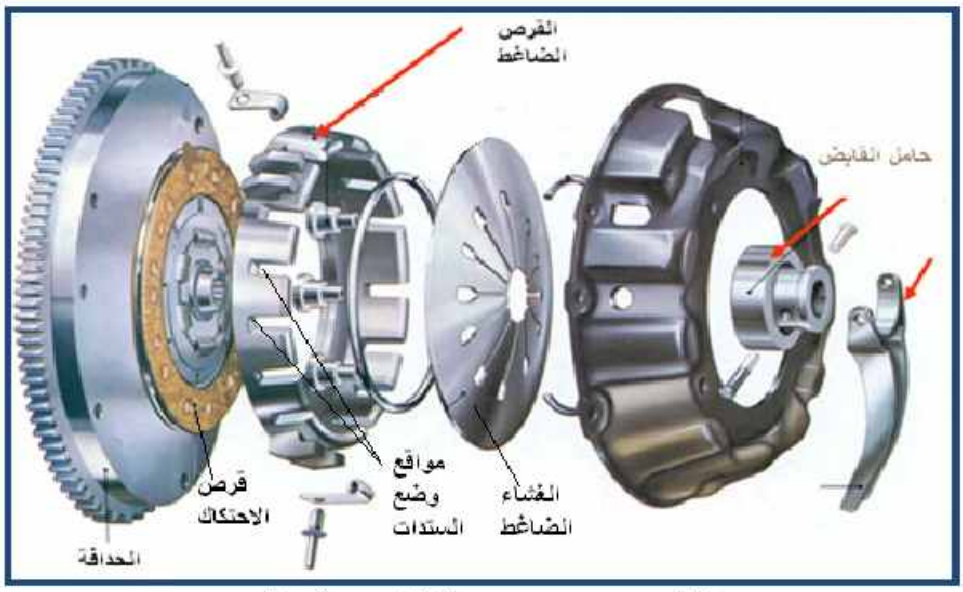
2- تأكد من مركزية مجموعة القابض، لذلك استعمل أداة تحديد المركز (السنترة)، كما مبين في الشكل (13-17).
3- اجمع الحذافة وغطاء القابض طبقاً إلى العلامات التي وضعت عند فتح القابض ومن ثم استخدم مفتاح شد العزم في شد براغي مجموعة القابض وذلك على مراحل، وبشكل متقابل، وبالتساوي لجميع البراغي، كما في الشكل (13- 18)

شكل 13-17 أداة تحديد المركز

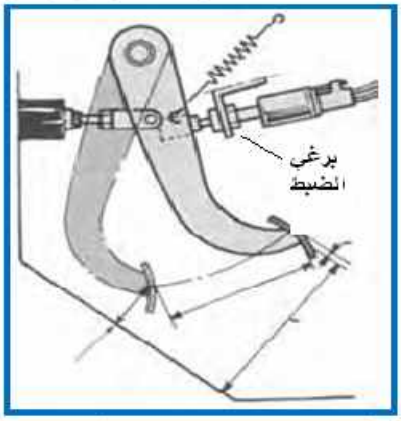


شكل 13-18 استخدم مفتاح شد العزم

4- اجمع محمل الدفع والشوكة على صندوق التروس اذا كانت من النوع المنفصل، كما مبين في الشكل (13- 19).
5- - أرجع صندوق التروس في مكانه ، وشد براغي صندوق التروس مع (براغي الداير) باستعمال مفتاح العزم.
6- اضبط فراغ دواسة القابض (في حالة إن الوصلة ميكانيكية) عن طريق برغي ضبط الارتفاع (برغي المعايرة الذي يجب أن يكون في حدود 1 ملم)، كما مبين في الشكل (13-20).
7- تأكد من (عمل) فصل القابض ووصله بعد تشغيل المحرك.



شكل 13- 19 مجموعة القابض وأجزائه



شكل13- 20 برغي ضبط الارتفاع

أعطال القابض وأسبابها:

هناك ثلاثة أعطال رئيسة للقابض

ولاً : انزلاق القابض:			
مؤشرات انزلاق القابض	الأسباب التي تؤدي إلى مثل هذه المشكلة	معالجة المشكلة	طريقتان لاختبار انزلاق القابض
أ- عدم تناسب سرعة اندفاع المركبة مع عدد دورات المحرك. ب- خروج رائحة احتراق للقرص الاحتكاكي. ج- ارتفاع درجة حرارة المحرك. د- زيادة استهلاك الوقود في المحرك.	1- خطأ في معايرة المسافة الحرة في الدواسة. 2- ارتفاع درجة حرارة المادة الاحتكاكية لدرجة تصل إلى حرق السطح الاحتكاكي لقرص الاحتكاك، مما يقلل معامل الاحتكاك. 3- وجود مواد زيتية على سطح قرص الاحتكاك. 4- اعوجاج في القرص الضاغط	1- معايرة المسافة الحرة بصورة صحيحة. 2- تبديل قرص الاحتكاك. 3- تبديل القرص الضاغط.	أ- تسحب فرامل اليد ويوضع صندوق السرعات على السرعة الثالثة، وبزيادة السرعة وتحرير دواسة القابض تدريجياً، وإذا لم يتوقف المحرك دل ذلك على وجود انزلاق في القابض. ب- توضع المركبة على مرتفع متوسط الانحدار، ثم يثبت صندوق السرعات على الغيار الثاني وبزيادة السرعة وتحرير دواسة القابض، فيتوقف المحرك اذا كان القابض جيداً.

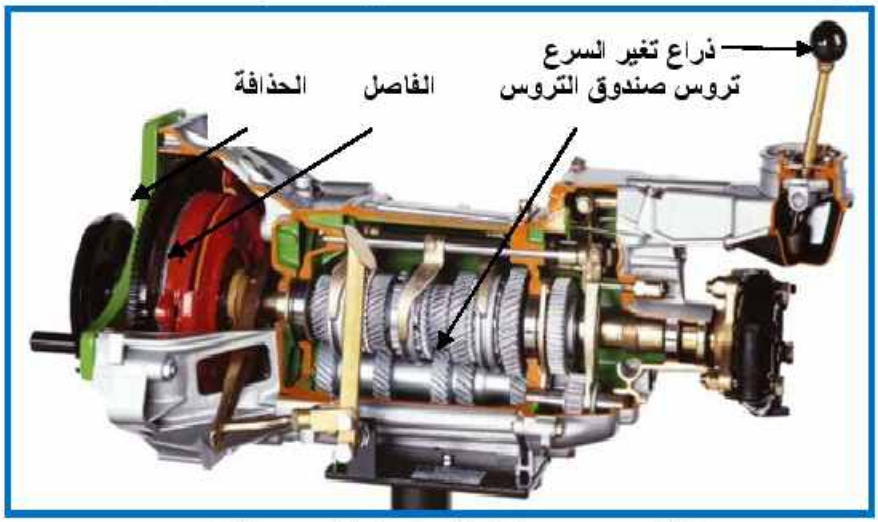
ثانياً: عدم الفصل التام:		
أهم المؤشرات	الأسباب التي تؤدي إلى ذلك	لمعالجة المشكلة
أ- سماع صوت وصعوبة تغيير السرعات خصوصاً السرعة الأولى والخلفية.	1- زيادة المسافة الحرة في الدواسة في الوصلة الميكانيكية. 2- التصاق مجاري صرة القابض في العمود الداخل للحركة في صندوق التروس. 3- اعوجاج قرص الاحتكاك. 4- اعوجاج القرص الضاغط. 5- وجود فقاعات هواء في خطوط زيت القابض في الوصلة الهيدروليكية.	1- تعديل المسافة الحرة. 2- فتح التصاق المجاري. 3- تبديل قرص الاحتكاك. 4- تبديل القرص الضاغط. 5- إزالة فقاعات الهواء من خطوط الزيت.

ثالثا": ارتجاج القابض:		
أهم المؤشرات	الأسباب التي تؤدي إلى ذلك	لمعالجة المشكلة
أكثر ما يظهر ذلك أثناء بدء الحركة والقابض نصف معشق أثناء صعود المنحدرات.	1- جفاف قرص الاحتكاك. 2- كسر أو ارتخاء براغي تثبيت قرص الاحتكاك. 3- كسر أو اهتراء نوابض القرص الاحتكاكي. 4- تشقق في القرص الضاغط. 5- عدم شد براغي غلاف القابض على الحذافة بالتساوي. 6- اعوجاج في القرص الاحتكاكي أو القرص الضاغط. 7- عدم استواء سطح الحذافة.	1- تبديل قرص الاحتكاك. 2- تبديل قرص الاحتكاك. 3- تبديل قرص الاحتكاك. 4- تبديل القرص الضاغط. 5- شد براغي غلاف القابض على الحذافة بالتساوي. 6- تبديل القرص الاحتكاكي أو القرص الضاغط. 7- تبديل الحذافة.

أنواع صندوق التروس العادي وأعطاله وصيانتها

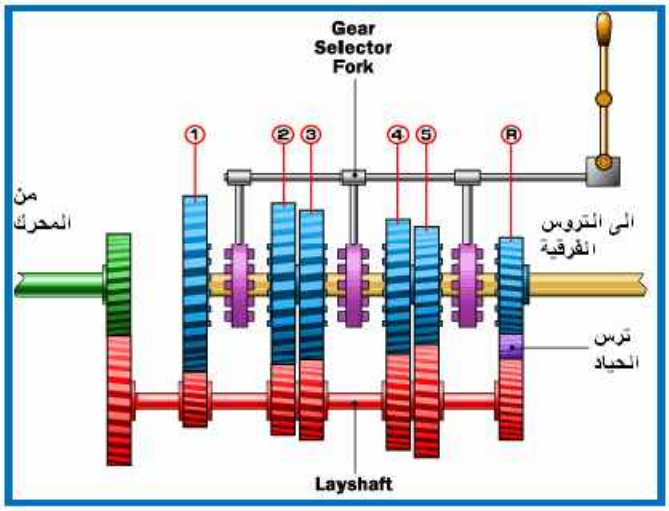
صندوق التروس اليدوي Manual Gear Box

هو صندوق يحتوي على مجموعة من التروس، كما مبين في الشكل (13-21).



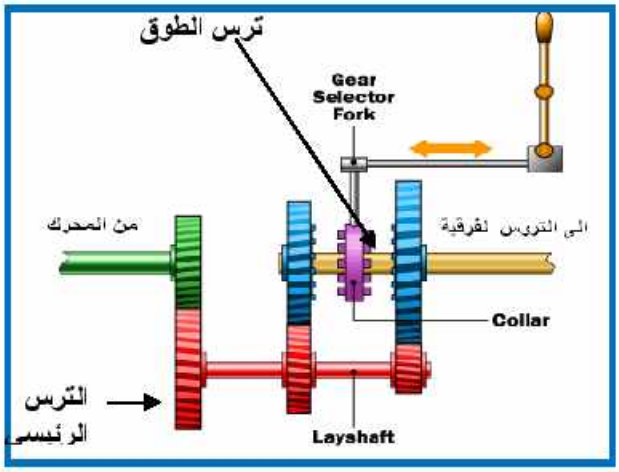
شكل 13-21 مقطع لصندوق التروس العادي

السيارة تحتوي على أربع سرع أو ست سرع والمقصود بعدد السرع هنا هو عدد تروس السرعات التي يحتويها صندوق التروس فهنالك تروس متخصصة بالسرعات العالية وهنالك تروس تمنح السيارة عزم أعلى ولكل منهم استخدام مختلف، كما موضح بالشكل (13- 22) والشكل (13-23) والشكل (13-24) يوضح مقطع من صندوق التروس لاحظ التروس 1و 2 و 3 و 4 و 5 الأكبر فالأصغر.



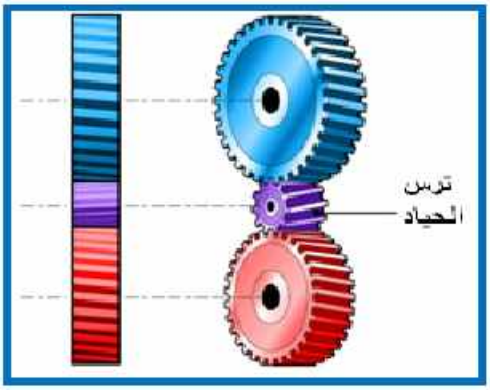
شكل 13-22 مقطع من صندوق التروس

الشكل (13-23) يوضح لنا كيفية نقل الحركة من المحرك إلى الترس الرئيس وكيف يمر على عدة تروس ونبدأ من أول المحرك والخط القادم من المحرك وهو اللون الأخضر ويدور الترس الأخضر ويدير معه باقي التروس.



شكل 13-23 كيفية نقل الحركة من المحرك إلى الترس الرئيس

هناك ترس الطوق الذي يرتبط بالعصى مباشرة والذي ينقل الحركة يكون ترس رقم واحد كبير الحجم ويأخذ قوة المحرك الكبيرة ويعطي دفع قوي ولكن لا يؤدي سرعة كبيرة وهو ما نلاحظه عند السير على الرمال أو الصعود على مرتفع تجد إن السرعات رقم 1 و 2 هي التي تنفع رغم إنها لا تعطي سرعة بل عزم وقوه في الدفع وأيضاً تلاحظ إن r.p.m سرعاته عالية نظراً لجهد المحرك وهذا ما تحتاجه السيارة وبعد ذلك تنقل الحركة إلى رقم 2 لتنقل الترس إلى ترس اصغر يأخذ نصف ما اخذ الثاني وهكذا إلى الخامس ويكون متوازن مع السرعات المطلوبة من الماكينة، وعندما يتم التعشيق إلى الخلف يؤدي إلى تبادل دوران التروس حيث تقوم بعكس اللفات في التروس بطريقة توصيل الترس بترس آخر صغير موصل لترس ثالث وبهذه الطريقة تكون قد نقلت حركة عكسية لتعطي الشفت والتروس الفرقية حركة عكسية أيضاً كما في الشكل (13-24).



شكل 13-24 ترس الحياد

التمرين الثاني: إخراج صندوق التروس من السيارة

الهدف من التمرين:

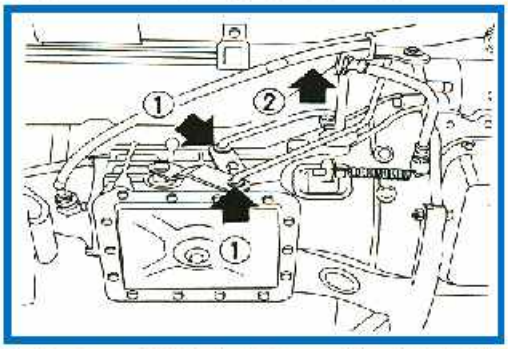
تعريف الطالب بكيفية فتح صندوق التروس من السيارة.

المواد المطلوبة:

1- صندوق عُدد كامل.
2- محامل ورافعة.
3- سيارة لغرض التدريب على فتح صندوق تروس.
4- أوعية فارغة.

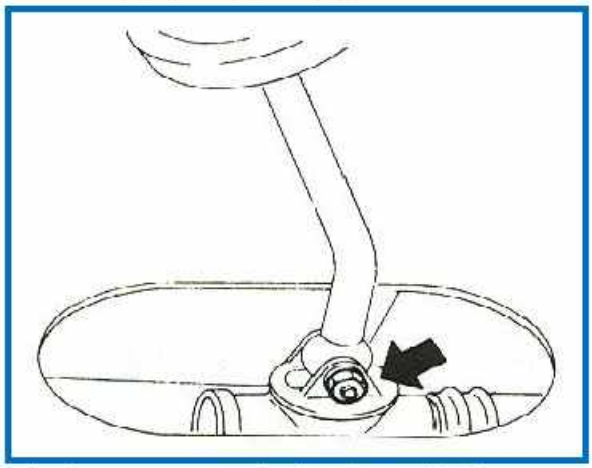
خطوات العمل:

1. ضع السيارة على الرافعة، وأطفئ المحرك.
2. افصل أسلاك البطارية.
3. إفراغ الزيت من صندوق التروس.
4. افتح التوصيلات المتعلقة بصندوق التروس، كما مبين في الشكل (13-25).
5. يجب رفع المركبة على رافعة وتأمينها، كما في الشكل (13-26).
6. افتح الصفائح المعدنية والأغطية السفلية (درع السيارة السفلي) لصندوق التروس إن وجدت.
7. افتح عمود الإدارة الواصل بين صندوق التروس والمحور الخلفي.
8. افتح عصا الصندوق من كابينة المركبة، كما مبين في شكل (13-27).
9. افتح الوصلة المنزلقة.
10. ثبت رافعة صندوق التروس.
11. أفتح براغي كرسي تثبيت صندوق التروس مع السيارة، كما مبين في الشكل (13- 28).

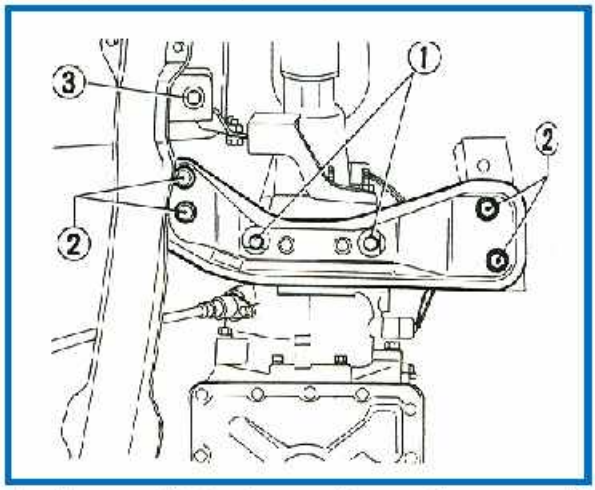


شكل 13-25 فتح التوصيلات المتعلقة بصندوق التروس

شكل 13-26 رفع المركبة على رافعة

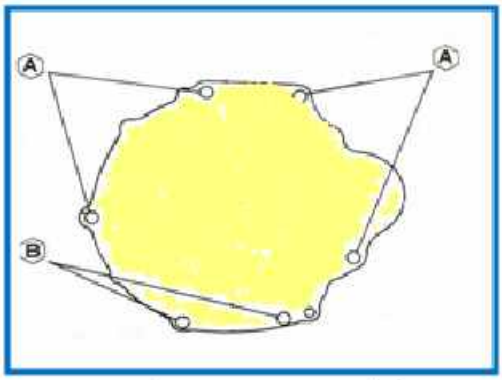


شكل 13-27 فصل عصا تبديل السرع من صندوق التروس



شكل 13-28 كرسي تثبيت صندوق التروس بالسيارة

12- أفتح براغي تثبيت صندوق التروس مع المحرك (براغي الداير)، كما مبين في الشكل (13-29).
13- أنزل الصندوق من المركبة.



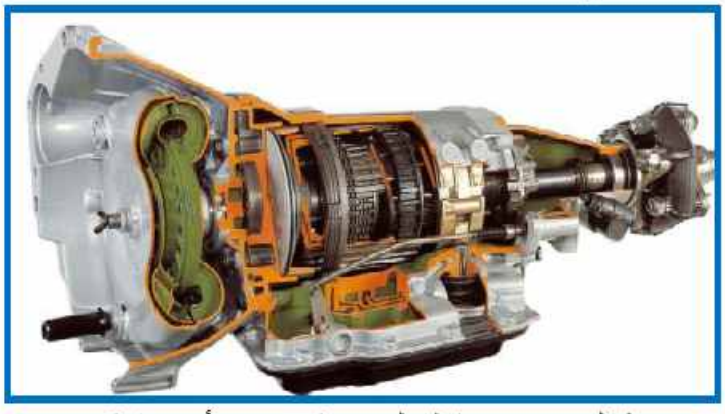
شكل 13-29 براغي الداير

أنواع صندوق التروس الآلي (أعطاله وصيانته)

صندوق التروس الآلي Automatic Transmission

يستخدم ناقل الحركة الأوتوماتيكي المبين في الشكل (13-30) لنقل الحركة من المحرك إلى العجلات بسرعات وعزوم مختلفة كما هو في ناقل الحركة العادي ولكنه يمتاز عنه بالآتي:

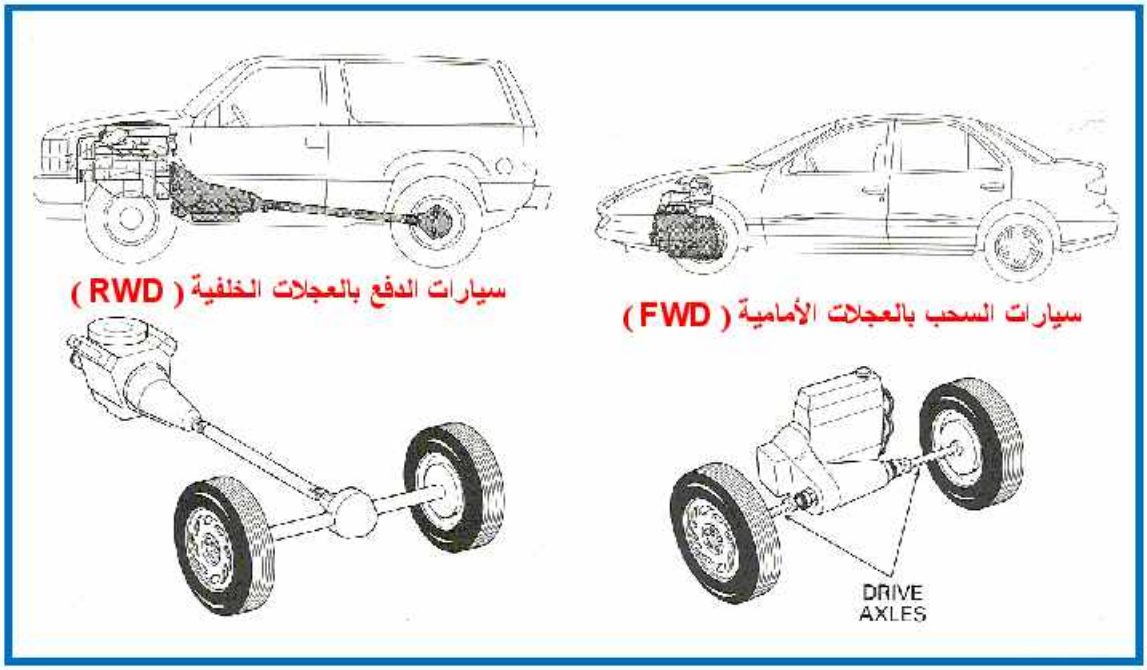
1. التخلص من دواسة القابض.
2. إمكانية وقوف المركبة والمحرك يعمل بدون الحاجة لوضع صندوق التروس في وضع الحياد.
3. إعطاء نسبة التخفيض المناسبة لظروف التشغيل المختلفة أوتوماتيكياً.
4. الاستفادة من وضع التوقف (P) في صندوق السرعات لمنع حركة المركبة في حالة السكون.
5. إبقاء كلتا اليدين على المقود في جميع الأوقات بعكس ناقل الحركة العادي الذي يحتاج باستمرار إلى تغيير السرعات بواسطة عصا التغيير.
6. يعتبر ناقل الحركة الأوتوماتيكي الأمثل استخداماً للمعوقين والمبتدئين.



شكل 13-30 مقطع لصندوق تروس أوتوماتيكي

الأنواع :

تستخدم صناديق التروس الأوتوماتيكية في المركبات ذات الدفع الخلفي والسحب الأمامي وتؤدي نفس الوظيفة وهنالك فرق بين صناديق التروس الأوتوماتيكية المستخدمة في الدفع الخلفي وتلك المستخدمة في السحب الأمامي من ناحية التصميم والتركيب، كما مبين في الشكل (13-31).



شكل 13-31 ناقل الحركة الأوتوماتيكي في محور أمامي وخلفي

التمرين الثالث: تفكيك وتركيب صندوق التروس الآلي (الأوتوماتيكي)

الهدف من التمرين:

تعريف الطالب بخطوات تفكيك صندوق التروس من السيارة.

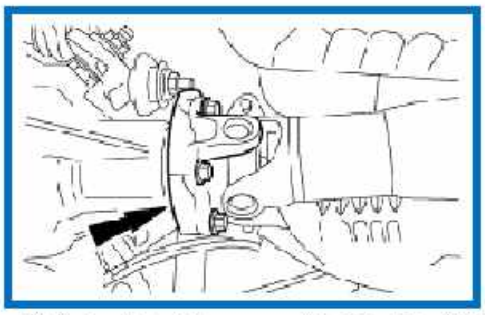
المواد المطلوبة:

1- صندوق عُدد كامل.
2- محامل ورافعة.
3- رافعة خاصة لصناديق السرعات.
4- مفاتيح ربط وفتح مختلفة الأشكال.

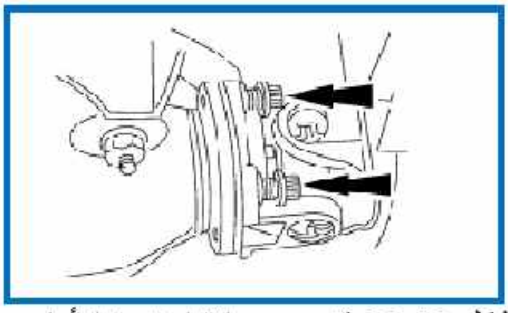
خطوات العمل:

1. ترفع السيارة على رافعة.
2. تفتح الصفائح المعدنية (الأغطية السفلية للمحول) إن وجدت.
3. يفتح عمود الإدارة من الخلف، كما في الشكل (13-32).
4. اسحب عمود الإدارة من صندوق التروس، كما مبين في الشكل (13-33).
5. افتح براغي تثبيت محول العزم مع الحذافة، كما مبين في الشكل (13-34).
6. افتح التوصيلات المتعلقة بالصندوق، كما مبين في الشكل (13-35) وافصل سلك عداد السرعة من صندوق التروس.
7. افتح بادئ الحركة، كما مبين في الشكل (13-36).
8. افتح مواسير مبرد الزيت، كما مبين في الشكل (13-37).
9. جهز رافعة الصندوق واسند الصندوق عليها.
10. أرخ براغي تثبيت الصندوق، كما مبين في الشكل (13-38).
11. افتح كراسي الصندوق، كما مبين في الشكل (13-39).
12. افتح التوصيلة الكهربائية للصندوق، كما مبين في الشكل (13-40).
13. افتح براغي تثبيت الصندوق مع المحرك (الداير)، كما مبين في الشكل (13-41).

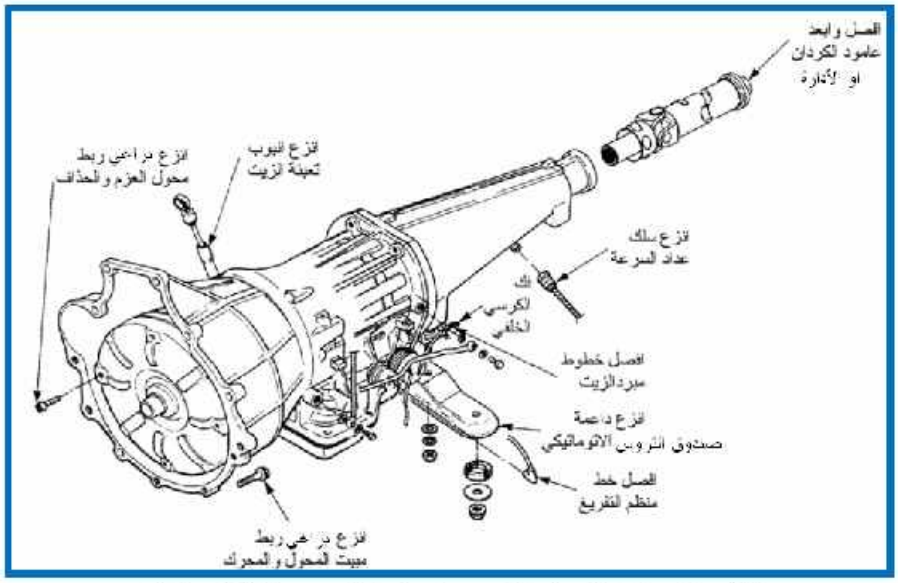
14. اسحب مبيت عصا مستوى الزيت، كما مبين في الشكل (13-42).
15. انزل صندوق التروس وضعه على طاولة العمل.
16. تفكيك وسحب محول العزم من صندوق التروس.
17. افحص محول العزم ومكوناته المبينة في الشكل (13-43) واستبدله اذا كان تالفاً.



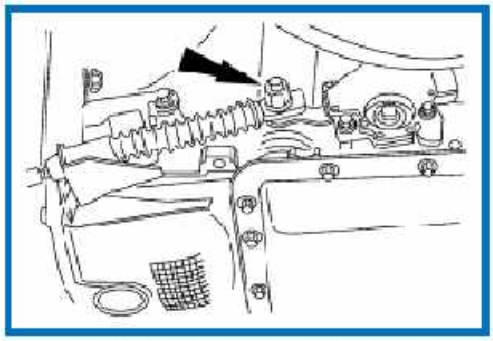
شكل 13-32 فتح عمود الإدارة من الخلف



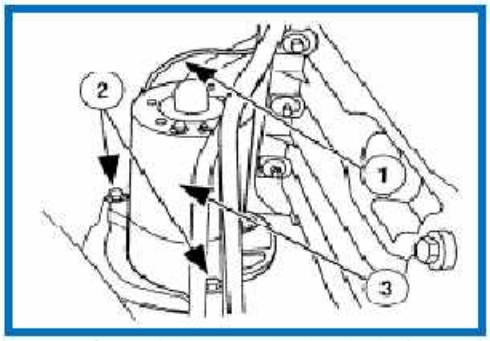
شكل 13-33 فتح عمود الإدارة من الأمام



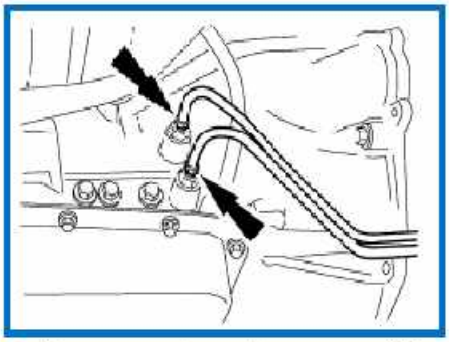
شكل 13-34 فتح أجزاء صندوق التروس الأوتوماتيكي



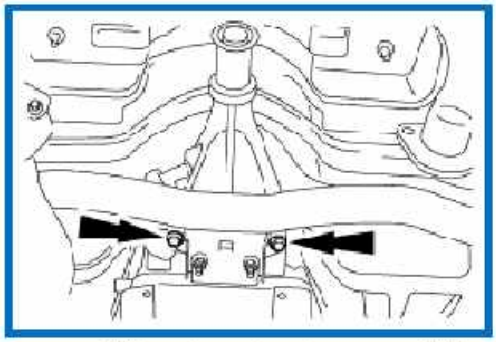
شكل 13-35 فتح التوصيلات المتعلقة بالصندوق



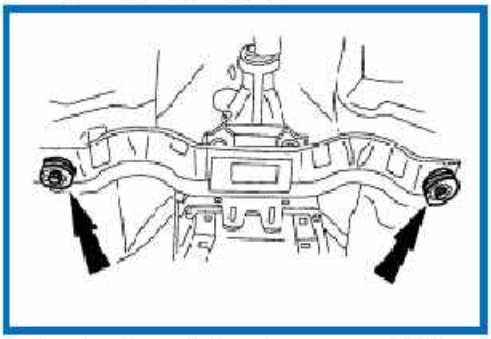
شكل 13-36 فتح بادئ الحركة



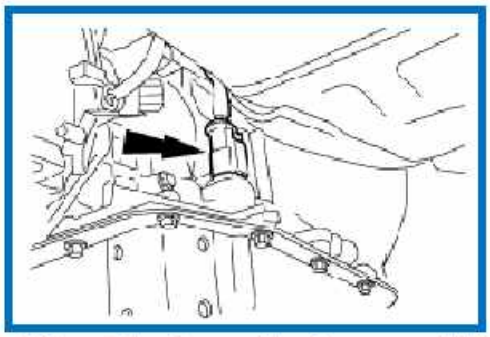
شكل 13-37 فتح مواسير مبرد الزيت



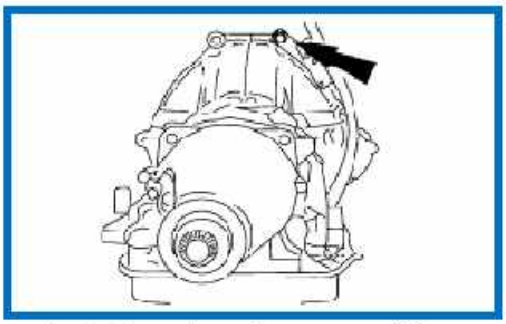
شكل 13-38 إرخاء براغي التثبيت



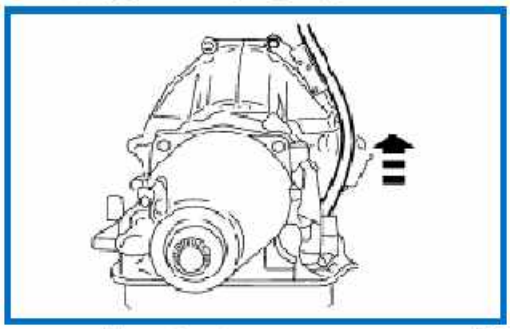
شكل 13-39 فتح كراسي الصندوق



شكل 13-40 فتح التوصيلات الكهربائية



شكل 13-41 فتح براغي (الداير)

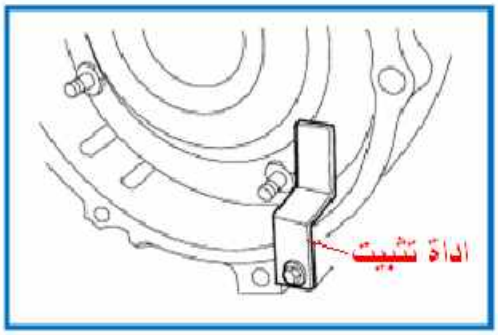


شكل 13-42 مبيت عصا مستوى الزيت

شكل 13-43 محول العزم

التركيب

1. ركب محول العزم على صندوق التروس مع تركيب أداة تثبيته، كما مبين في الشكل (13-44).
2. ركب صندوق التروس مع محول العزم على رافعة الصندوق.
3. رفع الصندوق إلى موضعه في السيارة، وركب كراسي الصندوق، وشد براغي تثبيت الصندوق.
4. اخفض وابعد رافعة الصندوق.
5. ركب التوصيلات المتعلقة بالصندوق، وركب الأغطية والصفائح إن وجدت.
6. انزل السيارة من الرافعة.



شكل 13-44 تركيب أداة تثبيت محول العزم

تشخيص أعطال صندوق التروس الآلي أو الأوتوماتيكي

التسلسل	العطل	السبب	العلاج
1	لا يعمل صندوق السرعات عند جميع السرعات	أ- مستوى الزيت منخفض ب- فلتر الزيت متسخ ج- الصمام اليدوي غير متصل. د- كسر في عمود نقل الحركة. ه- صمام منظم الضغط مفتوح. و- مضخة الزيت لا تعمل.	أ- اضف كمية زيت كافية ب- استبدال فلتر الزيت ج- أوصل الصمام اليدوي د- استبدل العمود ه- نظف الصمام أو استبدله و- استبدل المضخة
2	يجب تحريك عتلة السرعات حتى تأتي السرعات	ا- معايرة وصلات عصا الصندوق ب- مسمار تثبيت عمود إرجاع الصندوق مكسور. ج- وصلة الصمام اليدوي منزوعة د- صامولة عصا الصندوق منزوعة	أ- عاير عتلة السرعات ب- استبدل المسمار ج- أوصل الصمام اليدوي د- اربط صامولة عصا الصندوق
3	يعمل صندوق التروس فجأة بعد زيادة عدد دورات المحرك	ا- مكبس السيرفو غير صالح ب- مستوى الزيت منخفض ج- كرة الصمام غير موجودة في	ا- غير المكبس أو اضبطه ب- اضف كمية زيت كافية ج- ثبت الكرة في مكانها الصحيح
4	خشونة عند بداية الحركة	ا- مستوى الزيت منخفض ب- صمام منظم الضغط عالق	ا- اضف كمية زيت كافية، وغير الفلتر اذا كان ضروريا ب- نظف الصمام واعد تشغيله أو استبدله
5	لا يتقبل تغيير السرعة إلى الوضع D أو L2	ا- طوق الفرملة غير صالح	ا- غير الحزام (طوق الفرملة)
6	لا يتقبل سرع في وضع R ويعمل عند بقية السرعات	ا- قوابض مجموعة الغيار العكسي تالفة	استبدل القوابض
7	انزلاق عند النقل من 1-2	ا- ضغط الزيت منخفض ب- واشر مجموعة القوابض الغيار الثاني تالفة ج- واشر المضخة تالفة	ا- افحص مستوى الزيت وافحص فلتر الزيت ب- استبدل المجموعات التالفة

عمود الإدارة

المقدمة:

يقوم عمود الإدارة بنقل عزم الدوران من صندوق التروس إلى مجموعة التروس الفرقية، كما موضح في المقطع للشكل (13-45)، ويتركب عمود الإدارة في الغالب من جزئين بينهما وصلة منزلقة تسمح بالتغيرات الطولية، ويكون على طرفي جسم العمود وصلتين مفصليتين للسماح بالتغيرات الزاوية. وتوضع مانعة تسرب لمنع الأوساخ من الدخول إلى الوصلة المنزلقة، كما توضع صفائح موازنة على جانب العمود، وتوجد علامات متقابلة على جانبي الوصلة المنزلقة لضبط النصفين عند التركيب. واذا كانت المسافة بين عمود السرعات والمحرر الخلفي طويلة، يجزأ عمود الإدارة وتربط الأجزاء إلى محامل وسيطة تثبت في جسم المركبة وهيكلها.

شكل 13-45 عمود الادارة

التمرين الرابع: فتح وفحص عمود الإدارة وتوضيح عمله

الهدف من التمرين:

بعد تنفيذ هذا التمرين يكون الطالب قادراً على فك عمود الإدارة عن المركبة وإعادة تركيبه.

يجب التقيد بإجراءات السلامة التالية عند إجراء الصيانة لعمود الإدارة:

1. تأكد من تأمين المركبة على المحامل الثابتة.
2. تأكد أن المشكلة في عمود الإدارة.
3. راجع تعليمات الصيانة، وتقيد بتعليمات المنتج فيما يتعلق بنقاط الأسناد وطريقة الفحص والفتح.
4. امسح الزيوت المنسكبة فورا ولا تنسى تعويض الزيت المفقود من صندوق السرعات وصندوق التروس الفرقي.
5. لا تربط محور الإدارة على الملزمة، ولا تعرضه للانحناء أو التشوه بالشد المفرط وخصوصا الأعمدة المصنوعة من الألمنيوم.
6. انتبه إلى المحامل الإبرية عند الفتح والتركيب.
7. انتبه إلى صفائح الموازنة.

المواد اللازمة:

1. صندوق عُدة الطالب.
2. محامل ثابتة.
3. سيارة دفع خلفي، رافعة هيدروليكية.

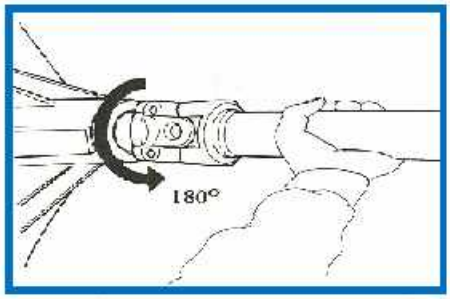
خطوات العمل:

أولاً : عملية الفتح

1. أوقف المركبة على ارض مستوية مع إتاحة مساحة كافية للعمل على الجانبين.
2. امن المركبة بوضع اسفين إيقاف أمام العجلات الأمامية وخلفها.
3. رفع المركبة من الخلف على مرتكزات ثابتة، كما مبين في الشكل (13-46).

4. افحص دوران العمود قبل التفكيك بوضع صندوق السرعات في الوضع المحايد وإدارة العجلات باليد، كما مبين في الشكل (13-47).
5. ضع علامات لإعادة التركيب قبل الفتح، كما مبين في الشكل (13-48).
6. افتح براغي ربط العمود كما مبين في الشكل (13-49)، وانزل طرفه المفكوك، ثم اسحب العمود من الوصلة المنزلقة إلى الخارج، كما مبين في الشكلين (13-50) و (13-51).
7. اسحب العمود خارج المركبة، وضع سدادة كما في الشكل (13-52).
8. افحص جسم عمود الإدارة بالنظر من أي تلف، كما مبين في الشكل (13-53).
9. افحص أقطار العمود وجسمه بواسطة ساعة فحص على طول عمود الإدارة، كما في الشكل (13-54).

شكل 13-46 تأمين المركبة على رافعة



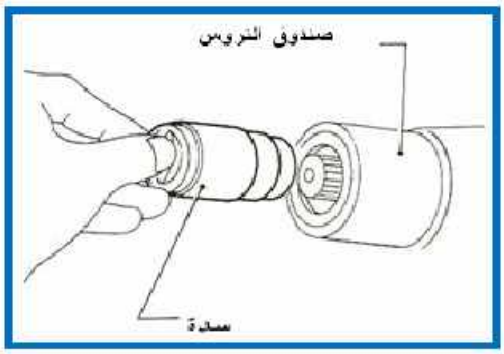
شكل 13-47 فحص دوران العمود

شكل 13-48 علامات لإعادة التركيب وفتح براغي ربط العمود

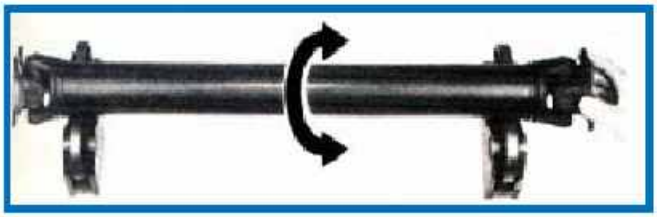
شكل 13-49 الوصلة المنزلقة

شكل 13-50 سحب العمود من الوصلة المنزلقة

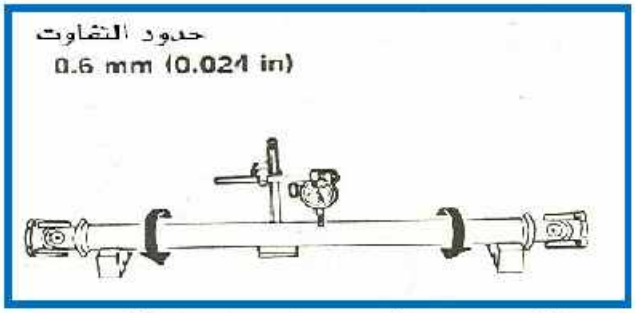
شكل 13-51 المحمل



شكل 13-52 وضع سدادة



شكل 13-53 فحص عمود الإدارة



شكل 13-54 الفحص باستخدام ساعة فحص

عملية التركيب تكون بعكس خطوات الفتح.

التمرين الخامس: فتح وتركيب المحور الخلفي من المركبة

المقدمة

في مركبات الدفع الخلفي، تنتقل الحركة إلى العجلات الخلفية بواسطة محاور نقل أطرافها مخددة، لتتعشق مع التروس الفرقية من الجهة الداخلية، وتركب على طرفها الخارجي قاعدة لتركيب العجلة. و هناك نوع يركب داخل غلاف (أنبوب)، ونوع آخر مكشوف مزود بوصلات مفصلية.

تتعرض أعمدة المحاور لأعطال كثيرة منها الكسر أو الانحناء أو التآكل، كما تتلف محامل الأعمدة ومانعات تسرب الزيت، والوصلات المفصلية للأعمدة المكشوفة، مما يتطلب صيانتها واستبدال الأجزاء التالفة.

الهدف من التمرين:

تعريف الطالب بخطوات فتح المحور الخلفي من السيارة.

المواد اللازمة:

1. صندوق عدة الطالب.
2. رافعة هيدروليكية.
3. مطرقة انزلاقية.
4. مكبس هيدروليكي.

يجب التقيد بإجراءات السلامة التالية عند إجراء الصيانة:

1. تأكد من تامين المركبة على المحامل الثابتة.
2. راجع تعليمات الصيانة، وتقيد بتعليمات المنتج فيما يتعلق بنقاط الإسناد وطريقة الفحص والفك.
3. امسح الزيوت المنسكبة فوراً، ولا تنسى تعويض الزيت المفقود من صندوق التروس الفرقية.
4. لا تربط محور الإدارة على الملزمة ولا تعرضه للانحناء أو التشوه بالشد المفرط.
5. انتبه إلى المحامل وموانع التسرب عند الفتح والتركيب اذا كان الهدف إعادة تركيبها.

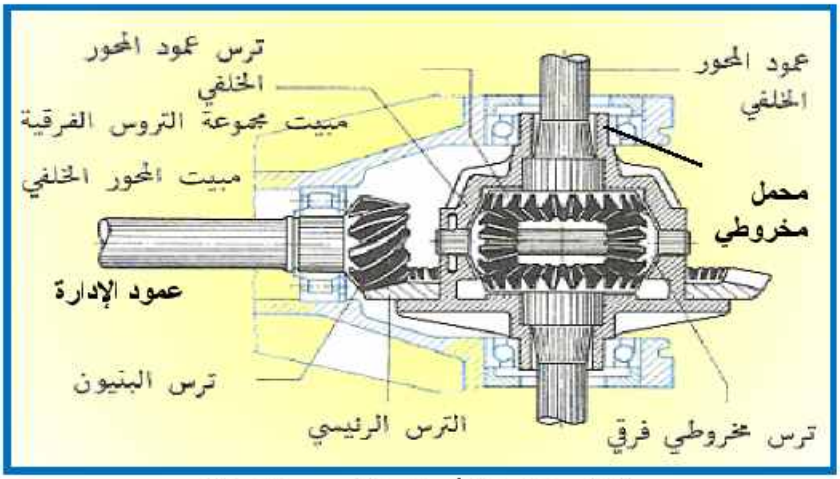
خطوات العمل:

1- ارفع المركبة على حوامل عن طريق إسناد الرافعة على الشاصي وليس عن طريق المحور الخلفي
2- افتح عمود الإدارة المفصلي من مجموعة الإدارات النهائية.
3- ثبت عمود الإدارة المفصلي بهيكل السيارة عن طريق سلك وليس ضروري سحبه من صندوق سرعات.
4- افتح أنبوبة ضغط زيت الفرامل من المحور الخلفي.
5- افتح وصلات الفرملة الميكانيكية من المحور الخلفي .
6- ضع الرافعة تحت المحور الخلفي .
7- افتح تعليق المحور الخلفي
8- افتح ممتص الصدمات من المحور الخلفي .
9- افتح عمود التوازن من المحور الخلفي .
10- ابدأ بتنزيل المحور الخلفي تدريجياً من الأعلى حتى يتم فصله من الشاسيه.
11- ضع المحور الخلفي على حامل خاص.
12- ضع المحور الخلفي على الرافعة الخاصة وثبته بإحكام وباتزان.

التمرين السادس: تفكيك وتركيب التروس الفرقية

المقدمة

تكون التروس الفرقية داخل القفص الحامل، وفي الغالب يحمل القفص على زوج من المحامل المخروطية، كما مبين في الشكل (13-55) ويمكن ضبط الخلوص بين البنيون والتاج على الجانبين باستخدام برغي ضبط، أو باستخدام الرقائق لتحقيق التلامس الصحيح بينهما عند دائرة الخطوة.



شكل 13-55 أجزاء التروس الفرقية

الهدف من التمرين:

تعريف الطالب بخطوات فتح المحور الخلفي من السيارة.

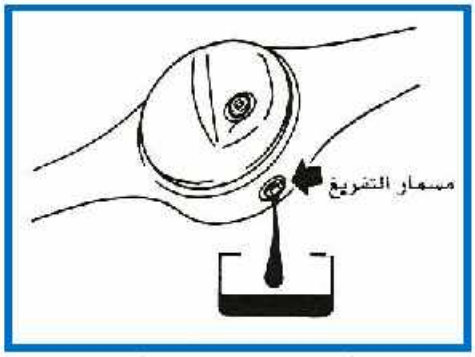
المواد اللازمة:

1. صندوق عُدة الطالب.
2. رافعة هيدروليكية.
3. مطرقة انزلاقية.
4. مكبس هيدروليكي.
5. ملزمة.

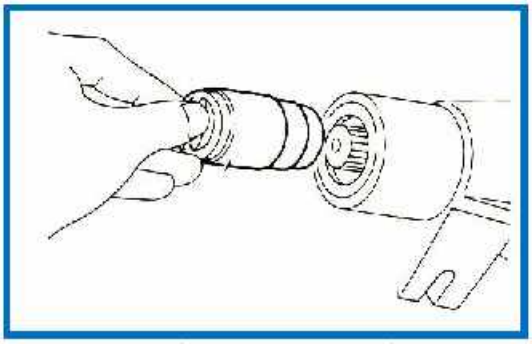
خطوات العمل:

عملية التفكيك

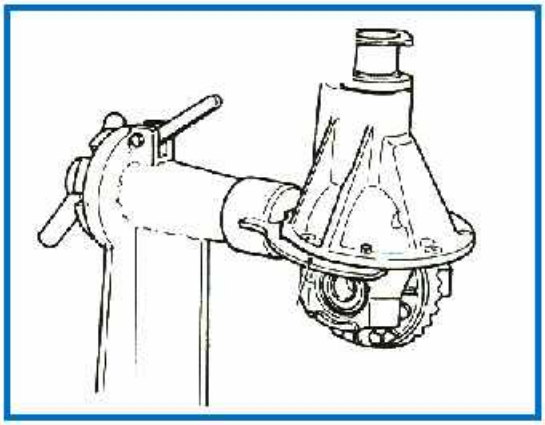
1. فرغ زيت التروس الفرقية، كما مبين في الشكل (13-56).
2. ركب سدادة خاصة على صندوق التروس الفرقية لمنع دخول الغبار والشوائب، كما مبين في الشكل (13-57).
3. ركب صندوق التروس الفرقية على حامل خاص، كما مبين في الشكل (13-58).
4. افحص خلوص ترس التاج قبل فكه، كما مبين في الشكل (13-59).
5. افحص ثبات دوران ترس التاج، كما مبين في الشكل (13-60).
6. افحص خلوص ترس المحاور، كما مبين في الشكل (13-61).
7. نظف التروس وضع معجوناً خاصاً لفحص نقاط تلامس تروس التاج والبنيون، كما مبين في الشكل (13-62).
8. دور التروس في الاتجاهين، كما مبين في الشكل (13-63).
9. لاحظ تمدد المعجون على الأسنان يجب أن يكون متساوياً، كما مبين في الشكل (13-64) والشكل (13-65).
10. ضع علامات على كراسي تثبيت مجموعة التاج قبل التفكيك، كما مبين في الشكل (13-66).
11. فتح براغي تثبيت مجموعة التاج، كما مبين في الشكل (13-67).



شكل 13-56 تفريغ الزيت

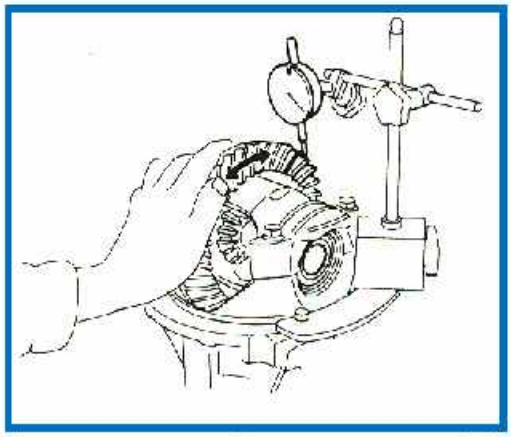


شكل 13-57 وضع السدادة

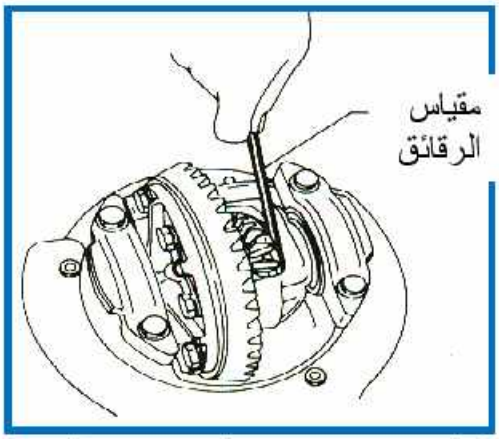


شكل 13-58 تركيب التروس الفرقية على حامل

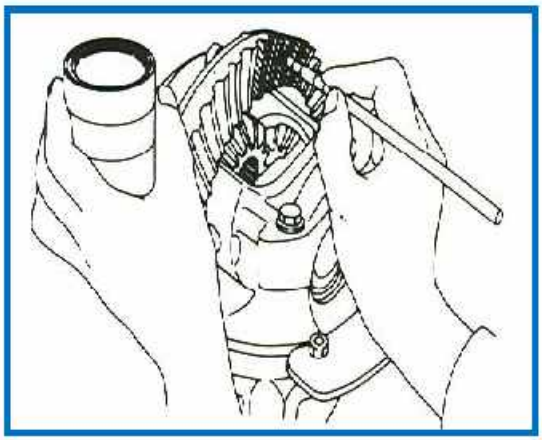
شكل 13-59 أفحص استقامة ترس التاج



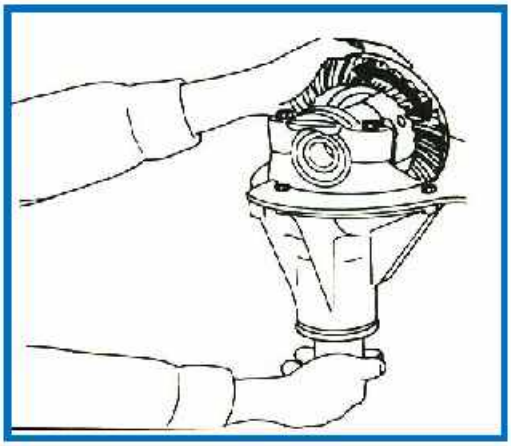
شكل 13-60 افحص ثبات دوران ترس التاج



شكل 13-61 فحص خلوص ترس المحاور



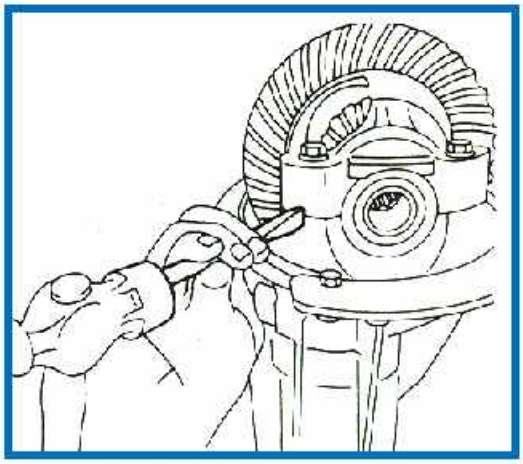
شكل 13-62وضع معجوناً خاصاً



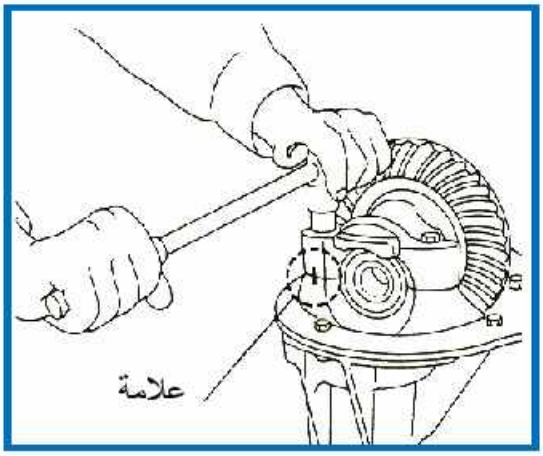
شكل 13-63 تدوير التروس في الاتجاهين

شكل 13-64 تمدد المعجون على الترس الأول

شكل 13-65 تمدد المعجون على الترس الثاني



شكل 13-66 وضع علامات على كراسي التثبيت



شكل 13-67 فتح براغي تثبيت مجموعة التاج

أسئلة الفصل الثالث عشر

س1) علل ما يأتي:

1- عند فحص سطح قرص الضغط في مجموعة الضغط بالنظر يجب التأكد من عدم وجود حزوز أو تجاويف صغيرة (تلمات) لسطح قرص الضغط.

2- عند استخدام مفتاح شد العزم في شد البراغي عند تجميع الحذافة وغطاء القابض طبقا إلى العلامات التي وضعت عند فتح القابض، يجب أن يكون ذلك على شكل مراحل، وبشكل متقابل، وبالتساوي.

4- فصل أسلاك البطارية عند إخراج صندوق التروس من السيارة.

س2) صحح الخطأ

1- القابض هو عبارة عن وسيلة لوصل وفصل الحركة بين المحرك وعمود الإدارة.

2- عند عملية تركيب القابض يجب التأكد من عدم مركزية مجموعة القابض.

3- تستخدم صناديق التروس الأوتوماتيكية في المركبات ذات الدفع الخلفي فقط.

4- توجد التروس الفرقية داخل المحرك.

س3) املأ الفراغات الآتية:

1- عند فحص قرص الاحتكاك يجب استعمال مقياسا------ أو ------- لقياس عمق الراس المبرشم.

2- من مؤشرات عدم الفصل التام في القابض هو سماع صوت وصعوبة تغيير السرعات خصوصا السرعة الأولى والخلفية وسبب ذلك أ- ---------- ب- ---------

3- السيارة تحتوي على اربع أو ست سرع والمقصود بعدد السرع هنا هو --------- السرعات التي يحتويها صندوق -------

4- يقوم عمود الإدارة بنقل عزم الدوران من ---------- إلى مجموعة ----------

س4) أشرح باختصار خطوات فتح الأسطوانة الرئيسة للقابض.

س5) أشرح باختصار فتح وفحص عمود الإدارة وتوضيح عمله.

المحتويات

الموضوع	الصفحة
الباب الأول-الفصل الأول (الكهربائية وأجهزة القياس والفحص)	6
التيار الكهربائي	6
أنواع التيار الكهربائي	6
المقاومات الكهربائية	9
الأسلاك الكهربائية	11
اللحام بالقصدير	14
أسئلة لفصل الأول	23
الفصل الثاني (الدوائر الكهربائية للتيار المستمر)	24
الدائرة الكهربائية البسيطة	24
قانون أوم	26
طرائق ربط المقاومات	28
توصيل المقاومات على التوالي	29
توصيل المقاومات على التوازي	32
مجزء التيار	34
توصيل المقاومات المختلط	37
قانونا كيرتشهوف	40
قانون كيرتشهوف للتيار	40
قانون كيرتشهوف للفولتية	40
أسئلة الفصل الثاني	44
الفصل الثالث (المتسعات الكهربائية)	45
المتسعات الكهربائية	45
توصيل المتسعات على التوالي	51
توصيل المتسعات على التوازي	53
توصيل المتسعات المركب	54
أسئلة الفصل الثالث	56
الفصل الرابع (المفاتيح الكهربائية)	57
المفاتيح الكهربائية	57
المرحلات	64
أسئلة الفصل الرابع	66
الفصل الخامس (دوائر التيار المتناوب)	67
دوائر التيار المتناوب	67
القوة الدافعة الكهربائية	67
المحولات الكهربائية	74
أسئلة الفصل الخامس	76
الفصل السادس (الثنائيات شبه الموصلة)	77
المواد شبه الموصلة	77
الثنائيات	77
دوائر التقليم	82
دوائر الإلزام	84
ثنائي زينر في دوائر الحماية	86

أسئلة الفصل السادس	88
الفصل السابع (الترانزستور)	89
الترانزستور	89
العلاقة بين التيارات في الترانزستور	93
الترانزستور كمفتاح	94
أسئلة الفصل السابع	101
الفصل الثامن (البوابات المنطقية)	102
ربط الدوائر المتكاملة والتحقق من توافقها	108
أسئلة الفصل الثامن	110
الباب الثاني- الفصل التاسع (السلامة المهنية وأدوات القياس)	111
السلامة المهنية	111
الأخطار في ورشة السيارات ومصادرها	111
الإصابات الناجمة من ملامسة الأجزاء الخطرة	112
الأخطار المحددة	114
التعرف على أدوات القياس والعُدد وطرائق استخدامها	115
المجسات الورقية	129
أسئلة الفصل التاسع	130
الفصل العاشر (الأجزاء الرئيسة لمحرك السيارة)	131
الأجزاء الرئيسة للسيارة	131
أسئلة الفصل العاشر	155
الفصل الحادي عشر (أجزاء جسم المحرك وتجميع المحرك)	156
طريقة عمل الحذافة	159
أسئلة الفصل الحادي عشر	185
الفصل الثاني عشر (التعرف على المنظومات الكهربائية)	186
البطارية	186
محرك بدء الحركة	189
مبدأ عمل أنظمة الاشتعال	197
التعرف على موزع الاشتعال التقليدي	200
نظام الاشتعال الإلكتروني بدون موزع	204
دائرة الشحن وآلية عمل مولد التيار المتناوب	208
أسئلة الفصل الثاني عشر	217
الفصل الثالث عشر (أجهزة نقل الحركة)	218
الأجزاء الرئيسة للقابض (الفاصل) وأعطالها وصيانتها	218
وظيفة الفاصل (القابض)	218
مكونات القابض الرئيسة	219
أنواع صندوق التروس العادي وأعطاله وصيانتها	227
أنواع صندوق التروس الآلي (أعطاله وصيانته)	231
عمود الإدارة	236
أسئلة الفصل الثالث عشر	243