جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

الصناعي/ميكاترونكس- تكنولوجيا صناعية

الاول

تأليف

أ .د. نبيل كاظم عبد الصاحب
د. ليث عبد صبري
المهندس رعد كاظم محمد
المهندس خالد عبدالله علي

د. إحسان كاظم عباس
المهندس حيدر موسى حسين
المهندس يعرب عمر ناجي
المهندس عبد الكريم ابراهيم محمد

المهندس فوزي حسين شوزي

الطبعة الثالثة
1445 هـ - 2023 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 فني 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 مبادئ الميكانيك الصناعي، وكل ما مطلوب من فهم لاساسيات الخطوط الانتاجيةوقد توضحت فيه المعرفة العلمية على اسس تكنولوجية علمية في جميع المجالات المتعلقة بتكنولوجيا الميكانيك الصناعي.

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 - 2010 م

محتويات

الموضوع	الصفحة
الادوات	7
الفصل الأول (الكهربائية وأجهزة القياس والفحص)	
التيار الكهربائي	9
أنواع التيار الكهربائي	9
المقاومات الكهربائية	12
الأسلاك الكهربائية	14
اللحام بالقصدير	16
أسئلة لفصل الأول	23
الفصل الثاني (الدوائر الكهربائية للتيار المستمر)	24
الدائرة الكهربائية البسيطة	24
قانون أوم	25
طرائق ربط المقاومات	28
توصيل المقاومات على التوالي	28
توصيل المقاومات على التوازي	31
مجزء التيار	33
توصيل المقاومات المختلط	35
قانونا كيرتشهوف	39
قانون كيرتشهوف للتيار	39
قانون كيرتشهوف للفولتية	39
أسئلة الفصل الثاني	42
الفصل الثالث (المتسعات الكهربائية)	43
المتسعات الكهربائية	43
توصيل المتسعات على التوالي	48
توصيل المتسعات على التوازي	51
توصيل المتسعات المركب	51
أسئلة الفصل الثالث	53
الفصل الرابع (المفاتيح الكهربائية)	54
المفاتيح الكهربائية	56
المرحلات	59

أسئلة الفصل الرابع	61
الفصل الخامس (دوائر التيار المتناوب)	63
دوائر التيار المتناوب	63
القوة الدافعة الكهربائية	63
المحولات الكهربائية	69
أسئلة الفصل الخامس	72
الفصل السادس (الثنائيات شبه الموصلة)	73
المواد شبه الموصلة	73
الثنائيات	77
دوائر التقليم	79
دوائر الإلزام	80
ثنائي زينر في دوائر الحماية	83

أسئلة الفصل السادس	85
الفصل السابع (الترانزستور)	86
الترانزستور	86
العلاقة بين التيارات في الترانزستور	90
الترانزستور كمفتاح	91
أسئلة الفصل السابع	98
الفصل الثامن (البوابات المنطقية)	99
ربط الدوائر المتكاملة والتحقق من توافقها	104
أسئلة الفصل الثامن	108
الفصل التاسع (السلامة والصحة المهنية)	109
أهمية السلامة والصحة المهنية	109
أنواع المخاطر الصناعية	110
المخاطر في الخطوط الإنتاجية	111
المخاطر الناتجة عن الصيانة	112
الإسعافات الأولية	113
أسئلة الفصل التاسع	115
الفصل العاشر (أدوات القياس)	116
التعرف على وحدات القياس	116
أدوات القياس	117

القدمة الرقمية	121
قدمة قياس أسنان الترس	123
محدد الإستواء	123
الفصل الحادي عشر (الأجزاء الرئيسة للخط الإنتاجي)	134
المحرك الكهربائي	134
أسلوب عمل المحرك الكهربائي	134
محركات التيار المستمر	143
محركات الخطوة	143
محركات السيرفو	144
أعمدة الإدارة	145
السيور	150
التروس	156
السلاسل	162
الحدبات	172
أنواع الحدبات	173
استمارة فحص الأداء للتمارين العملية	176

الأدوات Tools

كاوية اللحام

يعد اللحام من العمليات الأساسية في الدوائر الالكترونية، وعملية لحام القطع الإلكترونية حساسة جد ا ، حيث أن القطع الإلكترونية يمكن أن تتعرض للتلف إذا تعرضت للحرارة العالية. لذلك فإن اختيار الكاوية المناسبة مهم جدا .
وتتوفر الكاويات الكهربائية بعدة أنواع وتصنف بحسب قدرتها على توليد الحرارة فهناك كاويات بقدرة 31 واط، 11 واط وغير ذلك. وتعتبر الكاوية بقدرة 11 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 00% من القصدير. ويبدأ اللحام بالذوبان عند درجة حرارة بين 381 و 390 درجة سيليزية.
ويختلف قطر سلك مادة اللحام حيث توجد أنواع عديدة مختلفة ومن المستحسن استخدام لحام بقطر(1.0 mm).

ساحب اللحام

تستخدم هذه الأداة عند الرغبة بأزالة 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 قريبا مدن 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 ذا الأطراف المدببة تستخدم لتثبيت الأجزاء الإلكترونية كما أنها مفيدة لحمل هذه الأجزاء في المناطق الضيقة. وتستخدم أيضا لتعديل أطراف القطع الإلكترونية .	
قاطعة الأسلاك وهي ضرورية لقطع الأسلاك وكذلك لقطع أطراف القطع الإلكترونية .	
المفل 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 الالكترونية وكذلك للتأكد من عدم تلامس الأجزاء المختلفة من الدائرة .	
جهاز قياس التيار والمقاومة والفولتية أفوميتر يمكن بهذا الجهاز قياس الفولتية والمقاومة والتيار في أجزاء الدائرة الإلكترونية والتأكد من سلامة المكونات الالكترونية.	

الباب الأول

الفصل الأول - الكهربائية وأجهزة القياس والفحص

1-1 التيار الكهربائي

إن حزمة الإلكترونات في الموصلات هي التي تكُّون 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 **ويعَّرف التيار الكهربائي بأنه معدل تدفق كمية الشحنة الكهربائية المارة عبر موصل كهربائي خلال وحدة الزمن**.

2-1 أنواع التيار الكهربائي

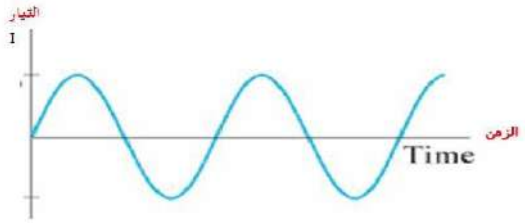
التيار المستمر Direct Current

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 بدل يبددل اتجاهه باستمرار وبتتابع سريع أي متغير القيمة والاتجاه مع تغير الزمن ويرمز له (AC) ، لاحظ الشكل(1- 2).



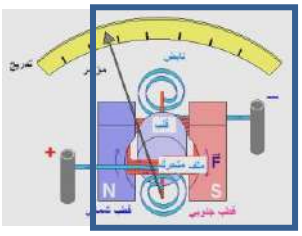
شكل 1 – 2 التيار المتناوب

التمرين الاول - أ -

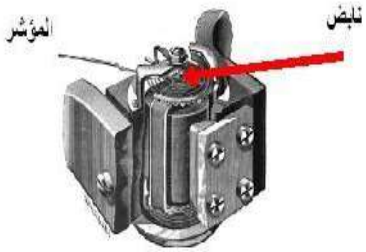
التعرف على جهاز الافوميتر التناظري

الرسم التخطيطي

تعد أجهزة القياس من الأجهزة المهمة لكل مشتغل في مجالات الكهرباء والالكترونيك 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 لاحظ الشكل(1–3). ويحتوي الكلفانوميتر على نابض صغير جدا 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).

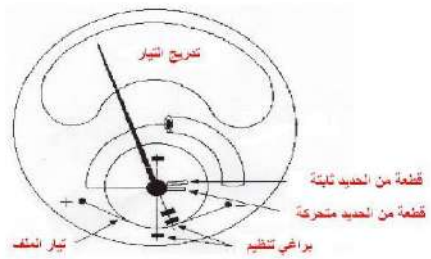


شكل(1–3)مخطط يوضح كلفانوميتر الملف المتحرك



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 بالكلفانوميتر 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

الاجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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

خطوات العمل

1- باستخدام جهاز الأفوميتر التناظري إقرأ مقدار الفولتية للخلية الكهربائية 5.1.

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

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

4- سجل قيمة الفولتية لبطارية حاسوب.

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

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

7- سجل تيار بطارية 5.1 V غير مستخدمة موصل بالتوالي مع مصباح 1.5V.

8- سجل تيار بطارية 5.1 V مستهلكة موصل بالتوالي مع مصباح 1.5V.

نشاط

كيف تحول جهاز الأفوميتر لقياس الفولتية، اشرح بالتفصيل واعط أمثلة عملية.

التمرين الاول - ب -

التعرف على جهاز الافوميتر والرقمي

الاجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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

خطوات العمل

1- باستخدام جهاز الأفوميتر الرقمي إقرأ قيمة الفولتية المتناوبة في الورشة .

2 - شغل المولد واقرأ الفولتية الخارجة باستخدام جهاز الأفوميتر 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

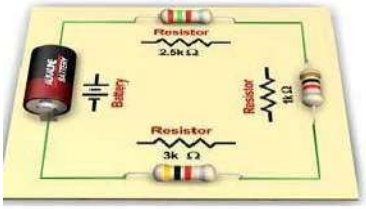
كيف يمكنك قياس تيار المختبر الذي تعمل فيه باستخدام Clamp Meter.

المقاومات الكهربائية Electrical Resistance

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

الشكل(1-6) المقاومات الكهربائية

ومن الوسائل الأخرى وضع حلقات ملونة على المقاومات الكاربونية ولهذه الألوان دلالات لكل لون نسبة إلى موقعه على المقاومة لاحظ الشكل (3 – 7).



شكل (1- 7) المقاومات الكاربونية

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

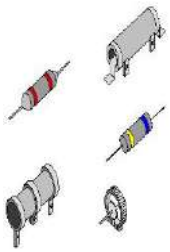
جدول 1- 1 قراءة المقاومة الملونة

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.

اجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين



1- جهاز أفوميتر)رقمي((Digital) .

2- مقاومات كهربائية ثابتة مختلفة .

3- مقاومات كهربائية متغيرة .

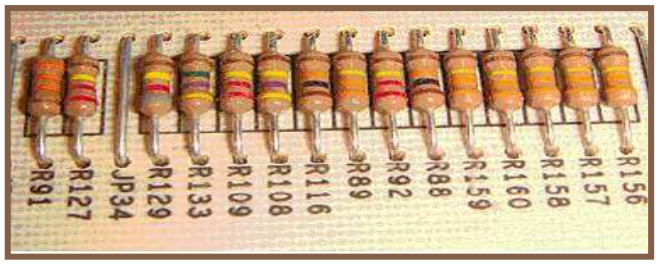
4- صندوق مقاومات .

خطوات العمل

1- باستخدام جهاز الافوميتر التناظري سجل قيم جميع المقاومات المتوفرة لديك .

2- باستخدام جهاز الافوميتر الرقمي سجل جميع المقاومات المتوفرة لديك .

3- اقرأ المقاومات الملونة الموضحة بالشكل الآتي:



4- حقق باستخدام الأوميتر وصندوق المقاومات القيم الآتية : 4.7KΩ , 2.2KΩ , 10Ω.

5- سجل القدرة بجوار كل من المقاومات الموضحة بالشكل الآتي :

1W , 0.25W , 2W , 25W , 0.5W

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

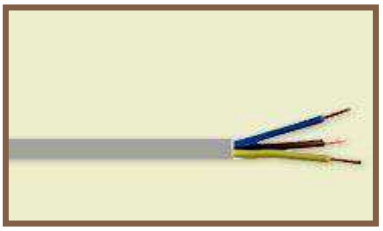
7- سجل قيمة المقاومات PTC , NTC , VDR

اختبار

اثبت صلاحية مقاومة باستخدام بطارية وجهاز افوميتر 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 بينهدا. الأسدلاك المتعددة الشدعيرات تمتداز بدأكبر قددر مدن المروندة ولتسدهيل عمليدة لحدام الأسدلاك مددع مختلدف المكوندات للأجهزة الكهربائية، لاحظ الشكل (1 – 9).

أسلاك متعددة الشعيرات شكل(1 – 9)

أما القابلوات المعزولة بالمطاط والبلاستك فتتكدون مدن النحداس مدع أندواع خاصدة مدن اللددائن ذات مقطع دائري أو شبه بيضوي يغطى بطبقة مدن المطداط العدازل للكهربداء ونسديج مطداطي، كمدا مبدين فدي الشكل (1 –10) وتستخدم للتيارات عالية القيمة.

شكل (1 – 10) قابلوات معزولة

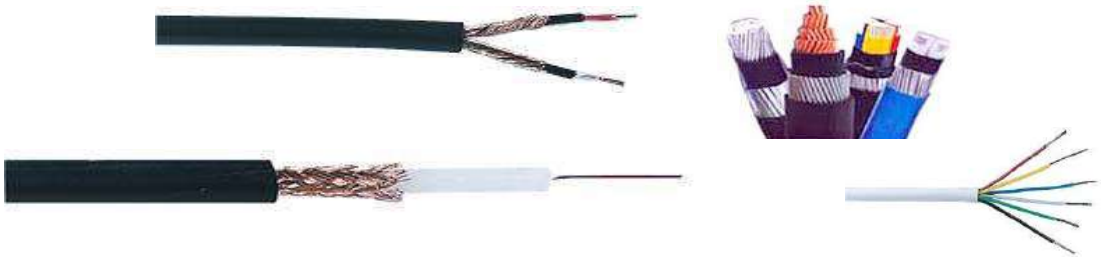
التمرين الثالث – أ -

قشط الاسلاك

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

بلايس - قاطعة - قاشطة أسلاك - أسلاك كهربائيدة متنوعدة - قدابلوات مختلفدة – آفدوميتر - SWG مقيداس قطر السلك - سكين لقشط الأسلاك.

لديك مجموعة مختلفة من الأسلاك، المطلوب منك التمييز بينها.



1- اقشط سلك مزدوج طوله 10 سم بمقدار 1 سم من الطرفين باستخدام البلايس أو القاطعة .

1- اقشط سلك محوري طوله 30سم بمقدار 1 سم من الطرفين .

3- اقشط قابلو طوله 30سم بمقدار1 سم من الطرفين باستخدام الشفرة.

نشاط

1- وائي التلفاز، كيف يمكنك توصيله إلى الجهاز .

2- ك توصيل فولتية 222 فول إلى مأخذ كهربائي .

3- بين أسلاك اللف.

4- 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 حراريا ووضعه في المكان نفسه ليكون قطعة واحدة يوصل بين المواد المطلوب التوصيل بها.

تصنع مادة اللحام من سبيكة تتكون مدن 50% مدن القصدديرSn((و50% مدن الرصداص) Pb(بدرجة انصهار 183˚C ويدعى هذا النوع ب SN60 ويكون على شكل أسلاك مجوفة تتخللها مدادة مساعد اللحدام)Flux(وهدو منظف كيميائي لإزالة التأكسد مدن سطح المعدن كي تتم عملية اللحام بصدورة صدحيحة، تستعمل الكاوية الكهربائية كأداة تسخين مناطق التوصديل وصهر مادة القصدديرحيدث تختلف بأشكالها وأحجامها وقدرتها الكهربائية، حيث تستخدم الكاوية ذات القدرة الواطئة من 20-40(واط في لحام الددوائر الإلكترونية للمحافظة علدى مكونات الددائرة مدن 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 الالكترونية عند الحاجة ويفضل استخدام المنفاخ الحراري للهواء الساخن مع كاوية اللحام HOT (SOLDERING IRON AND 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 (10 واط / 110 فولت)- قاعدة خاصة للكاوية - قاشطة أسلاك - أسلاك كهربائية متنوعة)سلك نحاسي متعدد الشعيرات (1.5 mm^2)– آفوميتر- صولدر - شافطة – 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 (50) cm ، 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 الاسلاك 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 الاضلاع.

8- فكك لوحة إلكترونية قديمة باستخدام الشافطة.

9- ضع مقاومتين كاربونية 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 الالكترونية على لوحة التوصيلات .

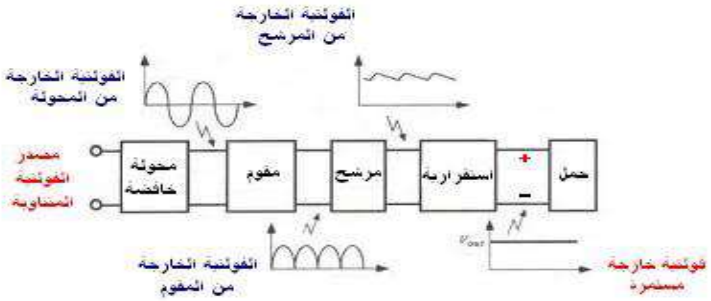
نشاط

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

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 استقرارية 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 15V, 5V،-12V، +12V و VAR+12V ، VAR – 12V وهي فولتيات يمكن تغيرها والتحكم بها بواسطة مقاومات متغيرة .

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

تستخدم الفولتية 15V لدوائر CMOS.

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

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

شكل (1 – 14) أنواع مختلفة لمجهزات القدرة

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- مجهز قدرة 3A / V (12 – 0).

2- جهاز آفوميتر تناظري ورقمي .

3 – مجهز قدرة 5A / V (30 – 0 – 30).

4 – مصابيح كهربائية 12V , 6V , 3V .

5 – دائرة كهربائية تحتوي على مفتاح، حامل مصباح ،أسلاك ربط .

6- أعمدة كهربائية جافة 9V , 3V , 1.5V .

7- اربط جهاز الأفوميتر مع مجهز القدرة، كما في الشكل الآتي.

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

نشاط

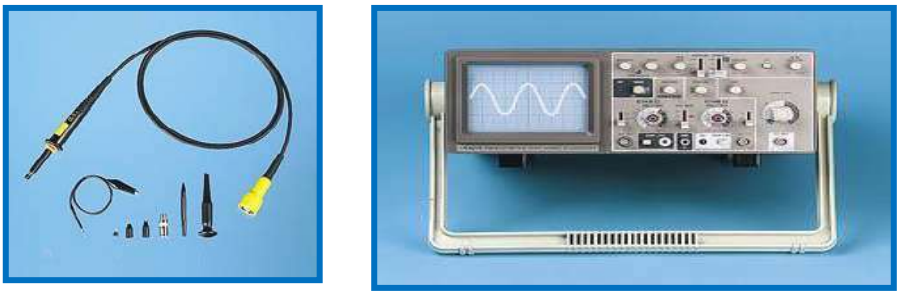
- ماذا يحدث للمصباح عندما تزداد فولتية مجهز القدرة ؟

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 الالكترونية بتتبع شكل الإشارات. تحتوي معظم هذه الأجهزة على قناتين) Channel Channel A،B(لإظهار إشارتين في وقت واحد. لاحظ الشكل(1 – 15). يتركب راسم الإشارة من مجموعة من الدوائر الالكترونية تعمل على السيطرة على الشعاع المرئي بواسطة أزرار مثل

1- تركيز الشعاع Focus
2- شدة الإضاءة Intensity
3- التحكم بموقع الإشارة أفقيا X-position
4- التحكم بموقع الإشارة رأسي ا 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 الإحداثي الرأسي الصادي- Y) توجد مداخل للأحداثي الأفقي(السيني - X)

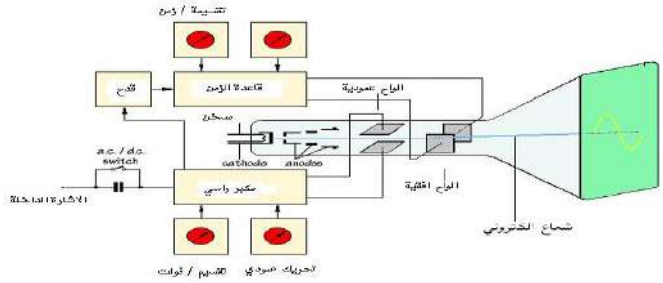


شكل 1 – 15 راسم الإشارات

الأجزاء الرئيسة لجهاز راسم الإشارا ت

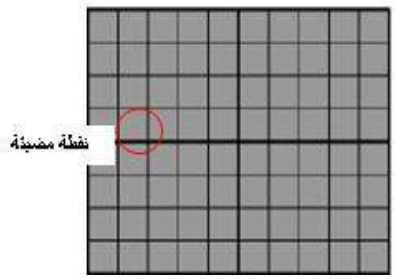
من أهم أجزاء جهاز راسم الإشارات هي أنبوبة الأشعة الكاثودية وهي عبارة عن أنبوبة زجاجية مفرغة من الهواء تحتوي داخلها على عدد من الألواح للسيطرة على تحريك وتركيز الشعاع الالكتروني ،لاحظ الشكل (1 – 16) ويمكن تقسيم الدوائر الإلكترونية التي بداخل راسم الإشارة إلى:

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 مقياسا زمنيا تسمى دائرة قاعدة الزمن (Time Base)
4. دائرة إلكترونية تتحكم بسعة الموجات(V/DIV)
5. دائرة إلكترونية تتحكم بزمن الموجات (T/ DIV)



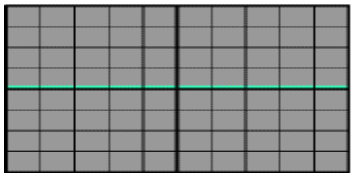
شكل (1 – 16) مكونات راسم الإشارات

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



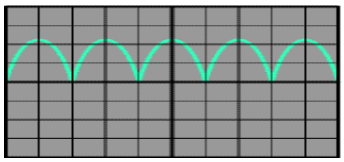
الشكل(1 – 17a) نقطة مضيئة على شاشة راسم الإشارات

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



شكل (1 – 17b) خط براق وسط شاشة راسم الإشارات

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



شكل (1 – 17C)شكل الإشارة على شاشة راسم الإشارات

الاجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- مولد إشارة جيبية، أسنان المنشار، المربعة (مولد دالة).

2- راسم إشارة – أفوميتر - 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 - غير 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 × 5 = 5V

4- ضع مجهز القدرة لقياس الفولتية DC / 15V وأعد الفقرة 1

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 أفقيا .

7- سلط موجة سن المنشار ثم موجة مربعة بدل الموجة الجيبية، وأعد الفقرتين 1، 0.

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

اختبار عملي

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

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

نشاط

هل يمكن قياس موجة بالتردد 100MHz بجهاز راسم الاشارة مكتوب عليه 20MHz ؟ 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 الجيبية والمربعة والمثلثة وموجة سن المنشار، لاحظ الشكل(1 – 18)، وتختلف مولدات الدالة من نوع إلى آخر بمدى الترددات للأشكال الموجية فمنها 500 kHz(– 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 .

(1 – 18)مولد الدالة الرقمي

الاجهزة والمعدات المستخدمة

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 جيبية بسعة مقدارها V_{PP} (1) بالتردد KHz (5) . إثبت ذلك عمليا .

3- المطلوب موجة مربعة بسعة مقدارها V_{PP}(1.2) بالتردد KHz (180) . إثبت ذلك عمليا .

4- المطلوب موجة مثلثة بسعة مقدارها V_{PP}، (1.5) بالتردد KHz (200) . إثبت ذلك عمليا .

5-المطلوب موجة سن المنشار بسعة مقدارها V_{PP} (2) بالتردد MHz (0.5) . إثبت ذلك عمليا

6- وصل مولد دالة رقمي إلى راسم الإشارات للحصول على أشكال موجية بسعة V_{PP}(1) / 50KHz. موجة جيبية – موجة مربعة – موجة مثلثة – موجة سن المنشار.

نشاط

ما هو الفرق بين جهاز مولد الإشارات وجهاز مولد الدالة.

أسئلة الفصل الأول

.

س1: ما معنى التيار الكهربائي – اشرح مستعيناً بالرسم.

س2: وضح وحدة قياس التيار الكهربائي؟ س3: ما

أنواع التيار الكهربائي؟ وضح مع الرسم .

س3: اشرح بالتفصيل جهاز الكلفانوميتر ذو الملف المتحرك مع الرسم .

س5: كيف يمكن تحويل الكلفانوميتر إلى جهاز أميتر؟ س6:

اشرح مع الرسم مكونا جهاز الأوميتر .

س7: ارسم مخطط يوضح الأجهزة الثلاث التي يتكون منها جهاز الآفوميتر .

س8: اشرح ماتعرفه عن كلفانوميتر ذو الحديد المتحرك.

س9: وضح مع الرسم مكونا جهاز الافوميتر الرقمي .

س12: اشرح المخطط الكتلوي لجهاز راسم الإشارا . وضح اجابتك مع الرسم

س11: ما هو الفرق بين قياس الفولتية للأشكال الموجية وترددها في جهاز راسم الإشارا ؟

س12: ارسم موجة جيبية مقدارها 10kHz / $5V_{PP}$ على ورقة تمثل شاشة راسم الإشارا مع T/div و V/div

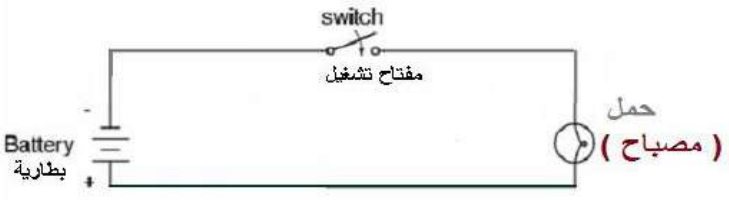
س13: اشرح مع الرسم المخطط الكتلوي لمجهز القدرة .

س13 : 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 وغلق الدائرة الكهربائية، لاحظ الشكل (2 – 1).

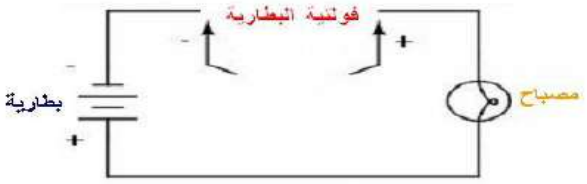


شكل(2 – 1) الدائرة الكهربائية البسيطة

في الدائرة الكهربائية المغلقة (Electrical Closed circuit) نلاحظ الإفادة من الطاقة الحركية للألكترونات وتحويلها إلى شكال 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) .

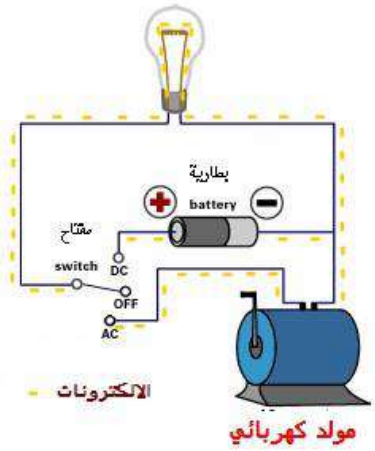


شكل (2 – 3) الدائرة الكهربائية المفتوحة

التمرين الأول

التعرف على الدائرة الكهربائية البسيطة

1 – مجهز قدرة 12 V(– 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



مولد كهربائي

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 صفرا عندما يكون المفتاح مغلقا وماهي قيمة الفولتية على طرفيه عندما يكون في حالة فتح؟

2 - 2 قانون أوم Ohm's Law

في عام 3817 أكتشف الفيزيائي الألماني أوم) Georg Simon Ohm (1789- 1854 أن التيدار المار في م و صل يتناسب تناسب ا طردي ا مع الفولتية المسدلطة علدى طرفدي الموصدل وإن ثابدت التناسدب يمثدل مقاومة ذلك الموصل. لقد شاع استخدام هذا القانون كثير ا 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:

$$V \alpha I$$

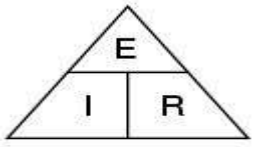
بعد رفع علامة التناسب(α) والاستعاضة عنها بعلامة المساواة مع تعويض القيمة الثابتة) R (تصبح العلاقة كما يأتي:

$$V = I R$$

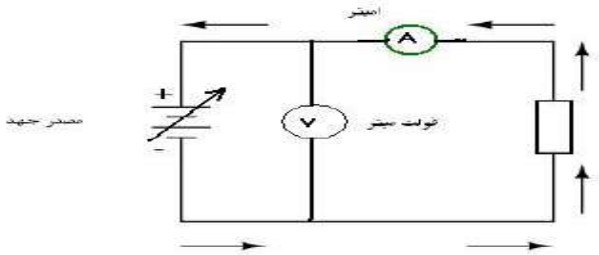
و يمكن كتابة المعادلة أعلاه كما يأتي:

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

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 اثاني

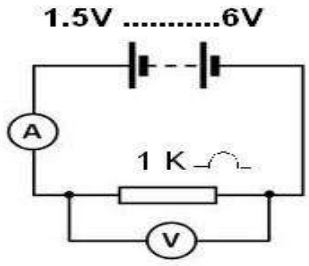
إثبات قانون أوم عملياً

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2- مقاومات كهربائية كاربونية /0.25W (10 Ω, 100Ω, 1kΩ).
3- مقاومة متغيرة kΩ10.
4- قاعدة للبطاريات الجافة، أعمدة كهربائية متنوعة.
5-مجهز قدرة (0 – 12)V .

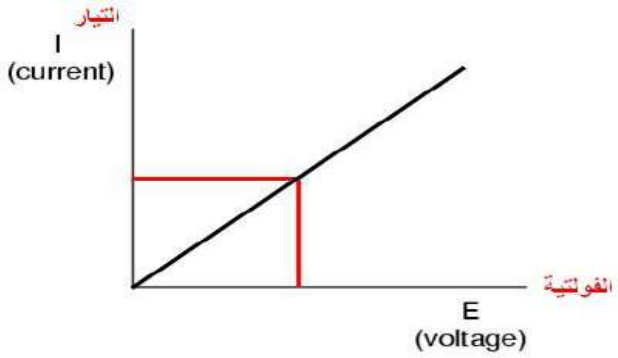
خطوات العمل .

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

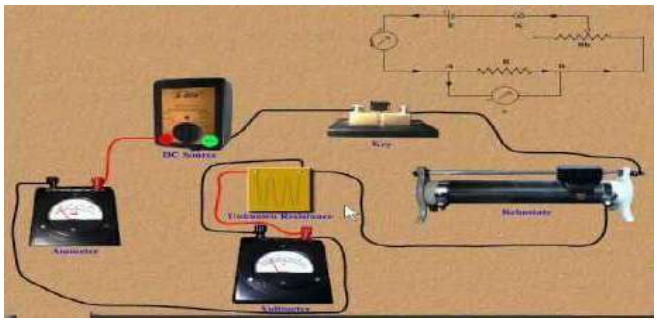


2- استخدم فولتية البطارية V (3) ، سجل التيار والفولتية على طرفي المقاومة .
3- ضع فولتية البطارية V (4.5) ، سجل التيار والفولتية على طرفي المقاومة .
4- سجل التيار والفولتية على طرفي المقاومة إذا كانت فولتية البطارية V (6).
5- ارسم العلاقة بين التيار والفولتية بالاستعانة بالشكل الآتي.

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).



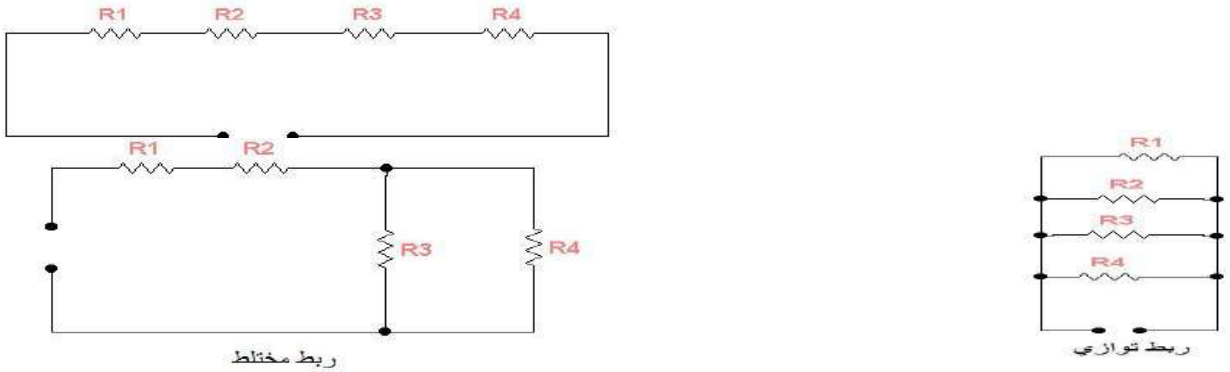
10 – حرك المقاومة المتغيرة ولاحظ قراءة جهاز الأمبيرميتر.
11- سجل العلاقة بين التيار والمقاومة. اذكر نوع التناسب هل تناسب طردي أو تناسب عكسي .

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)



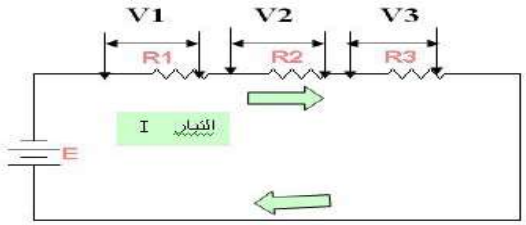
شكل(2 – 5) طرائق ربط المقاومات

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 وهكذا، لاحظ الشكل(2 – 6) ويدعى هذا النوع من الربط بالتوالي، والخواص الأساسية لهذه الدائرة هي:

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

$$RT = R1 + R2 + R3$$



شكل 2 – 6 ثلاث مقاومات موصلة على التوالي

التمرين الثالث – أ -

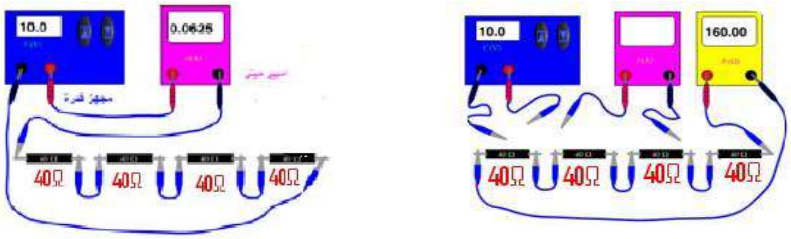
توصيل المقاومات الكهربائية على التوالي Resistances in Series

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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

خطوات العمل

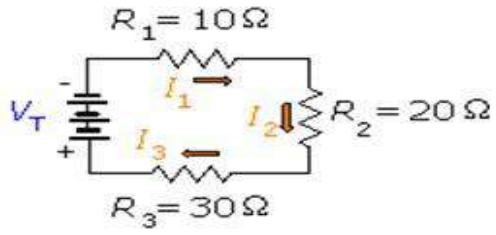
1- نفذ الدائرة الكهربائية المكونة من أربع مقاومات موصلة على التوالي عمليا ، كمدا موضدح بالشدكل الآتدي وسجل قيمة التيار الكلي والمقاومة المكافئة)الكلية(.



2 – ضع مقاومات كهربائية(10 Ω , 4.7 Ω , 2.2 Ω, 1 Ω) بدل المقاومات 40 Ω للشكل أعلاه وقم

بأعادة التمرين .

1- احسب فولتية البطارية للدائرة بالشكل الآتى إذا علمت أن التيار الكلى يساوى 1 mA . إثبت ذلك **عمليا**



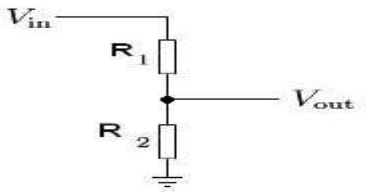
نشاط

ما الفائدة من استخدام توصيل المقاوما ت الكهربائية على التوالى

التمرين الثالث – ب -

مجزء الجهد (مقسم الفولتية) Voltage Divider

ويسمى بمجزئ الفولتية (Voltage Divider) أيض ا وهو عبارة عن دائرة خطية بسيطة تعطي فولتية (V_{out}) كجزء من الفولتية الداخلة (V_{in}) ويعود التقسيم إلى تجزئة الفولتية فيما بين عناصر المجزء، كما موضح بالشكل) 1 – 7(.

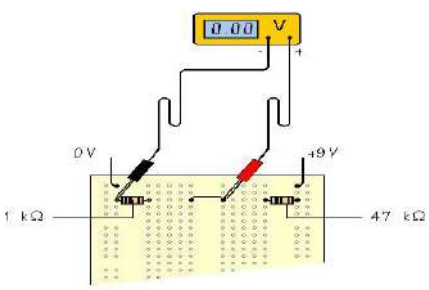


شكل 2 – 7 مجزء الجهد

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

$$VOUT = VIN \times \frac{R2}{R1 + R2}$$

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين



- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تماثلي.
- مقاومات كهربائية كاربونية مختلفة.
- مجهز قدرة (0 – 12)V .
- قاعدة للبطاريات الجافة،أعمدة كهربائية متنوعة.
- لوحة توصيلات وأسلاك كهربائية.
- حقيبة أدوات إلكترونية.

خطوات العمل

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

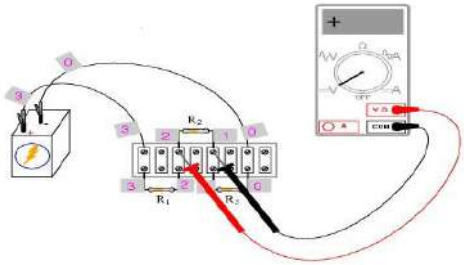
2- احسب الفولتية بين النقطتين A,B والفولتية بين النقطتين B,C

3- قارن بين القراءة العملية وتطبيق قانون تقسيم الفولتية.

4- نفذ الدائرة الكهربائية في الشكل المجاور وسجل الفولتية على المقاومة kΩ1 وطبق قانون تقسيم الفولتية .

نشاط

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



2- وصيل المقاومات على التوازي Parallel

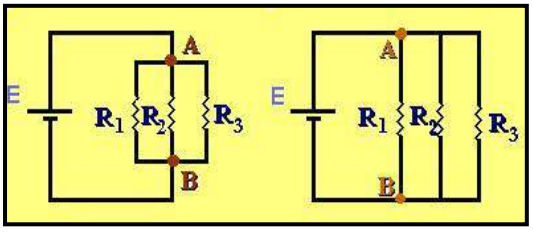
توصل بدايات المقاومات الكهربائية في نقطة واحدة ونهاياتها في نقطة أخرى ويكون للتيار أكثر من ممر واحد، يدعى هذا النوع من الربط بالتوازي .لاحظ الشكل(2 – 8) والخواص الأساسية لهذه الدائرة هي:

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

التيار المار خلال كل مقاومة يتناسب تناسبا عكسيا مع قيمة تلك المقاومة.

المقاومة الكلية (المكافئة) تساوي:

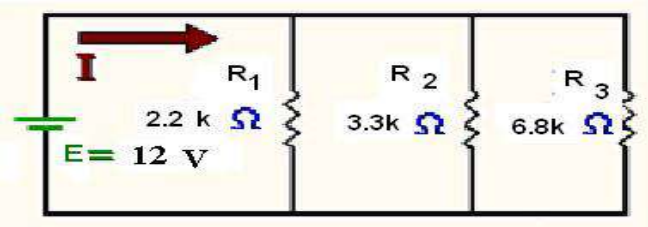
$$\frac{1}{RT} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \frac{1}{R3}$$



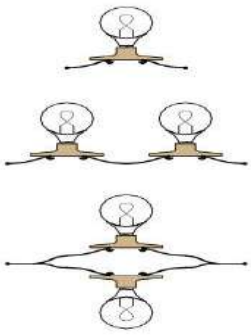
شكل (2 – 8) توصيل المقاومات على التوازي

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

$$RT=\frac{R1xR2}{R1+R2}$$



1- بتغيير المقاومتين (R_1, R_2) بتوصيل التوازي باحمال (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

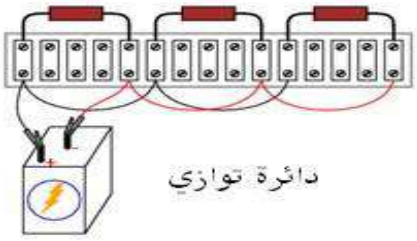
- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
- مقاومات كهربائية كاربونية مختلفة القيم.
- مجهز قدرة (0 – 12)V .
- 4. أعمدة كهربائية متنوعة، قاعدة للبطاريات الجافة.
- لوحة توصيلات وأسلاك كهربائية.
- حقيبة أدوات إلكترونية.

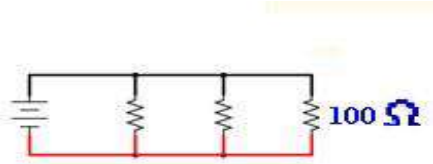
خطوا ت العمل

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.

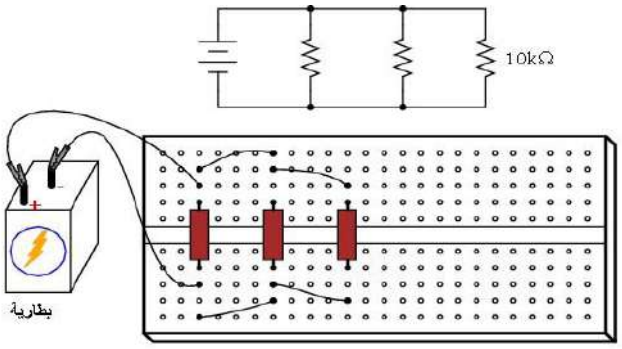
$$E = V1 = V2 = V3$$

4. 1- نفذ عمليا الدائرة الكهربائية الآتية، المقاومات متساوية قيمة كل منها Ω (001) أحسب عمليا R_T.





5. ثلاثة مقاومات كاربونية متساوية قيمة كل منها 30 kΩ موصلة على التوازي .إب ن الدائرة العملية، احسب المقاومة المكافئة وقارن بين حساباتك النظرية والعملية .أقرأ التيار في كل فرع إذا كانت فولتية البطارية)المصدر(V(12). استعن بالشكل الآتي

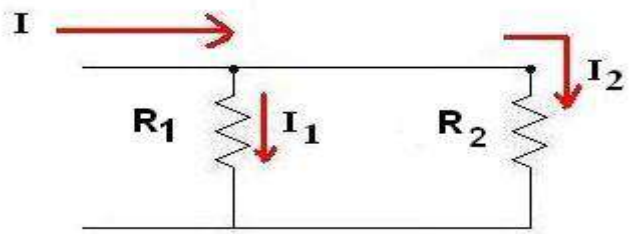


نشاط

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 معروفا دون الاستعانة بالفولتية ففي سبيل المثال لحساب تيارات الدائرة الكهربائية الموضحة بالشكل(2-9) نستخدم المعادلات التالية:



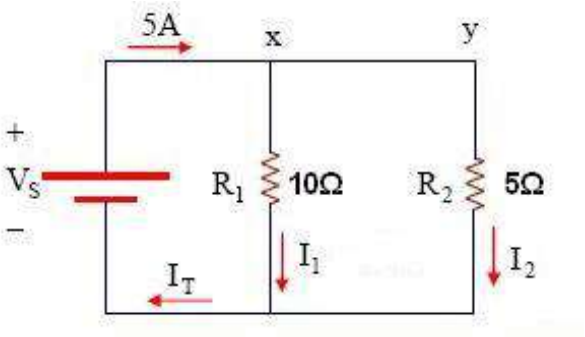
الشكل(2-9) دائرة كهربائية

$$I_1=\frac{IxR2}{R1+R2}$$

$$I_2=\frac{IxR1}{R1+R2}$$

مثال:

اوجد التيار المار في المقاومة (R2,R1) للدائرة الموضحة بالشكل (2-10) بأستخدام مجزئ التيار



شكل (2 – 10) حساب تيارات الدائرة

$$I_1=\frac{R2xIT}{R1+R2} \qquad I_2=\frac{R1xIT}{R1+R2}$$

$$I_1=\frac{5x5}{10+5}=1.66A \qquad I_2=\frac{10}{10+5}=3.3A$$

التمرين الرابع – ب -

تطبيقات لمجزء التيار

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.

2- مقاومات كهربائية كاربونية 0.25W/ (10 Ω, 100 Ω, 1 kΩ)، مقاومة متغيرة .10 kΩ.

3- أعمدة كهربائية متنوعة، قاعدة للبطاريات الجافة.

4- مجهز قدرة V (12 – 0) .

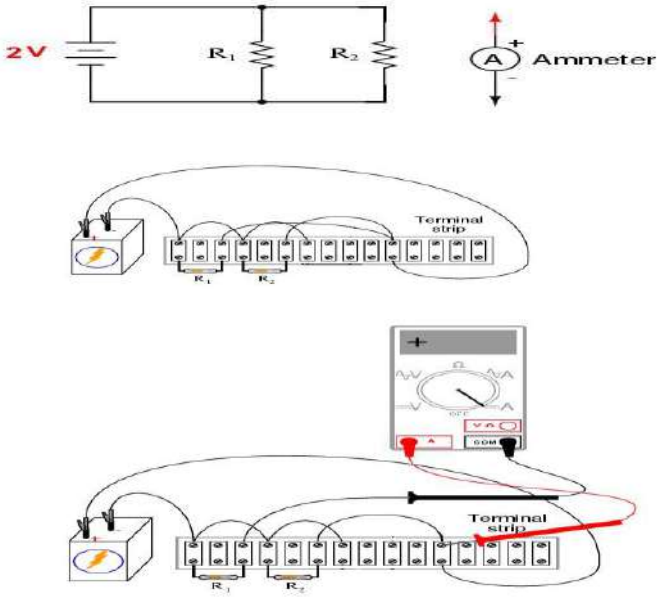
5-أسلاك توصيل وقطع أسلاك متينة (PIECE OF STIFF WIRE) للتوصيل بين النقاط.

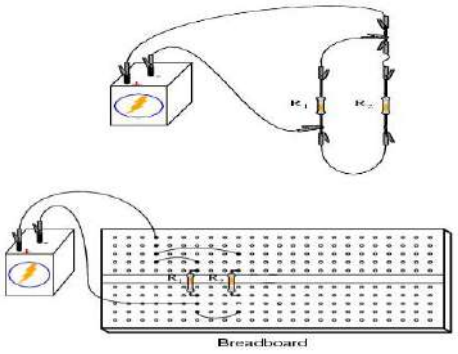
خطوات العمل

1- نفذ دائرة مكونة من مقاومتين $R_1 = 10\ \Omega$, $R_2 = 20\ \Omega$

2-استخدام أسلاك لها ماسكات ثدم اسدتخدام لوحات التوصيل BREADBOARD ثم أشرطة ذات أطراف TERMINALS STRIP للتوصيل .

الدائرة موصلة إلى مصدر فولتية مقدارها(2)V.





3 اقرأ التيار الكلي والتيار في كل فرع

4-قارن بين حساباتك النظرية بتطبيق معادلات مجزء التيار وقياساتك العملية .

5- اثبت عملي ا إن مجموع التيارات الفرعية تساوي التيار الكلي .

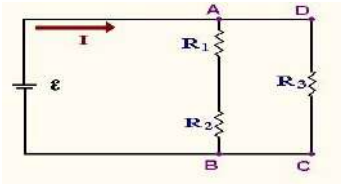
6- قم بإضافة مقاومة ثالثة $R_3 = 47\ \Omega$ بالتوازي مع الدائرة واقرأ التيار الكلي .

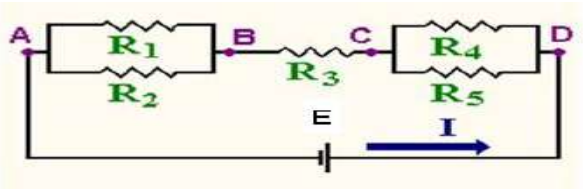
نشاط

ما الفائدة من استخدام مجزء 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).





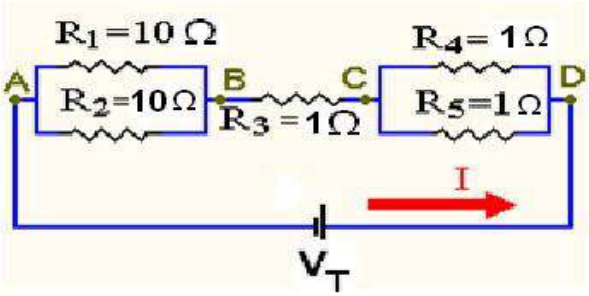
شكل (2 – 11) دائرة كهربائية توضح الربط المختلط

التمرين الخامس

توصيل المقاومات المركب (المختلط)

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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



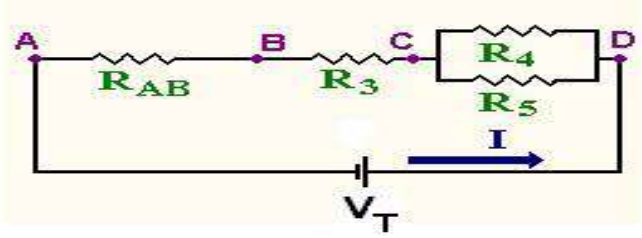
خطوات العمل

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

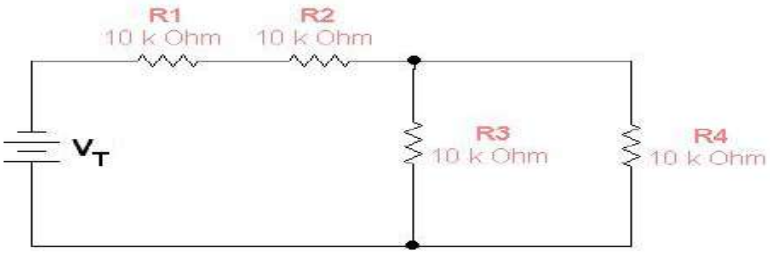
2- باستخدام الفولتميتر سجل فرق الجهد على كل مقاومة. اثبت بالقياس فولتية البطارية تساوي مجموع الفولتيات على المقاومات.

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

3- نفذ عملي ا الدائرة الكهربائية التالية.المقاومات متساوية قيمة كل منها 300 أوم. احسب عمليا R_T.

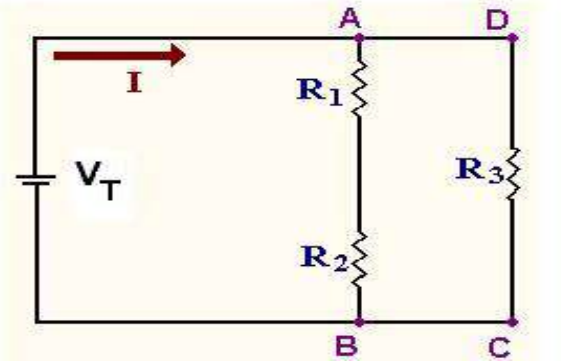


4 - نفذ الدائرة العملية الموضحة بالشكل الآتي، احسب المقاومة المكافئة وقارن بين حساباتك النظرية والعملية.
بسط الدائرة بالرسم للحصول على المقاومة المكافئة .



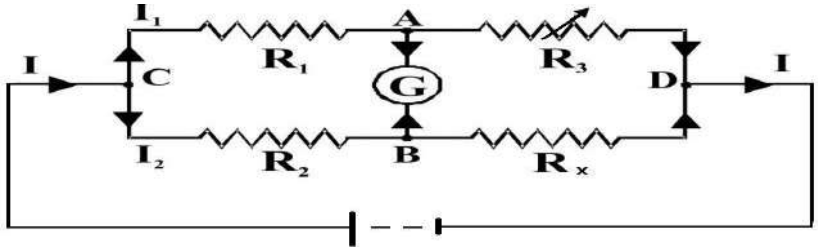
نشاط

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 تعيدين مقاومدة مجهولدة بإسدتخدام طريقدة سدميت بإسدمه قنطدرة وتستون بالاستعانة بمقاومات معلومة، ففي الدائرة الموضحة بالشكل(2 – 12) المقاومات المعلومة هي(R2, R 1) والمقاومة المجهولة هي (R_X)

المطلوب ايجادها بينما المقاومة(R3) فتمثل المقاومة المتغيرة. وضع الكلفانوميتر وهو حساس جدا لقراءة قيمة التيدار المار خلاله، يتفرع التيار من النقطة C إلى فرعين فيمر التيار(I_1) خدلال المقاومدة R1 ويتددفق التيار خلال المقاومة(R) فإذا كانت قراءة الكلفانوميير أكثر من الصفر يدل هذا على وجود فرق جهد بين النقطتين A و B، وعندما تكون قراءة الكلفانوميتر صدفر بالضدبط يعندي إن الفولتيدة فدي النقداط A و B متساوية فنحصل على حالة التوازن. ولحساب المقاومة المجهولة نطبق المعادلة الآتية:

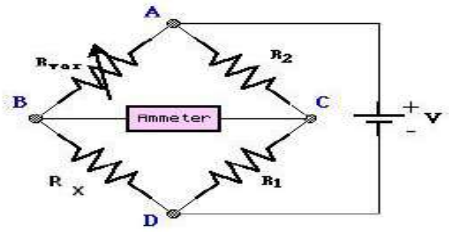
$$Rx=\frac{R2xR3}{R1}$$

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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

خطوات العمل

1- نفذ عمليا الدائرة الموضحة بالشكل الآتي R_1= 100 Ω , R_2=100 Ω 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

إذكر إحدى الإستخدامات لقنطرة وتستون

2 – 4 قانونا كيرتشهوف Kirchhoff" s Laws

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

1- تحديد المقاومة المكافئة للشبكات الكهربائية المعقدة للموصلات .

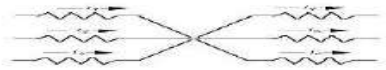
2- لحساب التيارات المارة في الموصلات المتعددة.

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

ينص قانون كيرتشهوف للتيار

(عند أي عقدة Node في الدائرة الكهربائيدة مجموع التيارات الكهربائية الداخلة إلى العقدة تساوي مجمدوع التيارات الكهربائية الخارجة منها). وتعرف العقدة (Node) على أنها نقطة تجميع لأكثر مدن 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 ان I_1, I_2, I_3 تمثل التيارات الداخلة إلى النقطة في حين إن I_4, I_5, I_6 يمثلان التيارات الخارجة من النقطة. ويمكدن 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(3) إلى الطرف الأيسر ومساواة المعادلة إلى الصفر تصبح:

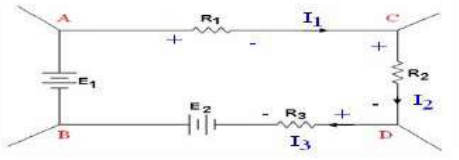
$$I_1 + I_2 + I_3 - I_4 - I_5 - I_6 = 0$$

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

ب – قانون كرشوف للفولتية Kirchhoff's Voltage Law

ينص هذا القانون على أن KVL

مجموع القوة الدافعة الكهربائية لمصادر الفولتية في أي دائرة كهربائية مغلقة يساوي مجموع الفولتيات فرق الجهد على المقاومات(لاحظ الشكل(1 –)34



شكل 2 – 14 دائرة توضح قانون كيرتشهوف للفولتية

وبتطبيق نص قانون كيرتشهوف للفولتية نحصل على:

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

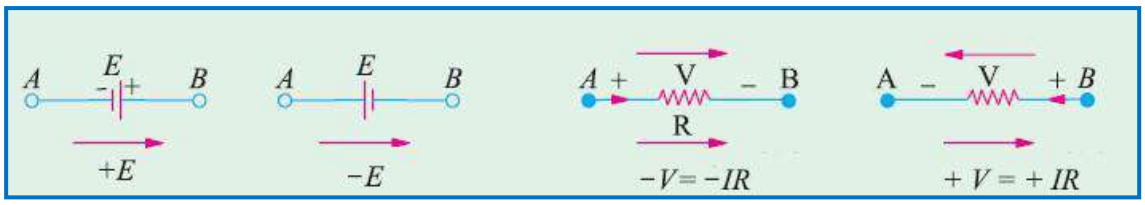
وبنقل حدود الطرف الأيمن في المعادلة(3) إلى الطرف الأيسر تصبح المعادلة:

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

وبذلك يمكن كتابة قانون كيرتشهوف للفولتية بالصيغة الآتية:

المجموع الجبري للفولتيات في دائرة كهربائية مغلقة يساوي صفر

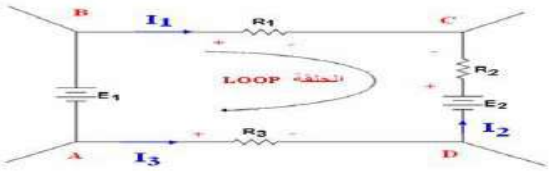
في الجمع الجبري يجب أن تؤخذ بنظر الأعتبار القطبية لكل من البطاريات وفرق الجهد على المقاومات وكما هو موضح في الشكل(2 – 15).



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

كما هو الحال بالنسبة لاتجاه التيارات بتطبيق قانون كيرتشهوف للتيار، فمثلا 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:

$$E1 - E2 = I1 \times R1 - I2 \times R2 - I3 \times R3$$



شكل(2 – 16) تتبع التيار باتجاه عقرب الساعة

التمرين السابع

قانونا كيرتشهوف Kirchhoff"s Law

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.

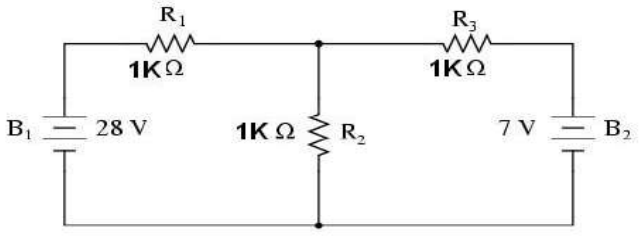
2- مقاومات كهربائية كاربونية طبقا للدوائر في التمارين.

3- مجهز قدرة (0 – 12)V .

4مجهز قدرة (30 – 0 – 30)V .

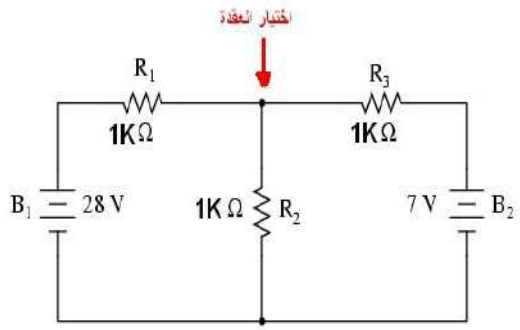
5- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل .

6 - لوحة توصيلات Breadboard .



خطوات العمل

1- نفذ عمليا الدائرة الموضحة بالشكل المجاور .

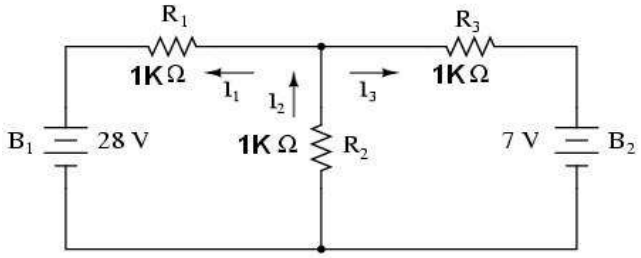


2- قم باختيار العقدة (NODE) .

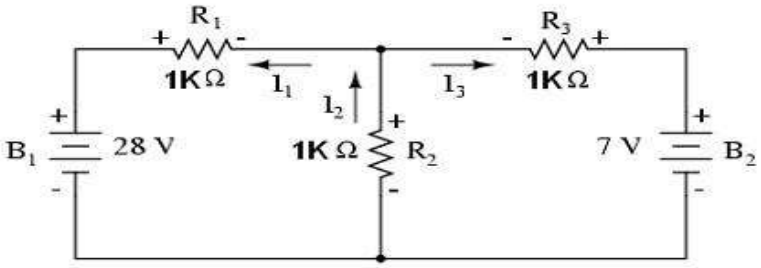
3-حدد اتجاه التيارات، كما في الشكل الآتي وتأكد بوضع أجهزة الأمبيرميتر بصورة صحيحة. اثبت إن :-

عمليا بالقياس.

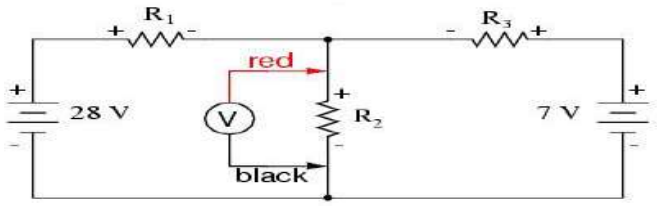
$-I_{1+} I_2 - I_3 = 0$



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



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



نشاط

اثبت نظريا قسم التيارات (I_1 , I_2 ,I_3) وقارن ذلك مع قياساتك العملية

أسئلة الفصل الثاني

1- ما الفرق بين مجزء التيار ومجزء الفولتية؟

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

3- عدد مصادر التيار الكهربائي؟

3- ما وحدا 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 المقاوما على التوالي والتوازي؟

12- وضح مع الرسم قانون كيرتشهوف للفولتية والتيار؟

11- مالمقصود بربط المقاومات على التوالي ؟ وما هي مميزاته؟

12 - مالمقصود بربط المقاومات على التوازي ؟ وما هي مميزاته؟

13 - مالمقصود بربط المقاومات المختلط ؟ وما هي مميزاته؟

13– اين تستعمل المقاومات المتغيرة ؟ وما الغاية منها؟

الفصل الثالث

المتسعات الكهربائية Electrical Capacitors

تعرف 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 المايكروفاراد (µF)، والنانوفاراد (nF) والبيكوفاراد (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 الكيمياوية تكون قيمتها بالمايكروفراد وعليها علامات تحدد القطبية وفولتية التشغيل ففي سبيل المثال متسعة مطبوع عليها 0µF/ 22(50V) ويجب أن توضع هذه المتسعات بالصورة الصحيحة لانها ذات قطبيدة موجبة +Ve وقطبية سالبة -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 التنتاليوم (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 بالنانوفاراد والبيكوفاراد. يطبع على هذه قيمة السعة مثلا (10nF , 10pF) أو (401) ، (301) أو (103K , 104K) والجدول(3 – 1)يوضح هذه الشفرات لقراءة قيمة المتسعة .

جدول 3 –1

CODE / Marking	µF microfarads	nF nanofarads	pF picofarads
1RO	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 مضروبا بالرقم الثالث والذي يعني عدد الأصفار ففي سبيل المثال) 303(يعني (pF 001 = 10×01) والرقم (401) يعني (pF 10000=100000×01) وهكذا .إما الحروف المطبوعة بعد الأرقام الثلاثة فتدل على نسبة السماح 30% أو 1% أو 3% 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 (301 K) هي (pF 1000 = 10000×10(ونسبة السماح هي 10% وقيمة المتسعة (104M) هي (nF 001= 10000×01) ونسبة السماح هي 10%،وتطبع أشرطة ملونة على المتسعات في بعض الأحيان وكثيرا ما نجدها على متسعات البولوستر وتقرأ كما مر ذلك في قراءة المقاومات الملونة وبوحدة البيكوفاراد 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

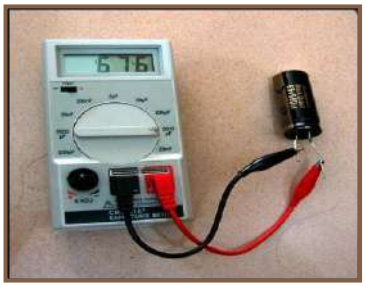
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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 .

خطوا ت العمل

1- حدد أنواع المتسعات الموضحة بالشكل الآتي:

2- باستخدام جهاز الافوميتر التناظري افحص المتسعة الكيمياوية 16V / µF 100.
3- من صندوق المتسعات اقرأ متسعة قيمتها 1500 PF
4- من صندوق المتسعات اقرأ متسعة قيمتها µF 50 .
5- اقرأ متسعة مطبوع عليها (501) وأخرى مطبوع عليها(101). قارن بين القراءة النظرية والعملية.
6- باستخدام جهاز الأفوميتر الرقمي احسب قيمة متسعة كيمياوية.
7- لقياس وفحص المتسعات استخدم جهاز
(Equivalent Series Resistance) ESR 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 .

9- في الشكل المجاور متسعات تالفة، كيف يمكنك تشخيصها بدون استخدام أجهزة القياس وباستخدام الافوميتر الرقمي

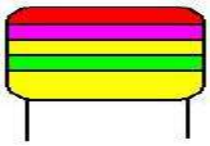
10- لقياس وفحص المتسعات ذات القيم الصغيرة يستخدم ESR And Low Ohm Meter.

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

نشاط

أولا – كيف يتم فحص المتسعات المتغيرة الآتية ؟

ثانيا : ما هي قيمة المتسعة بالألوان .



التمرين الثاني

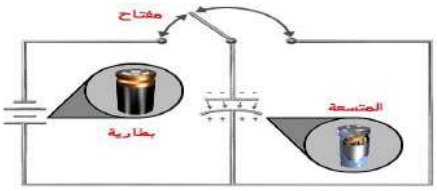
شحن وتفريغ المتسعة Charging and Discharging Capacitor

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 كاربونية 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.

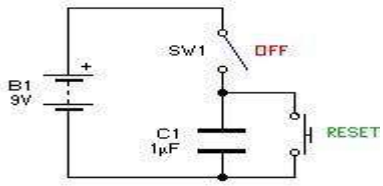


2- افصل المتسعة وسجل قيمة الفولتية باستخدام الفولتميتر .

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 .

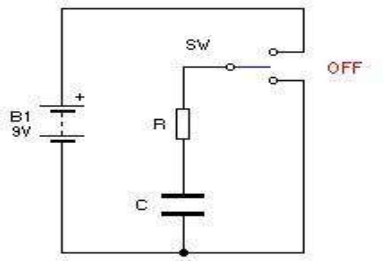


6- اغلق المفتاح SW_1 واقرأ الفولتية على طرفي المتسعة باستخدام الآفوميتر الرقمي .

7- اضغط على المفتاح (RESET) ثم سجل الفولتية على طرفي المتسعة. علل سبب ذلك

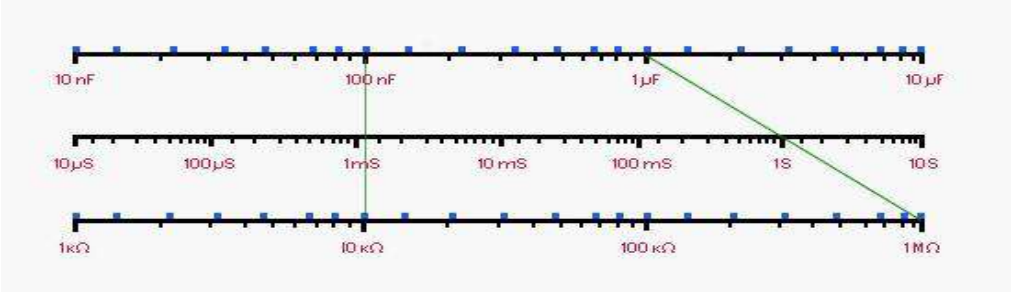
8- ضع متسعة 10 μF بدل المتسعة 1 μF وقم باعادة التمرين. قارن بين الحالتين وعلل ذلك .

9- ضع مقاومة (1 kΩ) بالتوالي مع المتسعة لزيادة زمن الشحن وزمن التفريغ لأن المقاومة ستقلل من تدفق التيار ويدعى هذا بزمن التاخير (Time Delay) وقم بإعادة التمرين وسجل ملاحظاتك. استعن بالشكل الآتي:

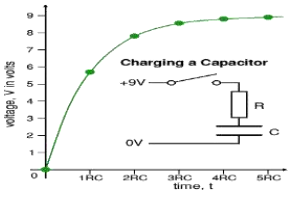


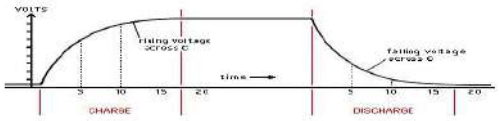
10- بسبب وجود المقاومة مع المتسعة يسمى حاصل ضربهما بثابت الزمن (Time Constant)

RC وحدة قياسه الثانية عندما تكون قيمة المتسعة بالمايكروفاراد والمقاومة بالميكااوم ويستغرق ثابت الزمن لشحن المتسعة $\frac{2}{3}$ من فولتية المصدر وهذا ينطبق خلال تفريغ المتسعة وللدقة في الحساب تعتبر نسبة السماح لقيمة المتسعة 10% وللمقاومة 1%. 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

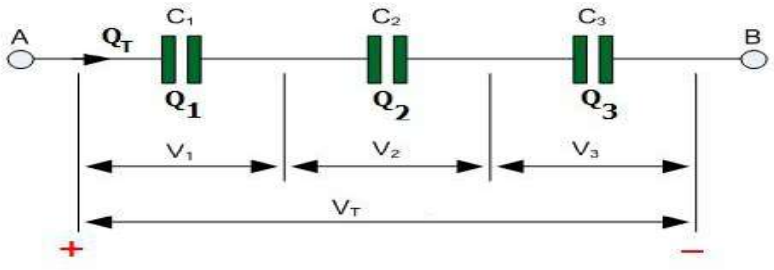
1 - جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2 - متسعات كيمياوية مختلفة السعة والفولتية.
3 - مجهز قدرة (0 – 12) V.
4 - حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
5- لوحة توصيلات Breadboard .

خطوات العمل

1- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الآتي والمكونة من ثلاث متسعات موصلة على التوالي على لوحة التوصيل (Veroboard). اذا شحنت هذه المتسعات إلى شحنة قدرها Q فإن اللوح المتصل مع B للمتسعة C_3 ينشحن 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 عمليا إن الفولتية الكلية تساوي مجموع الفولتيات على المتسعات

C_1= 4.7 µF/25V, C_2=10 µF/16V,C_3=100 µF /50V

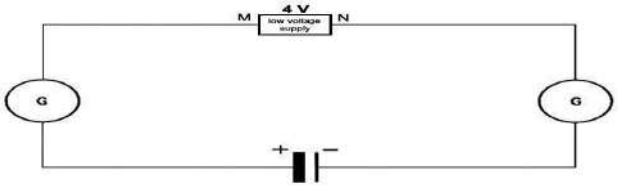


2- باستخدام جهاز LCR قس قيمة كل متسعة والمتسعة الكلية .

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

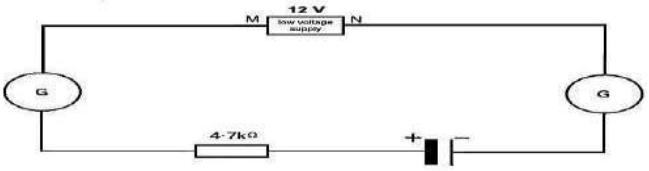


5- ضع سلك بين الطرفين M و N لتفريغ المتسعة .

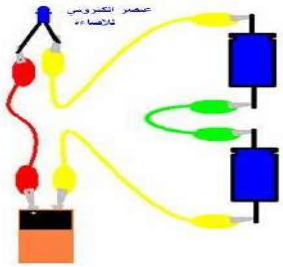
6- ضع متسعة 470 µF / 50V بالتوالي مع الدائرة أعلاه وقم باعادة التمرين .

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

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



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



التمرين الرابع

توصيل المتسعات على التوازي Capacitors in Parallel Connection

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

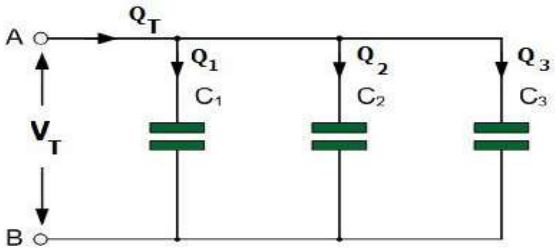
1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.
2 - متسعات كيمياوية مختلفة السعة والفولتية .
3 - مجهز قدرة (0 – 12) V.
4 - حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.
5- لوحة توصيلات Breadboard .

خطوات العمل

1-نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الآتي والمكونة من ثلاث متسعات موصلة على التوازي على لوحة التوصيل (Veroboard). اذا 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 الثلاث

المتسعات

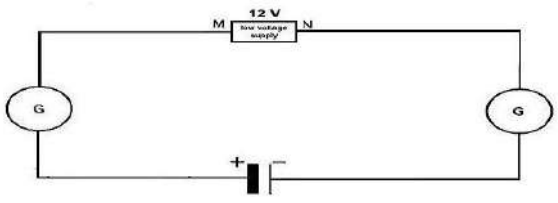
C_1= 4.7µF/ 16V, C_2=6.8µF / 16V ,C_3=10µF/16V



2- تأكد من فحص المتسعات باستخدام جهاز الآفوميتر التناظري ،اقرأ قيمة كل متسعة باستخدام جهازRLC. سجل قيمة السعة الكلية عمليا 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

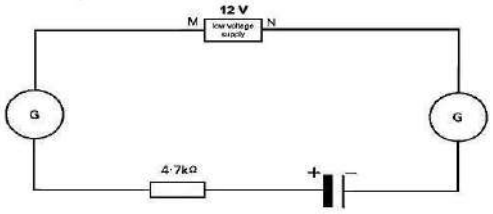


4- ضع سلك بين الطرفين M و N لتفريغ المتسعة .

5- ضع متسعة 1000µF / 50V بالتوالي مع الدائرة أعلاه وقم باعادة التمرين .

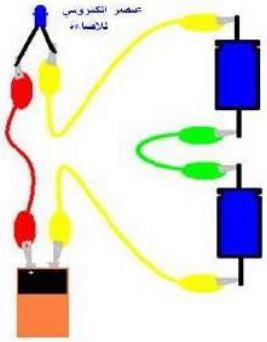
6- قم بتفريغ المتسعات وجهز الدائرة بفولتية 12V وأعد التجربة .

7- نفذ الدائرة الموضحة أدناه عمليا وأعد التمرين. قيمة المتسعة µF / 50V3000 ضع متسعة ثانية بالتوالي 1000µF / 50V



نشاط

نفذ عمليا الدائرة بالشكل المجاور، ولاحظ شدة الاضاءة،فولتية البطارية 3V،وقيمة كل متسعة 10µF/16V



التمرين الخامس

Capacitors in Compound Connection)
توصيل المتسعات المركب (المختلط)

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز آفوميتر تناظري.

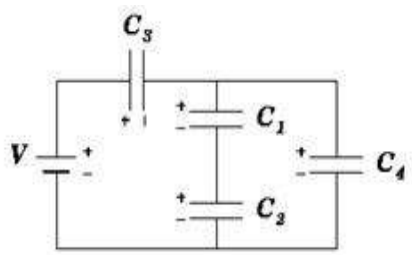
2- - متسعات كيمياوية مختلفة السعة والفولتية .

3 - مجهز قدرة V (12 – 0).

4 - حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل

5-لوحة توصيلات Breadboard .

خطوات العمل



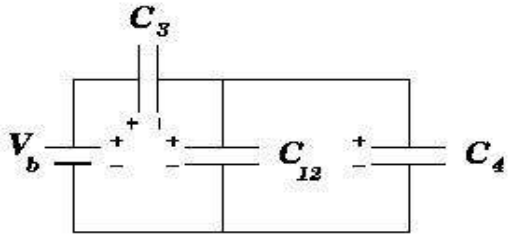
1- الدائرة الموضحة بالشكل المجاور مكونة من أربع متسعات موصلة بالتوالي والتوازي) توصيل مركب(المطلوب تبسيط الدائرة لحساب السعة الكلية. استخدم جهاز RLC لقياس C_{12} أي C_1 و C_2 بالتوالي وقارن حساباتك العملية والنظرية .

C_1= 20µF , C_2= 5µF , C_3= 10µF , C_4= 6µF

$$\frac{1}{C12} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} = \frac{1}{20} + \frac{1}{5}$$

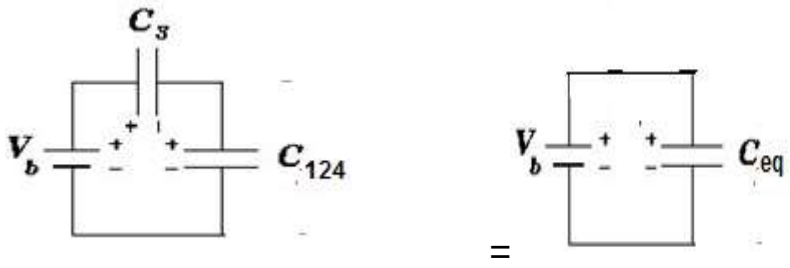
C_{12} =4µ*F*

2- قارن قيمة C_{124} بالقياس عمليا .



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

3- أوجد السعة الكلية المكافئة(Ceq) واثبت ذلك بالقياس .



$$\frac{1}{Ceq} = \frac{1}{C3} + \frac{1}{C124} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

C_{eq} =5µ*F*

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

1 – ضع متسعة µF30 بالتوازي مع C_1 ونفذ عمليا التمرين من جديد.

نشاط

دون في جدول قيم المتسعات القياسية المصنعة من قبل الشركا

اسئلة الفصل الثالث

1 – عدد انواع المتسعات ؟ عرف ثابت الزمن؟

2- اشرح مع الرسم توصيل المتسعات على التوالي.

3- اشرح مع الرسم توصيل المتسعات على التوازي .

3- عرف الفاراد،ما هي العلاقة بين السعة والفولتية والشحنة؟

5- كيف يتم فحص المتسعة؟ وضح بالتفصيل.

6- ماهي مميزا توصيل المتسعا على التوالي؟

7- ما هي مميزا توصيل المتسعا على التوازي؟

8- اشرح كيفية قراءة قيمة المتسعا الملونة؟

9- اشرح مع الرسم عملية شحن المتسعة .

10- اشرح مع الرسم عملية تفريغ المتسعة .

الفصل الرابع

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 اضاءة المصابيح وتشغيل الأجهزة الكهربائية المتعددة مثل جهاز التلفاز والثلاجة والحاسوب.)، 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 التاسيسات الكهربائية .

شكل (4 – 2) مفاتيح كهربائية

المفداتيح الميكانيكية والكهربائية والإلكترونية والضوئية تعمل على فتح وغلق الدائرة أو مسار لتوصديل الطاقة من أحد أجزاء الدائرة إلى الأجزاء الأخرى، فالمفتاح إذا 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 مفصلية وتعمل بالضغط مختلفة الأنواع.

4 - مجهز قدرة (0 – 12) V .

5- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل

6- لوحة توصيلات Breadboard .

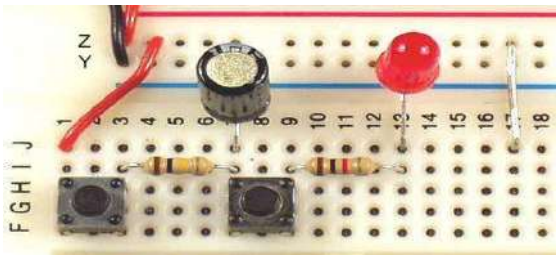
خطوات العمل

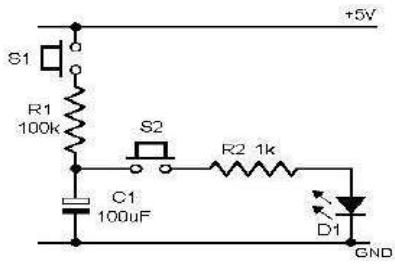
1- باستخدام اجهزة الافوميتر تأكد من عمل المفتاح المفصلي الكهربائي ولاحظ الشكل الآتي، حدد نقاط التوصيل الداخلة والخارجة

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 الافوميتر تأكد من عمل المفتاح الذي يعمل بالضغط ولاحظ الشكل الآتي، حدد نقاط التوصيل الداخلة والخارجة .

4- نفذ التمرين الآتي عمليا . 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 الادوار Rotary Switch ومفتاح القصابة 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.

4 - مجهز قدرة (0 – 12) V.

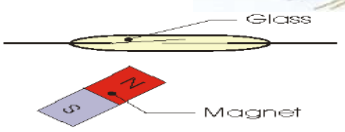
5 - حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل.

6- لوحة توصيلات Breadboard .

خطوات العمل

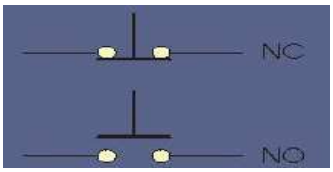
1- باستخدام أجهزة الافوميتر تأكد من عمل المفتاح الدوار ولاحظ الشكل الآتي، حدد نقاط التوصيل الداخلة والخارجة، المفتاح الدوار نوع من المفاتيح الكهربائية تستعمل في الدوائر التي تحتوي على أكثر من حالة تشغيل مثلا عند تحديد ثلاثة سرع مختلفة للمروحة الكهربائية.

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 جدا 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 NO و NC كما موضح بالشكل الآتي، تتبع عدد من هذه المفاتيح وحدد هذه النقاط .



Normally Closed -NC

Normally Open -NO

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

نشاط

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

التمرين الثالث

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

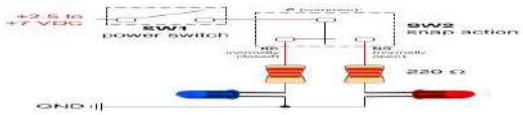
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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

خطوا ت العمل

1- باستخدام أجهزة الافدوميتر تأكدد من عمل مفتداح الحركدة السدريعة (Snap Switch) لاحدظ الشدكل الآتي، حدد نقداط التوصديل الداخلة والخارجة) .إن عمدل مفتداح (Snap) يشدبه فدي الواقدع مفتداح كهربدائي يعمل بالضغط (Pushbutton) بحيث يتحسس زر الغلق بوساطة تاثير العتلة (Lever).

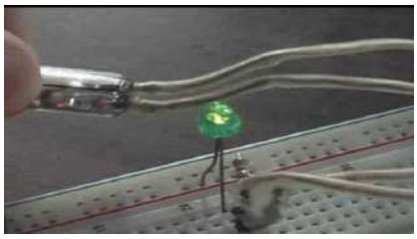
2- للمفتاح Snap أشكال مختلفة موضحة بالشكل الآتي، ميز بينها وتأكد من عملها باستخدام الافوميتر.



3- نفذ الدائرة الكهربائية لتشغيل عنصري إضاءة باستخدام المفتاح Snap مستعينا 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 بسهولة .



نشاط

لديك مفتاح امالة زئبقي ومصباح 3V ومقاومة 100 Ω نفذ دائرة علمية لتشغيل المصباح واطفائه على لوحة التوصيلات

التمرين الرابع

التدريب على استخدامات المرحلات (Relays)بانواعها في الدائرة الكهربائية

الاجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين:

1- جهاز افوميتر رقمي،جهاز افوميتر تنظاري
2- مصابيح انارة،مرحلات مختلفة.
3- جهز قدرة V (30 - 0 - 03). ومجهز قدرة للتيار المتناوب.
4- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل .
5-لوحة توصيلات Breadboard .

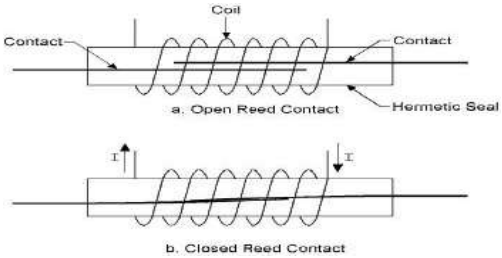
خطوات العمل

1- المرحلات : هي مفاتيح يتم تفعيلها كهربائيا وتوجد ثلاثة أنواع من المرحلات منها المرحلات الميكانيكية

(Mechanical Relaies) 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 (40- 2) ولكونها بطيئة الاستجابة وهذا حال غالبية الأنظمة الميكانيكية بشكل عام, فتستخدم لفترات زمنية للتوصيل والقطع طويلة نسبيا من 100 ms(- 01))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 التيارالكهربائي 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 – 5.0) ومن أنواع المرحلات القصبية نوع SPST فقط.

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

وتسمى أيضا 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 المرحلا على أساس حجمها ومن هذه الأنواع

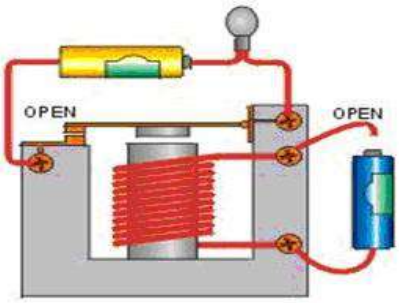
أ- المرحلات الصغيرة

تصمم لتوصيل وفصل التيارات الكبيرة نسبي ا ، تعمل ملفاتها بجهد مستمر) DC(أو بجهد متناوب)AC(. القيم النموذجية لجهود التفعيل المستمرة) DC(هي) 42 ،21 ،6(فولت ،إما مقاومات ملفات المرحلات فهي على الترتيب Ω (056 ،061 ،40(، وبالنسبة للمرحلات المتناوبة) AC(فجهود تفعيلها 240(V ،022 ،110(، ومقاومات ملفات المرحلات على الترتيب Ω)3400-13600(. تتراوح سرعة الفتح والغلق في هذه المرحلات بين 100 ms(– 10(إما تيارات نقاط التماس فتتراوح بين A)40 - 1 (.

ب- المرحلا ت الدقيقة

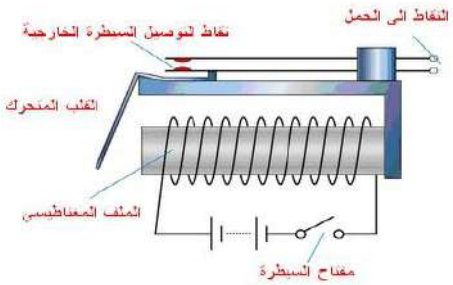
تصمم من أجل حساسية أعلى ومستويات تيار أقل من المرحلات الصغيرة وتعمل هذه المرحلات بجهد مستمر ولكنها يمكن أن تستخدم للتوصيل والفصل في دوائر التيار المتناوب وتعمل بفولتيات مستمرة هي (V24، 21، 6، 5) ،وتتراوح مقاومات ملفاتها بين Ω (3000 ،50).

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 عمليا 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 .

3- ارسم دائرة كهربائية توضح استخدام المفتاح المفصلي.

5- كيف يعمل مفتاح القصبة المغناطيسية .

6- ماهي مميزا مفتاح الامالة الزئبقي؟ اعط تطبيق عملي لذلك .

7- ما هي مميزا المرحلا الدقيقة؟

8- اشرح مع الرسم المرحلا الميكانيكية؟

9- وضح استخدام المرحلا الصغيرة .

12- 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

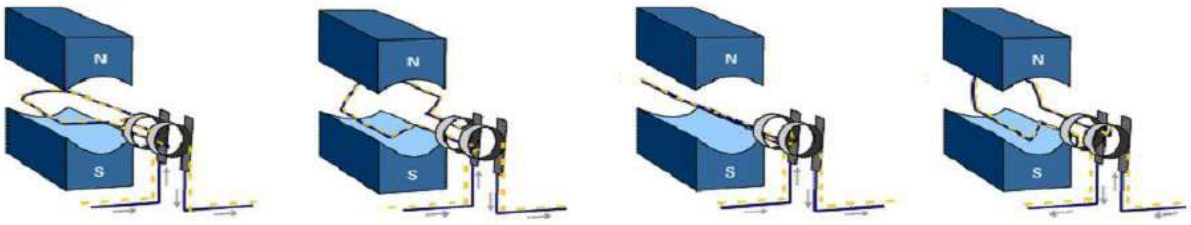
دوائر التيار المتناوب

ALTERNATING CURRENT CIRUITS

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 – 1 تولد فولتية متناوبة

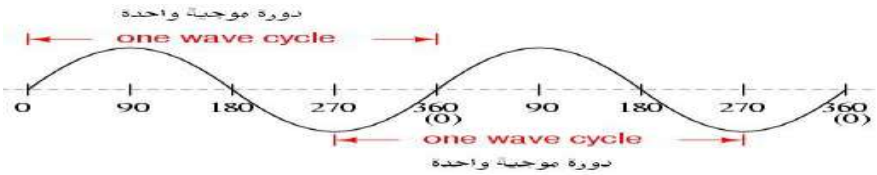
تعتمد الفولتية المتولدة على

1- سرعة قطع الحلقة للمجال المغناطيسي.

2- شدة المجال المغناطيسي.

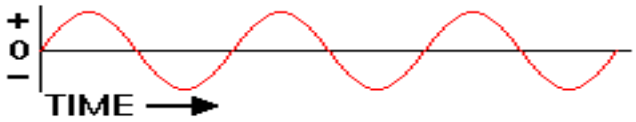
2- طول السلك (الحلقة)

دورة واحدة للحلقة تولد ذبذبة واحدة للفولتية المتناوبة. الفولتية المتناوبة تولد تيارا متناوبا ، تدفق)Flow(الإلكترونات يبدأ من الصفر ويزداد إلى القيمة العظمى ثم يقل إلى الصفر من جديد وينعكس هذا التدفق فيزداد بالإتجاه المعاكس ويعود إلى الصفر مرة أخرى، تعاد هذه الذبذبة لحين توقف التدفق والشكل (5 – 2) يوضح موجة كهربائية تدعى بالموجة الجيبية.



شكل (5 – 2) تكرار تذبذب الموجة الجيبية

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



شكل (5 – 3)موجة جيبية

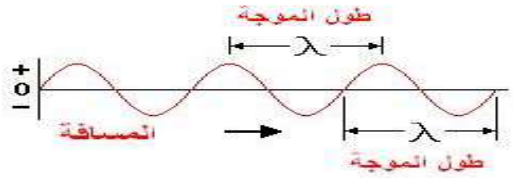
عدد الفترات أو الذبذبات في الثانية الواحدة تسمى بالتردد)Frequency(ويرمز له f. وحدة قياس التردد هي الهرتز Hertz ويرمز له Hz نسبة إلى العالم الفيزيائي – Heinrich Hertz 1894 1857، فإذا كان التردد f =50 Hz يعني وجود 50 ذبذبة في الثانية.

$$T = \frac{1}{f}$$

تتغيرموجة التيدار المتناوب مدع الدزمن لدذلك نحتداج فدي بعدض الأحيدان معرفدة مسدافة الذبذبدة الواحددة للموجة، وتتحرك الإشارات الكهربائية عبر الأسلاك بسرعة الضوء تقريبا وهي m/s)10^8×
1 (ويرمز لها بالحرف (C) وكما نعلم إن تردد الموجة (f(بالهرتز (Hz) أو ذبذبة / ثانية ومدن قسدمة c / f نحصدل على مقدار بالوحدة)متر(الذي نريد معرفته وهو طول الموجة ويرمز له بالحرف الإغريقي (λ) (لمدا).

λ= c/ f

نلاحظ إن طول الموجة يشبه كثيرا الوقت T عدا إن وحدة قياس طول الموجة هي وحدة مسدافة 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 .

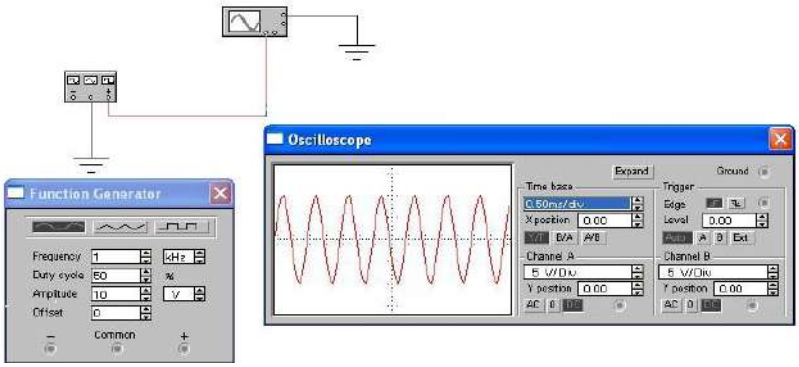
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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

خطوات العمل

1 - باستخدام أجهزة الافوميتر تأكد من صلاحية المقاومات.

2 - نفذ الدائرة الآتية عمليا على لوحة التوصيلات.



3- سجل مقدار كل من Vp , vpp , T , f.

4- ضع موجة جيبية القيمة العظمى 10 فولت والتردد 30 كيلو هرتز .

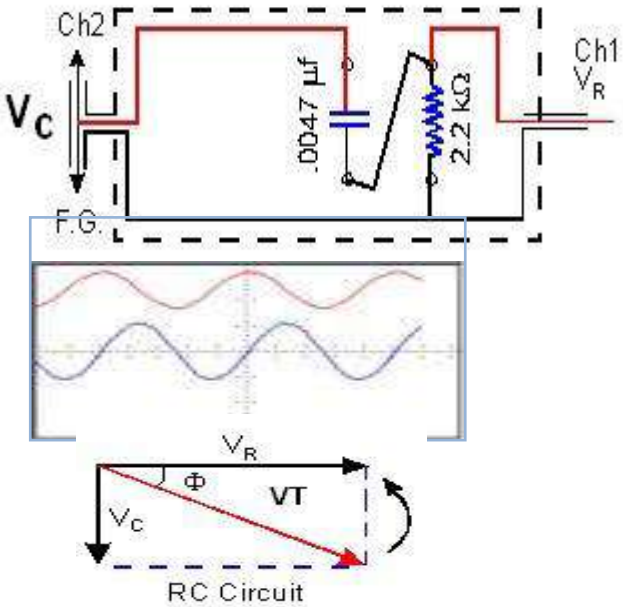
5- تأكد من القيمة الفعالة r. m. s بتحويل المفتاح من GN إلى DC لجهاز راسم الإشارات .

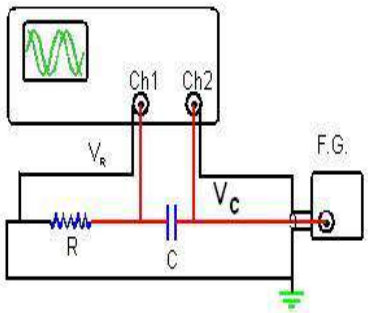
القيمة الفعالة للفولتية $r.m.s = VP \times 707.0$

6- احسب معدل القيمة الموجة الجيبية.

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 وهذا يمثل فرق الطور بين الموجتين .

11- ارسم الشكل الاتجاهي بين فولتية المقاومة وفولتية المتسعة.

12- بتطبيق قانون فيثاغورس أوجد الفولتية الكلية V_T.

$$V_T = \sqrt{V_C^2 + V_R^2}$$

31- قم باعادة التمرين بتغيير تردد الموجة الداخلة من 1 kΩ إلى 10 KΩ.

34- احسب الممانعة السعوية Xc عندما يكون تردد الموجة الداخلة 1 kΩ.

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

31- احسب الممانعة الكلية Z بالاستعانة بالقانون التالي:

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

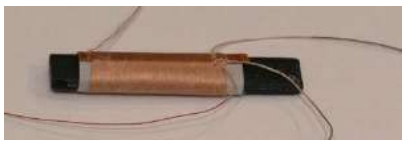
نشاط

اثبت ان 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 التيارالمتناوب ويرمز له ⎓ بشكل عام. والمحاثة هي L وتقاس بالهنري) Henry،H(نسبة إلى العالم] JOSEPH HENRY 1797 -1818[، لاحظ الشكل(5 – 5).

ملف ذو قلب معدني

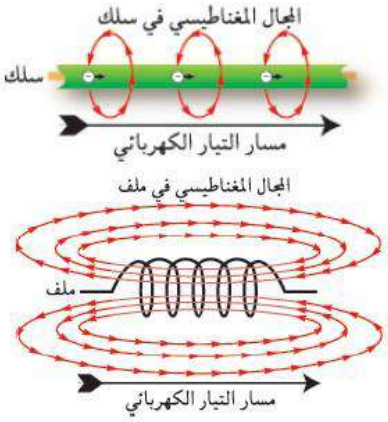


ملف ذو قلب فراي

ملف ذو قلب هوائي

شكل(5 – 5)أنواع متنوعة من الملفات

عندما يتدفق التيار خلال سلك بطول معين أو ملف يتولد مجالا مغناطيسيا 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 الالوان 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 بالمايكروهنري 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

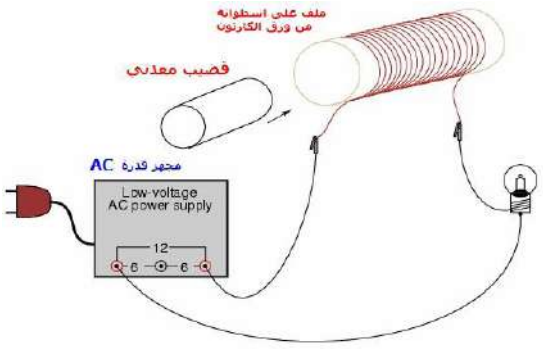
دوائر التيار المتناوب – دائرة توالي مكونة من مقاومة وملف .

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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

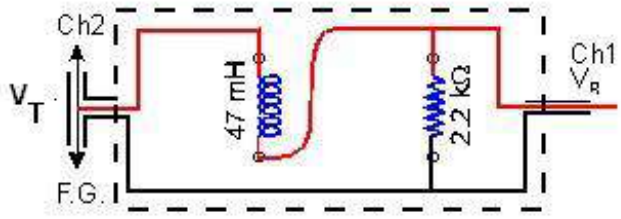
خطوات العمل

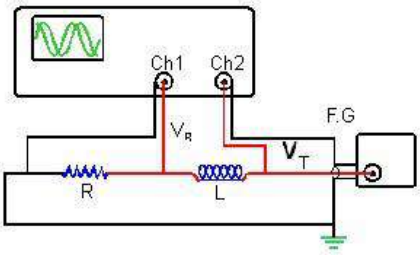
1 - باستخدام أجهزة الافوميتر تأكد من صلاحية المقاومات والملفات. أقرأ قيمة الملفات.
2- لديك مجموعة من الملفات، كيف يمكنك التمييز بينها، دون ذلك مع رسم رمز كل منها ونوع الاستخدام. استعن بمدرس المادة.

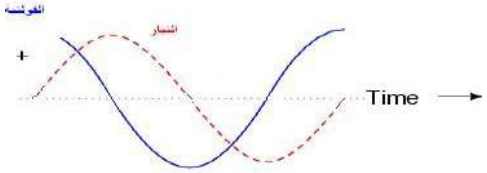


3-- على قطعة كارتون على شكل أسطوانة، اصنع ملف من 10 لفة ونفذ الدائرة التالية. غير مجهز القدرة AC من V (0 – 6) ادخل القلب الحديدي وسجل الظاهرة .

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







5- ارسم شكل الموجة على طرفى كل من المقاومة والملف.
6 - يأخر التيار عن الفولتية فى الملف .
7- احسب عدد الخطوط الصغيرة على الاحداثى السينى)التقسيمات(بين الموجتين وهذا يمثل فرق الطور بين الموجتين .
8- بتطبيق قانون فيثاغورس أوجد الفولتية الكلية V_T

$$V_T = \sqrt{V_L^2 + V_R^2}$$

9- قم باعادة التمرين بتغيير تردد الموجة الداخلة من 1 kHz إلى 10 kHz.

10- احسب الممانعة الحثية X_L عندما يكون تردد الموجة الداخلة 1 kHz.

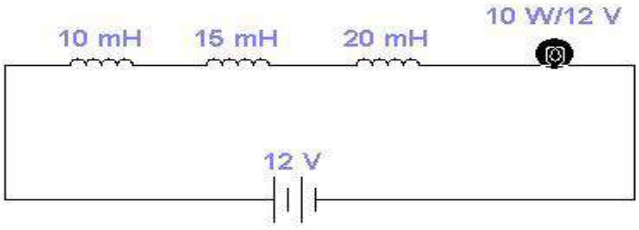
$$X_L = 2\pi fL$$

11- احسب الممانعة الكلية Z بالاستعانة بالقانون التالي:

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

نشاط

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



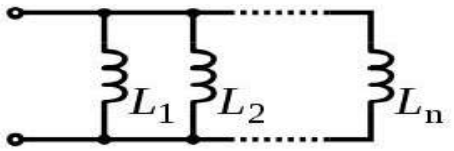
$L_t = L_1 + L_2 + L_3$

2- إبن عمليا 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 الاميتر وقس قيمة كل ملف بوساطة جهاز RLC واوجد 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:

1500 mH, 1200 mH, 90 mH, 500mH

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)

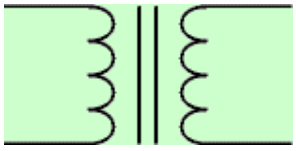
المحولة: عبارة عن وسيلة لرفع أو خفض قيم معينة من الفولتية أو التيار أو القدرة حسب نوع المحولة.

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 الإبتدائي حسب الحاجة ونوع الإستخدام، 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 كهربائيا 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 وايجاد نسبة التحويل

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

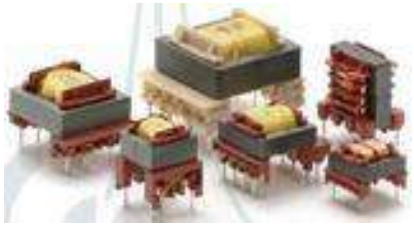
1- جهاز آفوميتر رقمي، جهاز راسم إشارات، جهاز مولد دالة F.G.
2- محولات كهربائية رافعة وخافضة (محولات قدرة) .
3- حقيبة أدوات إلكترونية وأسلاك توصيل .
4-لوحة توصيلات Breadboard .

خطوا ت العمل

1- افحص المحولة بجهاز الأوميتر وميز بين المحولة الرافعة والمحولة الخافضة عملي ا .

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 مثلا) والتي تستخدم في الأجهزة الصوتية تصنع من قلب من برادة الحديد أو الفرايت والتي توضع بين السماعة ومكبر الخرج للصوت ومحولة القيادة عمليا (تكون مقاومة الملف الثانوي لمحولة الخرج أقل من مقاومة الملف الثانوي لمحولة القيادة).



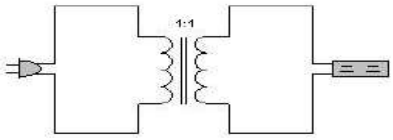
3- باستخدام الفولتميتر افحص المحولة 220V/6V .

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

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

5-اقرأ مقاومة الملف الابتدائي والثانوي لمحولة نسبة التحويل فيها 1:1

6- . سجل مقاومة الملف الابتدائي والملف الثانوي]تدعى هذه المحولات بمحولات العزل وتستخدم للحماية من الصدمة الكهربائية لأن الملف الثانوي يكون معزولا عن الارضي. لاحظ الشكل المجاور .

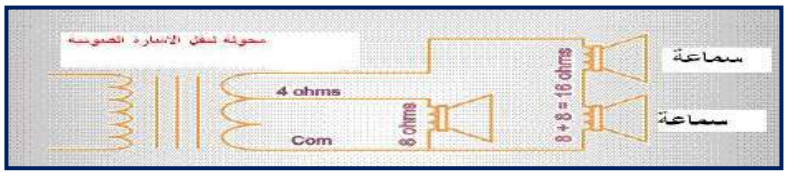


7- نفذ تأسيس محولة عزل في الورشة التي تعمل فيها وتأكد من الفولتيات الداخلة والخارجة بالاستعانة بالمسؤول عن تدريبك .

نشاط

النشاط

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



أسئلة الفصل الخامس

1 - على ماذا تعتمد الفولتية المتولدة من مولد كهربائي؟

2 - ماهو الملف؟ وما وحدة قياسه؟

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

3 - 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 ومم تتكون. وما المقصود بالمحولة المثالية؟

9- عدد طرائق توصيل الملفا . اشرح مستعيناً بالرسم.

12- عرف طول الموجة والتردد للموجة الجيبية .

11- كيف يتم حساب تردد موجة جيبية باستخدام راسم الاشارات .

الفصل السادس

الثنائيات شبه الموصلة Semiconductor Diodes

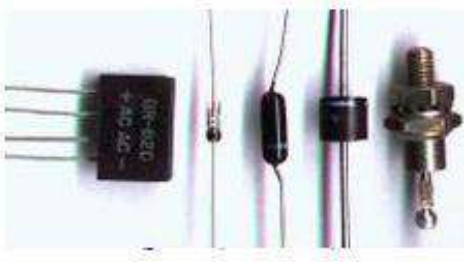
المواد شبه الموصلة Simiconductors

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 والانديوم 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) أنواع 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 شوتكي.

التمرين الأول

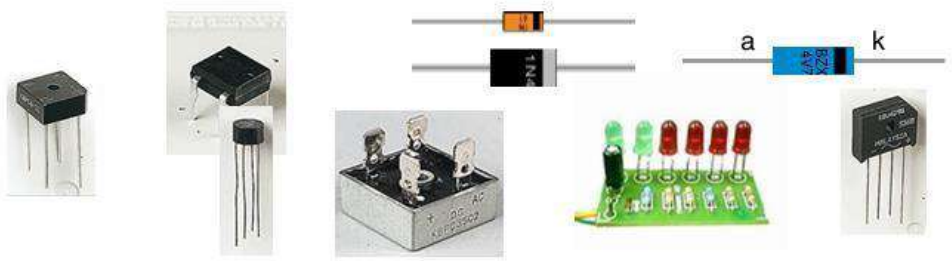
الانحياز الأمامي والعكسي للثنائي

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

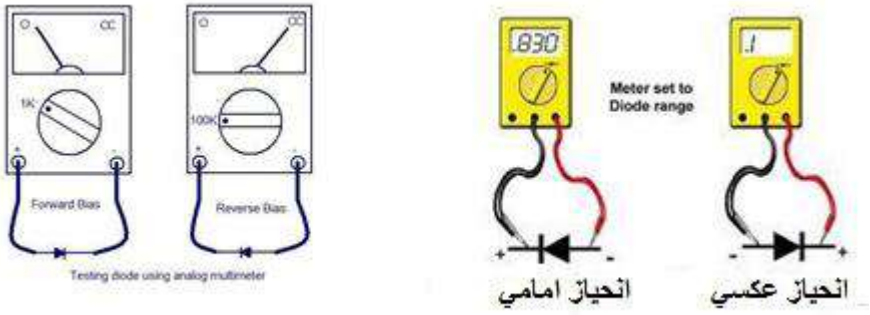
1- جهاز آفوميترتناظري (Analog) ، جهاز آفوميتر رقمي(Digital).
2- مجهز قدرة V(12 – 0).
3- ثنائيات مختلفة، مقاومات كاربونية مختلفة.
4-لوحة توصيلات لوحة تنفيذ التمارين (Breadboard) .
5-حقيبة أدوات إلكترونية.

خطوات العمل

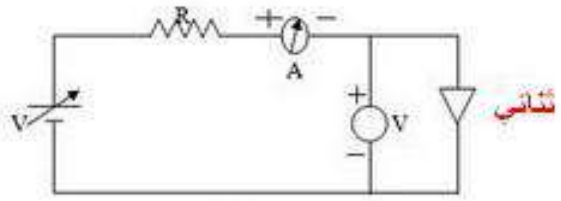
1- حدد أنواع الثنائيات الموضحة بالشكل الآتي. استعن بمدرس المادة



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



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



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

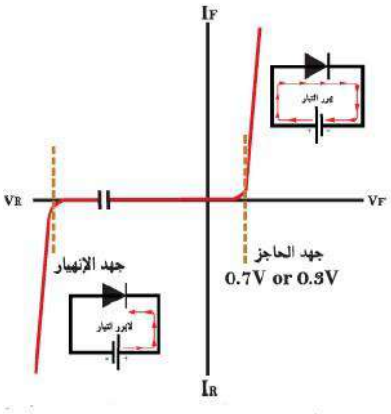
5 - دون نتائجك في جدول كما موضح أدناه.

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 (0 – 30)V لكل خطوة 5V .

اقرأ تيار الثنائي في كل خطوة ودون نتائجك في جدول.

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



نشاط

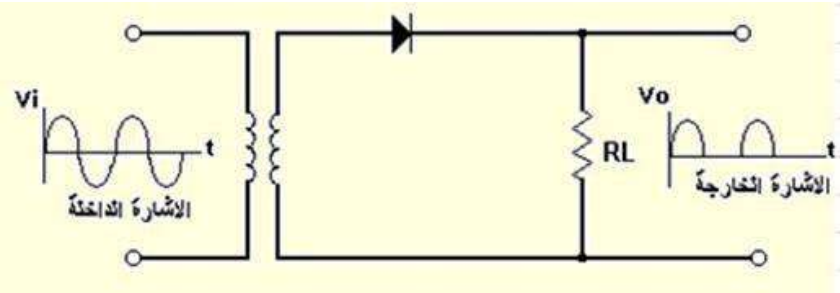
دون أرقام الثنائيات المتوفرة في الورشة واذكر ماذا تعني الارقام والحروف عليها.

التمرين الثاني

تقويم نصف الموجة والموجة الكاملة Half Wave&Full Wave Rectifier

دائرة تقويم نصف موجة:

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



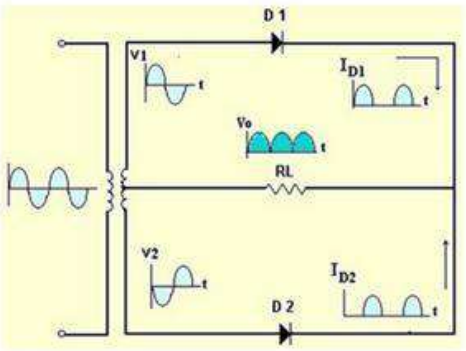
شكل (6 – 2) تقويم نصف الموجة

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 الجيبية. 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 عكسيا 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 .

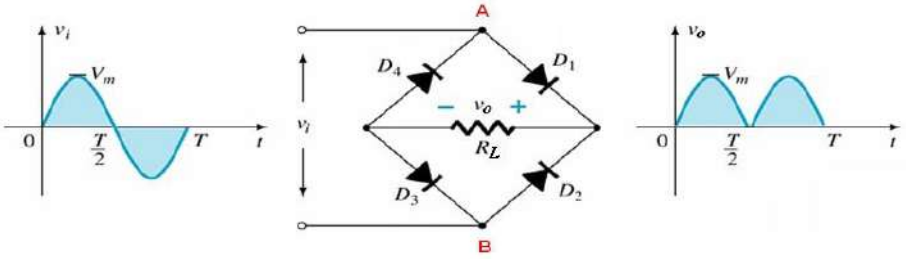
دائرة تقويم الموجة الكاملة

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. ويميزهذه 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).

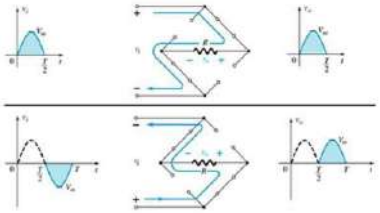


شكل(6 – 3) تقويم موجة كاملة



شكل (6 – 4) دائرة تقويم قنطرة

عندما يكون جهد النقطة A موجبا بالنسبة إلى النقطة B يسري التيار من A خلال الثنائي D_1 إلى مقاومة الحمل R_L ويكمل دورته راجعا 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 راجعا 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)

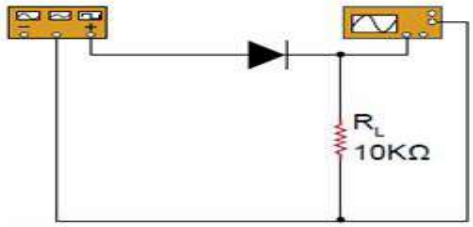


شكل (6 –5) سريان التيار خلال الحمل لتقويم قنطرة

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.

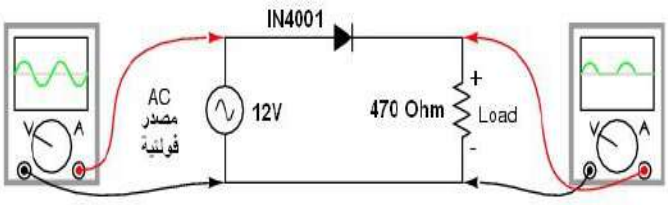
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

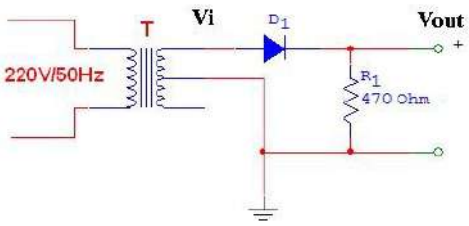
1- جهاز آفوميتر تناظري (Analog) ، جهاز آفوميتر رقمي((Digital).
2- عدد من ثنائيات تقويم، مقاومات كاربونية مختلفة .
3- لوحة توصيلات لوحة تنفيذ(Breadboard)
4- محولة 220V/6V مع نقطة وسطية ، محولة 220V/12V .
5- حقيبة أدوات إلكترونية.
6- مولد دالة وجهاز راسم الإشارات.



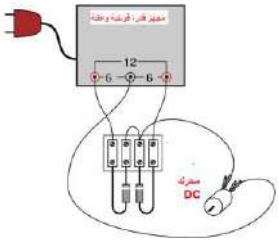
خطوا ت العمل

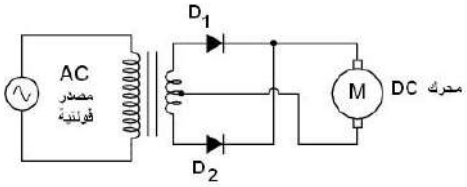
1- افحص الثنائي باستخدام أجهزة الافوميتر.
2- نفذ الدائرة الإلكترونية لتقويم نصف الموجة والموضحة في الشكل المجاور.
3- قم باختيار موجة جيبية $2V_{PP}$/1 kHz من مولد الدالة .
4- ارسم شكل الإشارة الداخلة باستخدام راسم الإشارات. اقرأ الفولتية والزمن للموجة ثم احسب التردد.
5- ارسم شكل الإشارة الخارجة باستخدام 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

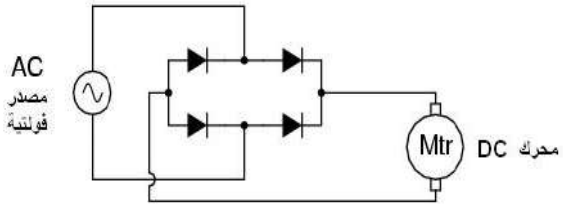


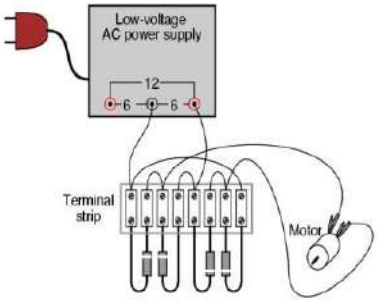


8- قم بتنفيذ التمرين من جديد وضع مقاومة حمل 1 kΩ بدل المقاومة Ω 470 قارن مع التمرين السابق .
9- اقلب اتجاه الثنائي وقم بإعادة التمرين وارسم شكل الإشارة الخارجة على الحمل .
10- نفذ دائرة تقويم الموجة الكاملة على لوحة التوصيلات والموضحة بالشكل الآتي: أرقام الثنائيات IN4001 أو ما يكافئها.
11-بأستخدام الافوميتراقرأ الفولتية المتناوبة الخارجة من مجهز القدرة
12-اقرأ الفولتية على طرفي المحرك.
13-نفذ الدائرة الموضحة بالشكل الاتي



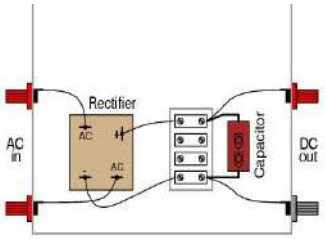






14- ارسم شكل الإشارة الخارجة من دائرة تقويم موجة كاملة باستخدام

15 - بدلامن استخدام اربعة ثنائيات نفذ بناء تقويم موجةكاملة



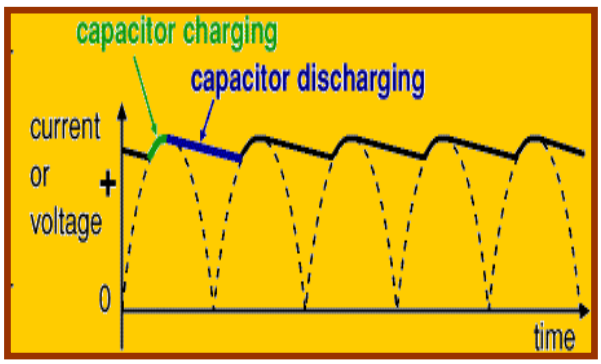
وحدة قنطرة كما في الشكل المجاور وسجل الفولتية الداخلة والخارجة ،
قيمة متسعة الترشيح 100µF/50V

16- ارسم شكل الإشارة الخارجة قبل وبعد وضع متسعة الترشيح .

17- ضع متسعة كيماوية مقدارها 1000 µF بدلا من المتسعة 100µF
وقارن بين الحالتين باستخدام أجهزة القياس والفحص.

راسم الإشارات .

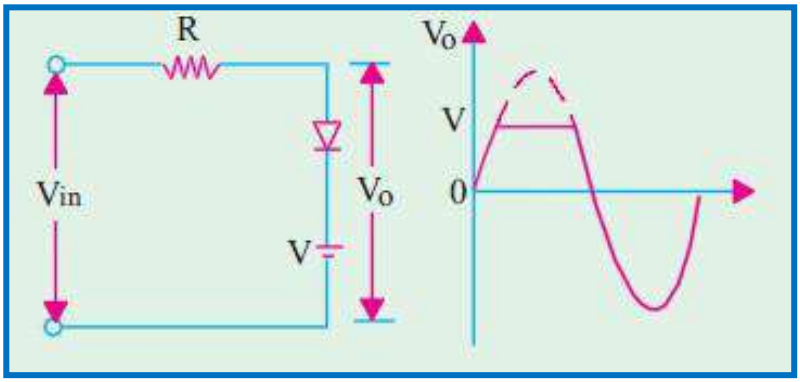
اثبت عمليا باستخدام راسم الإشارات لتوضيح الأنصاف السالبة للموجات لتقويم نصف الموجة والموجة الكاملة.



التمرين الثالث

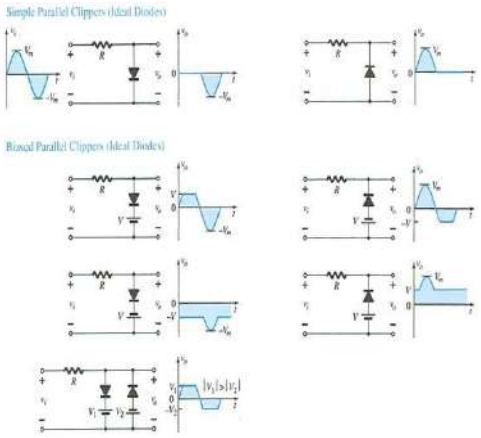
دوائر التقليم Clipping Circuits

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 منحاز ا عكسيا بسب توصيل الكاثود إلى القطب الموجب للبطارية V، لذلك يكون الثنائي في حالة قطع طالما تكون فولتية موجة الإدخال Vin أقل من V فلا يتغير شكل الموجة الداخلة في الخرج، وعندما تزداد الفولتية Vin عن V ينحاز الثنائي انحيازا أماميا



شكل (6 – 6) دائرة تقليم باستخدام الثنائي

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

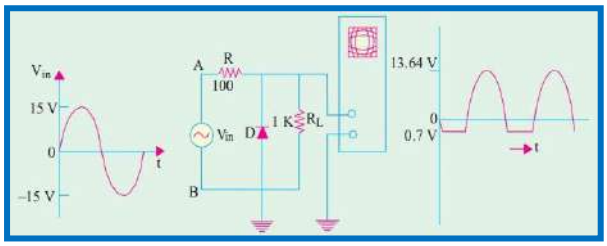


شكل (6 – 7) دوائر التقليم المختلفة

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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

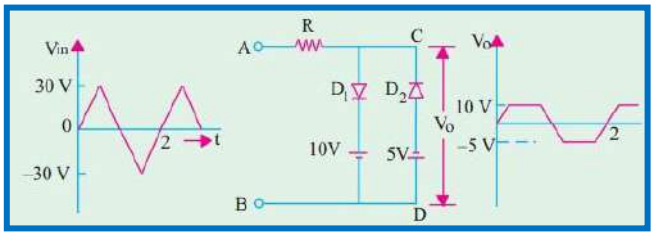
خطوا ت العمل



1- افحص الثنائي باستخدام أجهزة الافوميتر .
2- نفذ الدائرة الإلكترونية للتقليم والموضحة في الشكل المجاور(الثنائي من السيليكون وليس مثاليا)

.

3- نفذ الدائرة الموضحة بالشكل أدناه. ارسم شكل الموجات الداخلة والخارجة باستخدام جهاز راسم الإشارات. اقرأ فولتية الموجة الخارجة. غير قيمة فولتية البطارية 10V إلى 5V وقم بإعادة التمرين.
4- اقرأ فولتية الموجة الخارجة عند تغير قيمة فولتية البطارية 10V إلى 5V وقم بإعادة التمرين.
5- غير الفولتية Vin إلى $10V_{PP}$ وقم بإعادة التمرين .



نشاط

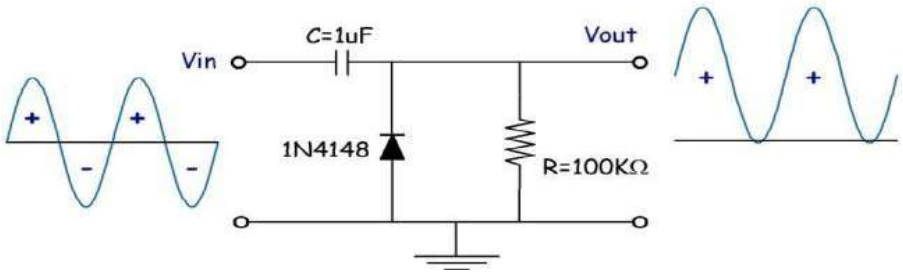
نفذ عمليا دائرة لتقليم النصف الموجب والسالب بأستخدام ثنائي الزينر 12 V

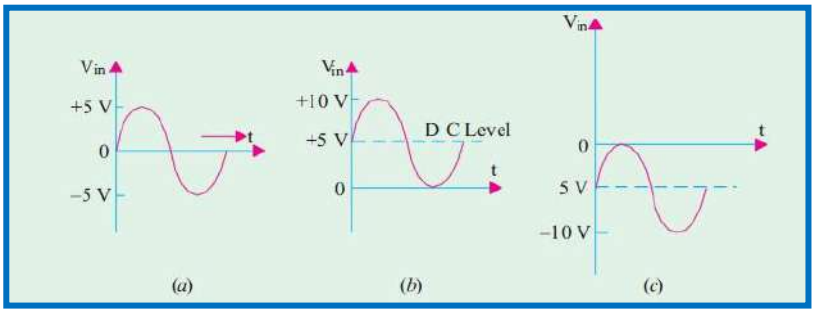
التمرين الرابع

دوائر الإلزام Clamping Circuits

تحتاج بعض الدوائر الإلكترونية إلى إدخال 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 الجيبية تتأرجح بين قيمتين متساويتين موجبة وسالبة 5V ومعدل القيمة هو 0V وهذا يعني أن هذه الموجة لا تحتوي على

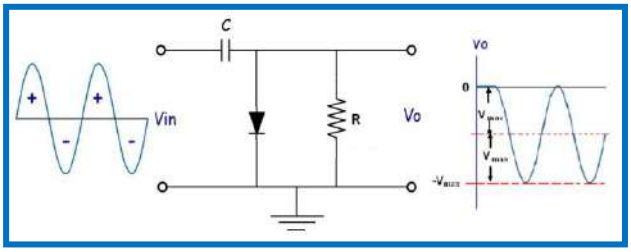
المركبة المستمرة .ونلاحظ في الشكل(6 –8 b) إن الموجة قد قفزت بحيث انطبقت على الإحداثي الأفقي فاكتسبت معدل للمركبة المستمرة قدره 5V ولذلك يمكن القول أن الشكل الموجي الموجب أصبح عند 0V ، يوضح الشكل(6- 8 C) الإلزام للشكل الموجي السالب .





شكل(6– 8)إلزام الموجة الجيبية بالمركبة المستمرة

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



1- الموجة الداخلة موجة جيبيه.

2- تظهر الموجة الخارجة على طرفي الثنائي بالاتجاه الموجب فقط.

3- تحافظ على شكل وسعة الموجة .

شكل(6– 9) دائرة الالزام

ينحاز الثنائي انحيازا أماميا 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 تنشحن إلى القيمة العظمى Vmax، وبعد نهاية الربع الأول من الموجة تبدأ فولتية الإدخال بالهبوط ويصبح الثنائي بالانحياز العكسي وتبقى فولتية المتسعة بالقيمة Vmax والفولتية الخارجة تساوي –Vin (Vmax) في نهاية الربع الأول من الموجة. ومن الشكل نلاحظ إن فولتية موجة الإخراج قد الزمت عند الصفر وتملك قيمة مستمرة وباضافة 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 جيبية 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 كاربونية 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 الافوميتر .

2- نفذ الدائرة الإلكترونية للإلزام والموضحة بالشكل أدناه.الثنائي من السيليكون وليس مثالي ا ، طرف المتسعة السالب موصل مع الثنائي .

3- من مولد الدالة جهز الدائرة بموجة جيبية V_{PP}=4V وبالتردد I kHz.

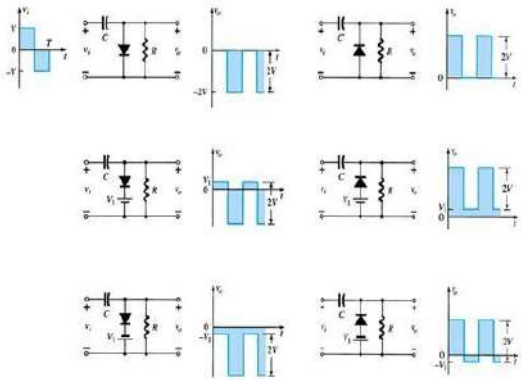
4- ارسم شكل الإشارات الداخلة والخارجة باستخدام جهاز راسم الإشارات.

5- ضع مجهز قدرة بالتوالي مع الثنائي وغير الفولتية من (0- 6)V 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 (0–10)Vpp وقيمة المقاومة R=I kΩ وفولتية التجهيز DC من(0 –6)V، قيمة المتسعة 1µF (لاحظ إن طرف المتسعة السالب موصل مع الثنائي).

8- ضع مقاومة R=10 kΩ بدلا من المقاومة 1 kΩ ولاحظ الفرق في الأشكال الخارجة وعلل ذلك .



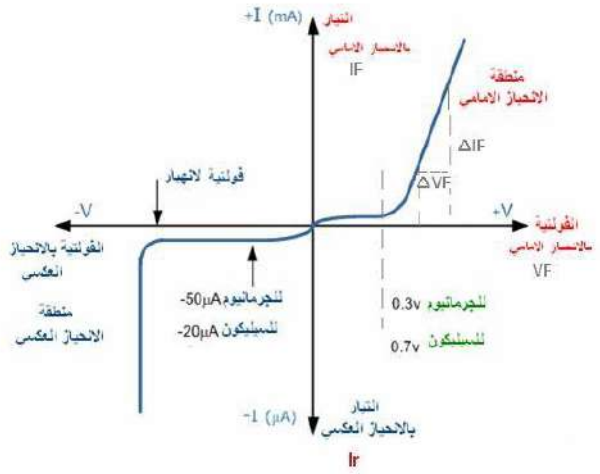
نشاط

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 الإعتيادي 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 جدا ولكن الاستمرار في زيادة الفولتية العكسية على طرفيه تؤدي إلى هبوط مقاومته بشكل مفاجيء وكبير فيمر به تيار عالٍ، وتسمى الفولتية التي تتغير فيها مقاومة الثنائي من قيمة عالية جدا إلى قيمة قليلة بفولتية الانهيار (Break Down Voltage) ويبقى فرق الجهد على طرفي ثنائي زينر خلال فترة الإنهيار ثابت ا ، لاحظ الشكل (6–10).



شكل(6- 10) يوضح فولتية الانهيار

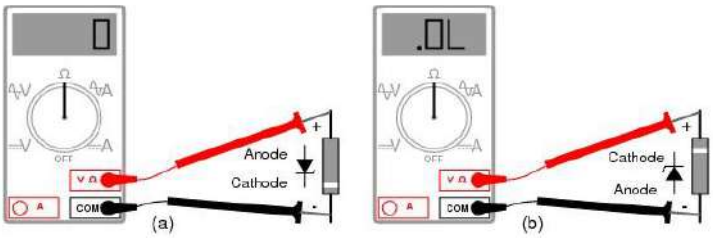
تعمل ثنائيات الزينر في منطقة الانحياز العكسي وحول نقطة الانهيار بالذات وتنتج الشركات أنواع عديدة من ثنائيات الزينر تختلف في مقدار فولتية انهيار كل منها والتيار الخاص به إذ تتراوح فولتية الانهيار للأنواع المنتجة بين V (0-100).

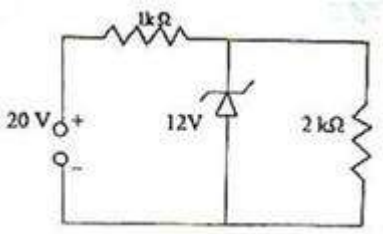
الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

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

خطوات العمل

1-افحص عدد من ثنائيات زينر باستخدام أجهزة الافوميتر .





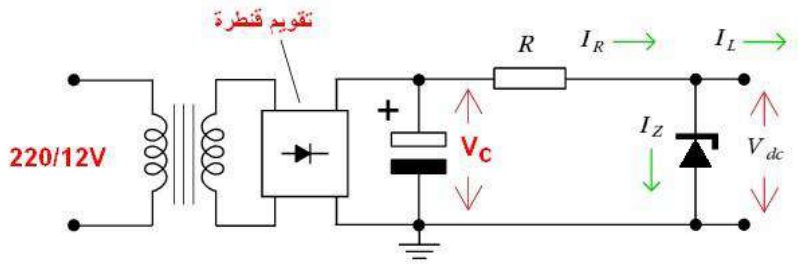
2- نفذ الدائرة الالكترونية الموضحة بالشكل امجاور على لوحة

-استخدام الافوميتر 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.



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

$$I_R = I_Z = \frac{VC - VZ}{R}$$

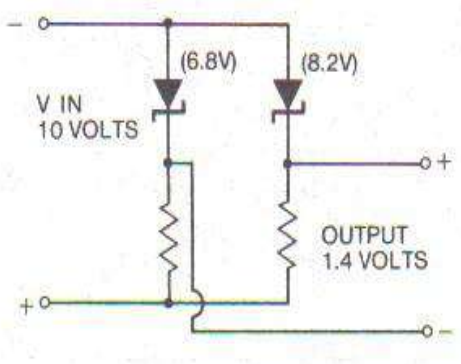
7- ضع حمل 1 kΩ واقرأ تيار الثنائي وتيار الحمل والتيار الكلي .

8- ضع حمل 10 kΩ وقم باعادة التمرين .

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

نشاط

نفذ الدائرةالالكترونية الموضحة بالشكل المجاور للحصول على الفولتية 1.4V.



اسئلة الفصل السادس

س1: ما هي آلية عمل الثنائي؟ وضحها بالتفصيل.

س2: اذكر أنواع الثنائيا المختلفة. وما هو عمل كل منها؟

س3: وضح كيفية إمكان استخدام الثنائي البلوري في دوائر التقويم (نصف موجة، وموجة كاملة) من خلال إحدى التطبيقات العملية.

س3: ما فائدة دائرة التقليم في التطبيقا العملية؟ اذكر تطبيق عملي واحد.

س5: ما الفائدة العملية المرجوة من دوائر التقويم؟

س6: ما أهمية الثنائي زنر في التطبيقا العملية؟ وضحها بدوائر عملية.

الفصل السابع

التارنزستور The Transistor

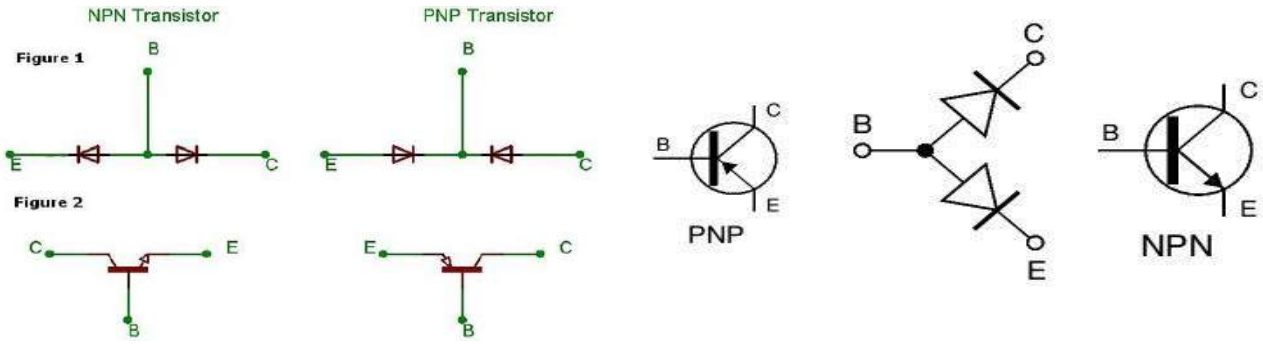
التمرين الأول

التمييز بين انواع الترانزستورات وفحصها:

الترانزستور Transistor

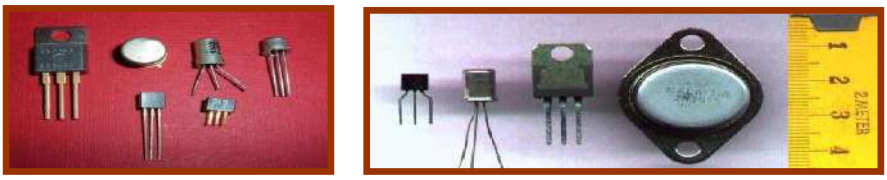
تركيب الترانزستور:

يتكون الترانزستور من ثلاث طبقات من القطع (P) و(N)، تصنع البلورة بشكل شطيرة Sandwich بحيث إن مقطعا رقيقا من مادة نوع – P يكون بين شريحتين سميكتين من مادة النوع – N للحصول على الترانزستور نوع PNP، أو وضع مقطعا رقيقا 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 إتجاه السهم نوع الترانزستور. كما موضح بالشكل (7 – 1).



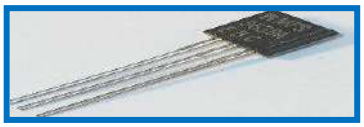
شكل(7- 1) ترانزستور مكون من ثنائيين

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

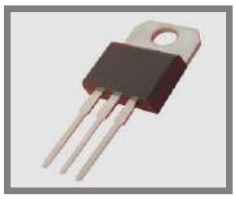
تستخدم ترانزستورات الإشارات الصغيرة في تكبير الإشارات منخفضة المستوى وتتراوح قيمة معامل التكبير) بيتا (β لهذه الترانزستورات بين(10 – 500) ويصل تيار الجامع(Ic) المسموح به في هذه الترانزستورات بين mA(80–600) بنوعيها (PNP) , (NPN) تعمل هذه الترانزستورات بالترددات بين MHz(1–300)



تستخدم بعض الترانزستورات بشكل أساس كمفاتيح الكترونية(Switches) .
تتراوح قيمة معامل التكبير β لهذه الترانزستورات بين(10 – 200)، إما تيارات الجامع(Ic) فتقع بين mA(10– 1000) ومن النوع (NPN) وتعمل بالترددات من MHz (10 – 2000) وهو 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 جدا كما وتستخدم في دوائر المذبذبات(Oscillators) لتوليد الإشارات في الترددات العالية والعالية جدا والترددات الفائقة يصل أعلى تردد تعمل عليه هذه الترانزستورات إلى MHz(2000) وتيار جامع ما يقارب من(600)mA وبنوعيه (PNPN).، (NPN)

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) HeatSink(. تتراوح قدرة هذه الترانزستورات بين W(300 – 01) ومقدار الترددات التي تعمل عليها تقع بين MH 100(-1) وتصل تيارات الجامع إلى قيم عالية تتراوح بين (0 – 100) A وبنوعيه(NPN)، (PNP).

ترانزستورات دارلنكتون مكونة من ترانزستورين بغلاف واحد فقط وثلاثة أطراف هي الباعث والجامع والقاعدة، وتمتاز بربح تيارعال وباستقرارية عالية معامل التكبير لهذه الترانزستورات يساوي معامل تكبير الترانزستور الأول مضروبا في معامل تكبير الترانزستور الثاني أي)$\beta_2\beta_1$ x β(وللأنواع (NPN), (PNP) ويرمز له d-PNP



الترانزستورات الضوئية من أنواع الترانزستورات ثنائية القطب حساسة للضوء(تعرض 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.

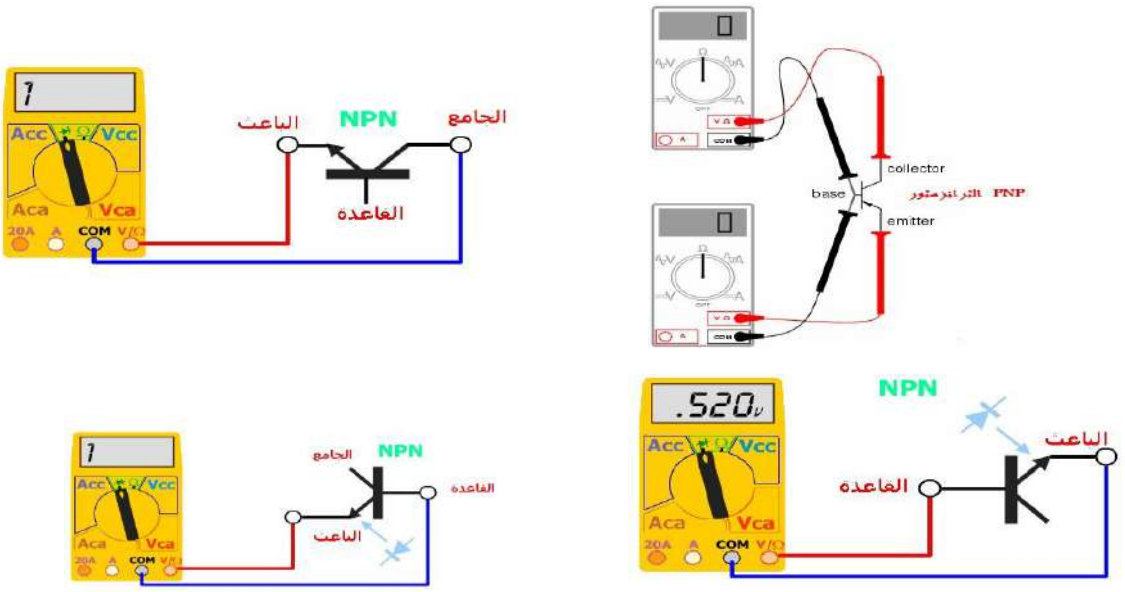
خطوات العمل

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

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

ب. المقاومة بين الجامع والباعث عالية جد ا 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 اوم.



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 الافوميتر التناظري .

6- حدد بالقياس نوع ترانزستور لا توجد أرقام أو حروف عليه .

7- لديك ترانزستور تالف في حالة نضوح (Leak)، باستخدام الافوميتر التناظري إثبت ذلك.

8- من كتيب مكافئات الترانزستورات (Manual) د ون أربعة من ترانزستورات الإشارة الصغيرة، استعن بمدرس المادة .

9- من كتيب مكافئات الترانزستورات (Manual) د ون أربعة من ترانزستورات للترددات العالية، استعن بمدرس المادة .

30- من كتيب مكافئات الترانزستورات (Manual) د ون أربعة من ترانزستورات القدرة استعن بمدرس المادة .

33- سجل المكافئات للترانزستورات التي دونتها في ملاحظاتك .

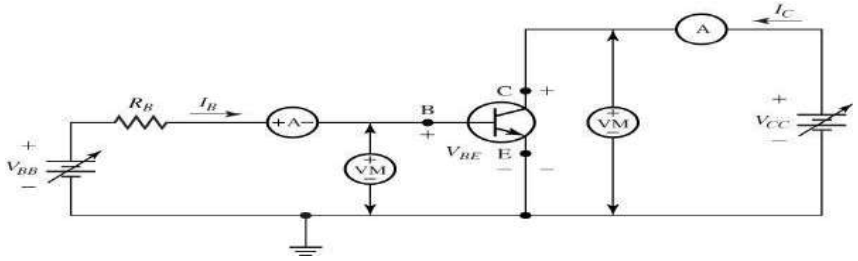
نشاط

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

التمرين الثاني

العلاقة بين التيارات في الترانزستور

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(BC107، BJT).

3- مجهز قدرة (03 0 – 03) .

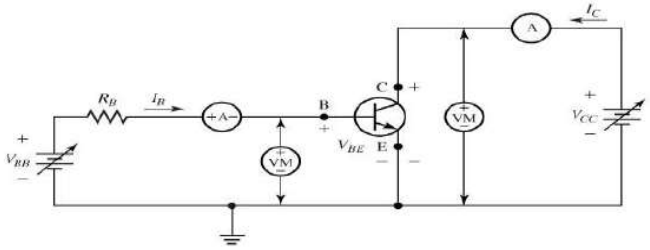
4- مقاومة كاربونية 1 kΩ.

5-حقيبة أدوات إلكترونية.

خطوات العمل

1- تأكد بالفحص من صلاحية عمل الترانزستور BC107، المقاومة I kΩ.

2- نفذ الدائرة الموضحة أدناه عمليا باستخدام لوحة التوصيلات (Breadbord).



3- ث بت 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 V(3 – 0) 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

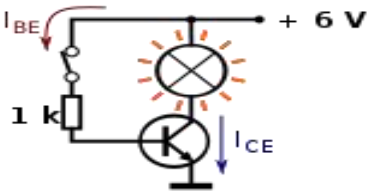
الترانزستور كمفتاح الكتروني

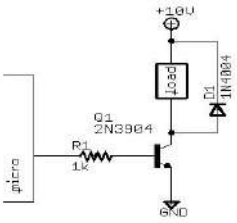
الترانزستور كمفتاح Transistor as Switch

يستخدم الترانزستور كمفتاح لتشغيل وإطفاء حمل معين (مصباح ذو قدرة قليلة)، مثلا عندما يستخدم الترانزيستور 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 آفوميتر (تناظري (Analog)، جهاز آفوميتر)رقمي((Digital).

2- عدد من الترانزستورات نوع BJT (BC107).

3- مجهز قدرة V(30 – 0).

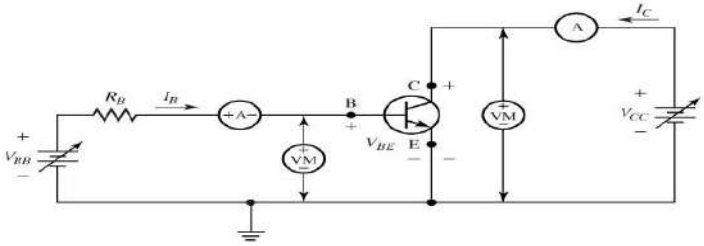
4- مقاومة كاربونية 1 kΩ.

5-حقيبة أدوات إلكترونية.

خطوات العمل

1- تأكد بالفحص من صلاحية عمل الترانزستور BC107 ، المقاومة 1 kΩ.

2- نفذ الدائرة الموضحة أدناه عمليا باستخدام لوحة التوصيلات (Breadbord).



3- ث بت 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 (0 – 3)V وسجل تيار القاعدة وتيار الجامع وتيار الباعث لكل خطوة .
6 - اوجد حاصل القسمة بين تيار الجامع الى تيار القاعدة ويدعى بيتا(β).

نشاط

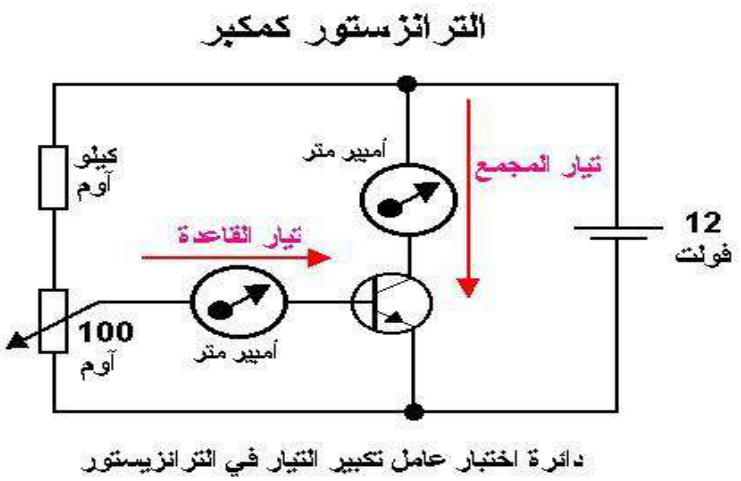
ارسم العلاقة بين تيار الجامع I_C والفولتية بين الجامع والباعث V_{CE}

التمرين الرابع

استخدام ترانزستور نوع(BJT9)في دائرة تكبير فولتية أو تيار

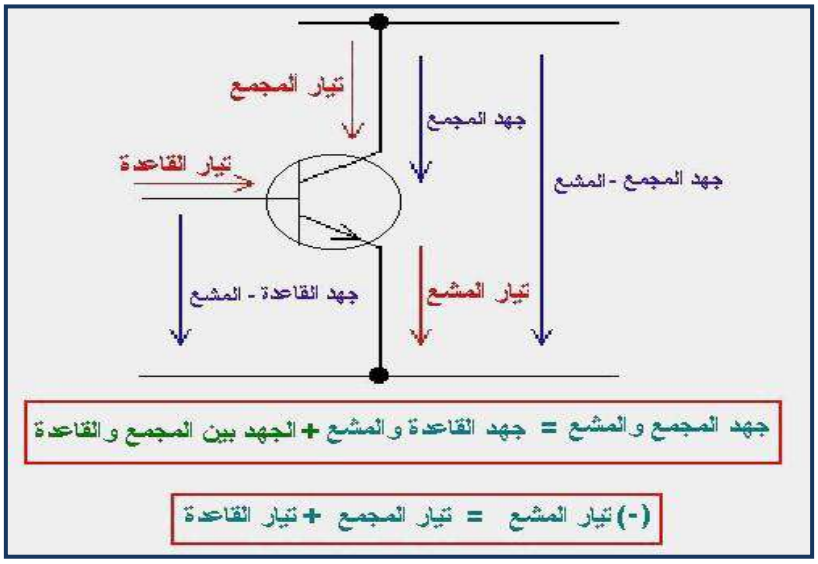
استخدام ترانزستور نوع(BJT) في دائرة تكبير فولتية أو تيار

لتكبير الفولتية الداخلة أو تكبير التيار تستخدم طرائق ربط مختلفة للترانرستور، الغاية المرجوة من تكبير الفولتية مث لا في دوائر تعديل إشارة داخلة من متحسس في نظام ميكاترونيكس معين، فهذه الاشارة ضعيفة ومعطاة بالملي فولت أو إن المتحسس غير قادر على تجهيز دارة المتحكم أو جهاز القرائة المربوط بعده بالتيار الكهربائي اللازم لذا فهو) أي تيار إشارة المتحسس(بحاجة إلى تكبير، وأما عملية التكبير في الترانزسوتر 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 جدا). لاحظ الشكل(7-5).



شكل(7-5)سريان الشحنات من المشع إلى المجمع

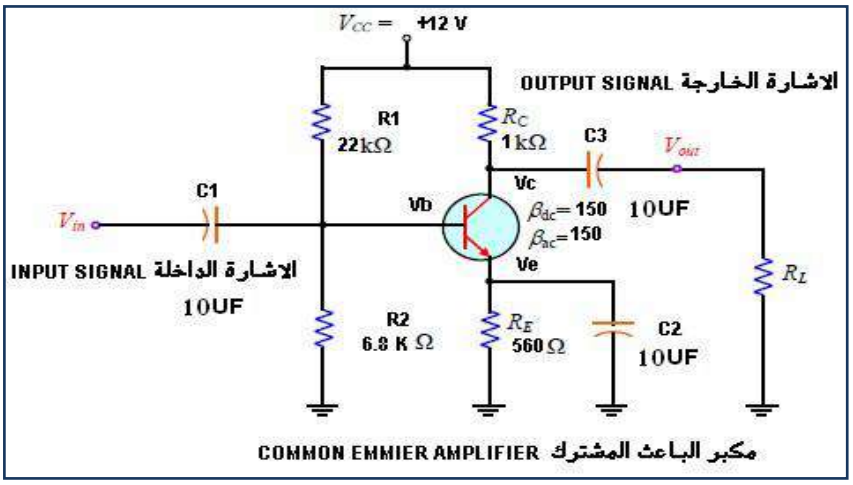
وعملية التكبير مبينة بطريقة أوسع وأوضح بالشكل(7-6).



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 للاشارة.



شكل 7-7 دائرة مكبر ذو مرحلة تكبير واحدة

1- لكل ترانزستور عامل تكبير بيتا يتم الحصول عليه إما من خلال التجربة التي تعلمناها مسبق ا 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 إدخال إشارة من مولد الإشارات إلى قاعدة الترانزستور ولتكن جيبية بسعة محددة مثلا 3 فولت قمة إلى قمة أي من القمة الموجبة إلى القمة السالبة.

3- استخدام راسم الإشارة الاوسيلوسكوب وقياس الإشارة على جامع الترانزستور وهي أيض ا 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 الاوفوميتر لقياس جهد الجامع والباعث والقاعدة.

5-كافة الجهود تقاس نسب ة إلى الأرضي.

6- ما فائدة كل من المتسعات الثلاثة الموجودة في هذه الدائرة الإلكترونية؟

7- 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)الاوفوميتر(، جهاز أوسلوسكوب.

3- مقاومات) RB= 22 Ω, RC= 1 Ω(ومتسعات) 20 µf(.

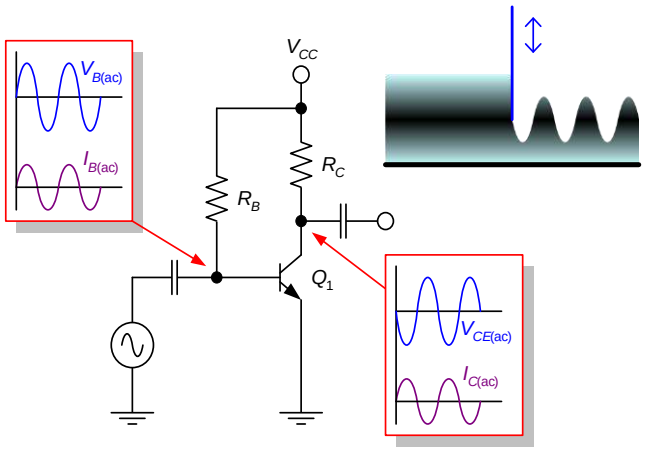
4- أسلاك توصيل.

خطوا ت العمل

1- أرتد بدلة العمل الخاصة.

2- حضر الأجهزة والمواد المطلوبة.

3- نفذ الدائرة المبينة بالشكل أدناه.



4. تحقق من آلية عمل الترانزستور في الدائرة الكهربائية وذلك بعرض الإشارات الداخلةوالخارجة على الاوسيلوسكوب واكتشف من خلال إشارات الخرج أسلوب ومقدار التكبير للفولتية.

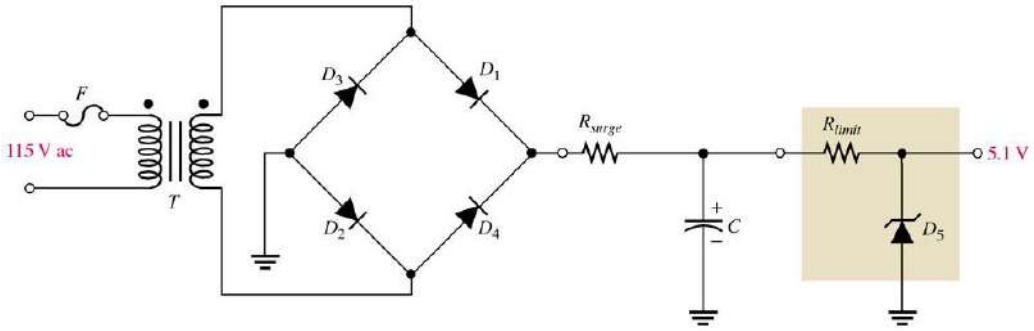
نشاط

1. جهد القاعدة إلى الأرضي أعلى من جهد الباعث إلى الأرضي ب0.2 فول . لماذا؟

التمرين الخامس

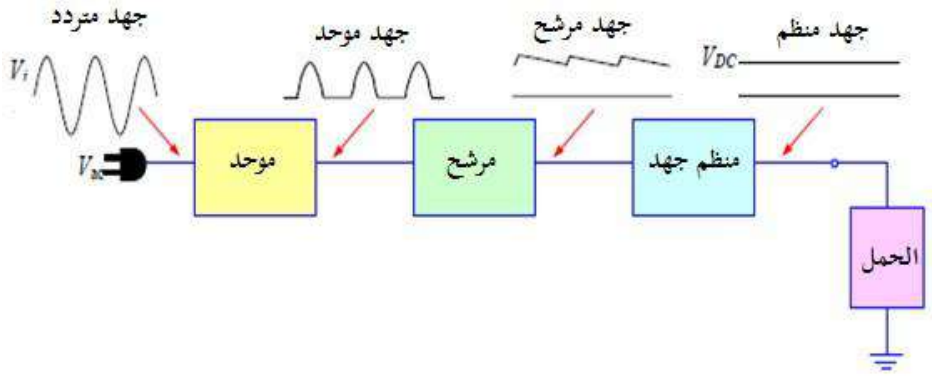
ربط دارة مجهز قدرة بسيط مع مرشح مع استقرارية

تستخدم دارة مجهز القدرة ليس فقط لأجل الحصول على هكذا أنواع من المجهزات وإنما يستفاد منها أيضا 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 وخاص ة للأنظمة المستقلة ذاتي ا . الشكل(7-8)يوضح إحدى هذه الأنواع لمجهزات القدرة (فهنالك أنواع تستخدم المحولات وأخرى المتسعات لتخفيض الفولتية المتناوبة الداخلة وكل حسب الاحتياج) .



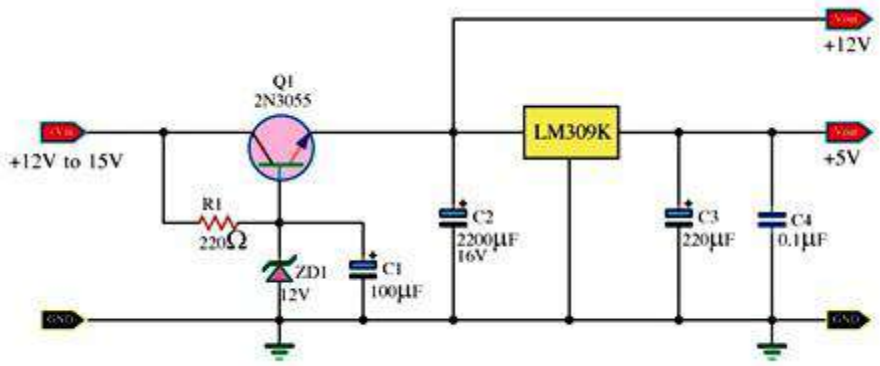
شكل(7-8) مجهزقدرة

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 استقرارية للحصول على عدة جهود ثابتة من نفس مصدر التغذية فبعدالمحولة 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 (الاوفوميتر، جهاز أوسيلوسكوب).

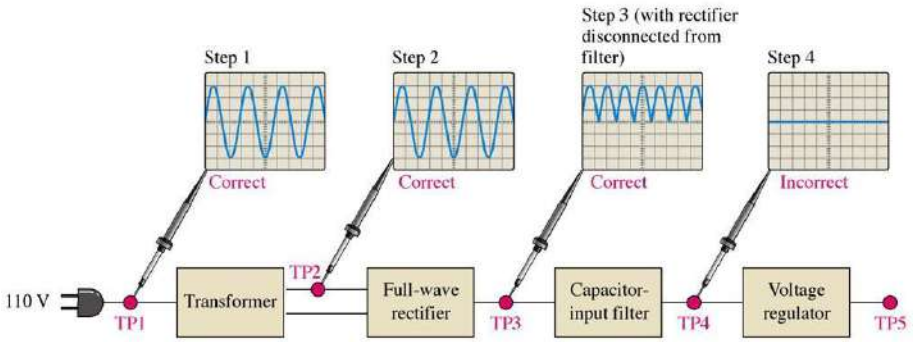
خطوات العمل

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 الأوسيلوسكوب وتحقق من عمل كل مرحلة كما موضح بالشكل أدناه.

4- سجل ملاحظاتك عن الربط وناقشها بالتفصيل.



نشاط

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 إن مقطعا رقيقا 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 الاوميتر التماثلي أو الرقمي يمكن التأكد من صلاحية الترانزستور وذلك بقياس المقاومات بين القاعدة والجامع وبين الباعث .
- تجهيز الترانزستور بالفولتيات المستمرة يدعى بانحياز الترانزستور (Transistor Biasing باستخدام شبكة من المقاومات بالإضافة إلى مصادر الفولتية المستمرة .
- باضافة مجهز مستمر VBBE بين القاعدة والباعث ويرمز له عادة VBB بحيث تكون وصلة)القاعدة – الباعث انحيازا اماميا (Forward Bias) او VEE بحيث تكون وصلة (الباعث – القاعدة) انحيازا اماميا ومجهز مستمر اخر بين الجامع والباعث VCCE ويرمز له عادة VCC بحيث تكون وصلة الجامع – القاعدة(انحيازا عكسيا .
- 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 .

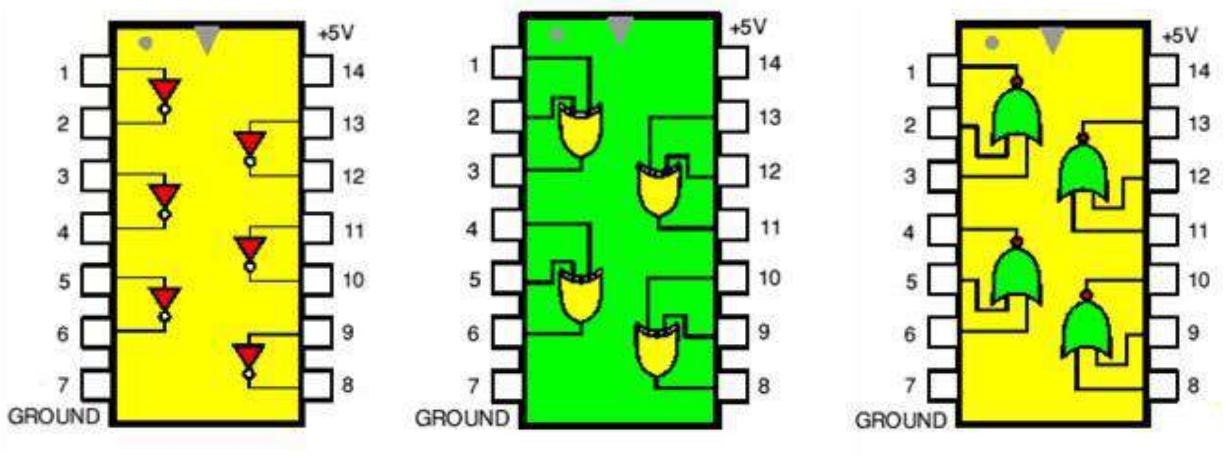
أسئلة الفصل السابع

س1 – على ماذا تعتمد تصنيع المادة P والمادة N؟
س2 – ما الثنائي؟ وما خواصه؟

س3– عدد أنواع الثنائيا ، ارسم رمز كل ثنائي؟
س4 – عدد طرائق تقويم التيار المتناوب؟
س5– اشرح مع الرسم تقويم نصف الموجة؟
س6- اشرح تقويم الموجة الكاملة، وضح اجابتك مع الرسم؟
س7- اشرح مستعيناً بالرسم تقويم موجة كاملة(قنطرة)
س8 : دائرة تقويم نصف الموجة الفولتية المتناوبة للملف الثانوي V_{PP} تساوي 12V/ 1KHz،
احسب V_{dc} وتردد الموجة الخارجة.
س9 : دائرة تقويم الموجة الكاملة، الفولتية المتناوبة للملف الثانوي V_{PP} تساوي 12V/ 1KHz،
احسب V_{dc} وتردد الموجة الخارجة.

الفصل الثامن

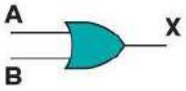
البوابات المنطقية Logic Gates



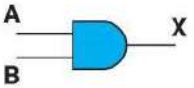
التمرين الأول

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 أيضا بمصطلح صحيح (True) ، وحالة Low بمصطلح خاطئ (False)، كما هو معروف لديك إن عمل البوابات المنطقية من نوع(AND و OR) يمكن أن يكون موضح بالشكل(8-3)

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

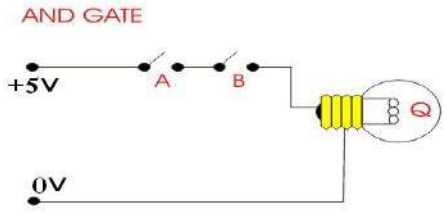
Boolean Expression	Logic Diagram Symbol	Truth Table
X = A · B		

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

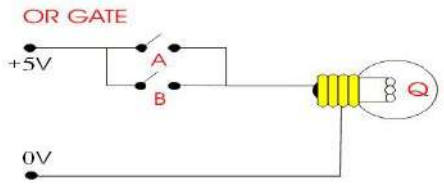
الشكل(8-2) المبسط يوضح بطريقة المفاتيح عمل بوابة AND ونلاحظ ربط المفاتيح على التوالي ويجب غلق المفتاحين للحصول على جهد الخارج لتشغيل المصباح.



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

ربط بوابة OR GATE

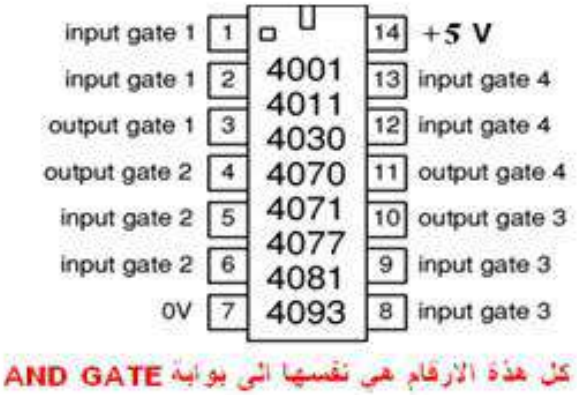
في الشكل(8-3) المبسط يوضح بطريقة المفاتيح عمل دائرة OR ونلاحظ ظهور الجهد الخارج من أي مفتاح يغلق أو كليهما.



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.



2- بوابات OR على شكل دائرة متكاملة.

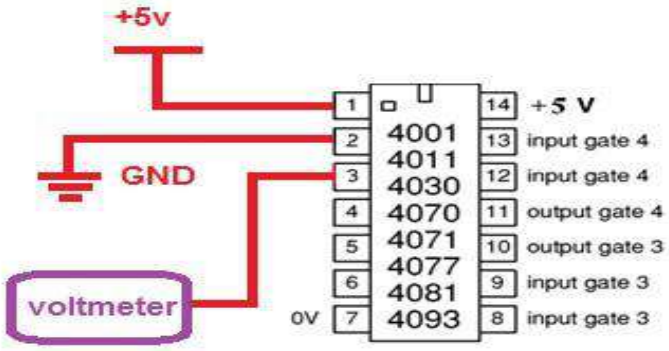
3- مجهز قدرة من نوع مستمر (+5v).

4- أجهزة قياس وفحص الفولتميتر.

خطوا ت 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(8-3). والشكل أدناه يوضح طريقة الربط لإحدى حالات الإدخال للبوابة AND الأولى.



3- تحقق من صحة جدول الحقيقة المبين بالشكل (8-3) 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

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

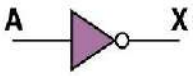
التمرين الثاني

ربط بوابا(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

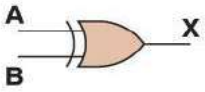
$X = A'$



A	X
0	1
1	0

Boolean Expression	Logic Diagram Symbol	Truth Table

$X = A \oplus B$

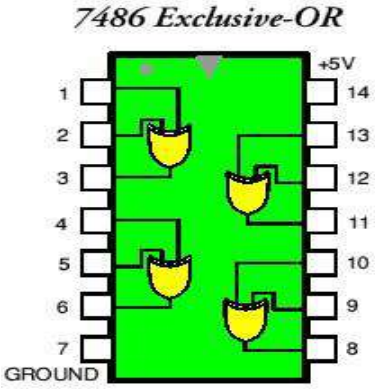


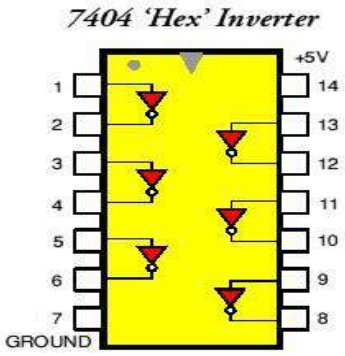
A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

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

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- بوابات NOT و XOR المبينة بالشكل أدناه.



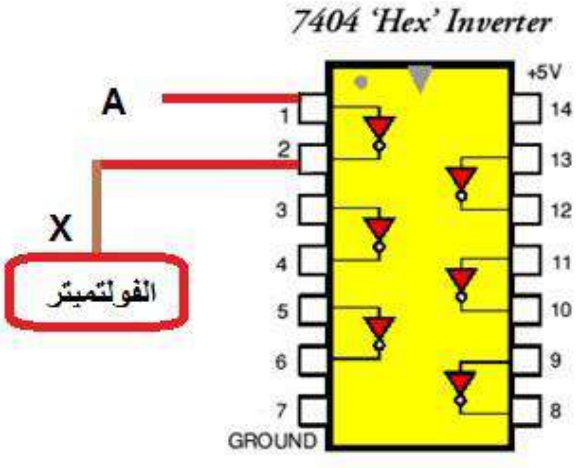


2- مجهز قدرة من نوع مستمر(5+V).

3- أجهزة قياس وفحص الفولتميتر.

4- حضر الأجهزة والمواد المطلوبة.

5- نفذ الدائرة المبينة بالشكل أدناه والخاصة ببوابة NOT.



خطوات العمل

1-نفذ الدائرة المبينة بالشكل أدناه والخاصة ببوابة XOR.

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

3- سجل ملاحظاتك عن الربط وناقشها بالتفصيل.

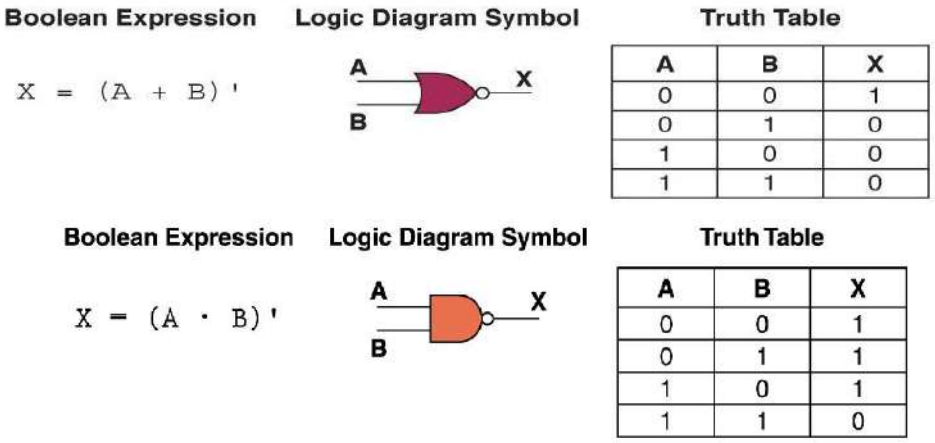
نشاط

ما هي فكرة دائرة XOR؟

التمرين الثالث

ربط بوابات (NAND & NOR) والتحقق من عملها

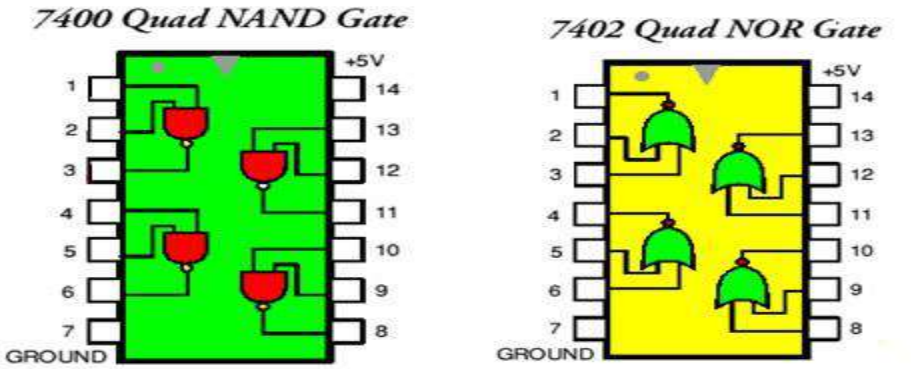
الشكل(8-5) يوضح عمل بوابتي NOR و NAND من خلال جدول الحقيقة الخاص بكل منهما.



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

الأجهزة والمواد المستخدمة لتنفيذ التمرين

1- بوابات(NAND و NOR)المبينة بالشكل أدناه.



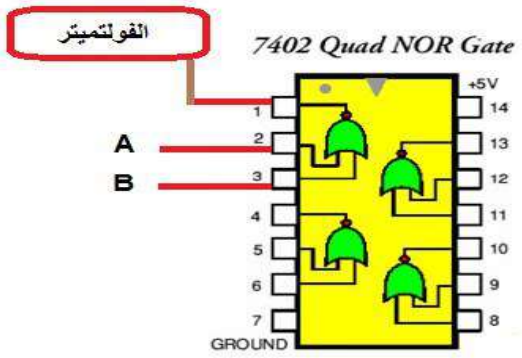
2- مجهز قدرة من نوع مستمر+V5.

3- أجهزة قياس وفحص الفولتميتر.

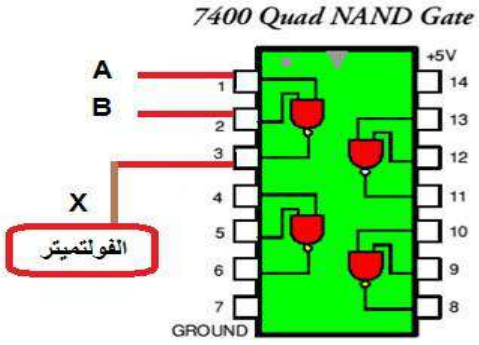
خطوا ت العمل

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

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

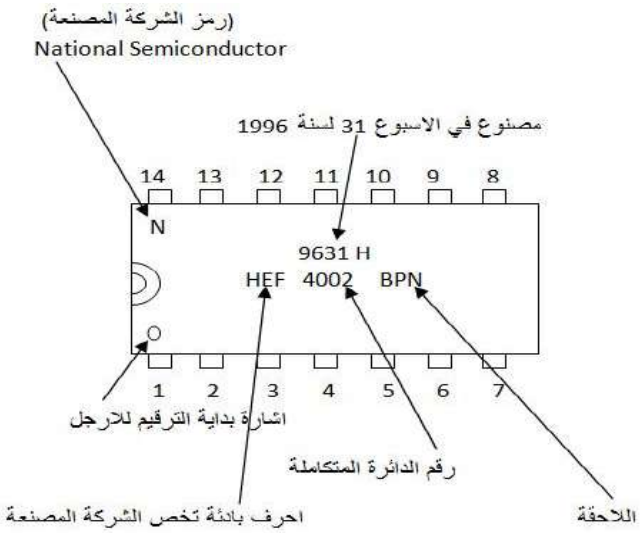
الدارات المتكاملة(Integrated Circuit)هي دائرة مصغرة تحوي عددا من المقاومات، والمكثفات ،والديودات، والترانزستورات الموصلة مع بعضها على شريحة سيليكونية واحدة ليست أكبر من ظفر الإصبع، ويتراوح عدد المقاومات والمكثفات والترانزستورات في دائرة متكاملة من بضع عناصر إلى مئات الالاف. والسر في حشر هذا العدد الهائل 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 بانواع مختلفة منها التشابهية(Analog) ومنها الرقمية (digital). تستخدم الدارات المتكاملة التشابهية والتي تسمى أيضا 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 الإسلوب القياسي يتضمن الآتي:

1- أن يتم الإنتباه 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 تقريبا .
3- في حالة(Logic 1)يجب أن يكون جهد الإشارة الخارجة من دائرة متكاملة أكبر من جهد الإشارة الداخلة بمقدار 0.4 V تقريبا 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 سيراميكي وتخرج من طرفيه أرجل معدنية، وتأخذ الأرجل وظيفة محددة ولها رقم محدد ،وتكون الرجل(1) دوما إلى يسار علامة عد الأرجل، وتؤخذ الأرجل التالية أرقاما 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 الاوفوميتر.

خطوات العمل

1- ارتد 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

س1: ما المقصود بالمنطق AND؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.

س2: ما المقصود بالمنطق OR؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.

س3: ما المقصود بالمنطق NOT؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.

س3: ما المقصود بالمنطق NOR؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.

س5: ما المقصود بالمنطق NAND؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.

س6: ما المقصود بالمنطق XOR؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.

س7: ما المقصود بالمنطق XNOR؟ وضح ذلك بجدول حقيقة.

س8: وضح سبب تفضيل ربط الدوائر المتكاملة من عائلة واحدة.

الباب الثاني

الفصل التاسع - السلامة والصحة المهنية

Occupational Health and Safety

تمهيد

ت عدَّ السلامة من الموضوعات الحيوية، لتعامل الإنسان المباشر مع الأجهزة والم عدات الهندسية في المصنع والعمل والبيت على حد سواء، وعادة ما يصاحب هذا التعامل وجود الأخطار التي تؤدي لحوادث تسبب الضرر للإنسان أو للآلة، فبات من الضروري معرفة إجراءات واحتياطات السلامة، ومنها معرفة الأخطاء وتشخيصها، ودراسة ظروف العمل وأسباب وجود أوضاع غير آمنة لغرض تحسين مستوى السلامة، وإيجاد أساليب منع الحوادث مثل الوقاية وتحسين ظروف العمل، فضلا عن ضرورة تدريب العاملين لأداء عملهم آخذين بنظر الاعتبار إجراءات السلامة، وإمكانية تقديم الإسعافات الأولية عند الضرورة.

أهمية السلامة والصحة المهنية

تعرف السلامة والصحة المهنية(Occupational Health and Safety) بأنها العلم الذي يهتم بالحفاظ على سلامة وصحة الإنسان، وذلك بتوفير بيئات عمل آمنة خالية من مسببات الحوادث أو الإصابات أو الأمراض المهنية، وهي مجموعة من الإجراءات والقواعد والنظم في إطار تشريعي تهدف إلى الحفاظ على الإنسان من خطر الإصابة والحفاظ على الممتلكات من خطر التلف والضياع.

ت عدُّ السلامة الصناعية مسؤولية القائمين على تشغيل أنظمة العمل، وهي مسؤولية اجتماعية ومهنية وقانونية، فضلا عن كونها مسؤولية العاملين على الصيانة، وتظهر أهمية السلامة المهنية من حيث التعرف على مسببات الحوادث، والحماية منها، ومن المخاطر التي قد يتعرض لها العاملين في الورش، وقد تكون الحوادث نتيجة العوامل البشرية، والتي تخص إدراك العامل وخبرته الشخصية، وسوء الإستعمال أو عوامل مادية تخص الآلات وتصميماتها، ومدى توافر وسائل السلامة فيها فضلا عن عوامل تنظيمية تخص المتابعة والرقابة والتقيد بمدد الصيانة.

إن إدراك الخطر هو أول خطوة في طريق تجنب الحوادث، وينتج ذلك عن الاستجابة بشكل طبيعي للمؤثرات الخارجية فضلا عن المعرفة المسبقة بمدلولات تلك المؤثرات، كصدور صوت غير مألوف سابقا من الآلة، إذ تتوجب الإستجابة المباشرة، المستندة إلى معرفة سابقة بما هي الإجراءات الواجب إتباعها لتجنب الخطر المترتب على ذلك.

إن دراسة سبب وقوع حادثة معينة، ربما يكون نتيجة إهمال من العامل، أو عدم توافر وسائل الأمان ،فمعرفة السبب الرئيس يُهيِّئ لتدارك جميع ما يتصل بالحادثة ويمنع من تكرارها. وإن تطبيق أحكام السلامة لا يكون فقط في الأماكن الإنتاجية، بالرغم من وجود الحوادث، لكن الاهتمام بالسلامة يجب أن يشمل كذلك الأعمال غير الإنتاجية مثل الصيانة والتدريب، وأماكن الأبحاث كالمختبرات والتي لا يكون العمل فيها منهجيا غالبا .

أنواع المخاطر الصناعية

تنتج عن ظروف التشغيل وتلبية متطلبات العمل والإنتاج مخاطر عديدة، تتمثل تلك المخاطر بالأنواع الآتية:

مخاطر التلوث

إن قسما من الضرر الناتج من التصنيع لا يقتصر على الحوادث المباشرة، وربما لا يظهر أثره في حينه، لكن بمرور الزمن، يسبب أمراضا ، أو ضررا بيئي ا مثل الملامسة للزيوت والشحوم، كما مبين في الشكل(9-3)، أو الوقود، أو حتى تنفس الأبخرة، أو سماع الضوضاء المتواصل، أو النظر إلى الإشعاعات الشديدة، فقد تظهر تأثيراتها السلبية على صحة الإنسان فيما بعد.

شكل(9-3) انتشار الزيوت والشحوم على الأرض مع وجود العمال في أثناء العمل

مخاطر الحريق

تحدث الحرائق نتيجة توافر عناصر عملية الإحتراق، وهي الوقود والأوكسجين ومصدر الشرر ،وتؤثر تلك الحرائق على الأرواح والممتلكات، وتظهر مباشرة بعد الحريق.

مخاطر الإصابات

تختلف الإصابات بحسب طبيعة العمل وظروفه، وكما ياتي:

أ- أخطار النقل الحاصلة من م عدات المناولة ومسارات النقل وأماكن التخزين ومدى مهارة العمال.

ب- أخطار السقوط والتزحلق والتعثر التي يتعرض لها العاملون نتيجة أخطاء في تنفيذ المباني.

ج- أخطار التشغيل أو الاستعمال الخاطئ للمعدات والماكينات أو للأعطال الميكانيكية أوالكهربائية المفاجئة.

د- أخطار العمليات الصناعية نفسها، وكذلك طرائق التصنيع، كالإضاءة الشديدة في عمليات اللحام، أو السخونة العالية في عمليات الصب والحدادة.

ينتج عن تلك الأخطار وعن غيرها خسائر اقتصادية متمثلة في تلف المواد وال معدات، فضلا عن الخسائر البيئية والبشرية، مثل الإصابات، وتدهور الصحة البدنية والنفسية. ومن ذلك يتضح إنَّ تلافي الأخطار يستوجب الدراسة لموضوع السلامة من كل الجوانب للوصول إلى الوضع الأمثل والتحكم في الحوادث لتقليل الخسائر قدر الإمكان.

المخاطر في الخطوط الإنتاجية

تتكون الخطوط الإنتاجية من عدة مراحل تبدأ من دخول المواد الخام وتنتهي بتعبئة المنتج النهائي وفي أثناء تلك المراحل هنالك الكثير من المخاطر والتي نستعرض جزءا منها، والتي فيها احتمالية أكثر من غيرها في حصول الحوادث، وكما يأتي:

النقل

إن عمليات النقل التي تتضمنها أي عملية إنتاجية ينتج عنها كثير من المخاطر، ومنها على سبيل المثال إصابات الظهر التي تحدث في أثناء رفع المواد ونقلها من مكان لآخر، لذلك استحدثت وسائل لرفع المواد ونقلها مثل عربات النقل اليدوية والآلية، والتي يستوجب التعامل معها مراعاة أنظمة السلامة الخاصة لها.

ولتجنب الحوادث يراعى ما يأتي:

1. اختيار عمال النقل تبعا لقدراتهم الجسمانية والفكرية الماهرة، ومعرفتهم بطرائق الرفع والنقل الصحيحة، وكذلك إرشادات السلامة المناسبة.
2. الاهتمام بطرائق تخزين المواد الأولية وبمواصفاتها، أو المنتجات النهائية لمنع انزلاقها أو انهيارها.
3. اختيار وسيلة النقل المناسبة بحسب نوع وحجم ووزن المادة فقد يكون النقل يدويا ، أو بواسطة عربات يدوية، أو سيور ناقلة، أو رافعات، أو عربات نقل ميكانيكية.
4. ممرات الحركة يجب أن تكون نظيفة، وذات أرضية صلبة، وخالية من العوائق.

المُعدات والآلات

العملية الإنتاجية تتطلب استعمال العديد من الآلات المختلفة، مثل ماكينات التشغيل، والحدادة والسباكة وغيرها، مما يشكل احتمال التعرض للمخاطر نتيجة حركة أجزاء الماكينات والأجسام المتطايرة والأعطال الميكانيكية، فضلا عن الصدمات الكهربائية، أما أسباب المخاطر فيمكن عرضها بالآتي:

1-تنشأ المخاطر من الأجزاء المتحركة للماكينات نتيجة الحركة التردّدية للمكابس أو المقصات، والحركة الدورانية مثل السيور والتروس والأعمدة وآلات القطع الدوارة، ويمكن التغلب على المخاطر تلك باستعمال واقيات عازلة مع ربط أجهزة حماية وقائية تتحكم في تشغيل الماكينة وإطفائها.

2- تنشأ مخاطر من تطاير الأجسام الصغيرة المتولدة من عمليات القطع أو التنظيف والتي قد تصيب العاملين عليها، مما يستوجب ارتداء أقنعة للوجه والعيون والكفوف والبدلات المناسبة.

3- نتيجة الأعطال الميكانيكية، ربما ينشأ الكثير من المخاطر على العاملين)مث لا توقف مضخة ماء التبريد، الأمر الذي يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة الماء والذي بدوره قد يتسبب في حروق لجلد الانسان إذا ما تعرض له(مما يستوجب تركيب لوحات تحذير في حالة العطل أو عند إجراء الصيانة أو الإصلاح والذي بدوره يقلل وبشكل كبير من احتمالات حدوث الخطر مما يزيد درجة السلامة والأمان.

4-أثناء التشغيل للأجهزة والمعدات الكهربائية، فقد تنشأ الصدمات الكهربائية نتيجة انهيار عوازل التوصيلات مما يسبب الصعق الكهربائي للعاملين أو الإصابة بحروق أو ربما أسوأ من ذلك، مما يستوجب بعض الإجراءات الواجب مراعاتها، وهي تجنب لبس الأشياء المعدنية ولبس الكفوف

العازلة في أثناء العمل بمثل تلك الأجهزة مع ضرورة الفحص الدوري للتوصيلات الكهربائية ،وفصل التيار قبل البدء بصيانتها.

مكان العمل

إن تخطيط مكان العمل أو تصميمه بطريقة غير مناسبة قد يؤدي لإصابة العاملين بصورة متكررة ،لذلك يجب التخطيط لتحقيق أنظمة السلامة في التصاميم المقترحة للمصانع أو الخطوط الإنتاجية، ومن أهم اعتبارات السلامة في أماكن العمل ما يأتي:

1- التخطيط الموقعي الذي يتم بطرائق متعددة مثل النماذج المجسمة والرسم الثلاثي الأبعاد)باستعمال الحاسوب(مما يتيح للمصمم دراسة أماكن ال م عدات والماكينات ومواقع التخزين لتكون أكثر ملائمة في الموقع وتوفير الحيز الآمن حولها، والتوزيع الأمثل لأجهزة إنذار الحرائق.

2- سطوح وأرضيات موقع العمل تكون عاملا مهما في تجنب الحوادث، فنظافتها من البلل والاتساخ وسلامة السلالم تتطلب المتابعة المستمرة، فضلا عن وضع السياج الواقي والعلامات الإرشادية في الممرات والفضاءات.

3- المخارج والبوابات يجب أن تكون وسيلة سهلة لاستيعاب خروج العمال الاضطراري في حالة الحوادث وفي عدة أماكن مع وضع العلامات الدالة على مواقعها وتوفر الممرات المؤدية إليها.

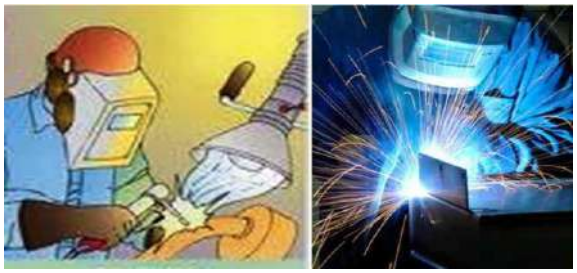
4-نظم التهوية والتدفئة وتكييف الهواء والتي تعتبر من الوسائل الأساسية لمنع أخطار تلوث الهواء ،فوضع مراوح سحب الهواء وسحب العادم وبقدرات مناسبة في الأماكن الصحيحة من أولويات تصميم المصانع والورش الإنتاجية.

5- الإضاءة الرديئة قد تؤدي إلى إصابات غير مبررة فيجب مراعاة تصميم النوافذ لدخول الضوء الطبيعي مع توفير أنظمة الإنارة الصناعية المناسبة ليلا ونهار ا .

المخاطر الناتجة عن الصيانة

هناك قواعد للسلامة حين استعمال العدد والأجهزة في عمليات الصيانة، إذ توجد أسباب لحدوث الإصابات نتيجة استعمالها مثل:

1. استعمال آلات وع دد غير مناسبة للعمل، مثل استعمال المبرد كرافعة، أو مفتاح الصواميل كمطرقة ،أو استعمال مطرقة بمقبض غير ثابت، لذلك فعلى القائم بالعمل انتقاء الأدوات المناسبة وتحضيرها قبل المباشرة في العمل.
2. استعمال الأدوات التي تعمل بالطاقة الكهربائية أو بضغط الهواء بشكل غير صحيح، وذلك بإهمال التوصيلات المرتبطة فيها وتركها تمر على أماكن غير سليمة قد تكون فيها رطوبة أو أجزاء متحركة مما يؤدي لتلفها، ومن الأخطاء الشائعة عدم استعمال توصيلات الأرضي بتلك الأجهزة.
3. إهمال ارتداء الملابس الواقية (بدلة العمل) والتي يجب أن تكون خالية من الزيوت أو المواد القابلة للاشتعال والتي لا تسبب الإعاقة في العمل وتتميز بالمتانة وخفة الوزن، فضلا عن ضرورة استعمال واقيات العيون من الحرارة والوهج والأجزاء المتطايرة، كما مبين في الشكل) 9-1(، وكذلك فإن ارتداء أحذية ذات الرقبة والمغطاة بغطاء سميك يوفر الوقاية من الحوادث، مع لبس الكفوف المناسبة لنوع العمل، ولبس الكمامات في حالة وجود غازات أو أبخرة.



شكل(9-4) ارتداء الملابس الواقية (بدلة العمل) مع واقيات العيون

إن التقيد بإرشادات السلامة العامة والمعرفة بالمخاطر المحتملة)التي م ر ذكرها(يجنب وبشكل كبير العاملين من التعرض لمخاطر الإصابة في العمل.

الإسعافات الأولية First Aid

الإجراءات التي تتخذ في الحالات الطارئة لإيقاف المضاعفات المحتملة وتوفير ما يمكن من الخدمة العلاجية تمهيد ا لنقل المصاب إلى المراكز المتخصصة بالعلاج تدعى بالإسعافات الأولية.

يتطلب تقديم الإسعاف الأولي التصرف السليم أثناء وقوع الحادث، كالاحتفاظ بهدوء الأعصاب والتفكير السريع، مع إبعاد الآخرين عن منطقة الخطر وثم إسعاف المصاب إذا كان المسعف مدربا ، وضرورة إبلاغ أقرب مركز إسعاف بالحادث لطلب المساعدة. وهذا يتطلب تدريب جميع العاملين على كيفية إجراء الإسعافات الأولية مع ضرورة أن توفر كل منشأة صناديق تحتوي على المواد الأساسية كالمطهرات والمراهم والأربطة، مع بعض العلاجات الشائعة الاستعمال.

الحالات التي تستوجب تقديم الإسعافات الأولية عديدة كالإغماء، الاختناق، الكسور، الصدمة، النزيف ،التسمم، الحروق، الصعق الكهربائي، والجروح.

التنفس الاصطناعي Artificial Breathing

يجرى التنفس الاصطناعي للشخص الذي يتوقف تنفسه، لإصابته إصابة شديدة ومؤثرة، ويجب أن يقوم فيها أشخاص مدربون، عن طريق الفم أو الأنف، وبخطوات معينة يتدرب عليها المسعفون، تتلخص بتنظيف الفم والحلق بإصبع السبابة من الأشياء الغريبة مع تمديد المصاب على ظهره وإمالة الرأس إلى الخلف مع أخذ نفس عميق، والنفخ في فم المصاب، حتى يمتلئ الصدر والتكرار، بمعدل عشرة مرات في الدقيقة، وتوجد طريقة أخرى لإجراء التنفس الاصطناعي، وذلك بالضغط على الصدر وتحريك الذراعين بشكل منتظم، مع الضغط كما مبين في الشكل(9-5)، أو بطريقة الضغط على الظهر مع تحريك الذراعين بانتظام.

شكل(9-5)عملية التنفس الاصطناعي

إسعاف الكسور

إن أعراض الكسور تتمثل بعدم قدرة الشخص على تحريك الجزء المصاب مع الإحساس بالألم في مكان الكسر وورم موضعي، وتوجد أنواع للكسور فمنها البسيطة، والمضاعفة، والمركبة التي يصاحبها إصابة أحد أجهزة الجسم. ولإسعاف الكسور يجب إتباع إجراءات أهمها تضميد الجروح المصاحبة، وتثبيت العضو المصاب، وعدم تحريكه، باستعمال الجبيرة، ووضعها بطريقة خاصة، لحين إيصال المصاب إلى المركز الطبي.

الحروق

تنتج الحروق نتيجة ملامسة الجسم لأجسام أو سوائل حارة أو حارقة وتكون على ثلاثة درجات ،الدرجة الأولى تترك احمرارا على الجلد، والثانية تكون فقاعات وتمزق لسطح الجلد، أما الحروق من الدرجة الثالثة فتتلف المناطق المهمة في الجسم. وعند إسعاف الحروق يجب عدم رفع الملابس عن المصاب، خشية أن تكون ملتصقة مع الجلد وعدم خدش الجلد، أو الفقاعة الناتجة على المنطقة المتأثرة، مع تجنب التلوث، بل غسل المناطق حول المنطقة بالماء والصابون وعزل المنطقة المحترقة بالشاش أو القطن الطبي، ثم نقل المصاب إلى المستشفى.

الجروح

وهو قطع في الجلد أو في الأنسجة التي تحت الجلد، والجروح نوعان: جروح بسيطة وجروح بليغة، يتم معالجة الأولى بتطهير اليدين قبل المعالجة، من ثم محاولة إيقاف النزيف مع تطهير الجرح بالمحاليل المطهرة، وقطع القماش المعقمة قبل تضميدها، باستعمال ضمادة لاصقة أو شاش طبي معقم، أما في الجروح العميقة فتكمن أهمية تقديم الإسعافات الأولية في محاولة إنقاذ حياة المصاب وإيقاف النزيف ،والنقل الفوري إلى المراكز الطبية.

الصعق الكهربائي

ويحدث عندما يمر تيار كهربائي كافٍ لتوليد الصعقة عند ملامسة الجسم لمصدر كهربائي مباشر، بسبب سوء الصيانة للأجهزة وعدم عزل التوصيلات أو أجزاء العمل بطريقة آمنة، ويتوقف تأثير الصعقة على شدة التيار ومقاومة الجسم إذ يؤثر على الجسم بوقف عملية التنفس نتيجة انقباض عضلات الصدر أو تسببه في شلل مؤقت لمركز الأعصاب، يؤدي لعدم انتظام نبضات القلب وبالتالي توقفه، ويتم إسعاف المصاب بعدم لمسه قبل فصل الدائرة الكهربائية أو إبعاد المصاب عنها باستعمال مواد عازلة يليها معرفة مدى خطورة الحالة لتقديم الإسعافات الأولية المناسبة وأهمها التنفس الاصطناعي كما مر سابقا .

أسئلة الفصل التاسع

س1) وضح أهمية السلامة المهنية من خلال معرفة أسباب الحوادث.

س2) عدد أنواع المخاطر الصناعية.

س3) توجد أربعة أخطار لإصابات العمل محتملة الحدوث، عددها، وما السبيل لتلافيها؟

س3) وضح كيفية تجنب الحوادث الناتجة عن عمليات النقل.

س5) بين المخاطر الناتجة من اشتغال المعدا والآلا.

س6) ما اعتبارا السلامة في أماكن العمل؟

س7) عدد أسباب حدوث الإصابا نتيجة استعمال العُدد والأجهزة في الصيانة.

س8) عرف الإسعافا الأولية، وكيف يكون تقديمها تقديماً سليما؟

س9) وضح أسباب، وطرائق إجراء التنفس الاصطناعي.

س10) ما أعراض الكسور، وكيف يتم إسعاف المصابين فيها؟

س11) بين أسباب التعرض للحروق، وكيف يُسعف المصابون فيها؟

س12) كيف يحدث الصعق الكهربائي؟ وما نتائجه؟

س13) ارسم مخططاً لورشة العمل التي تتدرب عليها وحّدد الأماكن التي تحتمل حصول حوادث فيها، مبيناً الأسباب.

الفصل العاشر
أدوات القياس Measurement Instruments

تمهيد

خلال عمليات التشغيل والصيانة، يقوم الفني بالتحقق من مطابقة أبعاد القطع المشغولة، مع المواصفات الموضوعة على التصاميم، سواء من ناحية الشكل، أو الأبعاد، أو جودة الأسطح، ولا يمكن أن يحدث ذلك إلا عن طريق إجراء عمليات القياس على هذه الخصائص. وإن جودة المنتجات الصناعية تستدعي تصنيع قطع ميكانيكية بدقة عالية تتجاوز دقة المسطرة الحديدية، ولهذا فإنّ القياسات الدقيقة تستلزم استعمال أدوات أكثر دقة، مثل المساطر والقَّدمة ذات الورنية والميكرومتر، كما تستعمل هذه الأدوات الدقيقة في أثناء تركيب الماكينات وعمليات التصنيع فضلا عن الصيانة والمعالجات.

التمرين الأول: التعرف على وحدات القياس

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

1. يميز بين وحدات القياس المختلفة.
2. يقيس الأبعاد بوحدات معينة وتحويلها إلى وحدات أخرى.
3. يدرك أهمية وحدات القياس .

العُدد والأدوات المستخدمة:

1- مختلف أنواع مساطر القياس، 2- عّينات ذات أبعاد محددة ومعروفة.

المعلومات النظرية:

استعمل الإنسان القياسات منذ فجر التاريخ لتحديد ومعرفة العوامل الفيزيائية الموجودة في محيطه ،ولتحديد ذلك كان توجهه إلى استعمال وحدات قياس طبيعية، مستقاة من محيطه المعهود، فقد استعمل الذراع والقدم لتحديد الأبعاد والأطوال، ومع التقدم الصناعي الذي واكب الثورة الصناعية مع مطلع القرن الثامن عشر الميلادي، أصبحت هذه المعايير ووحدات القياس لا تفي بالغرض، وقد دفعت ظروف الحرب العالمية الثانية إلى تطور صناعي هائل، كان أساسه تبادلية المنتجات الصناعية مما أبرز الحاجة الماسة إلى توحيد نظم القياس على المستوى الدولي إذ إنبثق عن هذا النظام الدولي لوحدات القياس International System of Units - SI المتفق عليه في المؤتمر الدولي للقياسات في سنة 3900م يحدد هذا النظام وحدات قياس الكميات الطبيعية التي نتعامل معها في حياتنا الصناعية، الاقتصادية، والاجتماعية، والجدول (1-10) يبين الوحدات العالمية.

جدول 10-1 الوحدات الأساسية

الرمز	الوحدة		الكمية المقاسة Measured Quantity	
m	meter	متر	Length	الطول أو البعد
kg	gram	كيلوجرام	Mass	الكتلة
s	Second	ثانية	Time	الزمن
K	Kelvin	كلفن	Temperature	درجة الحرارة
A	Ampere	أمبير	Electrical Current	التيار الكهربائي
Mol	Mole	مول	Amount of Substance	كمية المادة
Cd	candela	شمعة	Luminous intensity	شدة الاستضاءة
Rad	radian	نصف قطرية	Plane angle	الزاوية النقّية

خطوات العمل:

1. تجهيز العدد والأدوات اللازمة للتمرين.
2. يقوم الطالب بمقارنة قياس كل من الأبعاد الثابتة للوحدات المختلفة.

أدوات القياس Measurement Instruments

تعد عملية القياس من العمليات المهمة في مجال الصناعة والتصنيع، ويعدُّ من أهم أسباب تطور الدول الصناعية العناية بالدقة في القياسات، واعتمادهم على أساليب القياسات الدقيقة والحديثة .

التقييس: المقارنة بين أبعاد المنتجات وبين مقاييس مجهزة بتدريج مكونة من عدد من وحدات القياس ويجب أن تتم المقارنة عدة مرات في أثناء العمل للحصول على نتائج دقيقة.

التمرين الثاني: المساطر وشرائط القياس The Measuring Rules and Tapes

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

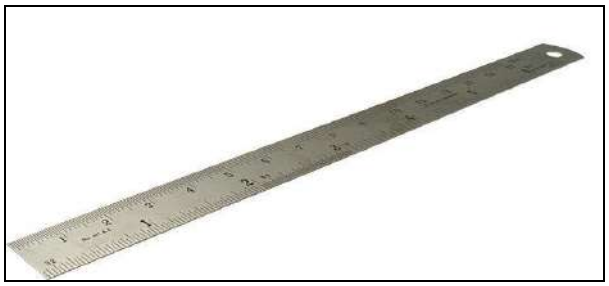
1. يتعرف على أنواع المساطر المستخدمة في القياس.
2. يستعمل المساطر في القياس.
3. يتعرف على شرائط القياس المستعملة في القياس.

العُدد والأدوا ت المستعملة:

1- مختلف أنواع مساطر القياس، 2- عينات ذات أبعاد محددة ومعروفة.

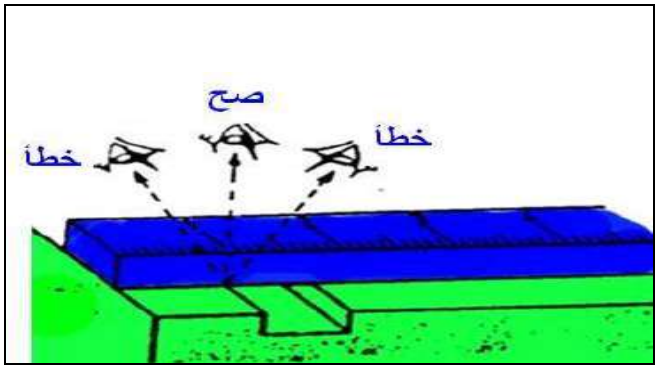
المعلوما ت النظرية:

المساطر وشرائط القياس: المساطر هي عبارة عن مجموعة من الشرائح التي تكون مصنوعة عادة من سبائك الحديد وتتم عملية القياس بها بمقارنة طول قطعة العمل بتدريج مسطر القياس، كما هو مبين في الشكل(10-1)، وعلى أن تكون شرائط القياس مرنة، كما هو موضح في الشكل(10-2)، ومن الضروري أن يكون إتجاه النظر إتجاها عموديا حين إجراء عملية القياس لأنه حين النظر بشكل مائل على تدريج القياس سوف تؤدي إلى أخطاء في عملية القراءة. كما هو موضح في شكل(10–3).



شكل(10-1) مسطرة

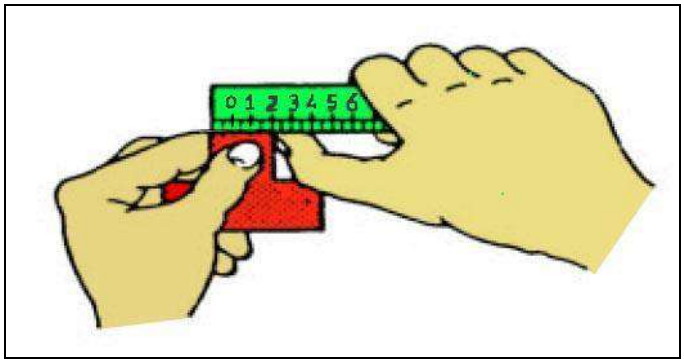
شكل 10-2 شريط قياس



شكل 10-3 زاوية النظر الصحيحة في عملية القراءة

خطوات العمل:

1. تجهيز أدوات القياس (المساطر اللازم استعمالها).
2. تجهيز العينات المراد إيجاد الأبعاد عليها.
3. ضع المسطرة على الجزء المراد قياسه بحيث يكون الصفر للمسطرة ملامسا لنقطة البداية، كما هو مبين في الشكل(10-4).
4. وجوب مراعاة أن يكون مستوى النظر عموديا على تدرج القياس وذلك لزيادة الدقة، كما هو موضح في الشكل. (10-4)



شكل (10-4) وضع المسطرة على الجزء المراد قياسه

التمرين الثالث: القَّدمة (الورنية (The Vernier

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

1. يميز بين مختلف أنواع ال قَّدمات المستخدمة في القياس.
2. يتعرف على أجزاء القَّدمة الأساسية.
3. يجري عملية القياس في القَّدمة.
4. يطبق قياسات مختلفة باستعمال القَّدمة.

العُدد والأدوا ت المستخدمة:

1-القَّدمة المنزلقة الاعتيادية، 2- القَّدمة المنزلقة الرقمية، 3- عينات لغرض قياس الأبعاد عليها.

المعلومات النظرية:

تعّد القَّدمة المنزلقة أهم أداة قياس وتستعمل في أجزاء قياس الأبعاد الداخلية والخارجية وقياس الأعماق، كما هو مبين في الشكل (5-10)عندما يتطلب العمل بالدقة وضبط القياس وكذلك بساطة استخدامها وملائمة للقياسات السريعة ومن الممكن استعمال هذه القَّدمة وضبط القياسات حسب المواصفات المطلوبة سواء كانت بالنظام المتري)المليمتر(أوحسب النظام البريطاني)الإنج أوالبوصة وأجزاءهما.(تتكون أداة القَّدمة ذات الورنية من:

أ. الجزء الثابت: ويحتوي على فك ثابت) fixed Jaw(متصل بمسطرة القياس الرئيسة) main scale(، عادة ما تكون مسطرة القياس الرئيسة مدرجة بالمليمتر) mm(من جهة وبالبوصة)inch(من جهة أخرى. نقرأ على مسطرة القياس الرئيس المليمترات الصحيحة.

ب. الجزء المتحرك: وهو على شكل منزلقة تحمل الفك المتحرك(movable jaw) وورنية القياس (vernier scale)، تكون مدرجة بأجزاء المليمتر المتمثل في دقه القياس .

ج- فكوك القياس الداخلية: تستعمل لقياس الأجزاء الداخلية .

د-الساق: تستعمل لقياس الأعماق.

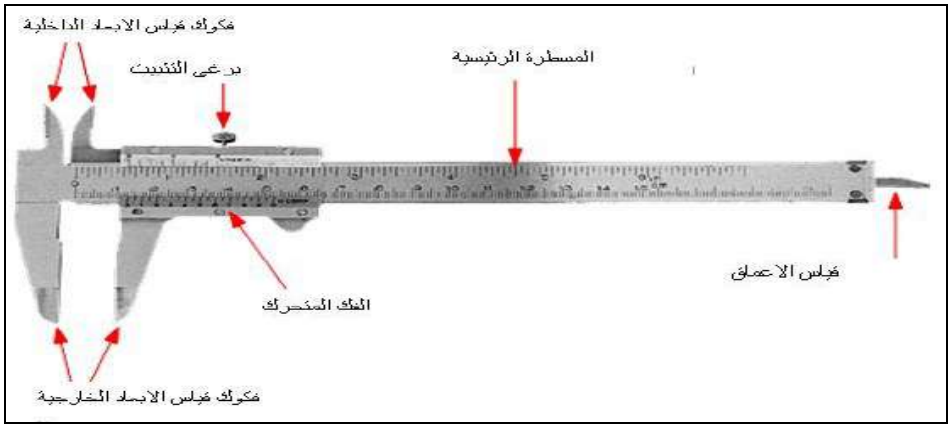
ذ- برغي التثبيت: يستخدم لتثبيت القياس على القَّدمة.

ر- فكوك القياس الخارجية: تستعمل لقياس الأجزاء الخارجية.

تمكن الورنية من قراءة الكسور الموجودة على مسطرة القياس الرئيس بدقة قياس عالية، عادة ما تكون هذه الدقة بـ

(1/10 = 0.1 mm) أو (1/20 = 0.05 mm) أو (1/50 = 0.02 mm).

:



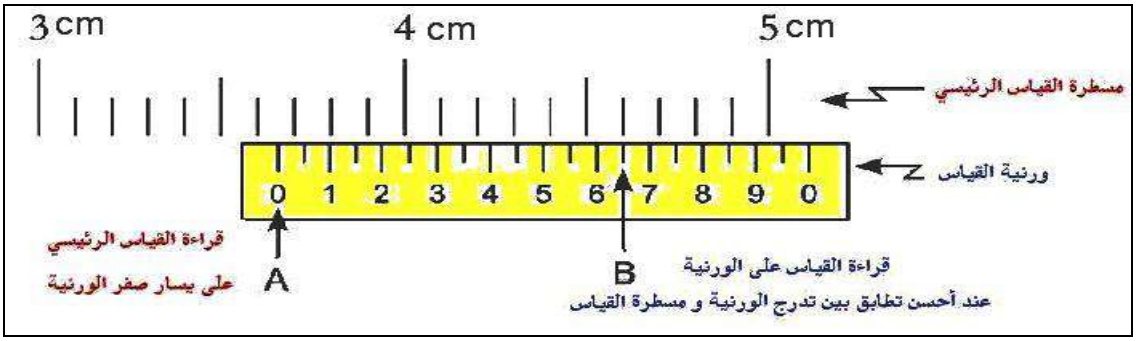
شكل(10-5) أجزاء القَّدمة الاعتيادية

تتم عملية قراءة قياس القَّدمة ذا الورنية على مرحلتين أساسيتين:

أولا : ننظر إلى ورنية القياس وبالتحديد إلى موقع الصفر ونقرأ العدد الذي على يساره والمسجل على مسطرة القياس الرئيس، نسجل قيمة القراءة(A) بالمليمترات.

ثانيا : ننظر ابتداء من صفر المسطرة ونحدد أول تطابق تام بين تدرجي المسطرة والورنية ثم نقرأ عدد تدرج الورنية المسجلة مع التطابق، يضرب هذا العدد في دقة الورنية ويكون ذلك قيمة قراءة الورنية(B) بأجزاء المليمتر، يكون حاصل جمع قيمة (A) وقيمة (B)نتيجة قيمة القياس على اداة القدمة ذات الورنية كما هو مبين بالشكل(10-6)، وتحدد دقة الورنية من لوحة تفاصيل الاداة وعادة ما تكون مسجلة،اما اذا لم نتمكن من ذلك يمكن حساب الدقة بطريقة بسيطة جدا بحيث اذا علمنا بأن مقياس الورنية الاجمالي يساوي(1mm) ،فيمكن حساب عدد التدريجات في الورنية ولتكن (N) مثلاتكون الدقةهي اصغر تدرج على الورنية وتحسب بالعلاقة (الدقة = (N/1(mm)، بصفة عامة إذا كان عدد التدريجات على الورنية N = 50 (نسمي هذه الورنية الخمسينية)تكون دقتها تساوي50/1 = 0.02 mm، وإذا كان عدد التدريجات على الورنية N =20 (نسمي هذه الورنية العشرينية) تكون دقتها تساوي20/1= 0.05mm.

الصورة التالية توضح الطريقة الصحيحة لقراءة القياس على جهاز القَّدمة ذات الورنية. نؤكد هنا أنه من الأخطاء الشائعة في أوساط بعض الفنيين الصناعيين قراءة القياس الرئيس من على حافة الورنية .وهذا غير صحيح وبذلك يجب القراءة على صفر الورنية. قد يترتب على هذا الخطأ في القراءة خطأ قياس يتعدى 2 mm مع كل قياس، والجدول(10-2) يبين كيفية احتساب القراءة.



شكل(10-6) كيفية اجراء عملية القراءة

الجدول 10-2 كيفية حساب البعد

دقة الجهاز =(1 / 20 = 0.05 mm (القدمة العشرينية)		
القياس الرئيسي	A	36 mm
قياس الورنيه	B	13 x 0.05 mm = 0.65 mm
قيمة القياس على الأداة	A+B	36 + 0.65 = 36.65 mm

القَّدمة الرقمية Digital Vernier Caliper

تستعمل لقياس الأبعاد الداخلية والخارجية والأعماق بشكل رقمي وتكون أسهل عند تحديد القراءات من القَّدمة الاعتيادية بسبب أنّ القدمة العادية تكون قرائتها مرتبتين بعد الفارزة أما القدمة الرقمية فمن الممكن أن تكون قراءتها ثلاثة مراتب بعد الفارزة، وتتألف من الأجزاء الآتية، وكما في الشكل(10-7):

1. مفتاح تشغيل off-on.
2. مفتاح تحويل من البوصة إلى المليمترات.
3. مفتاح تصفير القراءة.
4. عتلة تثبيت.

شكل(10 -7)أجزاء القَّدمة الرقمية

مثال 1

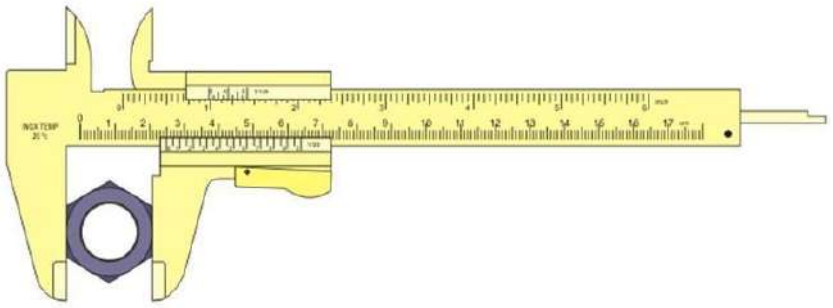
أوجد قياس القَّدمة المنزلقة دقة قياسها 1\20 كما هو موضح في الشكل(10 – 8).

خطوا ت العمل:

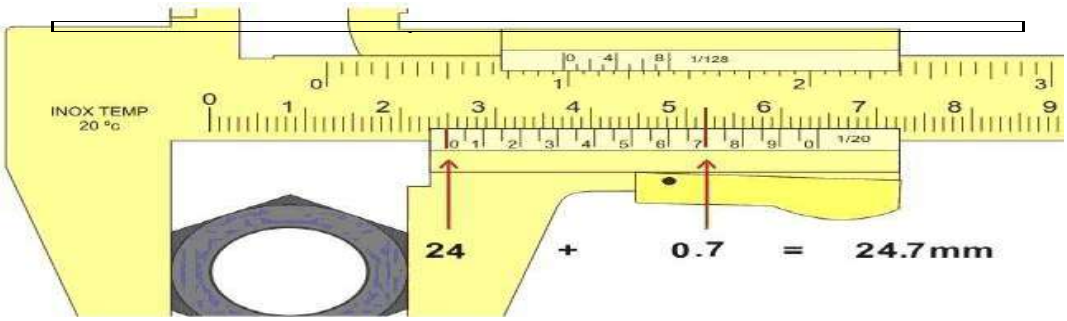
1- مطابقة الصفر في الفك المتحرك مع مسطرة الفك الثابت عند قياس 24 mm.

2- نقوم بمطابقة تدريج المسطرة في الفك المتحركة مع مسطرة الفك الثابتة ووجدت مطابقة مع 0.7 mm كما في الشكل(10-9)

3- نقوم بجمع القراءة الأولى والثانية 24+0.7 = 24.7 mm



الشكل(10 –8) القدمة المنزلقة



الشكل(10 –9)كيفية القراءة في القدمة المنزلقة

مثال 2

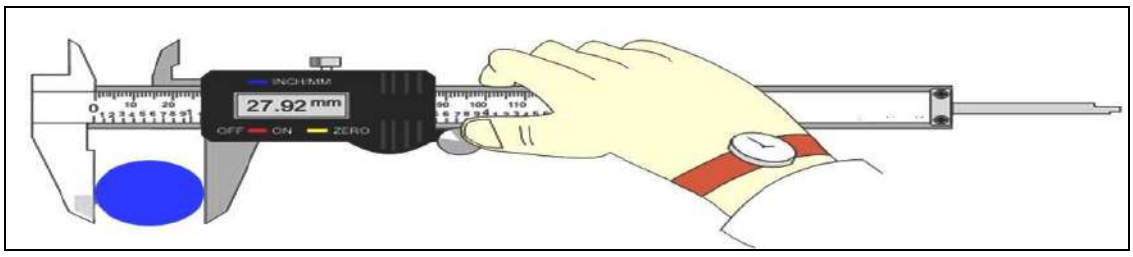
أوجد قياس القطر الخارجي للعينة عن طريق القَّدمة الرقمية، كما هو موضح في الشكل(10-10).

خطوا ت العمل:

1- هيّئ العينة المراد قياس قطرها الخارجي.

2- عن طريق فكوك قياس الأبعاد الخارجية ثبت العينة.

3-اقرأ الموجود على الشاشة، وكما مبين في الشكل(10-10).



الشكل(10 –10)قياس القدمة الرقمية للمسافات الخارجية

مثال 3

أوجد قياس القطر الخارجي للعينة عن طريق القَّدمة الرقمية، كما هو موضح في الشكل(10-11).

خطوا ت العمل:

1- هيّئ العينة المراد قياس قطرها الداخلي.

2- عن طريق فكوك قياس الأبعاد الداخلية ثبت العينة.

3-اقرأ الموجود على الشاشة، وكما مبين في الشكل(10-11).

الشكل(10 –11)قياس القدمة الرقمية للمسافات الخارجية

مثال 4

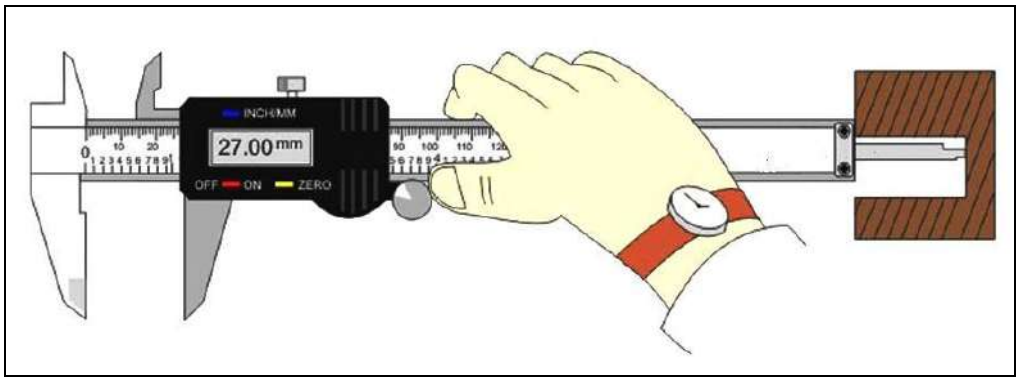
أوجد قياس عمق العينة عن طريق القَّدمة الرقمية، كما هو موضح في الشكل(10-12).

خطوات العمل:

1- هيّئ العينة المراد قياس عمقها.

2- حدد العمق عن طريق محدد قياس العمق المراد قياسه.

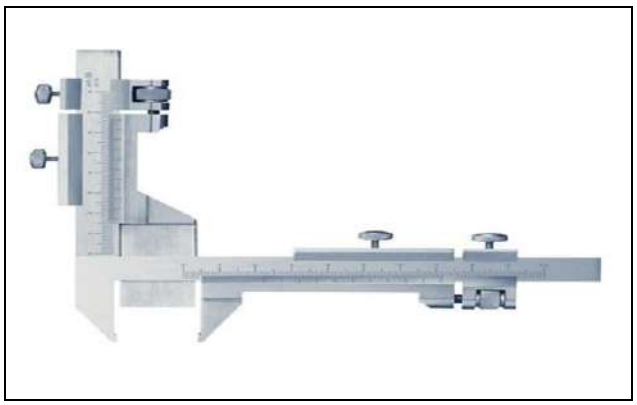
3- اقرأ الموجودعلى الشاشة وكما مبين في الشكل(10-12).



شكل(10-12) قياس القَّدمة الرقمية لمسافات أو أبعاد العمق

قَّدمة قياس أسنان الترس

تستعمل هذه القَّدمة لغرض قياس أبعاد سن الترس، حيث إنها تحتوي على مسطرتين واحدة لقياس الإرتفاع والثانية لقياس عرض سن الترس، كما في الشكل(10-13).



شكل(10-13) قياس القَّدمة الرقمية لمسافت الاعماق

التمرين الرابع: محدد الاستواء Surface Gauge

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

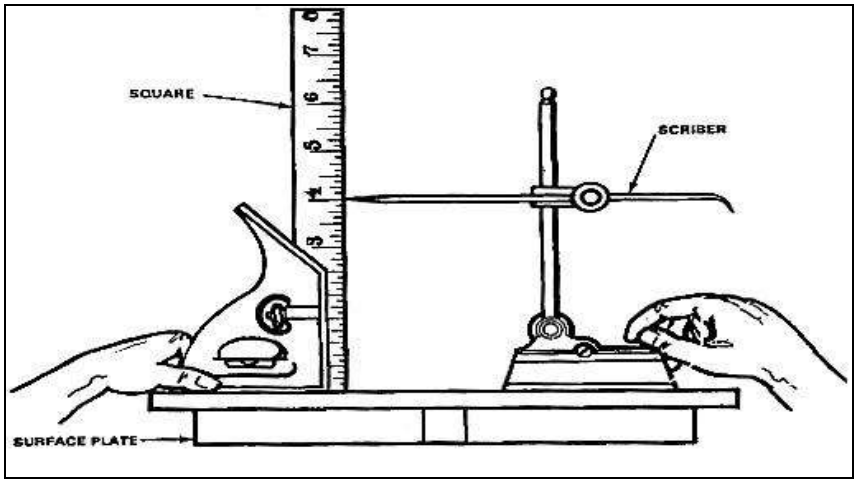
1. يقدر أهمية محدد الإستواء.
2. يتعرف على الأجزاء الرئيسة لمحدد الاستواء.
3. يستعمل محدد الاستواء لتخطيط العينات و قطع العمل.

العُدد والأدوا ت المستخدمة:

1- محدد الإستواء، 2- عينة للتأشير عليها.

المعلوما ت النظرية:

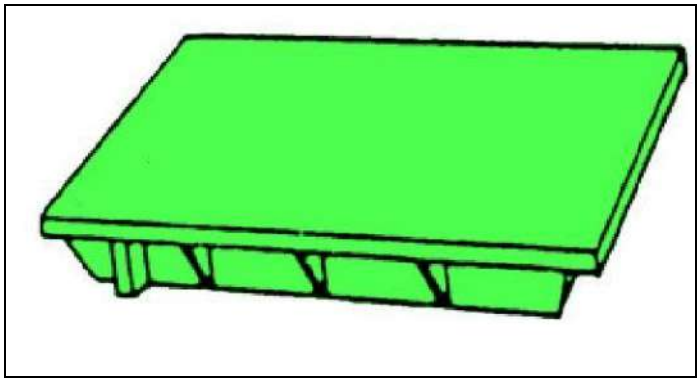
تجرى عملية تخطيط العينات في أثناء عملية التشغيل أو التصنيع عن طريق محدد الإستواء، وإنّ وضع علامات تحدد المجال الذي يشغل في نطاقه، بقصد صنع المنتجات طبقا للمقاسات، والأبعاد المطلوبة، ومن ثم يتحتم قبل الشروع في عمليات التشغيل تعيين الحدود التي يجب ألا يتعداها القطع أو التشكيل، والشكل(10-14) يوضح أداة محدد إستواء.



شكل(10-14) محدد الاشراف

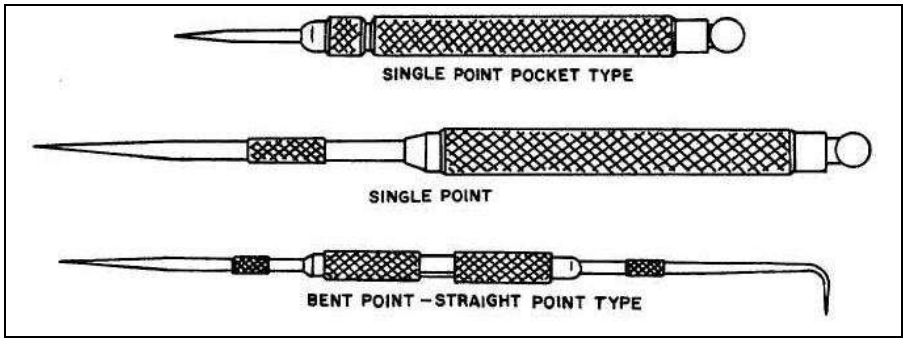
ويتكون محدد الإستواء من جزأين رئيسين هما:

أ- زهرة الاستواء Surface Plate: لوحة ذات جساءة عالية ويكون وجه قياسها بدرجة استواء عالية بحيث يمكن اعتباره المستوى الأساس الذي ترجع إليه جميع المقاسات، في أعمال القياس والتخطيط و تعد زهرة استواء من الحديد الزهر لها ثلاث قواعد ارتكاز بحيث لا تتأرجح عندما توضع على سطح غير منتظم، والشكل) 30-31(يوضح زهرة الاستواء، وتزود زهرة الاستواء من الأسفل بزعانف(Ribs) وتربط قواعد الارتكاز بعضها مع بعض وتعمل على تقوية مقاطع الزهرة بحيث تعطيها الجساءة المطلوبة ،ويجب أن تكون زهرة التخطيط جسيئة بحيث تضمن عدم تقوس وجه القياس للزهرة في أثناء وضع أجزاء ثقيلة عليها.



شكل 10- 15 زهرة الاستواء

ب- شوكات التأشير(Scriber): وتسمى أيضا بقلم التخطيط، وهو عبارة عن قضيب معدني يتراوح قطره بين (2-13) mm وطوله من (200-300) mm، كما في الشكل(10-16). وتصنع من الفولاذ الكربوني(Carbon Steel) أو النحاس، وللقلم نهاية أبرية مدببة طولها(20 mm) تشحن عادة، وتمتاز بأنها مقّساة لغرض استعمالها لمدة طويلة.



شكل(10– 16) شوكات التأشير

تستعمل الشوكة لرسم الخطوط على سطح القطع المراد تخطيطها، بمساعدة المسطرة أو الزاوية أو النموذج يتم مسك الشوكة باليد اليمنى وبزاوية تميل عن الشاقول بمقدار يتراوح بين 103-413 مع الأفق ويجب أن تكون المسطرة مثبتة جيدا ، كما يجب أن يرسم الخط مرة واحدة فقط، لكي يكون واضحا .

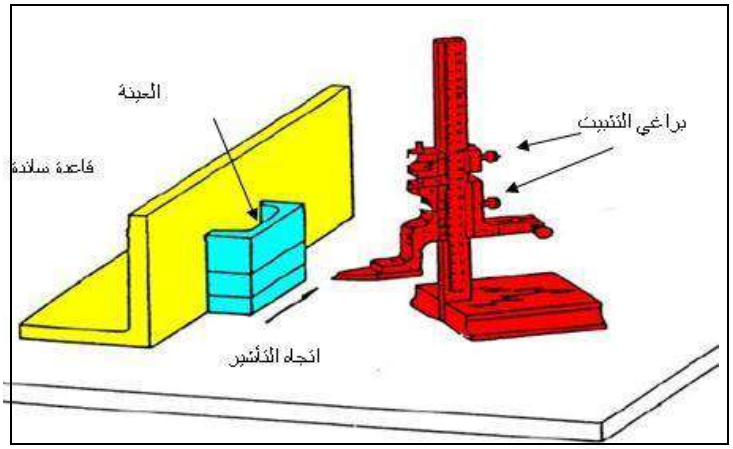
خطوا ت العمل:

1-قم بوضع العينة على زهرة الاستواء.

2- ضع المؤشرة على زهرة الاستواء.

3-بعد تحديد البعد والمسافة المراد تأشيرها حددها في مسطرة المؤشرة وشد براغي تثبيت المؤشرة .

4-قَّرّب المؤشرة من العيّنة، وقم بتأشير الخط المراد تأشيره، كما مبين في الشكل(10-17).



شكل 10 – 17 عملية التأشير

التمرين الخامس: المنقطة The Punch

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

1. يعرف أهمية المنقطة.
2. يستعمل المنقطة في تحديد المراكز والنقاط الدالة في قطع العمل والعينات.

العُدد والأدوا ت المستخدمة:

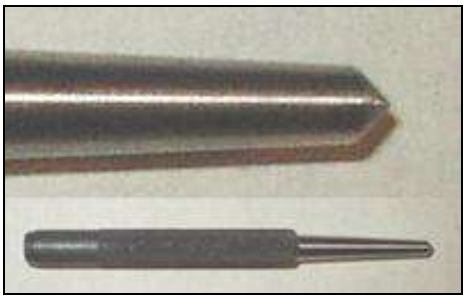
1- أدوات المؤشرة، 2- عينة للتنقيط عليها، 3- مطرقة حديدية.

المعلوما ت النظرية:

المنقطة: أداة تستعمل للتأشير، ولها رأس صلب، ونهاية مشحوذة بزاوية(30^0 - 60^0)، كما مبينة في الشكل(10-18).

استخداما ت المنقطة

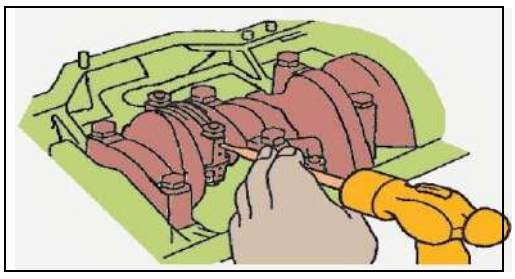
1. تأشير مرتكز الثقوب.
2. ترقيم قطع العمل بعلامات، كما في الشكل(10-18).



شكل(10– 18) المنقطة

خطوات العمل:

1. قم بتجهيز العينة المراد التنقيط عليها.
2. هيّئ المنقطة لغرض الاستعمال.
3. باستعمال المطرقة، أطرق طرقات خفيفة، لغرض التنقيط، كما في الشكل(10-19).



شكل(10– 19) عملية التنقيط

التمرين السادس: زوايا القياس Angle Gauges

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

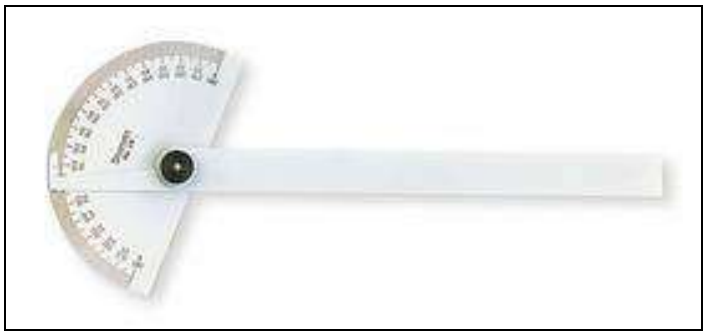
1. يتعرف على مختلف أنواع زوايا القياس.
2. يستعمل زوايا القياس الثابتة.
3. يستعمل زوايا القياس المتحركة.

العُدد والأدوا ت المستخدمة:

1- زوايا القياس الثابتة، 2- زوايا القياس المتحركة، 3- عينات لغرض قياس الزوايا بها.

المعلومات النظرية:

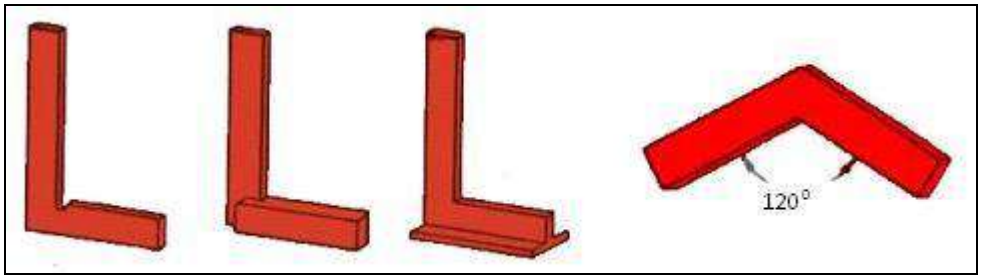
زوايا القياس وهي أدوات تستعمل لقياس زوايا الأجزاء الميكانيكية، وتكون الزوايا إما حادة (Acute) أو قائمة(Square) أو منفرجة(Obtuse) ويجري قياسها في المعتاد باستعمال أدوات قابلة للضغط مزودة بعضها بمعايير مدرجة لتحديد قيم الزوايا المطلوب قياسها، كما في الشكل(10–20) وتنقسم إلى نوعين رئيسين هما:



شكل(10 – 20)زاوية القياس

1- الأدوا ت ذا الزوايا الثابتة

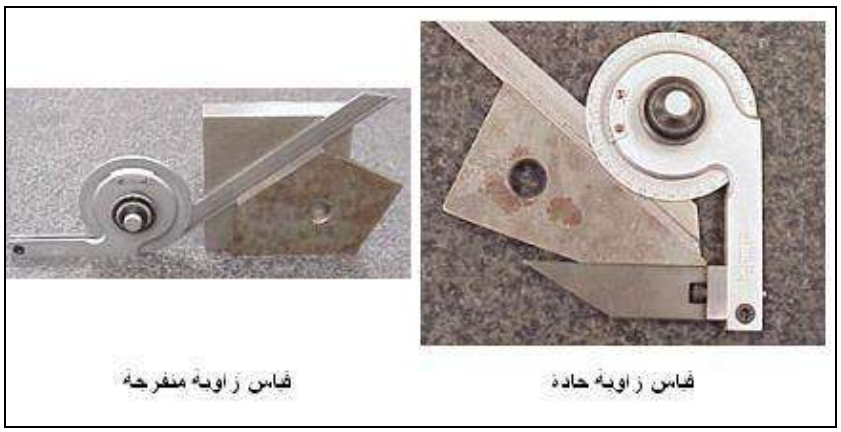
وهي عبارة عن زوايا مصنوعة لدرجة خاصة لايمكن تحريكها (وتكون 54^o ،06^o ،09^o ،30^o120^o) والشكل(10-21) يوضح زاوية قائمة ثابتة لكثرة استعمال مثل هذه الزوايا.



شكل (10–21)زوايا ثابتة

2- زوايا القياس المتحركة

وهي المنقلة ومساطر الزوايا بأنواعها، وتتكون مساطر الزوايا من جزأين أو ثلاثة أجزاء تتحرك بحسب ماينا سب بعضها لبعض بمسامير في ثقوب تتخذ وضع الزاوية المناسبة للشغلة، كما موضحة في الشكل(10-22)، أما المنقلة Protractor فتحمل تدريجات لتحديد قيم الزوايا ومنها مجهزة بمنزلقة لزيادة الدقة وبعضها مزود بمجهر لإيضاح القراءة.



شكل 10- 22 زوايا متحركة

وتكون هذه المنقلة أما ذات حافات مستقيمة، أو ذات حافات مشطوفة وتحرك المنقلة حسب الزاوية المطلوبة، وهناك نوع من المنقلات يسمى المنقلة الجامعة حيث تتكون من الأجزاء التالية:

1-مسطرة الزاوية وتتحرك عليها بقية الأجزاء.

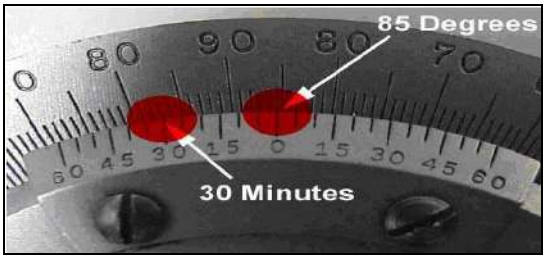
2- قاعدة الزاوية الرئيسة.

3- الزاوية المتحركة وهي تتحرك 360^{o}.

4-زاوية لتحديد المحاور المستديرة.

خطوات العمل:

1. ضع العّينة المراد قياس زاويتها على قاعدة مستوية.
2. ضع قاعدة زاوية القياس على إمتداد أحد جوانب الزاوية المراد قياسها، كما في الشكل(10-22).
3. ضع المسطرة المتحركة على الجانب الآخر من جوانب الزوايا.
4. تكون القراء ة من المنقلة، كما في الشكل(10-23).
5. ويكون حساب الزاوية، كما في الجدول(10-3).



شكل 10- 23 قر اءة المنقلة

جدول 10-3 حساب البعد

القياس الرئيس	A	85˚
قياس الورنيه	B	30'
قيمة القياس على الأداة	A+B	30' 85˚

التمرين السابع: الفرجال Caliper

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

1. يتعرف على الأنواع المختلفة للفراجيل.
2. يستعمل الفراجيل بصورة صحيحة.
3. ينقل الأبعاد الصحيحة عن طريق الفراجيل.

العُدد والأدوات المستعملة:

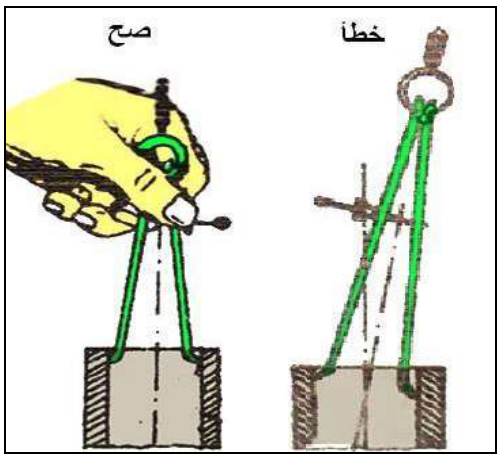
1- فرجال التقسيم، 2- فرجال قياس الأبعاد الداخلية، 3- فرجال قياس الأبعاد الخارجية، 4- مجموعة من العّينات.

المعلوما ت النظرية:

الفراجيل: أدوات تستعمل لنقل الأبعاد إلى قطعة العمل من على مسطرة القياس أو بالعكس، وهناك عدة أنواع وأشكال مختلفة من الفراجيل، كما في الشكل(10-24) من أهمها الأنواع آلاتية:

شكل (10-24) أنواع الفراجيل

يوضح الشكل(10-25) الوضع الصحيح لفرجال القياس بالنسبة لمحور التماثل لقطعة العمل، ويوضح الوضع الخطأ لعدم تطابق محور التماثل لقطعة العمل.

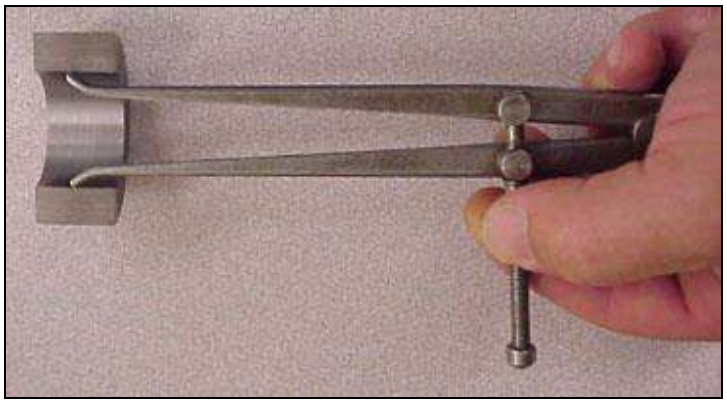


شكل (10 -25) الوضع الصحيح والخاطيء لقراءة الفرجال

أ- **فرجال التقسيم:** يستعمل لنقل الأبعاد وعمل الدوائر للشغلة المسطحة ويتكون من ساقين لكل منهما طرف مدبب ويمكن ضبط فتحة الفرجال بصامولة الضبط، والشكل(10-26) يوضح مقارنة الأبعاد بمسطرة.

شكل(10 – 26)مقارنة البعد بالمسطرة

ب – **فرجال القياس داخلي:** يستعمل لقياس الأقطار الداخلية، كما في الشكل (10-27).



شكل(10 -27) فرجال لقياس الأقطار الداخلية

ج- **فرجال القياس الخارجي:** يستعمل لقياس الأقطار الخارجية للأجسام وقطع العمل، كما موضح في الشكل (10-28) .

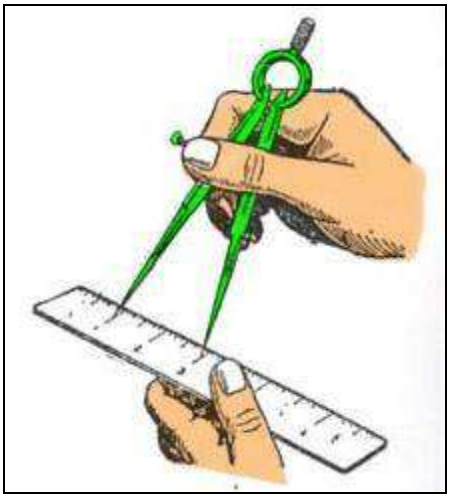
شكل(10 - 28) فرجال لقياس الأقطار الخارجية

استعمال فرجال التقسيم

خطوا ت العمل:

1-باستعمال فرجال التقسيم قم بقياس البعد المطلوب تقسيمه.

2- قم بنقل البعد ومقارنته بمسطرة كما في الشكل(30-29)

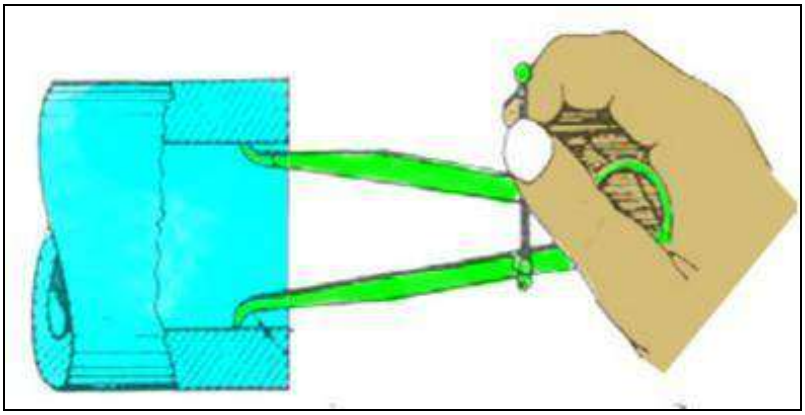


شكل (10 - 29 مقارنة البعد بالمسطرة

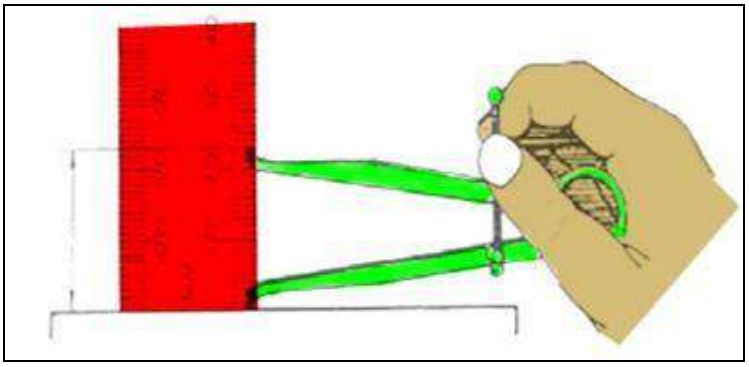
استعمال فرجال القياس الداخلي

خطوات العمل:

1. ادخل الفرجال إلى المكان المراد قياسه.
2. افتح أذرع الفرجال باتجاه الخارج حتى يتم التلامس مع الأسطح المراد قياسها، كما موضح في الشكل (10-30).
1. قم بقياس البعد المطلوب قياسه.
3. قم بنقل البعد ومقارنته بمسطرة، كما في الشكل(10-31).



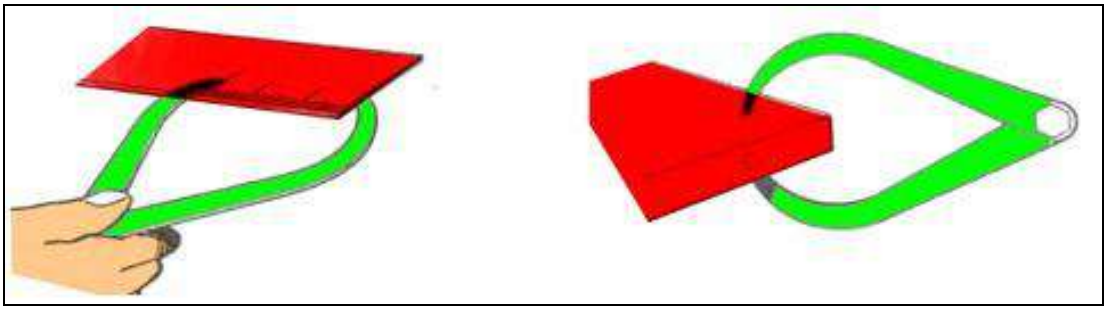
شكل (10-30 أخذ الأبعاد من العينة



شكل 10 -31 مقارنة البعد بالمسطرة

استعمال فرجال قياس الخارجي

1. ضع فكي الفرجال حول العّينة المراد قياسها.
2. أغلق اذرع الفرجال باتجاه العينة حتى يتم التلامس مع الأسطح المراد قياسها، كما هو موضح في الشكل(10-32).
3. قم بقياس ال بعد المطلوب قياسه .
4. قم بنقل ال بعد ومقارنته بمسطرة، كما في الشكل(10-32).



شكل 10-32 طريقة القياس والنقل

الفصل الحادي عشر
الأجزاء الرئيسة للخط الإنتاجي
Main Parts of Product Line

المحرك الكهربائي Electric Motor

التمرين الأول: قراءة معلوما اللوحة التعريفية "الأسمية Name Plate" للمحركات الكهربائية.

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

1. يتعرف على اللوحة الأسمية في المحركات الكهربائية.
2. يتعرف على عناصر اللوحة الأسمية للمحرك الكهربائي.
3. يفسر عناصر اللوحة الأسمية كمواصفات للمحرك الكهربائي.

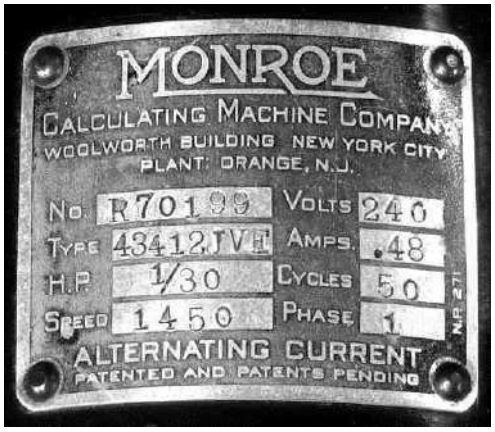
العُدد والأدوات المستعملة:

محركات كهربائية ذات تيار مستمر ومتناوب أحادي وثلاثي الأطوار متنوعة تحمل لوحات تعريفية.

المعلومات النظرية:

عملت الشركات المصنعة للمحركات الكهربائية من خلال وكالة توحيد القياس National Electrical Manufacturers Association (NEMA)-1926 على توحيد مقاييس التجهيزات الكهربائية، مما يجعل جميع المحركات تتبع المقاييس نفسها مهما اختلف المنتجون لها، وتلك المواصفات تثبت على لوحة تعريفية معدنية مناسبة الحجم وبشكل واضح على جسم المحرك، الشكل (11-1)، تتضمن المعلومات الشائعة على وفق لغة مشتركة، تحدد مواصفات ذلك المحرك، وتتيح لكل العاملين في هذا المجال التعرف على مواصفات وخصائص المحرك قبل استعماله لتساعد على توصيله وتشغيله وصيانته ضمن الشروط التي حددتها الشركة المصنعة، الشكل(11-2).

شكل (11-1) اللوحة الأسمية مثبتة على جسم المحرك الكهربائي



شكل(2-11) نموذج ل لوّحة الأسمية Name Plate

وتتضمن اللوحة الأسمية (غالباً)المعلوما ت الآتية:

1. **فرق الجهد)الفولتية(Rated Voltage**:)ويقاس بالفولت V(تصمم المحركات لكي تعمل بأداء مثالي عند مستوى معين من فرق الجهد أو عند مستويات محددة)لمحركات ثنائية وثلاثية الأطوار(، وتثبت هذه القيمة على اللوحة لتعطي المستعمل شرط اختيار المصدر المناسب مع سماح مقداره 30% بالزيادة أو النقصان بالقيمة.
2. **تيار الحمل الكامل Full-Load Amperage**:)ويقاس بالأمبير Amp(في حالة تعرض المحرك لعزم التواء أقصى، فإنَّ ذلك يتطلب زيادة في استهلاك التيار، وتحتوي اللوحة الأسمية على تلك القيمة، والتي تسمح باختيار حجم الأسلاك وفواصل الأمان لتوفير الحماية الضرورية للمحرك.
3. **التردد Frequency**:)ويقاس بالهيرتز Hz(يختلف التردد حسب النظام المستعمل في توليد الطاقة الكهربائية، ففي بعض الدول يكون التردد 60Hz وفي البعض الآخر 50Hz)كما في العراق(، وتثبت تلك القيمة في اللوحة الاسمية لمنع الاستعمال الخاطئ وتسمح بالاختيار المناسب لنوع المحرك.
4. **الطور Phase**: وهو مؤشر لكون المحرك أحادي الطور أو ثلاثي الأطوار.
5. **سرعة الحمل الكامل Full-load Speed**:)وتقاس بالدورة/ دقيقة rpm(وهي السرعة التقريبية في حالة التحميل الأقصى بموجب التيار وفرق الجهد الافتراضي، وقد تتغير سرعة المحرك تبع ا للتغير في قيمة فرق الجهد أو نتيجة تغيير درجة الحرارة أو عوامل تصنيعية، وعلى العموم تكون سرعة الحمل الكامل بحدود 90% إلى 99% من سرعة المحرك بدون حمل.
6. **درجة حرارة المحيط Ambient Temperature**:)وتقاس بالدرجة السيلزية C˚(يعتمد عمر المحرك الكهربائي على مقدار درجة الحرارة التي تحدث في المنطقة الأكثر سخونة في المحرك وعلى درجة حرارة المحيط والتي غالب ا ما ينصح أن تكون بحدود 40 درجة سيلزية.
7. **القدرة الحصانية Horsepower**:)وتقاس بالحصان hp(القيمة تمثل مقياسا لمقدار المعدل الزمني للشغل المتوقع إنجازه من المحرك، وتعتمد هذه القيمة على عزم الالتواء ومقدار سرعة الحمل الكامل، تلك القيمة تسهل اختيار المحرك المناسب لقدرة الماكينة، ومن الممكن أن تستعمل وحدات أخرى لقياس قدرة المحرك وهي (kW))الكيلوواط (كما هو واضح في اللوحة الاسمية، الشكل (2-11)، والتي تعادل(1.34 hp).

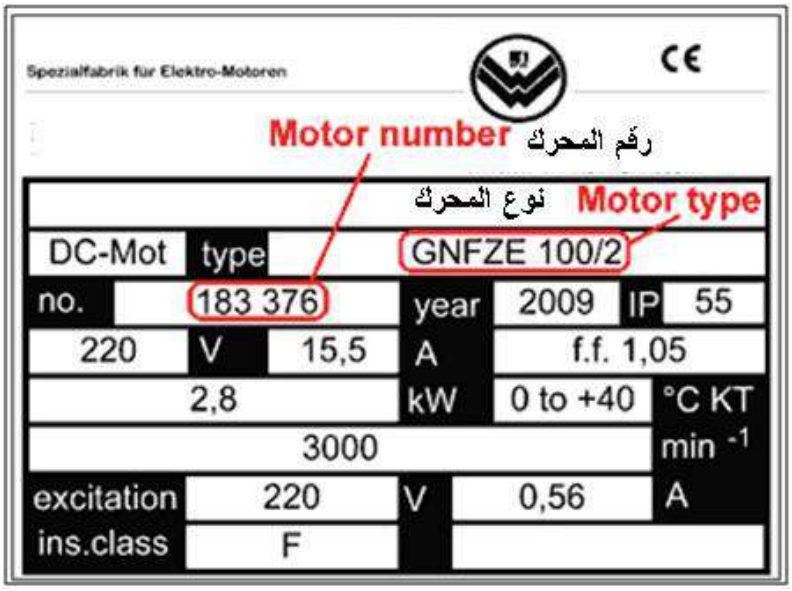
8. **الرقم المتسلسل Serial Number**: تعتمد الشركات المصنعة أرقام تسلسلية لمنتجاتها تتكون من أرقام وحروف لها مفاتيح دلالة لكل شركة، قد تمثل سنة الصنع أو الموديل، أو معلومات تخص طريقة التصنيع، أو البلد صاحب الامتياز لتلك الشركة، مما يعطي خصوصية لذلك المنتج ويميز كل قطعة عن الأخرى.
9. **معامل القدرة COS φ (Power Factor)**: وهو النسبة بين حمل المحرك وفرق الجهد مضروب في التيار عند أقصى حمل، ويكون أقل قيمة عند عدم وجود حمل ويرتفع كلما زاد الحمل على المحرك.
10. **حجم الهيكل Frame Size**: ويعبر عن المسافة بين الجزء الدوار والجزء الثابت.
11. **معدل وق التشغيل Time Rating**: هناك أنواع من المحركات يثبت عليها وقت التشغيل (7/14) وتعني تحملها التشغيل المستمر، وهناك أنواع أخرى تكتب المدّة الزمنية التي يوصى بتشغيل المحرك فيها مثل 31 دقيقة.
12. **اسم وعنوان المنتج Manufacturer's Name and Address**: وتكتب في اللوحة الأسمية لبيان اسم الشركة المصنعة وأحيانا عنوانها وبلد المنشأ.

خطوات العمل:

1. اختر محرك كهربائي)بمساعدة المشرف على التدريب.
2. حدد نوع التيار الذي يعمل عليه المحرك)مستمر، متناوب.
3. انقل البيانات إلى دفتر الملاحظات.
4. فسر جميع الرموز بالتفصيل.
5. أعد تنفيذ التمرين لمحرك آخر.

تدريب :

في الشكل(11-3) لوحة تعريفية لمحرك كهربائي، فسر المعلومات المكتوبة عليها بالتفصيل.



شكل(11-3)لوحة اسمية لمحرك تحتوي على مواصفاته

التمرين الثاني: تفكيك وتجميع محرك يعمل بالتيار المستمر DC Motor

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

3. يستعمل ال عدد والأدوات الأساسية اللازمة لعملية الفتح والتجميع.
1. يفكك محرك التيار المستمر إلى أجزائه الرئيسة.
1. يتعرف على الأجزاء الرئيسة لمكونات محرك التيار المستمر.
4. يعيد تجميع أجزاء محرك التيار المستمر .

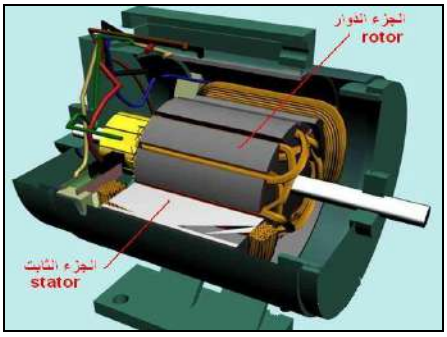
العُدد والأدوا المستعملة:

- محرك تيار مستمر.
- مفكات (رأس عدل ومربع).
- مطرقة بلاستك.
- مطرقة حديد.
- مفاتيح)سداسية المقطع.
- ملزمة (منكنة) حديدية.
- مفاتيح براغي (حلقية).

المعلوما ت النظرية:

يتكون محرك التيار المستمر من جزأين رئيسين هما، الجزء الثابت) Stator(، والجزء الدوار)Rotor(، فضلا عن أجزاء تكميلية أخرى في المحرك.

3. **الجزء الثابت Stator**: يتكون من الإطار الخارجي ويصنع من حديد الزهر)الآهين(، أو من الحديد المطاوع ويكون على شكل أسطوانة مجوفة، الشكل(11-4)، وتكون وظيفة الجزء الساكن في المحرك الذي يحوي ملفات الأقطاب المغناطيسية إعطاء التدفق المغناطيسي اللازم لدوران المحرك، كما تثبت عليه الأغطية الجانبية التي تحمل الجزء الدوار وحوامل الفرش الكربونية ،والقلب الحديدي للأقطاب المغناطيسية مصنوعة من قطعة)أو عدة قطع(من الحديد الصلب تثبت عن طريق مسامير لولبية)براغي(مع الجسم، يكون حولها ملفات الأقطاب المغناطيسية مصنوعة من أسلاك نحاسية معزولة بعدد لفات مناسبة، توصل فيما بينها لتكون المجال المغناطيسي الرئيس للمحرك، وتوضع ما بين الأقطاب الرئيسة أقطاب أخرى أصغر حجما تدعى بالأقطاب المساعدة فائدتها تقليل الشرر بين الفرش الكربونية والجزء الدوار.



شكل(11-4) مقطع يوضح الجزئين الرئيسين في المحرك

1. **الجزء الدوار Rotor**: ويسمى المنتج أو الآرميجر(ويتكون من محور دوران يصنع من حديد الصلب مثبت عليه القلب الحديدي للمنتج والمتكون من صفائح من الحديد المغناطيسي معزولة فيما بينها، وعلى سطحه الخارجي فتحات طولية تدعى المجاري(Slots)، الشكل (11-5)، وفي أحد جوانبه يثبت شكل أسطواني يتكون من قطع نحاسية معزولة عن بعضها تدعى بالموحد (Commentator) تنزلق عليه الفرش الكربونية المصنوعة من الكرافيت المثبتة على أحد الأغطية الجانبية.

شكل(11-5) الجزء الدوار مثبت عليه الموحد

خطوات العمل:

1. تحضير الأدوات وال عدد اللازمة للفتح.
2. وضع علامة باستخدام جزء حاد على الأغطية وجسم المحرك للمساعدة في عملية التجميع لاحق ا .
3. باستخدام أداة مناسبة تفتح البراغي على جانبي المحرك.
4. إزالة الفرش الكربونية من حواملها برفع النابض الضاغط باستخدام مفك.
5. وضع البراغي في مكان مناسب.
6. إزالة الغطاء من الجهة الحرة.
7. رفع أي قفل يحيط بكراسي التحميل.
8. الطرق الخفيف على محور الدوران عن طريق مطرقة بلاستك لإخراج الجزء الدوار.
9. استعراض مكونات المحرك الداخلية للتعرف عليها.
10. إعادة تجميع المحرك بالخطوات العكسية بد ء بالجزء الدوار والأغطية)مراعاة العلامات(والفرش الكربونية .
11. ربط البراغي والصواميل مع التأكد من الدوران الحر بالمعايرة.

التمرين الثالث: تفكيك وتجميع محرك يعمل بالتيار المتناوب AC Motor

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

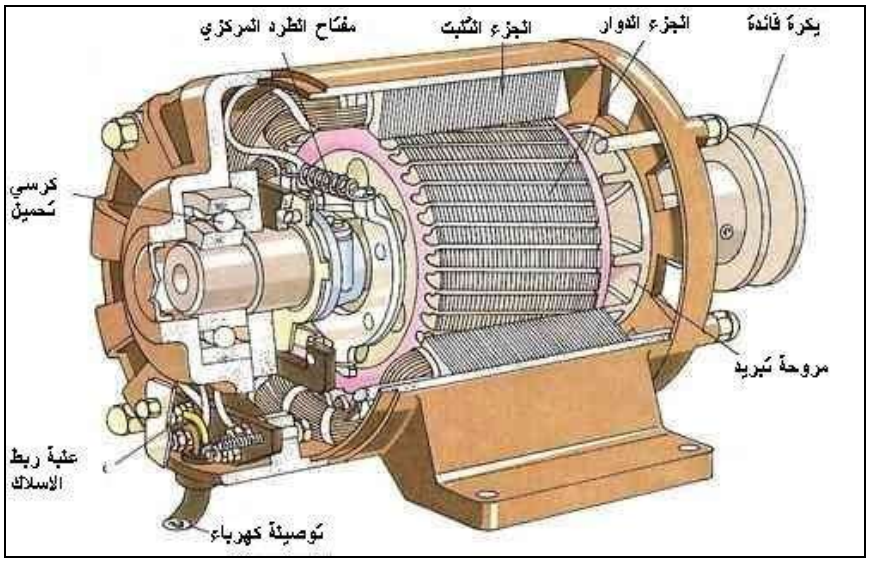
1. يستعمل ال عدد والأدوات الأساسية اللازمة لعملية الفتح والتجميع.
2. تفكيك محرك التيار المتناوب إلى أجزائه الرئيسة.
3. التعّرف على الأجزاء الرئيسة لمكونات محرك التيار المتناوب.
4. إعادة تجميع أجزاء محرك التيار المتناوب.

العُدد والأدوات المستعملة:

- محرك تيار متناوب.
- مفكات رأس عدل ومربع.
- مطرقة بلاستك.
- مطرقة حديد.
- مفاتيح سداسية المقطع.
- ملزمة (منكنة) حديدية.
- قالعة كراسي تحميل ثلاثية (فخة).
- مفاتيح براغي حلقية.

المعلومات النظرية:

تعّد محركات التيار المتناوب من المحركات شائعة الاستعمال استعمالا واسعا ، ولاسيما في تشغيل الخطوط الإنتاجية، و تصنع بنوعين هما محركات حثية ذات طور واحد(Single phase Induction Motor)، ومحركات حثية ذات الثلاثة أطوار(Three Phase Induction Motor). يتكون النوع الأول من ملفين أحدهما يسمى ملف البدء(Start)، والآخر ملف الحركة(Run) وذلك لعدم إمكانية محركات الطور الواحد من بدء الحركة دون مساعدة خارجية لكون المجال المغناطيسي المتكون فيها ليس مجالا مغناطيسيا دوارا ، لذا يستعمل المكثف للمساعدة في بدء الحركة ويوصل عن طريق مفتاح طرد مركزي يتم فصله عن ملفات البدء بعد أن يدور المحرك. والشكل (11-6) يمثل مقطعا لبيان الأجزاء الداخلية ومكونات المحرك الكهربائي العامل بالتيار المتناوب.



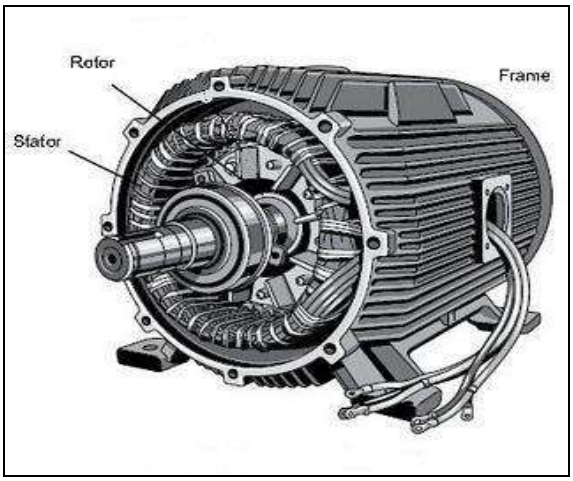
شكل (11-6)مقطع يبين مكونات المحرك الكهربائي العامل بالتيار المتناوب

تتركب المحركات المشار إليها من الأجزاء الرئيسة الآتية:-

1. **الجزء الثابت(Stator)**: ويتكون من مجموعة صفائح من الحديد المغناطيسي تضغط مع بعضها لتكون شكلا أسطوانيا مجوف ا ، الشكل(11-7) ، تستعمل الفتحات لدخول الملفات بنوعيها)البدء والحركة، وعادة ما يكون السطح الخارجي(Frame) للجزء الثابت محتويا على زعانف طولية لزيادة المساحة السطحية لأغراض التبريد.

شكل(11-7) الجزء الثابت في محركات التيار المتناوب

2. **الجزء الدوار(Rotor)**: يتكون من محور الدوران(Shaft) والذي يستند إلى الغطاءين الجانبيين بصورة متوازية بالنسبة للجزء الثابت، مثبتا عليه صفائح من الحديد المغناطيسي على شكل أسطواني على محيطه الخارجي بينها صفائح من النحاس لتكون ملفات الجزء الدوار بعد أن تلحم من كلا الجهتين بحلقتين نحاسيتين، وهناك تصاميم لأنواع أخرى. والشكل(11-8) يبين التركيب الداخلي للمحرك.



شكل (11-8) رسم لمحرك كهربائي يبين الجزء الثابت والجزء المتحرك

خطوات العمل:

1-تجهيز ال عدد والأدوات اللازمة لعملية الفتح والتجميع.

2. وضع علامات على الأغطية الجانبية وجسم المحرك للمساعدة على عملية التجميع.

3. إزالة البكرة (إن وجدت) أو مروحة التبريد من طرف عمود الدوران باستعمال القالعة، كما في الشكل (11-9)، أو تحريرها بعد فتح المسمار المثبت لها بالطرق بالمطرقة البلاستيكية، مع مراعاة تنظيف طرف العمود من الصدأ أو الزيوت المتجمدة.

شكل(11-9) إزالة البكرة (إن وجدت) من طرف عمود الدوران باستعمال القالعة

4. فتح البراغي المحيطية للأغطية الجانبية، الشكل(11-10).

شكل(11- 10) إزالة البراغي من جسم المحرك

5. استخدام المفك العدل، أو شفرة لإزالة الغطاء الخلفي للمحرك باستخدام مطرقة بلاستيكية، الشكل (11-11) .

شكل(11- 11)إزالة الغطاء الخلفي للمحرك

6.تحرير الغطاء الأمامي للمحرك وبنفس طريقة الغطاء الخلفي، الشكل)(11- 12).

شكل(11-12) تحرير الغطاء الأمامي للمحرك

7. سحب عمود الدوران بلطف خارج جسم المحرك.
8. التعرف على مكونات الجزأين الساكن والمتحرك.

9. إعادة تجميع الأجزاء بطريقة عكسية لعملية الفتح والتأكد من الدوران للعمود بشكل سهل عند معايرة ضبط البراغي.

التمرين الرابع : دراسة السرعة والعزم لمختلف أنواع المحركات ولمختلف الظروف

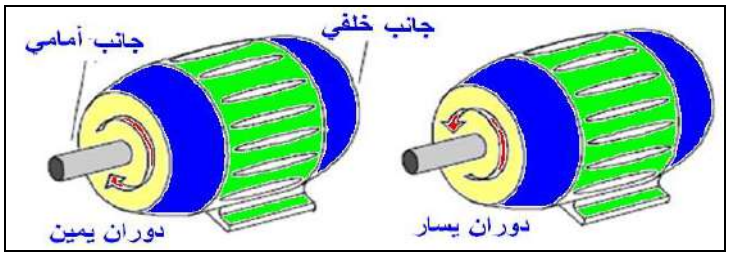
الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

1. يستعمل الأنواع المختلفة للمحركات الكهربائية
2. يشخص أعطال المحرك الكهربائي
3. يجري عملية الصيانة
4. يتدارس المتغيرات التي تتحكم بالمحرك

المعلومات النظرية: الكهربائي

إنّ المحركات الكهربائية كما هو معروف تعتمد في مبدأ عملها على المغناطيسية، وتصنف هذه المحركات بحسب وظيفتها إلى محركات التيار المستمر (DC MOTOR)، محركات التيار المتناوب (AC MOTOR) أحادية الطور وثنائية وثلاثية الطور، محركات متزامنة. إنّ أسلوب عملها قابل لتغيير الإتجاه، كما مبين في الشكل(11-13) وهكذا فإن كلمة محركات كهربائية هو مصطلح عام يشمل جميع الأنواع، حتى أنّ كل محرك يتكون من جزأين بشكل عام جزء ثابت يعرف(STATOR) وجزء آخر دوار يسمى (ROTOR).



شكل 11- 13 يبين شكل عام لمحرك يدور باتجاهين

أسلوب عمل المحرك الكهربائي

يمكن التعرف على أسلوب عمل أيّ محرك كهربائي عن طريق استجابة العزم / السرعة. ففي حالة السرعة صفر للحمل يكون العزم للمحرك بأقصى قيمة له، أما في حالة العزم تقريبا صفر يدور الحمل بأقصى سرعة وهذا واضح من مخطط العزم / سرعة الخاص بكل محرك، إن التغير بالسرعة (الانزلاق) يتم تعريفه بالنسبة المئوية من معدل السرع.

إنّ تصرف المحركات الكهربائية يقسم إلى أربع مجاميع هي:

1- الأسلوب المتزامن(SYNCHRONOUS BEHAVIOUR): التغير في السرعة يكون صفرا ، إذ لا انخفاض بالسرعة بتاثير زيادة الحمل (لذلك تدعى محركات متزامنة).

1- **الأسلوب المتوازي(SHUNT BEHAVIOUR)**: التغير بالسرعة يكون أقل من 30%)في محركات الحث أحادية الطور وثلاثية الطور وتدعى(SHUNT –WOUND MOTOR).

1- **الأسلوب المركب(COMPOUND BEHAVIOUR)**: التغير بالسرعة من (30–11% ومثال على ذلكTHREE- PHASE SLIPRING MOTOR).

3- الأسلوب المتوالي(SERIES BEHAVIOUR): التغير بالسرعة أكثر من 11%.

إنّ صيغة التشغيل (Operating Mode) مهمة جدا عند اختيار أي محرك كهربائي، مثال على ذلك، يسخن المحرك إذا تم تسليط حمل مفاجئ عليه أقل لو كان الحمل دائميا ولذلك يستعمل محركا صغير الحجم لهذا الغرض، وللمحركات الكهربائية أنواع مختلفة بحسب استعمالها وهي كالآتي:

اولاً: محرك التيار المستمر (DC MOTOR)

منها المحركات الصغيرة وأخرى كبيرة الحجم. لها تطبيقات واسعة في مجال الخطوط الإنتاجية تبدأ من التطبيقات البسيطة ذات القدرة المنخفضة إلى التطبيقات الكبيرة والمعقدة ذات القدرة العالية. طريقة التعامل مع هذا النوع من المحركات الكهربائية تتلخص إمّا بالتحكم بسرعة المحرك ومن ثمّ بسرعة الخط الإنتاجي عن طريق أجزاء نقل الحركة الدورانية، أو من خلال التحكم باتجاه الدوران. إن المتغيرات المهمة التي يعتمد عليها محرك الـ (DC) في عمله وأدائه هي السرعة (سرعة الدوران) المقاسة بوحدات الـ RPM والتي تعني عدد الدورات بالدقيقة(round per minute)، تيار المحرك، وعزم الدوران، إذ ا هذه المتغيرات الثلاثة لابد من إيجادها وتحديد قيمها ولجهود ادخال مختلفة بدءا من (0 V) إلى مقدار الجهد الأقصى الذي يتعامل به المحرك المعني .

العُدد والأدوا المستعملة: **تكون المواد من(1 – 3) ضمن لوحة واحدة**

- محرك (DC).
- أجهزة قياس السرعة والعزم.
- جهاز أميتر لقياس تيار المحرك.
- مجهز قدرة مستمرة.
- أسلاك التوصيل.

خطوا ت العمل:

1. إرت د بدلة العمل وألبس الكفوف الواقية.
2. افحصْ وهيئ لوحة العمل ومستلزمات التمرين.
3. اربطْ محرك التيار المستمر في لوحة العمل وشغل المنظومة.
4. لمديات جهد الادخال المبين بالجدول(11-3) والخاصة بجهد القلب الدوار(Armature)، اكمل باقي الحقول للمتغيرات الموجودة بالجدول في حالة انعدام الحمل.

جدول 11-3 مديات جهد الادخال

فرق جهد القلب الدوار Armature voltage UA[V]	السرعة Speed N[min-]1	تيار المحرك Motor current IA[mA]	العزم Torque M[mN.m]
2			
0.25			
0.5			
1			
2			
4			
6			

5.لمديات جهد الادخال المبين بالجدول أعلاه والخاصة بجهد (Armature)، أكمل باقي الحقول للمتغيرات الموجودة بالجدول ولكن في حالة الحمل.

ملاحظات

1- لا يمكن التحكم بزوايا دوران محركات التيار المستمر تحكما مباشرا ، وذلك بسبب سرعتها العالية، لذلك لا يمكن استعمالها في التطبيقات التي تتضمن تحكما بالزوايا وقيمها.

2- لا يمكن إيقاف دوران محركات التيار المستمر إيقافا مفاجئا بسبب مشاكل القصور الذاتي.

ثانياً: محركات الخطوة (Stepper Motors)

في هذا النوع من المحركات تم التغلب على مسألة التحكم بزاوية الدوران تحكما دقيق ا ، إذ أن مبدأ عمل هذا النوع من المحركات هو الانتقال بخطوات (مقدار الخطوة الزا و ية بقدر يصل إلى نصف درجة) وذلك من خلال التحكم بتسلسل تسليط الجهد على مداخل هذا المحرك. فطريقة عمل هذا المحرك ممكن تلخيصها بما ياتي: -

يتكون محرك الخطوة من أربع مداخل رئيسة تمر على ملفاته الأربعة، كلا ً على حدة وعند تشغيل ملف واحد مع بقاء البقية في حالة عدم تشغيل فإن المحرك ينتقل خطوة واحدة إلى الامام أو إلى الخلف، وإذا أردنا الاستمرار بإضافة خطوات أخرى يتم تشغيل باقي الملفات بشكل متسلسل بدءا من المجاور والذي يليه وفي كل حالة تشغيل ملف جديد يتم إطفاء باقي الملفات، وهكذا تتم عملية الانتقال من مكان إلى آخر)من زاوية إلى أخرى(بخطوات متسلسلة وبحسب عدد الخطوات المطلوبة. هذه العملية التي يشتغل بها محرك الخطوة يمكن إيضاحها بالجدول(33-4)، إذ يمثل(0) إن المفتاح الكهربائي في حالة عدم تشغيل و(3) المفتاح الكهربائي في حالة تشغيل.

جدول 11 – 4 آلية عمل محرك الخطوة

A	B	C	D
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

العُدد والأدوا ت المستعملة: كون المواد من(1-3) ضمن لوحة واحدة

- محرك خطوة(stepper).
- مجهز قدرة مستمرة.
- أسلاك التوصيل.

خطوا ت العمل:

1.ارتدِّ بدلة العمل.

2. قم بربط محرك الخطوة إلى أربع مفاتيح كهربائية، مرتبطة إلى مجهز القدرة، و ضعْ تسلسل المفاتيح كالآتي (A, B, C , D) مع ربط الطرف السالب للمحرك إلى الطرف السالب لمجهز القدرة.

3. قم بتشغيل المحرك الذي تبلغ خطوته(1)درجة وبحسب الزوايا الآتية:- 08^{o}، 52^{o}، 51^{o}، 10^{o} .100^{o}

4.اعكس العملية بحيث يدور محرك الخطوة بالاتجاه المعاكس.

5.تاكد من أنك قد حصلت على نفس قيم الزوايا المطلوبة، واذكر السبب إذا كانت هنالك قراءات غير مطابقة لما هو مطلوب.

ملاحظات:

1- يستعمل محرك الخطوة في التطبيقات التي تتضمن عمليات توقيت ومؤتمتة، كما في خطوط التجميع أو الإنتاج ولكن لا يمكن استعماله في التطبيقات التي تتضمن أحمالا كبير ة نسبي ا ، وذلك بسبب فقدان خطوات معينة من الخطوات التسلسلية التي لا يمكن الإنتباه لها في أثناء العمل)أي إنّ محرك الخطوة يتعامل فقط مع حمل ثابت يوضع مسبقا).

1- هنالك طرائق عديدة ومختلفة للربط أعلاه منها ربط محركات خطوة تحتاج إلى مصدري جهد أحدهما موجب والآخر سالب، يسلطان على ملفات المحرك تسليطا متقابلا وتتم العملية تسلسلية أيض ا والغرض منها الحصول على عزم دوران كبير .

ثالثاًمحركات السيرفو(Servo Motors)

1.إن محرك السيرفو ببساطة يتكون من الأجزاء الرئيسة الآتية موضوعة في هيكل واحد ولغايات معينة وكالآتي:

2.محرك تيار مستمر:- الغرض منه الحصول على الحركة الدورانية.

3. صندوق تروس:- يرتبط بمحرك التيار المستمر ويستعمل لتقليل السرعة العالية وفي الوقت نفسه الحصول على عزم دوران كبير نسبيا .

4. الكوابح: تقوم بايقاف الجزء الدوّار في المكان المطلوب (أي الزاوية المطلوبة).

5.نظام سيطرة:- يقوم بتحديد الزاوية المطلوبة وحسب جهد الإدخال النبضي (لكل محرك سيرفو جهود إدخال نبضية تقابلها زاوية دوران(وكذلك يقوم نظام السيطرة بزيادة عزم الدوران في الحالات التي لا يصل بها عمود الدوران إلى الزاوية المطلوبة بسبب الحمل الخارجي أو ماشابه لأجل الوصول إلى الزاوية المطلوبة والدقة العالية.

العُدد والأدوات المستعملة:

- محرك سيرفو.
- مصدر مجهز قدرة.
- دائرة توليد نبضات كهربائية.
- أجهزة قياس زوايا وعزوم ضمن لوحة تدريب واحدة.

خطوا ت العمل:

1. ارتدِّ بدلة العمل.
2. هيّئ لوحة التدريب وافحص عملها.
3. اختر النبضة المناسبة (دورة التشغيل(Duty cycle) لكلٍّ من الزوايا المبينة في الجدول(11-5) مع الأخذ بنظر الاعتبار ملء الفراغات.
4. قم بتسجيل الزوايا المقابلة للنبضات المولدة وافحص دقتها وقارن هذه الدقة مع دقة محركات الخطوة وبين المميزات والعيوب لكل منها وحسب اجتهادك.

جدول 11-5 الزوايا المبينة والنبضة المقابلة لها

الزاوية (درجة)	مقدار النبضة
25	
40	
00	
310	
170	

أعمدة الإدارة **Drive Shafts**

التمرين الخامس: تفكيك وتركيب كراسي التحميل(Bearing) لعمود إدارة محرك كهربائي.

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

1. يستعمل أدوات تفكيك وتركيب كراسي التحميل لأعمدة الدوران.
2. يستخرج كرسي تحميل لعمود الدوران .
3. يجمع كرسي تحميل مع عمود دوران.

العُدد والأدوا ت المستعملة:

- عمود دوران لمحرك كهربائي.
- مطرقة بلاستك.
- مطرقة حديد.
- ملزمة (منكنة) حديدية.
- خالعة (فخة) ثلاثية.
- مفتاح براغي حلقي مناسب لبرغي الخالعة.

المعلومات النظرية:

لا يمكن لأعمدة الدوران بمختلف أنواعها من أن تنقل القدرة بدون المساند التي تحملها لتدور بشكل محوري ومركزي، ويسمى المحْمل بكرسي التحميل (Bearing)، وهو جزء الآلة الذي يتحكم في توجيه الأجزاء المتحركة لتعمل على تقليل الاحتكاك والتآكل، بتمكين الأجزاء الدائرة والمنزلقة من الحركة بسلاسة. وتستعمل كراسي التحميل في أنواع عديدة من الآلات ما دامت تحتوي على عمود يدور.

هناك نوعان رئيسان من كراسي التحميل: النوع البسيط والنوع ذو المدحرجات، إذ يختلفان في طريقة الاحتكاك، المحامل البسيطة تكون على شكل أنبوب معدني (جلبة) أو حلقة معدنية تحيط حول العمود يفصلها عنه سائل مثل الزيت يقلل الاحتكاك، والعديد من المحامل البسيطة مبطَّنة بسبيكة معدنية، و ت شحَّم بالزيت الذي يعمل على منع تلامس السطوح المعدنية، وتصنع بعض المحامل البسيطة من البلاستيك، ولا تحتاج إلى تشحيم. والمحمل ذو التشحيم الذاتي المصنوع من مسحوق معدن البرونز المضغوط الذي يستعمل في أعمدة ومحاور المحركات الكهربائية، الشكل(11-14).

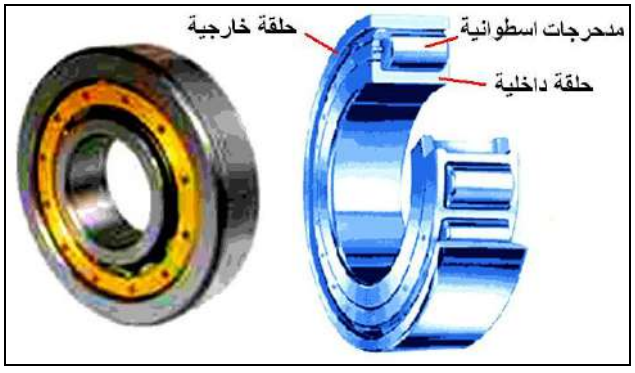
شكل (11-14) كرسي تحميل من النوع البسيط (جلبة)

تصنف المحامل عادة على وفق وظيفتها، وكما يأتي:

1. **كراسي تحميل بمدحرجات مخروطية:** تتكون من حلقتين (حلقة داخلية وحلقة خارجية)، بينهما مدحرجات مخروطية مثبتة في شبكة، الشكل(11-15). هذا التصميم ذو قدرة عالية لتحمل القوى القطرية والمحورية، لذا فتستعمل عموما كأزواج متعاكسة بالاتجاه.

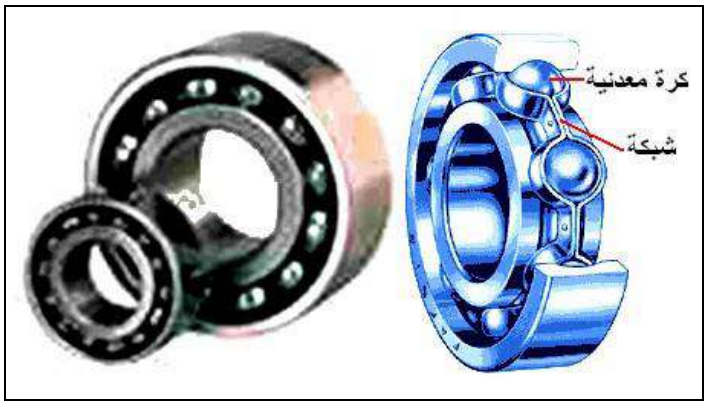
شكل(11-15) كرسي تحميل بمدحرجات مخروطية

1. **كراسي تحميل بمدحرجات أسطوانية(Roller Bearings):** ولها قدرة عالية لتحمل القوى القطرية)الشعاعية(مع الاحتكاك المنخفض، وتستخدم في السرعة العالية، الشكل(11-16).



شكل(11-16) كراسي تحميل بمدحرجات أسطوانية

1. **كراسي التحميل بمدحرجات كرو يّة مركزية(Ball Bearings):** ولها قدرة عالية لتحمل القوى القطرية والمحورية، الشكل (11-17)، هذا النوع يكون مناسبا لعّدة مكائن صناعية منها مكائن الخراطة والتفريز.

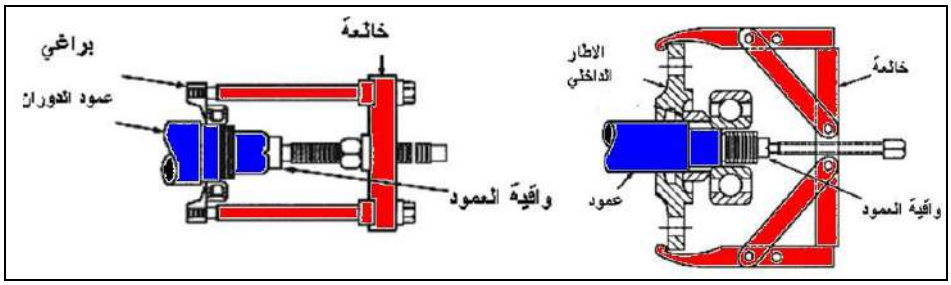


شكل(11-17) كرسي تحميل بمدحرجات كروية

4. **كراسي التحميل بمدحرجات كرويّة لا مركزية:** هذا النوع مجهز بصفين من المدحرجات الكروية المتماثلة، ويمكن للحلقة الداخلية الميل بزاوية عن محور الدوران ولها قدرة عالية لتحمل الصدمات والميلان(Misalignment) المحتملان في أثناء دوران العمود والناتجة من الاهتزازات، وتتحمل القوى القطرية والمحورية، الشكل(11-18).

شكل(11-18) كراسي التحميل بمدحرجات كرويّة لا مركزية

تثبّت كراسي التحميل على العمود عن طريق الضغط باستعمال المكابس أو الطرق، ويتم التداخل بين العمود والحلقة الداخلية لكرسي التحميل بموجب قياسات عالمية تحدد قوة التداخل، و تستعمل عدة طرائق لخلع كرسي التحميل عن العمود ومنها الطرق، أو استخدام المكابس بطريقة عكسية لعملية التثبيت ،أو باستعمال الخالعة(Puller) الفخة كما موضح في الشكل(11-19)، وتكون بأنواع تصاميم وأحجام مختلفة تتناسب والحالة المطلوبة، إذ تتكون من مسند على مركز العمود لوقايته من التلف وأذرع أو براغي لسحب كرسي التحميل.



شكل(11-19) نوعان من خالعة كراسي التحميل

والشكل(11-20) يبين أحد أنواع الخالعات شائعة الاستعمال وطريقة تثبيتها على الحلقة الخارجية أو الداخلية لكرسي التحميل، وطريقة سحب الكرسي.

شكل(11-20) طريقة تثبيت الخالعة على كرسي التحميل

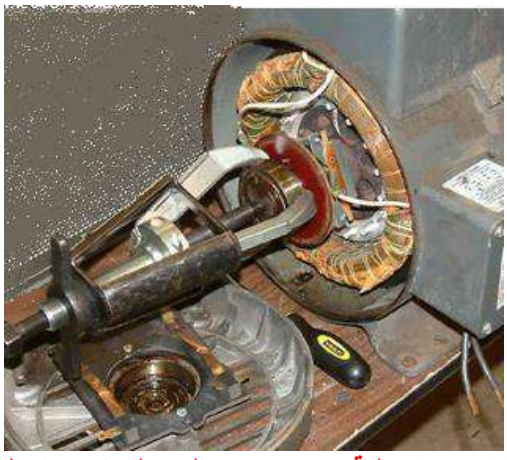
خطوات العمل:

عملية الفتح

1. تحضير عمود دوران مثبت بطرفية كراسي تحميل بمساعدة المشرف على التدريب، مع تنظيف الطرف الحرالمثبت عليه البكرة بصورة جيدة لاحتمال تجمع الصدأ أو الأوساخ على طرفه ،الشكل (11-21).

شكل(11-21) ضرورة تنظيف العمود قبل عملية سحب كرسي التحميل

1. تثبيت العمود على الملزمة بطريقة مناسبة، أو إبقائه داخل الجزء الثابت للمحرك.
2. رفع حلقات القفل إن وجدت قبل المباشرة بفتح كراسي التحميل.
3. ربط الخالعة بأحد أطراف العمود مع وضع حلقة واقية بينية.
4. تثبيت مرتكز الخالعة على محور العمود وتثبيت الأذرع على الإطار الخارجي لكرسي التحميل.
6. شد برغي المرتكز باستعمال المفتاح الحلقي للخارج.
7. سحب كرسي التحميل بسلاسة من منطقة التداخل تدريجيا ، الشكل (11-22).



شكل(11-22)عملية سحب كرسي التحميل باستخدام الخالعة

8. تكرر الخطوات السابقة الذكر للطرف الآخر.

عملية التجميع

1. إدخال كرسي التحميل في طرف العمود لحد منطقة التداخل.
2. استعمال مطرقة البلاستك لتهيئة كرسي التحميل بشكل مركزي مع العمود.
3. استعمال حلقة من الحديد (جلبة) ذات قطر وسمك مناسب القطر الخارجي أصغر أو مساوٍ لحلقة كرسي التحميل الداخلية، والقطر الداخلي أكبر بقليل من قطر العمود، الشكل(11-23).
4. استعمال المطرقة الحديدية مع الاستعانة بالقطع الخشبية لحماية هيكل كرسي التحميل في عملية التجميع.
5. الطرق بصورة متوازنة على الحلقة الحديدية لإكمال عملية التجميع تدريجيا .

شكل(11-23)عملية تركيب كرسي التحميل على العمود

ملاحظات:

1. **إن إزالة كرسي التحميل من الإجراءات التي تتطلب العناية في أثناء العمل وذلك لضمان عدم التسبب بضرر لعمود الدوران .**
2. **تُعدّ الخالعة الاختيار الأفضل لنزع كراسي التحميل في حالة اختيار القياس والنوع المناسب لها.**

3. يمكن استعمال طرائق أخرى مثل الضغط الهيدروليكي، أو الحرارة، كمرحلة أوّلية تليها الخالعة ،ويمكن استعمالهما مع اً)تسخين كرسي التحميل يساعد على تمدد الحلقة الداخلية(، مع مراعاة السلامة المهنية عند الاستعمال.

3. إن استعمال اللهب في تسخين كرسي التحميل قد يتسبب في تلفه أو انبعاج عمود الدوران مما يعيق عملية التجميع.

5. التجميع بطريقة غير مناسبة مثل الطرق العنيف أو استعمال الضغط العالي للمكبس الهوائي أو الهيدروليكي لكرسي تحميل صغير سيقلل من عمر الكرسي وقد يسبب تلف الماكينة عند الدوران.

6. أنواع من الخالعا مصممة للتجميع كما في التفكيك باعتماد إن أجزاء منها ترتكز على العمود في حالة الخلع أو يسحب العمود في حالة التجميع، والأذرع تسحب كرسي التحميل في حالة التفكيك أو تدفعه في حالة التجميع، وذلك لتجنب استخدام المطرقة عند التجميع)كما مر سابق اً(، أو حتى في الخلع، لأن الطرق الخاطئ قد يصيب الماكينة أو أجزائها بالضرر البليغ.

السيور Belts

التمرين السادس: التعرف على طريقة استبدال وربط الأحزمة الناقلة على البكرات

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

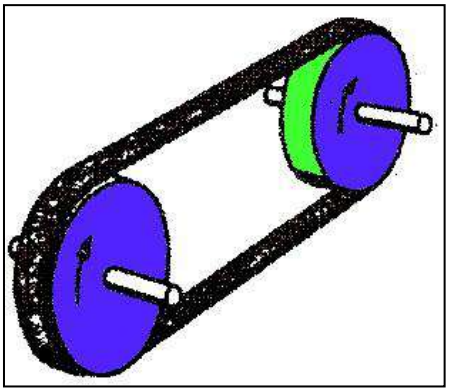
1. يميز الأنواع المختلفة للأحزمة الناقلة.
2. يركب حزام ناقل بين بكرتين.
3. يحدد مقدار الشد المناسب في الحزام .

العُدد والأدوا ت المستعملة:

- مجموعة نقل حركة بين عمودين وبكرتين مع بكرة شد منزلقة.
- أحزمة مختلفة.
- مفاتيح حلقية لضبط البراغي.
- فرشاة سلكية للتنظيف.

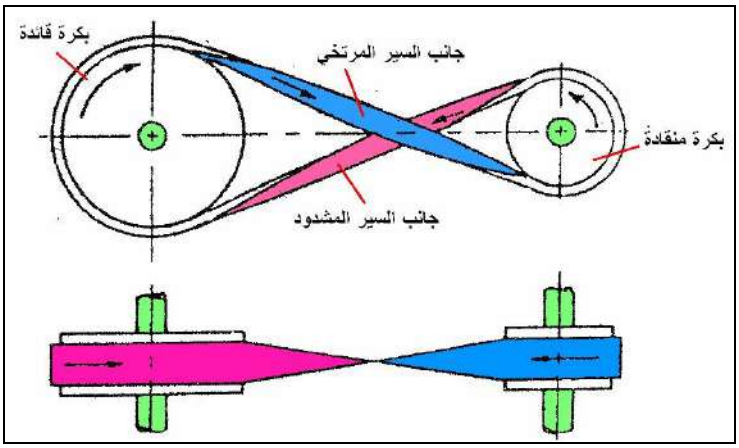
المعلومات النظرية:

تعّد السيور مثلما هو معروف إحدى آليات نقل الحركة الدائرية، بحيث تستعمل قوى الاحتكاك لتوصيل الحركة. هنا تحتوي كل وسيلة إدارة على جزء قائد يعطي الحركة وجزء منقاد تنتقل خلاله الحركة من آلية معينة إلى آلية أخرى، وهي إحدى وسائل الإدارة المرنة التي تستعمل لنقل الحركة الدورانية من عمود إدارة إلى آخر موازٍ له، ويبعد عنه مسافة تتراوح بين(2-5 متر). وكذلك في الحالات التي توجد فيها محاور الأعمدة في مستويات مختلفة ومائلة بعضها على بعض، تعد وسيلة نقل الحركة بالسيور أوسع الوسائل انتشارا وأقلها كلفة وتقسم وسائل نقل الحركة بالسيور إلى وسائل مفتوحة ووسائل متقاطعة أو وسائل نصف متقاطعة، في حالة نقل الحركة بالسيور المفتوحة، يكون عمودا الإدارة متوازيين فيما بينهما ،وتدور البكرتان باتجاه واحد، الشكل(11-24).



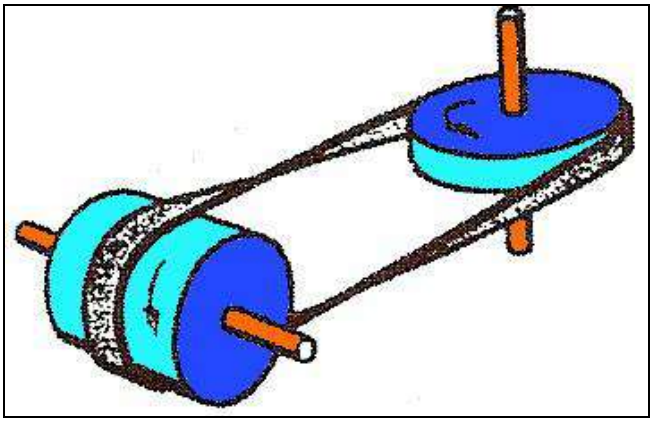
شكل(11– 24) النقل بالسيور

أما عند نقل الحركة بالسيور المتقاطعة، يكون عمودا الإدارة بوضع متوازٍ أيضا ، ولكن هنا تكون البكرة قائدة تدور عكس البكرة المنقادة، فإذا كانت إحداهما باتجاه عقارب الساعة فالأخرى تدور بعكس عقارب الساعة، كما في الشكل(11-25).



شكل (11- 25) نقل الحركة بالسيور المتقاطعة

أما في حالة نقل الحركة بالسيور نصف المتقاطعة، فيتم عندما تقع محاور أعمدة الإدارة فيمستويات مختلفة ويميل الواحد فيها على الآخر بزاوية ما، كما في الشكل (11-26).



شكل(11 – 26)نقل الحركة بالسيور نصف المتقاطعة

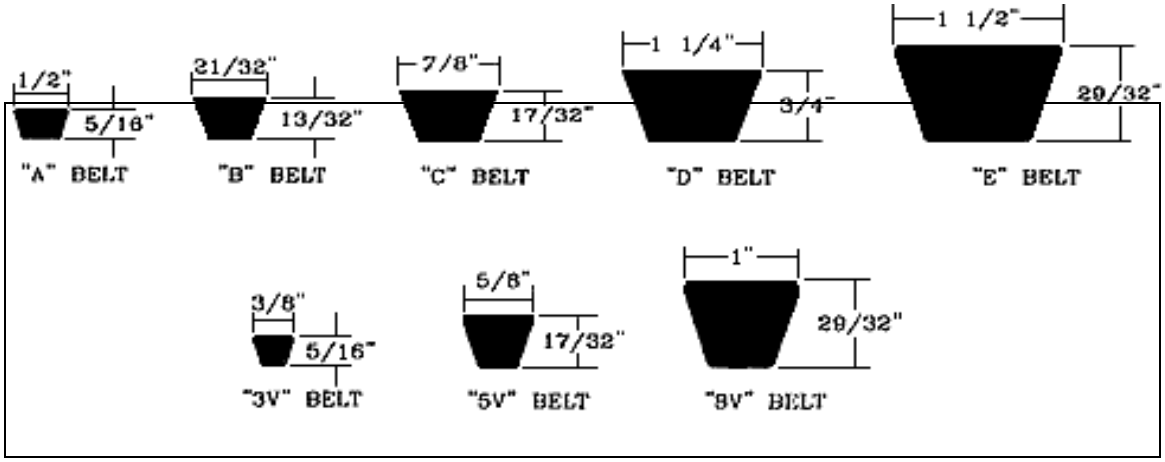
ولنقل الحركة في الماكنات، كثيرا ما تستعمل سيور مسطحة (مستوية) مصنوعة من الجلد أو القطن المعد من قطعة واحدة أو المحاك من عدة قطع أو من الأنسجة المشبعة (المطاط) ، وكذلك من المواد المستعملة في صناعة الأحزمة (الأنسجة الصوفية)، وغالبا ماتستعمل السيور أو الأحزمة الجلدية أو تلك

المشبعة بالمطاط في ماكنات التشغيل والقطع ولكنها تكون على شكل حرف(V) من أجل زيادة مساحة الاحتكاك.

تستعمل الأحزمة والبكرات لسببين هما لتقليل أو زيادة السرعة أو العزم، ولنقل القدرة من عمود إدارة إلى عمود آخر، وفي حالة الحاجة لنقل القدرة تستخدم بكرتان من نفس القطر. إن الذي يحدد مواصفات الحزام هو الطول، المادة المصنعة، مساحة المقطع فضلا عن النوع، أما في النوع المسنن فإن حجم الأسنان يدخل في المواصفات كذلك. ويحسب طول السير حسابا عمليا في الورشة بلف شريط قياس حول محيطه الخارجي مع طرح 4 cm للحصول على المحيط الداخلي، أما في حالة عدم توافر الحزام ووجود البكرات يمكن لف شريط القياس حولهما، وفي حالة تعذر الوصول للبكرات فيتم استعمال القانون الرياضي في حساب طول السير.

يمكن قراءة أرقام الأحزمة الناقلة(مثال النوع الأسفيني V-Belt في السيارات) والتي تبدأ بالرمز(4L) 12.5 mmعرض او(أو 3L) 9.5 mm عرض(والرقم الذي يليه يمثل الطول الخارجي للحزام بعشرات الإنجات، أما الطول الداخلي فيقل بمقدار 1 إنج عن النوع الأول و 1.3 إنج عن النوع الثاني ،فالرقم 4L460 سيكون طول الحزام الخارجي 40 إنج والداخلي 44 إنج.

أما في النظام العام فيبدأ الرقم بحروف لتوصيف مقطع الحزام (A-E)، الشكل(11-27) يوضح ذلك، فالمجموعة A وهي الشائعة فيكون الرقم الذي يلي الحرف يمثل طول الحزام الداخلي بالإنجات ويكون الطول الخارجي أكثر منه بمقدار 1 إنج، وكمثال A44 سيكون طول الحزام الداخلي 44 إنج والخارجي 40 إنج، وهو القياس المكافئ للمثال الأول .



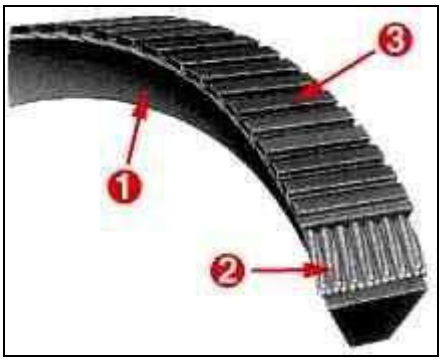
شكل (11-27) الأنواع المستعملة في الأحزمة من النوع V

وتكون في هذه الأنواع الزاوية بين جانبي الحزام 40^{o} مما يجعل الاحتكاك بين مجرى البكرة والحزام في الأوجه الجانبية فقط، بينما النوع الأخير (مجموعة V) فتكون الزاوية 30^{o}. توجد أنواع للمقاطع مختلفة تستخدم بحسب التطبيق الملائم، الشكل(11-28).

شكل(11- 28)بعض مقاطع الأحزمة شائعة الاستعمال

إن أكثر المشاكل التي تتعرض لها الأحزمة الناقلة هي الكلال(Fatigue)، وليس التآكل، إن التهرؤ أو البلى يحصل بسبب الإجهاد المستمر الحاصل من الدوران حول البكرات، إضافة للشد (التوتر) العالي والظروف البيئية المحيطة، والصدمات التي تسبب الاهتزاز وكذلك الانزلاق، الذي يسبب ارتفاع بدرجة حرارة الحزام وقد يؤدي إلى احتراقه أو تغير بصفات المادة المصنوع منها، كل ذلك يسرع بتلف الحزام .

ويصنع الحزام من عدة طبقات من اللدائن كما مبين في الشكل(11-29)، إذ يكون جسم الحزام(3) مصنوع من مادة(Polyurethane) المرنة لتشكيل المقطع المطلوب، ويقوى الحزام بطبقة مصفوفة ألياف من مادة البوليستر 1(وعلى طول الحزام لتحمل قوى الشد، يغلف سطح الحزام العلوي من نفس مادة الجسم على شكل أضلاع عرضية)حسب التصميم تزود الحزام بالصلابة الجانبية وتعطي مرونة محورية في أثناء الالتفاف حول البكرات .

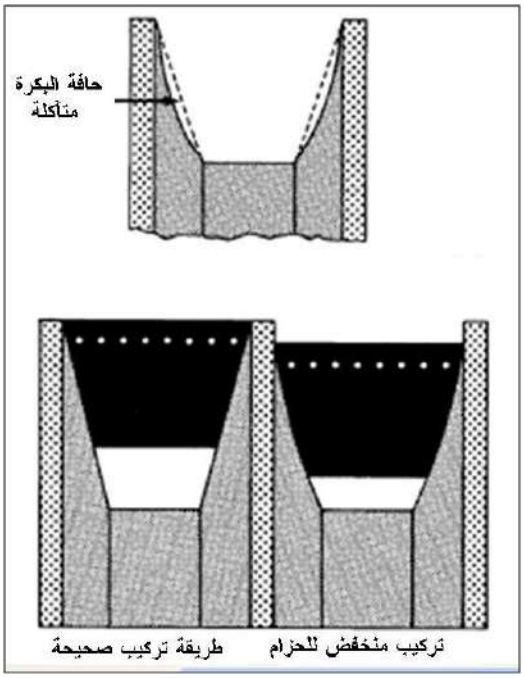


شكل 11- 29 تركيب الحزام الداخلي

خطوا ت العمل:

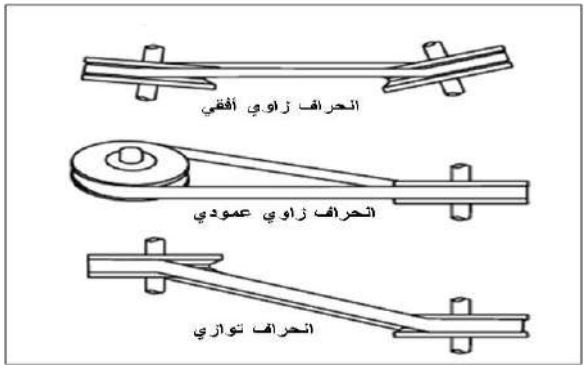
1. اتباع ارشادات السلامة المقررة في الماكنة أو في الورشة عند العمل على فتح وتركيب الحزام.
2. أطفئ ال م عدة وأغلق مأخذ المصدر الكهربائي.
3. أزل الأغطية الواقية)إن وجدت(من على مجموعة البكرات والأحزمة.
4. قصر المسافة بين مراكز البكرات)بتحريك بكرة الشد(، وارفع الحزام القديم، إن فتح البراغي وتقصير المسافة يسهل خروج الحزام القديم وتركيب الحزام البديل.
5. فتش وأصلح الأعطال المحتملة في الأعمدة أو كراسي التحميل للبكرات.
6. افحص مجاري البكرات مع التنظيف من الأتربة والزيوت أو الأجزاء العالقة من الحزام القديم، لأن تآكل السطوح الجانبية للبكرة)نتيجة الشد المفرط للحزام والتحميل العالي(تقلل من عمر الحزام الجديد كما مبين في الشكل(11-30). يجب أن يكون سطح الحزام البديل العلوي منطبق مع

مستوى محيط البكرة الخارجي، وأيضا يجب عدم انطباق قاعدة الحزام على سطح البكرة الأسفل ويمكن أن ينخفض قليلا عن الحافة العليا ولاسيما في حالات السرعة العالية لضمان عدم انزلاق الحزام بسبب الطرد المركزي.



شكل(11-30) تآكل البكرة يسبب تركيب منخفض للحزام

7. افحص استقامة مجاري البكرات، التركيب وبالاستقامة الصحيحة يزيد من عمر الحزام، وإن عدم استقامة محاور ومجاري بكرات الأحزمة من أحد الأسباب الأكثر شيوعا والتي تؤدي إلى فشل أداء الحزام وصدور الضوضاء عند دورانه وتزيد من تآكله وتقلل من عمره لساعات أو لأيام، في الشكل (11-31)تظهر عدم الاستقامة الحاصلة في مجاري البكرات والأعمدة .



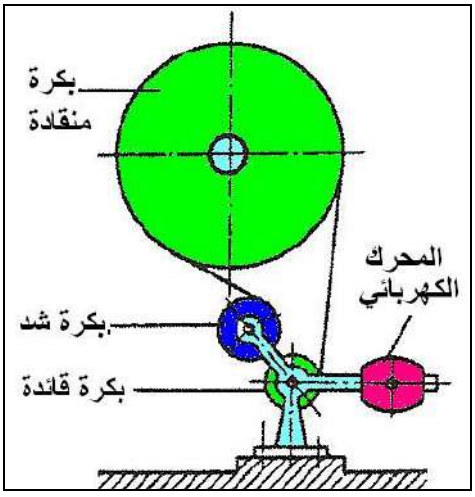
شكل(11-31) حالات عدم استقامة الحزام

8. اختر الحزام المناسب بمطابقة المواصفات للحزام القديم وتعليمات الشركة المصنعة للماكينة.
9. ضع الحزام حول مجاري البكرات مع التدوير اليدوي للتأكد من موضعها الصحيح. ويستوجب في بعض الحالات وضع أكثر من حزام لبكرة مزدوجة المجاري، ويجب عند استبدال الأحزمة القديمة عدم جواز وضع حزام مستعمل مع حزام جديد أو يكونان من منشأين مختلفين بسبب اختلاف معاملات التمدد والاحتكاك والطول والعرض مهما كان صغيرا فسوف يعرض أحد الأحزمة لقوى شد أكثر من الآخر. ويجب استبدال الحزام بنفس النوع مع ملاحظة الحروف والأبعاد على الحزام فلا يجوز استعمال القياس فقط ولكن الحروف تدل على مقدار سعة قدرة الحزام.
10. اضبط المسافة بين المراكز لمنع الانزلاق وذلك بسحب بكرة الشد المساعدة، ولفحص الشد في الحزام الجديد بعد الاستبدال يتم تسليط قوة دفع على المنطقة العلوية للحزام باليد وفحص مقدار التوتر في الحزام لمنع الإنزلاق، أو التحميل بأقصى حمل وملاحظة كفاءة النقل.
11. إعطاء عناية أكبر في تركيب الحزام الجديد ومتابعة التشغيل والفحص لمدة(14-48)ساعة في ال مدّة اللاحقة وهو الوقت الحرج لبيان استمرارية الحزام للعمل لمدة سنوات أو من عدمه، إذ يظهر مدى استقرار الحزام في البكرات أو ملاحظة الانزلاق بمتابعة الصوت الصادر عنه، والعمل على إعادة ضبط توتر الحزام للوصول إلى الشد الموصى فيه.
12. أعد ربط الأغلفة الواقية لمجموعة نقل الحركة (إن وجدت).

تحديد الأعطال وأسبابها:

جدول 11-6 جدول الأعطال في السيور وأسبابها

تسلسل	الأعطال	اسبابها	علاجها
1	انزلاق السيور في أثناء الحركة	انخفاض قيمة الاحتكاك بسبب صغر زاوية احتضان الحزام للبكرة	تستعمل دحرجات الشد التي هي عبارة عن بكرة وسطية مركبة على ذراع مفصلي كما مبين في الشكل (11 – 32) وتحت تأثير حمل موضوع على الكتف الطويل تضغط البكرة الوسطية على الحزام وتزيد من درجة شدة ومن زاوية إحاطة الحزام للبكرة الكبيرة
2	ضوضاء في أثناء الحركة	الاحتكاك الطبيعي لمدّة زمنية طويلة تتجاوز عمر الاشتغال للحزام	تبديل الحزام التالف بآخر جديد



شكل(11 – 32) بكرة وسطية مركبة على ذراع مفصلي

التروس Gears

التمرين السابع: التعرف على أنواع التروس وطريقة عملها.

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من:

1. التمييز بين أنواع التروس .
2. التعريف بطريقة عمل كل نوع .
3. تقدير فائدة الترس في نقل الحركة.
4. التمييز بين التروس المتآكلة والصحيحة .

العُدد والأدوات المستعملة:

- تروس متنوعة الأشكال والأحجام .
- محاور لتثبيت التروس.

المعلومات النظرية:

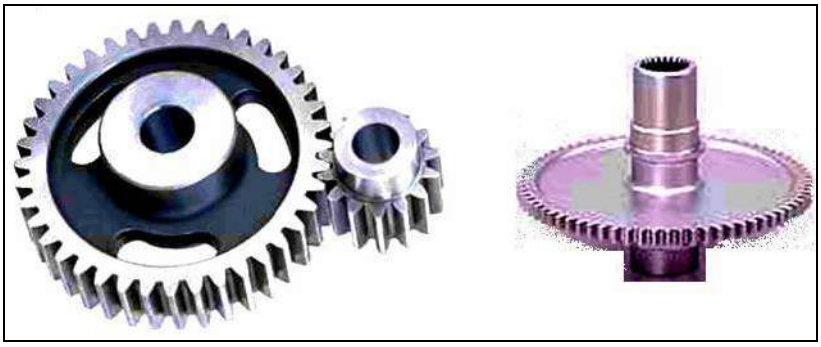
الترس أداة نقل الحركة الدائرية والقدرة من جزء في الآلة إلى آخر. و تصنع التروس بأحجام متعددة ،وتتباين استعمالاتها. وتتدرج من تروس دقيقة كاللتي تحرك عقارب الساعة إلى تروس كبيرة كاللتي تحرك مروحة دفع السفن الكبيرة. ومجموعة التروس لها نسبة تخفيض عالية للسرعات وينبغي عند نقل أي قوة أن تتدحرج أسنان التروس على بعضها البعض، وذلك يقلل من حدوث التآكل والضجيج الصادر عنها.

يتكون الترس البسيط من عجلة فلزية أو قرص ذو نتوءات على المحيط تدعى الأسنان. يعمل دائما في ازدواج ويتصل محور أحدها بمصدر الحركة ويدير معه الترس الآخر في الاتجاه المعاكس. ويؤدي هذا إلى دوران محور الترس الآخر. و تصمم أسنان التروس بتقوّسات خاصة للتقليل من الاحتكاك والتذبذب والضجيج وعملية تعشيق ترسين يجب أن يكونا نفس الموديل Modele وحدة قياس أسنان التروس.

توجد عدة ماكينات لإنتاج التروس منها الفريزة وهي من أبسط الطرائق لتصنيع التروس المستقيمة والحلزونية ويستعمل فيها ما يسمى بجهاز التقسيم غير أنها لا تصلح لعملية الإنتاج الكمي، بل توجد ماكينات أخرى تستعمل في عمليات الإنتاج الواسع، وتوجد ماكينات لصناعة التروس الداخلية والمخروطية. وتختلف التروس في أشكالها بحسب نوع نقل الحركة والقوة المبذولة لنقلها. إذ تستخدم في نطاق واسع في الصناعة وتدخل في تركيب أغلب الماكينات والسيارات، فضلا عن وجود أنواع تصمم بشكل خاص ولإستخدامات معينة.

والأنواع الشائعة للتروس هي:

3. **التروس المستقيمة Spur Gear:** تنقل الحركة بين أعمدة متوازية تقع في نفس المستوى وتكون الأسنان موازية لمحاور الأعمدة، كما موضح في الشكل(11-33)، بحيث لا تحدث فيها قوى دفع خارجية، وهي أرخص أنواع التروس من حيث التصنيع بين التروس، وتستعمل في نسب التخفيض الكبيرة. وتصنع من المواد المعدنية)نحاس، حديد صلب، أو فولاذ(أو من البلاستك بحسب الحاجة لتجنب الحرارة والضوضاء. وتستعمل بشكل عام في الماكينات البسيطة ولا تستعمل واسعا بسبب الضوضاء ولاسيما في السرعات العالية.



شكل 11- 33 التروس امستقيمة Spur Gear

2.التروس الحلزونية المائلة Helical Gears: وتكون أسنانها مائلة بزاوية عن محور الدوران ويستعمل للتطبيقات التي تتطلبّ هدو ء ونعومة دوران، في السرعات العالية. ويمكن أن يتكون الترس من صفين من الأسنان لمنع التأثير بقوة نحو محور الدوران. ولكلا الترسين المعشقين نفس قيمة الزاوية ولكن باتجاهين متعاكسين، كما مبين في الشكل(11-34)، وتدوران بنعومة أكثر وسعة نقل عزوم أكبر من التروس المستقيمة الأسنان، لكنها تسلط قوة محورية تؤثر في كراسي تحميل أعمدة الدوران لذلك تم تصنيع التروس المائلة المزدوجة Double Helical، كما مبين في الشكل(11-35) ، إذ تلغى القوى المحورية المسلطة على أعمدة الدوران.

شكل(11-34) التروس المائلة

شكل(11-35) التروس المائلة المزدوجة

3. التروس المخروطية : Bevel Gear: هذه التروس لها أسنان قطعت على جسم مخروطي بدلا من أسطوانة مستقيمة. تستعمل استعمالا ثنائيا لنقل الحركة والعزم بين المحاور المتعامدة، ويمكن أن تصمم للعمل في مختلف الزوايا Angular Bevel حسب اتجاهات المحاور، كما مبين في الشكل(11-36)، وتكون مناسبة لنسب تحويل مختلفة .

شكل(11-36) ترس مخروطي

تصنع الأسنان بزوايا مستقيمة (غير لولبية) Straight Bevel وتكون مقاومتها قليلة للصدمات ،لذلك تصنع الأسنان بصورة مائلة أو حلزونية Spiral Bevel، كما مبين في الشكل(11-37)، لتحل تلك المشكلة إذ يبقى التماس على طول السن بينما يدخل السن الذي يليه قبل انفصاله عن الترس الآخر. لهذه التروس تطبيقات عديدة مثل الماكينات المتوسطة الحجم كالمثقب والثقيلة مثل السيارات والقاطرات.

شكل(11- 37)التروس المخروطية الحلزونية

ومن التطبيقات الأخرى هي التروس التاجية Crown Wheel and Pinion، كما مبين في الشكل (11-38)، وهي عبارة عن عجلة مسننة معشقة بزاوية قائمة مع ترس صغير ذو أسنان مشغلة لتتوافق مع الترس التاجي وبدقة متناهية لمنع الضوضاء والاهتزاز والحرارة أثناء الدوران وذو مقاومة عالية للكلل.

الشكل(11-38) التروس التاجية

3. الجريدة المسنن Rack: ترس عبارة عن عتلة مستقيمة مسنّنة تعشق مع ترس تستعمل لتحويل الحركة الدورانية إلى حركة خطية أو بالعكس، كما مبين في الشكل(11-39)، وتصنع من مواد مختلفة مثل الحديد المقاوم للصدأ، النحاس، والبلاستك. لها تطبيقات في مقود السيارات وماسحات الزجاج وماكينات الخراطة .

الشكل (11-39) الترس والجريدة المسننة

4.الدودة والدولاب الدودي Worm Gear: يسمى الترس الذي يحتوي على سن واحد على شكل قلاووظ بالدودة ويعشق مع الدولاب الدودي (الحلزوني) بشكل يسمح لتداخلهما، ينقلان العزم والحركة الدورانية بزاوية قائمة وتكون الدودة على مصدر الحركة دائما ولا يمكن العكس، كما مبين في الشكل (11-40)، هذه الآلية خالية من الضوضاء وذات نسبة تخفيض كبيرة ولها تطبيقات عديدة.

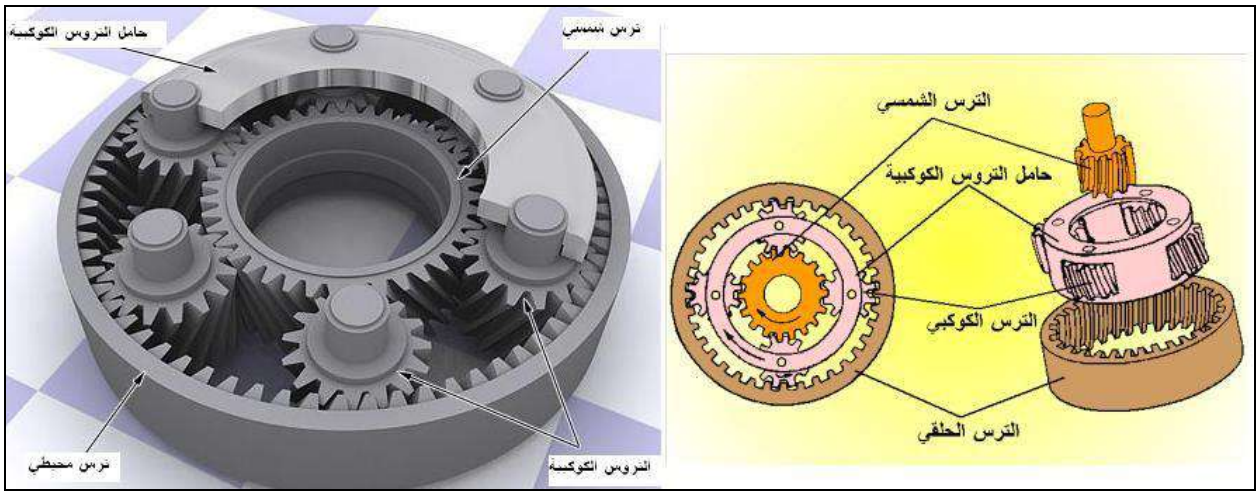
الشكل(11-40)الدودة والدولاب الدودي

6- مجموعة التروس الكوكبية Planetry Gears: تستعمل لنقل القدرة وبنسب تخفيض متعددة وتتكون من ثلاثة أنواع من التروس، كما مبين في الشكل(11-41) وهي:

1/ الترس الشمسي: ويكون في منتصف المجموعة والتروس الأخرى تدور حوله.

2/ التروس الكوكبية: تتكون من ثلاثة أو أربعة تروس وتكون مركبة على حامل لها وتدور حول الترس الشمسي بطريقة مشابهة لدوران الكواكب حول الشمس في مجموعتنا الشمسية ولذلك اتخذ هذا الاسم، وتكون التروس الكوكبية في اتصال دائم بين الترس الشمسي والترس الحلقي.

3/ الترس الحلقي: تكون أسنانه من الداخل ومتصلة بالتروس الكوكبية، ومجموعة التروس الكوكبية تكون دائم اً متصلة فعندما يتم تدوير أو تثبي أحد التروس فإن التروس الأخرى تتأثر بذلك.



شكل(11-41)التروس الكوكبية

7. وهنالك أنواع أخرى للتروس ،كما موضحة في الشكل(11-42)، مثل التروس غير المطوية - NonInvolute Gears وتروس الدرجة الرفيعة Fine Pitch هي من التروس ذات التطبيقات الخاصة والعجلة المسننة Sprockets التي تستعمل مع السلاسل وتروس السايكلود Cycloidal المستعملة في الساعات .

شكل 11 - 42 أنواع أخرى للتروس

خطوا ت العمل:

1-تحضير أنواع مختلفة الأشكال والأحجام من التروس.

2. تعشيق كل ترسين من النوع الواحد مع بعضها لمراقبة التداخل على منضدة العمل.

3. استخراج نسبة التخفيض بحساب عدد الأسنان لكل ترس.

4-تركيب التروس على المحاور المناسبة لها.

5. فحص أسنان التروس لإيجاد التالفة وتمييزها من الصالحة للعمل .

تدريب أكمل ملء الجدول الآتي بالأنواع المناسبة من التروس:

حالة المحاور	متوازية	متقاطعة	غير متقاطعة (غيرمتوازية)	حركة دورانية إلى خطية
التروس المناسبة	تروس عدلة			

تدريب التمييز بين التروس الصالحة وغير الصالحة للعمل:

العُدد والأدوات المستعملة:

1- عدد من التروس المختلفة بالشكل والحجم قديمة وحديثة.

2- سواقات التروس ضمن منظومة تدريب ميكانيكية صناعية والموضحة بالموديل(model 46101 (from lab volt

خطوات العمل:

1. ارت د بدلة العمل.
2. هيء منظومة التدريب الميكانيكية وتأكد من صلاحية عملها.
3. ركب التروس على سواقتها.
4. من خلال تفحص الحركة الدورانية للترس المنقاد أو الضوضاء اكتشف العطل في التروس إن وجد ومكان حدوثه.
5. شخّصْ العطل واستبدل الأماكن التالفة.

ملاحظات

1- إن من عيوب التروس ذات الأسنان المائلة هو وجود قوى دفع جانبية.

2- في التروس ذات الاسنان المائلة المزدوجة، الغرض من ازدواج هذه الاسنان هو امتصاص الضغط المحوري الواقع على الأعمدة قوى الدفع الجانبية ومنع نقله إلى المحامل.

3- تمتاز التروس الدودية والعجلة الدودية بأنها إذا تحركت لإدارة العجلة بمقدار معين أو زاوية معينة يمكن إقفال زاوية الدوران عند المكان المناسب من دون حصول حالات رجوع إلى الخلف أي أنه يعمل بمثابة قفل للتحديد زاوية الدوران .

4- من عيوب نقل الحركة بالتروس الدودية الفقدان الكبير بالقدرة، وهذا الانخفاض الكبير في الكفاءة لا يسمح باستعمالها لنقل الأحمال الكبيرة.

تحديد الأعطال وأسبابها:

جدول 11-7 أعطال التروس وأسبابها وعلاجها

	الأعطال	أسبابها	علاجها
1	عدم انتظام الحركة الدورانية للمحورالمنقاد	كسر في أحد اسنان الترس القائد أو الترس المنقاد	تبديل الترس المتضرر
2	ضوضاء في أثناء الحركة	عدم انتظام الخلوص بين الأسنان الناجم من تآكل الاسنان	تبديل الترس المتضرر

السلاسل Chains

التمرين الثامن: تفكيك وتجميع حلقات سلسلة حديدية.

الغرض من التمرين:

بعد تنفيذ التمرين يتمكن الطالب من أن:

1. يعرف أنواع مختلفة من السلاسل .
2. يعرف أنواع مختلفة من العجلات المسنّنة.
3. يميز السلسة بما يناسب التطبيق الملائم لها .
4. يفكك حلقات سلسلة ويعيد تجميعها.
5. يشخص الأعطال المحتملة في السلاسل .

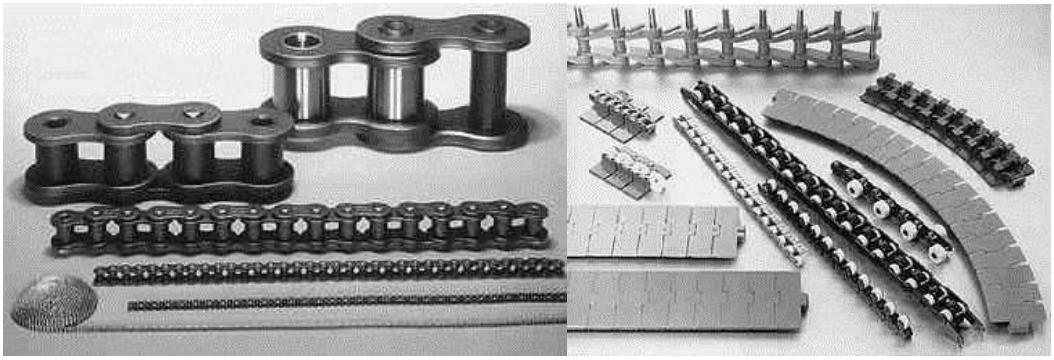
العُدد والأدوات المستعملة:

- سلسلة ذات مدحرجات أسطوانية (عدة أنواع).
- ملزمة (منكنة)حديدية.
- مطرقة حديد.
- ماسكات (بلايس).
- مسامير للطرق.
- عجلات مسننة.
- سنبك.

المعلومات النظرية:

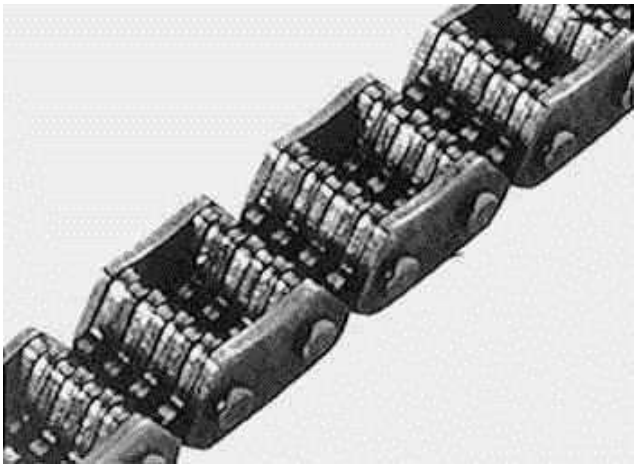
السلاسل الناقلة للحركة Chain Drives: يظنّ الكثيرون أن التطبيق السائد للسلاسل يكون في العجلات الهوائية، لكن السلاسل لها تطبيقات واسعة ابتدا ء من استعمالها للرفع إلى استعمالها في نقل القدرة والحركة الدورانية في الماكينات والسيارات من التروس إلى أعمدة الدوران والأجزاء المتحركة الأخرى وبدون انزلاق، وتستعمل لنقل الحركة الدورانية المنتظمة بين محورين متوازيين (المسافة بين مركزيهما واسعة نسبيا (كبديل عن مجموعة التروس. وتتعدد أحجام وأطوال السلاسل، كما مبين في الشكل (11-43)، وتبعا لتطبيقاتها، ويمكن إنتاجها بأحجام تناسب تحريك الجسور المتحركة فض لا عن اعتبار وسائل نقل الحركة بالسلاسل والسيور المسننة من ناقلات الحركة المرنة التي تتشابه مع وسائل نقل الحركة

بالأحزمة ،إذ استبدلت البكرات والأحزمة بعجلات مسنّنة وسلاسل، ولكن هناك مميزات جيدة لنقل الحركة بالسلاسل، ليست في الأحزمة ومنها أنَّ الإدارة بالأحزمة لاتصلح في بعض الحالات بسبب الرطوبة والحرارة وبخار الزيت والانزلاق .



شكل (11-43) أنواع مختلفة للسلاسل

ويمكن أن تصمم السلاسل بطريقة لا تصدر منها الضوضاء في أثناء العمل وتدعى بالسلاسلالصامتة، الشكل(11-44).



شكل(11-44)السلاسل الصامتة

تصنع السلاسل بموجب مواصفات عالمية تحدد أحجامها كما مبين بالجدول (11-8).

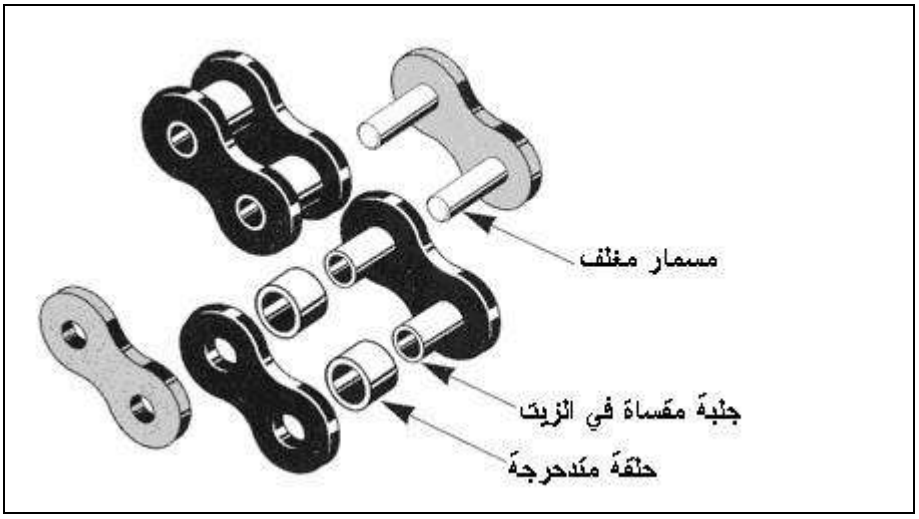
جدول 11-8 الأحجام القياسية للسلاسل

ANSI B29-1 roller chain standard sizes				
الحجم	الخطوة	قطر الاسطوانة	مقاومة الشد	حمل التشغيل
25	0.250 in (6.35 mm)	0.130 in (3.30 mm)	781 lb (354 kg)	140 lb (64 kg)
35	0.375 in (9.52 mm)	0.200 in (5.08 mm)	1,758 lb (797 kg)	480 lb (220 kg)
41	0.500 in (12.70 mm)	0.306 in (7.77 mm)	1,500 lb (680 kg)	500 lb (230 kg)
40	0.500 in (12.70 mm)	0.312 in (7.92 mm)	3,125 lb (1,417 kg)	810 lb (370 kg)
50	0.625 in (15.88 mm)	0.400 in (10.16 mm)	4,880 lb (2,210 kg)	1,430 lb (650 kg)
60	0.750 in (19.05 mm)	0.469 in (11.91 mm)	7,030 lb (3,190 kg)	1,980 lb (900 kg)
80	1.000 in (25.40 mm)	0.625 in (15.88 mm)	12,500 lb (5,700 kg)	3,300 lb (1,500 kg)
100	1.250 in (31.75 mm)	0.750 in (19.05 mm)	19,531 lb (8,859 kg)	5,072 lb (2,301 kg)
120	1.500 in (38.10 mm)	0.875 in (22.23 mm)	28,100 lb (12,700 kg)	6,800 lb (3,100 kg)
140	1.750 in (44.45 mm)	1.000 in (25.40 mm)	38,280 lb (17,360 kg)	9,040 lb (4,100 kg)
160	2.000 in (50.80 mm)	1.125 in (28.58 mm)	50,000 lb (23,000 kg)	11,900 lb (5,400 kg)
180	2.250 in (57.15 mm)	1.460 in (37.08 mm)	63,300 lb (28,700 kg)	13,700 lb (6,200 kg)
200	2.500 in (63.50 mm)	1.562 in (39.67 mm)	78,000 lb (35,000 kg)	16,000 lb (7,300 kg)
240	3.000 in (76.20 mm)	1.875 in (47.63 mm)	112,500 lb (51,000 kg)	22,250 lb (10,090 kg)

وتبدأ عادة من الحجم 11 ويكون طول الخطوة المسافة بين حلقة والتي تليها 11.0 mm إلى الحجم 140 ويكون طول الخطوة 2.76 mm وتبعا لذلك فكلما كبر الحجم ازدادت قابلية السلسلة لتحمل قوى الشد، ومقاومتها للأحمال قبل الكسر، وكذلك مقاومتها للكلال، الذي يحدّده نوع المادة التي تصنع منها كالصلب الكربوني أو الستيل، والمعالجات الحرارية بعد تصنيعها لزيادة مواصفاتها الميكانيكية، أو من الصلب المقاوم للصدأ)في التطبيقات الغذائية والكيماوية(أو تطلى بمواد مثل النيكل لجعلها مقاومةللرطوبة، الشكل(11-45)وكذلك تصمم حلقات الوصل، كي تتحمل الصدمات وحسب سمك تلك الوصلات. والسلسلة ذات الحجم 11 تتحمل قوة شد مقدارها 110 كغم والحجم 140 تتحمل قوة مقدارها 10 طن. وتصنع أحجام أصغر أو أكبر من الأحجام المذكورة أعلاه وحسب الحاجة.

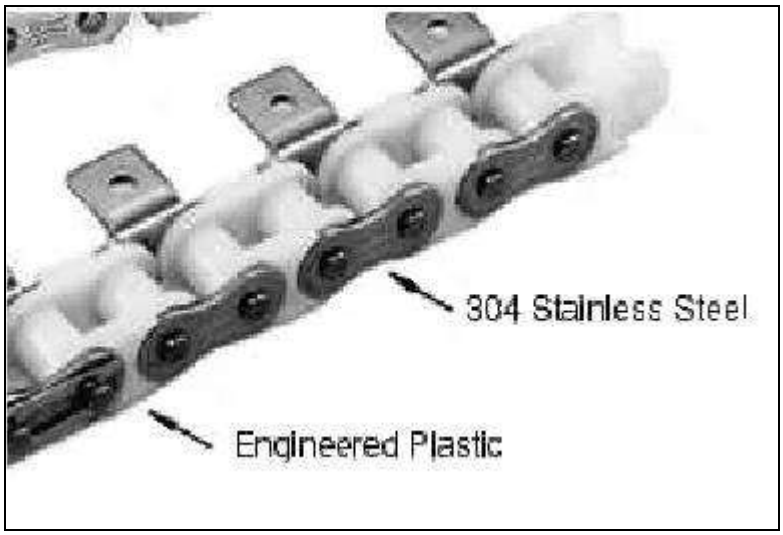
شكل(11-45) السلسلة بعد المعالجات الحرارية

تتكون السلسلة من مجموعة حلقات، الشكل(33-46)، تربطها مسامير تكون محاور لدوران الحلقات المتدحرجة.



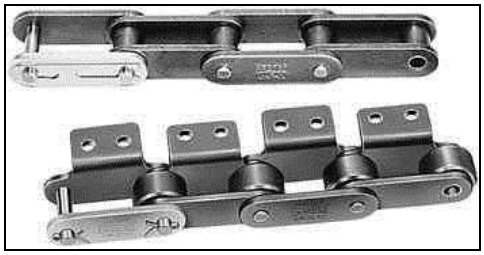
شكل(33-46) أجزاء حلقات السلسلة

تنتج العجلة المسننة Sprockets بحيث تلائم السلسلة الخاصة بها وتتنوع أشكالها والمواد المصنعة منها كالفولاذ أو سبائك الحديد الصلب أو الستيل 104 وأحيان ا تصنع من البلاستك المقسى، كما مبين في الشكل (33-47).



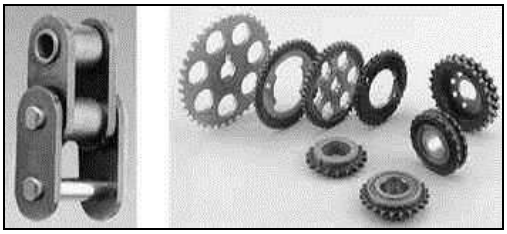
شكل(33-47)سلسلة مصنوعة من البلاستك وبتوصيلات حديدية

وتوجد أشكال أخرى للسلاسل مثل السلاسل ذات الخطوة الكبيرة، والتي تستعمل في السرعات المتوسطة، كما مبين في الشكل(11-48).



شكل (11-48)سلاسل ذات الخطوة المزدوجة الكبيرة

تختلف أشكال وأحجام العجلات المسنّنة لتناسب أنواع السلاسل، كما مبين في الشكل (11-49).



شكل(11-49)أنواع للعجلات المسننة

ولاختيار السلاسل المناسبة لتطبيق معين يجب مراعاة ما يأتي:-

1. حالة التطبيق: ويقصد بذلك البيئة التي تعمل فيها السلسلة، في الداخل أو في الهواء الطلق، درجة حرارة، وجود الأجسام الغريبة في المحيط.
2. الأجسام المطلوب رفعها أو نقلها)عند استعمال السلسلة في الرفع(: نوع المواد هل هي بكميات مستمرة أو منفردة، وما نوع مادتها ووزنها.
3. مقدار الحمل الأقصى: وحدة وزن / وحدة طول في وحدة الزمن.
4. طريقة التحميل: مباشر بوضعها على السلسلة، أو بشكل غير مباشر عن طريق تحريك آلية معينة.
5. طول السلسلة الناقلة: وتحددها المسافة بين مراكز الأعمدة .
6. سرعة السلسلة (متر/ دقيقة).
7. عدد أخاديد السلسلة وطول الخطوة.
8. عدد أسنان العجلة المسننة وقطرها.
9. ساعات عمل (ساعات / يوم، ساعات/ سنة).
10. طريقة التشحيم والتزييت.
11. المحرك ذو تيار متردد أو مستمر والقدرة بالكيلو واط.
12. الضوضاء: حسب متطلبات بيئة العمل.

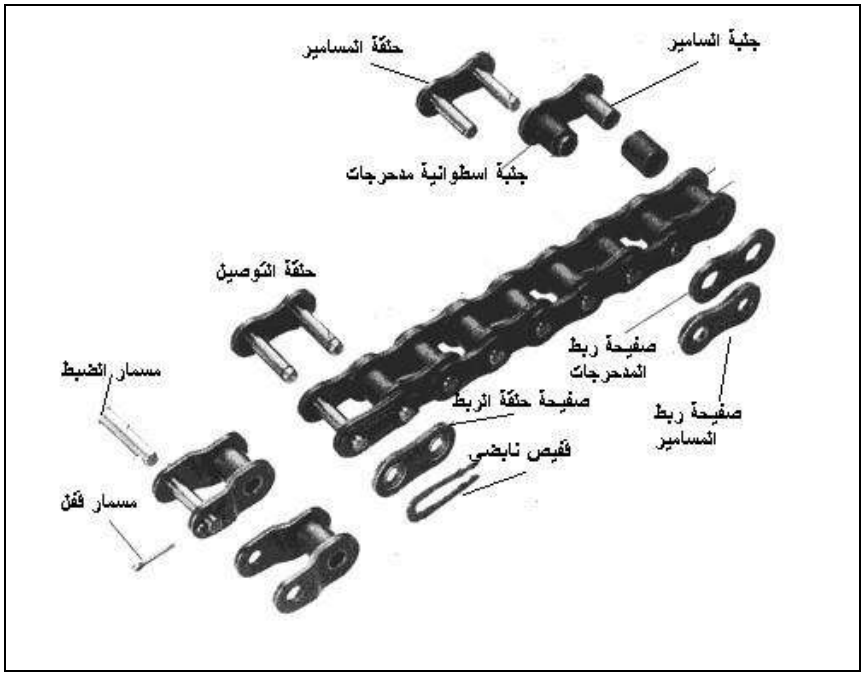
وتتم صيانة السلاسل كما يأتي:

1. إذا تعرّضت السلسلة إلى الرطوبة سوف تصدأ مما يستوجب استبدالها، ويتم حماية السلسلة من الصدأ عن طريق زيوت التشحيم وفي حالة حدوث نقص في التشحيم تستبدل السلسلة ويجدد الشحم أو الزيت.
2. نتيجة الحمل الزائد بأكبر من قدرة السلسلة الديناميكية تكبر الفتحات أو تنكسر بعض الحلقات فتستبدل السلسلة .وكذلك تستبدل العجلة المسننة التالفة، مع إزالة سبب الحمل الزائد أو تصمّم سلسلة أكبر لتحمل ذلك الحمل.

3. نتيجة السرعات العالية جدا والاهتزاز، تتلف بعض المدحرجات (الحلقات) مما يستوجب استبدال السلسلة وخفض السرعة. ومن الضروري استعمال عجلة مسننة كبيرة لتفادي الاهتزاز بالسرعات العالية.
4. إنّ انبعاج العجلة المسننة يسبب حالة عدم توازٍ في أعمدة الدوران Misalignment، مما يستوجب استبدالها والتفتيش عن سبب الانبعاج لتجنب حدوثه مجددا ، وغالبا ما يكون بسبب الشد العالي للسلسلة عند تركيبها.
5. عند تركيب سلسلة جديدة ولمنع التعرض لإصابة خطيرة فلا يجوز تركيب السلسلة على الأجهزة وهي تعمل، بل يتم إطفاء القوّة الكهربائية مع التأكد من قفل حركة التروس والعجلة المسننة قبل محاولة التركيب.
6. تفحص السلسلة بعد 300 ساعة عمل ومتابعة الصيانة والفحص كل 100 ساعة، وتقلل إلى 100 ساعة في حالات الأحمال الكبيرة التي تتخللها صدمات. وتتضمن أعمال الفحص مراقبة التزييت والتشحيم للأنظمة المغلقة والتنظيف بالنفط الابيض، وإعادة التشحيم للأنظمة المفتوحة. مع مراقبة توتر السلسلة والضبط إذا اقتضت الحالة، مع مراقبة حالات البلى (التآكل) والاستطالة الحاصلة بالسلسلة التي يجب أن لا تتجاوز 1% من الطول القياسي وتشوه أو تصدع حلقاتها مما يستوجب استبدالها، مع فحص العجلات المسننة وملاحظة كسر أو ثلم الأسنان لغرض استبدال العجلة التالفة.

خطوا العمل:

1- استحضار معدات السلامة اللازمة بلبس الكفوف والنظارات الواقية .
2- تثبيت السلسلة على الملزمة باستعمال ماسكات جانبية من الخشب لمنع تسبب التلف عند المسك.
3- فتح القفيص (القفل النابضي) المثبت لحلقة التوصيل باستعمال مفك وبالطرق الخفيف، أو إزالة مسمار القفل في نوع آخر، الشكل(11-50).
4- إعادة تركيب الحلقة الرابطة للسلسلة بالطريقة العكسية.
5- تركيب القفل بصورة صحيحة .
6-(فتح حلقة)أساسية من السلسلة وتحرير حلقة المسامير بالطرق على المسمارين)عن طريق سنبك.
7- التفكيك للحلقة بإزالة صفيحتي ربط المسامير والمدحرجات وتحرير المدحرجات الأسطوانية.
8- إعادة التركيب للحلقة الرئيسة بطريقة عكسية.
9- الطرق على رؤوس المسامير بإسنادها إلى الملزمة.
10- إعادة التمرين لنوع آخر من السلاسل.

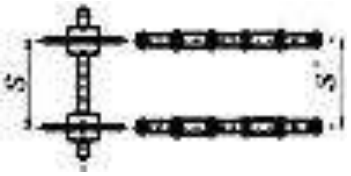


شكل(11-50) طريقة تفكيك سلسلة ذات المدحرجات الأسطوانية

تدريب: الجدول الآتي (11-9) يتضمن الأعطال المحتملة وطرائق تلافيها وإصلاحها، يدرس الطالب الجدول مع توضيح الأعطال بشكل عملي بإشراف المدرب.

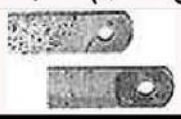
جدول 11-9 الأعطال المحتملة في عمل السلاسل وطريقة الصيانة الملائمة

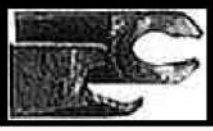
ت	الأعراض	السبب المحتمل	العلاج
1	تآكل في داخل حلقات السلسلة أو في الأسنان.	التمركز غير الصحيح لأسنان العجلة.	تستبدل السلسلة ويصحح تمركز محاور العجلتين.
		السلسلة تدفع إلى الجانب.	أزل سبب الدفع / أو ركب عجلة توجيه.
		اهتزاز سببه الإنهاء الخاطئ لثقب محور العجلة المسننة.	افحص وصحح اعوجاج الأعمدة واستبدل العجلة المسننة.
2	الالتفاف (الانحناء) غير الصحيح للسلسلة.	الصدأ أو التآكل.	ركب حاجز لحماية السلسلة. اختر سلسلة بالمواصفات المناسبة (على سبيل المثال، نوع إم تي).
		تلوث أجزاء السلسلة بجزيئات المادة المنقولة وربما، تلوث من المحيط الخارجي.	ركب حاجزا لحماية السلسلة. اختر سلسلة بخلوص كبير بين المسمار، الجلبة، والمدحرجات.
		تشويه بالسلسلة سببه التركيب غير الصحيح.	افحص وصحح تركيب العجلة المسننة والمحاور.
		نقص في التشحيم	افحص التشحيم أو استعمل سلسلة مقاومة للبلى (على سبيل المثال، سي تي أو مواصفات بي تي).
		الاشتغال في درجات الحرارة العالية جدا (أكثر من 400 °C).	اجعل الخلوص بصورة كافية.
		التعرض إلى الأحمال المفرطة.	التشحيم الدوري. خفض الحمل.
		انحناء المسمار بسبب تحميل عال.	خفض الحمل.
3	إن السلسلة تلتف على سن العجلة.	فراغ كبير بين حلقات السلسلة.	عدل طول السلسلة أو البعد بين المحاور، أو ركب عجلة توتر.

		العجلة المسننة بالية بإفراط. السلسلة وسنّ العجلة لا يتطابقان.	ستبدل السلسلة / أو العجلة بأخرى بالحجم الصحيح.
4	إنّ السلسلة تصعد على العجلة. 	السلسلة والعجلة لا يتطابقان.	استبدل السلسلة و/ أو العجلة بأخرى بالحجم الصحيح.
		إنّ القوس الكليّ لالتفاف السلسلة على العجلة المسننة غير كافٍ .	القوس الكليّ للالتفاف يكون في الأقل ثلاثة أسنان على سنّ العجلة.
		الحمل المفرط.	خفّض الحمل على سبيل المثال، بتركيب مخفّف الصدما ت.
		قلة التوتر في السلسلة.	عدّل منحنى السلسلة أو ركب عجلة وسيطة، أو عجلة شد.
		الاستطالة المفرطة للسلسلة بسبب البلى.	استبدل السلسلة.
		المسافة بين مركز السلسلة والعجلة لا يتطابقان.	افحص وصحح.
5	ضوضاء غير معتادة.	نقص التشحيم بمنطقة الاتصال بين المسامير والجلبة	أضف الشحم بكميّة كافية.
		نقص التشحيم بمنطقة الاتصال بين المدحرجات الأسطوانية والجلبة	أضف الشحم بكميّة كافية باستعمال معدا التشحيم.
		الارتفاع أو الصعود على العجلة	راجع العطل السابق.
		سماح في غلاف السلسلة أو في كراسي تحميل عمود الدوران.	شد جميع البراغي والصواميل.
		تداخل بين السلسلة وغلافها أو بين أجزاء متحركة أخرى.	أفحص وصحح الخطأ.
		البلى المفرط في السلسلة أو العجلة المسننة.	استبدل العجلة والسلسلة.
		المكان غير صحيح لسكّة الدليل.	أفحص وصحح الخطأ.
6	صدأ في السلسلة.	اختيار غير ملائم لمعدن الصنع.	اختر مادّة للسلسلة أكثر مناسبة. احم السلسلة من البيئة. ضع مانع الصدأ.

		وجود التكثيف في المحيط نتيجة ارتفاع الرطوبة	أزل اختلاف درجة الحرارة بين داخل وخارج ناقل الحركة (استعمال عزل)
7	الدوران غير الصحيح للمدحرجات مسببة لها البلى.	الحمل المفرط على المدحرجات.	ضع تشحيما كافياً مع الأخذ بنظرمواصفات جيالاعتبار تي للسلسلة.
		دخول مواد غريبة بين أجزاء السلسلة.	التنظيف الدوري، ركّب لحماية حاجزالسلسلة.
		جزيئات المادّة المحمولة، أو جزيئات غريبة أخرى، متصلبة في السكّة.	التنظيف الدوري. ركّب الحماية حاجزاالسلسلة.
		إنّ زي التشحيم يسقط على السطح وسكّة المدحرجا بدون دخول بين الجلبة والمدحرجا ، وبين الصفائح الجانبية للسلسلة	اختر الطريقة المناسبة للتزييت.
		تصدّأ الجلبة والمدحرجات	اختر المواصفات الملائمة
		إنّ الصفيحة الداخلية تتحرّك جانبي.	استبدل بسلسلة جديدة، اعد فحص التركيب وشروط التحميل.
		تصدع جلبات السلسلة.	خفّض الحمل وقلل سرعة الدوران.
		إنّ السطح الجانبي للمدحرجات يتّصل بجانب صفائح التوصيل بسبب قوة الدفع.	أزل سبب قوة الدفع.

		السلسلة والعجلة لا يتطابقان وأسنان بالية بإفراط.	افحص تآكل الاسنان
9	إن المدحرجات تصبح محدبة الشكل.	حمل عال أو قلة تشحيم	زيادة التشحيم بعد استبدال السلسلة
10	السلسلة تلتصق وتنزلق.	تغيير في معامل احتكاك السلسلة.	زيت السلسلة ونظف السكة بالنفط الأبيض.
		سرعة النقل بطيئة.	زيادة السرعة.
		حجم السلسلة والعجلة لا يناسب حجم الماكينة.	زد صلابة الهيكل، زد من طول السلسلة. ازد التوتر وشد السلسلة عن طريق عجلة شد.
		قوة الاحتكاك عالية	استبدل نوع السلسلة أو أكثر من التشحيم.
		الماكينة طويلة جدا	قسم مسافة نظام النقل إلى مراحل
11	البلى المفرط لقعر أسنان العجلة وجوانب الاسنان.	بلي السلسلة المفرط.	استبدل السلسلة والعجلة.
		عدد غير كاف من الأسنان	استبدل العجلة مع تغيير النظام.
		صلادة الأسنان قليلة.	استعمال عجلة ذات صلادة معدن عالية.
		عدم تطابق بين السلسلة والعجلة.	استبدل العجلة أو السلسلة ليحصل التطابق.

13	تصدع في صفيحة التوصيل كسر كلال 	الحمل المفرط أو الحمل التكراري الكبير جداً.	أزل زيادة التحميل أو الأحمال التكرارية الكبيرة.
		عامل الأمان ليس كافياً.	زد الحجم أو مواصفات السلسلة لزيادة عامل الأمان.
		الحمل التكراري على منطقة التماس.	أزل زيادة تحميل أو الأحمال التكرارية الكبيرة. يزيد حجم السلسلة لزيادة إمكانية الحمل على منطقة التماس.
14	شق إجهاد تآكل (2). (شق مقوس في الصفائح المعدنية) لمعالجة الحرارة. 	السلسلة تستعمل في بيئة حمضية أو قلوية. (هذا ليس سببه حمل تكراري).	ركب غطاء لحماية السلسلة من البيئة. استبدل بالجزء الجديد. استعمال سلسلة ذات مقاومة عالية إلى إجهاد التآكل.



الحدبات Cams

التمرين التاسع: الحدبات وآلية عملها

الغرض من التمرين:

1. يتعرف على أنواع الحدبات.
2. يتعرف على الأعطال الممكنة الحدوث. يجري عملية الصيانة لعمود الحدبات.

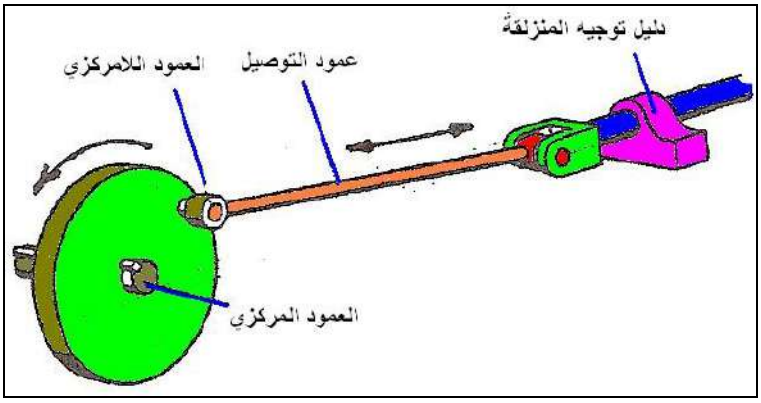
العُدد والأدوا ت المستعملة:

1- عدد من الحدبات المختلفة من حيث الشكل والحجم.

2- سواقات الحدبات ضمن منظومة تدريب ميكانيكية صناعية.

المعلومات النظرية:

تتشابه الإدارة بالحدبات مع الإدارة اللامركزية، وتعريف الإدارة اللامركزية هو أنها تتكون من قرص أسطواني معدني له مركزان أحدهما مركز أساس والآخر مركز مرحل)أي يبعد عن المركز الاساس بمقدار معين، ويسمى باللامركزيّ ، كما مبين في الشكل(11-51).

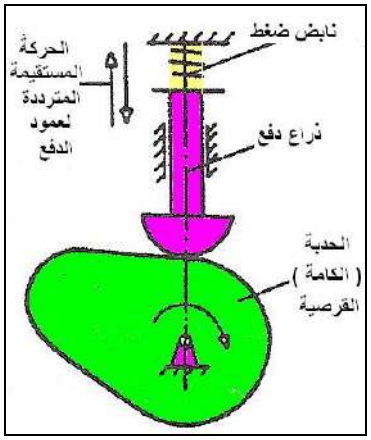


شكل(11-51)الإدارة اللامركزية

إلا أنّ الإدارة بالحدبات تنتج عنها حركة مستقيمة مترددة لمسافات قصيرة جد ا . والحدبة عبارة عن جسم معدني ذي منحنيات خارجية أو داخلية تعمل بمساعدة عمود لنقل الحركة المطلوبة. تصمم أعمدة الحدبات بحيث تتخذ عدة مواضع على أساس أنْ تأخذ الحدبات مواضع أخرى محسوبة مسبق ا . تستعمل الحدبات على نطاق واسع لنقل الحركة الدائرية وتحويلها إلى حركة مستقيمة ومترددة كما في ماكنات وآلات الإنتاج وآلات الاحتراق الداخلي بحيث لا تخلو ماكنة من حدبة أو اكثر لكونها تؤدّي دورا مهما بأداء الأعمال الدقيقة وتنفيذها بكفاءة عالية .

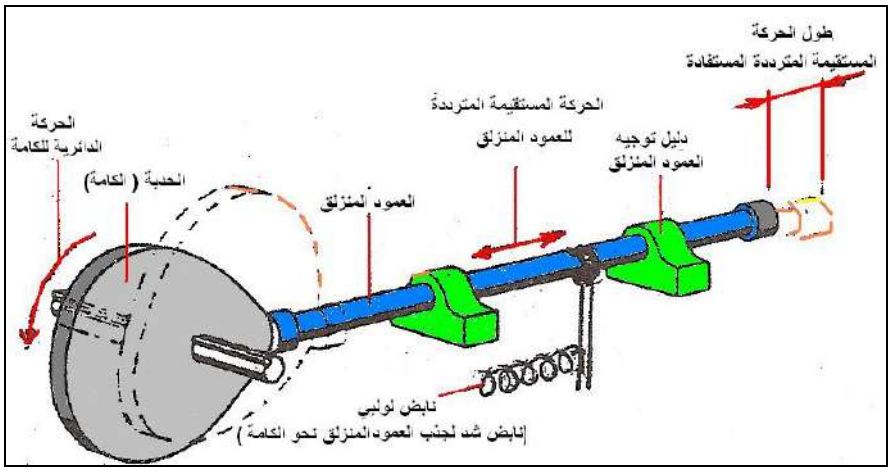
أنواع الحدبات:

1- الحدبة القرصية Disk Cam: تنتج الحدبة القرصية المبينة بالشكل(11-52) بأسطح منحنية على شكل بيضاوي لها بروز من جانب واحد تستعمل للتحكم بحركة فتح وغلق الصمامات بجميع آلات الاحتراق الداخلي، كما تستعمل لآلات الإنتاج الخاصة كالمخارط الخافضة وذلك لنقل الحركة الحلزونية للحد القاطع للقلم لكي يتحرك من المحيط الخارجي للقطعة متجها إلى محورها.



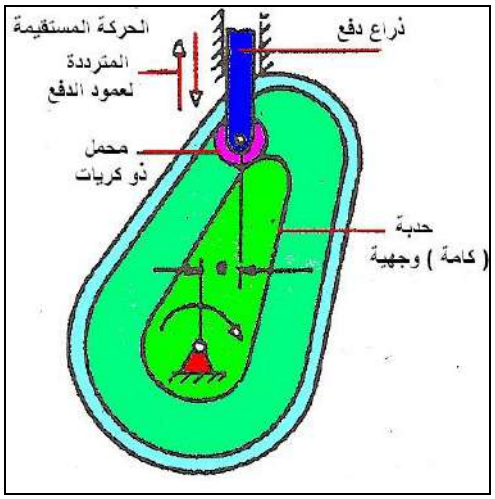
شكل 11- 52الحدبة القرصية

وتستعمل الحدبة القرصية بآلات إنتاج المسامير والبرشام المبين بالشكل(11-53)، إذ تعدّ الحركة المستقيمة المترددة القصيرة ضرورية.



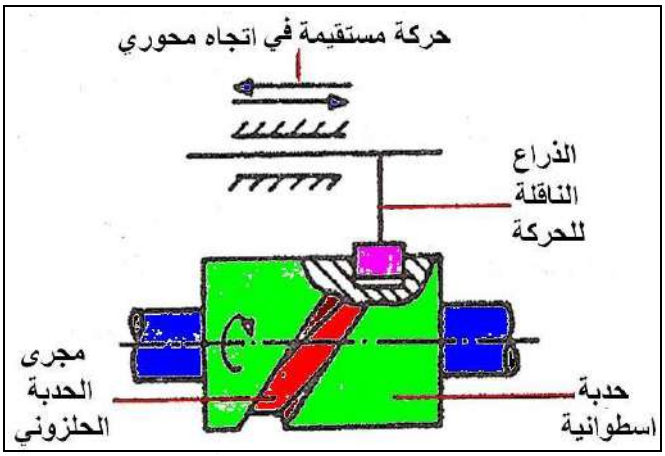
شكل(11-53) تطبيق الحركة المستقيمة المترددة القصيرة بآلات التشغيل باستعمال الحدبة القرصية

2- الحدبة الوجهية Face Cam: تنتج بأسطح منحنية على شكل أقراص بيضاوية، كما مبين في الشكل (11-54). ولها بروز من جانب واحد أو من جانبين. سطح القرص الداخلي كبير والسطحين الجانبيين صغيرين، وهما السطحان الناقلان للحركة. يتحرك على السطحين الخارجيين محامل مقاومة للاحتكاك ،مثبتين برافعة لنقل الحركة المستقيمة المترددة. تستعمل الحدبات الوجهية في بعض آلات الإنتاج والتشغيل للحصول على الحركة المترددة الطويلة نسبيا .



شكل 11–54 الحدبة (الكامة) الوجهية

3- الحدبة الأسطوانية: هذه الحدبة كما مبينة في الشكل(11-55) ذات مقطع أسطواني يوجد بها مجرى مائل مفتوح على طول السطح الخارجي الأسطواني بمثابة ممرر يثبت به رافعة لنقل الحركة، تحدد أطوال الحركة المستقيمة في أثناء تصميم الحدبات من خلال أطوال المجرى الممرات المائلة.



شكل 11ـ 55 الحدبة الأ سطوانية

تحديد الأعطال وأسبابها:

جدول 11-10 الأعطال المتوقع حدوثها في الحدبات وأسباب حدوثها وكيفية علاجها

تسلسل	الأعطال	اسبابها	علاجها
3	عمود الحدبات يتحرك حركة تآكل سطح الحدبة أو العمود	الاحتكاك لمدّة زمنية طويلة أو ربط	تبديل اما الحدبة أو أو إعادة ربط العمود مع خطية غير منتظمة غير صحيح للعمود مع الحدبة ربطا صحيحا

خطوات العمل:

1. ارتد بدلة العمل.
2. هيء منظومة التدريب الميكانيكية وتأكد من صلاحية عملها.
3. ركب الحدبة على سواقتها وكذلك ركب العمود على الحدبة تركيبا صحيحا .
4. احصل على مديات حركة خطية متناوبة ومترددة من خلال قياس المسافة الخطية للعمود المرتبط مع الحدبة.
5. كوّن جدولا موضحا به الحدبة المستعملة، ويقابلها مدى الإزاحة الخطية بالعمود مكررا العملية لعدة حدبات.

ملاحظات:

إنّ من مميزات الحدبات الضبط وبساطة الحركة، صغر الحجم، صيانة قليلة تكاد تكون معدومة، كفاءة عالية، وخلوّ الحركة من الصدمات والاهتزازات، وعزم دوران أكبر.

إعدادية: **التاريخ: / / 2023**

القسم: الميكاترونكس

المرحلة: الأولى

استمارة فحص الأداء للتمارين العملية

إسم التمرين:

إسم الطالب:

التخصص:

ت	الخطوات	الدرجة القياسية	درجة الأداء	الملاحظات
1	التقيد بشروط السلامة والصحة المهنية	%30		
2	تنفيذ مراحل إجراء التمرين	%10		
3	التقيد بالزمن	%30		
4	الجانب النظري (امتحان تحريري في الورشة إن وجد)	%10		
5	المناقشة	%30		
	المجموع			

توقيع المدرب **توقيع المدرب** **توقيع رئيس القسم**

ملاحظة:

1- الدرجة الأدنى لاجتياز التمرين 60٪على أن يكون ناجحاً في الفقرة

2- بتقدير 32% فما فوق وأقل منها يعيد الطالب مراحل التنفيذ العملية.

تم بعونه تعالى