جمهورية العراق

وزارة التربية

المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي

الصناعي/ ميكاترونكس-تكنولوجيا صناعية

الثاني

تأليف

المهندس رعد كاظم محمد

المهندس احمد رحمن جاسم

المهندس يعرب عمر ناجي

المهندس مصطفى هاشم حريب

المهندسة سهى صبري سالم

المهندس علي عبد الرحمن

الطبعة الثالثة

1445هـ -2023 م

المقدمة

سعت المديرية العامة للتعليم المهني في تطوير المناهج العلمية والبرامج التدريبية، لتأهيل الملاكات القادرة على امتلاك المؤهلات والمهارات العلمية والفنية والمهنية، وكذلك لسد متطلبات سوق العمل على وفق التقدم العلمي الحاصل في ظل التطورات والخطوات التي يخطوها العالم نحو التقدم والانطلاق السريع . ومن هذا المنطلق خطت المديرية العامة للتعليم المهني خطوات إيجابية تتفق مع الدول المتقدمة في بناء البرامج على وفق أساليب حديثة وبالتخصصات جميعها، تمثلت هذه الخطوة في تحديث الكتب التربوية والعلمية وفتح الكثير من التخصصات الحديثة، ومنها بنحو افتتاح فرع الميكاترونيكس بقسميه ميكاترونيكس- سيارات، وميكاترونيكس تكنولوجيا صناعية (خطوط الإنتاج والتوزيع)، إذ تمثل هذه الخطوة الركيزة الأساسية في بناء الوطن على وفق الرؤيا العلمية التي تتوافق مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل الآنية والمستقبلية .

واليوم نضع بين يديك هذا الكتاب المحتوي على المبادئ التقنية الصناعية الذي يتناول كل ما يلزم لفهم أساسيات الخطوط الإنتاجية توضح فيه المعرفة العلمية على أسس تقنية في جميع المجالات المتعلقة بالميكانيك الصناعي، وجاء مكملاً لكتاب المرحلة السابقة. لذلك لا بُدَ لنا من أن نتفحص في كتابنا هذا عالم الخطوط الصناعية الذي وصل إلى أحدث الابتكارات متناولاً القديم منها والحديث لتكتمل الفائدة، ولتكون النواة لكل فني طموح يريد الدخول إلى حقل المعرفة العلمية، وبشكلها اليسير والواضح، والمدعوم بالصور وبالأشكال التوضيحية والمعادلات لاكتساب المعلومات والمهارات العلمية اللازمة لهذا التخصص.

نرجو من الله عز وجل أن نكون قد أسهمنا وبنحوٍ متواضع في نشر المعرفة بين أبنائنا الأعزاء من طلبة التعليم المهني خدمة لوطننا العزيز. سائلين الله التوفيق لكل العاملين في فتح هذا التخصص والإعداد له

إنه سميع مجيب.

المؤلفون

تمهيد

كلمة ميكاترونكس ظهرت لأول مرة في اليابان في اواخر الستينيات و استعملت بعدها في أوروبا قبل ان تنتشر في انحاء العالم كله. و تصميم أية منظومة ميكاترونية يتطلب هندسه الميكانيك،وهندسة الالكترونيات، التحكم (control)، هندسة الحاسبات، حساسات (مجسات) (sensors)، محركات (actuators)، و انظمة التحكم كي يكون قادرا على الوصول إلى الاهداف المرجوة من تصميمه.

الميكاترونكس يجمع بين الهندسة الميكانيكية والإلكترونية والحاسوب بهدف إنتاج آلات وأنظمة إنتاج حديثة مرنة تعتمد على مفاهيم الذكاء الاصطناعي. الميكاترونيكس هو تطبيق للإلكترونيات الدقيقة في الهندسة الميكانيكية، مثل الروبوتات الصناعية ونظم التصنيع المرنة التي يمكن برمجتها لتغير الخطوط الانتاجية للحصول على منتجات بحسب الطلب. يعطي هذا التخصص أسس تحليل وتصميم الأجهزة الميكانيكية والإلكترونية التي تعتمد على الحاسوب، وكذلك صيانة الآلات الهندسية المتطورة وخطوط الإنتاج الأوتوماتيكية.

يشمل الكتاب على دراسة أنظمة نقل الطاقة سواء كانت الأنظمة الهيدروليكية (Hydraulic system)، أوالأنظمة الهوائية (Pneumatic system) وآلية عملها وتطبيقاتها الصناعية المختلفة فضلاً عن دراسة مواد التحكم بنحوٍ مركز، مثل (PLC programmable logic controller) التي تُعنى بالتحكم المنطقي المبرمج عن طريق الحاكمات المبرمجة عن طريق لغات خاصة.

يظهر من التعريف أنّ الميكاترونكس هو تطبيق حرفي لنظام التحكم (Control system) مطبقاً النظام المغلق الذي يحتوي على التغذية العكسية. فالنظام المغلق يحتوي على حساس (Sensor)ومقارن (Comparator) ومتحكم (Controller) و مُفعِّل (Actuator) والمتحكم به، فنظام الميكاترونكس نظام يعتمد في تصميمه على هذه المكونات ويركز عليها. فقد يوجد نظام فيه ميكانيك وكهرباء ويكون نظاماً مبرمجاً، ولا يكون نظام ميكاترونكس حقيقياً. لأنه لم يعتمد في تصميمه من البداية على تشكيل الصيغة الأساسية في نظام التحكم، والتحكم يسمى أحياناً بالسيطرة، وقد تم دراسة غالب هذه الأجزاء في هذا الكتاب .

المحتويات

ت الموضوع	أسم الموضوع	ص
	الباب الأول (الفصل الأول) التدريب العملي (ألمتحسسات ومحولات الطاقة)	1
1-1	المتحسس	3
2-1	المحول	3
3-1	المفاتيح الميكانيكية	5
4-1	تصنيف المتحسسات ومحولات الحرارة	9
5-1	المتحسسات ومحولات الطاقة	9
1-5-1	متحسسات ومحولات الحرارة	10
6-1	تمارين عامة حول المتحسسات ومحولات الطاقة	12
1-6-1	التمرين الأول:المقاومة المتحسسة لدرجة الحرارة	12
2-6-1	التمرين الثاني:متحسس المزدوج الحراري	14
3-6-1	التمرين الثالث:متحسس ذو المجس الحراري	18
4-6-1	التمرين الرابع:متحسسات ومحولات كهروضوئية	24
5-6-1	التمرين الخامس : متحسس الإزاحة	26
6-6-1	التمرين السادس : متحسس ومحول مقياس الانفعال	32
7-6-1	التمرين السابع : المتحسس والمحول السعوي	38
8-6-1	التمرين الثامن : تكييف الإشارة للمتحسسات وتطبيقات مضخم العمليات	44
	الاسئلة	48
	الباب الأول (الفصل الثاني) التدريب العملي (المتحكمات الصغيرة)	49
1-2	المقدمة	51
2-2	التمرين الأول: الربط القياسي (standard) للمتحكم الصغير.	53
3-2	التمرين الثاني: برمجة المتحكم الصغير PIC16F84.	56
4-2	التمرين الثالث:الربط وكتابة برنامج لتشغيل مجموعة من الثنائيات الباعثة للضوء LEDs	63
5-2	التمرين الرابع : الربط وكتابة برنامج لتشغيل وإطفاء محرك DC	65
6-2	التمرين الخامس: التحكم بسرعة دوران محرك DC في أي اتجاه.	67
7-2	التمرين السادس : التحكم باتجاه دوران محرك الخطوة Stepper Motor.	70
	الاسئلة	72
	الباب الأول (الفصل الثالث) التدريب العملي (ألكترونيات القدرة)	73
1-3	تمرين الأول: اسم التمرين: ثنائي شوكلي / استخراج الخواص	75
2-3	التمرين الثاني : استخدام الثايرستور للسيطرة على مصباحين	78
3-3	التمرين الثالث : استخدام الثايرستور للتحكم بمحرك للتيار المستمر	81
4-3	التمرين الرابع : استخدام الثايرستور كموحد للتيار المتناوب	83
5-3	التمرين الخامس: تنفيذ دائرة الكترونية للدايك ورسم منحني الخواص	87
6-3	التمرين السادس : استخدام الترايك للتحكم بالحمل في دوائر التيار المتناوب	90
7-3	التمرين السابع : دائرة الكترونية مكونة من الدايك والترايك للسيطرة والتحكم بإنارة مصباح	93
	الأسئلة	96

	الباب الثاني (الفصل الأول) التدريب العملي (الأنظمة الهيدروليكية)	97
1-1	صيانة واكتشاف أعطال دوائر التحكم الهيدروليكية	99
2-1	محاذير الأمان عند بدء إدارة الدوائر	99
3-1	محاذير الأمان عند صيانة الدوائر الهيدروليكية	99
4-1	الأعمال التي تتم في صيانة الدوائر الهيدروليكية	100
5-1	الأعطال الشائعة في دوائر التحكم الهيدروليكية	101
1-5-1	صوت مرتفع (أزيز) واهتزاز أثناء التشغيل	101
2-5-1	قدرة الخرج الهيدروليكية للدائرة غير كافية	102
3-5-1	ارتفاع درجة حرارة التشغيل بصورة ملحوظة	103
4-5-1	زبد (رغاوي) على الزيت الهيدروليكي أو تكون المحلول اللبني للزيت	103
5-5-1	احتراق الزيت وظهور رائحته وتحول لونه إلى اللون الغامق	103
6-5-1	انخفاض الضغط كما يبينه المانومتر	104
7-5-1	ضوضاء في المجموعة	104
8-5-1	انخفاض سرعة المكبس أو المحرك الهيدروليكي	105
9-5-1	انخفاض السرعة عند زيادة التحميل	105
10-5-1	اضطراب التتابع الزمني للمشاوير	105
11-5-1	عدم تحرك المكبس رغم أن الضغط عادي	106
12-5-1	التصاق ذراع المكبس عند نهاية مشواره	106
6-1	معالجة بعض الأسباب المسببة للأعطال	106
7-1	تمارين عملية حول الدوائر الهيدروليكية	107
1-7-1	التمرين الأول: دراسة قدرة المضخة من خلال العلاقة بين الضغط ومعدل التدفق.	107
2-7-1	التمرين الثاني: استخدام صمام تصريف الضغط.	111
3-7-1	التمرين الثالث : التحكم في حركة الأسطوانة مفردة الفعل مع الصمام الأتجاهي (2/3) .	115
4-7-1	التمرين الرابع :التحكم في حركة الأسطوانة مزدوجة الفعل مع الصمام الأتجاهي (2/4) .	118
5-7-1	التمرين الخامس: التحكم في حركة الأسطوانة مزدوجة الفعل مع الصمام ألاتجاهي (3/4) .	121
6-7-1	التمرين السادس: السيطرة على تشغيل أسطوانتين بصورة متتابعة في مشوار التقدم والرجوع.	124
7-7-1	التمرين السابع: الأسطوانة التفاضلية	130
8-7-1	التمرين الثامن: زيادة معدل التدفق عن طريق الشاحن.	134
	الأسئلة	139
	الباب الثاني (الفصل الثاني) التدريب العملي (الأنظمة الهوائية)	140
1-2	مقدمة	142
2-2	التحوطات الواجب اتخاذها عند العمل بالهواء المضغوط	142
3-2	صمام السيطرة التوجيهي	142
4-2	التمرين الأول: فحص صمام السيطرة التوجيهي	144
5-2	الأسطوانة	148
6-2	التمرين الثاني: السيطرة على سرعة واتجاه الأسطوانة	152
7-2	الأسطوانات على التوالي	154
8-2	المركز (مضخم الضغط)	154
9-2	التمرين الثالث: الأسطوانات على التوالي	156
10-2	ربط الأسطوانات على التوازي	158

11-2	تناغم أسطوانات التوازي	159
12-2	التمرين الرابع: ربط الاسطوانات على التوازي	160
13-2	السيطرة الغير مباشرة باستخدام الصمام التوجيهي	163
14-2	التمرين الخامس: السيطرة غير المباشرة على عمل الاسطوانة باستخدام الصمام التوجيهي	164
15-2	المحركات الهوائية	168
	المحرك الهوائي ذو الريش	168
	المحرك الهوائي ذو المكابس	168
	المحرك الهوائي التوربيني	169
16-2	إزاحة المحرك	170
17-2	سرعة المحرك	170
18-2	عزم المحرك	170
19-2	قدرة المحرك الهوائي	171
20-2	التمرين السادس: التحكم بسرعة واتجاه الدوران للمحرك	171
21-2	السيطرة على اتجاه وسرعة الدوران للمحرك	173
22-2	التمرين السابع: أداء المحرك	175
	الأسئلة	177
	الباب الثاني (الفصل الثالث) التدريب العملي (أنظمة التحكم المبرمجة)	178
	مقدمة	180
1-3	التمرين الأول: تهيئة وفحص المتحكم المنطقية المبرمجة	180
2-3	التمرين الثاني: الإدخال والإخراج باستعمال Contact and Coil	185
3-3	التمرين الثالث: تثبيت حالة الإخراج باستعمال AND و OR	189
4-3	التمرين الرابع: تثبيت حالة الإخراج باستعمال Set and Reset	194
5-3	التمرين الخامس: التعامل مع الأمر مفتاحين P و N و الذاكرة M	199
6-3	التمرين السادس: التحكم في تشغيل وإطفاء محرك كهربائي	720
	الأسئلة	212
	المصادر	213
	المحتويات	215

الباب الأول

الفصل الأول

التدريب العملي (ألمتحسسات ومحولات الطاقة)

Sensors and Energy Transducers

الأهداف

الهدف العام :

تهدف هذه الوحدة إلى تعريف الطالب بأنواع المتحسسات، وتهيئته على أداء المهارات العلمية والفنية اللازمة لاستخدام وتنفيذ ربط الدوائر الإلكترونية، وطرائق قياس إشارات المتحسسات ومعايرتها.

الأهداف الخاصة:

تعريف الطالب بالموضوعات الآتية

1- المتحسس.

2- المحول.

3- المفاتيح الكهربائية.

4- تمرينات عملية حول المتحسسات والمحولات الحرارية.

محتويات

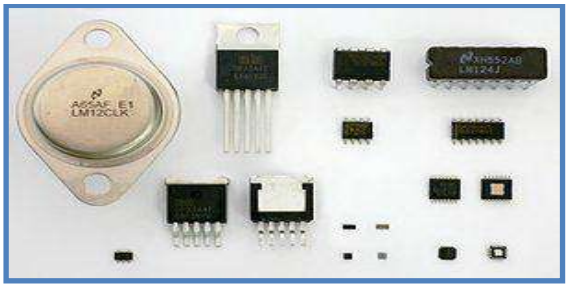
الفصل 1

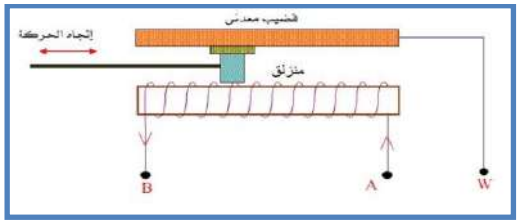
تعلم الموضوعات

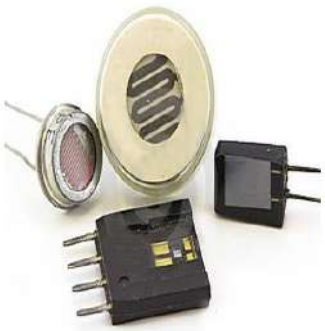
- المتحسس
- المحول
- المفاتيح الميكانيكية
- المتحسسات والمحولات الحرارية
- التمرين الأول: المقاومة المتحسسة للحرارة
- التمرين الثاني: المتحسس المزدوج
- التمرين الثالث: متحسس ذو المجس الحراري
- التمرين الرابع: متحسسات ومحولات كهر وضوئية
- التمرين الخامس: متحسس الإزاحة
- التمرين السادس: متحسس ومحول مقياس الانفعال
- التمرين السابع : المتحسس والمحول السعوي
- التمرين الثامن: تكييف الإشارة للمتحسسات وتطبيقات مضخم العمليات

التدريب العملي

(المتحسسات ومحولات الطاقة)







1-1 المتحسس

Sensor

هو أيٌّ جهاز يمكنه أن يحول الطاقة من صورة ما إلى صورة أخرى ، أو يستخدم لجهاز دخل ينتج خرج يمكن الإفادة منه كنتيجة أو استجابة لدخل فيزيائي معين ، على سبيل المثال الازدواج الحراري هو متحسس يحول الفرق في درجة الحرارة إلى خرج كهربائي.

1-2المحول

Transducer

مصطلح يستخدم عادة لجهاز يحول إشارة من شكل فيزيائي ما إلى شكل فيزيائي مختلف، ومن ثَمّ فان المتحسس غالباً يكون محولاً، ولكن هناك أجهزة أخرى يمكن عُدها محولات على سبيل المثال المحرك الذي يحول الدخل الكهربائي إلى دوران، المتحسسات التي تعطى خرج على شكل إشارات رقمية أو متقطعة أي(on–off)يمكن بسهولة توصيلها إلى منافذ الدخل للمتحكمات، المتحسسات التي تعطى إشارات تناظرية يجب تحويلها إلى إشارات رقمية قبل توصيلها إلى منافذ المتحكمات .

1-3 المفاتيح الميكانيكية

المفاتيح الميكانيكية تولد إشارة على شكل. (on–off)مثل هذه المفاتيح قد تستخدم في بيان تواجد قطعة العمل "الشغلة" على منضدة الآلة، إذ تضغط قطعة العمل على المفتاح وغلقه ،غياب قطعة العمل يتم بيانه بفتح المفتاح وتواجدها يغلقه ، وهكذا ففي الشكل (1-1أ) إشارة الدخل إلى قناة الدخل للمتحكم يكون لها مستويات إشارة (يسمى المنطق) كما يأتي:

0 = قطعة العمل غير موجودة

1 = قطعة العمل موجودة

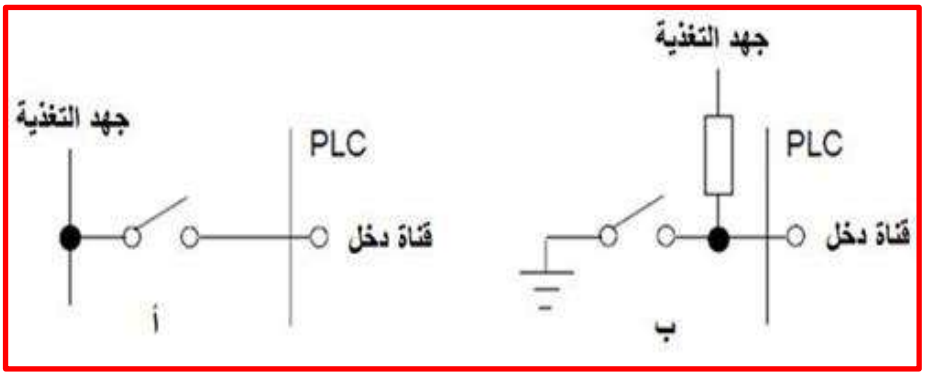
المستوى 1 قد يناظر دخل 24 V DC

المستوى 0 يناظر 0 V.

أما في الشكل (1-1ب) عند فتح المفتاح يتم توصيل جهد التغذية إلى دخل المتحكم، وعند غلق المفتاح فأن جهد الدخل يهبط إلى قيمة منخفضة المستويات المنطقية في هذه الحالة تكون:

1 = قطعة العمل غير موجودة.

0 = قطعة العمل موجودة.



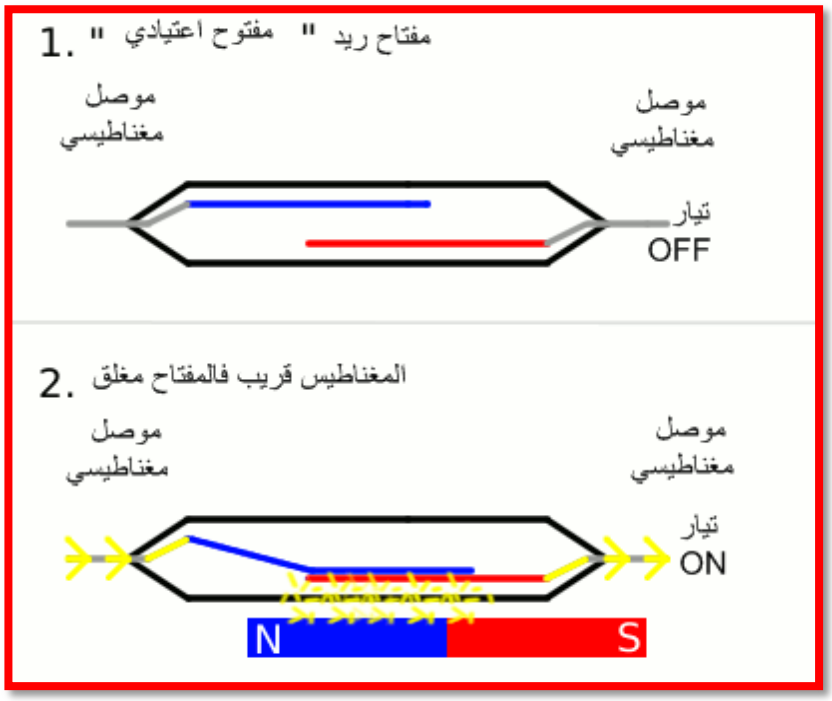
شكل (1-1) يبين استخدام المفاتيح كمتحسسات

المفاتيح إمّا أن تكون مفتوحة أي غير موصلة في وضعها الطبيعي أو العادي وتعرف بالتلامس (NO)، وأمّا تكون مغلقة أي موصلة في وضعها الطبيعي أو العادي وتعرف بالتلامس(NC) متلامسات ألمفتاح NO تكون مفتوحة(غير موصلة) عند غياب الدخل(الفعل الميكانيكي).

وجود الدخل الميكانيكي يسبب غلق (توصيل) المفتاح متلامسات المفتاح (NC)تكون مغلقة (موصلة) عند غياب الدخل الميكانيكي، وجود الدخل الميكانيكي يسبب فتح (فصل) المتلامسات.

أ- المفاتيح التقاربية Proximity switches

تستخدم المفاتيح التقاربية في اكتشاف وجود الأجسام من غير أن تلامسها .يوجد منها العديد من الأشكال وبعضها مناسب فقط للأجسام المعدنية المفتاح التقاربى الذي يعمل بمبدأ التيارات الدوامة يوجد به ملف يغذى بتيار متردد ذو قيمة ثابتة وينتج مجال مغناطيس متغير قيمته ثابتة . عندما يقترب منه جسم معدني يتولد به تيارات تسمى بالتيارات الدوامة للمجال المغناطيسي الناتج عن هذه التيارات الدوامة يولد قوة دافعة مغناطيسية(e.m.f) عكسية في الملف ، ومن ثم يتغير الجهد بالملف لذلك فقيمة الجهد تكون مقياس لمدى قرب الجسم المعدني.يمكن استخدام الجهد في تشغيل دائرة مفتاح الكتروني مثل الترانزستور ، إذ يتغير خرجه من منخفض إلى مرتفع نتيجة لتغير الجهد ويعطى عمل (on–off) مدى الكشف حوالي (0.5 - 20) mm.



شكل(2-1) يبين احد أنواع المفاتيح التقاربية (مفتاح ريد reed switch)

ب- مفاتيح ريد reed switch

وهو مكون من شريحتين تشبه اللسان ومنه أشتق الاسم (reed) من مادة حديدية مغناطيسية فوق بعضهما وغير متلامسين وفى نهايتهما تلامس كهربائي. موضوعتين في غلاف بلاستيك أو زجاج الشكل (2-1).

عند اقتراب مغناطيس أو ملف يمر به تيار من المفتاح تمغنط الشريحتان ويتجاذبان بعضهما البعض ويحدث توصيل بين تلامساه.

هذا المفتاح شائع الاستخدام في أجهزة الإنذار ضد السرقة لاكتشاف متى يفتح الباب ، إذ يوضع المغناطيس في الباب المتحرك ومفتاح ريد في الإطار الثابت للباب فعند فتح الباب يفتح المفتاح .

جـ - المفتاح التقاربى السعوي Capacitive proximity switch

يستخدم مع الأجسام المعدنية والأجسام الغير معدنية، سعة زوج من الألواح بينهما مسافة تعتمد على تلك المسافة وكلما قلت المسافة كلما زادت السعة.

مفتاح المتحسس التقاربى السعوي هو مجرد أحد لوحي المكثف ، واللوح الآخر هو الجسم المعدني المطلوب اكتشاف تقاربه. يكتشف تقارب الجسم بالتغير في السعة كما يمكن أيضا استخدامه في اكتشاف الأجسام غير المعدنية لأن سعة المكثف تعتمد أيضا على العازل الكهربائي بين اللوحين في هذه الحالة يكون اللوحين هما اللوح المتحسس والأرضي، والجسم غير المعدني هو المادة العازلة.التغير في السعة يمكن استخدامه في تشغيل دائرة مفتاح الكتروني ، ومن ثَمَّ يعطى جهاز يعمل بطريقة الوصل

والفصل(on–off) ، المفاتيح التقاربية السعوية يمكن استخدامها في الكشف عن الأجسام من على بعد يتراوح بين (4 و 60)mm .

د - المفتاح التقاربى الحثي Inductive Proximity switch

يتكون من ملف ملفوف حول قلب معدني حديدي عند وضع أحد نهايتي هذا القلب بالقرب من جسم معدني حديدي فسوف يحدث تغيير ملموس في الحث المغناطيسي للملف.

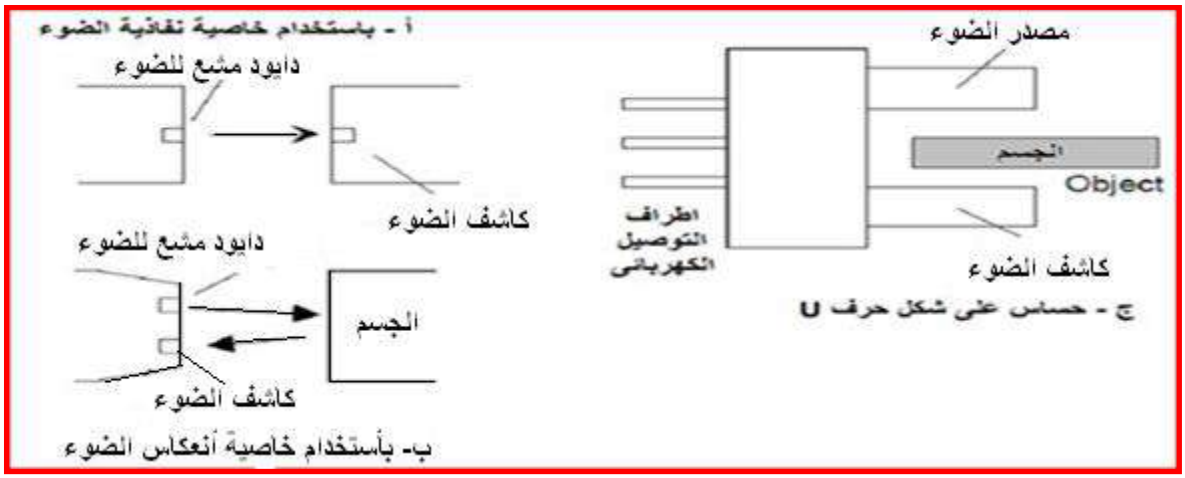
التغير في الحث المغناطيسي يمكن مراقبته وبيانه بدائرة رنين،ومن ثم فإن وجود الجسم المعدني الحديدي يؤدى إلى تغيير التيار بهذه الدائرة.

يمكن استخدام هذا التيار في تشغيل دائرة مفتاح الكتروني، وتعمل كجهاز بنظام الوصل والفصل (on–off) ، مدى المتحسس يتراوح بين mm(2 - 15) .

هـ - المفاتيح والمتحسسات الكهروضوئية:

وهى إما أنواع تعتمد على نفاذي الضوء ، إذ يقطع الجسم المراد كشفه الشعاع الضوئي ، وغالبا ما يكون إشعاع لأشعة تحت الحمراء infrared ، ويمنع وصوله إلى الكاشف كما في الشكل(1-3 أ).

وأمّا تكون من النوع العاكس، إذ يقوم الجسم المراد كشفه بعكس الشعاع الضوئي إلى الكاشف كما في الشكل mm (1-3).في كلتا الحالتين يتم الإشعاع عن طريق دايود مشع للضوء (LED) وكاشف الإشعاع يكون ترانزستور ضوئي غالبا ما يكون زوج من الترانزستورات يعرف باسم زوج دارلنجتون لزيادة الحساسية. واعتمادا على الدائرة المستخدمة يمكن أن يكون تحويل الخرج إما إلى جهد مرتفع ، وأمّا إلى جهد منخفض عندما يصطدم الضوء بالترانزستور. مثل هذه المتحسسات تورد كمجموعة وتستخدم في الإحساس بوجود الأجسام في مدى قريب غالبا ما يكون حوالي. mm 5 الشكل (1-3جـ) يوضح متحسس على شكل حرف U ،إذ يقطع الجسم الشعاع الضوئي وهناك نوع آخر هو الدايود الضوئي

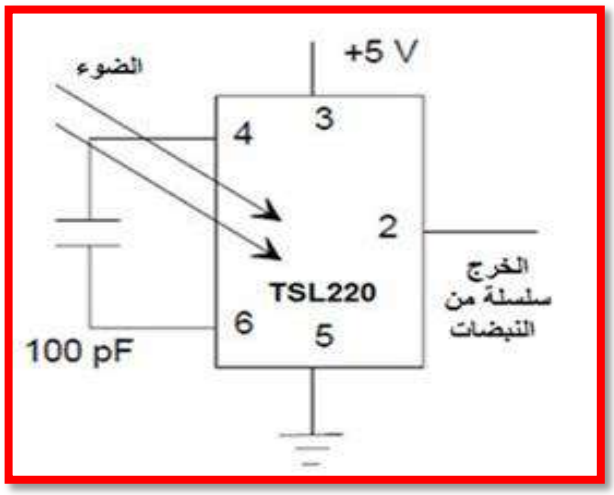


شكل(1-3) شكل المتحسس الضوئية حسب خاصية عمله

اعتمادا على الدائرة المستخدمة فإن الخرج يمكن أن يكون إما مرتفع وإمّا ، منخفض عندما يصطدم الضوء بالدايود. و يمكن أيضا استخدام الخلايا الضوئية غالبا ما تكون من كبريتيد الكادميوم .ومقاومتها تعتمد على شدة الضوء الساقط عليها .

في المتحسسات السابقة يتم تحويل الضوء إلى تغير في التيار أو الجهد أو المقاومة.وإذا كان المطلوب قياس شدة الضوء وليس مجرد اكتشاف جسم في مسار الضوء، فيجب تكبير الإشارة ثم تحويلها من الشكل التناظري إلى الشكل الرقمي باستخدام محول تناظري رقمي،وكبديل لذلك يستخدم محول من ضوء إلى تردد عندئذ يحول الضوء إلى سلسلة من النبضات كمقياس لشدة الإضاءة.

يوجد متحسسات على شكل دوائر متكاملة تحوى متحسس الضوء محول من جهد إلى تردد مثل TSL220كما في الشكل(1-4).



الشكل (1-4) يبين متحسس على شكل دائرة متكاملة

4-1 تصنيف المتحسسات ومحولات الطاقة

Classification of Sensors and Energy Transducers

إنّ تصنيف المتحسسات والمحولات، بحسب تطبيقاتها وطبقا للكميات الفيزيائية المحولة ، أو طبقا لخواصها ، أو طبقا لحالات القياس.

أما اختيارات المتحسسات والمحولات يجب مراعاة الآتي:

1- مدى القياس: يجب على المحول أن يعمل في حدود مدى القياس المطلوب.

2- الحساسية: يجب على المتحسس أو المحول أن يحظى بدرجه معقولة من الحساسية بحيث يعطي خرجا كهربائيا كافيا.

3- التفاعل مع التردد: يجب على المحول أن يتفاعل بطريقه مناسبة مع التردد وكذلك بالنسبة للإثارة اتجاه الرنين.

4- التناسب مع الظروف المحيطة: يجب على المتحسس أو المحول أن يناسب الظروف المحيط به من حرارة أو ضغط جوي ومجالات مغناطيسه وكهربائية وخلافه.
5- أقل حساسية: يجب أن يحظى المتحسس أو المحول بقدر أدنى من الحساسية للشعور بالكمية المقاسة .
6- دقة القياس: قد يتعرض المتحسس أو المحول إلى أخطاء في القياس نتيجة تكرارية عمليات القياس وأخطاء المعايير، فضلاً عن أخطاء الحساسية للمؤثرات الأخرى غير الكميات ألمقاسة.
7- التناسب مع ظروف الاستخدام: بالنسبة للكميات المقاسة كهربائيا وميكانيكيا يجب أن يأخذ في الحسبان وزن وإبعاد المتحسس أو المحول.
8- أبعاد أطراف التوصيل : يجب إن يأخذ في الحسبان أبعاد كابلات التوصيل بالنسبة للمتحسس أو المحول من حيث الطول ومساحه المقطع ، كذلك نسبة التشويش على إشارة القياس خاصة باستخدام مكبر الإشارة وكذلك حدود التفاعل مع التردد .

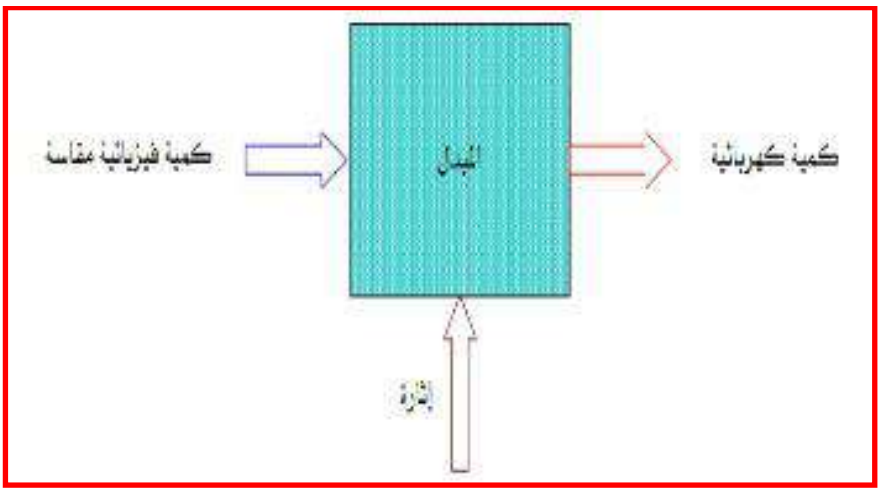
5-1 المتحسسات ومحولات الحرارة

Sensors and Temperature Transducers

إحدى الوظائف المهمة للالكترونيات علميا وعمليا وصناعيا هي عملية قياس الكميات الفيزيائية مثل الموقع ودرجات الحرارة والقوة والضغط ومعدل تدفق مائع... الخ

وللمتحسسات والمحولات وظائف مهمة في أنظمة التحكم المختلفة ، فهي الأجهزة التي تأخذ على عاتقها مسؤولية تحويل الكميات الفيزيائية المختلفة إلى كميات كهربائية قابلة للقياس والتكبير والنقل ، فضلاً عن إمكانية دخولها في أنظمة التحكم، وانه يسهل تسجيل هذه الكميات الكهربائية كقاعدة مهمة للبيانات والمعلومات، ويسهل أيضا التعامل معها عن طريق أجهزة التحكم والكومبيوتر.المتحسس على وجه العموم هو أي جهاز يمكنه أن يحول الطاقة من صورة إلى صورة أخرى، إلا إن المحول يعني وظيفة الإحساس بكميات مقاسه لإخراج إشارة كهربائية متناسبة مع الكمية المقاسة يمكن قياسها بوساطة جهاز قياس خارجي.

أي إن المحول يمكن أن ‘يعدّ مترجماً من لغة الكميات الفيزيائية الموضوعة تحت المراقبة إلى لغة الكميات الكهربائية، كما هو موضح في شكل رقم (1-5)



شكل رقم (1-5) رسم تخطيطي للمحول

1-5-1 متحسسات ومحولات الحرارة

يمكن تقسيم متحسسات ومحولات الحرارة على الأنواع الآتية:

أ- المقاومة المتحسسة للحرارة Resistance Temperature Detectors (RTD)

ب- المزدوج الحراري Thermo couple

جـ-المجس الحراري Thermostat

كما يبين شكل (1-6) أحد أنواع المقاييس الحرارية التي تستخدم أحد أنواع المتحسسات الحرارية

شكل (1-6)احد إشكال مقياس للحرارة

6-1 تمرينات عامة حول المتحسسات ومحولات الطاقة

Practical experiences in Sensors and Transducers

1-6-1

اسم التمرين: المقاومة المتحسسة لدرجات الحرارة Resistance Temperature Detectors	رقم التمرين: التمرين الأول
مكان التنفيذ : مختبر الميكاترونكس العملي	الزمن المخصص:4 ساعات

الأهداف التعليمية:

ينبغي على الطالب أن يصبح قادرا على معرفة سلوك المتحسس الحراري RTDوطريقة فحصه.

المقاومة المتحسسة لدرجات الحرارة: Resistance Temperature Detectors

يستخدم أحيانا جهاز مقياس درجة حرارة المقاومة المصنع من عناصر حساسة ونقيه من البلاتين أو النحاس أو النيكل التي تتأثر مقاومتها بدرجة الحرارة. عند استخدام Resistance (RTD) Temperature Detectors فان التغير في المقاومة R مع درجة الحرارة T يمكن إن يعبر عنه بالمعادلة الآتية:

$$R = R_0 [1 + \alpha \Delta t]$$

إذ إن:

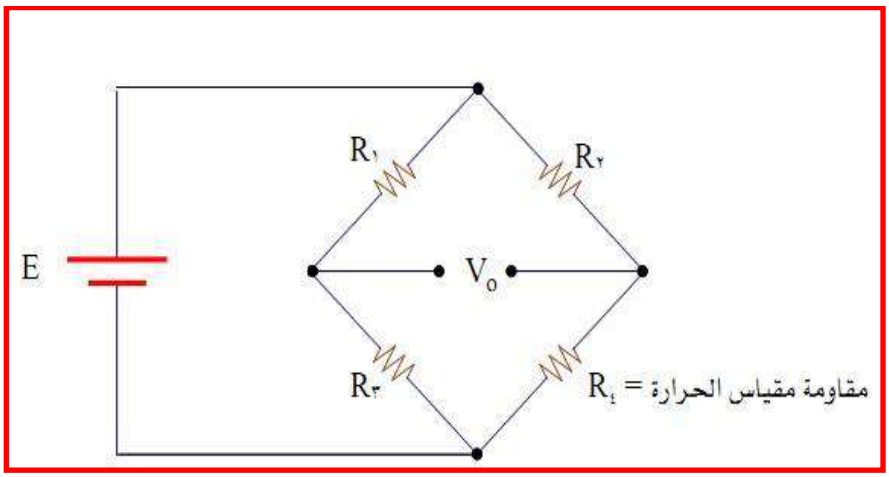
R: مقاومة الموصل عند حرارة مقاسة بالدرجات المئوية.

R_0: مقاومة الموصل عند درجة حرارة مرجعية.

Δt: الفرق بين درجة حرارة التشغيل ودرجة الحرارة المرجعية.

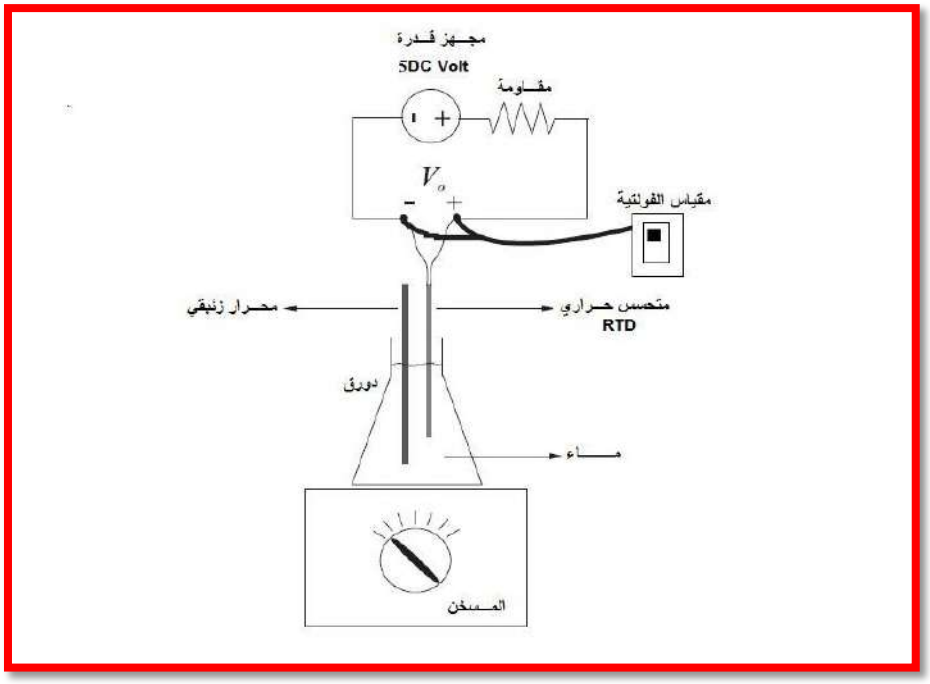
α: المعامل الحراري للمقاومة

والمواد السابقة تتميز بأنّ معاملها الحراري α كبير ،لذلك فالتغير في المقاومة ملحوظ نتيجة التغير الصغير في درجه الحرارة ، والتغير في المقاومة يمكن قياسه باستخدام قنطرة ويتستون التي يمكن معايرتها لبيان قيمة المقاومة عند درجه حرارة معينة كما هو مبين بالشكل(1-7).



شكل رقم (1-7) محول مقياس حرارة المقاومة الكهربائية باستخدام قنطرة ويتستون

يبين الشكل (1-8) كيفية عمل المتحسس RTD فعند تغيير درجة حرارة ماء الدورق فان قيمة الجهد(V) تتغير تبعا لتغير مقاومة المتحسس.



شكل رقم(1-8)يبين الدائرة الكهربائية لمتحسسRTD

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1- مقاومة RTD (المتحسس)

2- دورق زجاجي

3-مصدر توليد جهد 5v d.c

4- جهاز الافوميتر

5- مقياس حراري زئبقي

6-مسخن (HEATER)

خطــوات العمــل:

1- نفذ عمليا ربط الدائـرة الموضحة بالشكل(1-8)

2- شغّل مسخن الماء (الهيتر) وسجّل فولتية المتحسس لكل 10 سيليزية زيادة للحرارة ولأقصى حد 80 درجة مئوية من خلال قراءة المحرار الزئبقي .

3- كوّن الجدول الآتي .

$T(C^o)$	10	20	40	60	80
V(Volt)					
RTD(Ohm)					

4- ارسم العلاقة الناتجة بين قيم المقاومة، RTD ودرجة الحرارة T .

5- اجعل درجة الحرارة C^o 0 ثم سجل V_o للمتحسس.

6- أعِد الخطوة السابقة بزيادة درجة الحرارة من (10-80) درجة سيليزية.

7- نرسم العلاقة لقيمة المقاومة RTD مع الحرارة ثم علّق على خطية هذا المنحني .

8- اعتمادا على منحني مقاومة المتحسس RTD والحرارة من الخطوة السابقة حدّد قيمة α المعامل الحراري للمقاومة مستعينا بالمعادلة $R = R_O [1 + \alpha\Delta t]$

$\Delta t= (T-T_o)$

نشـــاط :

كيف يمكنك قياس مقاومة RTD مباشرة من غير الرجوع إلى قياس الجهد.؟

2-6-1

اسم التمرين: متحسس المزدوج الحراري Thermocouple	**رقم التمرين: التمرين الثاني**
مكان التنفيذ : مختبر الميكاترونكس العملي	**الزمن المخصص:4 ساعات**

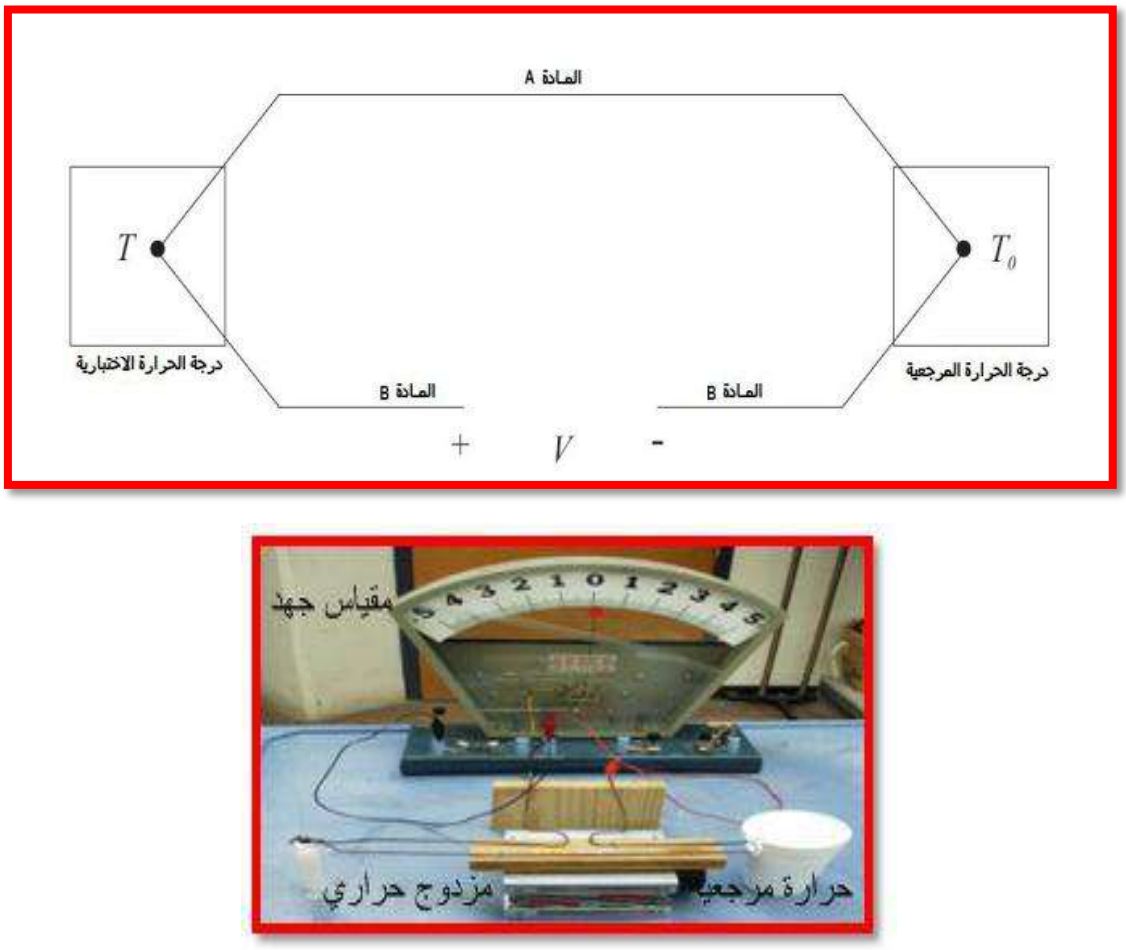
الأهداف التعليمية:

يتعرف الطالب على كيفية عمل متحسس المزدوج الحراري Thermocouple وطريقة فحصه.

متحسس المزدوج الحراري Thermocouple

من الخواص الفيزيائية المهمة أنهّ عند توصيل طرفي سلكين مصنعين من معدنين مختلفين من بعضهما يتولد جهد كهربائي بين طرفيها الآخرين ، وهذا الجهد يتناسب مع فرق درجات الحرارة مابين درجة حرارة الطرفين المتصلين معا ودرجة حرارة الطرفين الآخرين .كمثال على ذلك عند توصيل طرف سلك مصنع من ماده النحاس الأحمر(Copper)مع طرف سلك مصنع من ماده الكونستانتن (constantan) يمكن الحصول على جهد يقاس بوحدة الملي فولت بين الطرفين الآخرين ، ويعدّ النحاس هو القطب الموجب ويزداد هذا الجهد بزيادة درجة حرارة الوصلة.

ويمكن تكبير هذا الجهد بوساطة مكبر عمليات (Operational Amplifier) ثم قراءته على مقياس الجهد الذي يعاير ليقرأ الحرارة مباشرة ، والشكل(1-9) يبين استخدام دائرة بسيطة لفحص المزدوج الحراري من خلال وضع احد النهايتين بدرجة حرارة(T) والنهاية الثانية بدرجة حرارة (To) المعيارية وقياس الفولتية الناتجة بين الطرفين (- و+)،إذ زيادة درجة حرارة الوصلة الساخنة تؤدي إلى تغيير الفولتية ألمقاسه مما يعني أنّ المزدوج الحراري صالح للعمل .



شكل رقم (1-9) دائرة تبين كيفية فحص محول المزدوج الحراري

" المزدوج الحراري" هو نوع من أنواع الثرمومترات التي تستخدم في قياس درجات الحرارة في مدى حراري كبير ودقيق جدا.والعلاقة الرياضية الآتية تصف العلاقة بين الجهد الكهربائي الناتج ودرجات الحرارة:

$$E= C\,(T - T_o) + k\,(T^2 - T_o^2)\ \ mV$$

إذ إنّ:

E: الجهد الكهربائي الناتج ويقاس بوحدة الملي فولت

C و K : ثوابت تعتمد على مادة المزدوج الحراري

T: درجة حرارة الطرفين الموصلين معا (الوصلة الساخنة) وتقاس بالدرجات السليليزية (المئوية)

T_o: درجة حرارة الطرفين غير الموصلين معا (الأطراف الباردة) وتقاس بالدرجات السليليزية (المئوية).

يستخدم هذا المزدوج الحراري Thermocouple في كل المصانع تقريباً ،إذ إنه يقوم بعمل خاص لا تقوم به مكونات حرارية أخرى يمكنه تحمل درجات حرارية عاليه جداً تتجاوز 1000 درجه حرارية، وأيضا يقوم بإعطاء قيم حقيقية وصحيحة ونسبة الخطأ لا تتجاوز3 درجات حرارية . يستخدم هذا المتحسس الحراري في المكائن وفي المحركات والمولدات والتوربينات البخارية والغازية يستخدم في الأفران وافران الصهر كما مبين بالشكل(1-10)

شكل (1-10)لمتحسس المزدوج الحراري يستخدم في المحركات والمولدات

والمعالجة الكهربائية والحثية، وكذلك يستخدم في أفران الحديد والنحاس والكوبلت والذهب.المزدوج الحراري Thermocouple يتوافر بأشكال كثيرة لأنّ استخداماته مختلفة، مثلاً هذا نوع متنقل المبين في شكل (1-11) يمكنك أن تستخدمه في قياسات مختلفة لمواد معينة .

شكل(1-11) لمتحسس المزدوج الحراري متنقل(لاسلكي)

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1- مزدوج حراري (Thermocouple)

2- دورق زجاجي عدد (2)

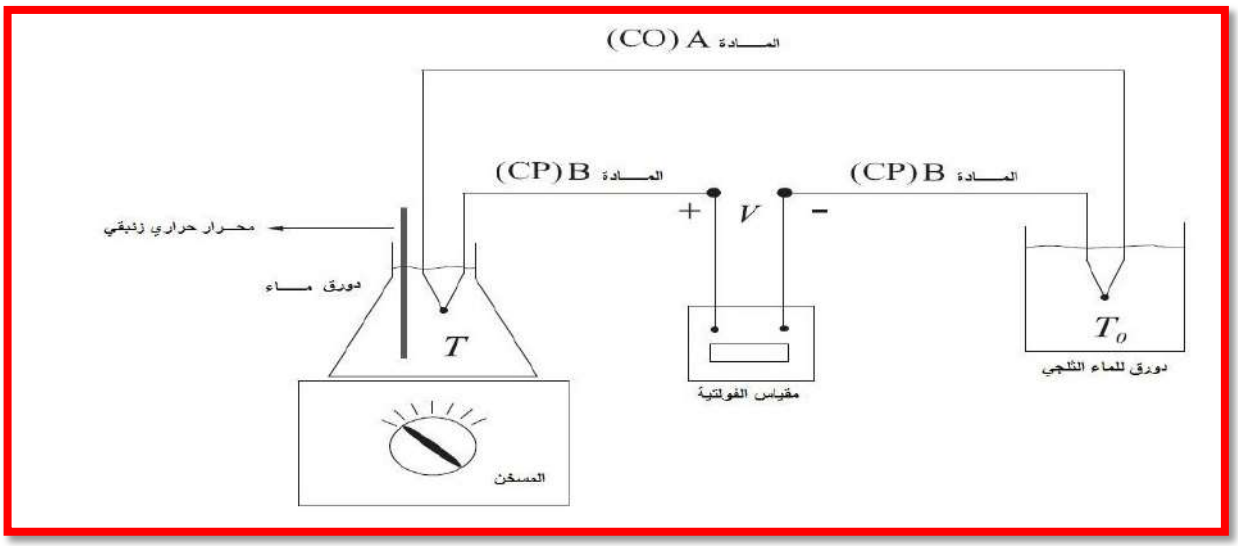
3- جهاز الافوميتر

4- مسخن

5- مقياس حراري زئبقي

خطوات العمل:

1- كون الدائرة الموضحة بالشكل(1- 12) واربط أطراف الدائرة إلى جهاز الفولتميتر.



شكل(1-12)يبين الدائرة الكهربائية لتشغيل وفحص المزدوج الحراري

2- ضع في الدورق الزجاجي A مكعبات ثلجية، والذي يعتبر درجة الحرارة المرجعية (T_o).

3- شّغل مسخن الماء، وسجّل الفولتية للمتحسس لكل زيادة 10 درجات سيليزية وأقصى حد 80 درجة مئوية من خلال مراقبة المحرار الزئبقي، ثم أطفئ المسخن .

4- كوّن الجدول الآتي:-

$T(C^o)$	10	20	40	60	80
V(volt)					

5- ارسم منحني الفولتية ودرجة الحرارة للمزدوج الحراري .

نشـاط:

علق على خطية المنحني الناتج بين الفولتية ودرجة الحرارة .

3-6-1

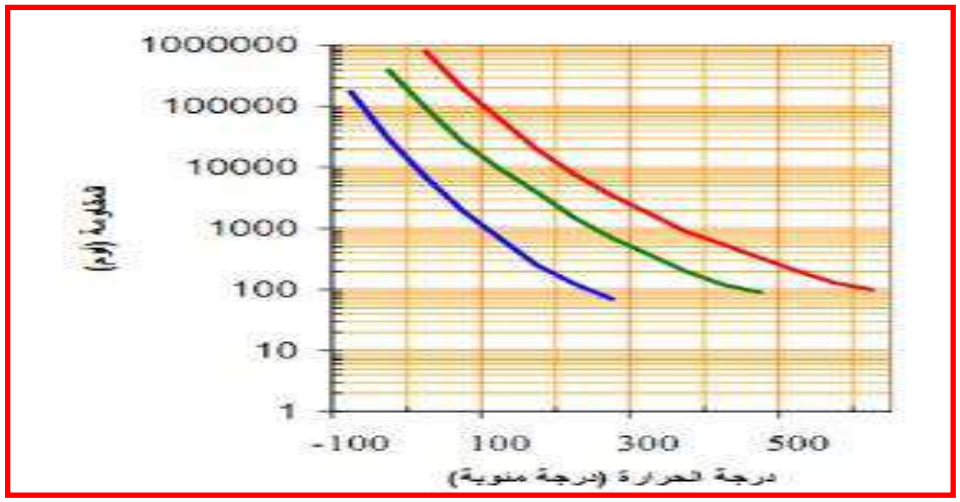
اسم التمرين: متحسس ذو المجس الحراري Thermostat	**رقم التمرين: التمرين الثالث**
مكان التنفيذ : مختبر الميكاترونكس العملي	**الزمن المخصص:3 ساعات**

الأهداف التعليمية:

يجب على الطالب أن يصبح قادرا على معرفة و فحص متحسس ذو المجس الحراري Thermostat

متحسس ذو المجس الحراري: Thermostat

متحسسات الثر مستور يعدّ أكثر حساسية واعتمادية من متحسسات RTD .الثر مستور عبارة عن مقاومة تتغير مقاومتها بتغير درجة الحرارة ، وهناك نوعين من الثرمستور ، نوع يملك معامل حراري موجب (PTC) ، ونوع آخر يملك معامل حراري سالب(NTC) . من المعروف أن المقاومة الكهربائية لمعظم المواد تتغير مع درجه الحرارة، ومن الخواص المهمة لمواد أشباه الموصلات أن معاملها الحراري سالب، أي أنّ مقاومتها تقل بارتفاع درجه الحرارة. والقيمة العددية لهذا المعامل الحراري السالب تكون عادة كبيرة ويوضح الشكل (1-13) العلاقة بين المقاومة ودرجة الحرارة لمجموعة من المجسات الحرارية.



شكل رقم (1-13) العلاقة بين المقاومة ودرجة الحرارة لمجموعة من المجسات الحرارية

ويتركب المجس الحراري من خليط يتكون من أكثر من نوع من المواد المذكورة آنفاً مثل أكاسيد المعادن كالمنغنيز والنيكل والكوبالت والنحاس واليورانيوم وغيرها ، وتتراوح قيمه المقاومة من (0.5 Ω- 75 MΩ) . والشكل (1-14) يوضح رمز المجس الحراري، باستخدام جهاز قياس الاوميتر يتم فحص الثر مستور من خلال قيمة المقاومة المتغيرة مع تغير درجة الحرارة المسلطة عليه.

شكل رقم (1-14) رمز المجس الحراري

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- مجهز قدرة 5VDC

2- مقاومة(15 KΩ)

3- جهاز قياس الافوميتر

4- مجس حراري

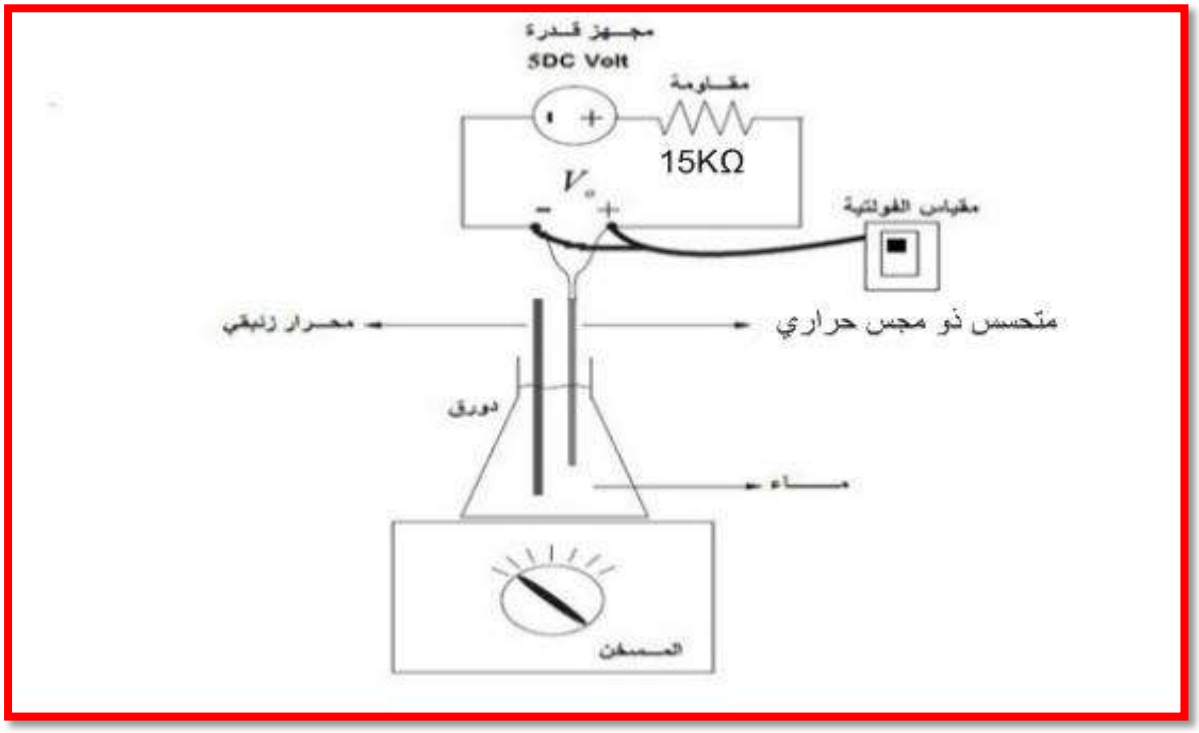
5- مسخن (HEATER)

6- دورق زجاجي

7- مقياس حراري زئبقي

خطوات العمل

1- نفذ عمليا ربط دائرة في الشكل (1-15).



شكل رقم (1-15) دائرة لربط المتحسس ذو المجس الحراري

2- غيّر درجة الحرارة بواسطة المسخن مع قراءة الفولتية الناتجة .

3- غيّر درجة الحرارة بزيادة 10 درجات سيليزية ، وبمدى أقصاه 80 درجة سيليزية.

4- بناء على الفولتية الناتجة من تغير درجة الحرارة ، ارسم المنحني لعلاقة الفولتية مع درجة الحرارة

5- باستخدام قانون مقسم الفولتية ، احسب مقاومة الثر مستور أي كل تغير عن درجة الحرارة مع رسم منحني درجة الحرارة مع المقاومة .

باستخدام منحني الحرارة مع المقاومة، وبحسب الخطوة السابقة ، احسب المعامل الحراري الموجب للثر مستور β.

$$R=R_O \times EXP\ (\beta\ (1/T - 1/T_O)$$

$T_{RTD}(C^o)$						
$V_{RTD}(Volt)$						

نشـــاط

كيف يتم فحص المتحسس ذو المجس الحراري ؟

4-6-1 :

اسم التمرين :متحسسات ومحولات كهروضوئية Photo–Electric Transducer	رقم التمرين: التمرين الرابع
مكان التنفيذ : مختبر الميكاترونكس العملي	الزمن المخصص:4 ساعات

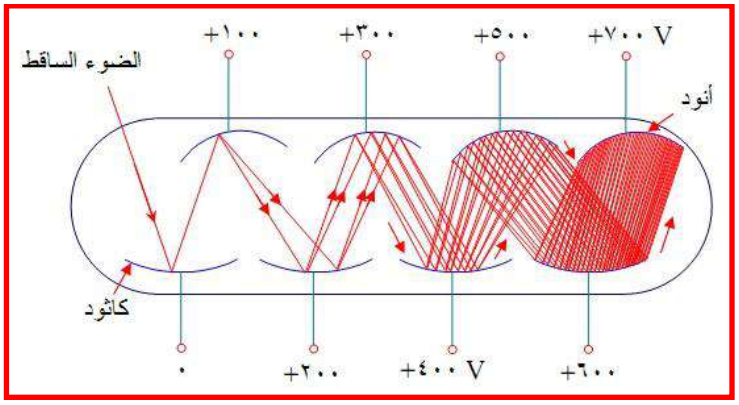
الأهداف التعليمية:

يجب على الطالب أن يصبح قادرا على معرفة فحص وعمل متحسسات ومحولات الكهروضوئية Photo Electric Transducers

متحسسات ومحولات كهر وضوئية

Photo –Electric Sensors and Transducers

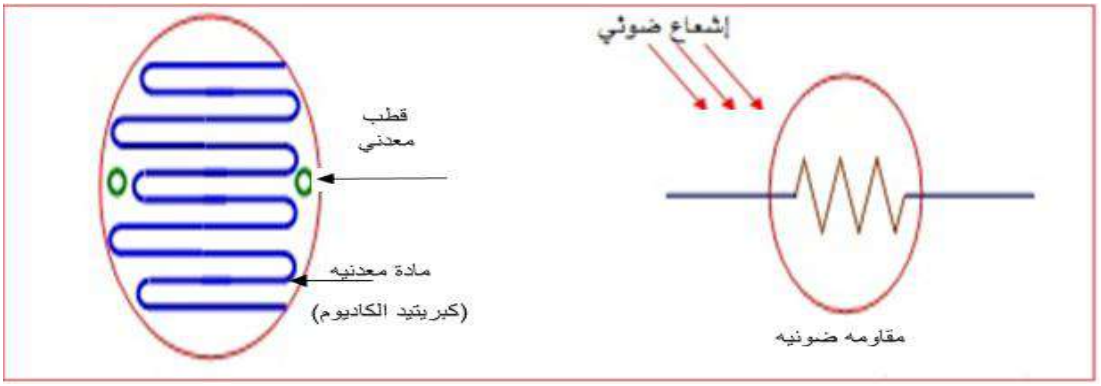
المتحسسات والمحولات الكهروضوئية توجد بأنواع منها المتحسسات والمحولات ذات انبعاث للالكترونيات تحت تأثير الضوء ، إذ تتسبب سقوط الاشعه الضوئية على المهبط (Cathode)في انبعاث الالكترونات من سطحه. وكمثال لأجهزة الانبعاث الضوئي هو الأنبوب الضوئي المضاعف الذي يتكون من أنبوب زجاجي مفرغ يحتوي على مهبط ضوئي (photo Cathode) ومصعد (Anode) ، فضلاً عن عدة أقطاب كهربائية(Electrodes) كل منها متصل بجهد كهربائي يتدرج في الارتفاع من جهة المهبط إلى جهة المصعد كما في الشكل(1-16).



شكل رقم(1-16) الأنبوب الضوئي المضاعف

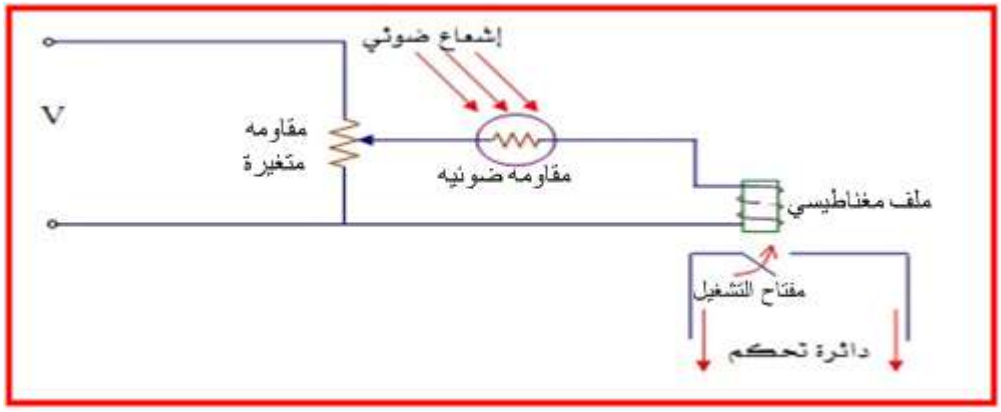
نتيجة لسقوط الضوء على المهبط تنبعث ألالكترونات منه ، وتنجذب إلى الانود الأول بسرعة عالية (حيث جهده أعلى) ، وتصطدم به مسببة انبعاث عدد اكبر من الالكترونات بما يسمى بظاهرة الانبعاث الثانوي ، ويتكرر الشيء نفسه بين الانود الأول والانود الثاني (ذي جهد اعلى)، وهكذا يمكن تحويل

الضوء إلى تيار كهربائي ذي قيمه محسوسة (من 1A - 1mA) . أما المتحسسات والمحولات ذات موصلية ضوئية فهي نوعية أخرى من المتحسسات الضوئية ،إذ تتأثر أنواع معينة من المواد بالضوء ، ويظهر هذا التأثير على صورة نقص في مقاومتها النوعية ومن ثَمّ في قيمة موصليها ، والتركيب الفعلي لهذا النوع من المتحسسات يكون على شكل خلايا كما في الشكل(1-17)، إذ توضع المقاومة المصنوعة من المادة المعدنية (مثل كبريتيد الكاديوم) على صورة تموجية بين قطبين معدنيين على قاعدة من السيراميك داخل غلاف معدني ذو نافذة زجاجية (لمرور الضوء من خلالها) ، ويتسبب سقوط الضوء في نقص مقاومة المادة بين القطبين .



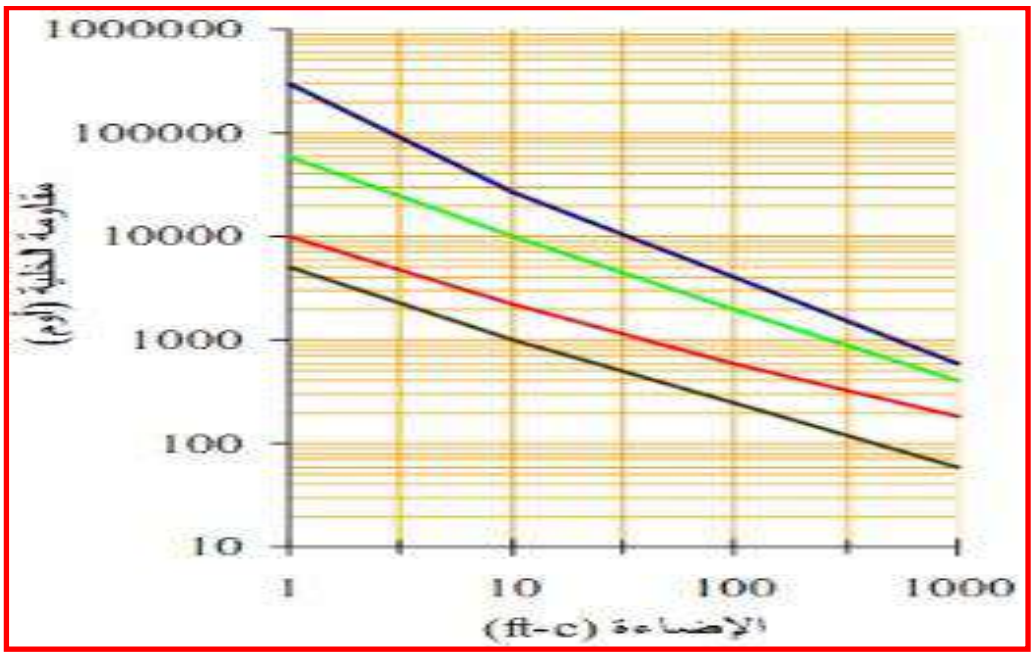
شكل رقم(1-17)الرمز الكهربائي للخلية الضوئية وتركيب الخلية الضوئية

ويتم توصيل الخلية في الدائرة الكهربائية المبينة بالشكل (1-18)، إذ يسقط الضوء من خلال النافذة الزجاجية على المقاومة الضوئية فتقل قيمتها، فتسمح بمرور تيار في الملف المغناطيسي، فيجذب مفتاح التشغيل في دائرة التحكم.



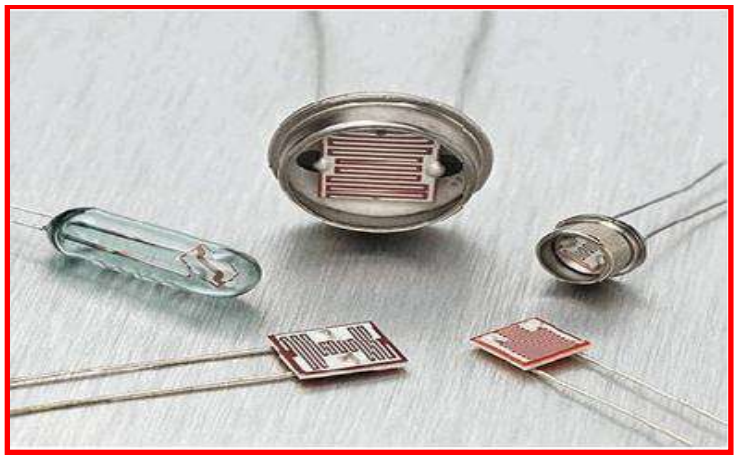
استخدام الخلية الضوئية في دائرة التحكم 1) 8(1- شكل رقم

الشكل(1-19) يبين علاقة تغير المقاومة مع شدة الضوء الساقط لبعض المواد التي تصنع منها الخلايا



شكل رقم (1-19) علاقة تغير المقاومة مع شدة الضوء الساقط لبعض المواد.

وهنالك نوع آخر من المتحسسات والمحولات ذات الفولتية الضوئية أو الخلايا الشمسية (كما يطلق عليها غالبا)، تنتج جهدا كهربائيا بين طرفيها عند تعرضها للضوء ، وبالتالي تنتج تيارا عند توصيلها بحمل ما ، ومن ثَمَّ وتصنع هذه الخلايا من مواد أشباه موصلات (أهمها السيلكون أو السيلينيوم) ، وتوجد على أشكال مختلفة كما في الشكل (1-20).

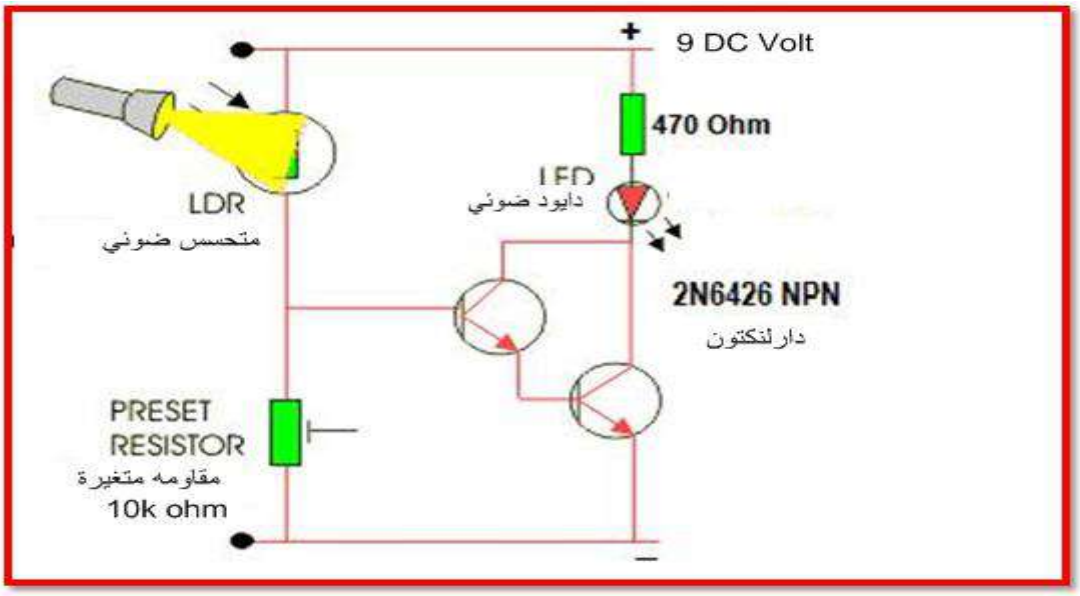


شكل رقم(1-20) أشكال مختلفة للخلية الضوئية

أنواع المقاومات الضوئية

إنّ العنصر الأساسي في الدائرة الذي يتحسس بالضوء و هو المسؤول الأول عن تحسس الضوء هو المقاوم الضوئي (Light Dependent Resistor) اختصارها (LDR) ، وهي مصنوعة من كبريتات الكادميوم (Cadmium Sulfite) واختصارها (CdS) ، ووحدة قياسها الأوم Ohm ، تتغير قيمة هذه المقاومة بتغير شدة الضوء الساقطة عليها لأنها تحتوي على خلايا في شكل ألياف صغيرة جدا من مادة(كبريتات الكاديوم).

لفحص المقاوم الضوئي (LDR) يربط مباشرة إلى جهاز الاوميتر ، ثم نسلط عليه الضوء ، مما يؤدي إلى تغير في المقاومة وبحسب شدة الضوء المسلط .أما في حالة الظلام فتكون مقاومة المقاوم الضوئي LDR عالية جدا .



شكل رقم (1-21)دائرة الكترونية لاستخدام LDR متحسس للضوء.

الدائرة المبينة في الشكل (1-21) تعمل LDR كمسيطر (مفتاح) ضوئي يمكن أن يستخدم في تطبيقات تحسس الضوء عند تسليط الضوء على المقاوم الضوئي(LDR) ، فان مقاومتها سوف تقل بمقدار كبير ، مما يؤدي إلى مرور تيار في الترانزستور الأول ثم الثاني ، ومن ثَمَّ فان الدايود الضوئي سوف (يتوهج) ، أما في حالة حجب الضوء سوف تبدي مقاومة عالية جداً ، مما تمنع مرور التيار إلى القاعدة الترانزستور (base) وبالنتيجة سوف يكون الدايود الباعث للضوء(LED) غير متوهج .

لضبط حساسية الدائرة الالكترونية للضوء يمكن استخدام المقاومة المتغيرة بزيادة أو نقصان من قيمتها، وأن نجعل الدائرة تعمل بحساسية مختلفة للضوء.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1- لوحة تدريبية.

2- مصدر جهد DC(9 V، 12 V).

3- ترانزستور 2N6426NPN، ثنائي دايود باعث للضوء LED.

4- مقاوم ضوئي (LDR) متحسس للضوء من مادة (كبريتيد الكاديوم) .

5- مقاومة متغيرة 10كيلو اوم.

6- جهاز الاوفوميتر.

7- مقاومة بقيمة 470 اوم.

خطوات العمل

1- إربط الدائرة كما في شكل(1-21) والشكل (1-22).

2- سلّط الضوء على LDR ، ثم نلاحظ توهج الدايود من عدمه.

3- غيّر قيمة المقاومة المتغيرة ، حتى تضبط حساسية LDR لشدة الإضاءة .

4- سّجل قيم Vo للمقاوم الضوئي(LDR) في حالة تغير شدة الضوء المسلط عليها.

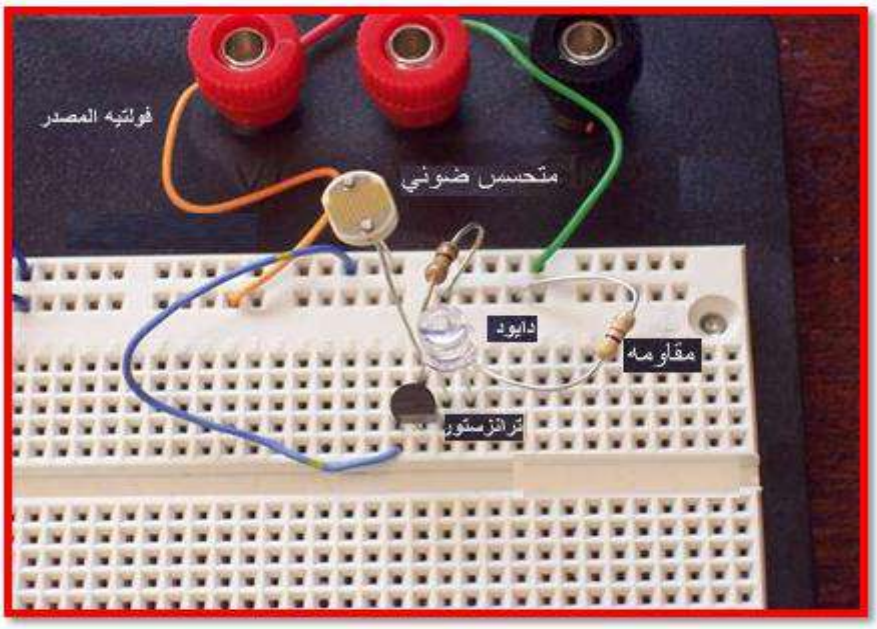
5- أملأ الجدول اعتمادا على المعادلات الرياضية أدناه مع قيم Vo المسجلة من الخطوات السابقة.

$$RL=500 / LUX$$

$$Vo=5 * RL(RL+3.3)$$

$$LUX=(2500 / Vo - 500) / 3.3$$

$V_{O(Volt)}$			
LUX			



شكل(1-22) يبين لوحة تدريبيه (Breadboard) لدائرة الكترونية (LDR)تعمل كمتحسس ضوئي

نشـــاط:

هل تتغير مقاومه المتحسس مع شدة الإضاءة ؟

استنتج ماذا يحصل لو قمت باستبدال موقع LDR بدل المقاومة المتغيرة في الدائرة شكل (1-21).

5-6-1

اسم التمرين:متحسس الإزاحة Displacement	رقم التمرين:التمرين الخامس
مكان التنفيذ : مختبر الميكاترونكس العملي	الزمن المخصص:4 ساعات

الأهداف التعليمية:

يجب أن يتعرف الطالب على أنواع و فحص متحسس الإزاحة.

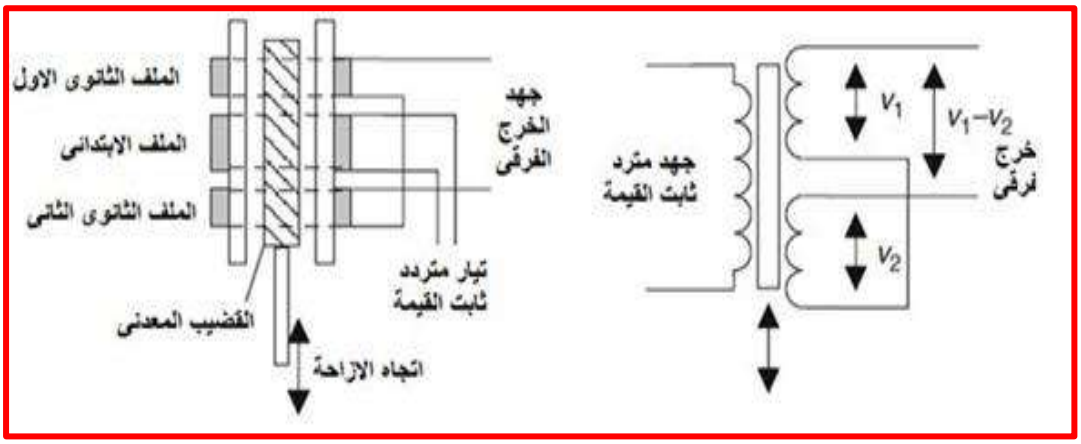
يمكن قياس الإزاحة الخطية لأي عنصر متحرك لمدى معين من خلال المتحسس LVDT أو باستخدام طريقه المتحسس الاومي .

أولا : متحسس ومحول الخطى الفرقى المتغير ويسمىLVDT

من أشكال متحسسات الإزاحة هو المحول الخطى الفرقي المتغير (LVDT)وهو يعطى جهد خرج يرتبط بموقع قضيب حديدي.

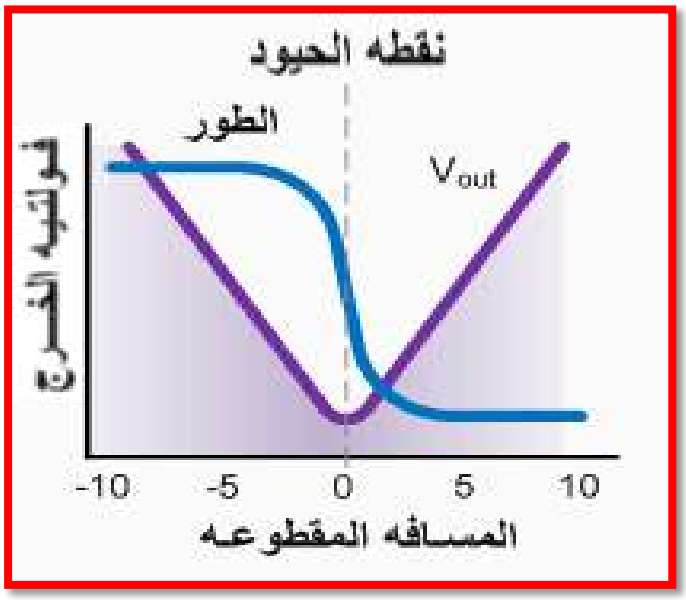
يتكون (LVDT)من ثلاثة ملفات متماثلة الموقع يتحرك بداخلها القضيب الحديدي كما بالشكل (1-23أ) عندما يوصل تيار متردد إلى الملف الابتدائي يتولد بالحث الجهدين v_1 و v_2 في الملفين الثانويين. عندما يكون القضيب الحديدي في وضع متوسط بين الملفين الثانويين تتساوى جهودهما. الخرجان من الملفين الثانويين موصلة بحيث أن خرجهما معا هو الفرق بين جهديـهما أي($v_1 - v_2$) فعندما يكون القضيب في المنتصف يكون الجهدان متساويان ويكون الخرج صفر .

عندما يتم إزاحة القضيب عن موضعه الأوسط يكون قريب من أحد الملفين الثانويين عن الآخر . نتيجة لذلك يكون الجهد المتردد المتولد في أحدهما اكبر من الأخر. الفرق بين جهدي الملفين أي الخرج يعتمد إذا على موضع القضيب الحديدي. إن الخرج من (LVDT)يكون تياراً متردداً. غالبا يتم تحويله إلى جهد مستمر تناظري ويتم تكبيره.



شكل رقم (1-23أ) يبين المحول الخطي ألفرقي المتغير LVDT

شكل **(1-23ب)** يبين الفولتية المتولدة من المتحسس(LVDT) في حال تحرك القلب(CORE)وكما موضح فان المسافة المقطوعة هي(10) سم لكلا الجهتين كذلك يلاحظ إن هنالك فرق في الطور للخرج عندما يتحرك القلب (CORE) للـ (LVDT) في احد الاتجاهين و من خلال معرفة الطور أو مقدار الفولتية الخارجة يمكن استنتاج اتجاه حركة القلب داخل LVDT



شكل رقم (1-23ب)يبين العلاقة بين الجهد والمسافة المقطوعة لمتحسس(LVDT)

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- مجهز قدرة 15 فولت

2- مايكرو ميتر

3- قاعدة تثبيت للمتحسس (LVDT) وللمايكرو ميتر

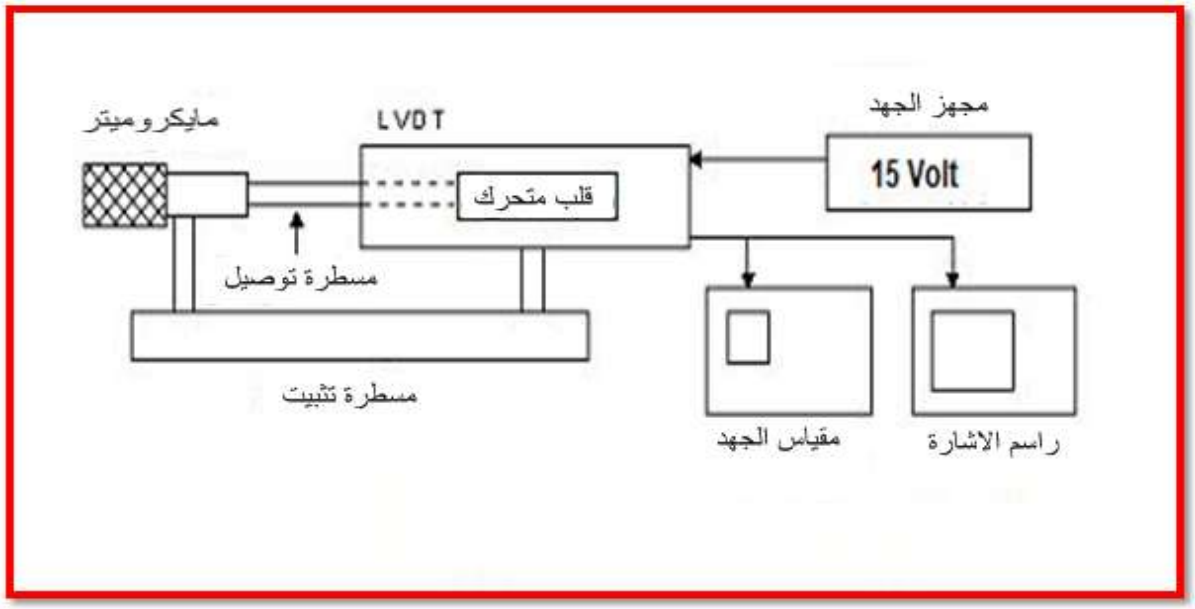
4 – جهاز قياس فولتميتر.

5-راسم إشارة.

6- مسطرة تثبيت ومسطرة توصيل.

خطوات العمل

نفذ ربط الشكل (1- 24) بما يلي :



شكل رقم(1-24)الدائرة الكهربائية لربط متحسس LVDTوبيان كيفية عمله

1- ضبط برغي (مسمار) المايكروميتر للموقع الوسطي الصفري ودقة الإزاحة للمايكوميتر هو (0.001) انج لمدى أقصاه (2)انج .

2- اربط القلب المايكروميتر بواسطة مسطرة القياس.

3- ثبت (LVDT) والمايكروميتر على قاعدة تثبيت .

4- ضبط قلب (LVDT) في الموقع الصفري حيث ستكون V_o تساوي صفراً من خلال قراءة جهاز قياس الملتيميتر. تأكد من كون المايكروميتر للمتحسس (LVDT) في الموقع الصفري .

5- ضبط الإزاحة للمايكروميتر التي تزيح بدورها القلب للمتحسس بمقدار (0.1) انج لأربع دورات متكاملة للمايكروميتر .سجّل قراءة كل من V_O والمسافة.

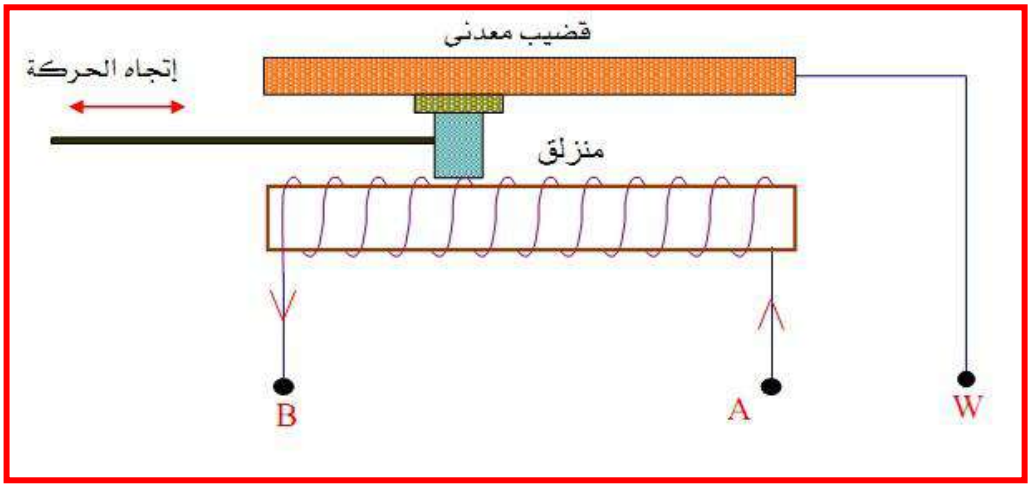
6- كرر الخطوة السابقة بقراءة قياس (0.1) انج بمدى أقصاه (1) انج.

7- أعِد المايكروميتر إلى النقطة الحيادية الصفرية ، وتأكد من خرج الملتيميترV_o تساوي صفر .

8- إرسم المنحني للعلاقة بين المسافة المقطوعة الفولتية الخارجة للمتحسس(LVDT) .

ثانيا: متحسس ومحول الازاحه الاومى Resistive position transducer

هو الكميه المقاسة المتغيرة تحدث تغيرا في مقاومة الجزء المتحسس من المحول فمن المتطلبات الأساسية في القياسات الصناعية وعمليات التحكم هو أن تستطيع تحسس موقع شيء ما أو المسافة التي تحركها .ويعدّ متحسس ومحول الإزاحة الاومي احد متحسسات أو محولات بيان الإزاحة ، إذ يمكنه تحسس موقع كائن ما باستخدام عنصر مقاومه اومية ملفوفة بانتظام على قضيب عازل للكهرباء ومنزلق متصل بالكائن المراد تبيان موقعه وقابل للانزلاق ملامسا لعنصر المقاومة وملامسا ، في الوقت نفسه لقضيب معدني ذي مقاومه صغيرة نسبيا نسبتا لعنصر المقاومة الاومية ، كما هو مبين بالشكل (1-25).

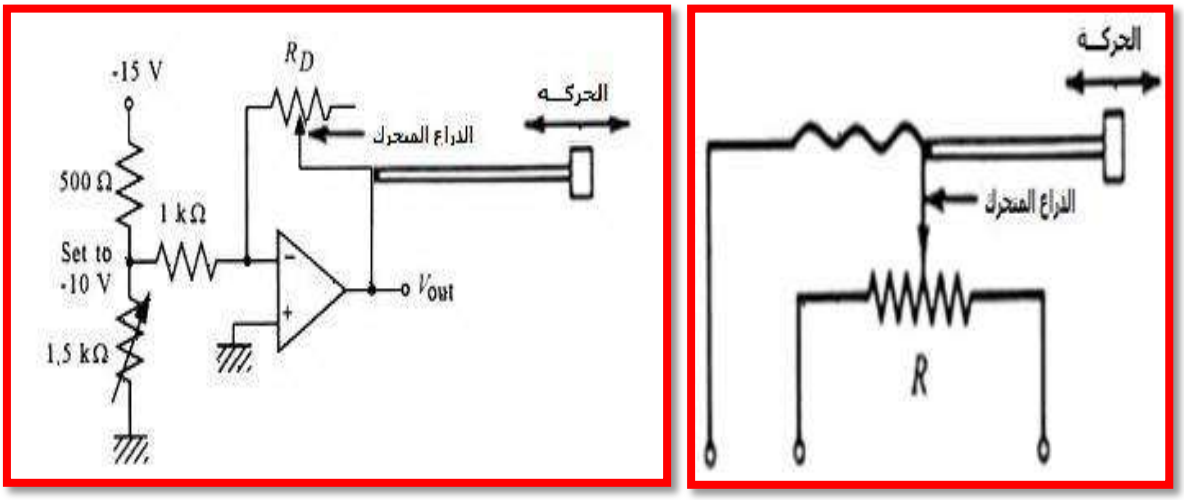


شكل رقم(1 -25) متحسس الإزاحة الاومي

وبهذا فان المقاومة مابين المنزلق وأحد أطراف عنصر المقاومة الأومية يعتمد على وضع الكائن المراد قياس موقعه ، أو إزاحته ، وفي ضوء ذلك فان النقطه w تدل على موقع الكائن المراد قياسه ما بين نقطتين قياسيين A و B ، وعليه فان جهد الخرج Vo يتناسب تناسباً طردياً مع موقع المنزلق إذا كانت المقاومة موزعة بانتظام على المسافة AB .

في التطبيقات الصناعية (PROCESS INDUSTERIAL) تغير قياس الإزاحة من الأمور عالية الأهمية . ومن المتطلبات الصناعية لقياس هذه القيم تكون عديدة ومتنوعة ، وكذلك المتحسسات المطلوبة تكون متنوعة بحسب التطبيق ، مثلا لتحسس مكان وموقع العنصر الموجود على حزام متحرك ، أو قياس

مستوى السوائل أو موقع ومكان لقطعة عمل ضمن طاحونة تعمل أوتوماتيكيا ، أو تحويل الضغط إلى إزاحة فيزياوية مقاسة لكي تعبر عن قيمة الضغط (POTENTIOMETRIC) مقياس جهد الإزاحة.إنّ أبسط أنواع متحسس الجهد الإزاحي يتضمن عملية الإزاحة لذراع مقاومة متغيرة . هذا الجهاز يحوّل الحركة الخطية أو الزاوية للذراع في تغير قيمة المقاومة التي بدورها تتحول مباشرة إلى إشارة فولتية أو تيار . إنّ مقياس جهد الإزاحة غالبا ما يعاني من مشكلات ميكانيكية، احتكاك عند عملية الحركة للذراع، الدقة المحدودة باعتماد سلك المقاومة، فضلاً عن وجود الضوضاء، الشكل (26-1) يبين رسم توضيحي لمقياس الجهد حيث الإزاحة بتأثير الحركة.



شكل (26-1)يبين مقياس الجهد لمتحسس الإزاحة الاومي

فانّ الذراع سوف يتحرك على المقاومة ، مما يؤدي إلى تغير من القيمة المقاسة ، فإذا ما تم معرفة المسافة للذراع المتحرك مع قيمة المقاومة استطعنا إيجاد موقع العنصر المسبب لحركة الذراع نسبة إلى المقاومة المقروءة . تم في هذه الدائرة لقياس موقع العنصر المتحرك والمرتبط بالمقاومة الإزاحة ، إذ إن مقاومة الإزاحة تكون خطية ضمن مدى (0 – 1)كيلو اوم ، وإذا فرضنا إنّ حركة العنصر ضمن مسافة (0 – 10) سم . لذلك ستكون الفولتية الخارجة(Vo) من المكبر كما في المعادلة الآتية:

$$V_O = -\left(R_D / 1K\Omega \right) * (-10V)$$

$$V_O = 0.01\ R_D$$

من هذا فان التغير في المقاومة R من (0 – 1) كيلو اوم يكافئ التغير الخطي في الفولتية من (0 – 10) فولت .

إنّ استخدام دائرة المكبر يوفّر لنا كسباً وبالنتيجة الفولتية الخارجة تكون خطية لذلك تفضل على استخدام دائرة مقسم الجهد ، إذ التغير في الفولتية نسبة إلى المقاومة يكون غير خطي .

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- مقاومات مختلفة القيم.

2- مضخم عمليات 741.

3- مقاومة متغيرة بذراع موصل إلى عنصر متحرك .

4- جهاز الاوفوميتر.

5- مجهز قدرة 15 فولت.

خطوات العمل

1- لقياس المقاومة الازاحية لقطعة متحركة بين (0 – 10) سم ، إربط الدائرة المبينة في الشكل (1 –26) .

2- - إضبط المقاومة المتغيرة بقيمة (0.5) كيلو اوم ، لكي تحصل على جهد (10-) فولت

3- حرّك قطعة العمل المرتبطة بذراع المقاومة المتغيرة ، وسجّل قراءة الفولتية الخارجة .

4- كوّن جدولا يبين قيم الإزاحة والفولتية الناتجة .

نشـــاط

أ- غيّر الدائرة أعلاه، لكي تتم إيجاد موقع إزاحة العنصر المتحرك ضمن مدى (0 – 100) سم.

ب- في حالة توصيل جسم متحرك ضمن مسافة مقدارها (10) سم بدقة مقدارها (1) سم ، اوجد قيمة الفولتية الخارجة وارسم العلاقة بينهم .

6-6-1

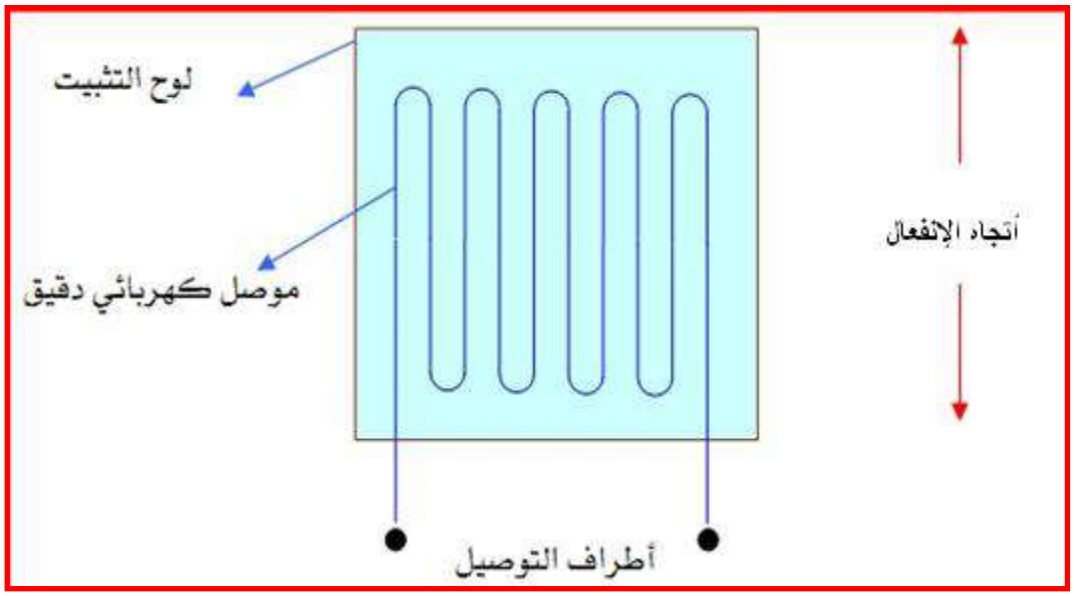
اسم التمرين: متحسس ومحول مقياس الانفعال Strain gauge transducer	رقم التمرين:التمرين السادس
مكان التنفيذ : مختبر الميكاترونكس العملي	الزمن المخصص:4 ساعات

الأهداف التعليمية:

ينبغي على الطالب أن يصبح قادراً على معرفة وكيفية عمل متحسس ومحول مقياس الانفعال (Strain Gauge Transducer)

متحسس ومحول مقياس الإنفعال Strain gauge transducer

إنّ هذا المتحسس يعتمد في تشغيله على نظرية تغيير المقاومة الكهربائية في الموصلات الكهربائية نظرا لتعرضها للإجهاد الواقع على هذه الموصلات نتيجة تعرضها لقوة ما.وهو بذلك يستخدم لقياس الوزن أو الضغط أو القوة الميكانيكية أو الإزاحة. يعتمد تركيب متحسس مقياس الانفعال كما هو مبين بالشكل (1-27) على تثبيت موصل كهربائي دقيق بطريقه تموجية إلى الإمام والى الخلف على لوح تثبيت محكم اللصق على الجزء المراد قياس الانفعال به.



شكل رقم(1-27) متحسس مقياس الانفعال

ويؤدي إجهاد الشد إلى استطالة اللوح ، وبالنتيجة استطالة الموصل الكهربائي (زيادة في طول الموصل). وبما إن كمية المادة الموجودة في الموصل لا تتغير إي إن كتلته وحجمه ثابت ،فانّ زيادة طوله يؤدي إلى نقص في مساحة مقطعة، وبالنتيجة تتزايد مقاومة الموصل تبعاً لقانون المقاومة:

$$R = \rho L/a$$

R: المقاومة الكهربائية.

ρ: المقاومة النوعية للمادة المصنع منها الموصل.

L: طول الموصل.

a: مساحه مقطع الموصل.

ويؤدي الإجهاد بالنتيجة إلى تزايد طول الموصل (نقص في مساحة المقطع) وتزايد مقاومة الموصل ،والعلاقة بين الزيادة في طول الموصلΔL والطول الابتدائي للموصل L تسمى مقياس الانفعال G إذ:

$$G_F = \Delta L / L$$

وهي مجرد نسبة ليس لها وحدات، وتدل على مقدار الانفعال الواقع على الموصل.وإذ إنّ التغيير في المقاومة الكهربائية للموصل تعتمد على التغير في مساحة مقطع الموصل فضلاً عن التغير في طول الموصل فان نسبة التغير في المقاومة تكون اكبر من نسبة التغير في الطول ، وذلك يمكن تعريف ثابت لمقياس K كما يأتي:

$$K = (\Delta R/R) / (\Delta L /L)$$

وهذا الثابت K يكون اكبر من واحد $K > 1$.هنالك علاقة تناسبية قياسية تربط ما بين الضغط الداخلي (pressure) والانفعال (Strain) تسمى معامل المرونة (E) (Modulus of Elasticity) كما يأتي:

$$E = S / G$$

إذ:

E: معامل المرونة

S: الضغط الداخلي

G: الإنفعال

إما (S) الضغط الداخلي فهو

$$S = F / A$$

إذ:

F: القوة تقاس بوحدة Kg

A: مساحة المقطع وتقاس بوحدة m^2

يقاس الضغط الداخلي بوحدة Kg/m^2

أما قانون هوكس (HOOKES) ينص على السلوك المرن ، فان الجهد يكون متناسباً طرديا مع الحمل المسلط .

$$S= (\Delta R_G / R_G) / G_F$$

إذ:

S: الانفعال

ΔR_G: مقدار الفرق بين قيم المقاومتين للمتحسس

R_G: قيمة المقاومة الأصلية للمتحسس

G_F: عامل المقياس

وفيما يخصّ مقياس الانفعال فانه من المطلوب أن يكون على درجة عالية من الحساسية ، وهذا يعني قيمة كبيرة لثابت المقياس K ، وبالعودة إلى معادلة ثابت المقياس K ،فان القيمة العالية له تعني تغير كبير للمقاومة (لسهولة قياسها) بالنسبة للتغير في الطول، ويعدّ مقياس الانفعال نوع من أنواع المتحسسات إذ إنّه يستطيع ترجمة الانفعال إلى تغير في المقاومة، ولكن لكي يعمل مقياس الانفعال كمحول (Transducer) ينبغي أن يحول خرج المتحسس إلى صورة إشارة كهربائية .

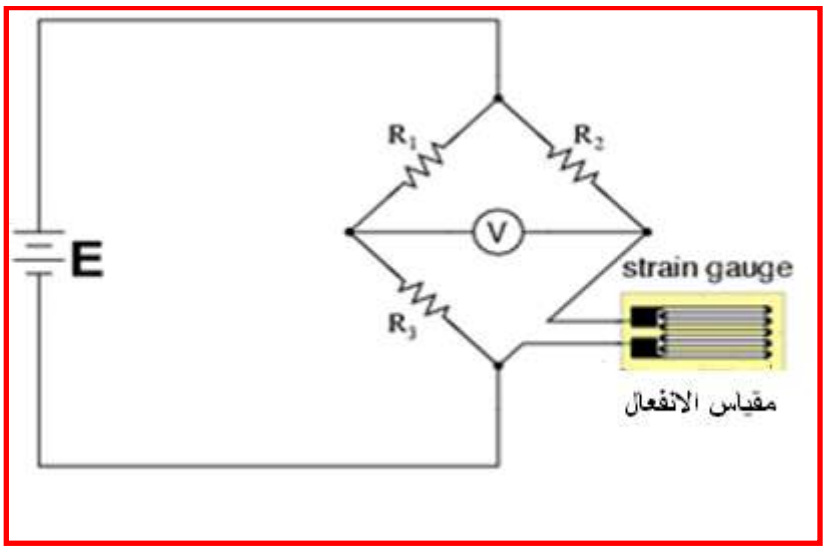
في الشكل (1- 28)يبين متحسس Strain gauge في قنطرة ويتستون في حالة الاتزان للقنطرة يكون قيمة الجهد تساوي صفر ، وعندها يمكن معرفة قيمة المقاومة (R_S) Strain gauge يتم الاستعانة بقيمة المقاومة المتغيرة R_2 إلى أن نحصل على حالة الاتزان.

$$V_O =\left(\frac{R4}{R2+R\mathbf{S}} - \frac{R3}{R1+R3}\right)E$$

$V_O = 0$

$R_2 / R_S = R_1 / R_3$

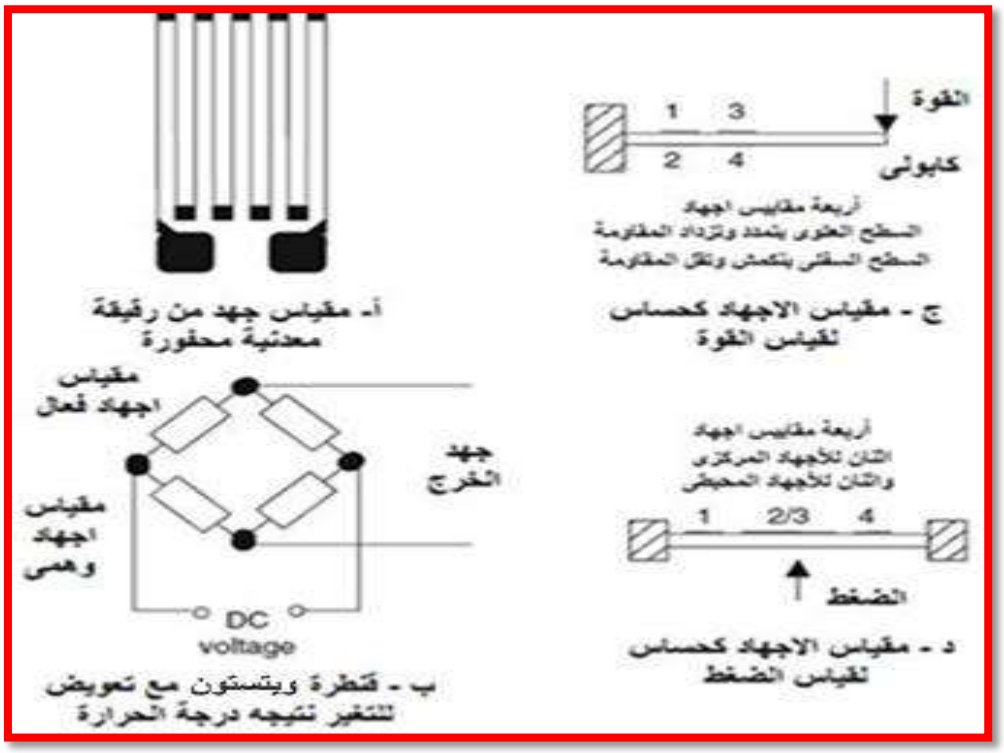
$R_S = (R_2 * R_3) / R_1$



شكل رقم (1-28) متحسس مقياس الانفعال في قنطرة ويتستون

مقاييس الانفعال المعدنية تكون على شكل ملف مسطح أو مستوى بحيث نحصل عل طول مناسب في أقل مساحة . غالبا ما تصنع من رقائق معدنية محفورة كما في الشكل (1-29ا) وتوضع على طبقة رقيقة من البلاستيك بحيث يمكن لصقها(تعليقها) على الأسطح (مثل طابع البريد على المظروف) التغير في مقاومة مقياس الانفعال (عندما يعرض لإجهاد) عادة يحول إلى إشارة جهد باستخدام قنطرة ويتستون . إنّ مقاومة مقياس الانفعال تتغير أيضا مع درجة الحرارة ومن ثم يجب تعويض تأثير درجة الحرارة بحيث يكون خرج القنطرة يعبر فقط عن الانفعال.يمكن تحقيق ذلك بوضع مقياس انفعال وهمي في الذراع المقابل للقنطرة وهذا المقياس لا يعرض لأي أجهادات ولكن فقط يعرض لدرجة الحرارة نفسها (1-29ب). والطريقة البديلة والشائعة الاستخدام هي استعمال أربع مقاييس انفعال فعالة في الأربع أذرع للقنطرة، ويتم ترتيبهم بحيث يتعرض زوج متقابل منهم لإجهاد شد (استطالة) والزوج الآخر لإجهاد ضغط (انكماش) .

وهذه الطريقة لا تعطي تعويض لدرجة الحرارة فقط بل أيضا تعطي تغيرا أكبر في الخرج عند تعرضها للإجهاد.يمكن لصقها في كابولي معرض لقوة بنهايته الحرة كما في الشكل(1-29 جـ) التغير في الجهد الناتج من مقاييس الانفعال ومن قنطرة ويتستون يعبر عن مقياس للقوة. مثال آخر هو لصق مقاييس الانفعال بغشاء مطاطي (ديفرام) الذي يتشكل نتيجة ضغط كما في الشكل(1-29 د) الخرج من مقاييس الانفعال ومن قنطرة ويتستون المصاحبة لها عندئذ يعتبر كمقياس للضغط.



شكل رقم (1-29) يبين مقاييس الانفعال وتطبيقاتها

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- جهاز قياس اوفوميتر.

2- مجهز قدرة.

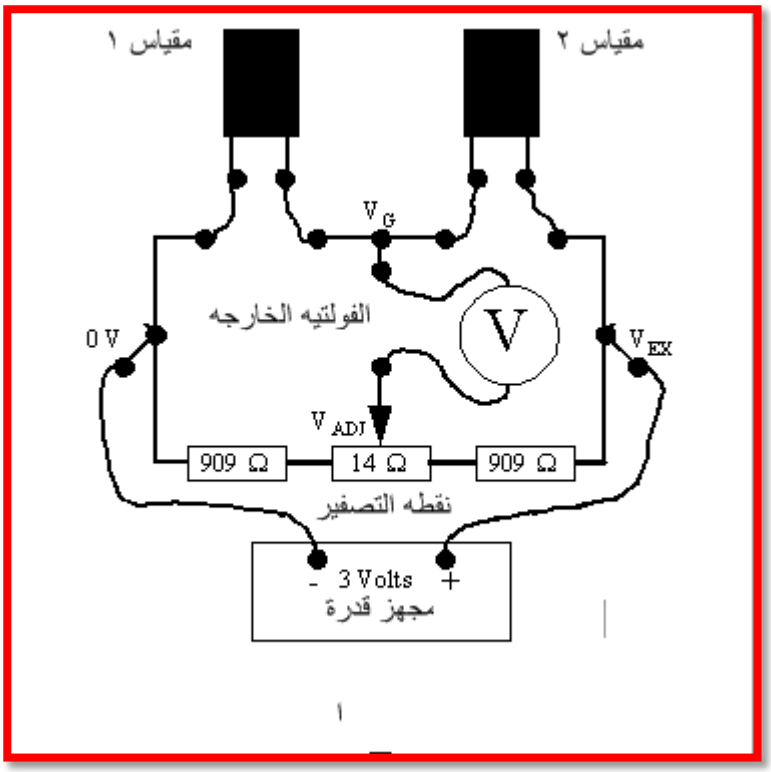
3- قضيب معدني من الصلب (مثبت من طرف واحد) دعامة ناتئة.

4- قنطرة وتستون.

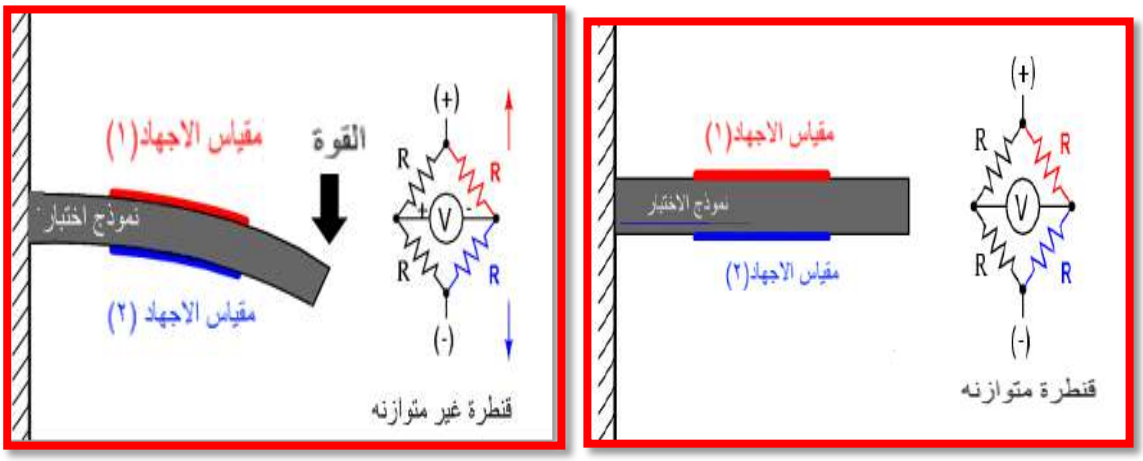
5-جهاز قياس فولتميتر رقمي.

6-مجموعة من الكتل بقيمة (100) غرام والمجموع الكلي للكتل مقداره (1000)غرام تكون معلمة (مؤشرة) وبقيم وزنيه دقيقة.

ملاحظة: غالب مقاييس الانفعال تكون ذات مقاومة (120Ω) أو (350Ω)



شكل رقم(1-30ا)يبين الدائرة الالكترونية لمتحسس مقياس الانفعال



شكل (1-30ب) يبين مقياس الانفعال في حاله الاتزان وعدم الاتزان

خطوات العمل

1- نستخدم (دعامة ناتئة) مثبت من طرف والطرف الآخر حر ونقيس قيمة المقاومة ، وتسجيلها لحد المتحسسات باستخدام الاوميتر .

2- نضع كتلة مقدارها (1) كيلوغرام على الطرف الحر (للدعامة الناتئة) ، ثم نقيس قيمة المقاومة للمتحسس . نربط الدائرة في الشكل(1-30ا) والشكل (1-30ب) لقنطرة وتستون.

3- نربط جهاز الفولتميتر عالي الحساسية لقياس الفولتية الخارجة .

4- نظّم المقاومة المتغيرة الصفرية لكي نـّحصل على فولتية خارجة تساوي صفر($V_o=0$) في حال دعامة ناتئة غير محمل .

5- سّجل قيم الفولتية الخارجة في حالة تحميل بأوزان من (0 – 1) كغم باستخدام (100) غم لكل خطوة .

6- أرسم بيانيا الفولتية الخارجة مع الحمل بالكيلوغرام .

نشـــاط

هل الرسم البياني المستنتج يطابق قانون هوكس ؟

7-6-1

اسم التمرين: المتحسس والمحول السعوي Capacitive transducer	**رقم التمرين:التمرين السابع**
مكان التنفيذ : مختبر الميكاترونكس العملي	**الزمن المخصص:4 ساعات**

الأهداف التعليمية:

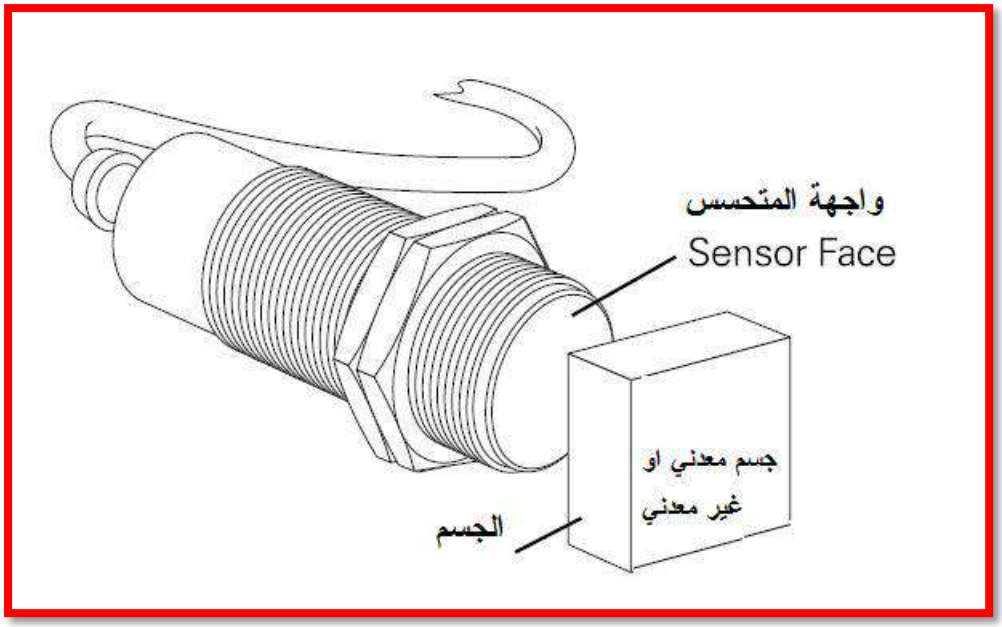
ينبغي على الطالب أن يصبح قادراً على فحص المتحسس والمحول السعوي Capacitive Transducer

شكل(1-31) يبين أشكال مختلفة من المتحسس السعوي

المتحسس والمحول السعوي Capacitive transducer

وهي تستخدم لتحسس الأجسام المعدنية أو اللا معدنية ، ولها عدة أشكال كما مبين في الشكل (1-31) ، وتستخدم بنحوٍ شائع في الصناعة الغذائية ، ويمكن أن تستخدم لتحسس المنتج في داخل الحاويات غير المعدنية. وهي تعمل على مبدأ الشحنات الستاتيكية ، وتعمل بشكل مشابه لألواح المكثفات .حيث ينتج المذبذب (الهزاز) والقطب الكهربائي حقل شحنات ستاتيكية . ويقوم الهدف (الجسم الذي سيتم تحسسه) بعمل غلاف المكثف الثاني ، إذ ينشأ الحقل الكهربائي بين المتحسس والجسم . بالطبع أي جسم يمكن أن يتم تحسسه بمتحسس سعوي ، فالجسم يتصرف كمكثف. عندما يدخل الجسم ضمن الحقل

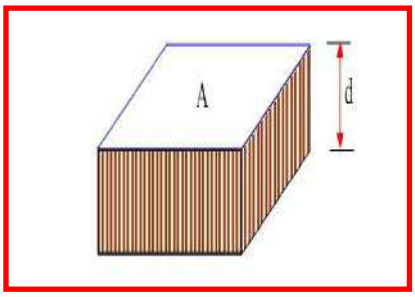
الكهربائي ، يتبعثر التوازن المستمر للمتحسس ، وهذا ما يجعل دائرة الهزاز تقوم بالمحافظة على الاهتزاز كلما كان الجسم موجود في الحقل ، كما مبين بالشكل (1-32).



شكل رقم (1-32) شكل مبسطة للمتحسس السعوي

إنّ السعة الكهربائية C للمكثف ذي اللوحين المتوازيين والموضح في الشكل الآتي تعطى من العلاقة:

$$C = K a \varepsilon_0 / d \text{ (Farads)}$$



شكل (1-33)مكثف ذو لوحين

كما مبين في الشكل (1-33) إذ:

C: السعة الكهربائية وتقاس بوحدة الفاراد (Farad).

K: ثابت العازل المستخدم بين اللوحين وهو بدون إبعاد.

A: مساحة اللوح وتقاس بوحدة المتر المربع (m^2).

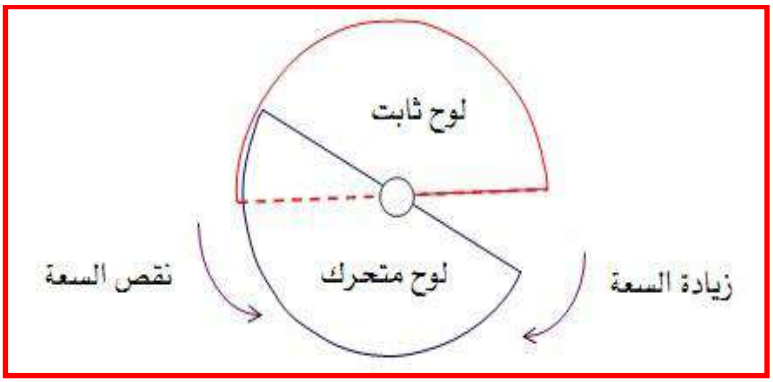
d: المسافة بين اللوحين وتقاس بوحدة المتر (m).

€ : سماحية الهواء أو الفراغ Permittivity وتقاس بوحدة الفاراد/متر وهي قيمة معروفة .

$$\varepsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ Farads/ m}$$

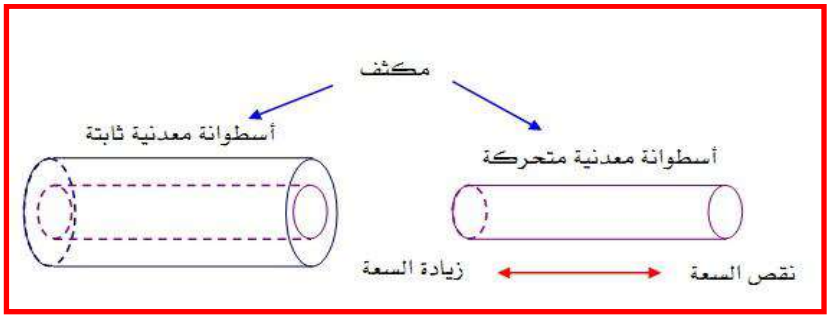
ويعتمد المتحسس أو المحول السعوي على المعادلة ألرياضييه السابقة ، إذ التغير في المسافة بين اللوحين أو التغيير في المساحة المشتركة بين اللوحين ، يؤدي بالنتيجة إلى تغير في قيمة سعة المكثف.

وهناك أشكال وتطبيقات مختلفة للمتحسسات السعوية مثل مقياس الازاحة الدورانية Rotational movement transducer وهو عبارة عن مكثف ذي لوحين على شكل أنصاف دوائر مشتركين في المحور أحدهما ثابت ، والآخر قابل للحركة حول المحور المشترك كما هو مبين بالشكل (1-34) . وتؤدي حركة اللوح إلى زيادة المساحة المشتركة بين اللوحين أو نقصها على حسب اتجاه الحركة ويؤدي بالنتيجة إلى تغير سعة المكثف.



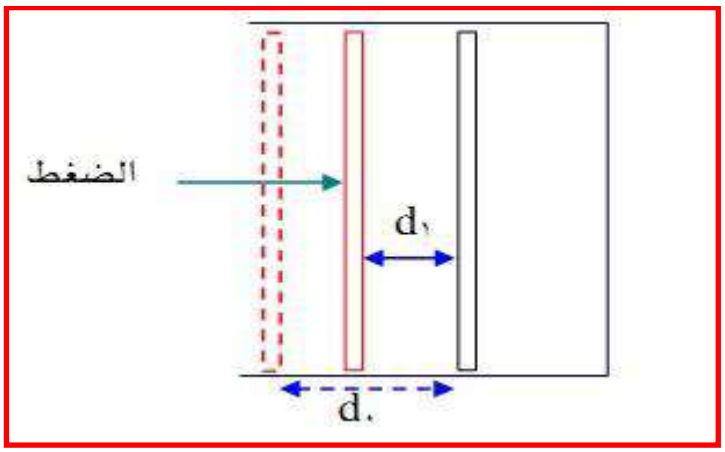
شكل رقم (1-34) مقياس الإزاحة الدورانية

ومقياس الإزاحة الخطية Linear movement transducer هو عبارة عن مكثف ذي قطبين على شكل اسطوانتين مشتركتين في المحور احدهما ثابتة ، والأخرى قابلة للحركة على امتداد المحور المشترك كما هو مبين بالشكل (1-35)، وتؤدي حركة الاسطوانة إلى زيادة المساحة المشتركة بين الاسطوانتين أو نقصها على حسب اتجاه الحركة ويؤدي بالنتيجة إلى تغير سعه المكثف.



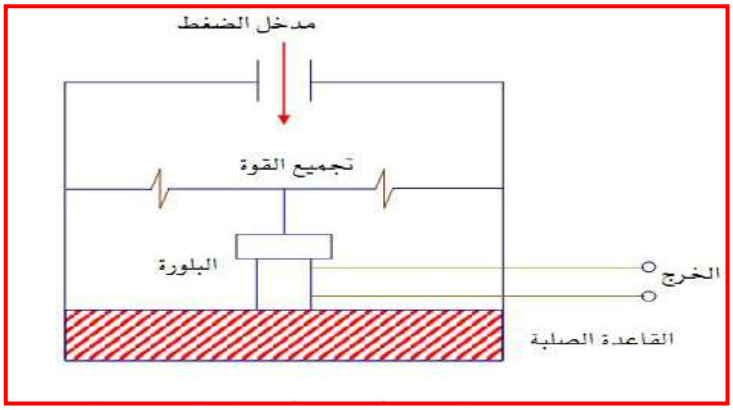
شكل رقم (1-35)مقياس الإزاحة الخطية

وكذلك مقياس الضغط Pressure transducer، وهو عبارة عن مكثف ذي لوحين متوازيين احدهما ثابت، والآخر على شكل غشاء رقيق قابل للحركة في اتجاه المسافة بين اللوحين كما هو مبين بالشكل (1-أ36). وتؤدي حركة اللوح إلى زيادة المسافة بين اللوحين أو نقصها على حسب اتجاه الحركة ويؤدي بالنتيجة إلى تغير سعه المكثف.ويستخدم هذا المتحسس في قياس الضغط ، إذ يؤثر الضغط في الغشاء الرقيق ويحركه ، فيغير المسافة بين اللوحين من المسافة الابتدائية d_0 إلى المسافة الجديدة d_1 اعتمادا إلى أعلى قيمة سعوية جديدة يمكن معرفة قيمة الضغط المسلط.



شكل رقم(1-36أ) تأثير الضغط على القيمة السعوية

إنّ محول بلورة بيزو الكهربائية (محول الكهربائية الاجتهادية Transducers Piezoelectric) عندما توضع بعض المواد البلورية (مثل quartz وملح روشيل Rochelle) تحت إجهاد ميكانيكي ، ينتج بين أسطحها جهد كهربائي، وتسمى هذه الظاهرة بظاهرة بيزو الكهربائية كما هو مبين في الشكل(1-36ب) .



شكل رقم(1-36ب)محول بلورة بيزو الكهربائية

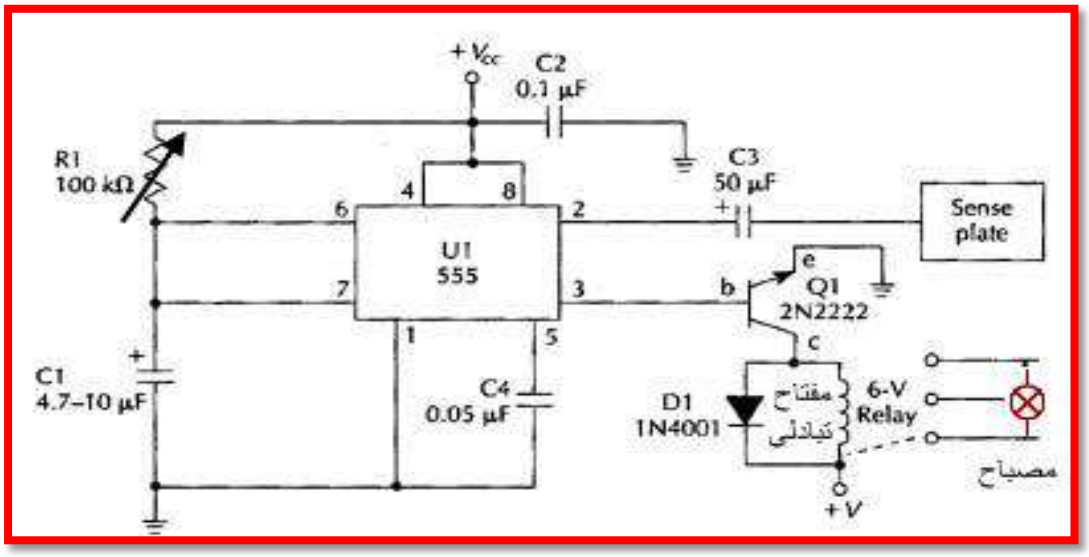
تدخل القوة الخارجية إلى المحول من خلال فتحة الضغط التي تسلط قوة أعلى البلورة وتسبب توليد جهد كهربائي بين سطحين من أسطحها يتناسب مع مقدار الضغط المؤثر.

إن الدائرة في الشكل (1-38) تعدّ من الدوائر المفيدة التي يمكن استخدامها للكشف عن الوجود البشري أو الأشياء الصغيرة عند الملامسة، وبالنتيجة يمكن تحويل هذا التحسس عن طريق الدائرة الالكترونية إلى إشارة كهربائية تحذيريه.و يمكن استخدامه لتشغيل مصباح أو كجهاز إنذار.إن مفتاح اللمس أو السعوي يمكن أن يستخدم ضمن دائرة الالكترونية والسيطرة من خلال تضمين المفاتيح التبادلية(Relay Switch) مع جهاز المتحسس كما مبين في الدائرة(1-37).أن دائرة مفتاح اللمس نستخدم(الرقاقة 555) التي يتم إعدادها كدائرة هزاز(monostable) وان الحمل لهذه الدائرة سيكون في حاله تشغيل (ON)للمدة الزمنية المحددة بواسطة المقاومة R_1 و المتسعة C_1 ،إذ إن:

$$\text{Time Period} = 1.1 \times R_1 \times C_1$$

بعد انتهاء هذه المدة الزمنية فان الدائرة سوف تتحول إلى حاله إطفاء (OFF) إلى أن يتم لمس لوح المتحسس مرة أخرى. إنّ لوح المتحسس موصل إلى المتسعة على التوالي ومن ثم المتسعة مربوطة إلى الطرف الثاني للرقاقة (555)وذلك لزيادة كميه الشحنة المتراكمة.

إن مفتاح المتحسس يعتمد على التأثير السعوي لجسم الإنسان ، حيث يوصل لوحة المتحسس إلى جهد اقل (ارضي)، وهذا يعني إن إكمال المسار إلى الأرض من خلال جسم الإنسان فانّ المفتاح التبادلي سيتم تفعيله مما يؤدي إلى إضاءة مصباح الحمل.



شكل(1-37) دائرة المفتاح السعوي

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1- لوحه متحسس نحاسيه.

2- متسعات بقيم µF(50-0.05- 10-5-0.1- 4.7).

3- مقاومة kΩ (1-100).

4- دايود سليكوني (TN4001).

5- رقاقة 555 (IC).

6- مجهز جهد.

7- مفتاح تبادلي 5 v.

8- ترانزستور pnp (2N2222).

9- مصباح.

10-جهاز إنذار (جرس).

خطوات العمل:

1- اربط الدائرة كما في الشكل (1-37).

2- اعتمادا على قيمه السعة نفذ تشغيل الدائرة .

3- لاحظ تفعيل الدائرة من خلال جعل المصباح في حاله توهج .

4- نحسب قيمه المدة الزمنية لتوهج المصباح (الدائرة مفعلة)من خلال المقاومة (R_1) و المتسعة (C_1).

5- اجعل الدائرة تكون في حاله إطفاء OFF.

6- كون الجدول الآتي :

R_1			
فترة الاشتغال **Time Period**			

نشـــاط:

- مـا فـائدة ربـط الدايود مع المفتاح التبادلي في الشكل (1-37).
- على ماذا يعتمد المتحسس أو المحول السعوي.

8-6-1:

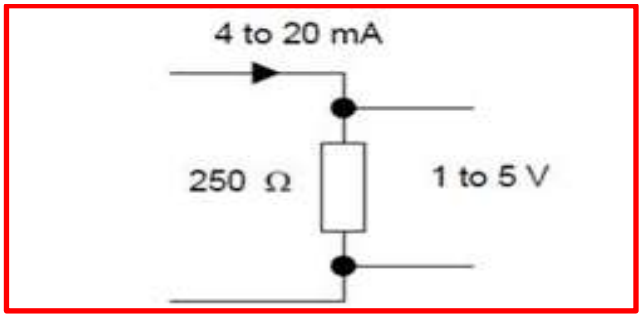
اسم التمرين : تكييف الإشارة للمتحسسات باستخدام مضخم العمليات	رقم التمرين:التمرين الثامن
مكان التنفيذ : مختبر الميكاترونكس العملي	الزمن المخصص:4 ساعات

الأهداف التعليمية:

ينبغي على الطالب أن يصبح قادراً على معرفة تكييف الإشارة للمتحسسات باستخدام مضخم العمليات

تكييف الإشارة للمتحسسات وتطبيقات مضخم العمليات:

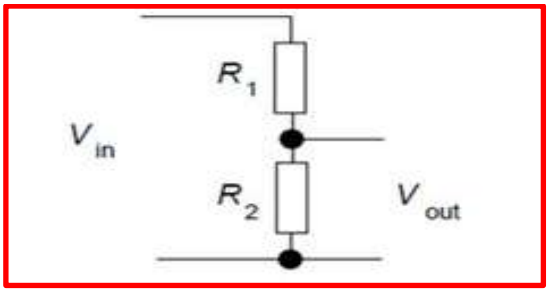
عند توصيل أجهزة المتحسسات التي تولد إشارات رقمية أو منفصلة إلى وحدة الإدخال لابدّ من اتخاذ الحيطة والحذر لضمان مستويات الجهد المناسبة.وجد العديد من أجهزة المتحسسات إلى تولد إشارات تناظرية وللتعامل مع القنوات المختلفة يستخدم دوائر تكييف (تهيئة) لتحويلها جميعا إلى إشارات تناظرية قياسية ليمكن استخدامها بمحولات ADC المتاحة ، الشكل (1-38)يوضح الطريقة المشتركة القياسية لتحويل الإشارة التناظرية كتيار في المدى(20 - 4) ملي أمبيرحيث يمر هذا التيار في مقاومة(250) اوم فيعطى إشارة دخل في المدى (1- 5V) على سبيل المثال فإن المتحسس المستخدم لمراقبة مستوى السائل و مدى الارتفاع من(0 - 1) متر وعند مستوى الصفر يكون التيار(4) ملي أمبير بينما عند مستوى(1) متر يكون التيار(20) ملي أمبير ، إنّ استخدام (4) ملي أمبير لتمثيل الحد المنخفض للمدى التناظري يخدم غرض التمييز بين حالتين : حالة ما يبين المتحسس الصفر وحالة عدم عمل المتحسس حيث يكون التيار (0) ملي أمبير .علاوة على أن التيار (4) ملي أمبير غالبا ما يكون مناسبا لعمل المتحسس وعدم الحاجة إلى مصدر تغذية منفصل



شكل رقم (1-38) تحويل إشارة التيار إلى إشارة فولتية

يمكن استخدام مجزئ (مقسم) جهد كما في الشكل (1-39) لتخفيض جهد المتحسس إلى المستوى المطلوب ويكون جهد الخرج(V_o)

$$V_{out} = R_2 / (R_1+R_2)\, V_{in}$$



شكل رقم (1-39) مقسم أو مجزئ الجهد

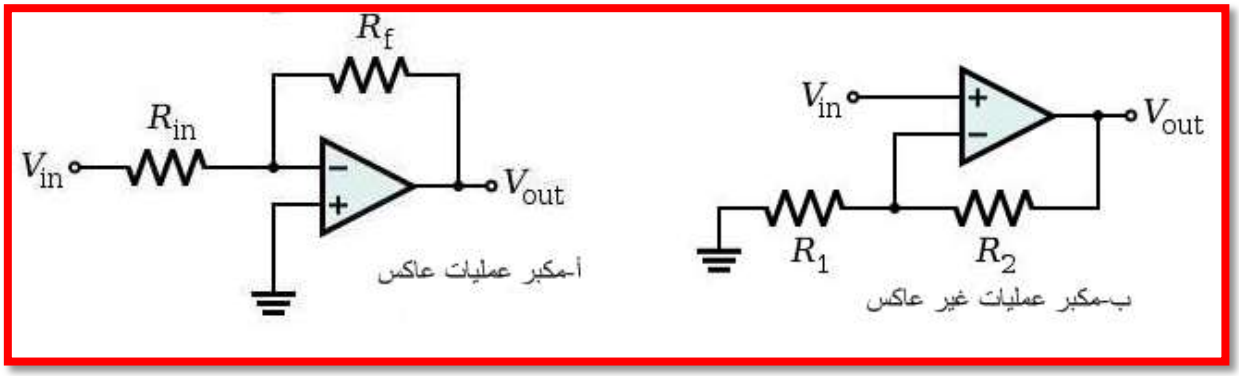
يمكن استخدام المكبرات لزيادة مستوى الجهد، الشكل (1-40) يبين الدائرة الأساسية التي تستخدم مكبر العمليات(741) كمكبر عاكس الشكل (1-40 أ) أو كمكبر غير عاكس الشكل (1-40 ب) .

للمكبر العاكس يكون الخرج Vout

$$V_{out} = (R_2 / R_1)V_{in}$$

وللمكبر غير العاكس يكون

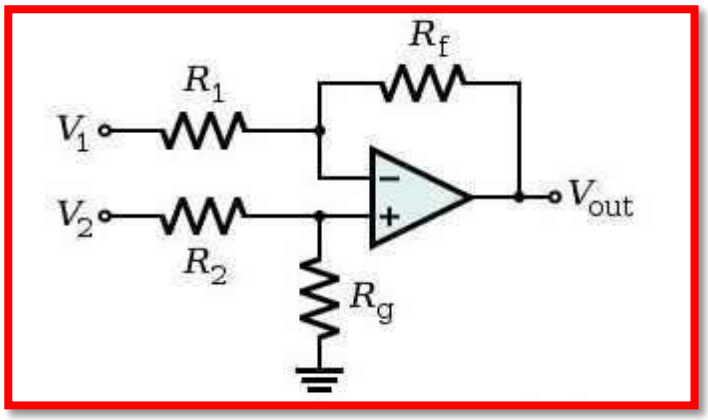
$$V_{out} = (R_1+R_2) /R_1 \;\; V_{in}$$



شكل رقم (1-40) أ- دائرة المكبر العاكس ب- دائرة المكبر غير العاكس

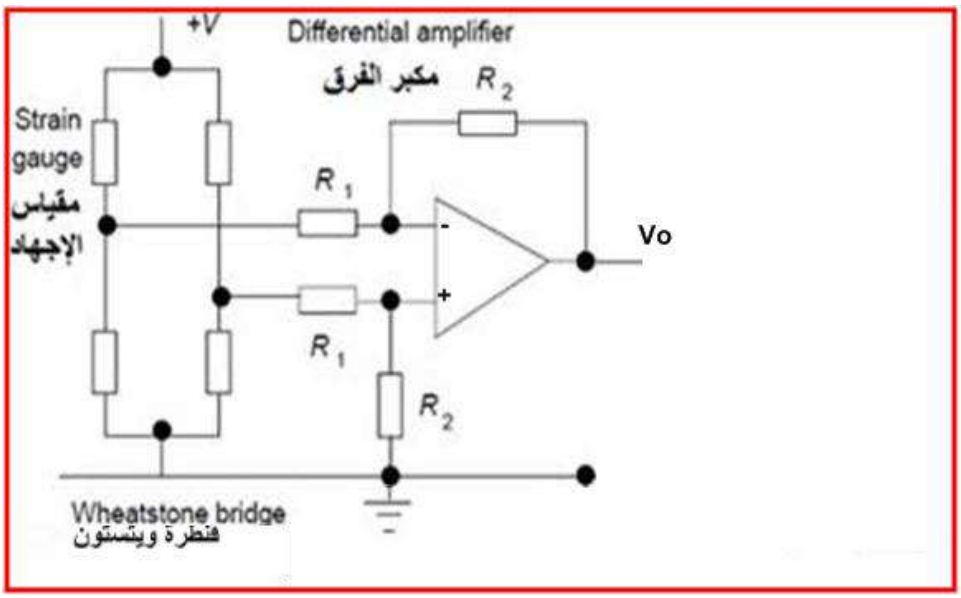
غالبا ما نحتاج إلى مكبر فرق (differential amplifier) لتكبير الفرق بين جهدي دخلين .مثال لذلك عند استخدام متحسس قياس الانفعال (strain gauge)وتوصيله على شكل قنطرة ويتستون ويكون الخرج هو الفرق بين جهدين . أو عند استخدام مزدوج حراري، إذ يكون فرق الجهد بين الوصلة الباردة والوصلة الساخنة.إن الشكل (1-41) يبين الشكل الأساسي لدائرة مكبر العمليات المستخدمة في هذا الغرض .إذ جهد الخرج V_{out} يكون :

$$V_{out} = (R_2 /R_1\ )\ (V_2 - V_1)$$



شكل رقم(1-41) دائرة مكبر العمليات الطارح

في الدائرة الالكترونية ألمبينه في الشكل أدناه استخدم تكييف الإشارة مع قياس ضغط المتحسس ، إذ يوصل المتحسس في قنطرة ويتستون ويتم تكبير فرق الجهد لعدم الاتزان بمكبر فرق الجهد (مكبر عمليات الطارح) كما في الشكل (1-42).



الشكل(1-42) استخدام مكبر العمليات لتكييف إشارة متحسس مقياس الإنفعال

الأجهزة والأدوات:

1- لوحة تدريبية فيرو بورد.

2- مكبر عمليات طارح.

3- مجهز قدرة .

4- متحسس الانفعال.

5- راسم إشارة.

6-جهاز اوفوميتر.

7-قنطرة وتستون .

خطوات العمل :

1- اربط الدائرة الالكترونية في شكل رقم(1-42) على لوحه تدريبية التي تشمل المكبر مع لقنطرة وتستون.

2- اربط خرج دائرة المكبر(V_O) إلى راسم الإشارة أو جهاز القياس الفولتميتر.

3- قم بقياس الجهد الداخل إلى مكبر العمليات الطارح.

4- سّجل قيمة قياس الجهد لخرج من المكبر.

5- قارن بين الجهد الخارج من المكبر والجهد الداخل من قنطرة وتستون.

نشـــاط

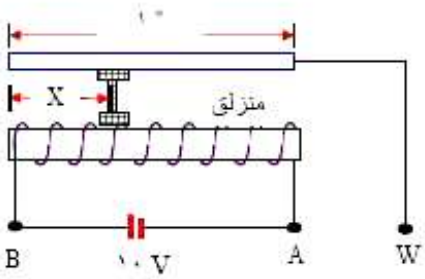
- **ما الفرق بين مكبر عاكس وغير العاكس؟**
- **اوجد مقدار التكبير عمليا ونظريا .**

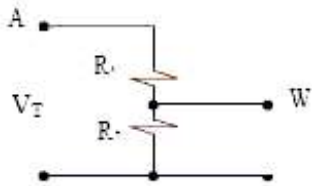
أسئلة وتطبيقات

1) ما أهم أنواع متحسسات الحرارة وبين عمل كل منها؟
2) ارسم الدائرة الكهربائية المستخدمة لمحول المجس الحراري ؟
3) بّين طريقه عمل المزدوج الحراري؟
4) بّين عمل محول بلورة البيزوالكهربائية ؟
5) اشرح عمل احد أنواع المتحسسات والمحولات الكهر وضوئية ؟
6) ارسم رسما تخطيطيا يبين محول مقياس الانفعال؟
7) بيّن كيف تتم الإشارة الكهربائية إلى متحسس مقياس الانفعال؟
8) ارسم رسما تخطيطيا يبين محول الإزاحة الاومي ؟
9) بين كيف تتم الإشارة الكهربائية إلى متحسس الإزاحة الاومي؟
10) مبدل إزاحه اومي لقضيب طوله(1 inch) ،إذ إن الجهد الداخل(10 V) فما هو مقدار الازاحه X المناظرة للقراءات الآتية

أ- $V_O = 3V$

ب- $V_O = 5V$





11) محول مقياس الإنفعال ذو ثابت مقياس K=4، استخدم لقياس الانفعال الواقع على ماكنة ما فإذا كانت المقاومة الابتدائية للمقياس R=100Ω ، وكان الإجهاد $G=2\times10^{-5}$ ، احسب مقدار التغير في المقاومة ؟
12) إذا كانت المقاومة الكهربائية الابتدائية لمحول مقياس الانفعال R= 120Ω، وكان ثابت المقياس K=12، احسب قيمه المقاومة الكهربائية للمحول بعد تعرضه لإجهاد قدره 1%.
13) مكثف ذو لوحان متوازيان مساحة كل من اللوحين $A= 4\times10^{-3}m^2$، المسافة بين اللوحين $d=5\times10^{-4}$ m، احسب السعة الكهربائية للمكثف في ما يأتي:
أ- العازل الكهربائي بين اللوحين مصنوع من السيراميك K= 1000
ب- العازل الكهربائي بين اللوحين مصنوع من الزيت K= 4
14) احسب الجهد الكهربائي الناتج من مزدوج حراري مصنع من مادتي الوصلة النحاس الكونستان إذا كان الثابت $C=4\times10^{-2}$ ، والثابت $K= 5\times10^{-5}$، إذ وضعت الساخنة في درجه غليان الماء ووضعت الوصلة الباردة في الثلج ؟
15) ما تطبيقات مضخم العمليات بتكييف إشارات المتحسسات ؟

الباب الأول

الفصل الثاني

التدريب العملي (المتحكمات الصغيرة)

Microcontrollers

الأهداف

الهدف العام :

تهدف هذه الوحدة إلى تعرف أساليب البرمجة للمتحكمات الصغيرة بلغات البرمجة ذات المستوى العالي.

الأهداف الخاصة:

نتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

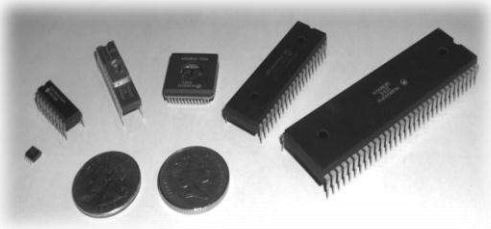
1- يتعامل مع أنواع المتحكمات الصغيرة المختلفة.
2- تعرف طرائق برمجة المتحكمات الصغيرة.
3- استخدام لغات البرمجة ذات المستوى العالي في برمجة المتحكم الصغير.
4- بناء البرامج المختلفة للمتحكم الصغير لأداء وظائف معينة.

محتويات

الفصل 2

تعلم المواضيع

المتحكمات الصغيرة



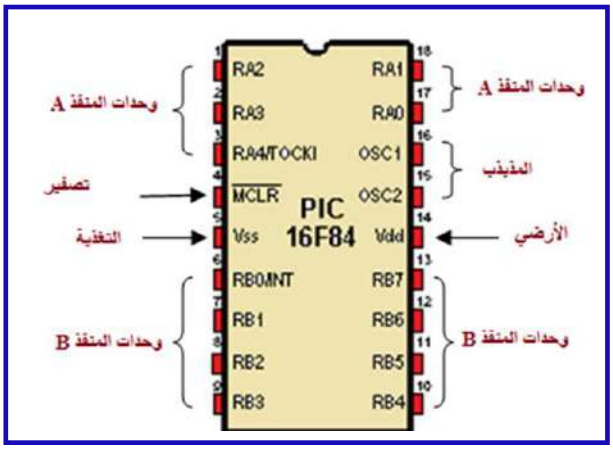
- ✓ الربط القياسي (standard) للمتحكم الصغير.
- ✓ برمجة المتحكم الصغير PIC16F84.
- ✓ الربط وكتابة برنامج لتشغيل مجموعة من الثنائيات الباعثة للضوء LEDs.
- ✓ الربط وكتابة برنامج لتشغيل وإطفاء محرك كهربائي DC.
- ✓ التحكم بسرعة دوران محرك كهربائي DC في أي اتجاه.
- ✓ التحكم باتجاه دوران محرك الخطوة Stepper Motor.

1-2 المقدمة:

المتحكم الصغير (Microcontroller) هو في الواقع حاسوب صغير مصمم خصيصاً ليقوم بأعمال معينة. يستخدم الذاكرة لتخزين الأوامر المبرمجة وتنفيذ هذه الأوامر مثل التشغيل والإطفاء، والتوقيت، والعد، والحساب وغير ذلك من العمليات. يكون استهلاك المتحكم الصغير من الطاقة صغيراً جداً بالنسبة للكمبيوترات الأخرى فمثلا بعضها يستهلك ٥٠ ميلي واط، في حين إنّ الكمبيوتر العادي الذي نستخدمه في منازلنا قد يستهلك ٥٠ وات.تم استعمال أول متحكم صغير في عام ١٩٦٩ ومنذ ذلك الوقت بدأت هذه المتحكمات بالانتشار حتى بات من الصعب العمل في مجال الاليكترونيات الحديثة من غير معرفة المتحكم الصغير. وهذه المتحكمات العجيبة موجودة في داخل العديد من الأجهزة التي نستخدمها في حياتنا اليومية. فمثلاً في السيارة نجد أن الفرامل (الكوابح) ومثبت السرعة يتم التحكم فيها عن طريق المتحكم الصغير. ولو نظرنا إلى فرن المايكروويف في المطبخ لوجدنا بداخله متحكم صغير للتحكم بالتوقيت والحرارة بحسب الخيارات التي نطلبها عند الطبخ.

والأمثلة على الأجهزة التي يوجد بداخلها المتحكم الصغير كثيرة منها الهواتف الجوالة، والثلاجات، والغسالات، والتلفزيونات، وكاميرات الفيديو، والكاميرات الرقمية، وغير ذلك كثير. يكون عمل المتحكم الصغير محدد بمهمة واحدة وتنفيذ الأوامر في برنامج واحد يكون مخزناً في ذاكرة المتحكم الصغير.

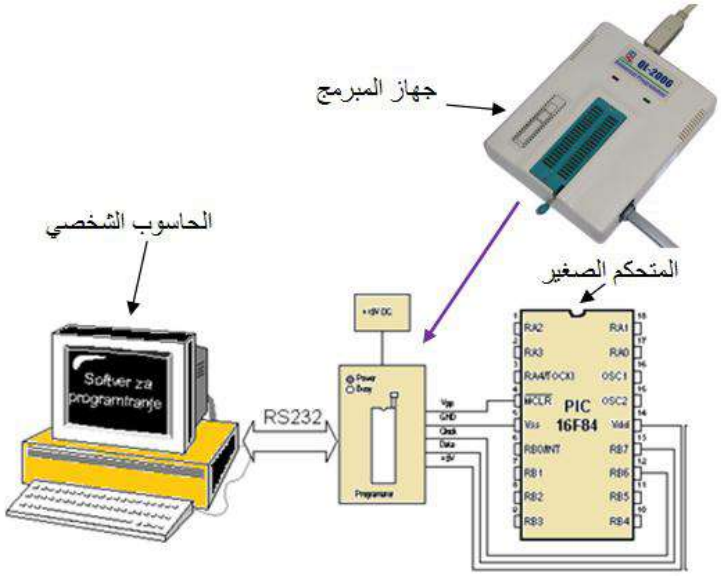
توفر الشركات المصنعة العديد من أنواع المتحكمات الصغيرة للمحترفين والهواة، إذ يمكن عمل التجارب المختلفة عليها. هذه المتحكمات الصغيرة يمكنها القيام بمهمات مختلفة بحسب الأوامر التي تعطى لها وهذه الأوامر تسمى بالبرنامج. فبإمكان الشخص تغيير العمل الذي يقوم به المتحكم الصغير بتغيير هذه الأوامر في البرنامج. كتابة البرنامج تحتاج من الشخص إلى معرفة جيدة بلغات البرمجة مثل لغة التجميع (Assembly) أو غيرها من اللغات. سيتم هنا استخدام المتحكم البسيط(PIC16F84) المبين في الشكل (2-1).



الشكل (2-1)المتحكم الصغير PIC16F84

المتحكم البسيط نوع (PIC16F84) هو عبارة عن دائرة متكاملة صنعت بواسطة شركة (microchip) وهو مثل المعالج الدقيق (Microprocessor) ولكن المتحكم الصغير فيه إضافات على المعالج الدقيق وهي انه له ذاكرته الخاصة بالداخل التي تستخدم لتخزين البرنامج بها، وكذلك يحتوي على ذاكرة المعلومات التي تستخدم لتخزين المتغيرات، وأيضا يحتوي على مداخل وفي نفس الوقت هي مخارج.

لتغيير البرنامج في المتحكم الصغير سيحتاج الشخص إلى جهاز وسيط يسمى المبرمج (programmer) وهو أنواع مختلفة، يبين الشكل (2-2) احد هذه الأنواع. يستخدم المبرمج لتحميل البرنامج الجديد من الحاسوب الشخصي إلى المتحكم الصغير. إذ يركب فيه المتحكم الصغير لتحميل البرنامج فيه ثم بعد ذلك يزال المتحكم الصغير إلى الدائرة التي سوف يستخدم فيها.



الشكل (2-2) جهاز المبرمج programmer Device

يتعامل المتحكم الدقيق مع العالم الخارجي عن طريق منافذ الدخل والخرج الموجودة فيه وهما اثنان:

أولاً: المنفذ أ PORTA

يتكون من (5 bit)، PORTA يمتلك خمسة أرجل من الدائرة المتكاملة PIC16F84 وتكون بهذا الشكل

RA4 RA3 RA2 RA1 RA0

0 0 0 0 0

ثانياً: المنفذ ب PORTB

يتكون من (8 bit)، PORTB يمتلك ثمانية أرجل من الدائرة المتكاملة PIC16F84 وتكون بهذا الشكل

RB7 RB6 RB5 RB4 RB3 RB2 RB1 RB0

0 0 0 0 0 0 0 0

2-2

أسم التمرين: الربط القياسي (standard) للمتحكم الصغير.	**رقم التمرين: التمرين الأول**
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	**الزمن المخصص: أربع ساعات**

الاهداف التعليمية

التعلم على تهيئة المتحكم الصغير بربطه بالدوائر والتوصيلات اللازمة لتشغيله قبل برمجته.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

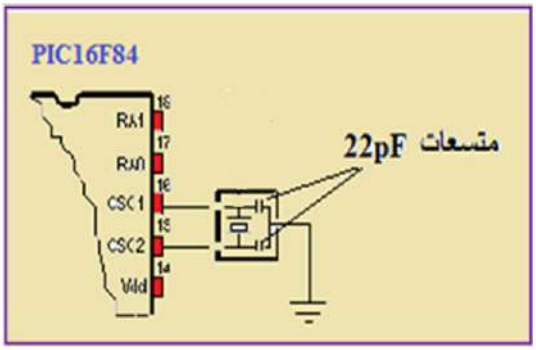
1. لوحة توصيل (Breadboard).
2. بلورة 4MHz.
3. متسعتان خزفيتان (C1= C2= 22pF).
4. المتحكم الصغير (PIC16F84).
5. أسلاك توصيل.
6. مقاومة ربع واط (10KΩ).
7. مفتاح كهربائي نوع (Dip switch).

خطوات العمل

إنّ دائرة المذبذب هي التي تُولّد نبضات الساعة لتشغيل المعالج الدقيق الموجود بداخل المتحكم الصغير وهناك نوعان من المذبذبات المستخدمة مع المتحكم الصغير:

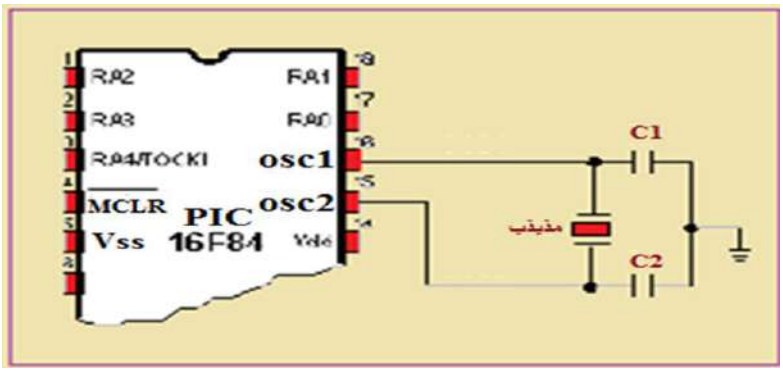
1. **النوع الأول :** **مذبذب مقاومة مكثف (RC-Oscillator)** كما مبين في الشكل (2- 3).

و من عيوبه أنه ليس دقيق فبمجرد توصيل مصدر التغذية لن يعمل بالسرعة المرجوة منه فهو يأخذ وقت يسمي وقت بداية المذبذب حتى يعمل، إذ تتأثر نبضاته بمعدل تغير الجهد و شدة التيار.



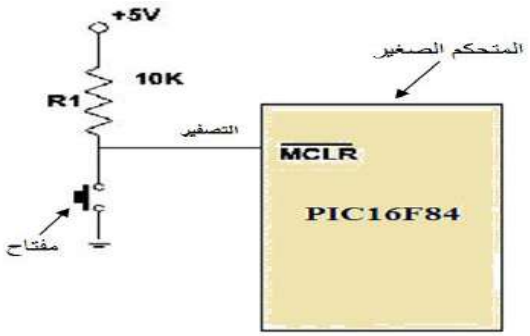
الشكل (2-3) دائرة مذبذب (RC-Oscillator)

2. **النوع الثاني :**مذبذب بلورة (crystal) كما مبين في الشكل (2- 4) و تتميز بالدقة عن مذبذب مقاومة مكثف السابق.



الشكل (2- 4) مذبذب كرستالة (crystal)

ولتهيئة المتحكم الصغير أيضا ينبغي ربط دائرة التصفير (Reset circuit) المهمة جداً والتي لا يعمل المتحكم الصغير من دونها. تستخدم هذه الدائرة من المستخدم لإعادة عمل البرنامج المخزون في ذاكرة المتحكم الصغير من الخطوة الأولى في حال حصول تلكؤ في تنفيذ البرنامج أو أداء وظيفته. يبين الشكل (2- 5) دائرة التصفير هذه.



الشكل (2- 5) دائرة التصفير

والآن قُمْ بنفسك بربط الدوائر السابقة كافة إلى المتحكم الصغير (PIC16F84)، وعلى لوحة التوصيل، وتحقق من صحة الربط.

ملاحظة:

مهم جداً معرفة واختيار التردد المناسب لنبضات المذبذب (ضمن المدى المسموح به طبعاً) إذ إن التردد الكبير يعطي سرعة معالجة قصوى للبيانات وفي الوقت نفسه فهو يستهلك قدرة اكبر مما لو كان بطيء وهذا مهم في التأثير في زمن تشغيل المعالج لاسيما إذا كان مجهز القدرة بطارية محدودة.

لذا عندما يكون التطبيق ليس بحاجة إلى سرعة معالجة كبيرة يفضل حينها استخدام مذبذب بتردد قليل وضمن المدى المسموح به.

3-2

أسم التمرين: برمجة المتحكم الصغير PIC16F84.	**رقم التمرين: التمرين الثاني**
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	**الزمن المخصص: أربع ساعات**

الأهداف التعليمية

- **تعرف الايعازات المختلفة للمتحكم الصغير PIC16F84 ووظيفة كل منها.**
- **تهيئة الطالب لبرمجة المتحكم الصغير PIC16F84.**

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

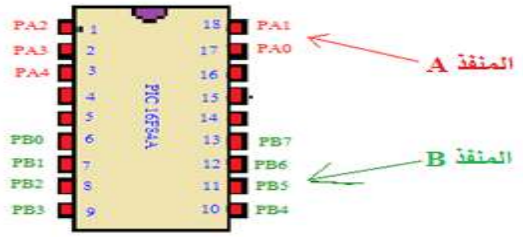
1. حاسوب شخصي (Personal Computer).

خطوات العمل

تعرف على مواصفات (PIC16F84) لتسهيل التعرف على عمل الإيعازات وهي كالآتي:

1. يفهم 35 إيعاز.
2. يستطيع أن يخزن في ذاكرته برنامجاً من (1024) إيعاز. وهذه الذاكرة من نوع (FLASH) أي أننا نستطيع أن نكتب ونمسح بها بواسطة الكهرباء، وإذا قطعنا الكهرباء عنها، فهي تحفظ المعلومات لمدة أربعين عاماً، أي أن لها نفس دور القرص الصلب (Hard Disk) في الحاسوب الشخصي.

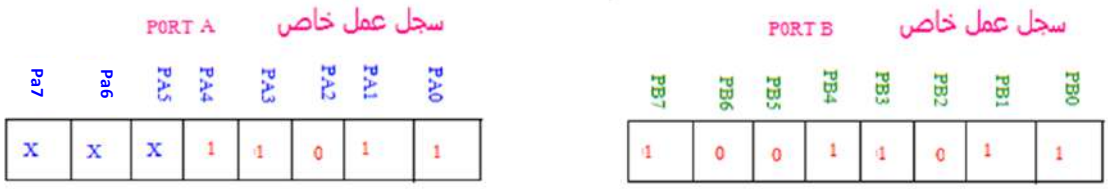
3. 68 Byte من الذاكرة المؤقتة (RAM).
4. 64 Byte ذاكرة (EEPROM) لخزن المعلومات ولها نفس مواصفات (FLASH).
5. يحتوي على 15 سجل عمل خاص.
6. يحتوي على 13 خط من منفذ إدخال/إخراج (I/O) يمكن أن تستعمل كخروج أو كدخول. لاحظ الشكل (2- 6).



الشكل (2- 6) منافذ الإدخال/الإخراج للمتحكم الصغير (PIC16F84)

للإدخال/الإخراج منفذين هما (PORTA، PORTB) وخطوطها تسمى مثلاً (PORTA 1) أو (PA1) وكذلك (PORTB 5)أو (PB5).

إن كل منفذ هو عبارة عن سجل عمل خاص (Special Purpose Register SPR) مكون من (8 Bit) كالآتي:



والآن نأتي إلى برمجة هذه المنافذ بأن تكون منافذ إدخال أو إخراج:

نستعمل سجلان عمل خاص (SFR) هما (TRISA) و (TRISB) فكل سجل مؤلف من (8 bit) وكل (bit) يمثل خط معين فإذا أردنا هذا الخط خروج نجعل (bit) الخاص به **0** وإذا دخول نجعله **1.** والآن من اجل الكتابة في هذه السجلات الأربعة نستخدم سجل عمل مؤقت يدعى **(W)** وهو المراكم (Accumulator) لمخاطبة أو برمجة كل الأطراف بما فيها كل سجلات العمل الخاص. ويستعمل كذلك للقيام بالعمليات الحسابية والمنطقية. فإذا أردنا أن نضع الرقم (11111111) في السجل (TRISB) نقول لل (ALU) أن تحرك هذا الرقم إلى (W) ومن ثم من (W) إلى (TRISB). يكون ذلك باستخدام الإيعازات الآتية من لغة التجميع (Assembly Language) الخاصة بهذا المتحكم الصغير:

- **MOVLW** ومعناها حرك بالحرف الواحد إلى (W).
- **MOVWF** ومعناها حرك (W) إلى وظيفة (يمكن أن تكون سجل عمل خاص أو أي وظيفة أخرى).

إذاً البرمجة تتم كالآتي:

```
MOVLW   b'11111111'

MOVWF   TRISB
```

يمثل b هنا الثنائي (Binary)

7. المقاطعة (INT) عند انتقاله من 0 إلى 1 أو العكس يتوقف البرنامج عن عمله العادي ويذهب إلى تنفيذ برنامج فرعي خاص بأمر المقاطعة.

والآن لنأتي إلى التركيبة المتكاملة لخريطة سجلات المتحكم (PIC16F84). لاحظ الشكل (2- 7)

الشكل (2- 7) خريطة السجلات للمتحكم الصغير PIC16F84

إنّ ذاكرة المتحكم الصغير (PIC16F84) تنقسم على جزأين بنك(0) و بنك(1)، وإنّ سجلات العمل موجودة في كلا البنكين، فإذا أردت العمل في سجل ما عليك سوى اختيار البنك الموجود به واختياره. من الشكل (2- 7) نلاحظ أن هنالك سجلات نفسها موجودة في كلا البنكين، وهذا يعني أنه يمكنك العمل بها في أي بنك وأي تغيير تحدثه يتغير أوتوماتيكياً في البنك الآخر.

لكل سجل عمل هنالك عنوان في الذاكرة مكتوب بلغة (Hex Code)، وهنالك (68) سجل عام تخص المستخدم (general purpose register) كما أسلفنا وكما مبين في الشكل (2- 7) واللون الرمادي في نفس الشكل فهو مساحة فارغة وغير مستخدمة من قبل المصنع.

الإيعازات:

1. ADDWF f,d : يجمع هذا الإيعاز (أو الأمر) محتويات السجل (W) مع محتويات السجل f الذي
   يمكن أن يكون أي سجل ذا قيمة محددة. أم الحرف (d) من الإيعاز فمعناه بعد إتمام الأمر ضع الجواب في (W) أو (f) إذا كان (d) يحوي (0) أو (1).
2. ANDWF f,d : يجري عملية منطقية (AND) بين محتويات السجل (W) و محتويات السجل (f)
3. ANDLW k : يجري عملية منطقية (AND) بين محتويات السجل (W) و (k) وهو عبارة عن
   رقم من (0) إلى (255). الجواب في هذه الحالة يوضع في السجل(W).
   وطبعاً الأمر نفسه مع الإيعازات المنطقية الأخرى مثل (OR) وغيرها.
4. DECF f,d. : ينقص واحد من محتويات السجل (f).
5. DECFSZ f,d : هذا الأمر له علاقة مباشرة مع الأمرين اللذين يعقبانه فهو ينقص واحد من سجل (f) فإذا كان الجواب لايساوي الصفر أذهب للأمر الذي بعده وإذا الجواب يساوي الصفر فأذهب إلى الأمر الثالث.
6. COMP f,d : يعني التبادل داخل السجل (f) فال (1) يصبح (0) وال (0) يصبح (1).
7. INCF f,d : زد واحد على محتويات السجل (f).
8. INCFSZ f,d : زد واحد على محتويات السجل (f) فإذا وصل إلى الصفر اقفز إلى الإيعاز الثالث
9. MOVWF f : حرك محتويات السجل (f) إلى السجل (W).
10. NOP. : أمر لا يفعل شيئاً ولكن يستخدم للمساعدة في التأخير الزمني.
11. RLF f,d : إلى اليسار در.

12. RRF f,d : إلى اليمين در.

للمتحكم الصغير أعلام (Flags) يرفعها عندما يحدث شيء الغرض منها المساعدة على التحكم في البرنامج، وهذه الأعلام موجودة ضمن سجل خاص داخل وحدة السجلات في وحدة المعالجة المركزية ويسمى سجل الحالات (Status Register). هذا السجل مكون كما في الشكل (2- 8):

STATUS سجل الحالات							
bit 0	bit 1	bit 2	bit3	bit 4	bit 5	bit 6	bit 7
C	DC	Z	PD	TO	RP0	RP1	IRP

الشكل (2- 8) سجل الحالات (Status Register)

bit 6 و bit 7 لا وظيفة لهما في هذا المتحكم الصغير ويجب أن يبقيا 0.

bit 5 (RP0) يستعمل لاختيار أي بنك تريد العمل أو الدخول إليه في الذاكرة، فإذا أردنا الدخول إلى البنك 0 نضع 0 فيه وإذا البنك 1 نضع 1 فيه. أما إذا أردنا أن نعرف في أي بنك نحن الآن ببساطة نقرأ هذا البيت فهو علم يدلنا أين نحن.

bit 4 (TO) له علاقة بالزمن و bit 3 (PD) له علاقة بالتيار الكهربائي.

bit 2 (Z) و bit 1 (DC) و bit 0 (C) فهم الأعلام التي نركز فيها الآن.

من المعروف أنّ السجلات في المتحكم (PIC16F84) طولها (8bit) معبر عنها بطريقة رقمية أو ثنائية (0 ، 1) وهذا يعني أنه أكبر رقم ممكن خزنه في السجل هو (11111111) الذي يساوي (255) في النظام العشري، والآن إذا طلب من المتحكم الصغير أن يجمع رقمين وكانت النتيجة أكبر من 255 فالمتحكم الصغير سوف يضع (1) في العلم (C) وهو (0 bit) في سجل الأعلام، ويضع (0) في حال عدم تجاوز (255).

أما العلم (DC) فهو يعبر عما يحدث في أول (4bits)، فإذا في عملية حسابية معينة اجتازت النتيجة الرقم (15) في النظام العشري فالمتحكم الصغير سوف يضع (1) في العلم (DC) وهو (1 bit) في سجل الأعلام، ويضع (0) في حال عدم تجاوز (15).

والعلم (Z) سيكون (1) إذا كان ناتج العملية الحسابية مساوي للصفر و(0) إذا لم يكن مساوياً للصفر.

13. SUBWF f,d : أطرح سجل (f) من سجل (W).

14. BCF f,b : تصفير (b) bit من السجل (f).

15. BSF f,b : ضع (1) في (b) bit من السجل (f).

16. BTFSC f,b : أفحص (b) bit من السجل (f). هذا الإيعاز له علاقة بالإيعازين بعده فإذا كان(b) bit (1) يذهب المتحكم الصغير إلى الإيعاز الأول وإذا (0) يذهب إلى الإيعاز الثاني.

17. BTFSS f,b : نفس الإيعاز السابق والفرق هو مكان فحص (0) يفحص (1).

18. ADDLW k : أجمع (k) مع (W) واخزن النتيجة في (W).
19. CALL k : اذهب إلى البرنامج الفرعي (k) إذ ينتقل المتحكم الصغير إلى البرنامج الفرعي.
20. RETURN : أرجع من البرنامج الفرعي.
21. GOTO k : أذهب إلى البرنامج (k).
22. RETFIE : أرجع من المقاطعة (interrupt).

سجلات العمل الخاص Special Function Register SFR

هذه السجلات هي قلب المتحكم الصغير وكل شيء يدور بفلكها فمنها ما يستعمل للتحكم بالمتحكم الصغير وهناك أخرى تفيدنا بما يجري عندما يبدأ المتحكم بتطبيق برنامجنا، وهذه السجلات مكونة من 8bit منها ما يمكن قراءته وكتابته ومنها ما له خصائص أخرى. يبين الشكل (2- 9) سجلات العمل الخاص.

00h	Indirect addr.	Indirect addr.	80h
01h	TMR0	OPTION_REG	81h
02h	PCL	PCL	82h
03h	STATUS	STATUS	83h
04h	FSR	FSR	84h
05h	PORTA	TRISA	85h
06h	PORTB	TRISB	86h
07h			87h
08h	EEDATA	EECON1	88h
09h	EEADR	EECON2(1)	89h
0Ah	PCLATH	PCLATH	8Ah
0Bh	INTCON	INTCON	8Bh

الشكل (2- 9) سجلات العمل الخاص

السجل الأول (indirect addressing) أو (INDF) له علاقة مباشرة بالسجل (FSR) وهذا السجل نضع به عنوان أي سجل من الذاكرة فيظهر ما يحتويه هذا السجل من معلومة موضوعة في سجل (INDF) وهذه العملية تسمى بالعنونة غير المباشرة.

السجل الثاني (Timer0) أو (TMR0) وهو عبارة عن سجل من (8bit) ونستطيع استعماله في عمليات القراءة والكتابة في أي لحظة، وهو يرتفع تلقائياً كرقم من خلال الدورات الداخلية للمذبذب (clock) فهو بذلك يعمل كمؤقت (Timer) أو بواسطة التغيرات الخارجية للمنفذ (RA4/TOCKI) وبهذا يعمل كعداد لأمور خارجية. ويمكننا اختيار إحدى العمليتين من خلال السجل (OPTION Register). وهذا المؤقت يرتفع إلى أن يصل الرقم (FF) بالنظام السداسي أو (255) بالنظام العشري والارتفاع القادم سيكون (00) وفي تلك اللحظة تحدث المقاطعة، فلذلك يمكن استخدامه لاستخلاص عمليات توقيت موثوقة. إذا استخدمنا (TMR0) كعداد خارجي فهو يعد إما بالاتجاه

التصاعدي (من 0 إلى 1) أو الاتجاه التنازلي (من 1 إلى 0) وإن اختيار إحدى الطريقتين يكون من خلال السجل (OPTION Register).

هناك أمر (إيعاز) يتعلق بهذا المؤقت وهو إيعاز التدرج (PRESCALER) الهدف منه يقسم الذبذبات بالرقم الذي نختاره، ومن ثم يصل إلى المؤقت، وبذلك يكون الوقت أطول، ونستطيع إيجاد توقيتات مختلفة. الأرقام المستخدمة في عمليات التقسيم نختارها بواسطة السجل (OPTION Register).

السجل الثالث (OPTION Register) أو الخيارات وهو كما مبين في الشكل (2 - 10):

سجل OPTION (الخيارات)

bit 0	bit 1	bit 2	bit 3	bit 4	bit 5	bit 6	bit 7	الاسم	عنوان
PS0	PS1	PS2	PSA	TOSE	TOSC	INTEDG	RBPU#	OPTION	81h

الشكل (2 - 10) سجل الخيارات (OPTION Register)

(PS0) و (PS1) و (PS2) تستعمل لتحديد عامل أو رقم التقسيم لعملية التدرج (PRESCALER) أما الرابع (PSA) فهو يعين استعمال التدرج أما لمؤقت كلب الحراسة (Watch Dog Timer WDT) عندما يكون (0) أو إلى (TIMER0) عندما يكون (1) لاحظ الجدول (2-1):

الجدول (2-1)

PS2	PS1	PS0	مقسم TIMER0	مقسم WDT
0	0	0	1:2	1:1
0	0	1	1:4	1:2
0	1	0	1:8	1:4
0	1	1	1:16	1:8
1	0	0	1:32	1:16
1	0	1	1:64	1:32
1	1	0	1:128	1:64
1	1	1	1:256	1:128

والآن الخامس (TOSE) فإذا كان (1) يعني استعمل الاتجاه الهبوطي في العد عندما يكون (TIMER0) مستعملاً كعداد، وإذا كان (0) يعني استعمال العد التصاعدي في العد.

السادس (TOCS) إذا كان (1) يعني استعمل (TIMER0) كعداد خارجي وإذا (0) داخلي.

والسابع (INTEDG) يستعمل لاختيار كيفية حدوث المقاطعة من خلال المنفذ (INT) فإذا كان (1) يعني المقاطعة بالطريقة التصاعدية وإذا (0) بالتنازلية.

والثامن (RBPU). فيوجد داخل المتحكم الصغير ترانزستورات متصلة معها مقاومات في كلا المنفذين (PORTA) و (PORTB) فإذا كان (1) سيقطع المتحكم الصغير التواصل مع هذه المقاومات أوتوماتيكياً.

السجل الرابع (INTCON Register) أو المقاطعة وهو كما مبين في الشكل (2 - 11):

سجل المقاطعه INTCON

bit 0	bit 1	bit 2	bit 3	bit 4	bit 5	bit 6	bit 7	الاسم	عنوان
RBIF	INTF	TOIF	RBIE	INTE	TOIE	EEIE	GIE	INTCON	0Bh,8Bh

الشكل (2 - 11) سجل المقاطعة (INTCON Register)

أول ثلاثة هم أعلام يبينون سبب حادثة المقاطعة إذ:

(RBIF) إذا كان 1 فهذا يعني حدوث تغيير في أي من (RB4) إلى (RB7).

(INTF) إذا كان 1 فهذا يعني حدوث تغيير في المنفذ (INT).

(TOIF) إذا كان 1 فهذا يعني حدوث تغيير في (TIMER0).

(RBIE) إذا كان 1 فهذا يعني تفعيل المقاطعة بأخر أربعة من (PORTB).

(INTE) إذا كان 1 فهذا يعني تفعيل المقاطعة بواسطة (INT).

(TOIE) إذا كان 1 فهذا يعني تفعيل المقاطعة بواسطة (TIMER0).

(EEIE)إذا كان 1 فهذا يعني تفعيل المقاطعة التي تشير إلى اكتمال الكتابة إلى الذاكرة (EEPROM).

(GIE) إذا كان 1 فهذا يعني تفعيل جميع المقاطعات بأنواعها كلها.

4-2

أسم التمرين: الربط وكتابة برنامج لتشغيل مجموعة من الثنائيات الباعثة للضوء LEDs.	**رقم التمرين: التمرين الثالث**
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	**الزمن المخصص: أربع ساعات**

الأهداف التعليمية

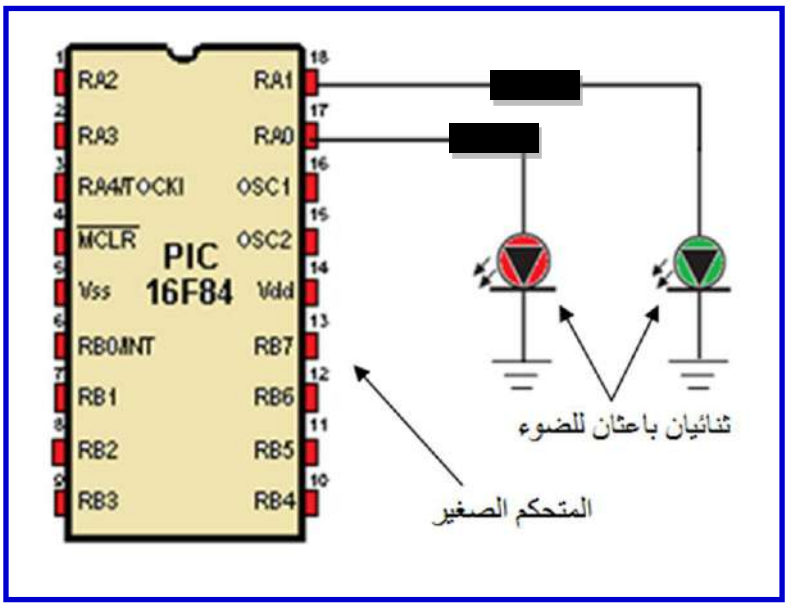
التعلم على أول تصميم بسيط (Hardware) وبرمجته (Software) باستخدام المتحكم الصغير PIC16F84 للتحكم بمجموعة من الثنائيات الباعثة للضوء LEDs.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1. لوحة توصيل (Breadboard).
2. بلورة (4MHz).
3. متسعتان خزفيتان (22pF).
4. المتحكم الصغير (PIC16F84).
5. أسلاك توصيل.
6. مقاومة ربع واط (10KΩ).
7. مفتاح كهربائي نوع (Dip switch).
8. ثنائيان باعثان للضوء (Red, Green LEDs).

خطوات العمل

1. بعد ربط دائرتي المذبذب والتصفير والتأكد من عمل المتحكم الصغير اربط الثنائيين الباعثين للضوء (LEDs)على سبيل المثال إلى المنفذين (RA0, RA1) (إذ يمكن استخدام غيرهما ومن المنفذ (PORTB) أيضا) كما مبين في الشكل (2 - 12).



الشكل (2 - 12) ربط ثنائيين باعثين للضوء (LEDs) إلى المنفذين (RA0, RA1)

2. اكتب برنامجاً لتشغيل الثنائيين الباعثين للضوء بالتعاقب (الواحد تلو الآخر) وبنحو مستمر وكالآتي:

نحتاج فقط (RA0) و (RA1) من المنفذ (PORTA) للتحكم بتشغيل (LEDs) ولا تأثير للباقي:

```
Start  Mecha equ 0× 24
       MOVLW bٌ 0000   00001ٌ
MOV    MOVWF trisA
       Call delay
MOV    MOVLW bٌ 0000  0010ٌ
       Mov wf trisA
       Call delay
MOV    Delay : mov lw 0× ff
       Mov wf mecha
MOV    Next : Decfsz mecha
GOT    Go to next
       Return
```

مؤشر بداية للبرنامج، إذ يمكنك أن تكتب أي اسم ;

هنا تم نقل بيانات إلى السجل (W) ومن ثم إلى السجل (TRISA) الخاص بالمنفذ (PORTA) لأجل تشغيل (LED) الأخضر وإطفاء الأحمر ;

هنا تم نقل بيانات إلى السجل (W) ومن ثم إلى السجل (TRISA) الخاص بالمنفذ (PORTA) لأجل تشغيل (LED) الأحمر وإطفاء الأخضر. ;

هنا يتم العودة لتكرار العمل بنحوٍ مستمر;

ملاحظة:

بالنظر للسرعة الكبيرة التي يتمتع بها المتحكم الصغير للمعالجة، فهل يمكنك ملاحظة حالات الاشتعال والانطفاء للثنائيات الباعثة للضوء؟ وما هو الحل برأيك؟

5-2

أسم التمرين : الربط وكتابة برنامج لتشغيل وإطفاء محرك DC .	**رقم التمرين: التمرين الرابع**
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	**الزمن المخصص: أربع ساعات**

الأهداف التعليمية

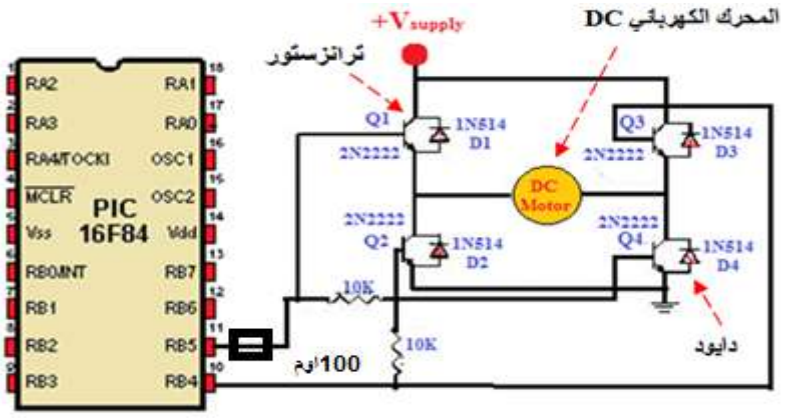
التعلم على تصميم (Hardware) وبرمجته (Software) باستخدام المتحكم الصغير PIC16F84 للتحكم بتشغيل وإطفاء محرك DC فضلاً عن اختيار اتجاه دورانه (باتجاه عقرب الساعة و عكس عقرب الساعة).

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1. لوحة توصيل (Breadboard).
2. بلورة (4MHz).
3. متسعتان خزفيتان (C1= C2= 22pF).
4. المتحكم الصغير (PIC16F84).
5. أسلاك توصيل.
6. مقاومات ربع واط (10KΩ).
7. مفتاح كهربائي نوع (Dip switch).
8. محرك كهربائي (DC).
9. ترانزستورات نوع BIT (2N2222) عدد أربعة.
10. ثنائيات (1N514) عدد أربعة.

خطوات العمل

1. بعد ربط دائرتي المذبذب والتصفير والتأكد من عمل المتحكم الصغير اربط المحرك الكهربائي (DC) على سبيل المثال إلى المنفذين (RB4, RB5) (حيث يحتاج المحرك الكهربائي (DC) إلى منفذين للتحكم باتجاه دورانه) كما مبين في الشكل (2 - 13).



الشكل (2 - 13) ربط المحرك الكهربائي DC إلى المتحكم الصغير

2. اكتب برنامجاً لتشغيل محرك (DC) باتجاه عقرب الساعة وبشكل مستمر وكالآتي:

هنا نحتاج فقط (RB4) و (RB5) من المنفذ (PORTB) للتحكم بتشغيل وتحديد اتجاه المحرك الكهربائي (DC) :

مؤشر بداية للبرنامج إذ يمكنك أن تكتب أي اسم ;	**Start:**
هنا تم نقل بيانات إلى السجل (W) ومن ثم إلى السجل (TRISB) الخاص بالمنفذ (PORTB) لأجل تشغيل الترانزستورات (Q1) و (Q4) لكي يشغل المحرك (DC) باتجاه عقارب الساعة وبنحوٍ مستمر.	**MOVLW b'00100000'** **MOVWF TRISB**

وبالإمكان كتابة البرنامج بطريقة أخرى وتؤدي نفس الغرض كالآتي:

مؤشر بداية للبرنامج حيث يمكنك أن تكتب أي اسم ;	**Start:**
هنا تم إرسال (1) إلى المنفذ (RB5) و (0) إلى (RB6) من أجل تشغيل الترانزستورات (Q1) و (Q4) لكي يشغل المحرك الكهربائي (DC) باتجاه عقارب الساعة بنحوٍ مستمر	**BSF PORTB,5** **BCF PORTB,6**

هل يوجد نقص في الدائرة الإلكترونية السابقة؟ بين ذلك إن وجد معللاً السبب.

6-2

أسم التمرين : التحكم بسرعة دوران محرك DC في أي اتجاه.	**رقم التمرين: التمرين الخامس**
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	**الزمن المخصص: أربع ساعات**

الأهداف التعليمية

التعلم على برمجة المتحكم الصغير PIC16F84 من أجل التحكم بسرعة محرك DC.

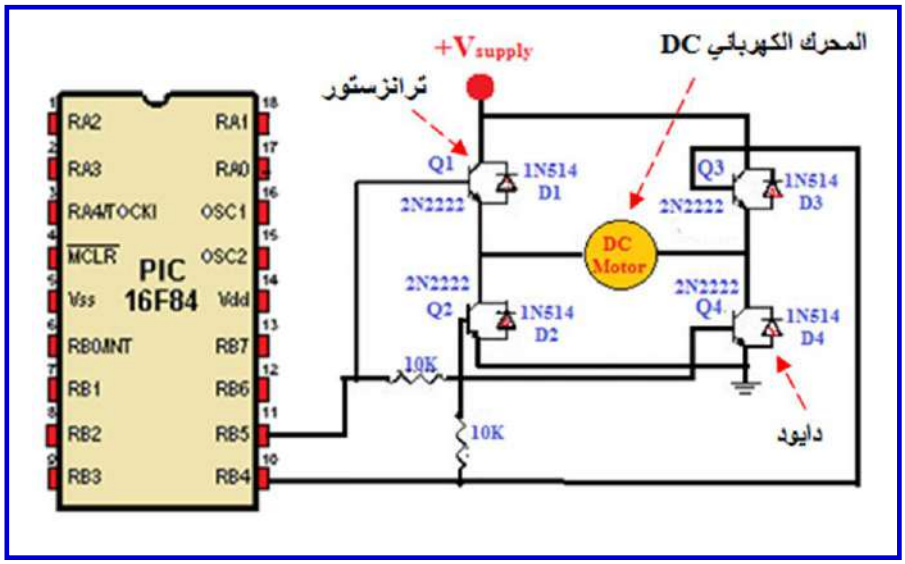
التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1. لوحة توصيل (Breadboard).
2. بلورة (12MHz).
3. متسعتان خزفيتان (C1= C2= 22pF).
4. المتحكم الصغير (PIC16F84).

5. أسلاك توصيل.
6. مقاومات ربع واط (10KΩ).
7. مفتاح كهربائي نوع (Dip switch).
8. محرك كهربائي (DC).
9. ترانزستورات نوع BIT (2N2222) عدد أربعة.
10. ثنائيات (1N514) عدد أربعة.

خطوات العمل

1. بعد ربط دائرتي المذبذب والتصفير والتأكد من عمل المتحكم الصغير اربط المحرك الكهربائي (DC) على سبيل المثال إلى المنفذين (RB4, RB5) (هنا حيث يحتاج محرك كهربائي (DC) إلى برنامج فرعي subroutine للتحكم بالزمن، وبالنتيجة سرعة المحرك). لاحظ الشكل (2 - 14).



الشكل (2- 14) ربط المحرك الكهربائي (DC) إلى المتحكم الصغير

2. اكتب برنامجاً لتشغيل محرك كهربائي (DC) باتجاه عكس عقرب الساعة وبسرعات مختلفة وكالآتي:

هنا نحتاج فقط (RB4) و (RB5) من المنفذ (PORTB) للتحكم بتشغيل وتحديد اتجاه المحرك الكهربائي (DC)وبرنامج فرعي يتم استدعائه من اجل التحكم بالسرعة، ويتطلب هذا التحكم منا توليد إشارة متقطعة على شكل نبضات متقطعة (Pulse Width Modulation PWM):

مؤشر بداية للبرنامج، إذ يمكنك أن تكتب أي اسم ; **Start:**

```
G1 equ 0x 24
BSF PORTB ,5
BCF   PORTB,4
```

هنا تم إرسال (1) إلى المنفذ (RB5) و (0) إلى (RB6) من أجل تشغيل الترانزستورات (Q1) و (Q4) لكي يشغل المحرك الكهربائي (DC) باتجاه عقارب الساعة وبشكل مستمر.

```
CALL  delay
```

يتم استدعاء برنامج تأخير فرعي ;

```
BCF   PORTB,5
```

هنا تم تصفير (RB5) فقط وإبقاء (RB6 0) من اجل الحصول على (PWM);

```
BCF   PORTB,4
CALL  delay
GOTO    Start
```

ثم تعاد العملية من جديد ;

البرنامج الفرعي للتأخير. ;

هنا يتم اختيار الرقم المناسب بين القوسين حسب السرعة المطلوبة ثم توضع في سجل عام مثل (G1) ;

```
delay:
MOVLW   b'----------'
MOVWF   G1
```

يتم تقليل (G1) وإذا لم يساوي الصفر يعود للتقليل مرة أخرى. أما إذا ساوى الصفر يذهب إلى الإيعاز الثالث وهنا العودة (RETURN) إلى ما بعد (CALL) ;

```
NEXT:
DECFSZ   G1
GOTO    NEXT
RETURN
```

7-2

أسم التمرين : التحكم باتجاه دوران محرك الخطوة Stepper Motor.	**رقم التمرين: التمرين السادس**
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	**الزمن المخصص: أربع ساعات**

الأهداف التعليمية

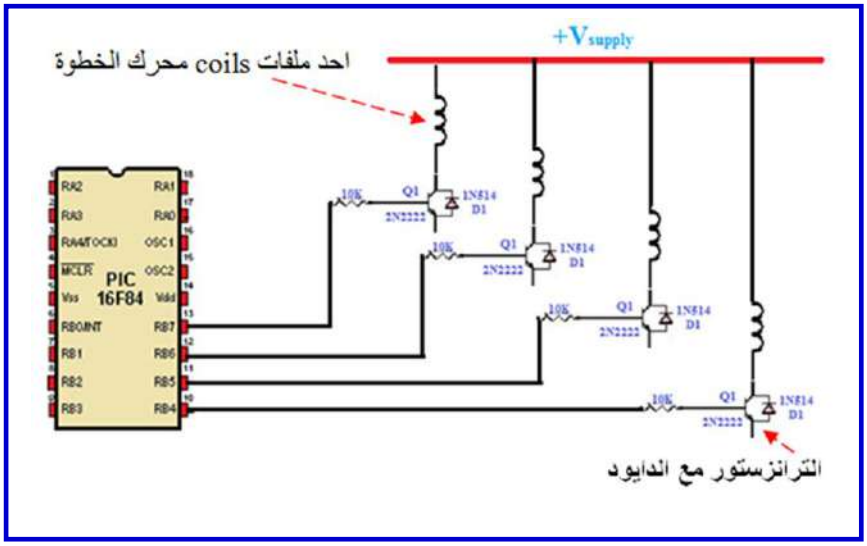
التعلم على برمجة المتحكم الصغير PIC16F84 من أجل التحكم باتجاه دوران محرك الخطوة Stepper Motor.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1. لوحة توصيل (Breadboard).
2. بلورة (12MHz).
3. متسعتان خزفيتان (C1= C2= 22pF).
4. المتحكم الصغير (PIC16F84).
5. أسلاك توصيل.
6. مقاومات ربع واط (10KΩ).
7. مفتاح كهربائي نوع (Dip switch).
8. محرك خطوة (Stepper Motor).
9. ترانزستورات نوع BIT (2N2222) عدد أربعة.
10. ثنائيات (1N514) عدد أربعة.

خطوات العمل

1. بعد ربط دائرتي المذبذب والتصفير والتأكد من عمل المتحكم الصغير اربط محرك الخطوة على سبيل المثال إلى المنافذ (RB4, RB5, RB6, RB7) (إذ يحتاج محرك الخطوة إلى أربعة منافذ للتحكم بحركته واتجاهه). لاحظ الشكل (2 - 15).



الشكل (2- 15) ربط محرك الخطوة إلى أربعة منافذ من منافذ المتحكم الصغير

اكتب برنامجاً لتشغيل محرك الخطوة باتجاه عقرب الساعة وكالآتي: :

Start

مؤشر بداية للبرنامج، إذ يمكنك أن تكتب أي اسم

```
G1 EQU  0 x 23
MOVLW   b'10000000'
MOVWF   TRISB
CALL      delay
MOVLW   b'01000000'
MOVWF   TRISB
CALL      delay
MOVLW   b'00100000'
MOVWF   TRISB
CALL      delay
MOVLW   b'00010000'
MOVWF   TRISB
CALL      delay
GOTO     Start
delay:
MOVLW   b'-----------'
MOVWF   G1
NEXT:
DECFSZ  G1
GOTO    NEXT
RETURN
```

هنا تم إرسال (1) إلى المنفذ (RB7) و (0) إلى (RB6) و (RB5) و (RB4) من أجل تشغيل محرك الخطوة خطوة واحدة.

هنا تم إرسال (1) إلى المنفذ (RB6) و (0) إلى (RB7) و (RB5) و (RB4) من أجل تشغيل محرك الخطوة خطوة ثانية.

هنا تم إرسال (1) إلى المنفذ (RB5) و (0) إلى (RB6) و (RB7) و (RB4) من أجل تشغيل محرك الخطوة خطوة ثالثة.

هنا تم إرسال (1) إلى المنفذ (RB4) و (0) إلى (RB7) و (RB5) و (RB6) من أجل تشغيل محرك الخطوة خطوة رابعة والأخيرة.

هنا يتم العودة من جديد من أجل الاستمرار بالعمل.

يتم استدعاء برنامج تأخير فرعي للتحكم بسرعة التشغيل.

ملاحظة:

هل يوجد نقص في الدائرة الإلكترونية السابقة؟ بين ذلك إن وجد معللاً السبب.

الأسئلة والتطبيقات

س1- ما المتحكم الصغير؟

س2- مم يتكون المتحكم الصغير؟ وضح بالرسومات والمخططات إن وجدت.

س3- ما الفرق بين المتحكم الصغير والمعالج الدقيق؟

س4- عرّف وحدة المعالجة المركزية وبين أجزائها المهمة.

س5- اذكر أنواع الذواكر المختلفة والفرق فيما بينها.

س6- ما المنافذ المختلفة للمتحكم الصغير؟ وضحها بالتفصيل.

س7- اشرح باختصار آلية عمل المتحكم الصغير.

س8- ما الخوارزميات؟ وما هي المخططات الانسيابية؟

س9- عدد طرائق العنونة ووضحها بالتفصيل.

س10- ما المذبذب؟ وهل هناك نوع واحد أم أكثر؟ وضح ذلك مع الرسومات.

س11- أين يمكن أن نجد تطبيقات المتحكمات الصغيرة؟

الباب الأول

الفصل الثالث

التدريب العملي (الكترونيات القدرة)
Power Electronics

الأهداف

الهدف العام :

إن يتعرف الطالب عناصر الكترونيات القدرة من خلال الاطلاع على الخرائط الخاصة بها و أماكن استخدامها في الواقع العملي علماً بان لها تطبيقات واسعة في الصناعة من خلال التحكم بسرعة محركات التيار المتناوب والمستمر، فضلاً عن السيطرة على الإنارة وكثير من الاستخدامات الأخرى

الأهداف الخاصة:

تعريف الطالب بالمواضيع الآتية:

1- أشكال وأحجام عناصر الكترونيات القدرة
2- أنواعها
3- فحصها
4- خواصها
5- ربطها ضمن الدوائر الالكترونية
6- تطبيقاتها

محتويات

الفصل 3

تعلم المواضيع

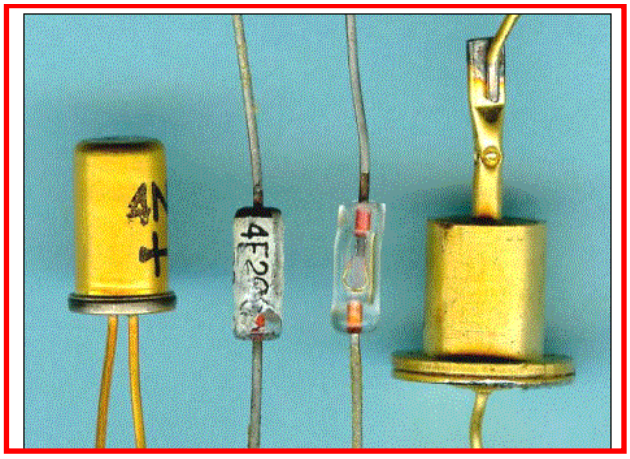
- ثنائي شوكلي / استخراج الخواص
- استخدام الثايرستور للسيطرة على مصباحين
- استخدام الثايرستور للتحكم بمحرك تيار مستمر
- استخدام الثايرستور كموحد للتيار المتناوب
- تنفيذ دائرة الكترونية للدایاك ورسم منحني الخواص
- استخدام الترایاك للتحكم بالحمل في دوائر التيار المتناوب
- دائرة الكترونية مكونة من الدایاك والترایاك للسيطرة والتحكم بإنارة مصباح

1-3

أسم التمرين : ثنائي شوكلي / استخراج الخواص	**رقم التمرين: تمرين الأول**
مكان التنفيذ : مختبر ميكاترونكس	**الزمن المخصص: ثلاث ساعات**

المعلومات النظرية:

يُعّد ثنائي شوكلي واحد من العناصر شبه الموصلة وهو يشبه الثايرستور بإهمال البوابة وهو يكافئ ترانزستورين إذن فهو يتكون من طرفين والشكل (3 - 1) يوضح أنواعه وأشكاله ،



الشكل (3 – 1) ثنائيات شوكلي

الأهداف التعليمية:

تعرف أشكاله وطريقة توصيله بالدائرة الالكترونية ومن ثم استخراج خواصه .

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1- مجهز قدرة (30-0-30) فولت

2- جهاز فحص ثنائي شوكلي(Demonstrators kit)

3- جهاز اوفوميتر رقمي

4- جهاز اوفوميتر تماثلي

5- ثنائي شوكلي

6- مقاومة

7- متسعة

8- لوحة توصيلات (Bread Board)

9- حقيبة أدوات الكترونية وأدوات توصيل

10- جهاز اوسليسكوب

طريقة العمل: (1)

طريقة فحص ثنائي شوكلي

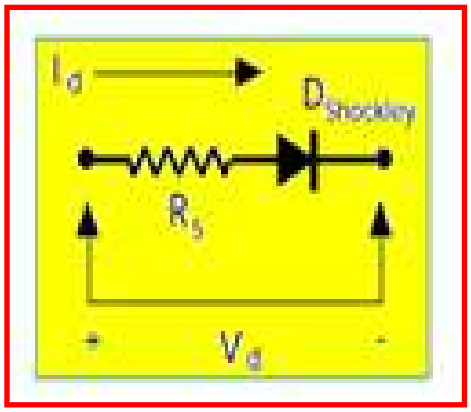
1- بعد توافر الجهاز الموضح في الشكل (3- 2) والخاص بفحص خرج ثنائي شوكلي، قم باختيار احد الأنواع المتوافرة لديك من الثنائي المذكور واستعن بالمعلم بعد اختيار المقاومة والمتسعة

2- قم بتوصيل العناصر الثلاثة (ثنائي شوكلي- مقاومة – متسعة) على الإطراف الموجودة في واجهة الجهاز وكما هو واضح في الشكل المذكور

3- قم بإعطاء إشارة للجهاز عند النقطتين (2+1)

4- قم بتوصيل وصلة ربط سمعية (ear phone) وضع طرف منها في إذنك، والأخرى في نقطة رقم (3) في الجهاز عندها ماذا تسمع؟

الشكل (3 - 2) جهاز اختبار ثنائي شوكلي

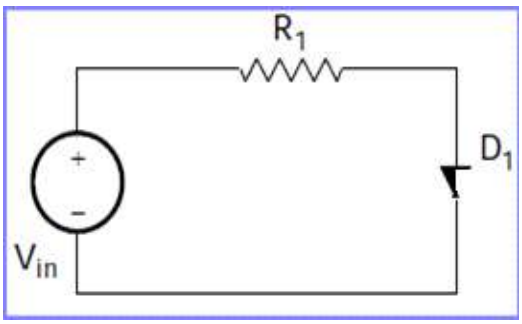


الشكل (3-3)

طريقة العمل: (2)

هي استخراج الخواص لثنائي شوكلي الموضح بالشكل (3 – 3)

1- اختر ثنائي شوكلي ذو الرقم (IN 914) ومقاومة (R1) تساوي 1 كيلو اوم ووصل الدائرة التالية إلى مصدر للجهد (10vac) فولت لموجة جيبيه من المصدر ووصل الدائرة التالية الموضحة بالشكل (3- 4)



الشكل (3- 4) ثنائي شوكلي

2 - سلط الموجة الجيبية (10 v ac) فولت على دخل الدائرة وضع أطراف جهاز الاوسلسكوب على طرفي المقاومة R1 والتي تمثل مقاومة الحمل للدائرة .

3- غير قيمة فولتية المصدر بالتدريج بمقدار واحد فولت في كل مرة وسجل قيمة الفولتية على مقاومة الحمل R1 عن طريق الاوسلسكوب .

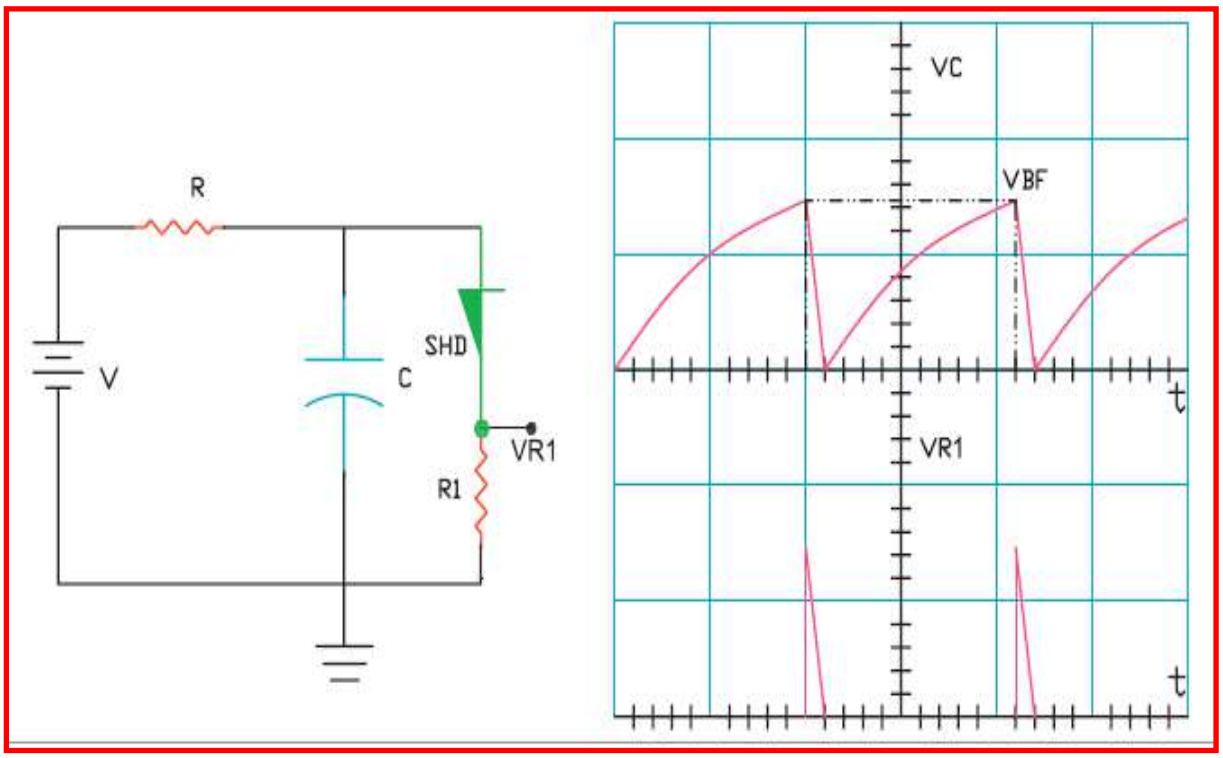
4 - ارسم العلاقة بين كل من فولتية الدخل (Vi) والفولتية على طرفي المقاومة R1

5- بعد أجراء الرسم حاول التأشير إلى أدنى وأعلى فولتية واشرح الفرق بين فولتية الدخل Vi وفولتية الخرج على طرفي المقاومة ؟

6- اعد التجربة بعد تغيير قيمة المقاومة R1 وجعلها تساوي (10) كيلو اوم .

7- اربط الدائرة كما في الشكل (3- 5) ولاحظ شكل الإشارة على طرفي المقاومة R1 والتي تمثل مقاومة الحمل على منحني الخواص الموضح بالشكل (3 – 6)

8-اقرأ قيمة الإشارة بواسطة جهاز الاوسلسكوب على طرفي المقاومة R1 .



الشكل (3 - 6) منحني خواص شوكلي **الشكل (3- 5) دائرة ثنائي شوكلي**

اختبار:

ما تأثير المتسعة C في عمل الدائرة الالكترونية ؟

2-3

أسم التمرين : استخدام الثايرستور للسيطرة على مصباحين	**رقم التمرين: تمرين الثاني**
مكان التنفيذ : مختبر ميكاترونكس	**الزمن المخصص: ثلاث ساعات**

المعلومات النظرية:

يتكون الثايرستور من أربعة طبقات من المواد شبه الموصلة (PNPN) تفصل بينها ثلاثة وصلات هي(J1,J2,J3) وله ثلاثة أطراف هي الآنود (A) والكاثود (K) والبوابة (G)التي تعتبر

الطرف المهم في آلية عمله بعد أن يسلط تيارا كهربائيا عليها يكون الثايرستور في حالة إطفاء في الدائرة الالكترونية، وبعد تسليط تيار على مدخل البوابة، سواء كان نبضه تيار متغير أو تيار مستمر فان الثايرستور في هذه الحالة يكون في وضع تشغيل حيث يمرر التيار في الدائرة، ويستفاد من هذه الحالة في دوائر السيطرة والتحكم على المحركات أو مصابيح الإشارة..الخ

الأهداف التعليمية:

أن يتعلم الطالب كيف يتحكم الثايرستور في عمل المصباح الكهربائي، ويتدرب على فحص الثايرستورات.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1- مجهز قدرة (30 – 0 – 30) فولت

2- جهاز اوفوميتر رقمي

3- جهاز اوفوميتر تناظري

4- ثايرستورات مختلفة

5- متسعات مختلفة (0.47 مايكرو فاراد/ 25 فولت)

6- مقاومات طبيعية(100اوم / ربع واط)

7- مصباح صغير(3فولت) مع هولدر عدد(2)

8- لوحة توصيل

9- حقيبة أدوات

10- مفتاح Switch عدد(2)

خطوات العمل:

1- قم بتحديد العناصر الآتية :

(الثايرستورات- المقاومات- المتسعات – المصابيح)

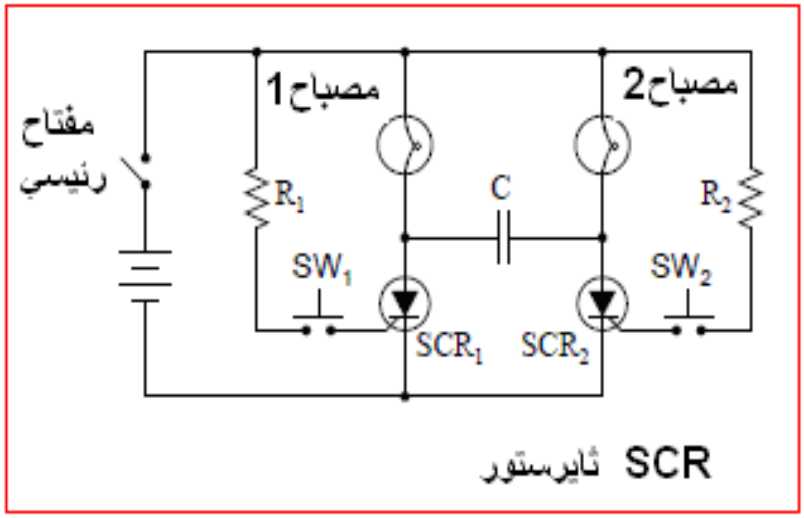
2- اختر مفتاحا(switch) مفردا لتشغيل الدائرة

3- اختر مفتاح بوش بتم (Push button switch) عدد (2)

وتكون أعداد المواد أعلاه بحسب دائرة العمل علما بأنه ينبغي فحص جميع هذه المواد بواسطة أجهزة القياس المستخدمة واستعن بالمعلم

4- قم بتوصيل الدائرة اللآتية الموضحة بالشكل (3- 7)

5- جهز الدائرة بمصدر ضغط 3 فولت من مجهز القدرة .



الشكل(3- 7) الثايرستور يتحكم بإنارة مصباحين

اكتب ملاحظاتك عند الحالات الآتية:

- عند إغلاق المفتاح الرئيسي
- عند ضغط المفتاح(SW1)
- عند ضغط المفتاح(SW2)

اختبار:

1- هل يمكن إن نستعمل التيار المتغير المسلط على بوابة الثايرستور لتشغيله ؟

2- ماذا يحدث إذا رفعنا المقاومة (R1)

3-3

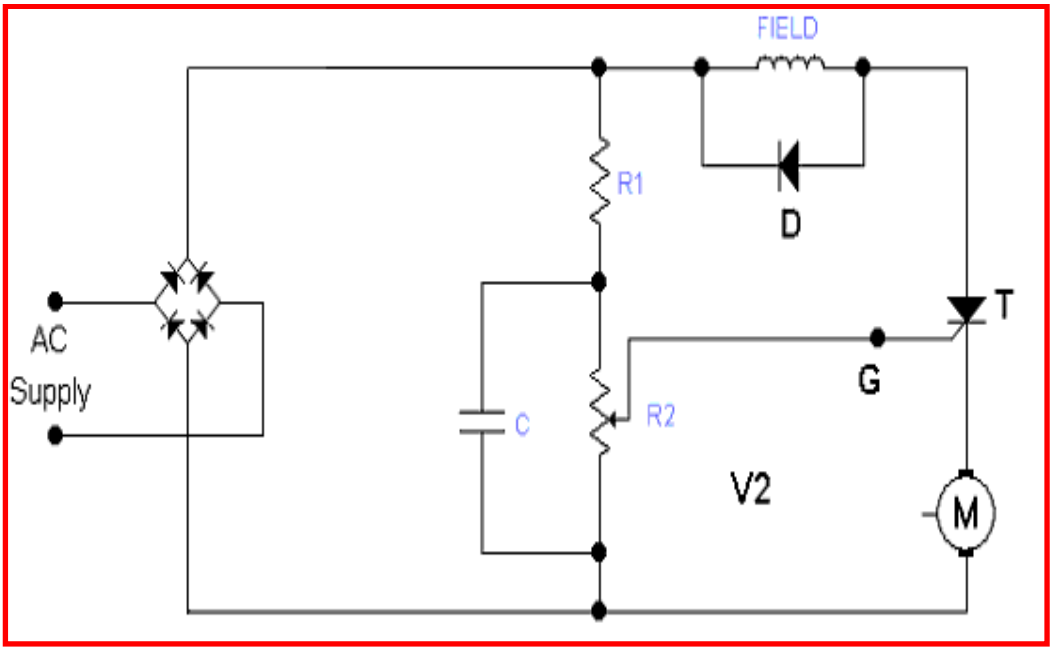
أسم التمرين : استخدام الثايرستور للتحكم بمحرك للتيار المستمر	**رقم التمرين: التمرين الثالث**
مكان التنفيذ : مختبر ميكاترونكس	**الزمن المخصص: ثلاث ساعات**

المعلومات النظرية:

إنّ الشكل (3- 8) ما إلاّ دائرة تحكم بسيطة بسرعة محرك تيار مستمر عن طريق تغيير القيمة المتوسطة للجهد المسلط على المحرك وذلك بتغيير زاوية القدح.

إنّ جهد التغذية مسلط كله على المقاومتين R1 و R2 ، وبتغيير قيمة المقاومة R2 نستطيع أن نغّير V2 أي قيمة زاوية القدح للثايرستور T من 0° – 180°، ومن ثمّ نستطيع أن نغير الجهد الذي يغذي المحرك على مجال واسع أي التحكم بسرعة المحرك .

يمكن التحكم بسرعة المحرك بنحوٍ أساسي بإضافة المكثفة C على التفرع مع المقاومة R2، التي تُغيّر الجهد بنحوً متدرج مع تغيّر قيمة المقاومة



الشكل (3- 8) دائرة يتحكم بها الثايرستور بسرعة محرك تيار مستمر

الأهداف التعليمية:

أن يكتسب الطالب خبرة حول كيفية السيطرة على سرعة التيار المستمر باستخدام الثايرستور

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1 - مجهز قدرة (30 – 0 – 30) فولت

2 - جهاز اوفوميتر رقمي

3 - جهاز اوفوميتر تناظري

4 - ثايرستورات مختلفة

5 - متسعات مختلفة

6 - مقاومات طبيعية

7 - محرك كهربائي 12 فولت تيار مستمر

8 - لوحة توصيل

9- ترانزستور ودايود

10 - حقيبة أدوات

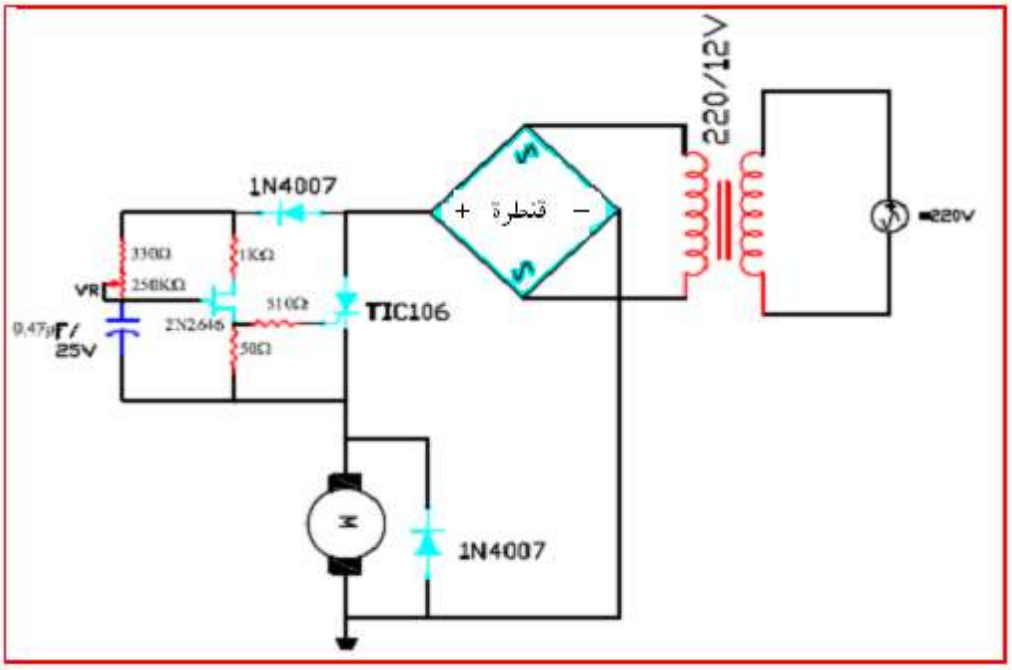
خطوات العمل:

1- قم بتحديد العناصر الآتية:

(الثايرستورات - المقاومات- المتسعات – الترانزستور- الدايود - المحرك)

2- يمكن استعمال مجهز القدرة كمصدر للتغذية بدل المحولة وموحد القنطرة في الدائرة

3 - قم بتوصيل الدائرة التالية الموضحة بالشكل (3- 9) التي تُعّد نموذج آخر للسيطرة على سرعة محرك تيار مستمر



الشكل (3- 9) نموذج آخر للسيطرة على سرعة محرك تيار مستمر باستخدام الثايرستور

وكذلك محول 220/ 12 فولت

4- شّغل الدائرة، ولاحظ حركة المحرك الكهربائي، وإذا كان متوقفاً عن الحركة، غيّر من قيمة المقاومة المتغيرة لحين دوران المحرك.

5- غيّر قيمة المقاومة، ولاحظ سرعة المحرك.

6- سجّل القراءات إلى كل من التيار والفولتية على المحرك، ولسرعات مختلفة، وأملأ جدول(B) الآتي:

7- ارسم العلاقة بين الفولتية والسرعة.

	سرعة 1منخفضة	سرعة2	سرعة 3	سرعة 4	سرعة 5 مرتفعة
فرق الجهد V					
التيار I					
القدرة VxI					

جدول (B) يبين التيار والفولتية والقدرة لعدة سرع لمحرك تيار مستمر

اختبار:

1- ما عمل الترانزستور في الدائرة؟ وما فائدة الدايود المربوط بالتوازي مع المحرك؟

2- هل بالإمكان توصيل المحولة مباشرة بالدائرة في حالة عطل القنطرة ؟

4-3

أسم التمرين : استخدام الثايرستور كموحد للتيار المتناوب	**رقم التمرين: التمرين الرابع**
مكان التنفيذ : مختبر ميكاترونكس	**الزمن المخصص: ثلاث ساعات**

المعلومات النظرية:

يستخدم الثايرستور على مدى واسع في الدوائر الالكترونية الخاصة بتحويل التيار المتناوب إلى التيار المستمر، ونخص بالذكر منها موحد السيطرة السيلكوني (SCR)، والذي يستخدم بدلا من الثنائي (Diode)، ومن ثم تجهيز الأحمال بالتيار المستمر ولهذه الموحدات مميزات:

- تغيير الفولتية الخارجة من الموحد، وذلك بالسيطرة على زاوية إشعال الثايرستور
- لها حالتان من التوصيل، المستمر وغير المستمر، أي التحكم في فتح الدائرة وغلقها (Switching).
- تستخدم بنحوً واسع في محركات التيار المستمر الصغير الحجم.

الأهداف التعليمية:

لكي يكتسب الطالب خبرة جيدة حول الدوائر الالكترونية التي تستخدم الثايرستور في عملية توحيد التيار المتناوب.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1 - مجهز قدرة تيار متغير.

2 - جهاز اوفوميتر رقمي.

3 - جهاز اوفوميتر تناظري.

4 - ثايرستورات مختلفة.

5 - متسعات مختلفة.

6 - مقاومات طبيعية.

7 – مصباح كهربائي.

8 - لوحة توصيل.

9- ترانزستور ودايود.

10 - حقيبة أدوات.

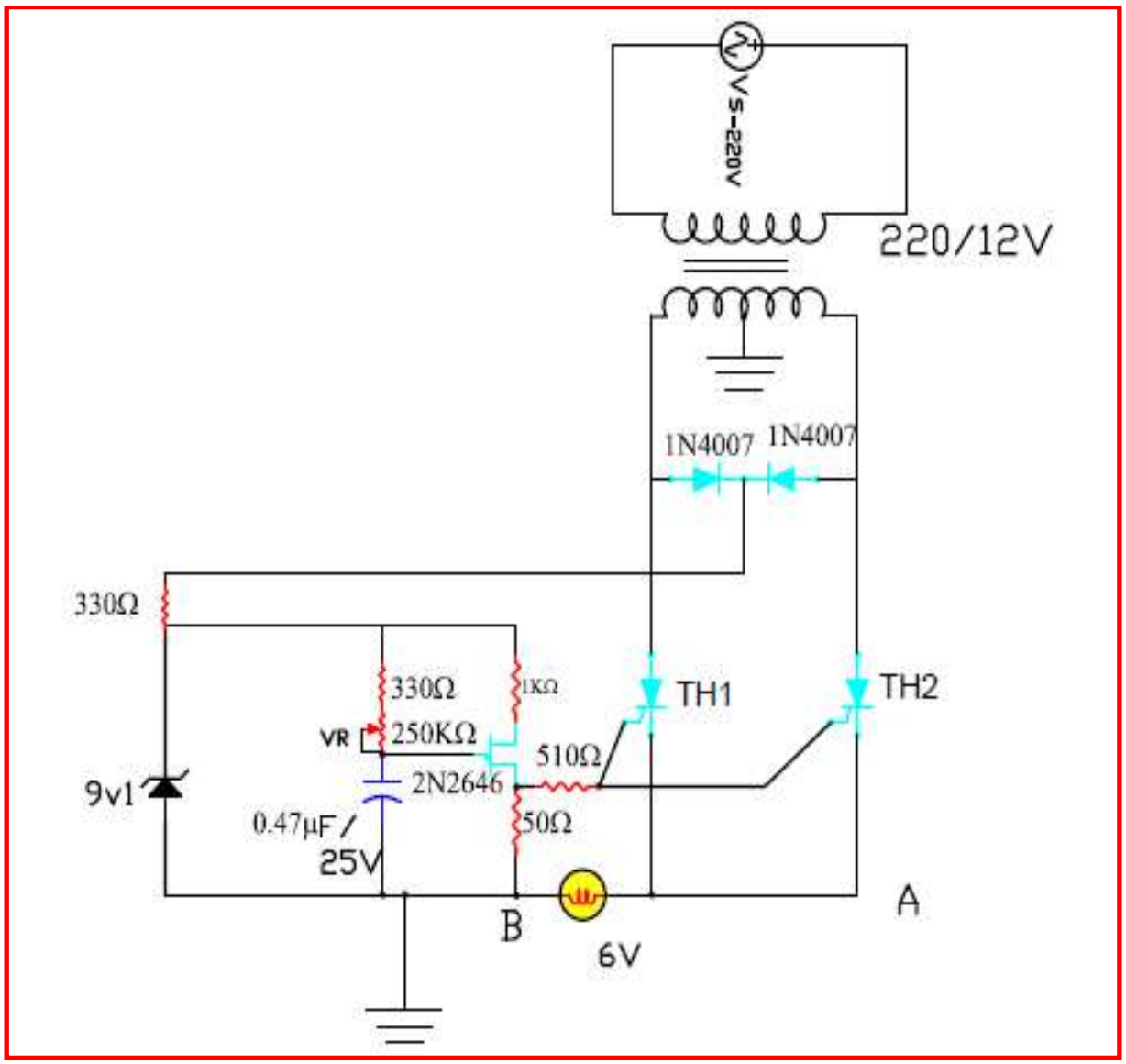
خطوات العمل:

1- قم بتحديد العناصر الآتية :

(الثايرستورات- المقاومات- المتسعات – الترانزستور – الدايود - المصابيح)

2- يمكن الاستعاضة عن مجهز القدرة بواسطة محولة.

3- قم بتوصيل الدائرة الآتية الموضحة بالشكل (3- 10)



الشكل (3- 10) دائرة توحيد باستخدام الثايرستور

4- شغّل الدائرة، ولاحظ إنارة المصباح.

5- إقرأ الفولتية على طرفي المصباح A-Bعن طريق الاوسلسكوب، ولاحظ شكل الإشارة.

6- غّير قيمة المقاومة المتغيرة، ولاحظ شدة إنارة المصباح

7- قارن بين شكل الإشارة الداخلة والإشارة الخارجة على الثايرستور

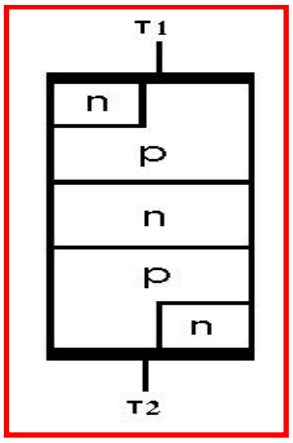
اختبار: هل تختلف قيمة فولتية البوابة على الثايرستور TH1 عن الثايرستور TH2 وما تأثيرها؟.

5-3

أسم التمرين : تنفيذ دائرة الكترونية للدياك ورسم منحني الخواص	**رقم التمرين: التمرين الخامس**
مكان التنفيذ : مختبر ميكاترونكس	**الزمن المخصص: ثلاث ساعات**

المعلومات النظرية:

الدياك احد العناصر الالكترونية له طرفين للتوصيل بالدوائر الالكترونية ويحتوي على ثلاثة طبقات من الوصلة n وطبقتين من الوصلة p كما في الشكل (3- 11) . ويُعّد عنصراً ثنائي الاتجاه أي يمكنه التحول من حالة القطع (off) إلى حالة التوصيل (on) بغض النظر عن اتجاه القطبية على طرفيه.



الشكل(3 – 11) الدياك

الأهداف التعليمية:

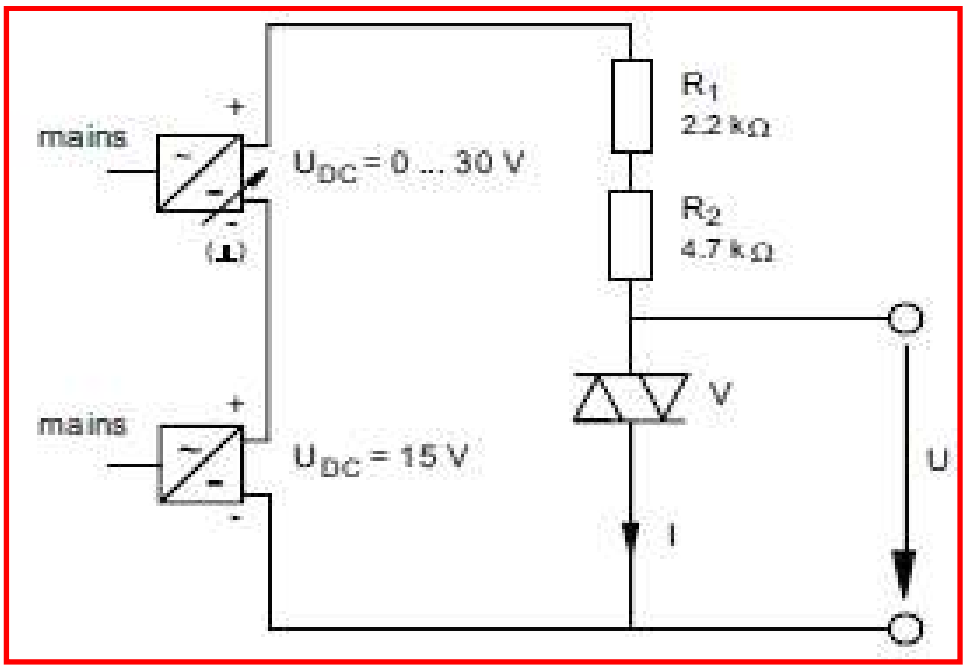
أن يتمكن الطالب من معرفة خواص الدياك، ومن ثَمّ استخدامه ضمن الدوائر الالكترونية

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1. دياك .
2. مقاومة طبيعية (22) كيلو اوم.
3. مجهز قدرة للتيار المستمر (0 - 30 v) عدد 2.
4. مقاومة طبيعية (4.7) كيلو اوم.
5. لوحة توصيلات (Bread board).
6. جهاز اوفوميتر رقمي.

خطوات العمل:

1- وصل الدائرة كما في الشكل (3 - 12)



الشكل (3- 12) دائرة استخراج خواص الدايالك

2- غيّر قيمة الفولتية لمجهز القدرة بعدة خطوات على أن تكون كل خطوة ب(10) فولت، وكما موضح في جدول (A).

3- إقرأ قيمة تيار الدائرة بواسطة جهاز الاميتر في كل خطوة من زيادة الفولتية (تأكد من ربط جهاز القياس علما بأنه يربط بالتوالي في الدائرة واستعن بالمعلم).

4- عندما تصل الفولتية إلى اقل من (15) فولت، ينبغي رفع مجهز القدرة الثابت (V dc =15 v).

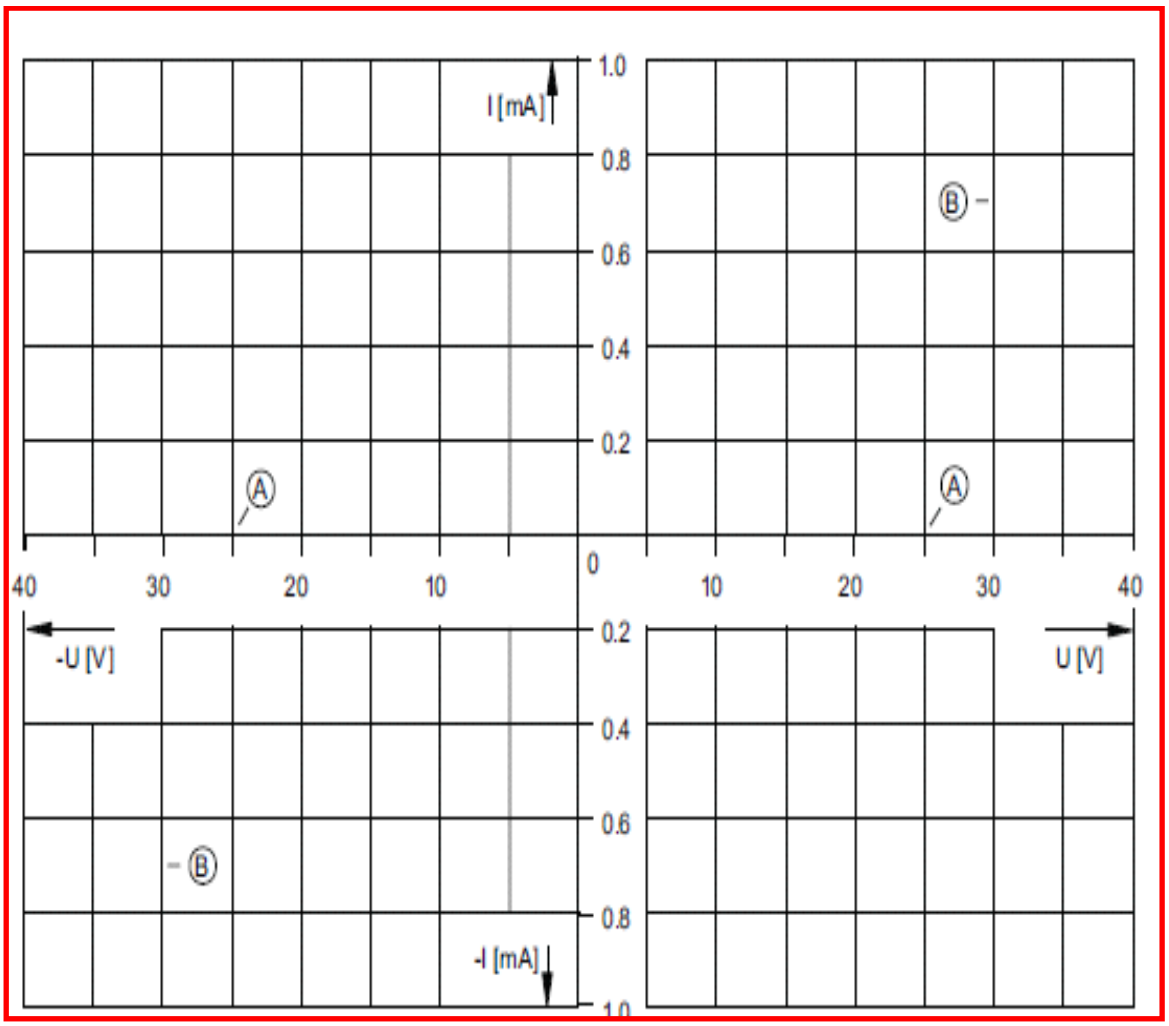
5- اقلب أطراف الدايالك، وكرّر الخطوات السابقة نفسها، واكتب ما يقابلها من قياس التيار في الجدول نفسه.

+U [V]	0	10.0	20.0	30.0	31.9	32.0	31.0	30.5	30.0	29.5
+I [mA]										

-U [V]	0	10.0	20.0	30.0	31.9	32.0	31.0	30.5	30.0	29.5
-I [mA]										

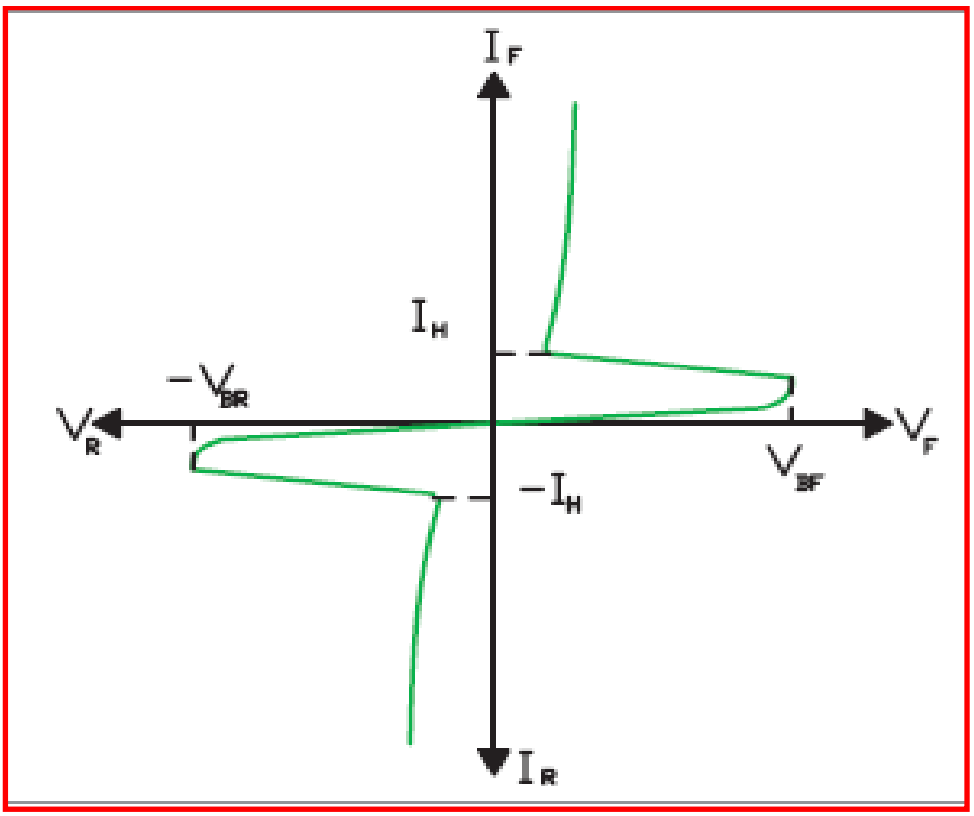
جدول(A) علاقة التيار والفولتية للدايالك

6- من خلال الجدول أعلاه ارسم العلاقة بين التيار والفولتية على الورق البياني الموضح بالشكل (3– 13)



الشكل (3 – 13) ورق بياني لرسم خواص الدايالك

إذ إنه من المفروض أن نحصل على شكل المنحني كما موضح في الشكل (3 - 14)



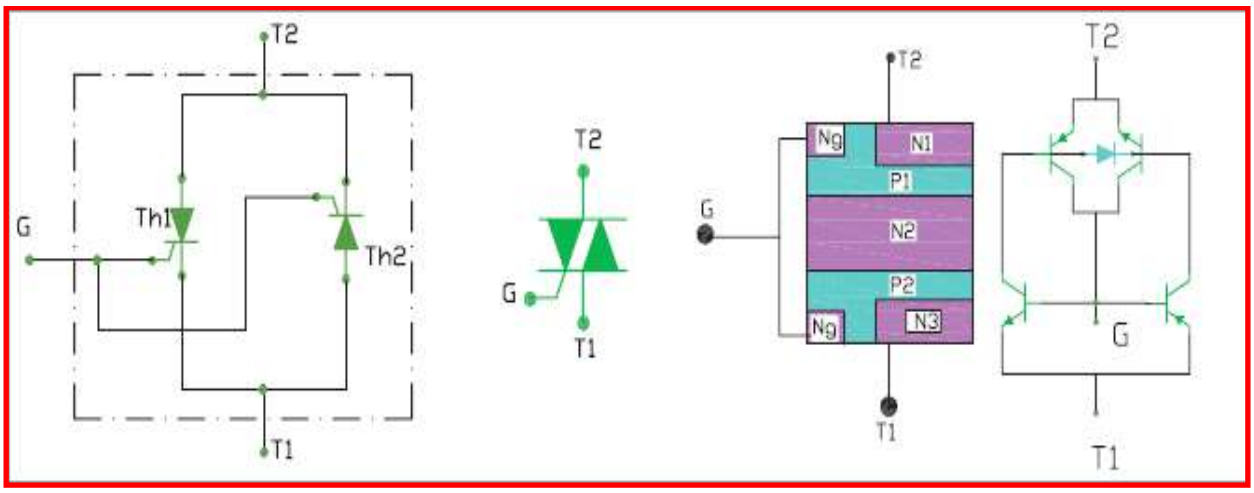
الشكل (3 – 14) يمثل منحني الخواص للدارياك

6-3

أسم التمرين : استخدام الترياك للتحكم بالحمل في دوائر التيار المتناوب	**رقم التمرين: التمرين السادس**
مكان التنفيذ : مختبر ميكاترونكس	**الزمن المخصص: ثلاث ساعات**

المعلومات النظرية:

يُعّد الترياك من العناصر الثنائية الاتجاه، تركيبه الداخلي يتكون من عدد الطبقات من المواد شبه الموصلة، ويحتوي من الخارج على ثلاثة أطراف (T1,T2,G)، إذ T1,T2هما الطرفين الرئيسين وتمثل G بوابة الترياك كما في الشكل (3- 15) الذي يمثل التركيب الأساسي له، أما الرمز المختصر فهو ممثل باللون الأخضر، وموضح بالشكل نفسه، وهناك ميزة مهمة جدا للترياك هي السيطرة على الطور، وبالنتيجة السيطرة على سرعة المحرك وعلى شدة إنارة المصباح، وهو موضوع تمريننا .



الشكل (3- 15) التراياك

الأهداف التعليمية:

أن يكتسب الطالب الخبرة التي يعمل بها التراياك بالسيطرة على الطور، وبالنتيجة السيطرة على أحمال التيار المتناوب من محركات ومصابيح أو في الاختبارات.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1- مجهز قدرة.

2- جهاز اوسلسكوب.

3- مصباح إنارة (220 فولت/75واط)ومحرك كهربائي (220 فولت /500 واط).

4- جهاز اوفوميتر رقمي.

5- تراياك ودياك.

6- مقاومات ومتسعات مختلفات القيم.

7- وصلات ربط.

8- حقيبة أدوات .

خطوات العمل:

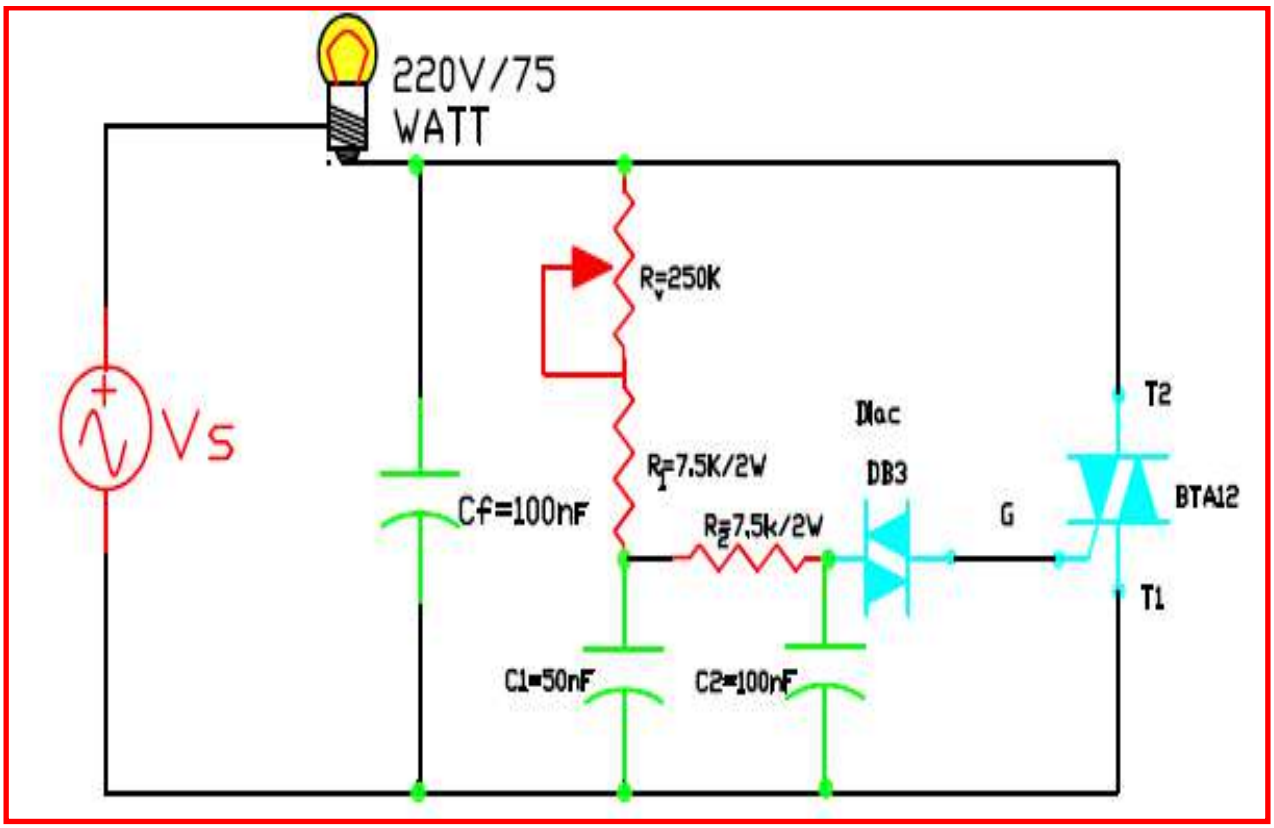
1-اختر احد المصابيح الضوئية (220 فولت /75واط) وإذا لم يوجد فاستخدم (60) واط.

2- اختر تراياك مع دياك .

3- اربط الدائرة كما في الشكل (3- 16).

4- إقرأ الفولتيات في الدخل وعلى طرفي المصباح بواسطة جهاز الاوفوميتر الرقمي، ودوّن النتائج .

5- غيّر قيمة المقاومة المتغيرة، ولاحظ التغيير في شدة إنارة المصباح.



الشكل (3- 16) دائرة سيطرة على المصباح

6- اعد التجربة السابقة، واختر احد المحركات المتناوبة الأحادية الأطوار الموجودة (Single Phase AC Motor)، واستبدله محل المصباح للدائرة الكهربائية في الشكل نفسه.

7- غيّر المقاومة المتغيرة في الدائرة، ولاحظ سرعة دوران المحرك .

اختبار: هل يمر التيار في عنصر الترياك باتجاه واحد أم باتجاهين ؟

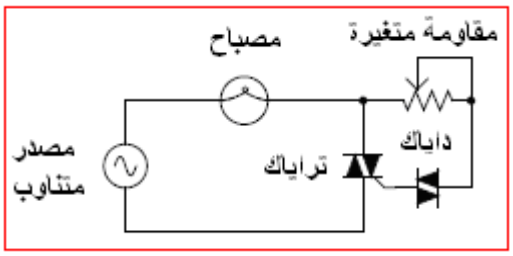
7-3

أسم التمرين : دائرة الكترونية مكونة من الدایاك والترایاك للسيطرة والتحكم بإنارة مصباح	**رقم التمرين: التمرين السابع**
مكان التنفيذ : مختبر ميكاترونكس	**الزمن المخصص: ثلاث ساعات**

المعلومات النظرية:

وتكمن هنا الاستفادة من الترایاك في إمكانية السيطرة على شدة إضاءة المصباح الموصل ضمن الدائرة، وعن طريق المقاومة المتغيرة يتم السيطرة على شدة إنارة المصباح ، إنّ عملية قدح الترایاك يعتمد على سعة الموجة الجيبية للمصدر وتكون نقطة القدح بالضبط عند قمة الموجة (peak) وعندها يفتح حتى يتجاوز تيار الحمل قيمة الصفر فولت .

في هذا التمرين يستخدم الدایاك والترایاك في دائرة الكترونية واحدة كما في الدائرة الموضحة بالشكل (3- 17).



الشكل(3- 17) دائرة دایاك وترایاك

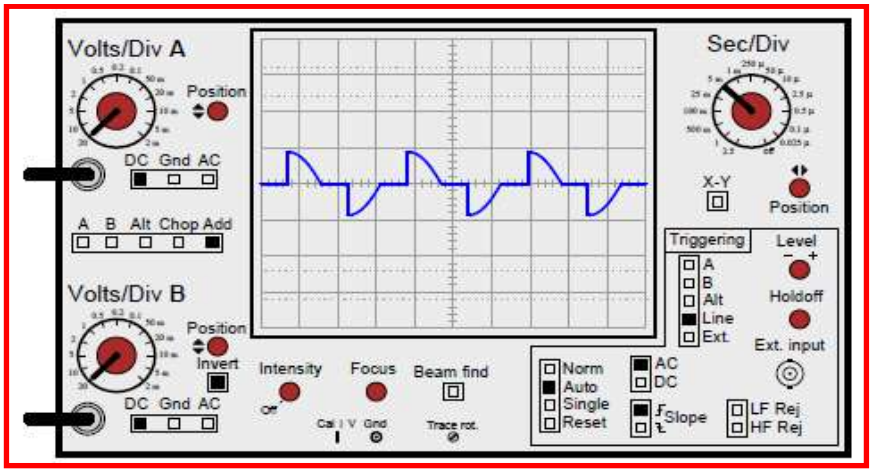
الأهداف التعليمية:

أن يتعرف الطالب على آلية عمل الدایاك والترایاك من خلال السيطرة على شدة إضاءة المصباح .

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1. جهاز اوسلسكوب 50 ميكاهيرتس كما في الشكل (3- 18).
2. دایاك.
3. ترایاك.
4. مصباح 220 فولت 40 واط.

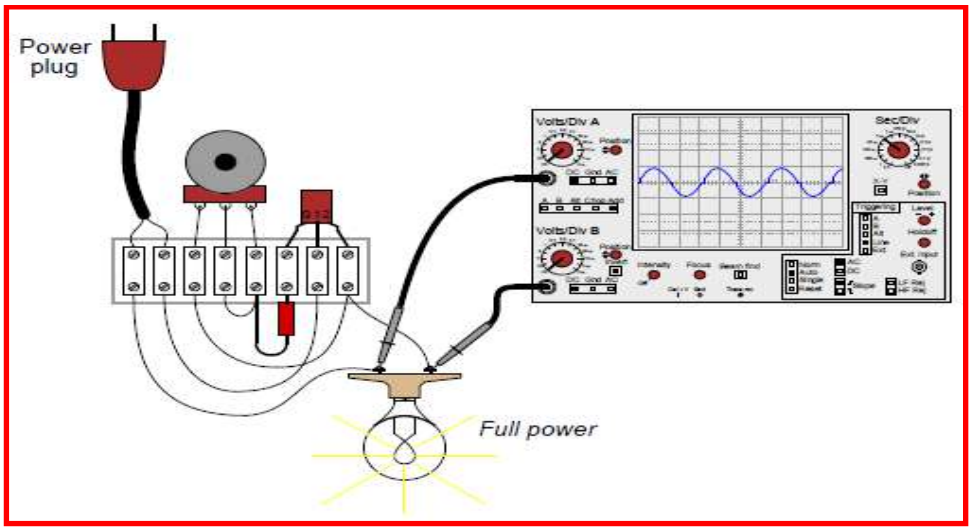
5. مقاومة متغيرة (250 كيلو اوم /2 واط).
6. لوحة توصيلات (Bread Board).
7. مصدر مناسب للتيار الكهربائي 220 فولت 50 هرتز .
8. جهاز اوفوميتر رقمي.



الشكل (3- 18) جهاز اوسلسكوب

خطوات العمل:

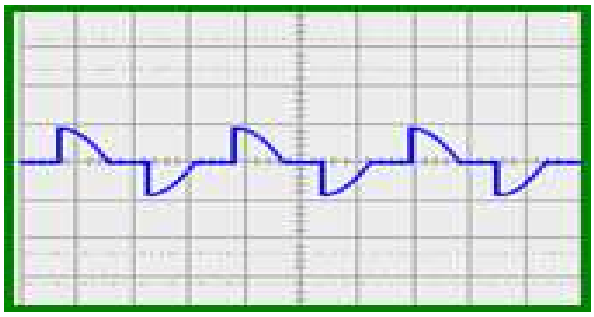
- صّل الدائرة عمليا كما في الشكل(3- 19) المتكونة من الترياك والداياك والمقاومة المتغيرة



الشكل (3- 19) دائرة عملية يتحكم بها الداياك والترياك بإنارة مصباح

- غيّر قيمة المقاومة المتغيرة بحيث تخرجها من الدائرة، لاحظ سوف تحصل على أعلى شدة إضاءة للمصباح.
- قم بتغير قيمة المقاومة بحيث تدخل قيمتها ضمن الدائرة وتصل إلى حد يعطينا أدنى شدة بالإضاءة ولكن قبل عملية الإطفاء للمصباح.

- لاحظ شكل الموجة على جهاز الاوسلسكوب التي تكون بالشكل(3- 20)

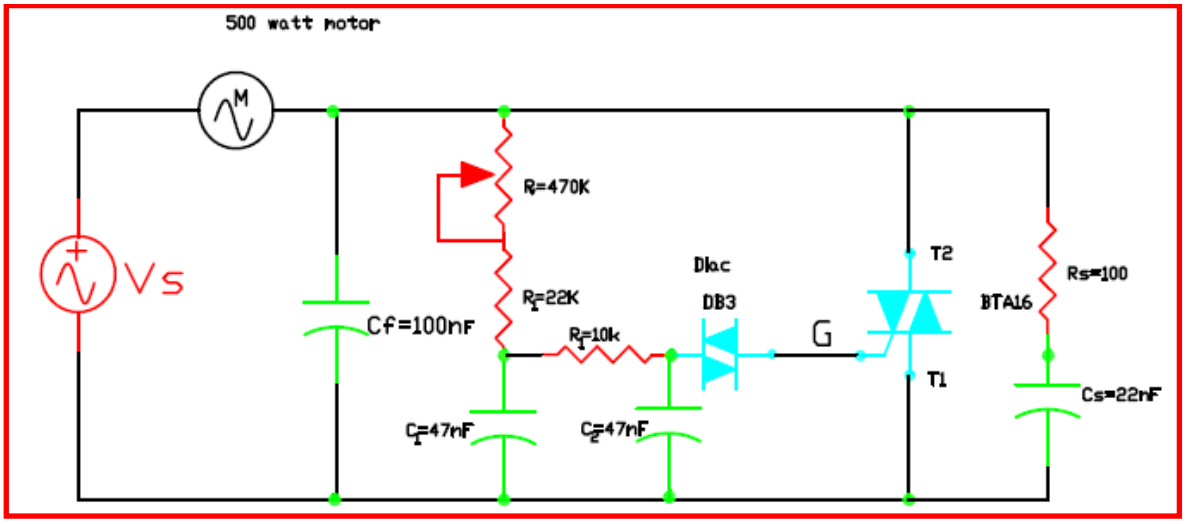


الشكل (3- 20) شكل الموجة في حالة أدنى إضاءة

4- قم الآن بتغيير قيمة المقاومة من اقل قيمة لها إلى أعلى قيمة لها، ولاحظ التغيير الحاصل في شدة إنارة المصباح، وهذا ما نسميه بعملية التحكم بالإنارة للمصباح.

5- اربط الدائرة كما في الشكل (3- 21)تمثل دائرة سيطرة على محرك تيار متغير سعة 500 واط .

6- غيّر قيمة المقاومة المتغيرة، ولاحظ التغير الحاصل في سرعة المحرك.



الشكل (3- 21) دائرة سيطرة على محرك تيار متناوب

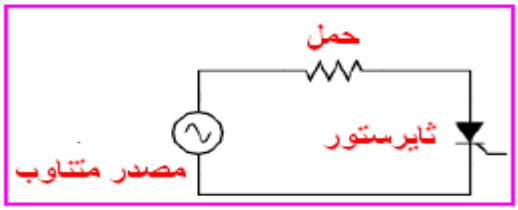
اختبار:

باستخدام جهاز الاوفوميتر الرقمي حاول قياس الفولتية على أطراف المصباح في حالتي شدة الإضاءة القوية والقليلة ، ولاحظ الفرق بينهما .

الاسئلة والتطبيقات

س1 : ارسم رمزا ومنحني الخواص لثنائي شوكلي مع كتابة البيانات على الرسم ؟

س2 : يستخدم الثايرستور في دائرة التيار المتناوب للتحكم في القدرة الواصلة للحمل كما في الشكل الموضح



ثايرستور يعمل على تيار متناوب

وكما هو معروف بان الثايرستور هو عنصر احادي الاتجاه . فما مقدار القدرة التي يعطيها المصدر للحمل في هذه الدائرة ؟

الخيارات : (نصف القدرة – كل القدرة – لا يعطي قدرة) .

س3: في الدائرة الالكترونية المحتوية على ثايرستور، ومقاومة متغيرة للتحكم بسرعة محرك تيار مستمر .ماذا يحصل لسرعة المحرك عندما نخرج المقاومة المتغيرة من الدائرة؟

س4: متى يوصل الترياك التيار من الطرف T1الى الطرف T2؟

س5: ما الفرق بين الداياك والترياك؟

س6:عرف الداياك ، وهل تعتمد عملية التحول فيه من القطع الى التوصيل على اتجاه القطبية على طرفيه ؟

س7: يستخدم الترياك كعنصر في التطبيقات التي لا تتطلب قدرات عالية ، أعط مثال على ذلك.

الباب الثاني

الفصل الأول

التدريب العملي (ألأنظمة الهيدروليكية)

Hydraulic Systems

الأهداف

الهدف العام :

في هذا الفصل يتعرف الطالب صيانة واكتشاف أعطال دوائر التحكم الهيدروليكية فضلاً عن إضافة إلى تطبيق تمرينات عملية على المنظومات الهيدروليك ومكوناتها ، وفي ضوئها يتعرف الطالب قراءة المخططات الهيدروليكية وكيفية تنفيذها .

الأهداف الخاصة:

تعريف الطالب بالموضوعات الآتية :

7- محاذير الأمان عند بدء إدارة دوائر التحكم الهيدروليكية .

8- محاذير الأمان عند صيانة دوائر التحكم الهيدروليكية .

9- الأعمال التي تتم في صيانة الدوائر الهيدروليكية .

10- الأعطال الشائعة في دوائر التحكم الهيدروليكية .

11- التدريب على تسلسل اكتشاف أعطال الدوائر الفرعية والأساسية.

12- معالجة بعض الأسباب المسببة للأعطال .

13- تمرينات عملية حول الدوائر الهيدروليكية .

محتويات

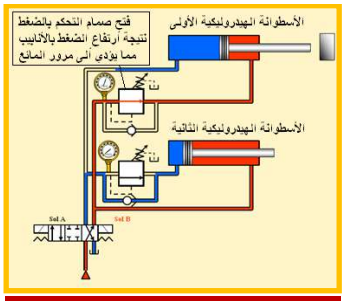
الفصل 1

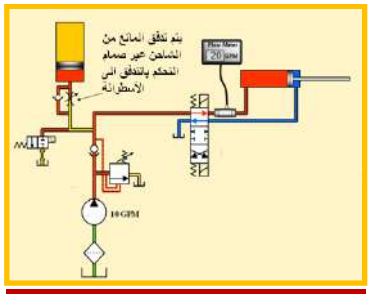
تعلم الموضوعات

- صيانة واكتشاف أعطال دوائر التحكم الهيدروليكية.
- محاذير الأمان عند بدء إدارة الدوائر.
- محاذير الأمان عند صيانة الدوائر الهيدروليكية .
- الأعمال التي تتم في صيانة الدوائر الهيدروليكية .
- الأعطال الشائعة في دوائر التحكم الهيدروليكية .
- صوت مرتفع (أزيز) واهتزاز أثناء التشغيل /أسباب الإدارة الميكانيكية /أسباب خط السحب /أسباب المضخة /أسباب الزيت /أسباب خط الراجع.
- قدرة الخرج الهيدروليكية للدائرة غير كافية.
- ارتفاع درجة حرارة التشغيل بصورة ملحوظة.
- زبد (رغاوي) على الزيت الهيدروليكي أو تكون المحلول اللبني للزيت .
- احتراق الزيت وظهور رائحته وتحول لونه إلى اللون الغامق .
- انخفاض الضغط كما يبينه المانومتر .
- ضوضاء في المجموعة:
- انخفاض سرعة المكبس أو المحرك الهيدروليكي.
- انخفاض السرعة عند زيادة التحميل .
- اضطراب التتابع الزمني للمشاوير .
- عدم تحرك المكبس رغم أن الضغط عادي.
- التصاق ذراع المكبس عند نهاية مشواره .
- معالجة بعض الأسباب المسببة للأعطال /التخلص من الهواء بالمجموعة / انسداد المرشحات / تعليق صمام خفض الضغط / التصاق الصمامات.
- تمرينات عملية حول الدوائر الهيدروليكية .
- التمرين الأول: دراسة قدرة المضخة من خلال العلاقة بين الضغط ومعدل التدفق.
- التمرين الثاني: استخدام صمام تصريف الضغط.
- التمرين الثالث : التحكم في حركة الأسطوانة مفردة الفعل مع الصمام الأتجاهي (2/3).
- التمرين الرابع : التحكم في حركة الأسطوانة مزدوجة الفعل مع الصمام الأتجاهي (2/4).
- التمرين الخامس: التحكم في حركة الأسطوانة مزدوجة الفعل مع الصمام الأتجاهي (3/4).
- التمرين السادس: السيطرة على تشغيل أسطوانتين بصورة متتابعة في مشوار التقدم والرجوع.
- التمرين السابع: الأسطوانة التفاضلية.
- التمرين الثامن: زيادة معدل التدفق عن طريق الشاحن

التدريب العملي

(ألأنظمة الهيدروليكية)





1-1 صيانة واكتشاف أعطال دوائر التحكم الهيدروليكية

Detecting and maintenance for problems in the hydraulic circuits

أوضحت الخبرة أنّ التحكم الهيدروليكي قد غدا منهجاً حديثاً لا يمكن الاستغناء عنه في عمليات نقل الطاقة. وقد زادت أهمية التشغيل والتحكم والقيادة باستخدام الدوائر الهيدروليكية نظراً للاتجاه المتزايد نحو الميكنة واستخدام وسائل التحكم. وفي الوقت الحالي فإن عدداً كبيرا من الماكينات الحديثة والخطوط الصناعية ذات القدرة الكبيرة يتم التحكم فيها كلياً أو جزئياً عن طريق دوائر هيدروليكية ، في هذه الوحدة نتناول تقديم المعلومات الأساسية حول تخطيط صيانة النظم الهيدروليكية وطرائق الكشف عن العيوب الفنية بها إضافة إلى تمارين تطبيقية لتدريب الطالب على كيفية ربط والتحكم بالمكونات الهيدروليكية وقراءة المخططات الهيدروليكية ، وتتناول الوحدة العناصر الآتية :

1- محاذير الأمان عند بدء إدارة دوائر التحكم الهيدروليكية .

2- محاذير الأمان عند صيانة دوائر التحكم الهيدروليكية .

3- الأعمال التي تتم في صيانة الدوائر الهيدروليكية .

4- الأعطال الشائعة في دوائر التحكم الهيدروليكية .

5- التدريب على تسلسل اكتشاف أعطال الدوائر الفرعية والأساسية.

6- تمرينات عملية حول الدوائر الهيدروليكية .

2-1 محاذير الأمان عند بدء إدارة الدوائر

Safety cautions in the actuation hydraulic circuits

1- التأكد من تمام ربط جميع الوصلات .

2- التأكد من صحة مستوى الزيت في الخزان .

3- تحضير دفع المضخة وبحسب الأحمال الموجودة.

3-1 محاذير الأمان عند صيانة الدوائر الهيدروليكية

Safety cautions in maintenance of hydraulic circuits

1- مراعاة النظافة الكاملة.

2- غلق جميع الفتحات بالأغطية البلاستيكية.

3- يمنع منعاً باتاً استخدام قطع القطن في التنظيف.

4- عند استبدال إي وصلة هيدروليكية يتم التأكد من سلامتها .

5- يتم استخدام مفاتيح العزم عند ربط الأجزاء وليس بقوة اليد .

6- لا تتعامل مع الدوائر الهيدروليكية ويدك ممتلئة بالزيت والشحم .

7- يجب إنزال جميع الأحمال المعلقة بالدائرة.

8- يجب تفريغ جميع المراكم بالدائرة.

9- يجب فصل جميع الوصلات الكهربائية.

10- يجب أن تكون جميع قراءات الضغط في الدائرة أصفاراً.

11- يتم تشغيل صمامات التحكم في التوجيه عدة مرات (يدوياً أو كهربائياً) في جميع الاتجاهات وذلك للتأكد من تفريغ الضغوط المحبوسة.

12- لا يسمح بتسرب أي زيوت على الأرض منعاً للاشتعال أو الانزلاق.

13- تجنب صيانة الدوائر الهيدروليكية وهي ساخنة.

4-1 الأعمال التي تتم في صيانة الدوائر الهيدروليكية :

Operations that execute in maintenance of hydraulic circuits

1- اختبار مستوى الزيت في الخزان.

2- مراقبة درجة حرارة التشغيل.

3- مراقبة التسرب في جميع أجزاء الدائرة

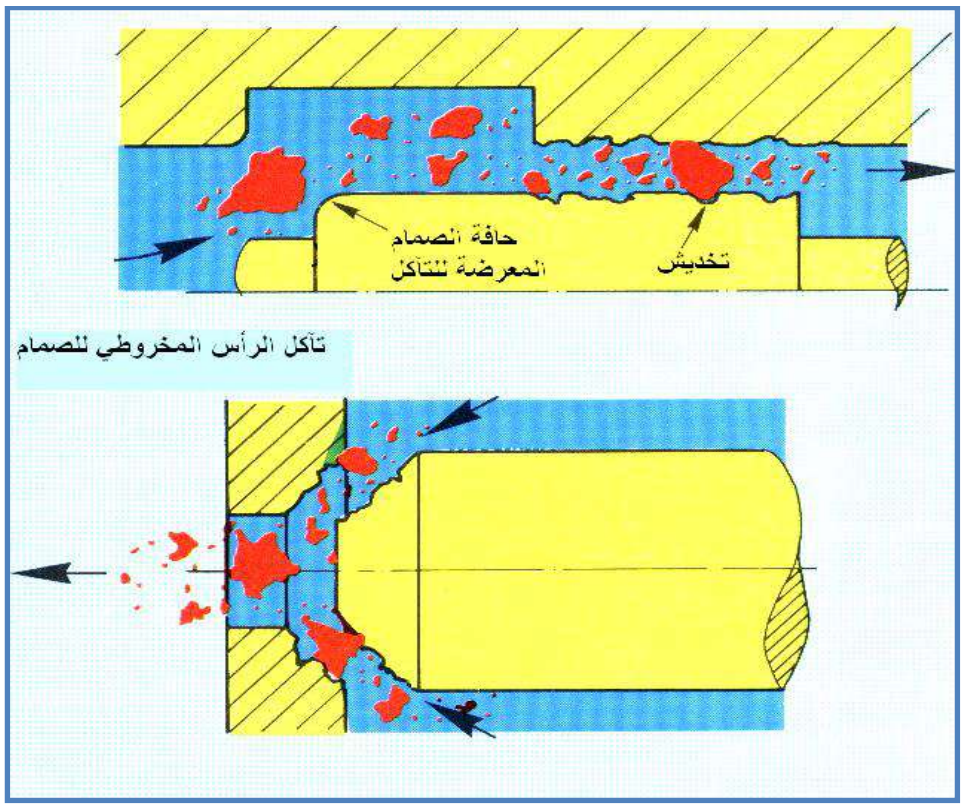
4- مراقبة مستوى تلوث الفلتر .

5- مراقبة ضغط الشحن للمراكم .

6- اختبار عينة من الزيت الهيدروليكي.

7- تغيير الزيت الهيدروليكي وبحسب الجدول الزمني لساعات العمل المصمم له الزيت .

8- تغيير قلب الفلتر للحفاظ على نظافة الزيت ، وبالنتيجة عدم تآكل الأجزاء الداخلية للدورة كما مبين في شكل (1-1).



شكل (1-1) تآكل الأجزاء الداخلية للدورة

9- تشحيم نقط الاتصال والتعليق في الأسطوانات ونقط التحميل.

10- اختبار ضبط صمامات التحكم في الضغط والتدفق (قوة النابض)

11- اختبار القارنة بين المحرك والمضخة .

5-1 الأعطال الشائعة في دوائر التحكم الهيدروليكية

Common problems in the hydraulic circuits

1-5-1 صوت مرتفع (أزيز) واهتزاز أثناء التشغيل .

High noise and vibration in the actuating

ولهذا العطل عدة أسباب وهي

أسباب الإدارة الميكانيكية:

- عدم توصيل عمود الإدارة للقارنة بصورة جيدة .
- عدم تثبيت القارنة جيداً .
- عيوب في نقل الحركة (سيور – تروس – فلاتر) .

- انعكاس اتجاه الدوران.
- سرعة المحرك أعلى من اللازم .

أسباب خط السحب:

- منفذ خزان الزيت مغلق .
- فلتر السحب مسدود ، أو صغير جداً ، أو بدون صمام لارجعي (ممر موازي) .
- خط السحب بأبعاد غير مناسبة ، أو به ثنايا كثيرة .
- مستوى الزيت في الخزان منخفض جداً .
- تسرب هواء في خط السحب نتيجة عدم إحكام ربط وصلات خط السحب.

أسباب المضخة :

- سرعة محرك الإدارة أكثر من المطلوب .
- ضغط المضخة تعدى الحد الأقصى .
- موانع تسريب الزيت للمضخة معيبة
- المضخة بها تآكل ومعيبة.
- تذبذب نظام التحكم في المضخات متغيرة الحجم الهندسي .
- المضخة مثبتة على مستوى عالٍ جداً من الزيت .

أسباب الزيت :

الزيت غير مطابق للمواصفات، درجة لزوجته عالية أو الزيت بارد جداً

أسباب خط الراجع:

فلتر الراجع مسدود أو صغير جداً أو بدون صمام لارجعي (خط متوازي)

2-5-1 قدرة الخرج الهيدروليكية للدائرة غير كافية.

Output pumping for hydraulic pump not enough

ولهذا العطل عدة أسباب وهي:

- عيوب في نقل الحركة الميكانيكية للمضخة .
- تسريب داخلي في المضخة نتيجة ارتفاع معدل التآكل في أجزائها .
- عيوب في خط الضغط (تسريب –مقاومة شديدة)
- عيوب في صمام التحكم في الضغط .
- لزوجة الزيت غير مطابقة المواصفات (مرتفعة جداً – منخفضة جداً)
- توصيلات غير منطقية بالدائرة .

3-5-1 ارتفاع درجة حرارة التشغيل بصورة ملحوظة.

Temperature increase in the hydraulic circuits

(كل فقد في الطاقة يعني ارتفاع درجة الحرارة) ولهذا العطل عدة أسباب وهي:

- المضخة والمحرك الهيدروليكي (تآكل – انخفاض كفاءته) .
- خط الضغط (مقاسات غير مطابقة للمواصفات بحسب التدفق – به اختناق).
- فلتر الضغط (مسدود – صغير – بدون صمام لارجعي موازي) .
- الصمامات (تآكل في أجزائها – إحجامها غير مطابقة حسب التدفق).
- المبرد (صمام مغلق – يحتاج تنظيف داخلي – مروحة التبريد ونظم إدارتها).
- الأسطوانات (تآكل داخلي – عيوب في موانع تسريب الزيت لرأس المكبس).

4-5-1 زبد (رغاوى) على الزيت الهيدروليكى أو تكون المحلول اللبنى للزيت :

Froths or foam on the hydraulic liquid

ولهذا العطل عدة أسباب وهي

- الخزان (نهايات خط السحب والضغط قريبة، ولا يوجد بينهما فاصل تصميمه غير مطابق للمواصفات – مستوى الزيت منخفض)
- خط السحب (عدم إحكام ربط وصلاته – نهايته قريبة من مستوى سطح الزيت)
- خط الراجع (نهايته أعلى من مستوى سطح الزيت)
- المضخة (موانع تسريب الزيت معيبة)
- سرعة دوران الزيت من وغلى الخزان عالية .

5-5-1 احتراق الزيت وظهور رائحته وتحول لونه إلى اللون الغامق :

Burning away hydraulic and converting its color to black

ارتفاع درجة حرارة التشغيل لمدة طويلة .

6-5-1 انخفاض الضغط كما يبينه المانومتر :

Dropping pressure

يؤدي ذلك إلى عدم قدرة المجموعة على تحريك الحمل وقد تكون أسبابه مايأتي :

- تعطل مبين الضغط (المانومتر) وفي هذه الحالة فإن المجموعة تعمل بصورة طبيعية .
- المضخة لاتعطي الضغط الكافي نتيجة لأحد الأسباب الآتية :

1. انعكاس اتجاه الدوران.
2. وجود هواء في المجموعة.
3. الزيت ذو لزوجة منخفضة.
4. حدوث تآكل وبري في أجزاء المضخة مثل (العضو الساكن أو الريش في المضخة ذات الريش – التروس أو جسم المضخة الترسية – المكابس أو الأسطوانات في حالة المضخة المكبسية)

- انخفاض مستوى الزيت في الخزان .
- حدوث تسرب للزيت نتيجة وجود مسام في الأجزاء المصنعة من الزهر المسبوك (صناعة رديئة)
- حدوث تسرب في الزيت من الأنابيب ، الوصلات أو الحواكم .
- حدوث عطل في صمام التصريف (تعليق) أو صمام التحكم في الضغط.
- التصاق صمامات التحكم أو عكس الحركة .

7-5-1 ضوضاء في المجموعة:

Noise in hydraulic system

ولهذا العطل عدة أسباب وهي:

- ماسورة السحب مسدودة جزئياً نتيجة وجود شوائب بها .
- وجود هواء في المجموعة .
- التصاق ريش المضخة ذات الريش.
- عدم تثبيت صمام الأمان واهتزازه .
- زيادة سرعة المضخة عن المعدل المعتاد له.
- الحركة المضطربة للزيت في خطوط السحب أو التسليم نتيجة وجود هواء في الخطوط.
- انخفاض سعة المرشح إذا تم تصغيره.
- عدم ضبط صمام تخفيض الضغط أو صمام التوزيع.

8-5-1 انخفاض سرعة المكبس أو المحرك الهيدروليكي:

Dropping in piston speed or hydraulic motor

يحدث ذلك نتيجة انخفاض معدل دخول الزيت إلى أي منهما، وبافتراض أنّ الضغط لم ينخفض فيكون السبب هو أحد الاحتمالات الآتية:

- انسداد كلي وجزئي في إحدى المرشحات .

- اتساخ الزيت.
- وجود عطل في إحدى صمامات التحكم مثل ضعف النابض.

1-5-9 انخفاض السرعة عند زيادة التحميل :

Dropping in speed when load increase

قد يؤدي ذلك إلى ارتفاع درجة حرارة الزيت ، ويحدث ذلك نتيجة أحد الأسباب الآتية :

- عدم ضبط صمام التحكم في الضغط (من حيث قوة النابض).
- انسداد إحدى المرشحات في خط الضغط المرتفع .
- زيادة الحمل على المجموعة .

1-5-10 اضطراب التتابع الزمني للمشاوير :

Disturbance in sequence of stroke time

يحدث ذلك في بعض ألآت الورش كالمقاشط، والسبب الأساسي له هو اضطراب تشغيل صمام عكس الحركة نتيجة أحد الأسباب الآتية:

- وقوف الماكنة لمدة طويلة وجفاف الزيت داخل الصمام .
- انخفاض القوة المؤثرة على الصمام .
- اتساخ الزيت مما يؤثر على حرية حركة الصمام .
- ارتفاع درجة حرارة الزيت مما يؤدي لحدوث تمدد حراري في الصمام والتصاقه ، ويحدث ذلك إما لاتساخ الزيت ، وإمّا لعدم كفاءة التبريد.

1-5-11 عدم تحرك المكبس على الرغم من أنّ الضغط عادي:

Piston’s Unmoved in spite of normal pressure

يحدث ذلك نتيجة تلف حواكم الدفع حول المكبس مما يؤدي لتعادل الضغوط حول جانبيه ، وبالنتيجة عدم حركته .

1-5-12 التصاق ذراع المكبس عند نهاية مشواره :

Adherence rod piston at the stroke end

يحدث ذلك لأحد السببين الآتيين:

- غطاء الأسطوانة مفكوك.
- عدم توازي الأسطوانة والمكبس مع الجزء المتحرك .

6-1 معالجة بعض الأسباب المسببة للأعطال :

Define the reasons that cause problems

1-6-1 التخلص من الهواء بالمجموعة :

يمكن طرد الهواء من المجموعة بتشغيلها عدة دقائق عند السرعة القصوى ، إذ يحمل الهواء مع الزيت إلى خزان الزيت وهناك يتم التخلص منه . وكذلك يمكن فتح منافذ إخراج الهواء الموجودة بالأسطوانة الهيدروليكية وباقي الأجزاء حتى يخرج الزيت منها ثم إعادة إغلاقها جيدا.

2-6-1 انسداد المرشحات:

في هذه الحالة ينبغي غسل المرشح بالكيروسين ، ثم تجفيفه بالهواء المضغوط ، أو يستبدل إذا كان من النوع الورقي

3-6-1 تعليق صمام خفض الضغط :

يمكن إزالة ذلك بتحريك صمام خفض الضغط لأقصى تصرف، ثم إدارة المجموعة لمدة من 3-5 دقائق، ثم إعادة الصمام لوضع التشغيل العادي. أما في حالة عدم نجاح هذه الطريقة فيجب فتح الصمام كله، ثم غسله بالكيروسين.

4-6-1 التصاق الصمامات:

يمكن إزالة التصاق الصمام بالدق الخفيف على مكبس الصمام باستعمال قضيب من النحاس الطري، وبذلك فإن الالتصاق يزول ويتحرك الصمام بالطريقة العادية.

7-1 تمرينات عملية حول الدوائر الهيدروليكية :

Practical experiences in hydraulic circuits

1-7-1

أسم التمرين: دراسة قدرة المضخة من خلال العلاقة بين الضغط ومعدل التدفق.	رقم التمرين: التمرين الأول
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	الزمن المخصص: أربع ساعات

الأهداف التعليمية:

تمكين الطالب من معرفة أساسيات عمل المضخات في الدوائر الهيدروليكية، وكيفية ارتفاع الضغط في الدوائر الهيدروليكية وعلاقة الضغط مع معدل التدفق في الدورة.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- المجموعة الهيدروليكية وتتكون من :

السائل – الخزان – المضخة الهيدروليكية – المحرك الكهربائي – صمام تصريف الضغط – ساعة قياس الضغط. (مع ملاحظة أنّ المرشح غير موجود في المجموعة) .

2- ساعة قياس الضغط.

3- صمام بوابي.

4- خزان مدرج.

ملاحظة: أقصى ضغط تشغيل (60 bar).

المعلومات النظرية:

تعمل المضخات على دفع السائل إلى الدائرة الهيدروليكية واستمرار سريانه بها، وإكسابه القوى اللازمة لذلك.

تسحب المضخة السائل (غالباً من الخزان) وتدفعه نحو فتحة المخرج. منها يدخل السائل إلى الدائرة الهيدروليكية، ويصل إلى أماكن استخدامه عن طريق عناصر التحكم المختلفة، يلقي السائل مقاومة لحركته عند المستخدم، كما في حالة مكبس الأسطوانة الهيدروليكية الواقع تحت تأثير حمل خارجي.

طبقاً لقيمة هذه المقاومة، يأخذ ضغط السائل في الارتفاع، حتى يصل إلى قيمة تمكنه من التغلب على المقاومة، فتبدأ حركة المستخدم. وهكذا، فإن المضخة الهيدروليكية لا ترفع ضغط السائل، ولكن الضغط يرتفع نتيجة المعوقات المختلفة التي تقاوم تدفق السائل داخل الدائرة. وعلى المضخة أن تتحمل الضغوط المتولدة ، والاستمرار في دفع السائل إلى الدائرة من دون أن يؤدي ارتفاع الضغوط إلى فشلها في ذلك . يمكن أيضاً أن نتصور السائل كعامود توصيل، تنتقل إليه من المضخة القوى اللازمة للتغلب على الأحمال. وفي هذا التمرين سيتم التوضيح للطالب العلاقة بين معدل التدفق في الدائرة الهيدروليكية مع الضغط الناتج نتيجة وجود عائق في الدورة.

خطوات العمل:

1- عمل المخطط الهيدروليكي كما مبين في الشكل (1-2) والتأكد من سلامة التوصيل من قبل المدرب .

2- فتح الصمام ألبوابي كلياً.

3- فتح الخزان المدرج.

4- تشغيل المضخة الهيدروليكية.

5- غلق الصمام البوابي تدريجياً، حتى يرتفع الضغط إلى القيمة المطلوبة في الجدول وهي (15 bar).

6- إطفاء المضخة الهيدروليكية، وتفريغ الخزان المدرج من السائل، ومن ثم إغلاقه.

7- تشغيل المضخة الهيدروليكية لمدة (15 ثانية) بحيث يكون تشغيل ساعة الوقت مع تشغيل المضخة .

8- إطفاء المضخة بعد مرور الوقت المطلوب، وننتظر حتى يستقر السائل الذي بداخل الخزان المدرج، ونقيس حجم السوائل الموجودة داخله، مع ملاحظة أنّ الزمن للقراءات كلها هو (15 ثانية).

9- نسّجل القيمة الأولى في الجدول بوحدة: اللتر، ثم نضربها في أربعة ليتم تحويلها إلى الوحدة: لتر / دقيقة.

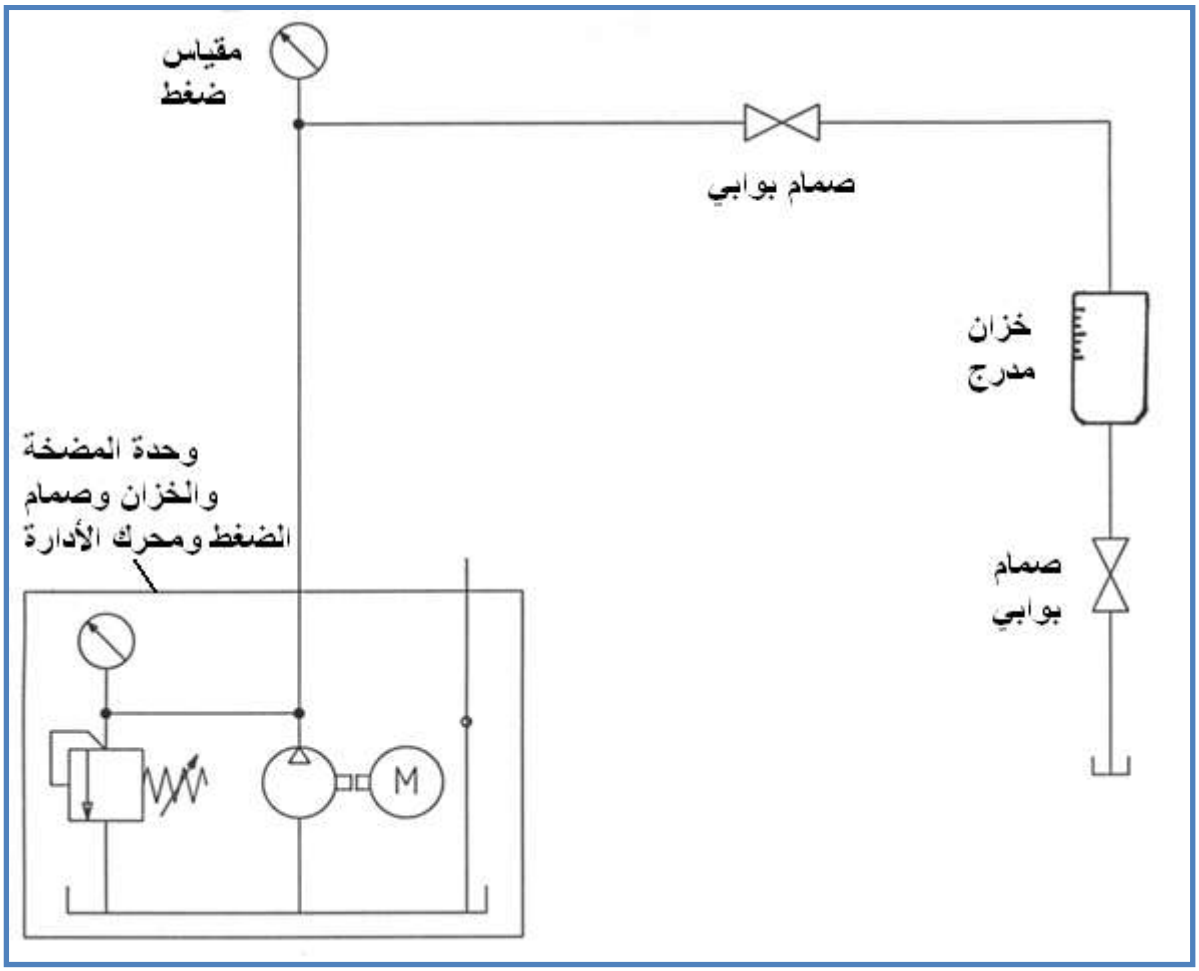
10- يعبأ الجدول (1-1)، ويتم رسم الشكل البياني للتمرين للقراءات كلها مع اختلاف الضغط وثبات الزمن.

أسئلة المناقشة:

1- ماذا يستطيع المرء أن يستنتج من خط المنحني ؟

2- هل تنتج المضخة ضغطاً أو كمية تدفق فقط ؟

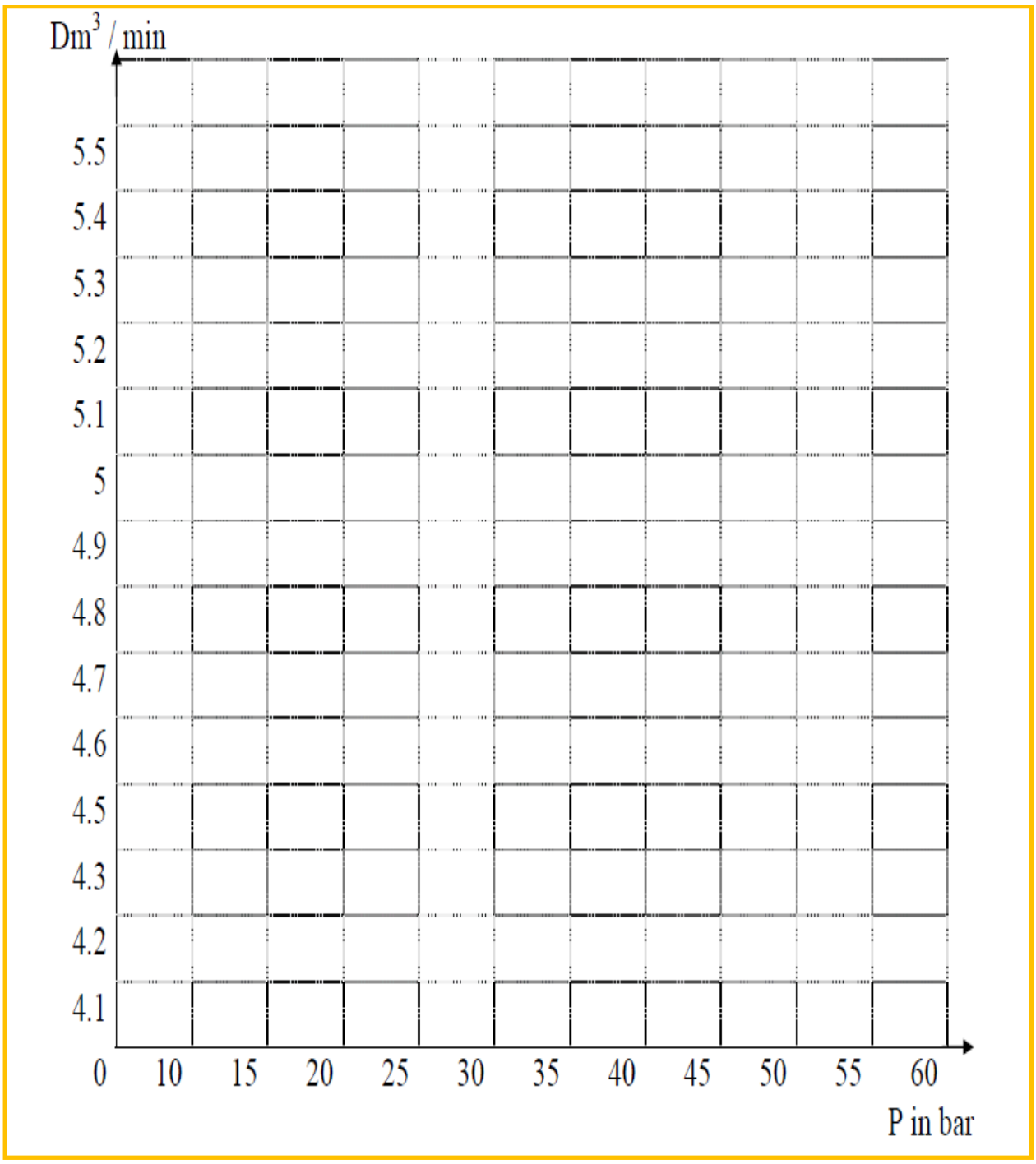
3- من أين ينشا الضغط في الدائرة الهيدروليكية ؟



شكل (1-2) المخطط الهيدروليكي للتمرين الأول

الجدول (1-1) يبين حجم السائل بالخزان المدرج خلال 15 ثانية ويبين حجم السائل بالدقيقة

الضغط	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	bar
V in 15 sec											Dm^3
V X 4											Dm^3/ min



الرسم البياني للتمرين الأول

2-7-1:

أسم التمرين: استخدام صمام تصريف الضغط.	**رقم التمرين: التمرين الثاني**
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	**الزمن المخصص: أربع ساعات**

الأهداف التعليمية:

تمكين الطالب من معرفة أساسيات عمل صمام التحكم بالضغط ، وتأثيره في الدوائر الهيدروليكية .

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- المجموعة الهيدروليكية.

2- ساعة قياس الضغط.

3- صمام بوابي.

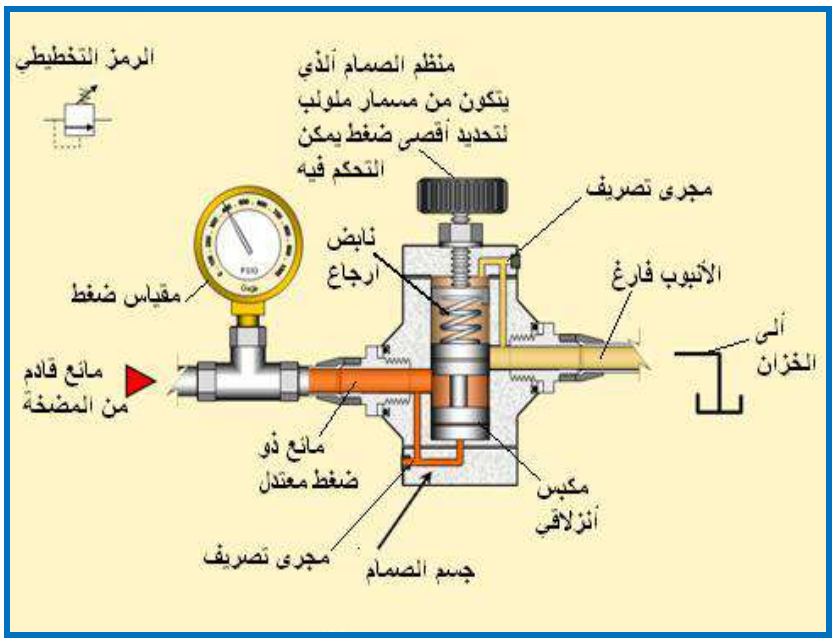
4- صمام تصريف الضغط.

5- خزان مدرج.

ملاحظة: ضغط التشغيل (50 bar)

المعلومات النظرية:

تعمل صمامات الضغط على التحكم في ضغط الزيت داخل المجموعة الهيدروليكية. أو تعمل على تثبيت الضغط داخل المجموعة الهيدروليكية وكصمام أمان، حيث عند زيادة ضغط الزيت عن قيمة معينة، ينساب جزء منه عائداً إلى الخزان ليظل ضغط التشغيل ثابتاً، ويبين الشكل (1-3) مكونات الصمام.



شكل (1-3) صمام التحكم بالضغط

خطوات العمل:

1- عمل المخطط الهيدروليكي كما مبين في الشكل (1-4)، والتأكد من سلامة التوصيل من قبل المدرب

2- فتح الصمام ألبوابي كلياً .

3- فتح الخزان المدرج .

4- تشغيل المضخة الهيدروليكية.

5- غلق الصمام ألبوابي كلياً.

6- يتم ضبط ضغط التشغيل على (50 bar) عن طريق صمام تصريف الضغط.

7- الآن يتم فتح الصمام ألبوابي للتحكم في الضغط المطلوب في الجدول، وأول قيمة للضغط مقدارها (35 bar).

8- إطفاء المضخة.

9- بعد خلو الخزان المدرج من السائل نغلق الخزان المدرج، ثم نحسب حجم السائل خلال مدة مقدارها (15 ثانية).

10- نسجل القيمة الأولى في الجدول بوحدة: اللتر، ثم تضرب في أربعة (4) ليتم تحويلها إلى الوحدة: لتر / دقيقة.

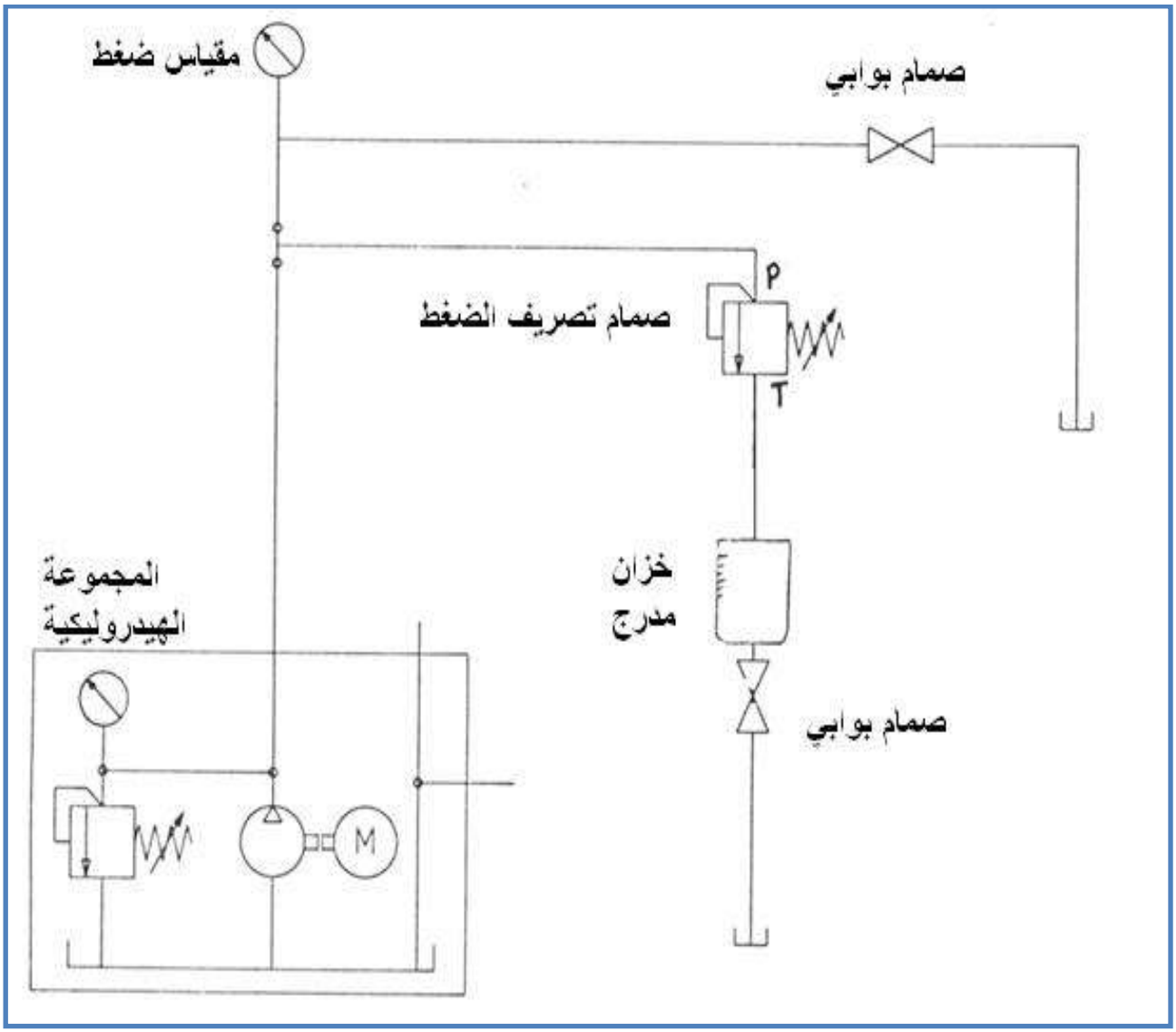
11- يعبأ الجدول (1-2) ويرسم الرسم البياني للتمرين للقراءات كلها مع اختلاف الضغط وثبات الزمن (15 ثانية) .

أسئلة المناقشة:

1- ما العلاقة بين الضغط وحجم السائل ؟

2- متى يقوم صمام تصريف الضغط بتصريف السائل إلى الخزان ؟

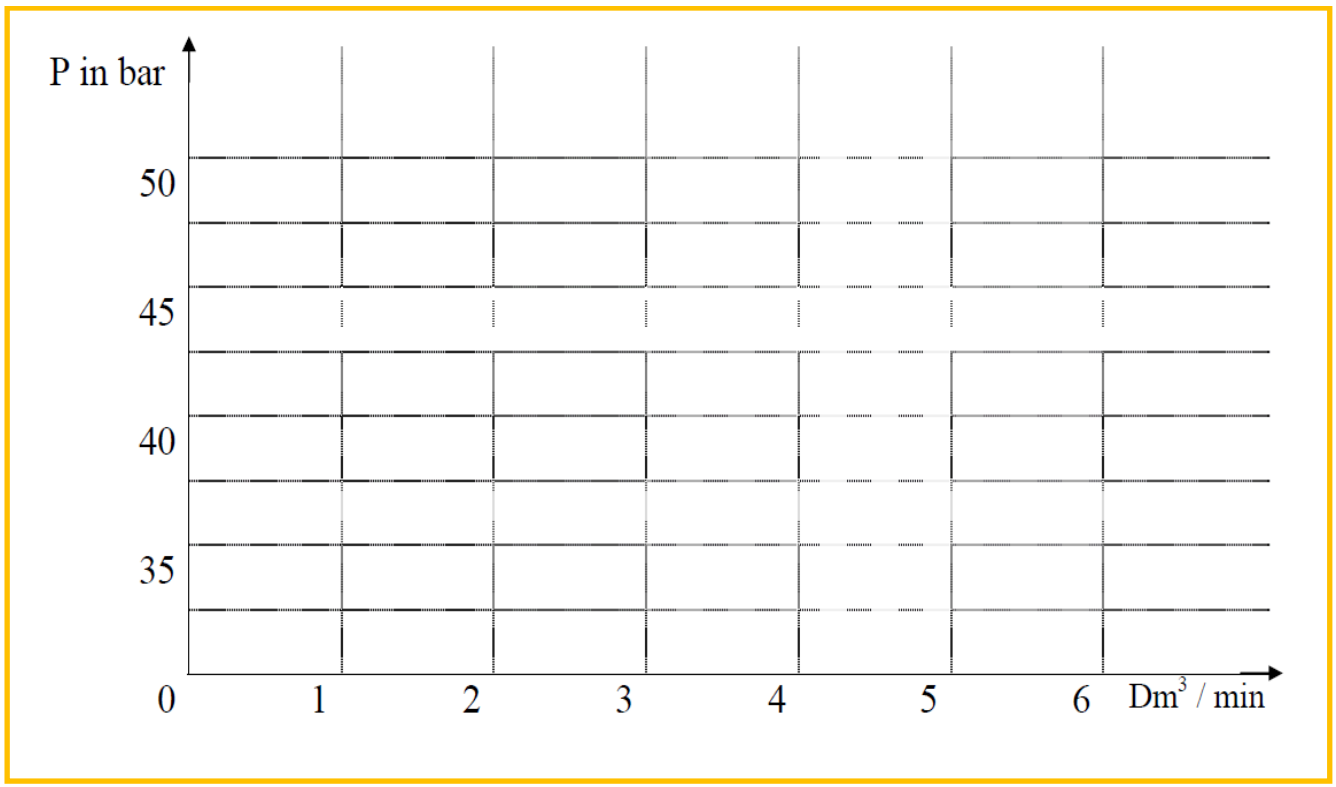
3- ما مهمات صمام تصريف الضغط ؟



شكل (1-4) المخطط الهيدروليكي للتمرين الثاني

الجدول (1-2) يبين حجم السائل خلال 15 ثانية وحجم السائل بالدقيقة مقابل كل ضغط مثبت

الضغط	35	40	42.5	45	47.5	50	bar
V in 15 sec							**Dm^3**
V X 4							**Dm^3/ min**



الرسم البياني للتمرين الثاني

3-7-1

أسم التمرين: التحكم في حركة الأسطوانة مفردة الفعل مع الصمام ألاتجاهي (2/3).	**رقم التمرين: التمرين الثالث**
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	**الزمن المخصص: أربع ساعات**

الأهداف التعليمية

تمكين الطالب من تعرف أساسيات عمل الأسطوانة الهيدروليكية مفردة الفعل والصمام ألاتجاهي (2/3) وكيفية التحكم باتجاه حركة الأسطوانة عن طريق الصمام.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- المجموعة الهيدروليكية.

2- ساعة قياس الضغط

3- صمام تصريف الضغط.

4- صمام بوابي.

5- صمام اتجاهي (2/3).

6- أسطوانة مفردة الفعل بدون نابض.

ملاحظة: ضغط التشغيل (30 bar)

خطوات العمل:

1- عمل المخطط الهيدروليكي كما مبين في الشكل (1-5)، والتأكد من سلامة التوصيل من قبل المدرب.

2- غلق الصمام ألبوابي كلياً.

3- فتح صمام تصريف الضغط كلياً.

4- تشغيل المضخة الهيدروليكية.

5- يتم ضبط ضغط التشغيل على (30 bar) عن طريق صمام تصريف الضغط.

6- فتح الصمام ألبوابي.

7- تشغيل الصمام ألاتجاهي (2/3) بحيث يكون على وضع التشغيل، وبالنتيجة يتحرك مكبس الأسطوانة مفردة الفعل على (مشوار التقدم).

8- عند حركة المكبس إلى الأمام نقرأ الضغط على مقياسي الضغط (Pe1) و (pe2) ،في أثناء حركة المكبس ، مع حساب زمن التقدم للمكبس .

9- كذلك نقرأ الضغط على مقياسي الضغط (pe1) و (pe2)في أثناء ثبات المكبس إلى الأعلى.

10- نضع الصمام ألاتجاهي (2/3) على الوضع العادي فيرجع المكبس إلى الخلف (مشوار الرجوع) و نقرأ الضغط على مقياسي الضغط (pe1) و (pe2)، في أثناء رجوع المكبس، مع حساب زمن رجوع المكبس.

11- بعد استقرار المكبس في الأسطوانة نقرأ الضغط على مقياسي الضغط (pe1) و (pe2) .

12- نسجّل الآتي في الجدول (1-3) :

أوضاع التحكم – اتجاهات التدفق – الضغط بالبار – الزمن (للتقدم وللرجوع) بالثانية

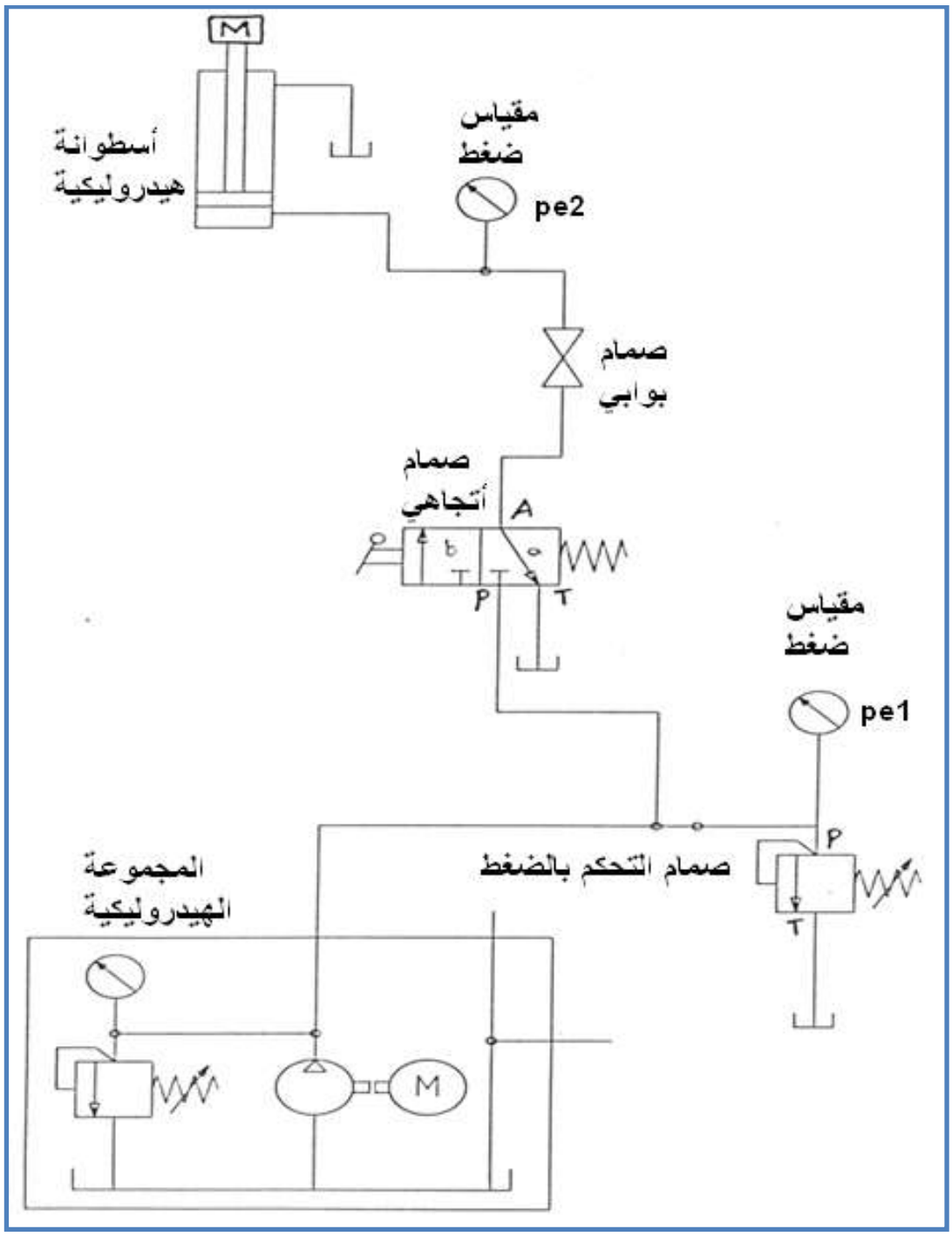
ضغط التشغيل : (30 bar)

أسئلة المناقشة:

1- ما فائدة الصمام ألبوابي في الدائرة ؟

2- علل : توصيل مخرج الأسطوانة بالخزان

3- ما الغرض من الصمام ألاتجاهي (2/3) ؟



شكل (1-5) المخطط الهيدروليكي للتمرين الثالث

الجدول (1-3) يبين أوضاع التحكم للصمام – اتجاهات التدفق – الضغط بالبار – الزمن (للتقدم وللرجوع) بالثانية

حالة الأسطوانة مفردة الفعل	(وضع التحكم) للصمام ألاتجاهي (2/3)	(اتجاه التدفق) للصمام ألاتجاهي (2/3)	الضغط 1 (pe1)	الضغط 2 (pe2)	الزمن
الرفع (مشوار التقدم)					
ثبات مكبس الأسطوانة في الأعلى					
النزول (مشوار الرجوع)					
ثبات مكبس الأسطوانة في الأسفل					

4-7-1:

أسم التمرين: التحكم في حركة الأسطوانة مزدوجة الفعل مع الصمام ألاتجاهي (2/4).	رقم التمرين: التمرين الرابع
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	الزمن المخصص: أربع ساعات

الأهداف التعليمية:

تمكين الطالب من التعرف على أساسيات عمل الأسطوانة الهيدروليكية مزدوجة الفعل والصمام ألاتجاهي (2/4) وكيفية التحكم باتجاه حركة الأسطوانة عن طريق الصمام.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- المجموعة الهيدروليكية.

2- ساعة قياس الضغط.

3- صمام تصريف الضغط.

4- صمام بوابي.

5- صمام اتجاهي (2/4)

6- اسطوانة مزدوجة الفعل.

ملاحظة: ضغط التشغيل (40 bar)

خطوات العمل:

1- عمل المخطط الهيدروليكي كما مبين في الشكل (1-6) والتأكد من سلامة التوصيل من قبل المدرب.

2- غلق الصمام البوابي كلياً

3- فتح صمام تصريف الضغط كلياً

4- تشغيل المضخة الهيدروليكية.

5- يتم ضبط ضغط التشغيل على (40 bar) عن طريق صمام تصريف الضغط.

6- فتح الصمام البوابي.

7- تشغيل الصمام الأتجاهي (2/4) بحيث يكون على وضع (a) ، وبالنتيجة يتحرك المكبس في الأسطوانة مفردة الفعل إلى (مشوار التقدم) .

8- عند حركة المكبس إلى الأمام نقرأ الضغط على مقياسي الضغط (pe1) و (pe2) ، في أثناء حركة المكبس ، مع حساب زمن التقدم للمكبس.

9- كذلك نقرأ الضغط على مقياسي الضغط (pe1) و (pe2)في أثناء ثبات المكبس إلى الأعلى.

10- نضع الصمام الاتجاهي (2/4) على الوضع (b) فيرجع المكبس إلى الخلف (مشوار الرجوع) و نقرأ الضغط على مقياسي الضغط (pe1) و (pe2)، في أثناء رجوع المكبس، مع حساب زمن رجوع المكبس.

11- بعد استقرار المكبس في الأسطوانة نقرأ الضغط على مقياسي الضغط (pe1) و (pe2) .

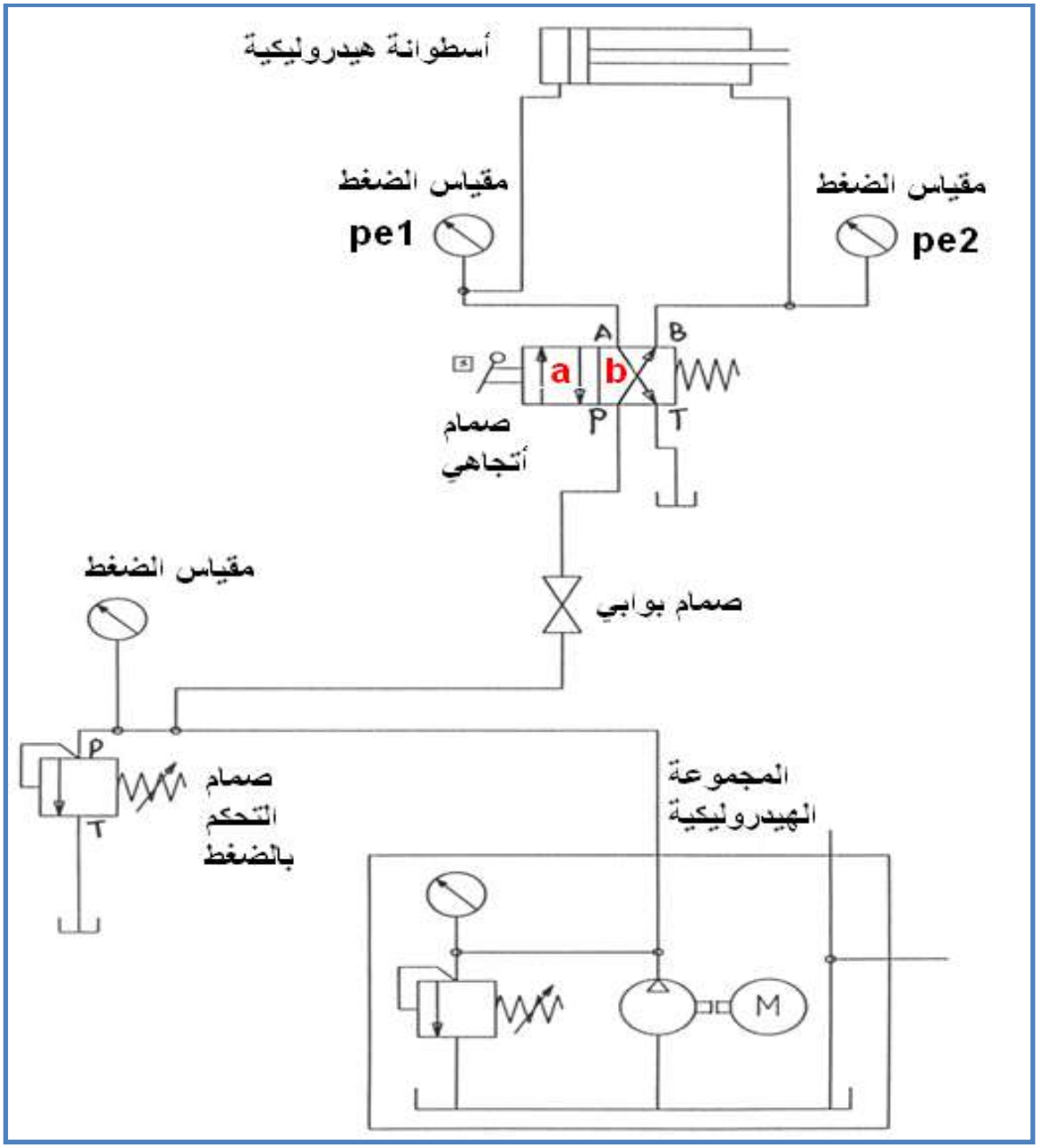
12- سجل الآتي في الجدول (1-4) :

أوضاع التحكم – اتجاهات التدفق – الضغط بالبار – الزمن (للتقدم وللرجوع) بالثانية

أسئلة المناقشة:

1- ما فائدة الصمام البوابي في الدائرة ؟

2- أيهما زمن تقدم المكبس أم زمن رجوع المكبس في الأسطوانة مزدوجة الفعل ؟ ولماذا؟



الشكل (1-6) المخطط الهيدروليكي للتمرين الرابع

جدول (1-4) أوضاع التحكم للصمام – اتجاهات التدفق – الضغط بالبار – الزمن (للتقدم وللرجوع) بالثانية

الأسطوانة مزدوجة الفعل	وضع التحكم للصمام ألاتجاهي (2/4)	اتجاه التدفق للصمام ألاتجاهي (2/4)	ضغط 1 (pe1)	ضغط 2 (pe2)	زمن الحركة
مشوار التقدم للمكبس					
الوضع النهائي للتقدم					
مشوار الرجوع للمكبس					
الوضع النهائي للرجوع					

1-7-5:

أسم التمرين: التحكم في حركة الأسطوانة مزدوجة الفعل مع الصمام ألاتجاهي (3/4).	رقم التمرين: التمرين الخامس
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	الزمن المخصص: أربع ساعات

الأهداف التعليمية:

تمكين الطالب من تعرف أساسيات عمل الأسطوانة الهيدروليكية مزدوجة الفعل ، والصمام الاتجاهي (3/4) وكيفية التحكم باتجاه حركة الأسطوانة عن طريق الصمام.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- المجموعة الهيدروليكية.

2- ساعة قياس الضغط.

3- صمام تصريف الضغط.

4- صمام اتجاهي (3/4)

5- أسطوانة مزدوجة الفعل.

ملاحظة: ضغط التشغيل (45 bar)

خطوات العمل:

1- عمل المخطط الهيدروليكي كما مبين في الشكل (1-7)، والتأكد من سلامة التوصيل من قبل المدرب.

2- فتح صمام تصريف الضغط كلياً.

3- تشغيل المضخة الهيدروليكية.

4- وضع الصمام الاتجاهي (3/4) على الوضع (a) ، إذ يتقدم المكبس إلى الأمام إلى أن يتوقف .

5- يتم ضبط ضغط التشغيل على (40 bar) عن طريق صمام تصريف الضغط.

6- إعادة المكبس إلى الخلف بوضع الصمام الاتجاهي (3/4) على الوضع (b).

7- وضع الصمام الاتجاهي (3/4) بحيث يكون على وضع (a)، وبالنتيجة يتحرك المكبس في الأسطوانة مزدوجة الفعل (مشوار التقدم).

8- عند حركة المكبس إلى الأمام نقرأ قيمة الضغط على مقاييس الضغط : (pe1) و (pe2) و (pe3) ، في أثناء حركة المكبس ، مع حساب زمن التقدم للمكبس .

9- كذلك نقرأ قيمة الضغط على مقاييس الضغط (pe1) و (pe2) و (pe3) في أثناء ثبات المكبس إلى الأعلى .

10- نضع الصمام الاتجاهي (3/4) على الوضع (b) فيرجع المكبس إلى الخلف (مشوار الرجوع) ونقرأ الضغط على مقاييس الضغط (pe1) و (pe2) و (pe3)، أثناء رجوع المكبس، مع حساب زمن رجوع المكبس.

11- نضع الصمام الاتجاهي (3/4) على الوضع الأوسط (0) ، بحيث يكون المكبس إما في حالة تقدم أو حالة رجوع ، المهم أن يكون المكبس في منتصف المشوار، ثم نقرأ قيمة الضغط على مقاييس الضغط : (pe1) و (pe2) و (pe3) .

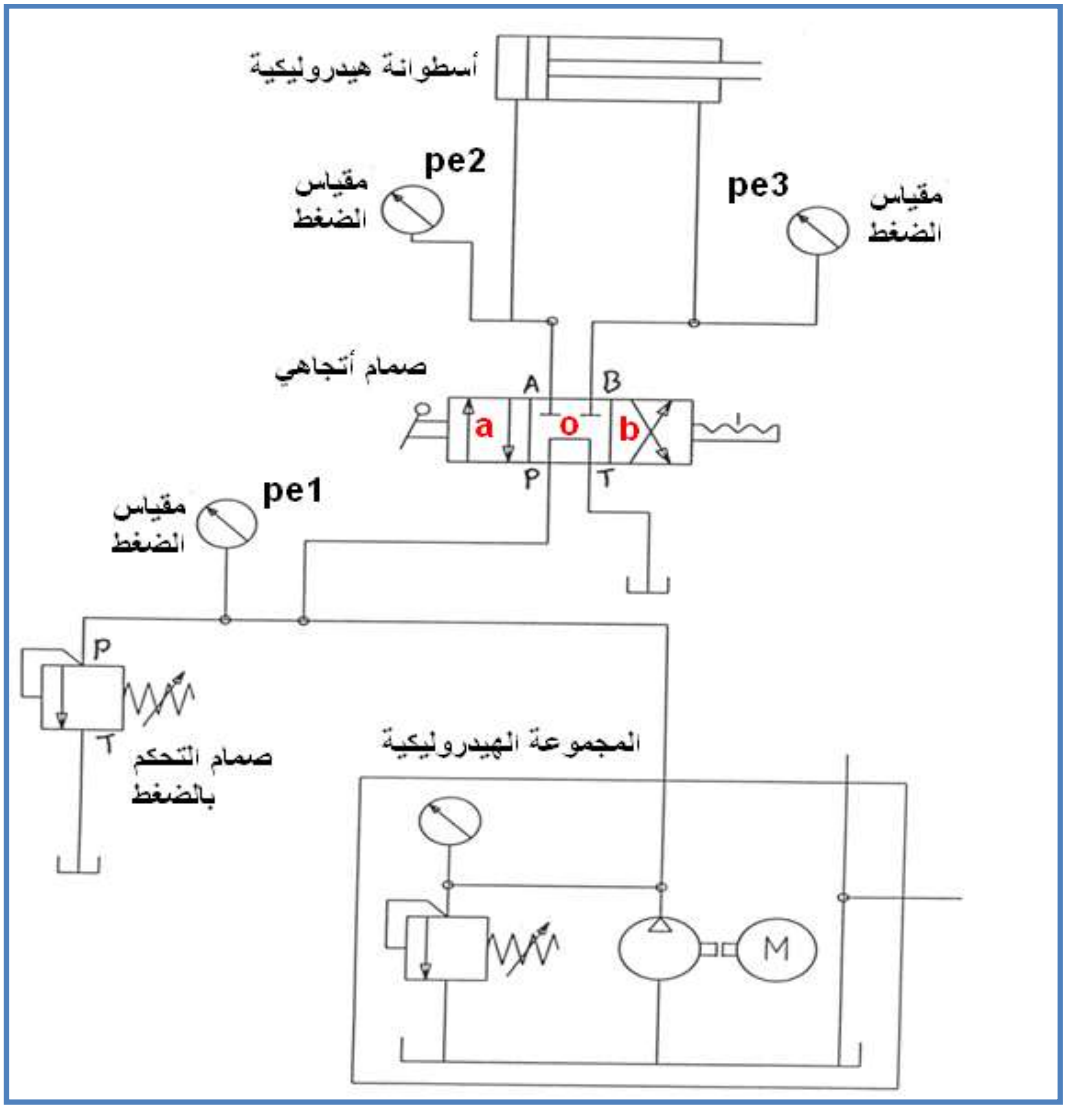
12- نسجّل الآتي في الجدول (1-5) :

أوضاع التحكم – اتجاهات التدفق – الضغط بالبار – الزمن (للتقدم وللرجوع) بالثانية.

أسئلة المناقشة:

1- ما فائدة الوضع الأوسط بالنسبة للصمام الاتجاهي (3/4) ؟

2- أيهما أسرع زمن تقدم المكبس أم زمن رجوع المكبس في الأسطوانة مزدوجة الفعل ؟ ولماذا ؟



شكل (1-7) يمثل المخطط الهيدروليكي للتمرين الخامس

جدول (1-5) أوضاع التحكم للصمام – اتجاهات التدفق – الضغط بالبار – الزمن (للتقدم وللرجوع) بالثانية

الأسطوانة مزدوجة الفعل	وضع التحكم للصمام ألاتجاهي (3/4)	اتجاه التدفق للصمام ألاتجاهي (3/4)	ضغط 1 (pe1)	ضغط 2 (pe2)	ضغط 3 (pe3)	زمن الحركة
مشوار التقدم للمكبس						
مشوار الرجوع للمكبس						
توقف المكبس						

1-7-6:

أسم التمرين: السيطرة على تشغيل أسطوانتين بصورة متتابعة في مشوار التقدم والرجوع.	رقم التمرين: التمرين السادس
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	الزمن المخصص: أربع ساعات

الأهداف التعليمية:

تمكين الطالب من السيطرة على التشغيل والتحكم في أسطوانتين بصورة متتابعة عن طريق صمام التحكم بالضغط مع صمام لارجعي موازي .

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- المجموعة الهيدروليكية.

2- ساعة قياس الزمن.

3- مقياس ضغط عدد 2.

4- صمام بوابي.

5- صمام اتجاهي (3/4).

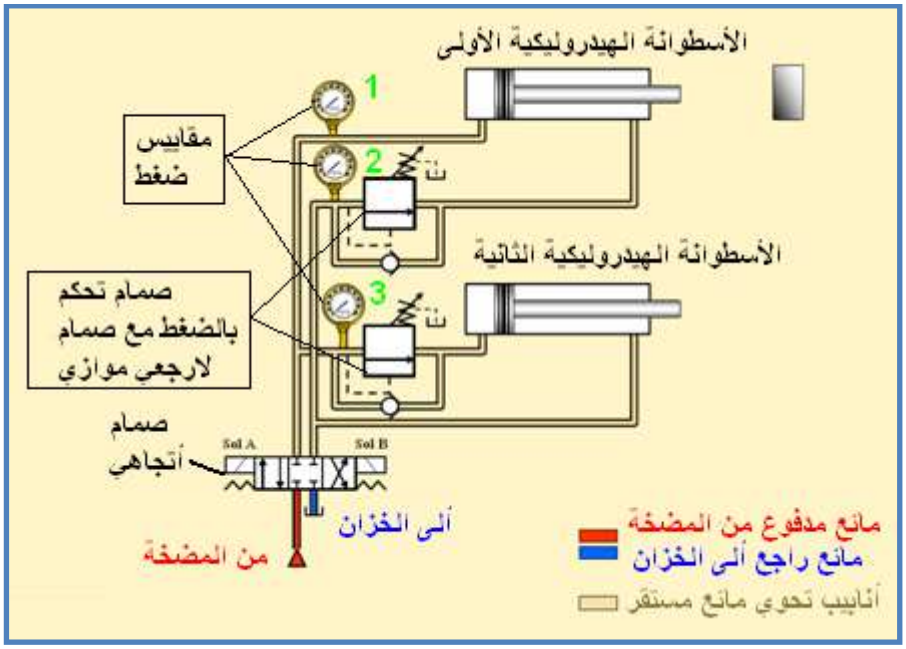
6- صمام التحكم بالضغط مع صمام لارجعي موازي عدد 2 .

7- اسطوانة مزدوجة الفعل عدد2 .

ملاحظة: ضغط التشغيل (50 bar).

خطوات العمل:

1- عمل المخطط الهيدروليكي كما مبين في الشكل (1-8)، والتأكد من سلامة التوصيل من قبل المدرب.

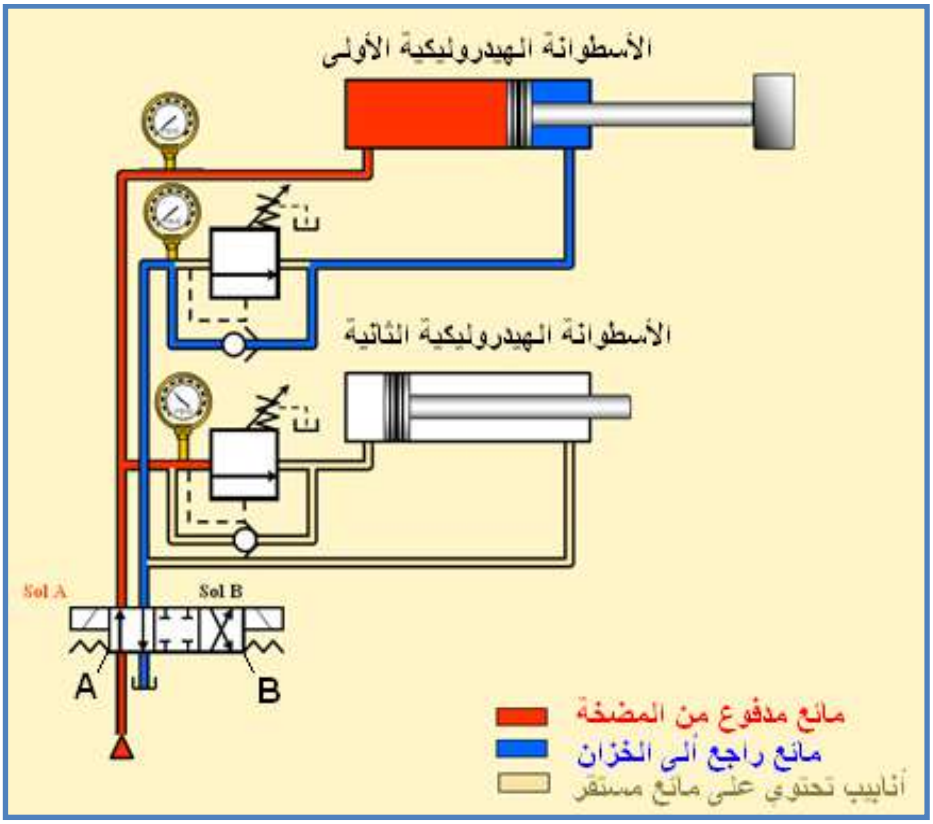


شكل(1-8) المخطط الهيدروليكي

2- تثبيت صمامات الضغط على ضغط (20 bar) للفتح .

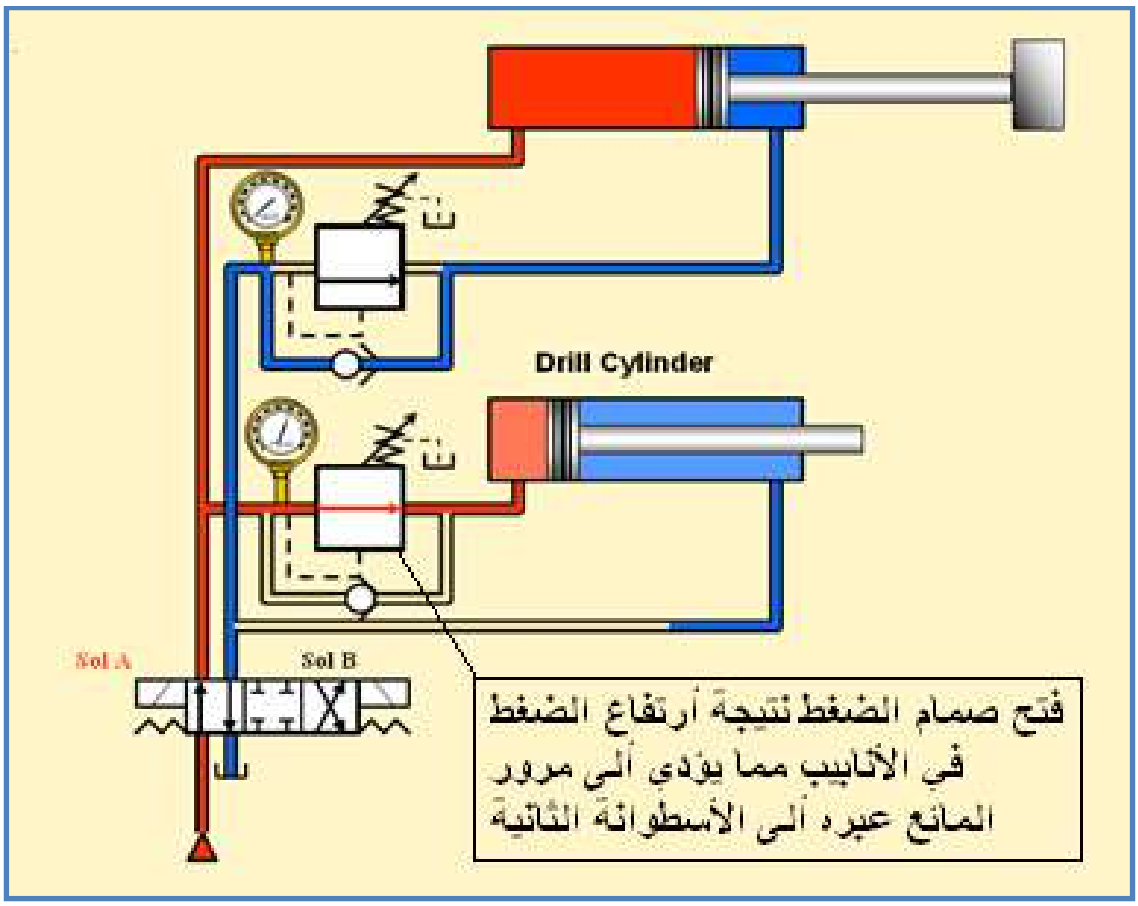
3- تشغيل المضخة الهيدروليكية.

4- تشغيل الصمام الاتجاهي وتحويله إلى الوضع (A) سوف نرى جريان المائع في الأنابيب كما مبين في الشكل (1-9) باتجاه الأسطوانة الأولى والثانية (اللون الأحمر) ، فعند وصوله إلى منفذ الاسطوانة الأولى سوف يحرك الاسطوانة بمشوار التقدم ، لأن اتصال المنفذ مع الأنبوب بنحوٍ حر ، أما الأسطوانة الثانية فسوف يمنع صمام الضغط من دخول المائع إلى الاسطوانة الثانية لحين وصول ضغط المائع في الأنابيب إلى ضغط (20bar) ،في أثناء ذلك سوف تندفع الأسطوانة الأولى ، فيتم تسجيل وقت مشوار التقدم في الاسطوانة الأولى وضغط المقاييس في (1 ، 2، 3) كما مبين في جدول (1-6) ، وسوف نرى رجوع المائع في الاسطوانة الأولى للجهة الأخرى من المكبس إلى الخزان عن طريق (المسار الحر للصمام اللارجعي الموازي لصمام الضغط) (اللون الزرق).



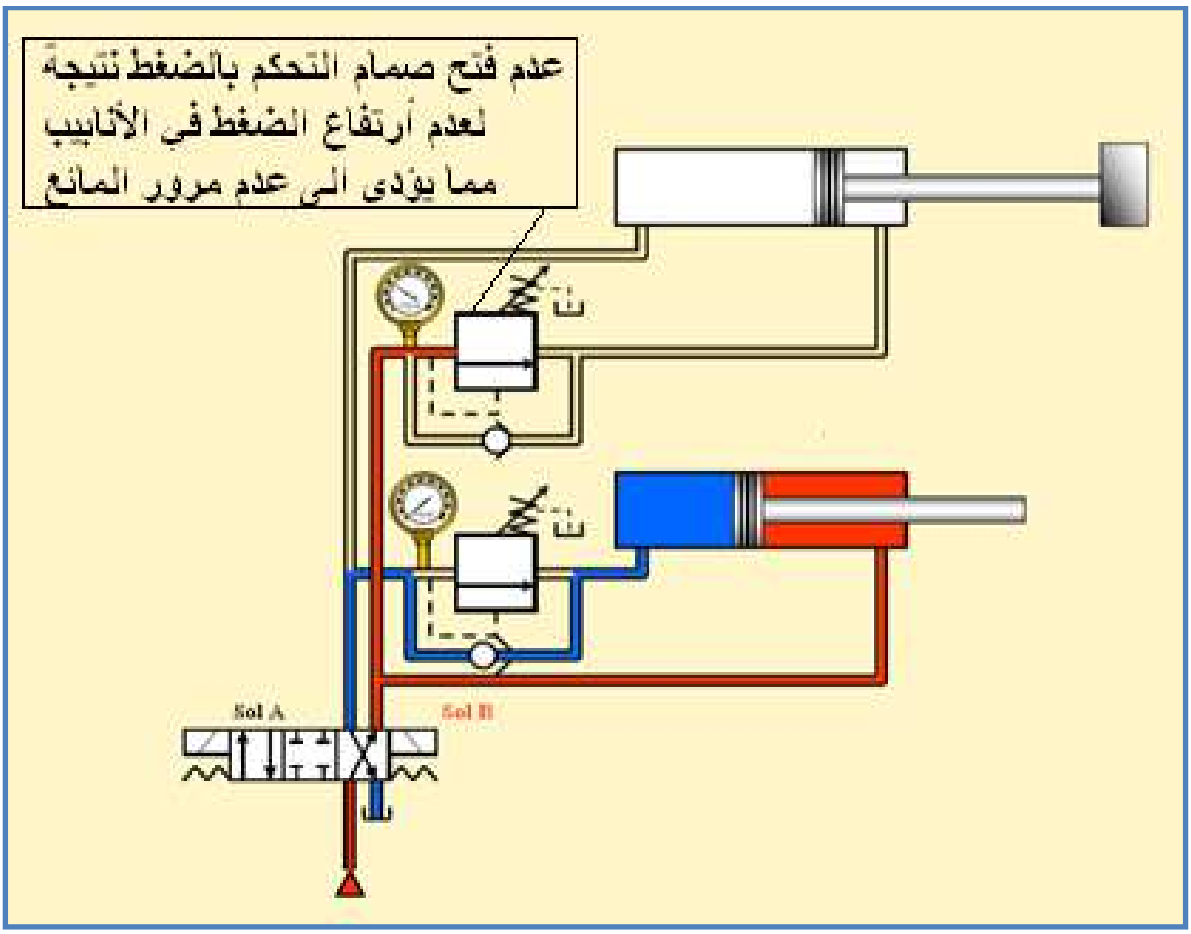
شكل (1-9) المخطط الهيدروليكي في حالة تحويل الصمام إلى الوضع (A) ودفع الأسطوانة الأولى

5- بعد أن تندفع الأسطوانة الأولى ، ويرتفع الضغط في الأنابيب الهيدروليكية إلى حد (20 bar) ، سوف ينفتح صمام التحكم بالضغط المقابل للأسطوانة الثانية ، مما يؤدي إلى مرور المائع عبره إلى الأسطوانة الثانية ، كما مبين في الشكل (1-10) ،إذ تندفع الأسطوانة الثانية في مشوار التقدم ، مما يؤدي إلى اندفاع المائع الموجود في الجهة الأخرى من المكبس الموجود في الاسطوانة الثانية عبر مسار الرجوع (الحر) إلى الخزان ، عند ذلك نسجل وقت حركة مشوار الأسطوانة الثانية وضغوط المقاييس (1،2،3) ، كما مبين في جدول (1-6).



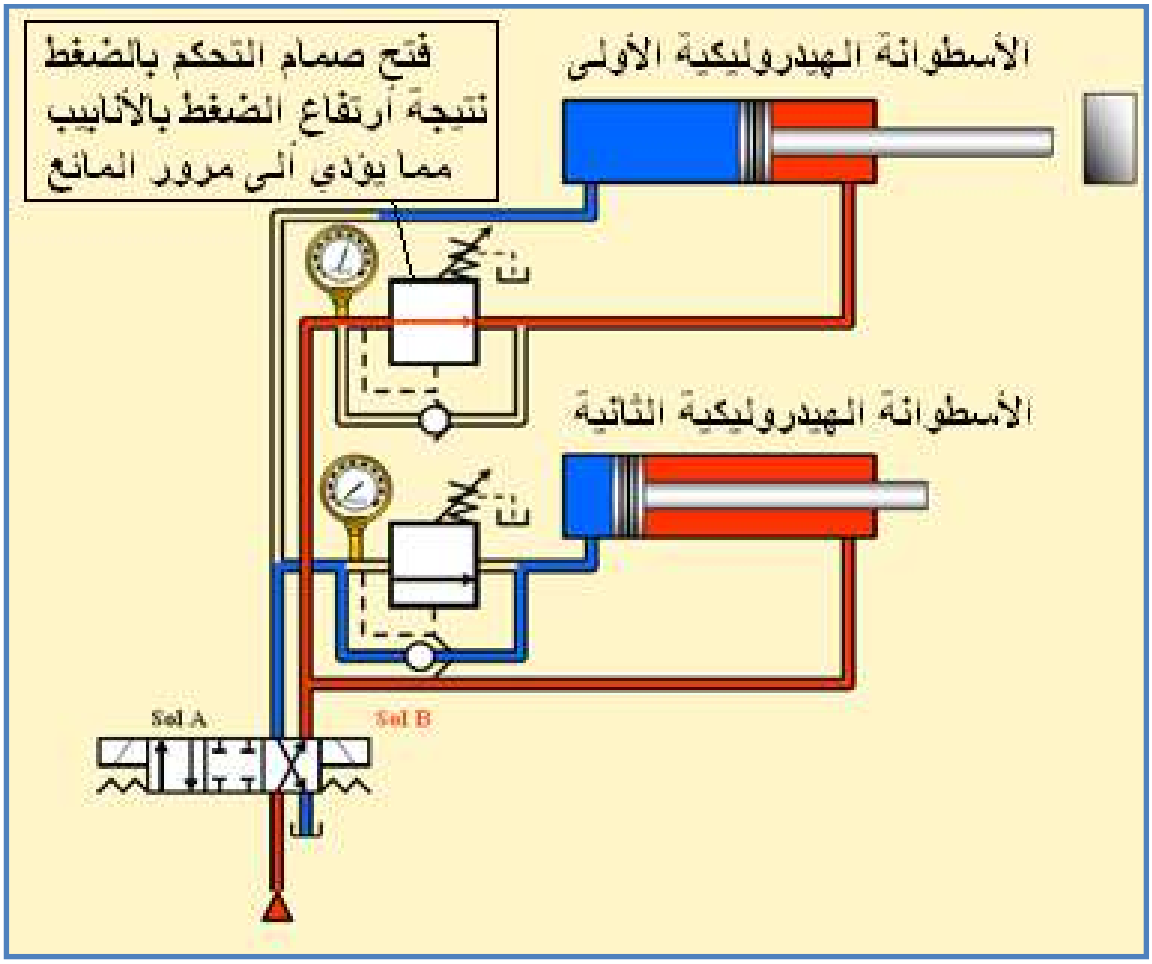
شكل (1-10) المخطط الهيدروليكي في حالة تحويل الصمام إلى الوضع (A) ودفع الأسطوانة الثانية

6- وضع الصمام الاتجاهي (3/4) بحيث يكون على وضع (B) ، مما يؤدي إلى انعكاس اتجاه المائع المدفوع من المضخة بحيث يسلك مسار الرجوع في حالة الوضع السابق ، ومن ثم يتجه المائع إلى الأسطوانة الأولى والثانية وبما أن مسلك الأسطوانة الثانية (حر) ولا يوجد فيه صمام ضغط لذلك سوف تندفع الأسطوانة الثانية كما مبين في شكل (1-11) ، وبالنتيجة سوف يتحرك مكبس الأسطوانة مزدوجة الفعل إلى (مشوار الرجوع) عند ذلك نسجل وقت حركة مشوار الأسطوانة الثانية وضغوط المقاييس (1،2،3) ، كما مبين في جدول (1-6) .



شكل (1-11) المخطط الهيدروليكي في حالة تحويل الصمام إلى الوضع (B) ودفع الأسطوانة الثانية لوضع الرجوع

6- بعد أن تندفع الأسطوانة الثانية ، ويرتفع الضغط في الأنابيب الهيدروليكية إلى حد (20 bar) ، سوف ينفتح صمام التحكم بالضغط المقابل للأسطوانة الأولى ، مما يؤدي إلى مرور المائع عبره إلى الأسطوانة الأولى كما مبين في الشكل (1-12) ،إذ تندفع الأسطوانة الأولى في مشوار الرجوع ، مما يؤدي إلى اندفاع المائع الموجود في الجهة الأخرى من المكبس الموجود في الاسطوانة الأولى عبر مسار الرجوع (الحر) إلى الخزان عند ذلك نسجل وقت حركة مشوار الأسطوانة الأولى وضغوط المقاييس (1،2،3) ، كما مبين في جدول (1-6).



شكل (1-12) المخطط الهيدروليكي في حالة تحويل الصمام إلى الوضع (B) ودفع الأسطوانة الأولى لوضع الرجوع

أسئلة المناقشة:

1- في حالة عدم وجود صمامات الضغط كيف سوف تكون حركة ألأسطوانات؟

2- لماذا يستعمل الصمام اللارجعي الموازي ؟

جدول (1-6) أوضاع التحكم للصمام – اتجاهات التدفق – الضغط بالبار – الزمن (للتقدم وللرجوع) بالثانية

الأسطوانة مزدوجة الفعل	وضع التحكم للصمام ألاتجاهي (3/4)	اتجاه التدفق للصمام ألاتجاهي (3/4)	ضغط 1	ضغط 2	ضغط 3	زمن الحركة
مشوار التقدم لمكبس الأسطوانة الأولى						
مشوار التقدم لمكبس الأسطوانة الثانية						
مشوار الرجوع لمكبس الأسطوانة الأولى						
مشوار الرجوع لمكبس الأسطوانة الثانية						
توقف المكبس						

1-7-7:

أسم التمرين: الأسطوانة التفاضلية.	رقم التمرين: التمرين السابع
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	الزمن المخصص: أربع ساعات

الأهداف التعليمية:

تمكين الطالب من تعرف أساسيات عمل الأسطوانة التفاضلية والسيطرة على تشغيل والتحكم في الأسطوانة .

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

1- المجموعة الهيدروليكية.

2- ساعة قياس الضغط.

3- صمام تصريف الضغط.

4- صمام بوابي.

5- صمام خانق قابل للمعايرة .

6- صمام اتجاهي (2/3).

7- أسطوانة تفاضلية.

ملاحظة:

1- ضغط التشغيل (50 bar) .

2- المطلوب زمن ارتفاع المكبس (5 sec) .

المعلومات النظرية:

الأسطوانة التفاضلية هي أسطوانة هيدروليكية ذات منفذين ، وهذان المنفذان مربوطان على جهة اليمين واليسار من المكبس الأنزلاقي ، ومن ثم يندمج الأنبوبان المربوطان بهذين المنفذين ليكونا أنبوباً واحداً كما مبين في الشكل (1-13)، فعند دفع مائع بمعدل (ليكن مثلاً (10GPM)) إلى الأسطوانة الهيدروليكية سوف تختلف القوى المؤثرة على جانبي المكبس الانزلاقي فإلى جهة اليسار من المكبس نرى أن القوة ستكون أكبر من جهة اليمين ، لأن القوة في جهة اليسار هي حاصل ضرب الضغط في مساحة المكبس كاملة ، أما من جهة اليمين فان مساحة المكبس ستكون نصف مساحة جهة اليسار لأنه مطروح منها مساحة مقطع القضيب ، وعندما تتعاكس القوتان سوف تكون المحصلة من اليمين إلى اليسار ، ولكنها حاصل فرق القوتين ، مما يسبب دفع السائل الموجود بعد المكبس ، مما يؤدي إلى اندماجه مع المائع المجهز ،بالنتيجة معدل التدفق سيتضاعف ليصبح (20GPM)، ولكن القوة ستتناقص ، كما مبينة في شكل (1-13) .

شكل (1-13) الأسطوانة التفاضلية

خطوات العمل:

1- عمل المخطط الهيدروليكي كما مبين في الشكل (1-14)، والتأكد من سلامة التوصيل من قبل المدرب.

2- فتح صمام تصريف الضغط كلياً.

3- غلق الصمام البوابي كلياً .

4- تشغيل المضخة الهيدروليكية.

5- يتم ضبط ضغط التشغيل على (50 bar) عن طريق صمام تصريف الضغط.

6- وضع الصمام ألاتجاهي (2/3) على الوضع (a) ، بحيث يتقدم المكبس للأمام ، ثم ضبط الصمام الخانق حتى يكون زمن تقدم المكبس (5 ثوان) .

7- بعد ضبط زمن التقدم نسجّل قيمة الضغط (pe1) و (pe2)في أثناء تقدم المكبس للأمام (مشوار التقدم) .

8- نضع الصمام الاتجاهي (2/3) على الوضع (b)، فيرجع المكبس إلى الخلف (مشوار الرجوع) ونقرأ الضغط على (pe1) و (pe2)في، أثناء رجوع المكبس، مع حساب زمن رجوع المكبس.

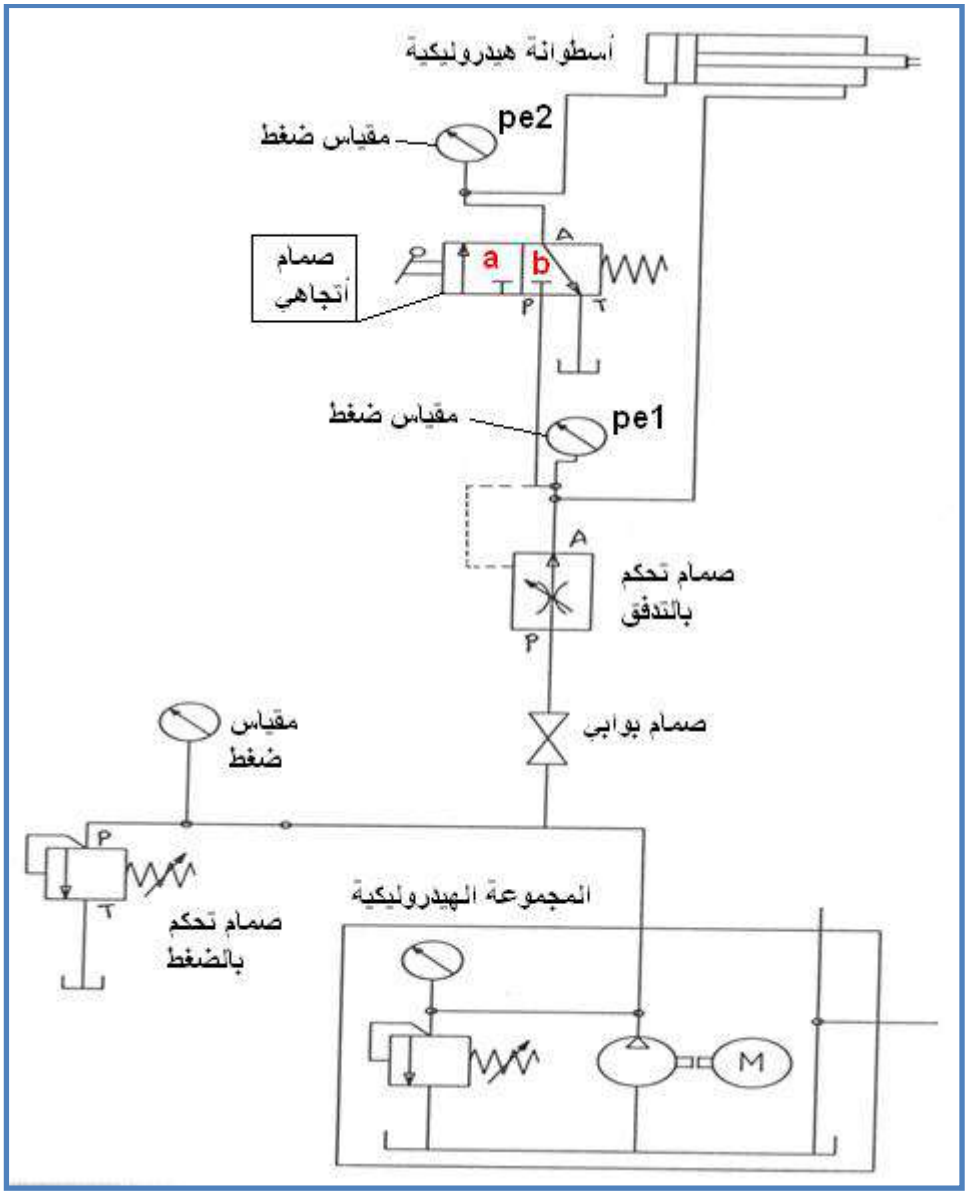
9- نسجّل الآتي في الجدول (1-7) :

أوضاع التحكم – اتجاهات التدفق – الضغط بالبار – الزمن (للتقدم وللرجوع) بالثانية .

أسئلة المناقشة:

1- كم يبلغ زمن تقدم المكبس وزمن الرجوع في الأسطوانة التفاضلية ؟ ولماذا ؟

2- ما فائدة الصمام الخانق القابل للمعايرة في الدائرة ؟



الشكل (1-14) المخطط الهيدروليكي للأسطوانة التفاضلية

جدول (1-7) أوضاع التحكم للصمام – اتجاهات التدفق – الضغط بالبار – الزمن (للتقدم وللرجوع) بالثانية للاسطوانة

وضع الأسطوانة	وضع التحكم للصمام ألاتجاهي (2/3)	اتجاه التدفق للصمام ألاتجاهي (2/3)	ضغط 1 (pe1)	ضغط 2 (pe2)	زمن الحركة للأسطوانة التفاضلية
مشوار التقدم					
الوضع النهائي للتقدم					
مشوار الرجوع					
الوضع النهائي للرجوع					

1-7-8:

أسم التمرين : زيادة معدل التدفق عن طريق الشاحن.	رقم التمرين: التمرين الثامن
مكان التنفيذ : ورشة الميكاترونيك	الزمن المخصص: أربع ساعات

الأهداف التعليمية:

تمكين الطالب من تعرف أساسيات عمل الشواحن الهيدروليكية ، وتعرف أحد تطبيقاته وهو زيادة معدل التدفق الداخل للمشغل .

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- المجموعة الهيدروليكية.

2- مقياس معدل التدفق .

3- مقياس ضغط عدد 1.

4- شاحن هيدروليكي .

5- صمام اتجاهي (3/4).

6- صمام اتجاهي (2/2).

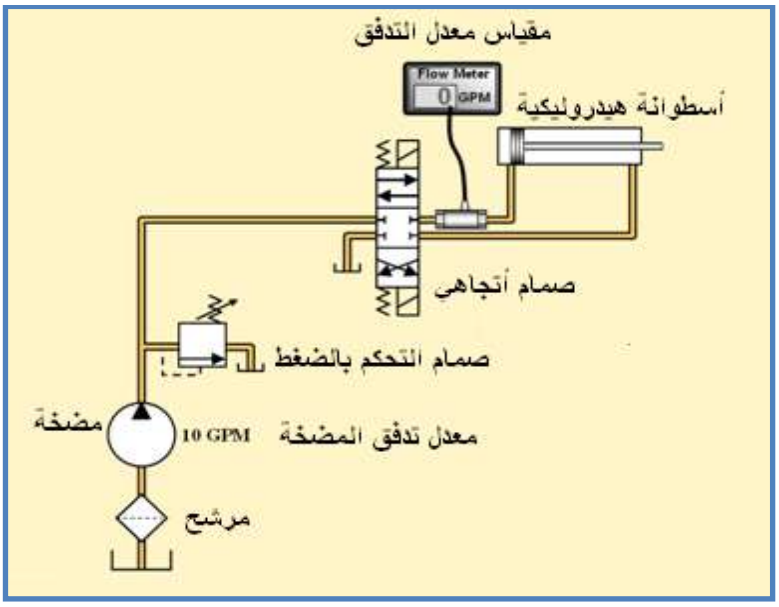
7- صمام التحكم بالتدفق مع صمام لارجعي موازي عدد 1.

7- اسطوانة مزدوجة الفعل عدد2.

ملاحظة: معدل التدفق الناتج من المجموعة الهيدروليكية (10 GPM).

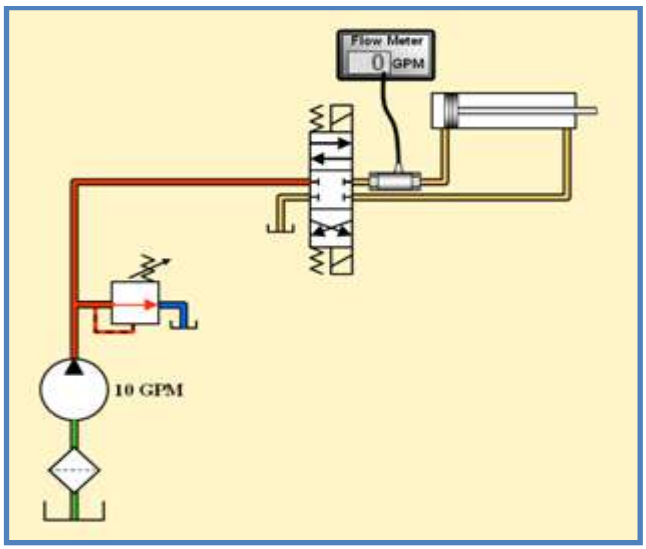
خطوات العمل:

1- عمل المخطط الهيدروليكي كما مبين في الشكل (1-15)، والتأكد من سلامة التوصيل من قبل المدرب.



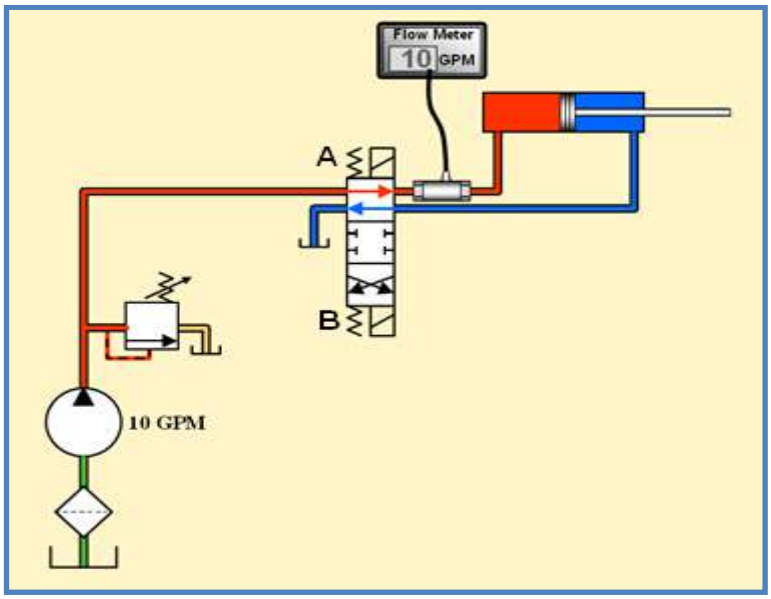
الشكل (1-15) المخطط الهيدروليكي للتمرين الثامن

2- تشغيل المضخة الهيدروليكية كما مبين في الشكل (1-16) الذي يوضح وصول المائع للصمام الاتجاهي (اللون الأحمر).



الشكل (1-16) المخطط الهيدروليكي الذي يوضح تشغيل المضخة

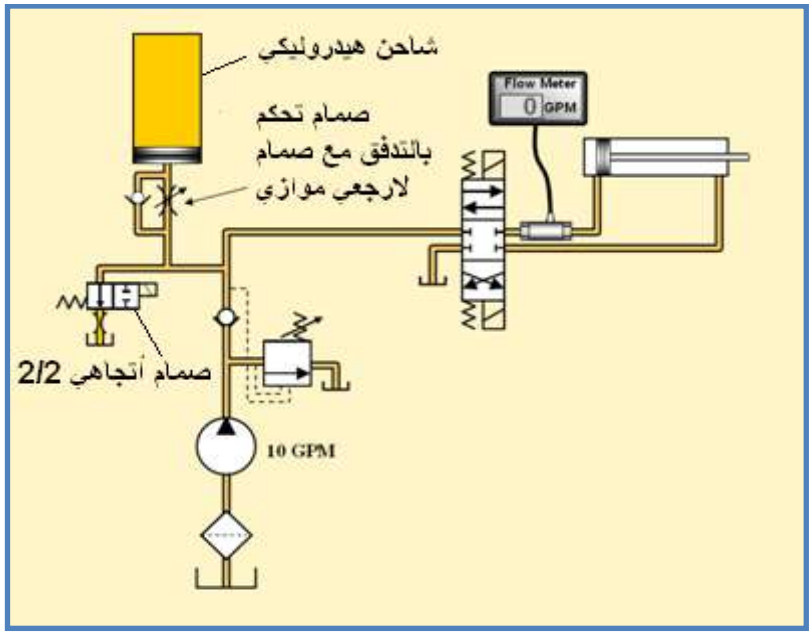
3- نشغل الصمام الاتجاهي على الوضع (A)، بحيث يؤدي إلى مرور المائع خلال مقياس معدل التدفق ،ومن ثم دفع الأسطوانة الهيدروليكية في مشوار التقدم كما مبين في الشكل (1-17)



الشكل (1-17) المخطط الهيدروليكي عند تشغيل الصمام ألاتجاهي

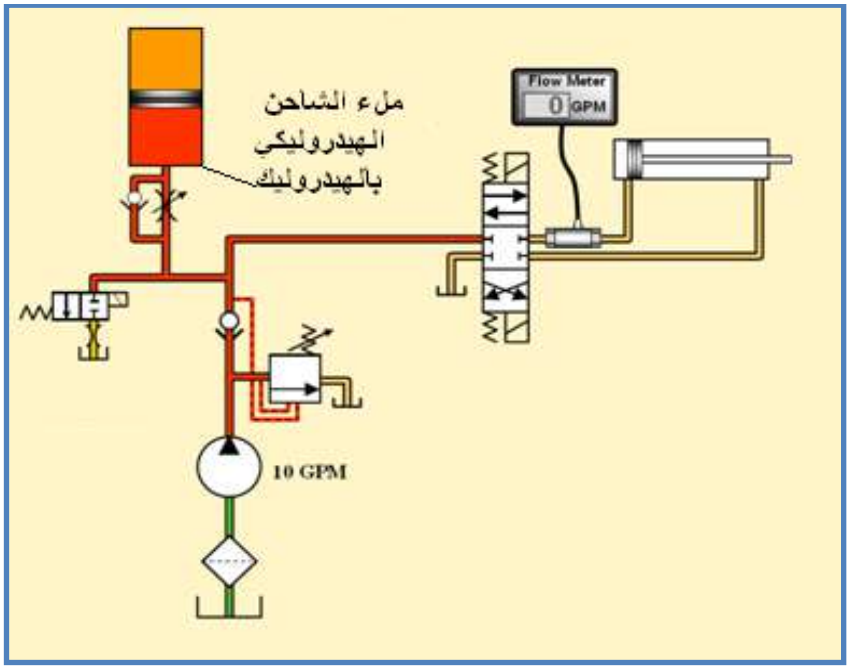
ملاحظة: يتم تسجيل معدل التدفق، زمن شوط التقدم للأسطوانة الهيدروليكية.

4- يتم إطفاء المضخة الهيدروليكية ، وإرجاع الصمام الاتجاهي للحالة الوسطية ، ومن ثم يتم ربط الشاحن الهيدروليكي ، مع صمام تحكم بالتدفق ، مع صمام لارجعي موازي ، كما مبين في الشكل (1-18).



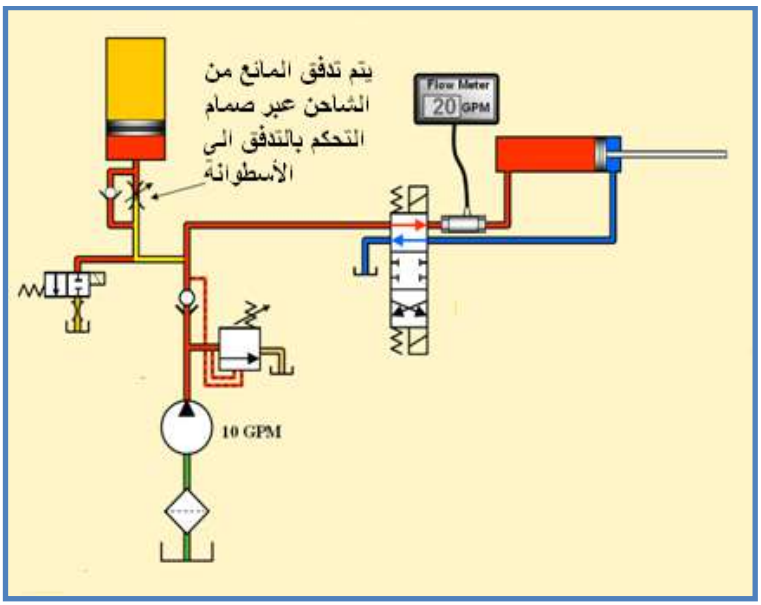
الشكل(1-18) المخطط الهيدروليكي عند ربط الشاحن الهيدروليكي

5- بعد ربط الشاحن الهيدروليكي ، يتم تشغيل المضخة مرة أخرى بحيث يتم ملء الشاحن بالهيدروليك عن طريق المسار الحر ، عن طريق الصمام اللارجعي الموازي ، كما مبين في الشكل (1-19)



الشكل (1-19) ملء الشاحن الهيدروليكي

6- يتم تشغيل الصمام الاتجاهي على الوضع (A) ، مما يؤدي إلى تدفق المائع إلى الأسطوانة الهيدروليكية القادم من المضخة فضلاً عن المائع الذي سيتدفق من الشاحن نتيجة ضغط مكبس الشاحن عليه ، مما يؤدي إلى زيادة معدل التدفق وزيادة سرعة الأسطوانة الهيدروليكية كما يبين الشكل (1-20).



الشكل (1-20) تفريغ الشاحن في الدورة

ملاحظة: يتم تسجيل معدل التدفق وسرعة الأسطوانة الهيدروليكية.

أسئلة المناقشة:

1- ما فائدة صمام التحكم بالتدفق في هذه الدورة الهيدروليكية ؟

2- ما فائدة الصمام اللارجعي ؟

الأسئلة والتطبيقات

س1: علل ما يأتي

1- غلق جميع الفتحات بالأغطية البلاستيكية.

2- عدم توصيل عمود الإدارة للقارنة بصورة جيدة يسبب صوت مرتفع واهتزاز في أثناء التشغيل.

3- في بعض الأحيان وجود زبد (رغاوي) على الزيت الهيدروليكي أو تكون المحلول اللبني للزيت.

4- في بعض الحالات يحدث التصاق في ذراع المكبس عند نهاية مشواره.

5- يمكن طرد الهواء من المجموعة بتشغيلها عدة دقائق عند السرعة القصوى.

س2: أملأ الفراغات الآتية:

1-من محاذير الأمان عند بدء إدارة الدوائر التأكد من صحة --------الزيت في الخزان.

2- من محاذير الأمان عند صيانة الدوائر الهيدروليكية يجب أن تكون جميع قراءات الضغط في الدائرة- ---------.

3- من أسباب عطل قدرة الخرج الهيدروليكية للدائرة غير كافية وجود عيوب في صمام --------.

4- من أسباب وجود ضوضاء في المجموعة وجود انسداد في ماسورة ------ جزئياً نتيجة وجود شوائب بها

5- ينشأ الضغط في الدائرة الهيدروليكية من ----------.

س3:صحح الخطأ إن وجد:

1- يجب أن تكون نهاية خط الراجع أعلى من مستوى سطح الزيت.

2- لا تؤثر لزوجة الزيت في قدرة الخرج الهيدروليكية للدائرة.

3- زيادة الحمل على المجموعة يؤدي إلى انخفاض السرعة عند زيادة التحميل.

4- تنتج المضخة كمية تدفق فقط.

5- في غالب الأحيان يتم توصيل مخرج الاسطوانة بالمضخة.

س4: ما أسباب ارتفاع درجة حرارة التشغيل بصورة ملحوظة؟

س5: ما مهمات صمام تصريف الضغط في الدورة الهيدروليكية؟

الباب الثاني

الفصل الثاني

التدريب العملي (الأنظمة الهوائية)

Pneumatic Systems

الأهـــداف:

الهدف العام :

في هذا الفصل من كتاب التدريب العملي يتعلم الطالب على كيفية تركيب وتفكيك أجزاء منظومة الهواء وتشغيل وفحص المنظومة الهوائية .

الأهداف الخاصة:

تعريف الطالب بالموضوعات الآتية :

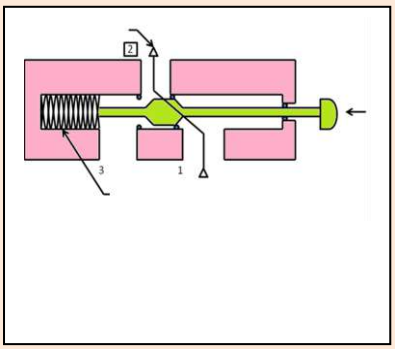
1- فحص الصمامات وكيفية عملها.
2- الاسطوانات وطرائق ربطها.
3- طرق السيطرة على الاسطوانات عند العمل.
4- المحركات الهوائية.
5- تحويل رسم المنظومات الهوائية إلى دوائر عملية.

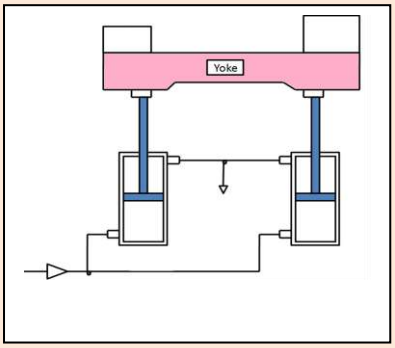
محتويات

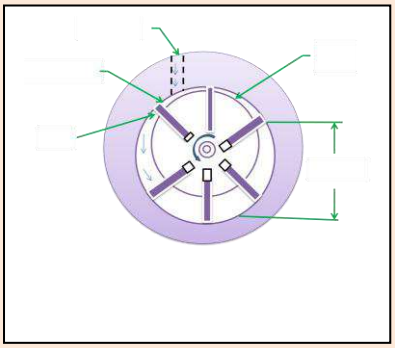
الفصل 2

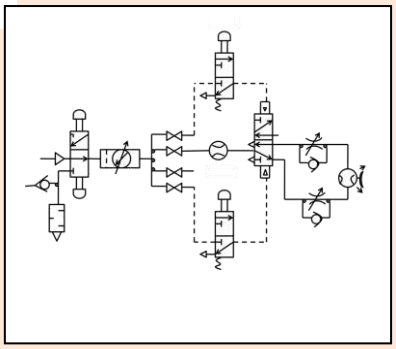
تعلم الموضوعات

- الأمان عند استخدام الهواء المضغوط
- تعرف أجزاء المنظومات الهوائية
- صمامات السيطرة وكيف تعمل
- ربط الاسطوانات على التوالي
- ربط الاسطوانات على التوازي
- استعمالات الصمامات التوجيهية
- استعمالات منظم الضغط
- استعمالات صمام التدفق
- السيطرة على سرعة عمود الاسطوانة
- طريقة مضاعفة الضغط
- السيطرة الغير مباشرة على عمل الاسطوانة المزدوجة التأثير
- السيطرة الغير مباشرة باستخدام الصمامات التوجيهية
- السيطرة باستخدام صمام التدفق للسيطرة على عمل الاسطوانة
- المحركات الهوائية
- السيطرة على سرعة دوران محرك الهواء
- العزم الذي يولده المحرك الهوائي
- قدرة المحركات الهوائية









1-2 مقدمـــة:

يستخدم الهواء المضغوط في مجالات كثيرة في الصناعة والبناء، وبنحوٍ واسع جدا، ويعود السبب في ذلك إلى عدم وجود وسيط آخر للعمل بدل عن الهواء.

و لفهم عمل المنظومات الهوائية لابُدّ من التدريب عمليا على كيفية التعامل مع أجزاء المنظومة الهوائية .

2-2 التحوطات الواجب اتخاذها عند العمل بالهواء المضغوط

1- إحكام توصيل الأنابيب والخراطيم قبل تشغيل الهواء المضغوط.

2- ينبغي الحذر من عمل الاسطوانات عند فتح مجاري الهواء المضغوط.

3- عدم تجاوز حد الضغط المسموح به.

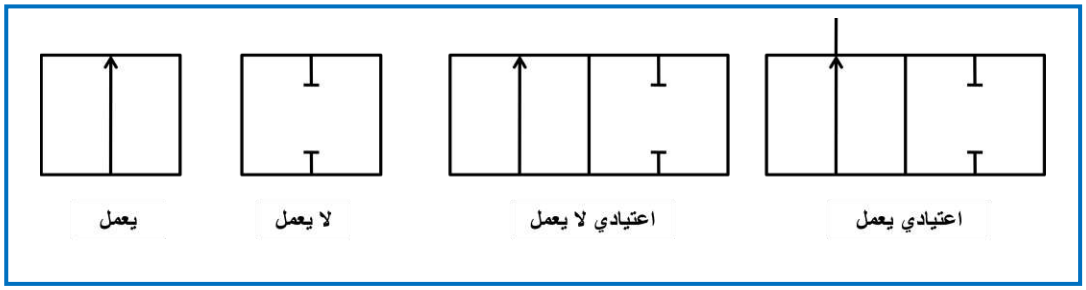
4- إغلاق مجرى الهواء المضغوط قبل تفكيك الدائرة .

5- إنّ فصل الخراطيم المطاطية قد يسبب حوادث، لذا ينبغي التأكد من غلق الهواء المضغوط قبل فصلها.

3-2 صمام السيطرة التوجيهي:

هو صمام يستعمل لإيقاف اتجاه تدفق الهواء المضغوط في المنظومة والسيطرة عليه، وتصنف هذه الصمامات بحسب عدد فتحات خروج الهواء وعدد فتحات دخوله.

في الشكل (2-1) رموز صمام السيطرة التوجيهي ذو فتحتين وآخر ذو طريقين كمثال.



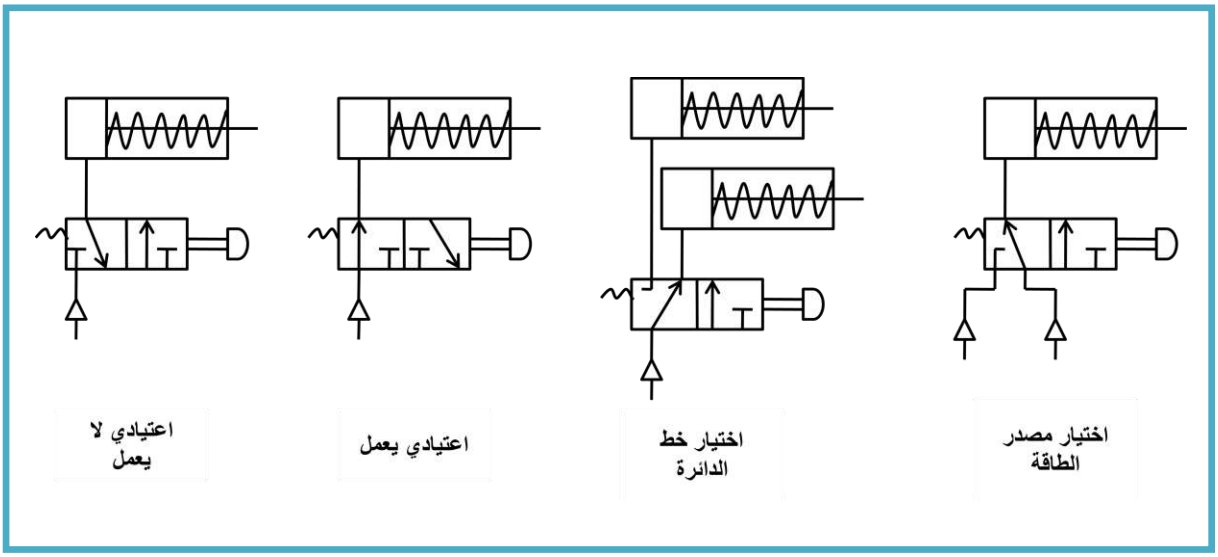
شكل رقم (2-1) رموز صمام السيطرة التوجيهي

للدلالة وتعرف الصمامات نستخدم الأرقام، مثلا صمام توجيهي 2/3 الرقم الأول يدل على عدد فتحات دخول الهواء للصمام (3)، والرقم الثاني يدل على عدد فتحات خروج الهواء (2)

(وضعي التشغيل) ويفصل بين الرقمين خط مائل .

الصمام التوجيهي 3/5 يعني خمسة فتحات وثلاثة أوضاع تشغيل .

الصمام التوجيهي 2/3 يمكن أن يكون في إحدى الحالات الموضحة في الشكل (2-2) .

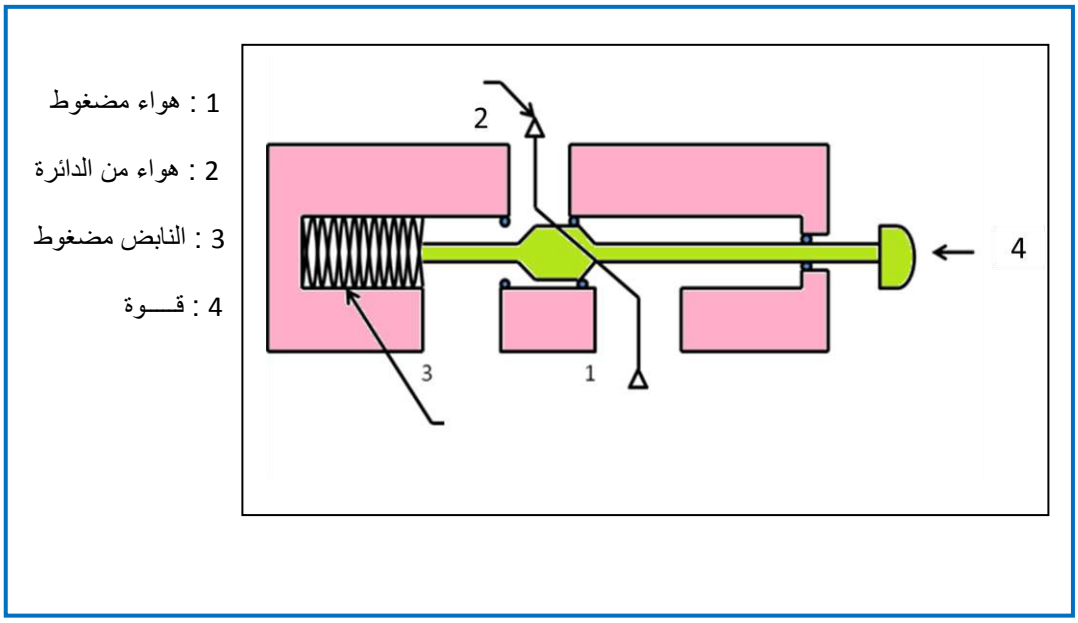


شكل (2-2) حالات الصمام التوجيهي

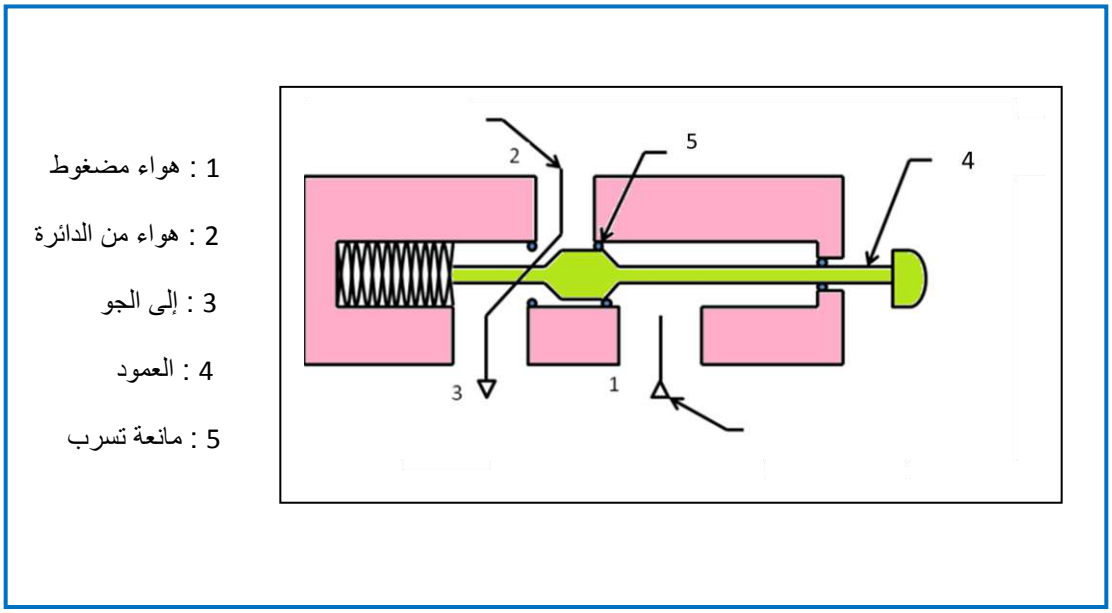
عندما يكون الصمام في الوضع الاعتيادي (لا يعمل) تكون فتحة دخول الهواء المضغوط 1 مغلقة والفتحتين 2,3 متصلين فيمر الهواء من المنظومة إلى الجو .

عند تسليط قوة على عمود الصمام يغلق الاتصال بين الفتحتين 3,2 وتتصل الفتحتين 2,1 فيمر الهواء المضغوط من الفتحة 2 إلى المنظومة الهوائية .كما في الشكل (2-3) أ

وعند رفع القوة عن العمود فان النابض يعيد الصمام إلى حالته الاعتيادية . كما في الشكل (2-3) ب



شكل رقم (2-3) أ اتصال الفتحتين 1 و 2



شكل رقم (2-3) ب اتصال الفتحتين 2 و 3

4-2 اسم التمرين : فحص صمام السيطرة التوجيهي **رقم التمرين** : 1

مكان التنفيذ : ورشة تكنولوجيا الميكانيك الصناعي **الزمن المخصص** : 4 ساعات

الأهداف التعليمية :

1- فهم عمل صمام السيطرة التوجيهي .

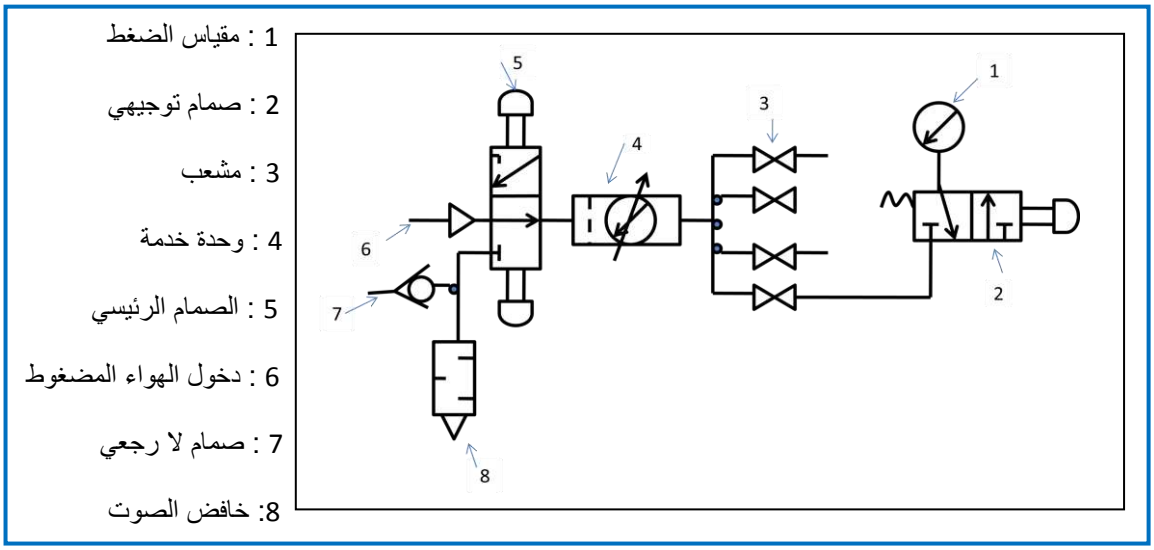
2- توضيح حالة عمل الصمام (الصمام مفتوح) وحالة عدم العمل (الصمام مغلق) .

التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة) :

اسم المادة	العدد
1- وحدة خدمة	1
2- صمام توجيهي يعمل بزر	1
3- صمام سيطرة التدفق	1
4- مقياس الضغط	1
5- مقياس كمية التدفق (عداد)	1
6- ملحقات	1

خطوات العمل :

1- اربط الدائرة كما في الشكل (2-4)، ولاحظ ربط وحدة الخدمة إلى الصمام التوجيهي في وضع الاعتيادي (عدم التشغيل).



شكل رقم (2-4) مخطط لدائرة تستخدم الصمام التوجيهي

2- شّغل صمام تدفق الهواء الرئيسي، وثبّت الضغط بحيث تكون قراءة مقياس ضغط الهواء15 psi.

3- سّجل قراءة مقياس ضغط الهواء.

4- اضغط على زر الصمام التوجيهي وسجل قراءة مقياس ضغط الضغط.

5- أغلق صمام تدفق الهواء الرئيسي .

6- قارن بين قراءتي الضغط على وفق طريق تدفق الهواء .

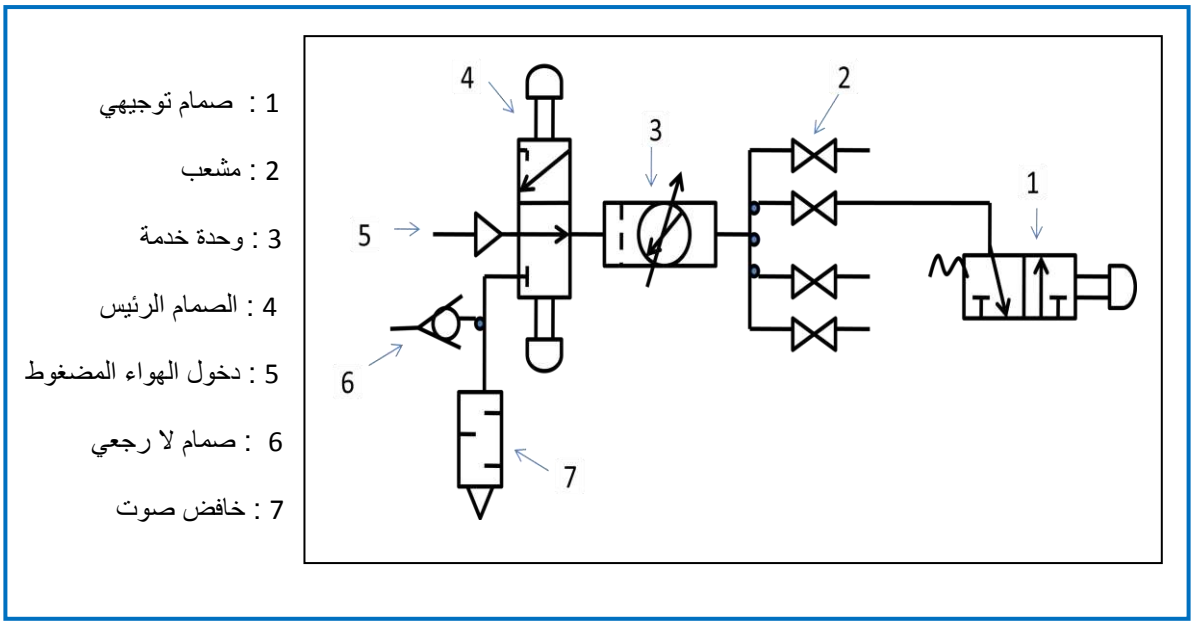
7- اعد ربط وحدة الخدمة إلى الصمام التوجيهي في وضع الاعتيادي (التشغيل).

8- شّغل صمام تدفق الهواء الرئيسي، وثبّت ضغط الهواء على 15 psi، وسجّل قراءة مقياس الضغط.

9- اضغط على زر الصمام، وسجّل قراءة مقياس ضغط الهواء وقارن بين القراءتين من ناحية تأثير خط تدفق الهواء .

10- أغلق صمام تدفق الهواء الرئيسي، ودوّر عتلة منظم الضغط باتجاه عكس الساعة حتى النهاية.

11- اربط الدائرة كما في الشكل (2-5)، ولاحظ ربط وحدة الخدمة إلى فتحة خروج الهواء من صمام التوجيه.



شكل رقم (2-5) مخطط لدائرة تستخدم الصمام التوجيهي لتأشير أفرع الدائرة

12- شّغل صمام التدفق وببطء دور منظم الضغط باتجاه عقرب الساعة حتى تسمع صوت تدفق الهواء المضغوط.

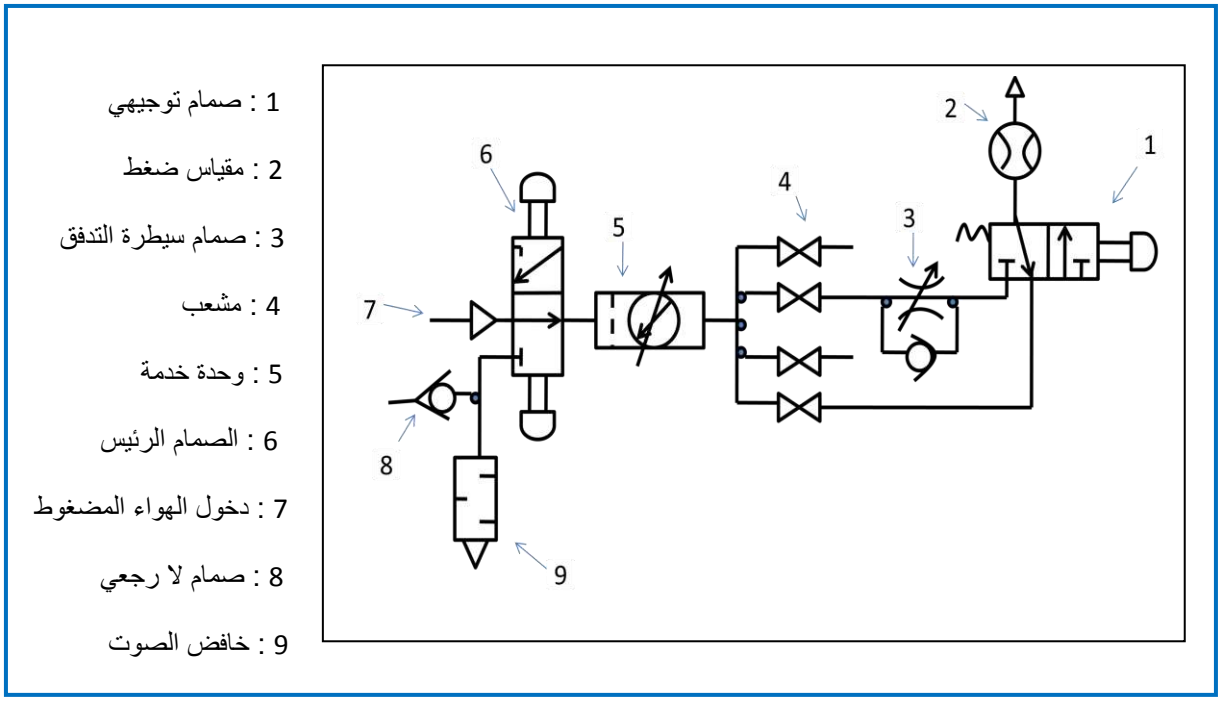
13- لاحظ من أي فتحة في الصمام يتدفق الهواء .

14- اضغط على زر الصمام، ولاحظ فتحة خروج الهواء هل يخرج من الفتحة نفسها.

15- هل يمكن للصمام التوجيهي اختيار (تحديد) خط تدفق الهواء في المنظومة؟ دوّن ملاحظاتك عن ذلك.

16- أغلق صمام التدفق الرئيس .

17- اربط الدائرة كما في الشكل (2-6) بربط صمام التدفق إلى الفتحة الاعتيادي متوقف، (NC normally non – passing)، واربط وحدة الخدمة إلى فتحة الاعتيادي يعمل (Normally passing) .



شكل رقم (2-6) مخطط لدائرة تستخدم الصمام التوجيهي لتحديد مصدر الطاقة

18- شّغل صمام غلق الهواء، وثبّت الضغط على 30 psi في مقياس الضغط.

19- شّغل صمام تدفق الهواء، وسجّل نسبة معدل تدفق الهواء.

20- اضغط على زر الصمام التوجيهي، وسجّل نسبة معدل تدفق الهواء، دوّن ملاحظاتك حول إمكانية اختيار خط التدفق باستخدام الصمام التوجيهي.

21- في وحدة الخدمة أغلق قفل الهواء ومنظم الهواء كليا، وحينها ينبغي أن تكون قراءة مقياس الضغط (صفر) .

22- فكّك الدائرة ، واعد مكوناتها إلى مكانها .

من هذا التمرين تعلمنا أنّ الصمام 2/3 بالإمكان استخدامه في :

أ – اعتيادي شغال normally passing .

ب – اعتيادي متوقف normally non – passing.

ج – يمكن استخدامه في تجهيز احد خطين في المنظومة بالهواء المضغوط.

د- اختيار احد خطين في الدائرة ودفع الهواء المضغوط فيه

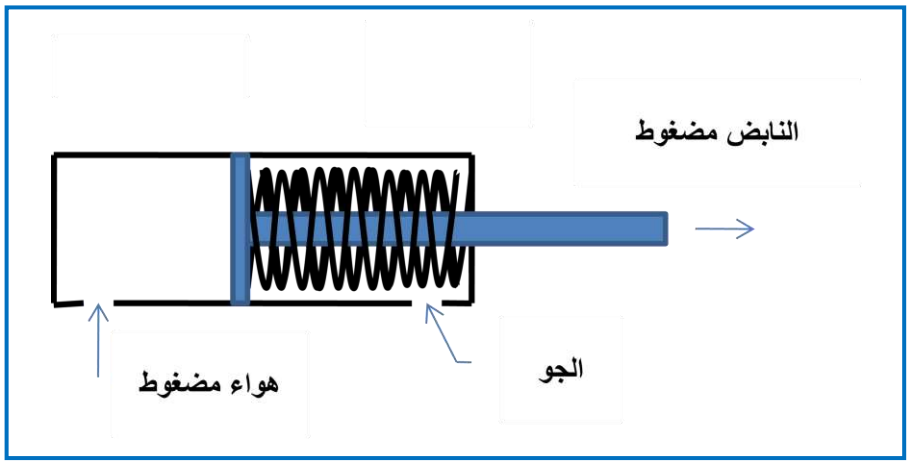
5-2 الاسطوانة:

هي وسيلة لتحويل طاقة الهواء المضغوط (المائع) إلى شغل ميكانيكي . وهي نوعين:

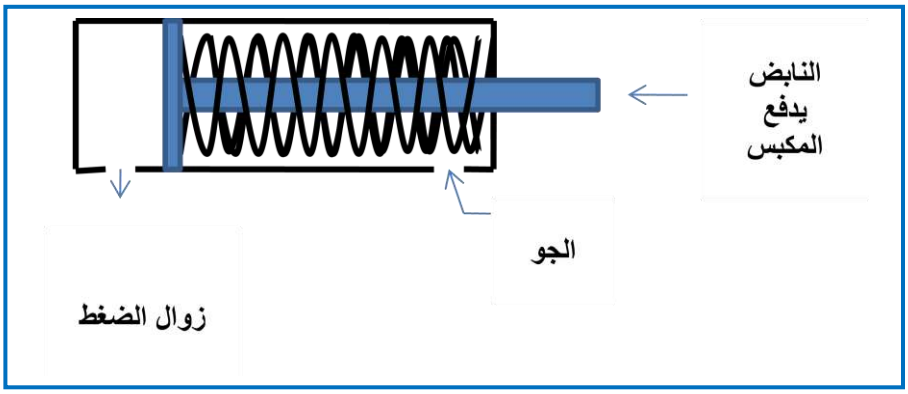
1- الاسطوانة الأحادية التأثير تولد قوة في اتجاه واحد

2- الاسطوانة المزدوجة التأثير تولد قوة في اتجاهين .

كما في الشكل (2-7) أ عند دخول الهواء المضغوط فانه يؤثر في سطح المكبس بقوة معاكسة لقوة ضغط النابض ، وحين تكون قوة ضغط الهواء اكبر من القوة التي يسلطها النابض يندفع المكبس ومعه العمود فنحصل على الشغل .



شكل رقم (2-7) أ النابض مضغوط بتأثير الضغط

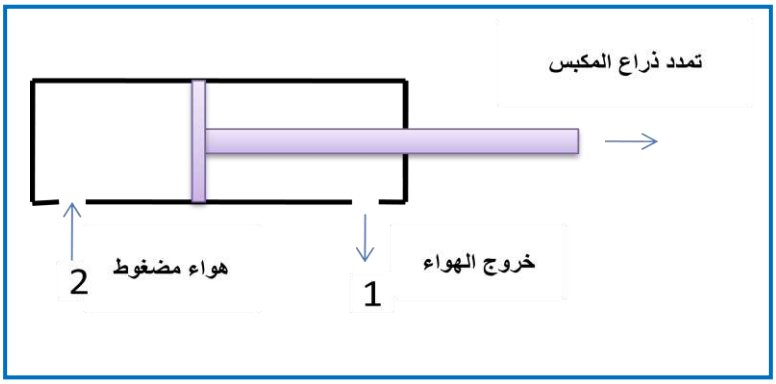


شكل رقم (2-7) ب النابض يدفع المكبس بزوال تأثير الضغط

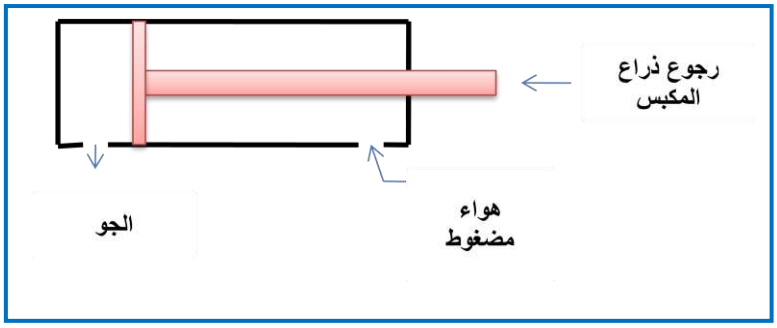
الجهة اليمنى من المكبس معرضة للضغط الجوي . وعند إزالة ضغط الهواء في جهة سطح المكبس فان النابض يعيد المكبس إلى وضعه الأول ،كما في الشكل (2-7) ب

الاسطوانة المزدوجة التأثير تحتوي فتحتين لدخول الهواء المضغوط، ولا تحتوي نابض، كما في الشكل

(2-8) أ و ب . نلاحظ عند دخول الهواء المضغوط من إحدى الفتحتين فان المكبس يتحرك باتجاه الفتحة الأخرى .



شكل رقم (2-8) أ تمدد ذراع المكبس بتأثير ضغط الهواء



شكل رقم (2-8) ب رجوع ذراع المكبس بتأثير ضغط الهواء

يستعمل عادة صمام سيطرة التدفق الذي يركب قبل الاسطوانة للتحكم بسرعة الاسطوانة بالسيطرة والتحكم بنسبة تدفق الهواء المضغوط إليها .

إنّ صمام التدفق يسيطر على سرعة تدفق الهواء المضغوط إلى الاسطوانة، وقد يكون مركباً بعيداً عنها، وهو يتحكم بنسبة التدفق إلى الاسطوانة وتسمى هذه الحالة : دائرة فيها عداد meter – in – circuit،وهو يسيطر على سرعة عمود الاسطوانة عندما تعمل ضد الحمل، وهناك دائما مقاومة معاكسة لاتجاه التدفق .

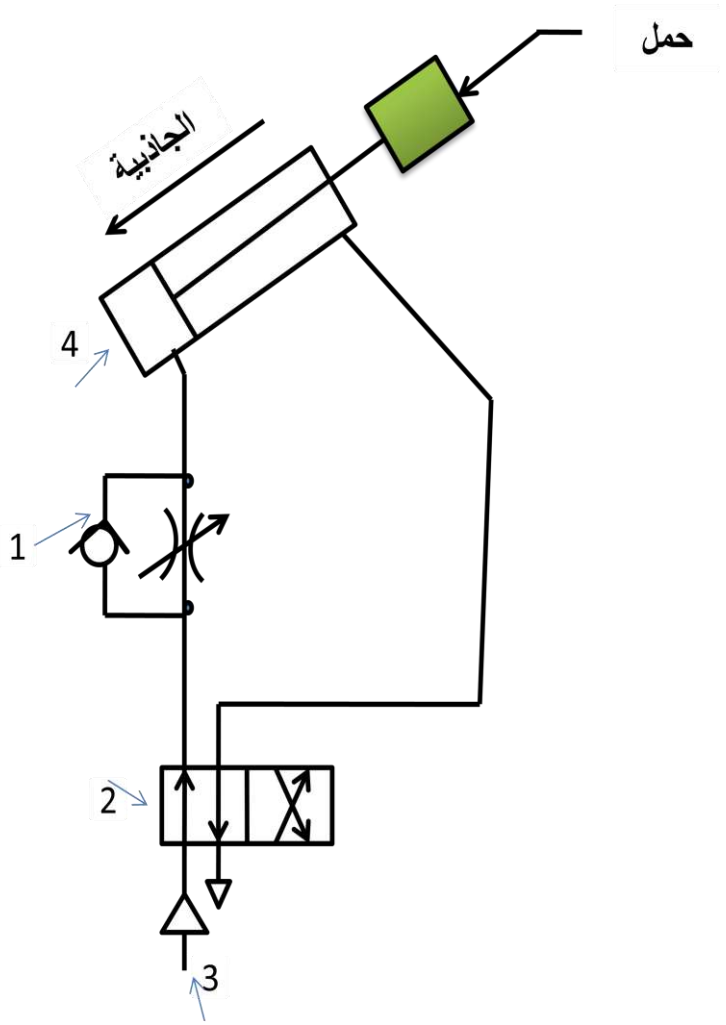
الشكل (2-9) يبين اسطوانة تستعمل لرفع حمل وهنا ينبغي استخدام عداد خارج الدورة a meter out circuit و بالتحكم بنسبة تدفق الهواء الخارج من الاسطوانة، وبالنتيجة سرعة رجوع عمود المكبس ، والتخلص من عودة العمود المفاجئة (السريعة).

1 : صمام سيطرة التدفق

2 : صمام توجيهي

3 : دخول الهواء المضغوط

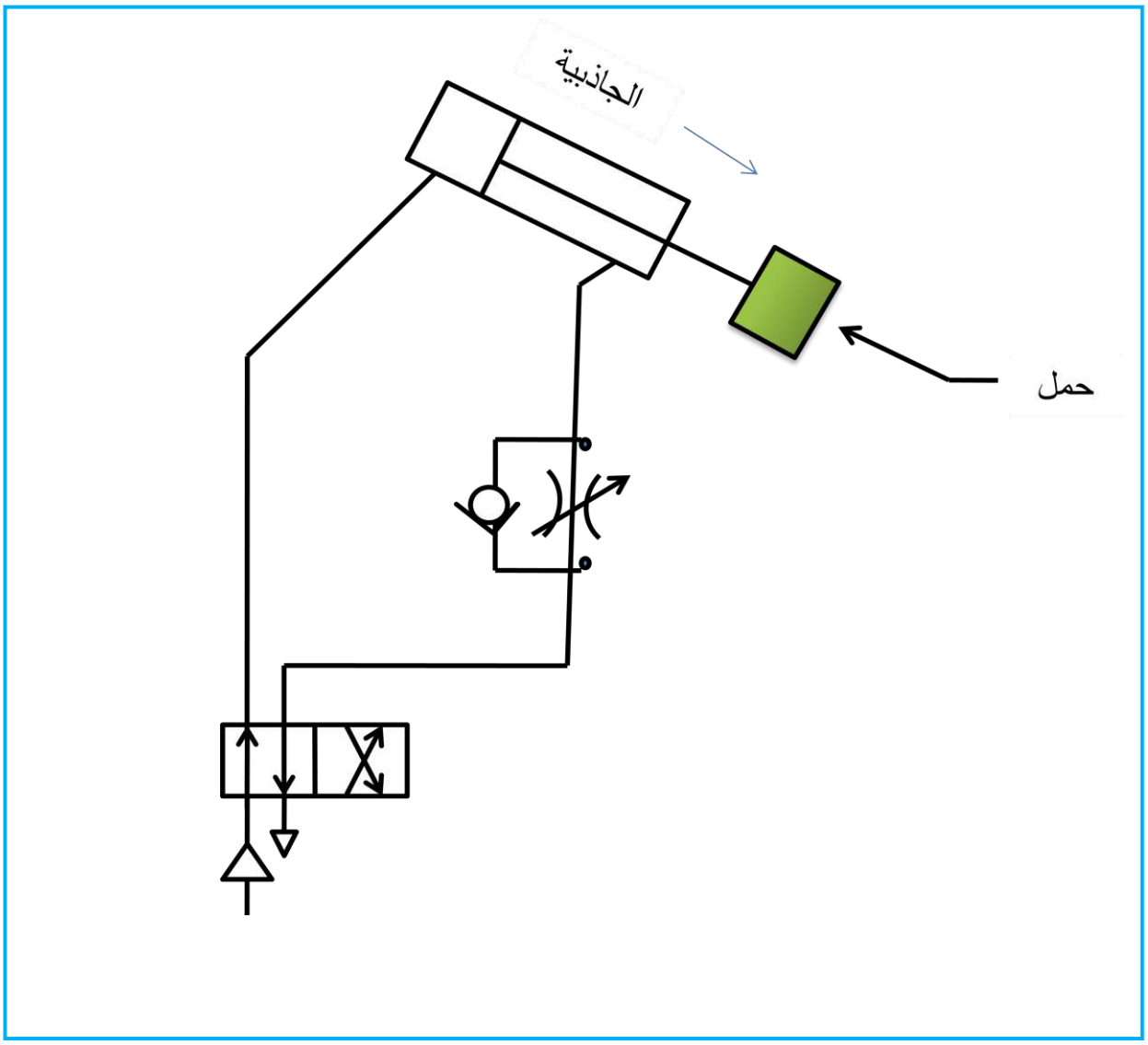
4 : الاسطوانة



شكل (2-9) يبين اسطوانة تستعمل رفع حمل مع استخدام صمام سيطرة التدفق

الشكل (2-10) يبين أن الجاذبية الأرضية تؤثر بقوة في اتجاه تمدد عمود المكبس في شوط العمل .

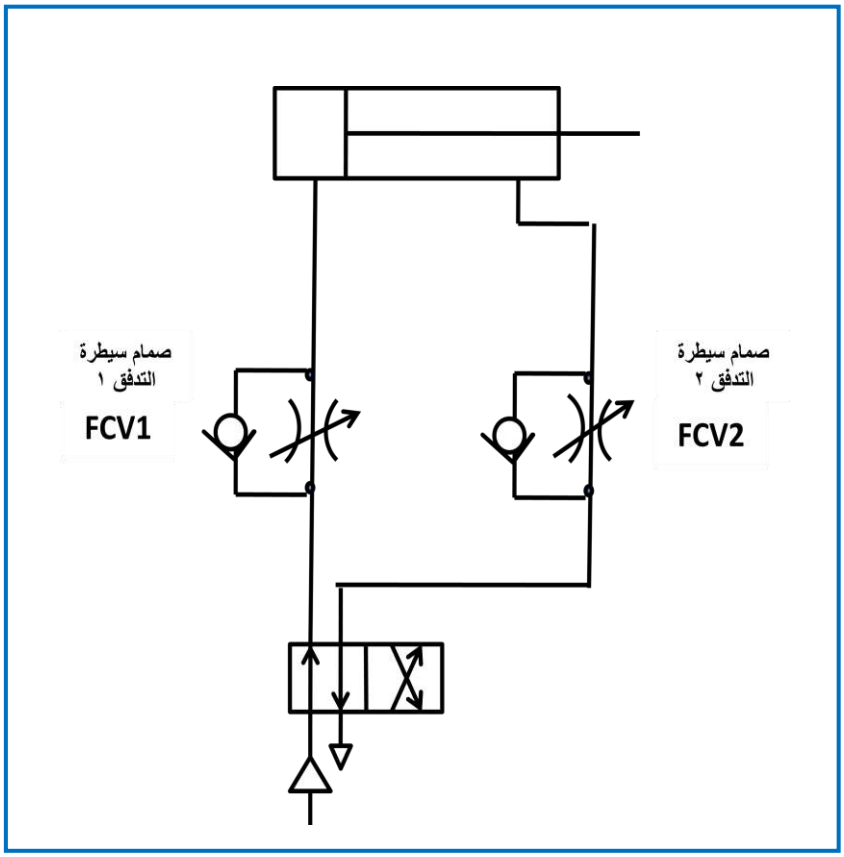
فإذا لم يركب عداد فان تمدد العمود سيكون سريعا ويخرج عن السيطرة ، لذا عند تكون سيطرة على السرعة في شوط العمل وشوط الرجوع ضرورية فيجب استعمال صمامين يركب واحد في كل اتجاه .



شكل رقم (2-10) الجاذبية الأرضية باتجاه شوط العمل

في الشكل (2-11) في شوط العمل يدخل الهواء المضغوط إلى الاسطوانة بحرية من خلال الصمام fcv1، وتتم السيطرة على السرعة بالتحكم بنسبة الهواء الخارج من الاسطوانة بواسطة صمام التدفق fcv2.

في شوط الرجوع يدخل الهواء إلى الاسطوانة من جهة العمود خلال الصمام fcv2 ،في حين أن الصمام fcv1 يسيطر على الهواء الخارج ، وبهذا يمكن السيطرة على سرعة شوط العمل وسرعة شوط الرجوع .



شكل رقم (2-11) استخدام صمامين لسيطرة التدفق

6-2 اسم التمرين : السيطرة على سرعة واتجاه الاسطوانة **رقم التمرين** : 2

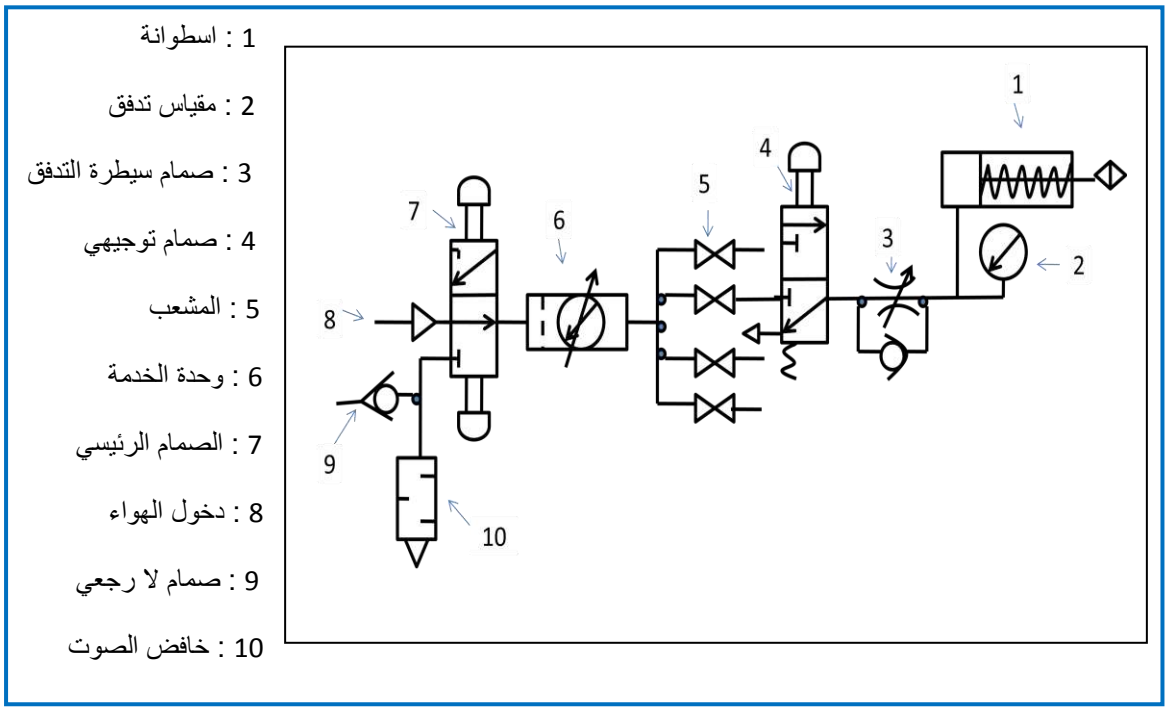
مكان التنفيذ : ورشة تكنولوجيا الميكانيك الصناعي **الزمن المخصص** : 4 ساعات

التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة) :

اسم المادة	العدد
1- وحدة خدمة	1
2- صمام سيطرة اتجاهي	1
3- صمام سيطرة التدفق	1
4- اسطوانة أحادية التأثير	1
5- مقياس ضغط	1
6- ملحقات	1

خطوات العمل :

1- اربط الدائرة كما موضح بالشكل (2-12).



شكل رقم (2-12) السيطرة على سرعة الاسطوانة

2- أغلق صمام سيطرة التدفق .

3- شغّل صمام الغلق الرئيسي وصمام إغلاق الفرع، وثبّت الضغط على مقياس الضغط 70 psi

4- شغل صمام تدفق الهواء بتدوير عجلته بحسب الجدول الآتي .

جدول رقم (1) يبين العلاقة بين كمية التدفق وزمن شوط العمل والرجوع

ضغط المنظم 70 psi		
زمن شوط الرجوع بالثانية	زمن شوط العمل بالثانية	صمام التدفق
		4/1 دورة
		4/2 دورة
		4/3 دورة
		1 دورة
		2 دورة
		مجموع كلي

5- اضغط على زر صمام التوجيه وباستخدام ساعة توقيت اضبط الزمن الذي يستغرقه عمود الاسطوانة في شوط العمل والزمن الذي يستغرقه في شوط الرجوع .

6- وضّح العلاقة بين نسبة التدفق للهواء المضغوط وزمن شوط لعمل.

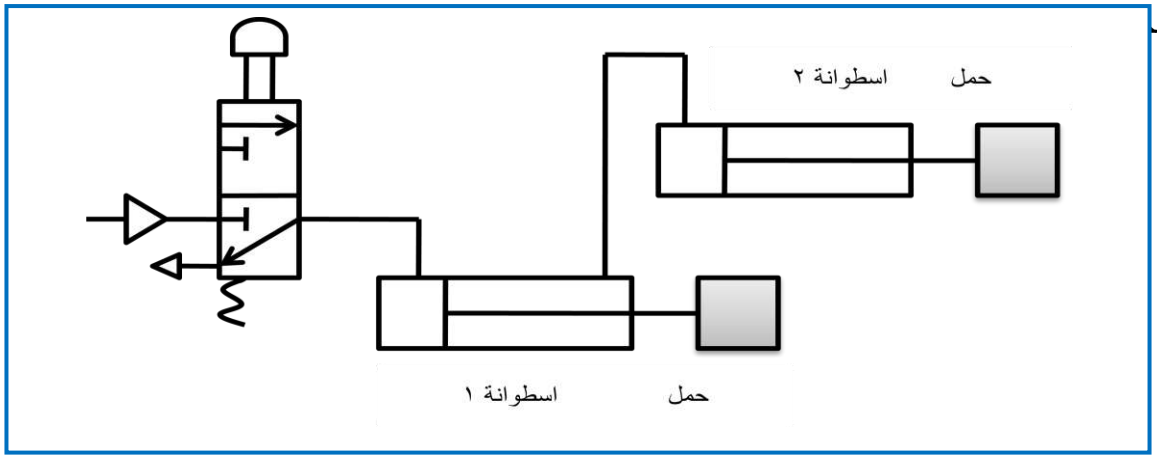
7- ما ملاحظاتك عن زمن شوط العمل ؟

7-2 الاسطوانات على التوالي Cylinder in series

في بعض التطبيقات ضرورة وجود اسطوانتين تعملان متحدتين مثلا اسطوانتين مطلوب أن يبدأ شوط العمل فيهما ويتوقف في الوقت نفسه هذا الأسلوب في العمل يسمى الأسلوب المتناغم .

الهواء الـ

الشكل (



شكل رقم (2-13) توصيل اسطوانات على التوالي

وهنا تلاحظ انه لا يمكن لأي من الاسطوانتين أن تشتغل لوحدها بل تشتغلان معا فبالضغط على زر التشغيل في الصمام التوجيهي تبدأ الاسطوانتين بالعمل والتوقف في الوقت نفسه .

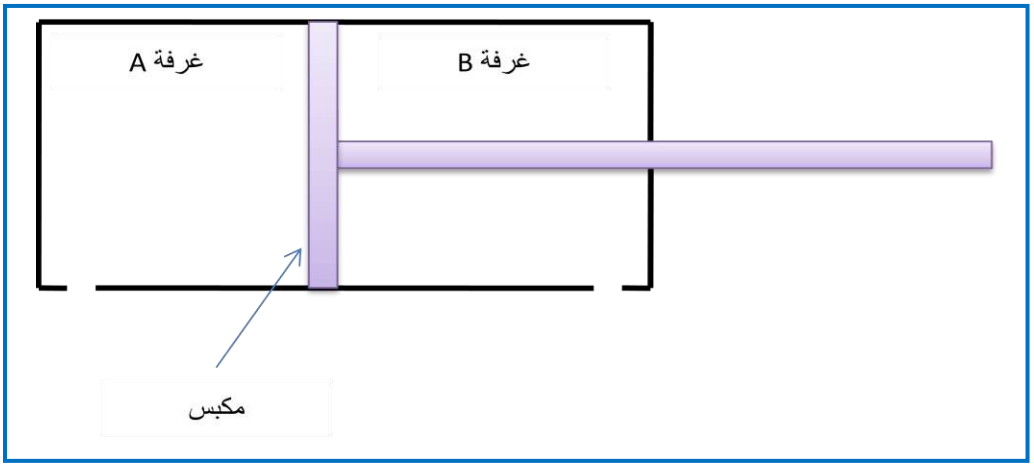
إذا كانت الاسطوانتين بنفس الحجم والشوط، الاسطوانة الثانية يكون سرعة شوط العمل فيها إبطاء ولن يكون فيها شوط عمل كامل لأن الهواء المتدفق إلى الاسطوانة الثانية اقل من الهواء المتدفق.

8-2 المركز (مضخم الضغط) :

Pressure intensification

هو وسيلة لاستخدام الهواء المضغوط في احد أجزاء المنظومة لزيادة الضغط في جزء اخر منها منفصل .

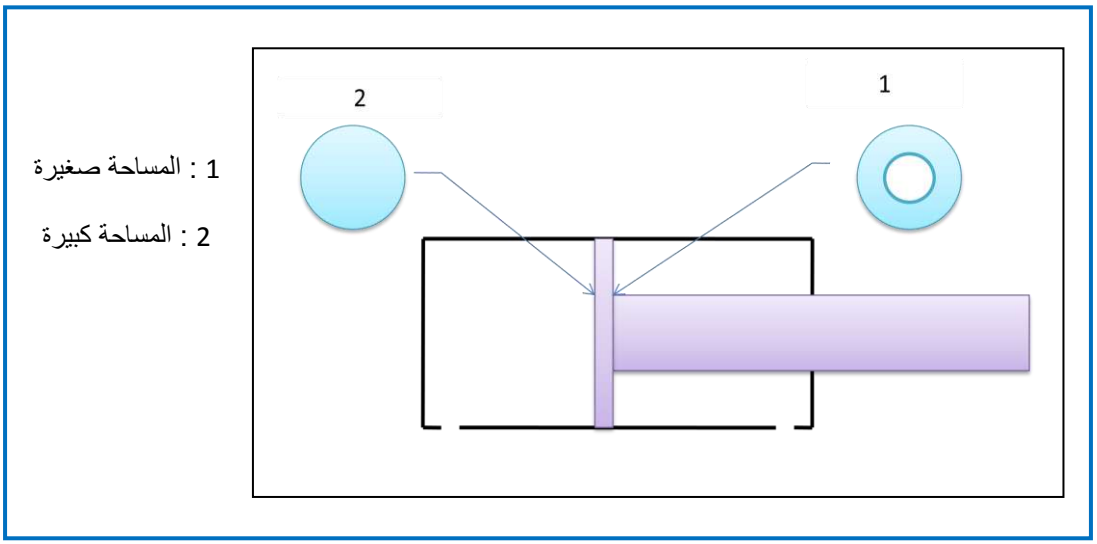
في الشكل (2-14) : الضغط الواطئ في الجهة A يؤثر في سطح المكبس فيولد قوة في الجهة الأخرى للمكبس (جهة العمود B) .



شكل رقم (2-14) مضخم الضغط

إنّ الفرق بين الضغطين يعتمد على مساحة وجهي المكبس . إنّ ناتج قسمة مساحة سطح المكبس في الجهة A الكبيرة على مساحة سطح المكبس في الجهة B الصغيرة. عند ضربه في مقدار الضغط المنخفض نحصل على مقدار الضغط الذي يمكن لمضخم الضغط إنتاجه.

في الشكل (2-15) : إذا كانت مساحة سطح المكبس من جهة العمود نصف مساحة سطح المكبس من الجهة الأخرى فان الضغط المتولد في جهة العمود سيكون ضعف الضغط المسلط ،وذلك عندما يكون صمام التدفق مغلق



شكل رقم (2-15) اختلاف مساحة وجهي المكبس في مضخم الضغط

9-2 اسم التمرين: الاسطوانات على التوالي **رقم التمرين**:3

مكان التنفيذ : ورشة تكنولوجيا الميكانيك الصناعي **الزمن المخصص** : 4 ساعات

الأهداف التعليمية:

فهم عمل اسطوانات مربوطة على التوالي :

1- لتعّرف طريقة عمل اسطوانات مربوطة على التوالي

2- بيان تأثير الضغط في اسطوانات التوالي .

التمرين يكون من جزأين :

في الجزء الأول تربط اسطوانتين على التوالي لتعّرف كيفية عمل مضخم الضغط في المنظومة .

في الجزء الثاني من التمرين ربط دائرة (منظومة) لملاحظة عمل مضخم الضغط.

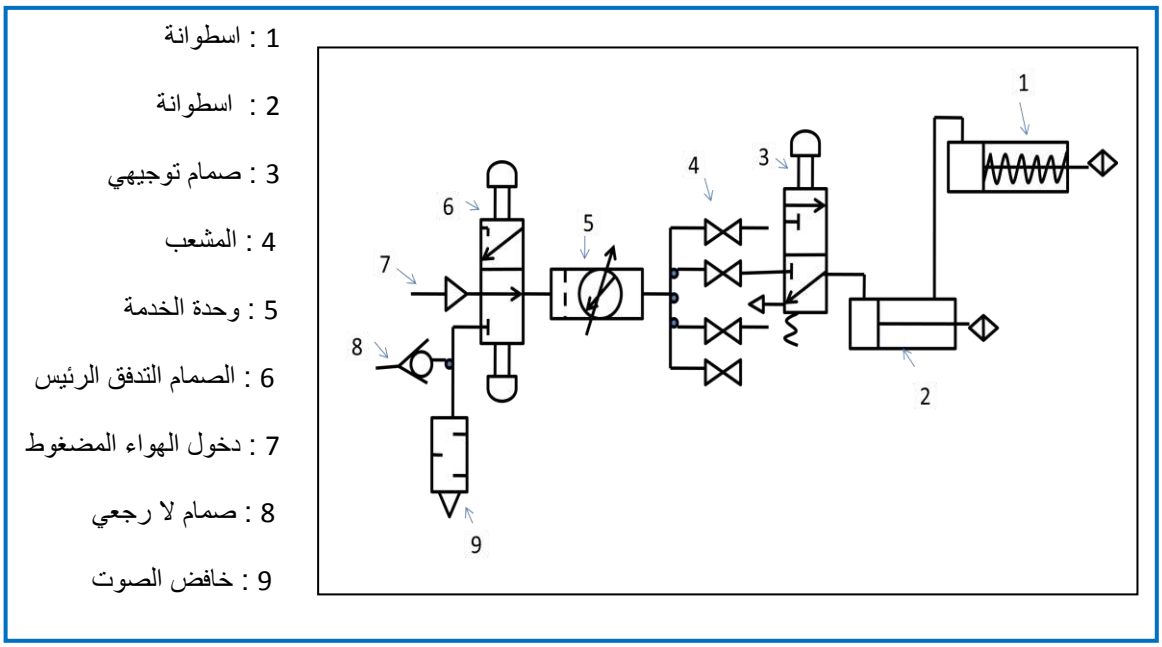
التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة) :

اسم المادة	العدد
1- وحدة خدمة	1
2- صمام توجيهي بزر تشغيل	1
3- اسطوانة أحادية التأثير	1
4- اسطوانة ذات تأثير مزدوج	1
5- صمام مقياس الضغط	1
6- مشـــعب	1

خطوات العمل :

خطوات الجزء الأول من التمرين

1- تأكد من أن ذراع الاسطوانة ذات التأثير المزدوج ليس في وضع العمل واربط الدائرة (المنظومة) كما في الشكل (2-16) .



شكل رقم (2-16) مخطط ربط الاسطوانات على التوالي

2- شغل صمام الغلق الرئيس وصمام غلق الفرع، وثبّت قراءة مقياس ضغط الهواء على 15 psi.

3- شغّل الصمام التوجيهي بالضغط على زر التشغيل مع ملاحظة عمل الاسطوانتين .

4- أوقف عمل الصمام التوجيهي عن طريق زر التشغيل فتتوقف الاسطوانتين عن العمل.

*هل الأسطوانتين تعملان وتتوقفان عن العمل في الوقت نفسه؟

*هل إن شوط العمل في الاسطوانة الأحادية التأثير كامل ؟ وضح ذلك

5- أغلق صمامات التدفق و دور مفتاح (عجلة) منظم الضغط كليا عكس عقرب الساعة.

ما الذي يجعل عمود الاسطوانة المزدوجة التأثير يرجع ؟ .

خطوات الجزء الثاني من التمرين:

1- اعد ربط المنظومة كما في الشكل (2-17).

2- لربط مقياس الضغط بالاسطوانة استخدم أنبوب اقصر ما يمكن.

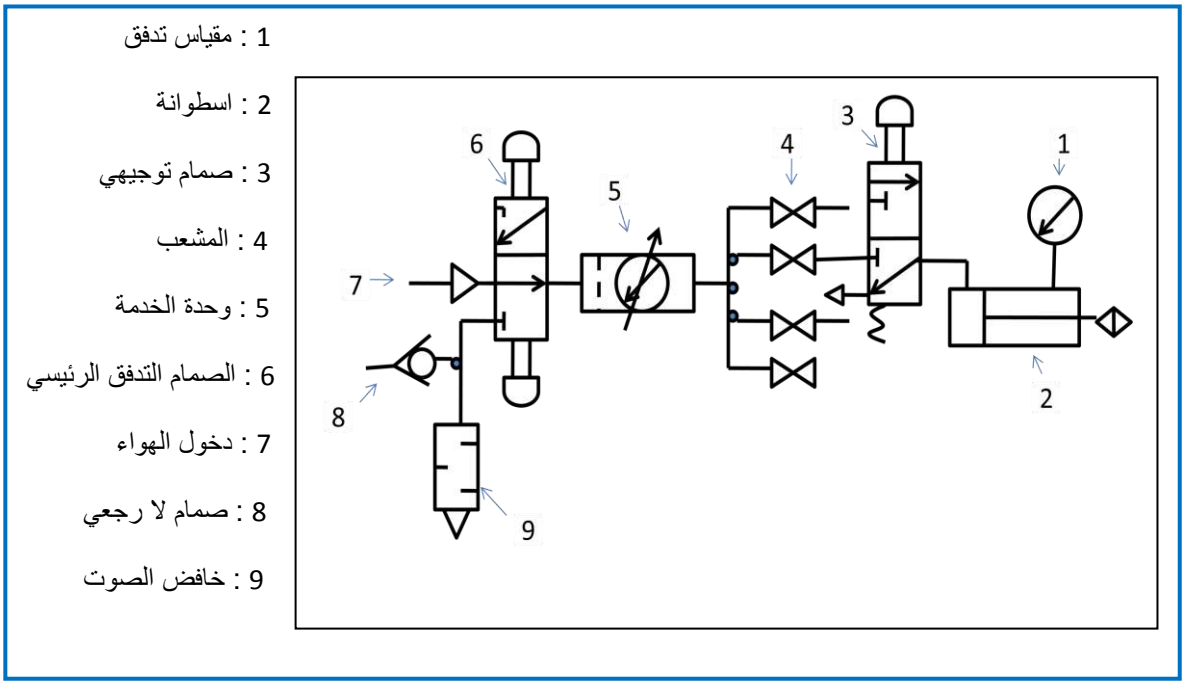
3- شغّل صمام التدفق الرئيسي وثبت الضغط 60 psi على مقياس الضغط .

4- شغّل (افتح) الصمام التوجيهي، ولاحظ قراءة مقياس الضغط.

5- سجّل مقدار ضغط الهواء عند الدخول وعند الخروج من الاسطوانة .

6- احسب مقدار تزايد الضغط .

7- أغلق صمام التدفق الرئيس وصمام تنظيم الضغط.

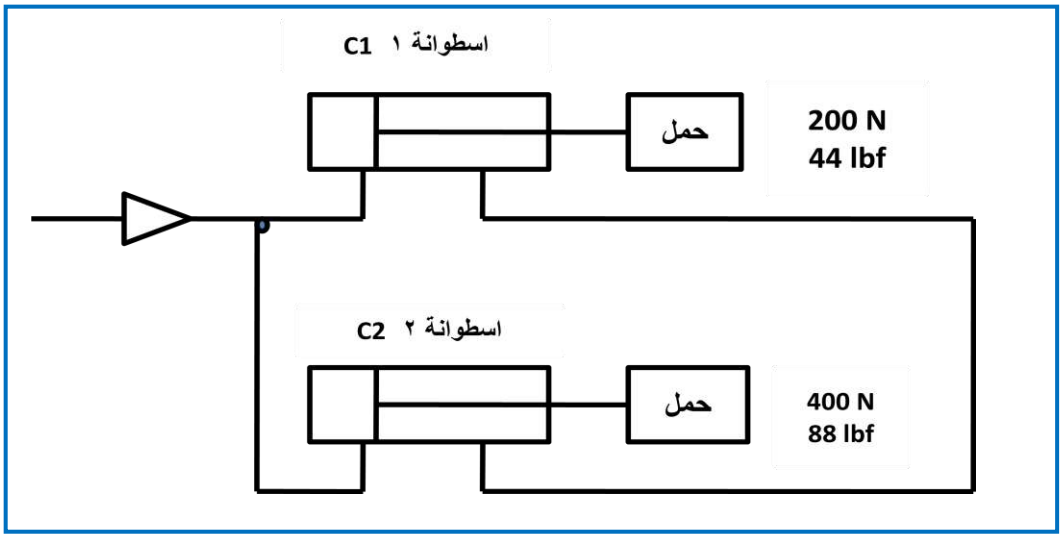


شكل رقم (2-17) ربط مقياس ضغط بالاسطوانة

10-2 ربط الأسطوانات على التوازي

Cylinder in Parallel

تربط الاسطوانات على التوازي في بعض الحالات والشكل (2-18) يبين طريقة توصيل اسطوانتين مربوطتين على التوازي .



شكل رقم (2-18) اسطوانتين مربوطتين على التوازي

عند دفع هواء مضغوط في المنظومة فان الاسطوانة C1 سيتمدد عمودها أسرع من تمدد عمود الاسطوانة C2 ، وذلك لان الحمل المسلط على الاسطوانة C1 اقل من الحمل المسلط على الاسطوانة C2 وبذلك تحتاج الاسطوانة C1 ضغط اقل مما تحتاج إليه الاسطوانة C2 .

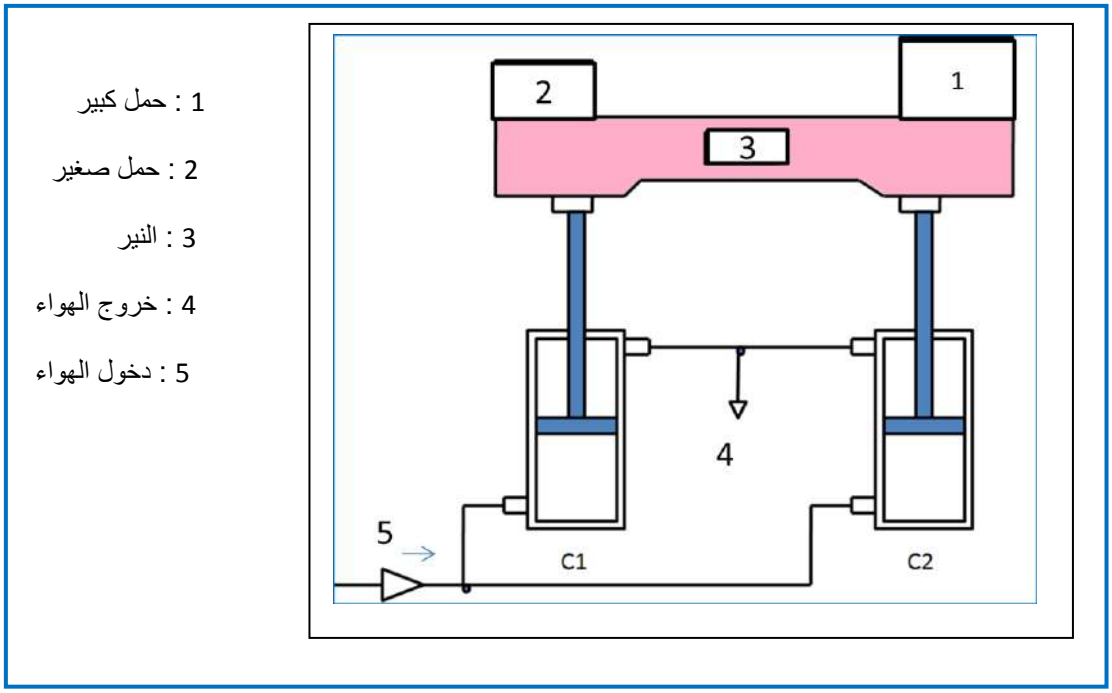
11-2 تنـــاغم اسطوانات التوازي

Synchronization of parallel cylinder

إذا وصلت اسطوانتين على التوازي وكانتا متساويتين في الحجم وطول شوط العمل والحمل المسلط عليهما فأنهما يفترض أن تعملان بالتناغم، ولكن هذا لا يحدث عمليا إذ يوجد دائما فرق في الأبعاد معامل الاحتكاك والتسريب وغيرها.

لكن هذا لا يعني استحالة إيجاد تناغم بين الاسطوانات المتوازية إحدى هذه الطرائق هي طريقة (النير) (Yoke) .

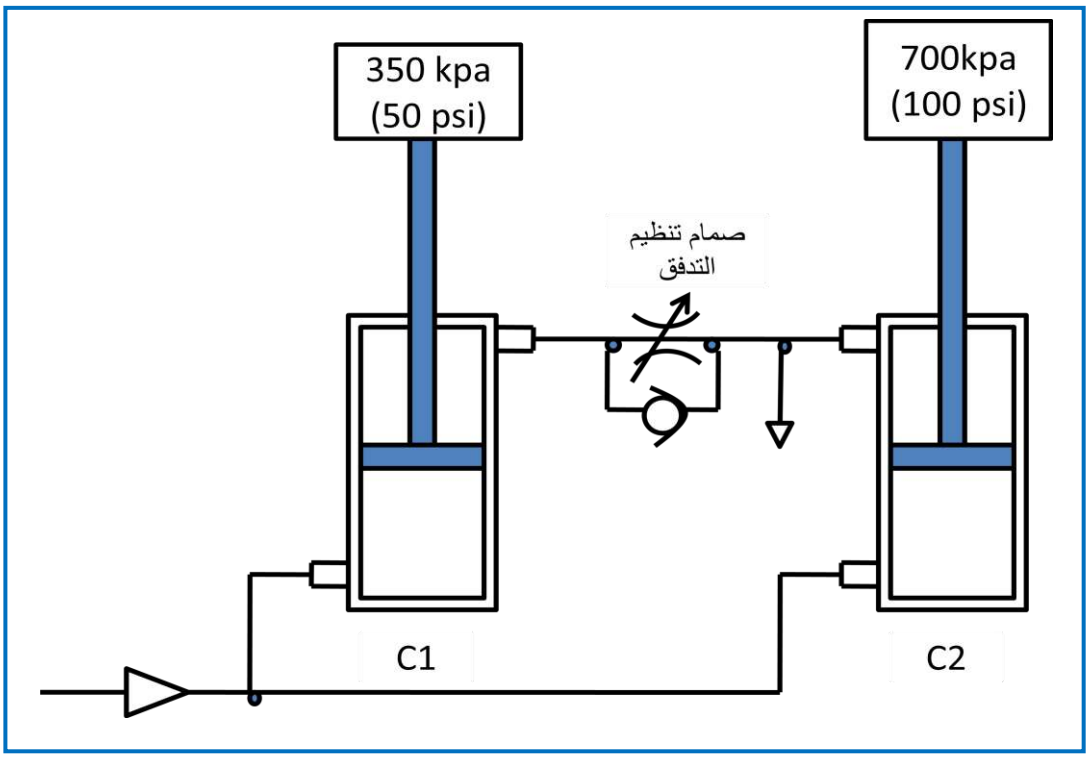
في الشكل (2-19) يوضح هذه الطريقة، إذ يربط نير من المعدن يوصل بين عمودي الاسطوانتين ويربطهما معا



شكل رقم (2-19) ربط اسطوانتين بواسطة نيـر

و يتوزع الحمل بين اسطوانتين بانتظام و يتحرك عمودي الاسطوانتين بالسرعة نفسها. وتسمى هذه الطريقة بطريقة النير الميكانيكية، وإذا تعذر استعمال الطريقة الميكانيكية فيمكن الوصول إلى تناغم تقريبي بين اسطوانتين متوازيتين باستعمال طريقة صمام سيطرة التدفق إذ يربط على التوالي مع خط الاسطوانة التي تحتاج قوة الضغط الواطئ.

شكل (2-20) يبين مثال لأسطوانتين C1 و C2 لها الحجم نفسه، الاسطوانة C1 تحتاج إلى 50 psi لدفع الحمل. والاسطوانة C2 تحتاج إلى 100 psi لرفع الحمل صمام السيطرة مركب التوالي على خط الاسطوانة C1. وينظم الصمام بحيث يولد فرقاً في الضغط في هذا الخط مقداره 50psi ، وبذلك يمتد عمودي الاسطوانتين في الوقت نفسه.



شكل رقم (2-20) اسطوانتين يوصل بينهما صمام سيطرة التدفق

12-2 اسم التمرين: ربط الاسطوانات على التوازي **رقم التمرين** : 4

مكان التنفيذ : ورشة تكنولوجيا الميكانيك الصناعي **الزمن المخصص** : 4 ساعات

الأهداف التعليمية:

1- لفهم كيفية عمل اسطوانات مربوطة على التوازي .

2- لتوضيح نتائج عمل الاسطوانات مربوطة على التوازي ومعرضة لأحمال مختلفة .

3- لعمل تناغم بين الاسطوانتين باستخدام صمام السيطرة على التدفق .

التمرين يتكون من جزأين :

الجزء الأول : ربط اسطوانتين على التوازي وتحديد الاسطوانة التي يتحرك عمودها أولا .

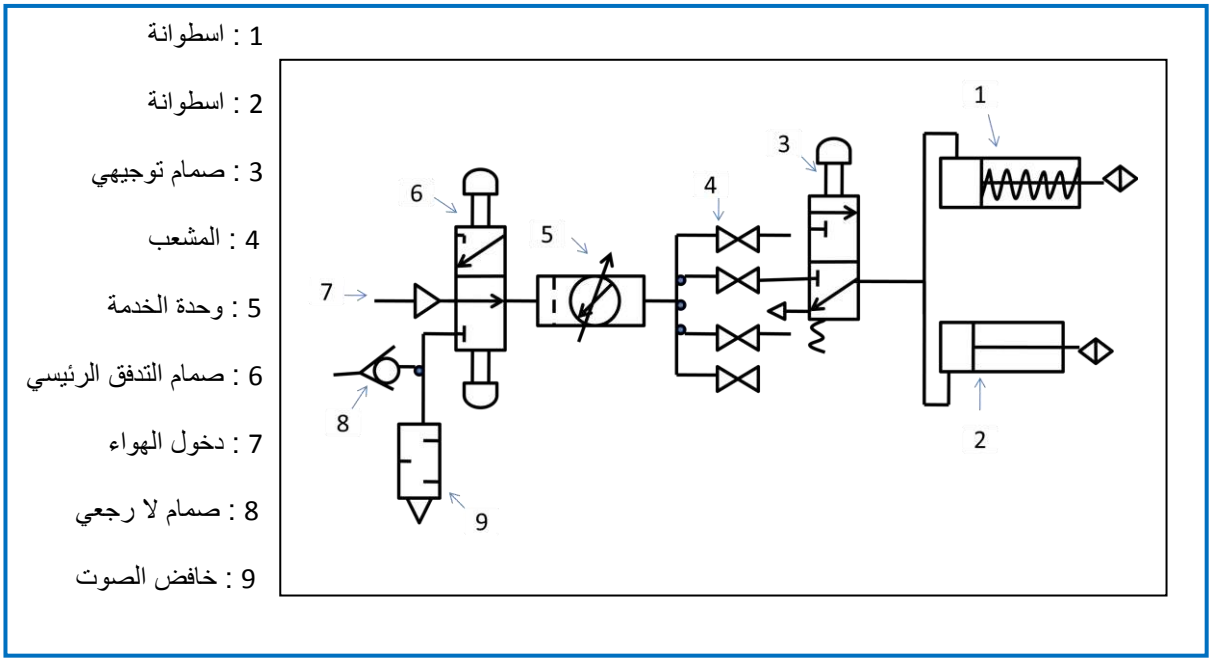
الجزء الثاني : ربط اسطوانتين على التوازي مع تركيب صمام تنظيم التدفق على التوالي مع خط الاسطوانة التي تحتاج قوة ضغط اقل لتحريك الحمل .

التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة) :

اسم المادة	العدد
1- وحدة خدمة	1
2- صمام توجيهي بزر تشغيل	1
3- صمام سيطرة التدفق	1
4- اسطوانة ذات تأثير أحادي	1
5- اسطوانة ذات تأثير مزدوج	1
6- ملحقات	1

خطوات العمل :

1- اربط الدائرة (المنظومة) كما في الشكل (2-21) .



شكل رقم (2-21) طريقة ربط اسطوانتين على التوازي

2- من المخطط أعلاه خمن أي الاسطوانتين سوف يعمل أولا ؟ وضح ذلك .

3- شّغل صمام التدفق الرئيس وصمام الفرع، وثبّت الضغط في المقياس 30 psi.

4- شغل الصمام التوجيهي ، ولاحظ أعمدة الاسطوانات وهي تبدأ بالعمل .

5- هل تخمينك في الخطوة الثانية صحيح ؟

6- اربط صمام سيطرة التدفق في الاسطوانة المزدوجة التأثير.

7- اضبط صمام التدفق بحيث ينهي عمودي الاسطوانتين شوط العمل في الوقت نفسه.

8- دوّن ملاحظاتك حول تمدد عمودي الاسطوانتين .

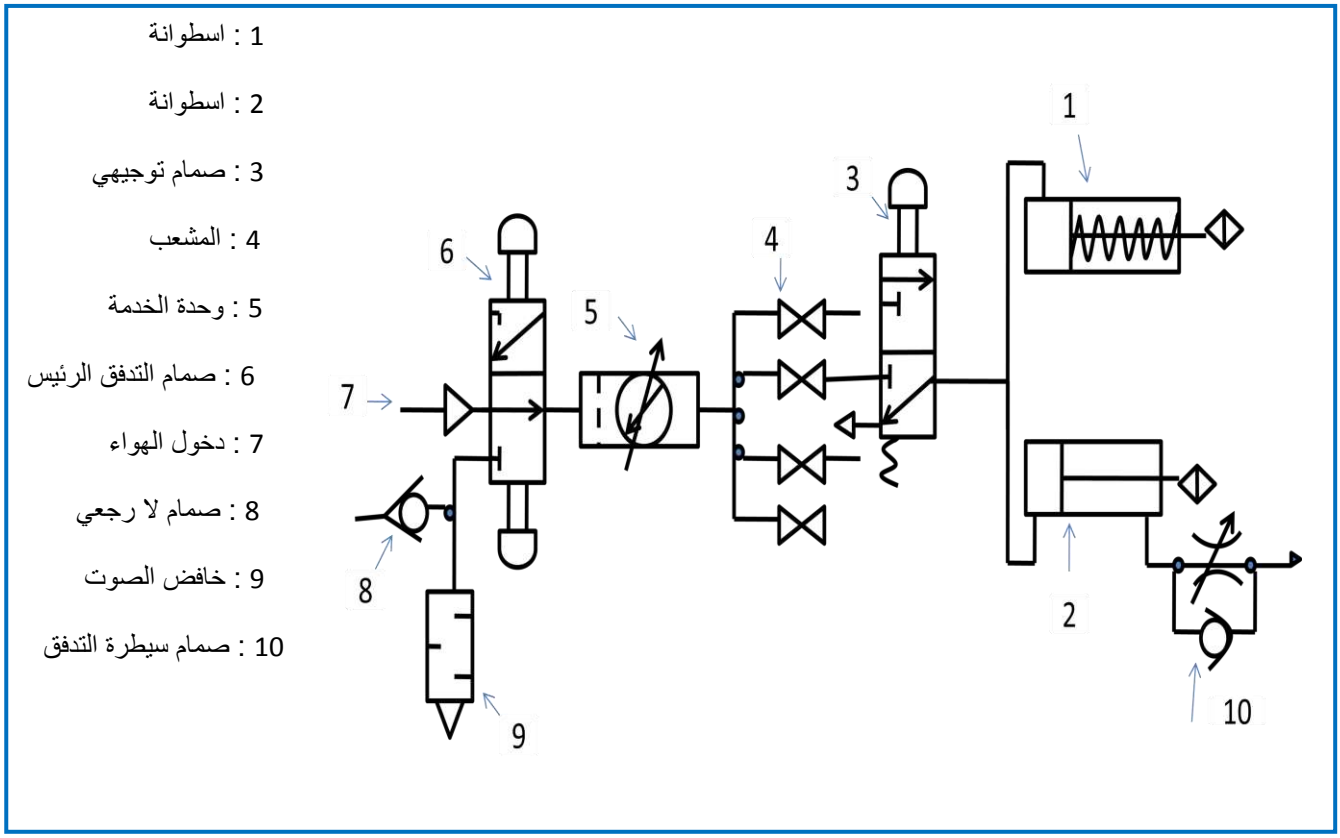
9- أغلق صمام التدفق الرئيسي ومنظم الضغط .

10-افتح الدائرة ، وأعد الأجزاء إلى مكانها .

11-اربط صمام سيطرة التدفق في فتحة خروج الهواء من الاسطوانة مزدوجة التأثير.

12-نظم صمام تدفق الهواء بحيث تكمل الأسطوانتين شوطي العمل بوقت واحد.

13-أغلق الصمامات ومنظم الضغط وفكك الدائرة

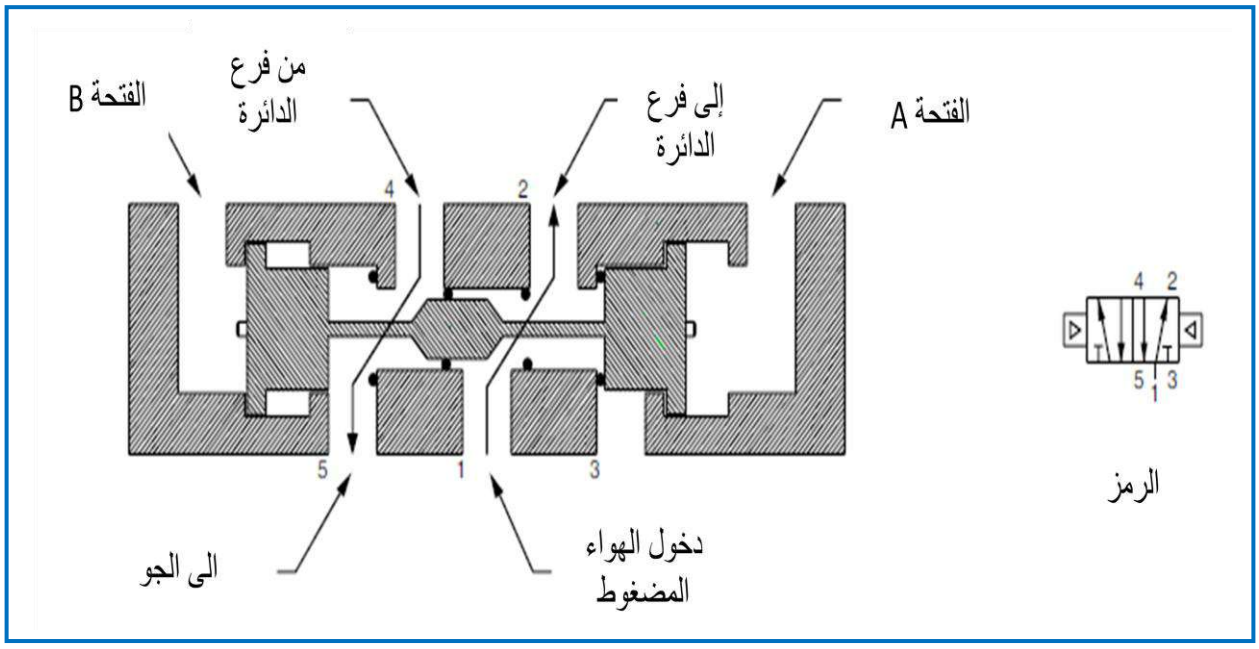


شكل رقم (2-22) اسطوانتين مربوطتين على التوازي مع استخدام صمام سيطرة التدفق

13-2 السيطرة الغير مباشرة باستخدام الصمام التوجيهي

Indirect Control Using Pilot – Operating Valves

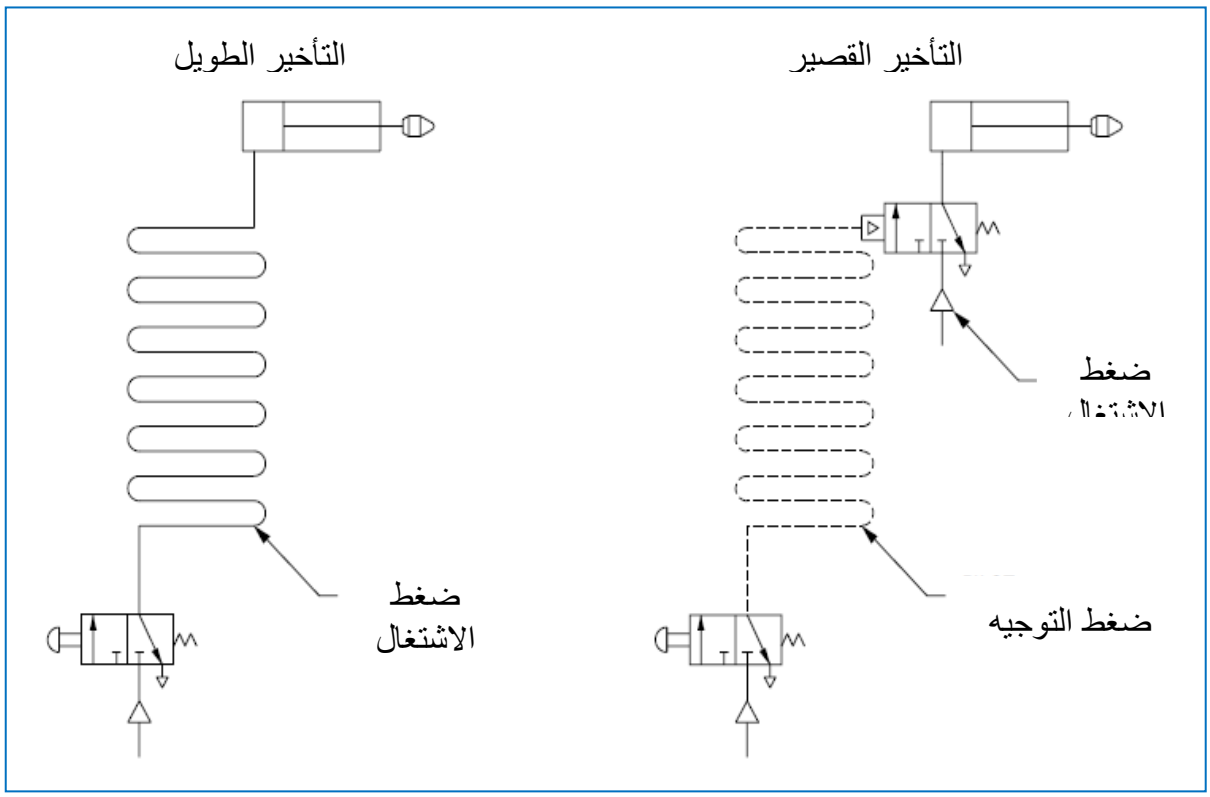
الشكل (2-23) يبين كيفية عمل الصمام التوجيهي 2/4 .



شكل رقم (2- 23) كيفية عمل الصمام التوجيهي 2/4

عند دخول الهواء المضغوط من الفتحة A تتصل الفتحتين 1 و 2 فيمر الهواء المضغوط من الفتحة 2 إلى فرع الدائرة (المنظومة). وعند توصيل الفتحتين 3 و 4 ، يوصل الفرع إلى الجو . عند دخول الهواء من الفتحة B فان الصمام يوصل بين الفتحتين 1 و 4، يمر الهواء المضغوط إلى فرع الدائرة (المنظومة)، ويتم تفريغ هواء الفرع إلى الجو بتوصيل الفتحتين 2 و 3.

الشكل (2-24) يبين استخدام صمام توجيهي 2/3 لتقليل طول خط العمل بضغط هواء عالي، وكلفته عالية، إذ يمكن تشغيله من مسافة بعيدة، ودوّن فقدان لكفاءة الدائرة.



شكل رقم (2- 24) السيطرة الغير مباشرة باستخدام صمام توجيهي 3/2

14-2 اسم التمرين: السيطرة غير المباشرة على عمل الاسطوانة باستخدام الصمام التوجيهي

رقم التمرين: 5

مكان التنفيذ : ورشة تكنولوجيا الميكانيك الصناعي **الزمن المخصص** : 4 ساعات

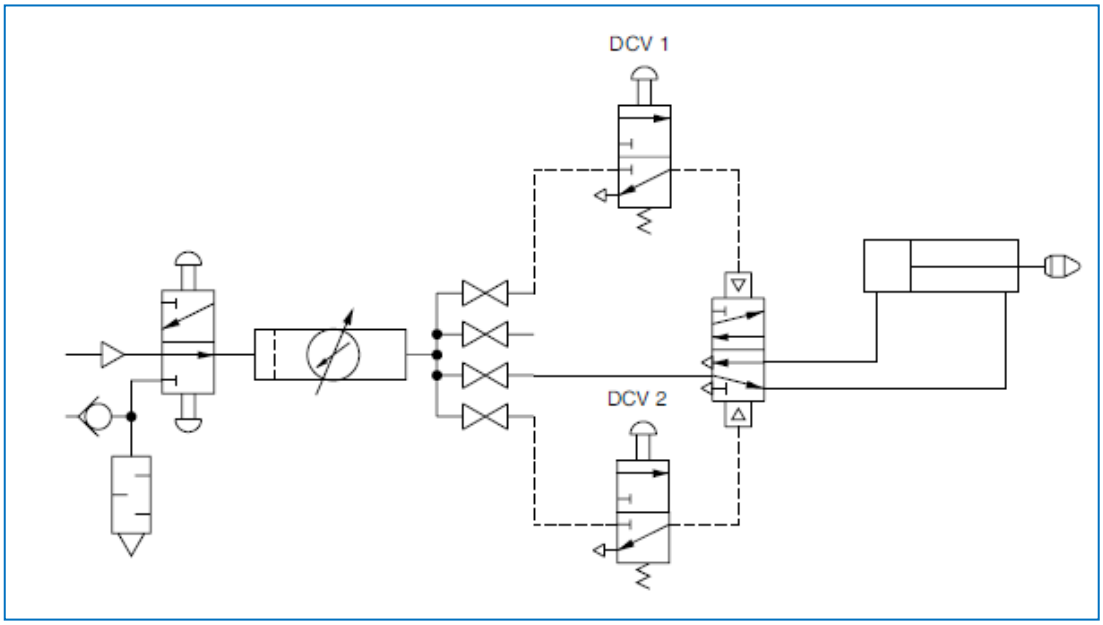
الأهداف التعليمية:

1- تعّلم كيفية عمل الصمام الاتجاهي.

2- تعلّم استخدام صمام اتجاهي 5/4 في السيطرة على عمل اسطوانة مزدوجة التأثير .

خطوات العمل:

1- اربط الدائرة كما في الشكل (2-25)



شكل رقم (2-25) مخطط يوضح دائرة الصمام التوجيهي

2- من الشكل (2-25)، خمّن أي الصمامين DCV1 و DCV2 يسيطر على تمدد ورجوع ذراع المكبس.

3- شغل (افتح) صمام التدفق الرئيس وصمامات الفروع في المشعب، ونظّم قراءة مقياس الضغط على 15 psi.

4- اضغط على زر الصمام التوجيهي DCV2 لجعل مزلاق الصمام كما في الشكل (2-25) عندها ينبغي أن يرجع المكبس ومعه العمود .

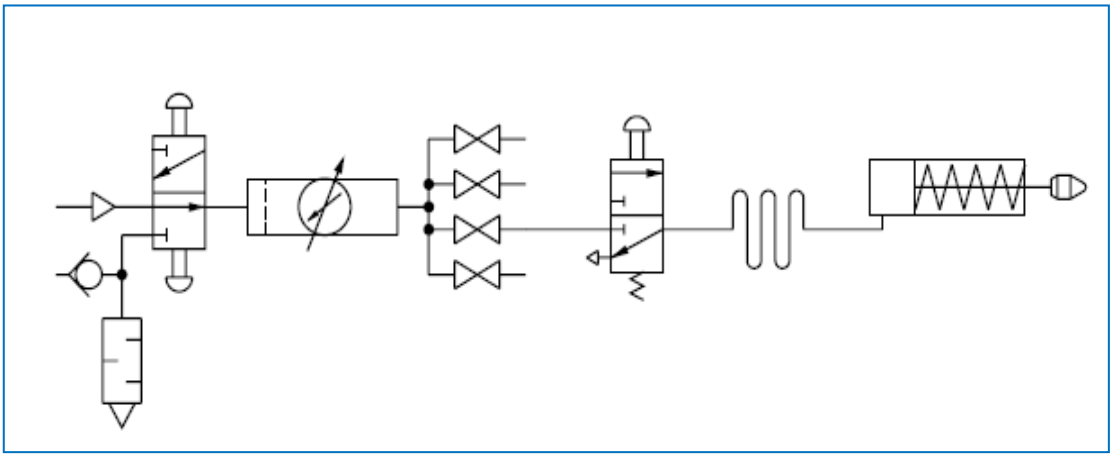
5- شغّل الاسطوانة باستخدام صمامات التوجيه DCV1 و DCV2 ،
هل بتحكم الصمامين يتمدد ويرجع عمود المكبس ، إن كان جوابك لا ، وضّح السبب .

6- اضغط زر تشغيل الصمام DCV2 ، وباليد الأخرى اضغط على زر الصمام DCV1 ، هل يتمدد العمود ؟

7- أوقف الصمام DCV2عن العمل ، واضغط على زر تشغيل الصمام التوجيهي DCV1 ، وباليد الأخرى اضغط على زر تشغيل الصمام DCV2 ، هل يرجع عمود المكبس ؟ وضّح ذلك .

8- أغلق صمامات التدفق ومنظم الضغط .

9- غير ربط الدائرة كما في الشكل (2-26) .



شكل رقم (2-26) مخطط لدائرة يستخدم خط أنابيب طويلة

10-شغّل صمام التدفق الرئيس وثبّت ضغط الهواء في المقياس على 15 psi.

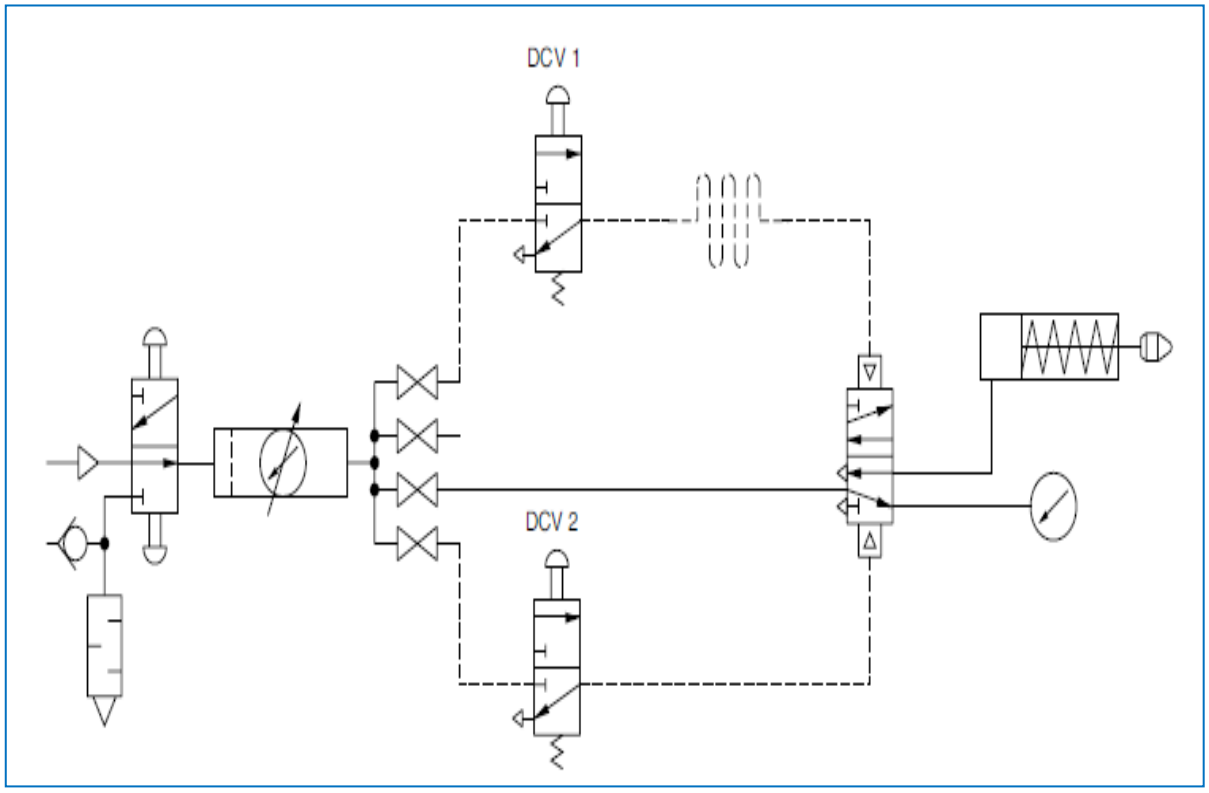
11-اضغط زر تشغيل الصمام التوجيهي ، وسجّل الزمن الذي يستغرقه عمود المكبس لإكمال مشوار العمل .وسجّل النتيجة في الجدول رقم (2) . كرّر الخطوة ثلاث مرات ،واحسب المعدل .

جدول رقم (2)

القراءة	وقت امتداد ذراع المكبس	
	السيطرة المباشرة	السيطرة الغير مباشرة
القراءة الأولى		
القراءة الثانية		
القراءة الثالثة		
معدل القراءات		

12-أغلق الصمام الرئيس ومنظم الضغط .

13- اربط الدائرة كما في الشكل (2-27)



شكل رقم (2-27) مخطط لدائرة السيطرة الغير مباشرة

14- شغل صمام التدفق الرئيس وثبت الضغط في المقياس على 15 psi باستخدام منظم الضغط .

15- اضغط على زر تشغيل الصمام التوجيهي DCV2، واجعل مزلاق الصمام ، كما في الشكل (2-27) ، عندها يرجع عمود المكبس .

16- اضغط على زر الصمام التوجيهي DCV1 ، استخدم ساعة لقياس الزمن الذي يستغرقه عمود المكبس لإكمال شوط العمل ، وسجّل الزمن في الجدول رقم (2-2) .

17- كرّر الخطوة ثلاث مرات ، واحسب المعدل .

18- بمقارنة القراءات المسجلة في الجدول :

- هل عمود المكبس يتمدد أسرع عند السيطرة غير المباشرة ؟
- ما تأثير استخدام السيطرة غير المباشرة ؟

15-2 المحركـــــــات الهوائية

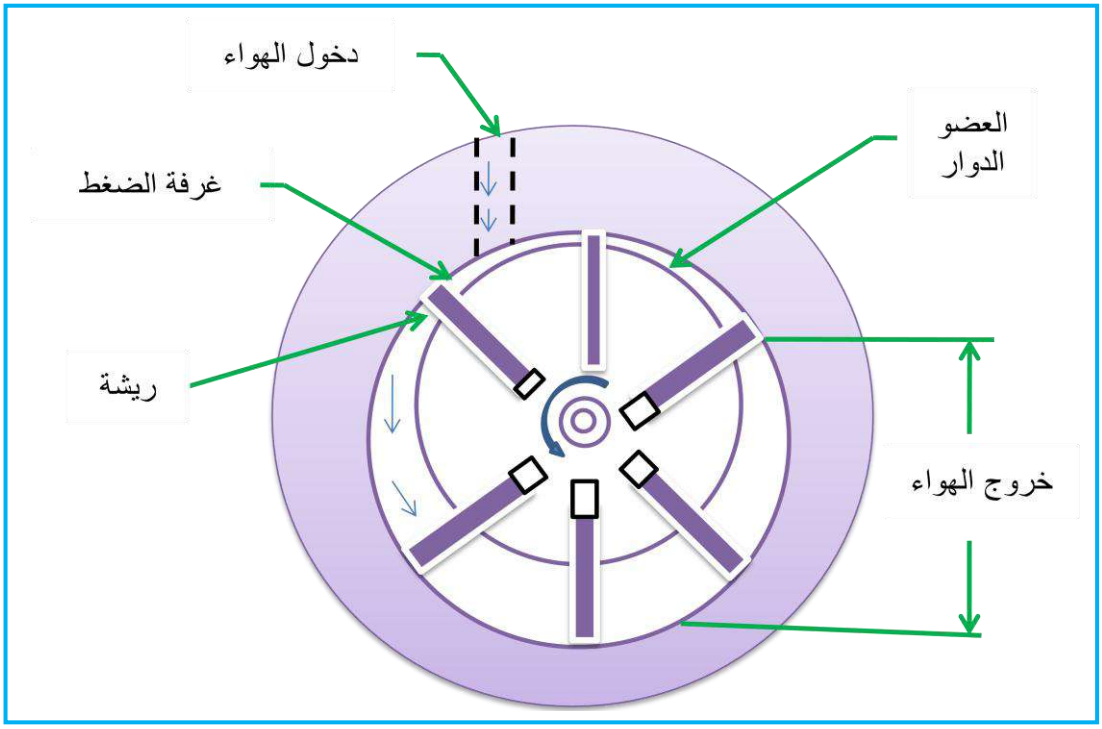
Pneumatic motors

المحرك : هو وسيلة لتحويل طاقة الهواء المضغوط إلى طاقة حركية دورانية .

المحرك الهوائي ذو الريش

Vane Type Pneumatic Motor

الشكل (2-28) يبين المحرك الهوائي ذو الريش، إذ يدخل الهواء المضغوط من فتحة دخول الدخول، فيتمدد في غرفة الضغط بين ريشتين، فيدور العضو الدوار، وعندما يصل الهواء إلى فتحة الخروج يندفع منها إلى الجو.



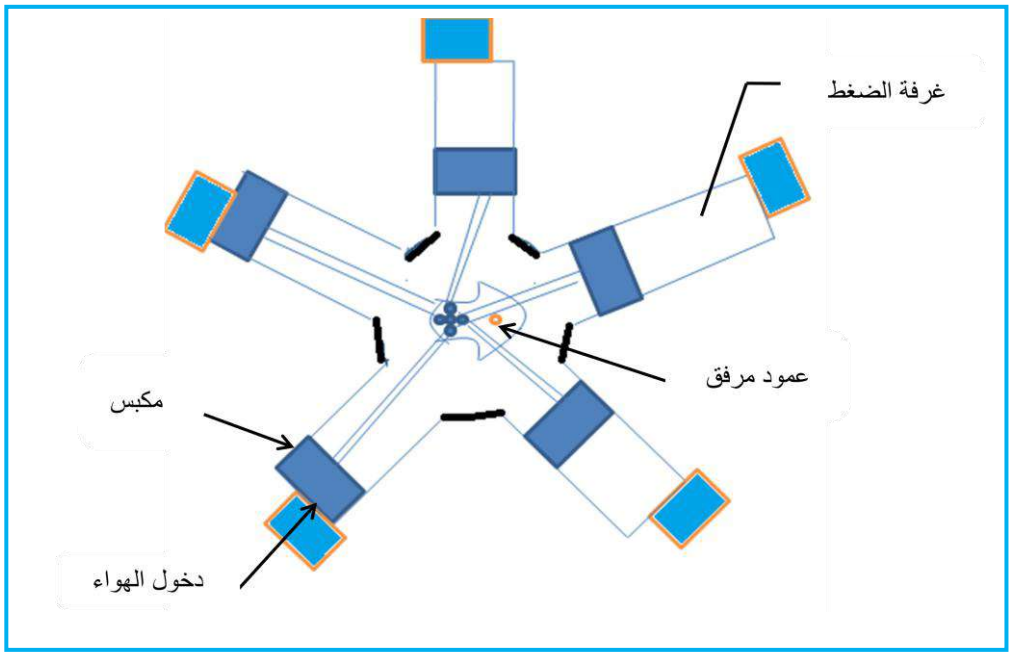
شكل رقم (2-28) محرك هوائي ذو الريش

المحرك الهوائي ذو المكابس

Piston Type Pneumatic Motor

الشكل (2-29) يبين المحرك الهوائي ذو المكابس .

عند دخول الهواء المضغوط إلى غرفة الضغط يدفع المكبس، فيحركه داخل الاسطوانة. تحول الحركة الخطية للمكبس إلى حركة دورانية بواسطة ذراع التوصيل ، وتنتقل هذه الحركة إلى عمود المرفق .

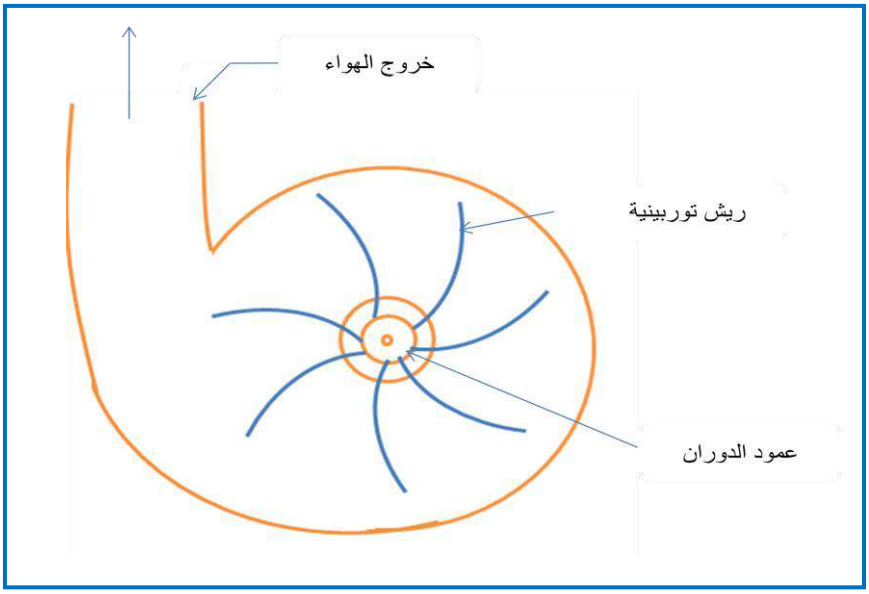


شكل رقم (2-29) المحرك الهوائي ذو المكبس

المحرك الهوائي التوربيني

Turbine Pneumatic Motor

عند دخول الهواء المضغوط إلى المحرك، فانه يصطدم بالريش التوربينية فتدور، وتنتقل الحركة الدورانية إلى عمود المرفق، و تتحول طاقة الهواء إلى طاقة حركية دورانية باتجاه واحد فقط . الشكل (2- 30) يبين المحرك الهوائي التوربيني .



شكل رقم (2-30) المحرك الهوائي التوربيني

مزايا المحركات الهوائية :

1- يمكن التحكم بسرعة دوران المحرك الهوائي بسهولة.
2- غير ملوثة للبيئة.
3- يمكن استعمالها في الأجواء التي يخشى حدوث حريق فيها .
4- يمكن إيقافها عن الدوران من غير حدوث أضرار.
5- بساطة التصميم والتركيب .

عيوب المحركات الهوائية :

1- قلة كفاءتها .
2- انخفاض سرعتها عند زيادة العزم.
3- ارتفاع مستوى الضوضاء فيها أعلى مقارنة بالمحركات الكهربائية .

16-2 إزاحة المحرك

Motor displacement

هي كمية الهواء اللازمة للمحرك لكي يدور عمود المرفق دورة واحدة كاملة وتقاس بـــ(**سم ^{3} / د**)

17-2 سرعة المحرك:

Motor speed

يمكن حساب سرعة المحرك من قسمة نسبة تدفق الهواء للمحرك على الإزاحة .

$$\text{السرعة} = \frac{\text{نسبة التدفق}}{\text{الازاحة}}$$

18-2 عزم المحرك :

يعبر عن العزم عادة بـــ(نيوتن. متر) أو (باوند . انج) .

19-2 قدرة المحرك الهوائي

Pneumatic motor output power

هي القدرة التي يمكن الحصول عليها تساوي حاصل ضرب العزم الذي يولده المحرك بالسرعة التي يدور فيها .

P = العزم (نيوتن . متر) x السرعة (د / د)

$$\text{القدرة } P = \frac{\text{العزم(نيوتن.متر)} \times \text{السرعة(دورة/دقيقة)}}{9{,}45} = \text{واط}$$

$$\text{القدرة } P = \frac{\text{العزم(باوند.انج)} \times \text{السرعة(دورة/دقيقة)}}{63} = \text{حصان}$$

20-2 اسم التمرين: التحكم بسرعة واتجاه الدوران للمحرك **رقم التمرين** : 6

مكان التنفيذ : ورشة تكنولوجيا الميكانيك الصناعي **الزمن المخصص** : 4 ساعات

الأهداف التعليمية:

1- تعّلم العلاقة بين ضغط الهواء والعزم المتولد في المحرك

2- دراسة العلاقة بين سرعة دوران المحرك ونسبة تدفق الهواء المضغوط

3- تعلم ربط دائرة يمكن من خلالها التحكم بالسرعة والاتجاه .

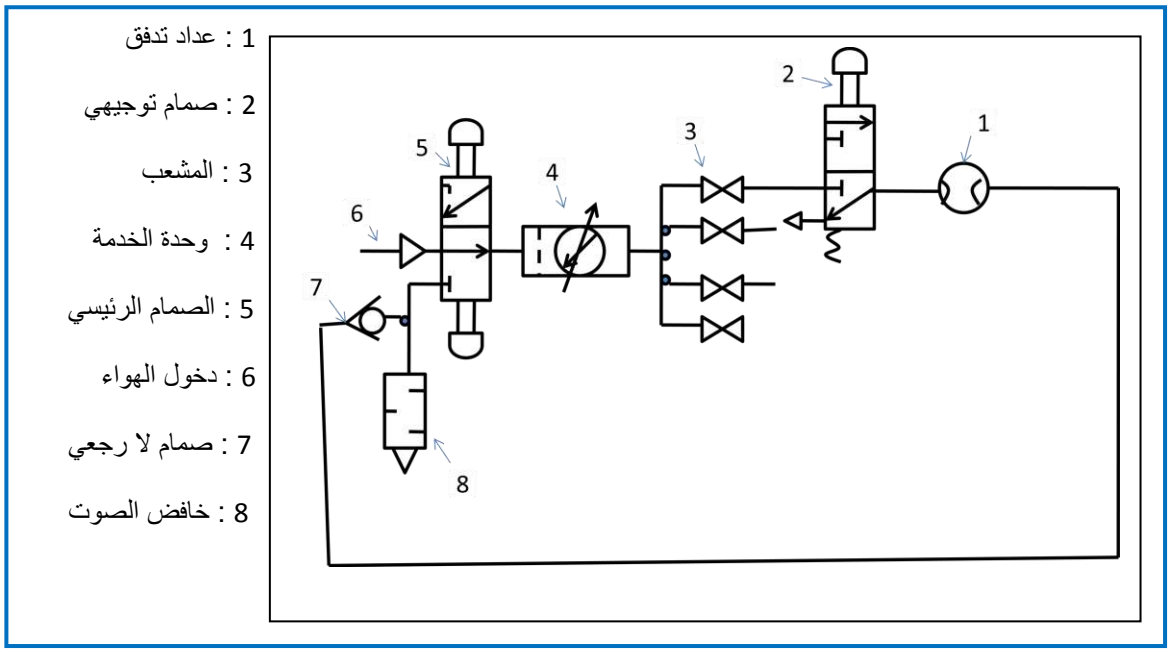
التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة):

اسم المادة	العدد
1- وحدة تحكم	1
2- صمام توجيهي ذو زر تشغيل	2
3- صمام سيطرة التدفق	2
4- صمام توجيهي ذو فتحتي دخول	1
5- محرك هوائي	1
6- عداد تدفق	1
7- ملحقات	1

خطوات العمل :

الجزء الأول :

1- اربط الدائرة (المنظومة) كما في الشكل (2-31) .



2- استنتج اتجاه دوران المحرك من خلال دراسة الدائرة .

3- شغّل الصمام الرئيسي وصمام الفرع في المفرع وثبت ضغط الهواء على المقياس 20 psi .

4- اضغط على زر تشغيل الصمام، ولاحظ اتجاه دوران المحرك هل هو كما تم تخمينه في الخطوة2 ؟

5- أوقف زر التشغيل عن العمل

ما التعديل الذي ينبغي إجراءه لعكس اتجاه دوران المحرك ؟

- ينبغي ارتداء قفازات أيدي لمتابعة إجراء التمرين.

6- امسك عمود دوران المحرك بيديك عند تشغيل صمام التدفق ، هل ذلك سهل أم صعب ؟

7- ثبت الضغط في المقياس إلى 80 psi وكرر مسك عمود دوران المحرك ، هل هو أسهل أم أصعب من الحالة الأولى ؟

8- ما الخاصية التي قمت بملاحظتها من مواصفات المحرك؟

الجزء الثاني :

1- استبدل صمام السيطرة التوجيهي بصمام التحكم في نسبة التدفق، وركّب عداداً في فتحة خروج الهواء من المحرك.

2- شغّل صمام التدفق بإدارته عكس عقرب الساعة .

3- شغل صمامات الغلق، وثبّت الضغط في المقياس على 70 psi.

4- ثبّت صمام التحكم بالتدفق بحيث يعطي نسبة تدفق تؤشر في العداد 100 لتر / الدقيقة ، وتأكد أنّ مقدار الضغط في العداد 70 psi.

5- استعمل مقياس السرعة لقياس سرعة دوران المحرك، وسّجل ما حصلت عليه من نتائج في الجدول (3) ، اعد إجراء القياسات بحسب الجدول .

جدول رقم (3) العلاقة بين نسبة التدفق وسرعة الدوران للمحرك والضغط

سرعة الدوران	نسبة التدفق	الضغط
	100 لتر / دقيقة	
	80 لتر / دقيقة	
	60 لتر / دقيقة	

6- من النتائج التي حصلت عليها، ما العلاقة بين السرعة والضغط ؟

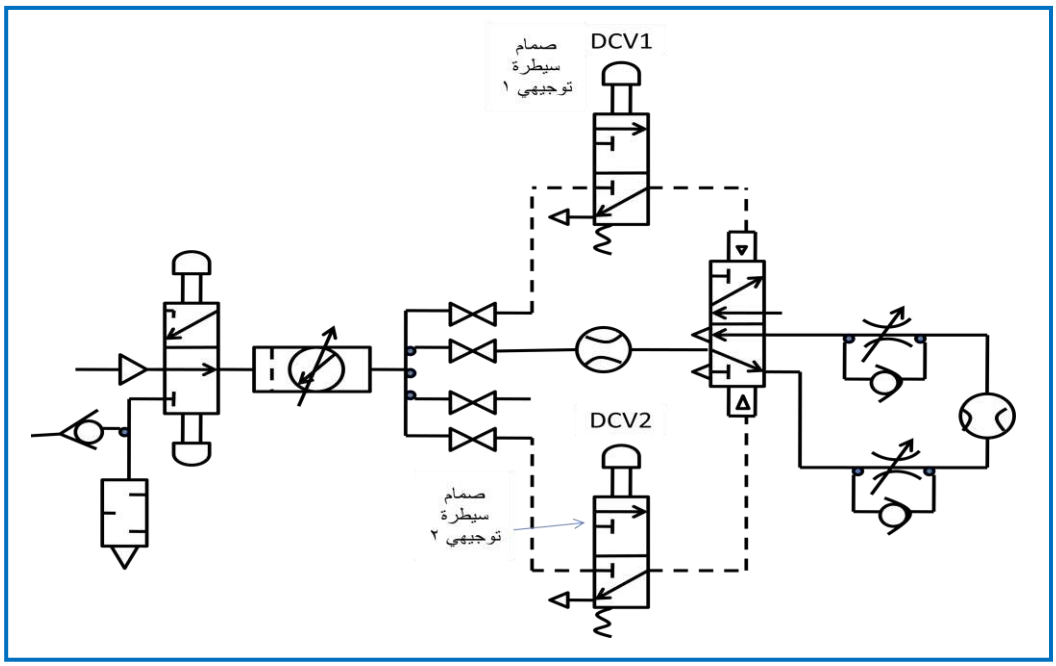
7- أوقف صمامات الغلق، و دوّر عجلة منظم الضغط كليا عكس اتجاه عقرب الساعة.

الجزء الثالث:

21-2 السيطرة على اتجاه وسرعة الدوران للمحرك

Direction and speed control pneumatic motor

1- اربط الدائرة كما في الشكل (2-32) ، على أن يكون عمود الدوران مواجها لك ،وركّب صمام التحكم بالتدفق FCV1 إلى فتحة المحرك اليسرى .



شكل رقم (2-32) السيطرة على اتجاه سرعة الدوران للمحرك

2- شّغل صمامي التدفق FCV1 و FCV2 بتدوير عجلتهما بالكامل عكس اتجاه عقرب الساعة .

3- بدراسة الدائرة كما في الشكل (2-32)، خمّن اتجاه دوران المحرك.

4- شّغل صمامات الغلق، وثبّت الضغط في المقياس على 60 psi.

5- استعمل الصمام التوجيهي المطلوب لتحديد دوران المحرك عكس اتجاه عقرب الساعة.

6- بواسطة التحكم بصمام التدفق FCV1 ،اجعل المحرك يدور بسرعة 3000 دورة بالدقيقة .

7- سّجل نسبة التدفق في الجدول (4) .

8- اضغط على زر تشغيل الصمام التوجيهي DCV2 لجعل المحرك يدور باتجاه عقرب الساعة.

9- اجعل المحرك يدور بسرعة 200 دورة بالدقيقة عن طريق ضبط صمام التدفق FCV2، وسجّل ما حصلت عليه في الجدول (4).

جدول رقم (4) العلاقة بين نسبة التدفق وسرعة الدوران للمحرك الهوائي

نسبة التدفق	السرعة	اتجاه الدوران
		بعكس عقرب الساعة
		باتجاه عقرب الساعة

10- من النتائج التي حصلت عليها، ماذا يمكنك أن تستنتج حول عمل المنظومة ؟

11-أغلق صمامات التدفق وصمام منظم الضغط، وفكّك الأجزاء، واعدها إلى مكانها .

22-2 اسم التمرين: أداء المحرك Motor performance **رقم التمرين:** 7

مكان التنفيذ : ورشة تكنولوجيا الميكانيك الصناعي **الزمن المخصص** : 4 ساعات

الأهداف التعليمية :

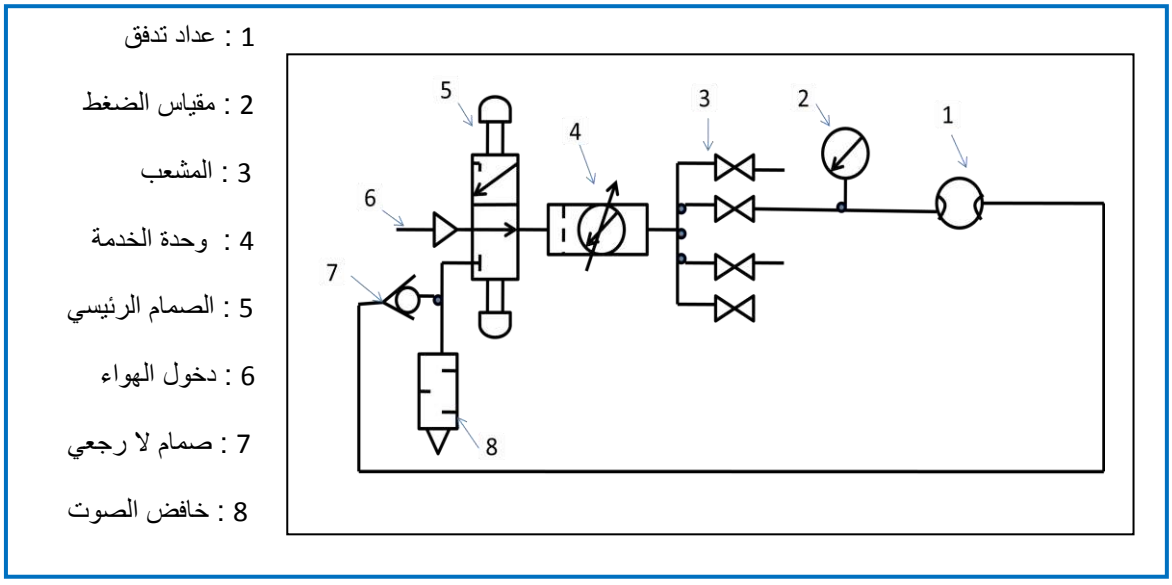
تعلّم كيفية استخراج قدرة وعزم ومعدل التدفق للمحركات الهوائية .

التسهيلات التعليمية (مواد ، عدد ، أجهزة) :

اسم المادة	العدد
1- وحدة خدمة	1
2- محرك هوائي	1
3- مقياس ضغط الهواء	1
4- عداد تدفق	1
5- ملحقات	1

خطوات العمل:

1- اربط المنظومة كما في الشكل (2-33)



شكل (2-33) الدائرة الهوائية

2- شّغل صمام الغلق الرئيس وصمام غلق الفرع.

3- ثبّت ضغط الهواء في مقياس الضغط على 40 psi بواسطة التحكم بمنظم تدفق الهواء .

4- استعمل مقياس السرعة لقياس سرعة دوران المحرك ، وسجّل القياسات بحسب الجدول الآتي :

جدول رقم (5) لبيان مواصفات المحرك الهوائي

الضغط عند مدخل المحرك	السرعة	نسبة التدفق	العزم	القدرة الخارجة

5- أغلق صمام التدفق .

6- ركّب عداد عند فتحة خروج الهواء من المحرك.

7- شغّل صمامات التدفق، وثبّت الضغط في المقياس المركب في مدخل المحرك على 40 psi.

8- استعمل مقياس السرعة لقياس سرعة الدوران ، وسجّل القراءة في الجدول أعلاه .

9- امسك عمود الدوران مع مراقبة القراءة في العداد.

العداد لا يقرأ صفراً على الرغم من توقف المحرك عن الدوران ، علل ذلك .

10-أغلق الصمامات في وحدة الخدمة

11- فكّك الدائرة، و اعد الأجزاء إلى مكانها.

- من التجربتين 5 و 6 والنتائج التي حصلت عليها . احسب عزم دوران المحرك وقدرة المحرك .

الأسئلة

س1 / هناك تحوطات ينبغي اتخاذها عند العمل بالهواء المضغوط ، ما هذه التحوطات ؟

س2 / لصمام السيطرة التوجيهي وظيفة، ما هذه الوظيفة ؟ وكيف يمكن تعرف هذه الصمامات؟

س3 / هناك نوعين من الاسطوانات، ما هما وكيف تعمل الاسطوانة ؟

س4 / لصمام سيطرة التدفق وظيفة ، اذكرها مع ذكر أين يركب.

س5 / اذكر تأثير الجاذبية الأرضية في عمل الاسطوانة عند رفع حمل، موضحاً إجابتك بالرسم.

س6 / عند إجراء تمرين السيطرة على سرعة الاسطوانة واتجاهها نستخدم عدة (عدد، مواد، أجهزة) عددها.

س7 / ما المقصود بمنظم الضغط ؟ وأين يستعمل؟

س8 / وضح عملية ربط الاسطوانات على التوالي مع الرسم .

س9 / ما المقصود بطريقة النير yoke ؟ وضح إجابتك بالرسم .

س10 / لإجراء تمرين السيطرة غير المباشرة على عمل الاسطوانة باستخدام الصمام التوجيهي، هناك عدة خطوات عمل ينبغي إتباعها، ما هذه الخطوات ؟

س11 / للمحركات الهوائية مزايا وعيوب ، عددها .

س12 / عند إجراء تمرين التحكم بسرعة واتجاه الدوران للمحرك، ما برأيك العدد والمواد والأجهزة المستخدمة لذلك ؟

الباب الثاني

الفصل الثالث

أنظمة التحكم المبرمجة

Programmable Logic controller

الأهداف

يهدف هذا الفصل إلى تعرف تطبيقات أنظمة التحكم الرقمية وآلية عملها بنحوٍ مفصل ، وكيفية كتابة برنامج بلغة المخطط السلمي باستخدام الحاسوب الشخصي.

الأهداف الخاصة:

نتوقع أن يكون الطالب قادراً على أن:

1. يفحص المتحكم المنطقية المبرمجة
2. يستعمل الإدخال والإخراج Contact and Coil
3. يثبت حالة الإخراج باستعمال AND و OR
4. يثبت حالة الإخراج باستعمال Set and Reset
5. يتعامل مع الأمر مفتاحين P و N و الذاكرة M
6. يتحكم في تشغيل وإطفاء محرك كهربائي

محتويات

الفصل 3

تعلم الموضوعات

أنظمة التحكم المبرمجة

- أنظمة التحكم المنطقية المبرمجة
- تهيئة وفحص المتحكم المنطقية المبرمجة
- الإدخال والإخراج باستعمال Contact and Coil
- تثبيت حالة الإخراج باستعمال AND و OR
- تثبيت حالة الإخراج باستعمال Set and Reset
- التعامل مع الأمر مفتاحين P و N و الذاكرة M
- التحكم في تشغيل وإطفاء محرك كهربائي

3 مقدمة

المتحكم المنطقي المبرمج يعمل على السيطرة والتحكم في غالب مهمات منظومات الأتمتة، والبرنامج S7 يغطي تطبيقات أنظمة التحكم ويوفر السلامة والسرعة في الإنجاز ، فضلاً عن خفض تكاليف آلمشاريع.
لغرض القيام بالخطوة الأولى في تعلم برنامج S7 نحتاج أولاً إلى تعرف كيفية تهيأة وفحص المتحكم المنطقي المبرمج.

1-3 اسم التمرين - تهيئة وفحص المتحكم المنطقية المبرمجة

رقم التمرين:1

Programmable Logic Controller Adapting and Test

مكان التنفيذ: **ورشة الميكاترونكس/ تكنولوجيا صناعي**

الزمن المخصص:4 ساعة

الأهداف التعليمية:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادرا على:

1- توصيل المتحكم بالمصدر الكهربائي
2- ربط المتحكم بالحاسوب.
3- تثبيت الاتصالات بين المتحكم والحاسبة
4- فحص المتحكم من الحاسبة.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- فولت ميتر.
2- مفك كهربائية

خطوات العمل:

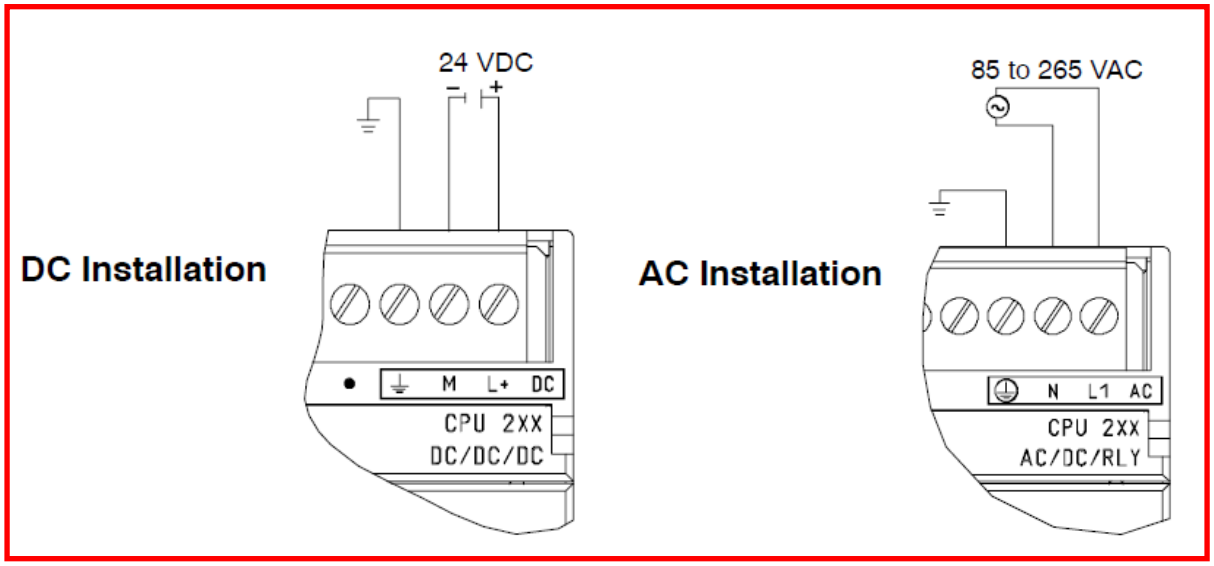
1- توصيل المتحكم بالمصدر الكهربائي.

تصنف المتحكمات بحسب المصدر الكهربائي المجهز لها إلى نوعين:

a. متحكمات تعمل بالتيار المتناوب والمستمر للمرحلات AC/DC/RLY

b. متحكمات تعمل بالتيار المستمر للمرحلات DC/ DC/ RLY

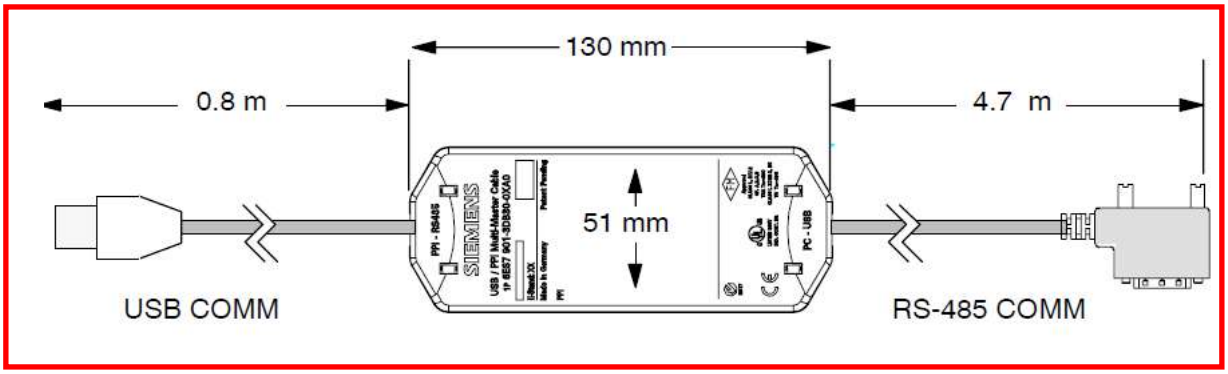
بعد التأكد من مصدر الفولتية وقياسه بواسطة الفولت ميتر يتم توصيل المصدر الكهربائي إلى المتحكم إلى نقاط التوصيل وهي L1 و N لمتحكم نوع AC المصدروالنقاط +L و M لمتحكم نوع DC المصدر.كما في الشكل(3-1)



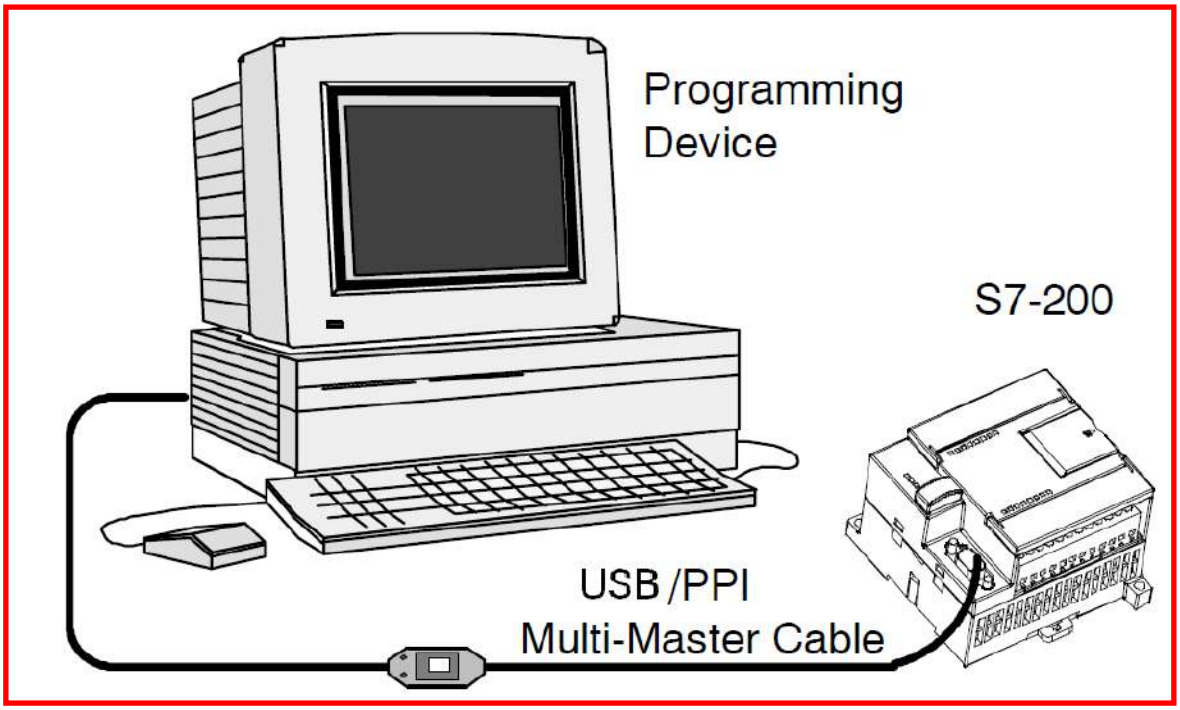
الشكل (3-1) ربط المتحكم بالمصدر الكهربائي

2- ربط المتحكم بالحاسوب

قبل تشغيل الحاسبة والمتحكم يتم ربط التوصيلة نوع USB/PPI Multi-Master Cable الموضح في الشكل (3-2) وهي من النوع المتسلسل يعرف Point to Point Interface ويربط بالحاسبة كما في الشكل(3-3)



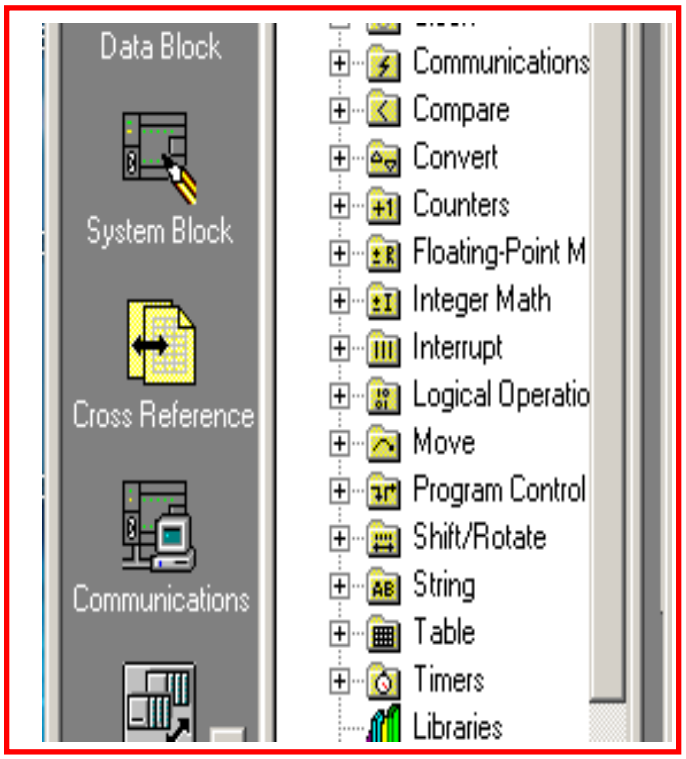
الشكل (3-2) توصيلة USB/PPI Multi-Master



الشكل (3-3) ربط المتحكم بالحاسبة

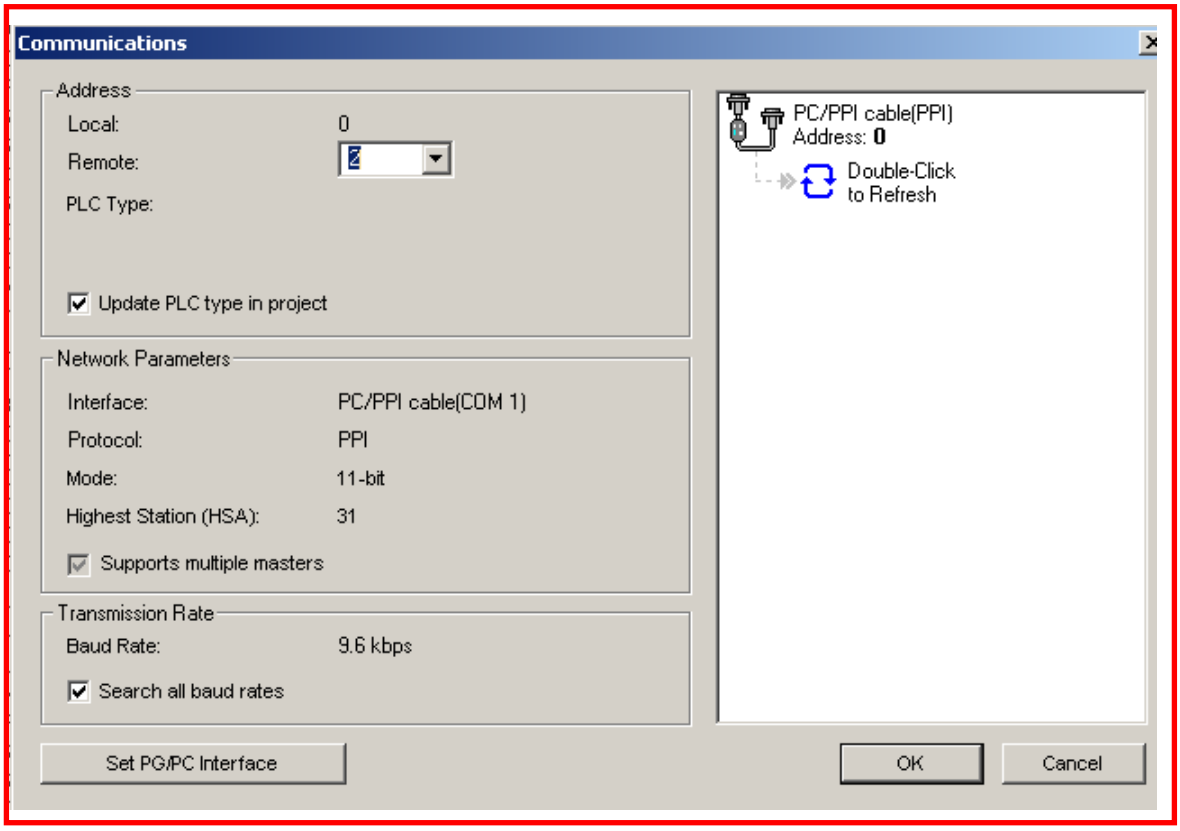
3- تثبيت الاتصالات بن المتحكم والحاسوب :

افتح برنامج Step 7- Micro/Win ، ومن عمود الملاحة Navigation Bar ، اختر Communications Icon كما في الشكل (3-4)



الشكل (3-4) تثبيت الاتصالات بن المتحكم والحاسوب

تظهر الواجهة الارتباطات Communications الموضحة في الشكل (3-5)



الشكل(3-5) واجهة الارتباطات

اضغط على Double –Click to Refresh لتكوين اتصال مع المتحكم وتظهر بعدها إيقونة المتحكم ، فنضغط على مربع OK للخروج، إذا لم تظهر إيقونة المتحكم يمكن إعادة الخطوات السابقة.

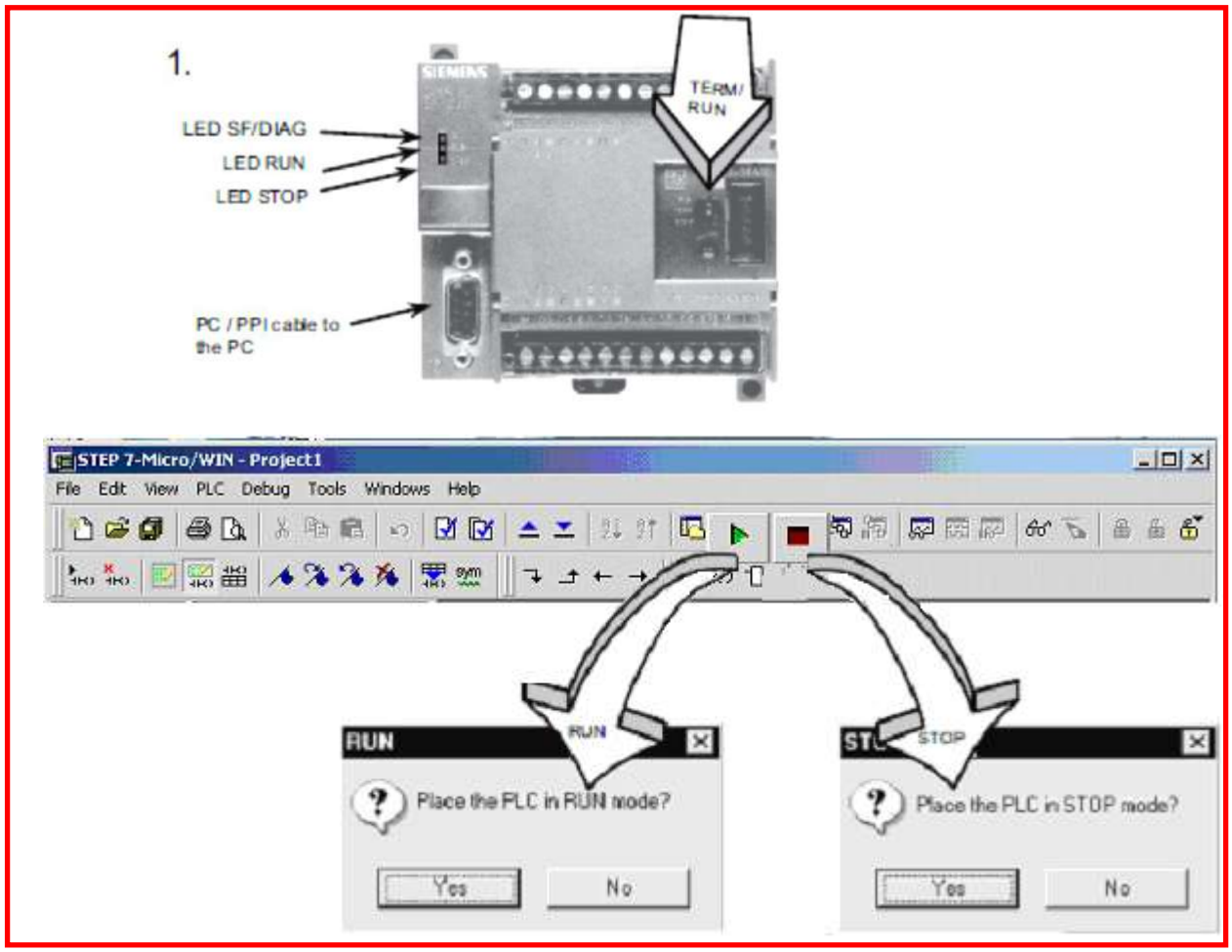
4- فحص المتحكم من الحاسوب:

نحول مفتاح تحويل الوضع Mode Selector الموجود على المتحكم PLC ، إلى الوضع TERM أو RUN، من الحاسوب يمكن تغير وضع المتحكم في وضع STOP ، وإعادته إلى RUN ، وملاحظة تغير إضاءة LED الموجود على المتحكم.

الضوء الأخضر إشارة إلى وضع RUN

الضوء الأصفر إشارة إلى الوضع STOP

إذا تغير وضع المتحكم فتكون التهيئة والفحص ناجحة . كما في الشكل(3-6)

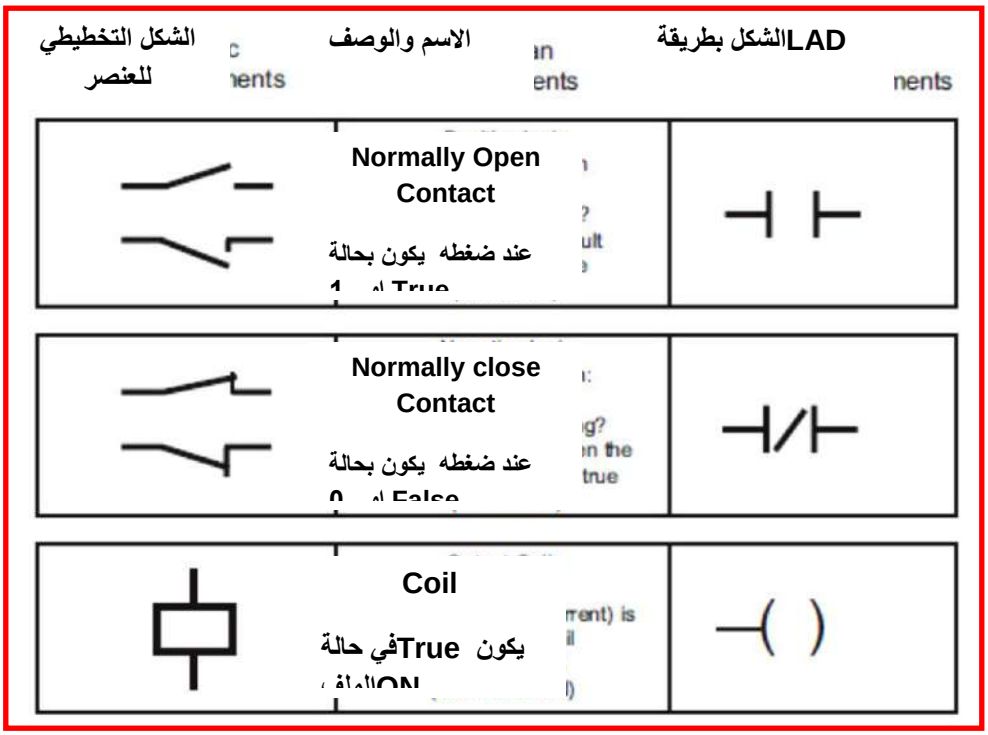


الشكل (3-6) فحص المتحكم من الحاسوب

2-3 اسم التمرين – الإدخال والإخراج باستعمال Contact and Coil

مكان التنفيذ: ورشة الميكاترونكس/ تكنولوجيا صناعي رقم التمرين:2
الزمن المخصص:6 ساعة

العناصر الاساسية للإدخال والإخراج هي المفاتيح Switches على اختلاف أنواعها وتأخذ حالتين منطقيتين فقط وهما 0 و 1، حالة 0 تعرف (خطاء False) وحالة 1 تعرف (صح True) والشكل (3-7) يوضح تمثيل حالات المفاتيح في المتحكم.



الشكل (3-7) المفاتيح الإدخال والإخراج في المتحكم

الأهداف التعليمية:

بعد انتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادرا على أن :

1- يكتب برنامجاً بسيطاً
2- يتعامل مع مفتاح التلامس Contact.

3- يتعامل مع الإخراج Coil.

4- يفهم طريقة تنفيذ البرنامج داخل المتحكم.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

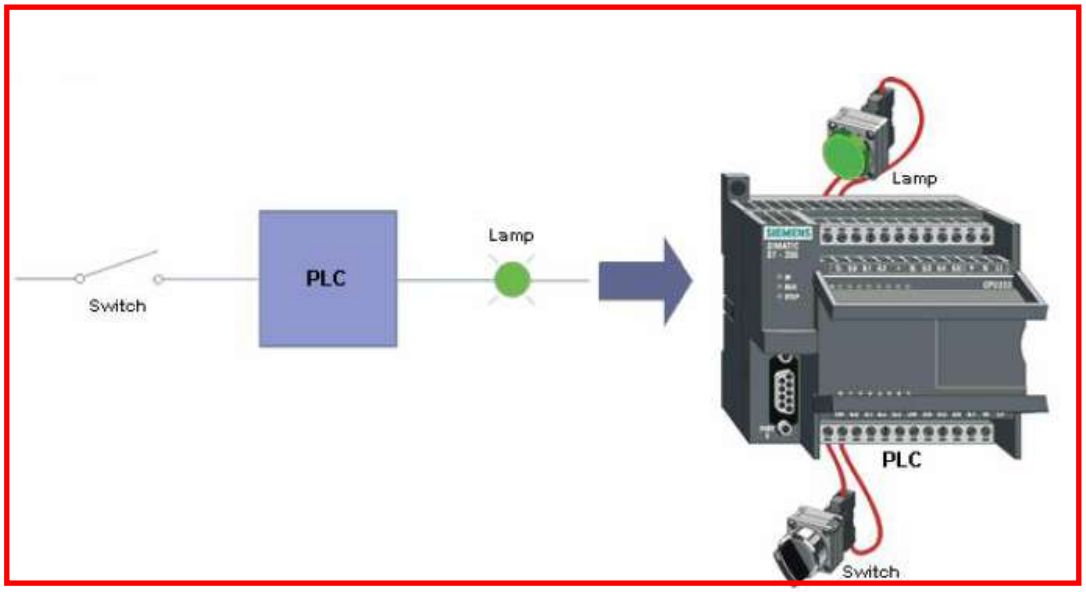
1- أسلاك توصيل

2- مصباح 24فولت

خطوات العمل

1- ربط الدائرة الكهربائية :-

كما في الشكل (3-8)Q0.0 ومصباح إلى الإخراج I0.0 إلى الإدخال Switchاربط مفتاح



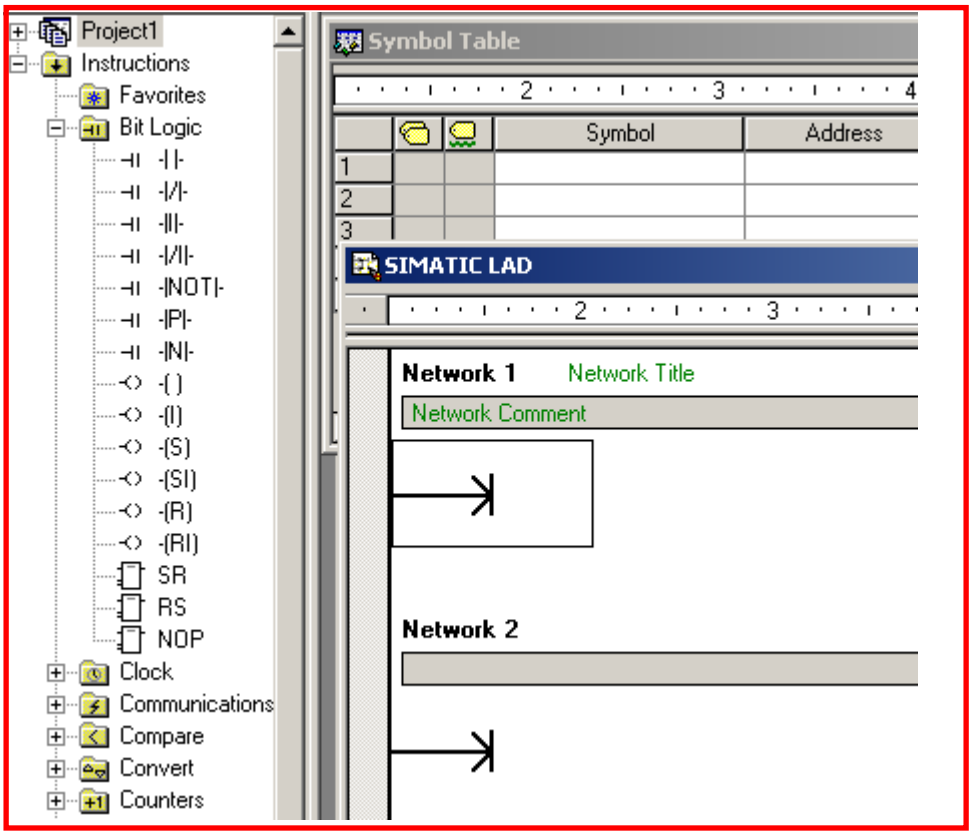
الشكل (3-8) دائرة تشغيل مصباح بواسطة المتحكم

2- كتابة البرنامج:-

افتح برنامج Step7 في الحاسوب

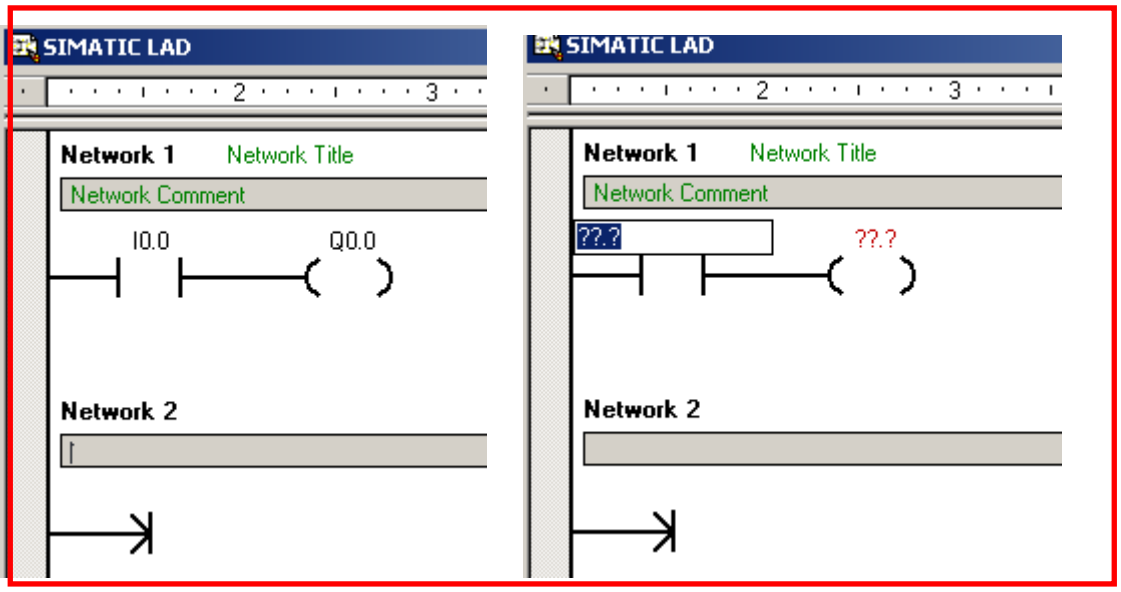
اختر الشبكة الأولى Network 1 من واجهة Simatic LAD

من عمود الأوامر Instructions ، اضغط مكررا Double Click على مفتاح تلامس نوع مفتوح اعتياديا Normally Open لإضافته إلى الشبكة الأولى. كما في الشكل (3-9)



الشكل (3-9) نقل الرموز من عمود الأوامر

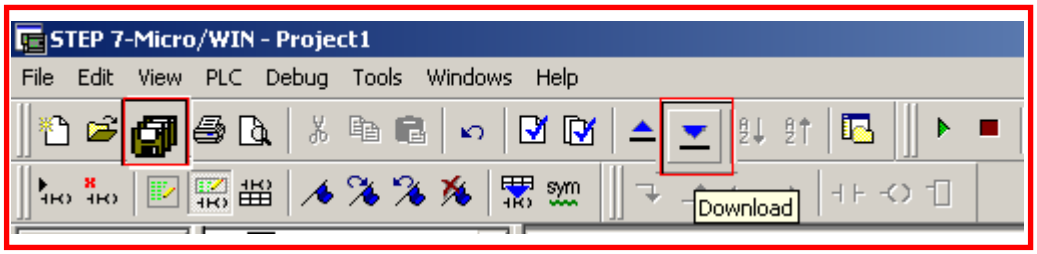
قم بإضافة ملف Coil بعدها، وأضف عنوان مفتاح التلامس، وذلك بالضغط Clickفوق الشكل وكتابة I0.0كما في الشكل (3-10)



الشكل (3-10) عنونة الأوامر

قم بحفظ البرنامج باختيار مربع الحفظ.

حول المتحكم إلى وضع توقف Stop، وقم بتحميل البرنامج إلى المتحكم باختيار مربع التحميل كما في الشكل (3-11)



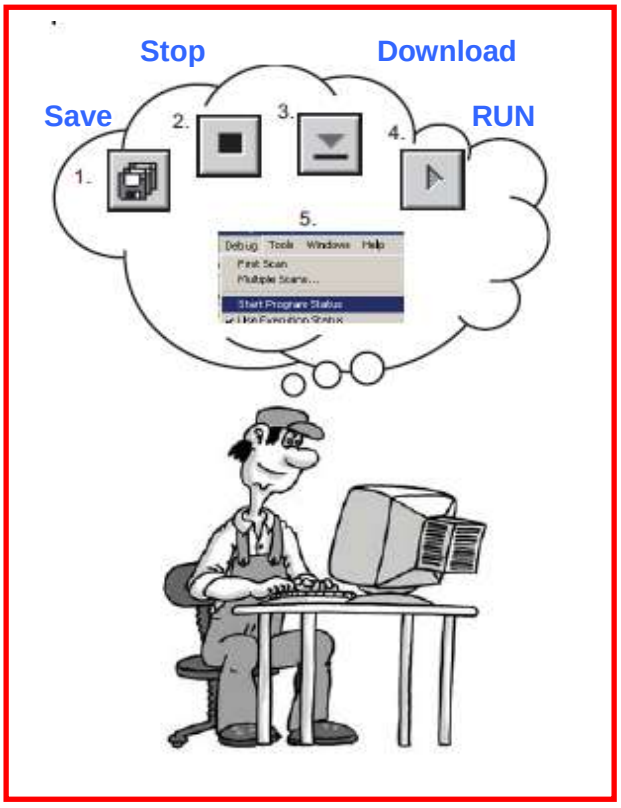
الشكل (3-11) حفظ وتحميل البرنامج

3- اختبار البرنامج:

حول المتحكم إلى وضع العمل RUN Mode

أغلق المفتاح تلاحظ أنّ المصباح يضيء وعند فتح المفتاح يطفئ المصباح.

والشكل (3-12) يوضح خطوات تنفيذ البرنامج.

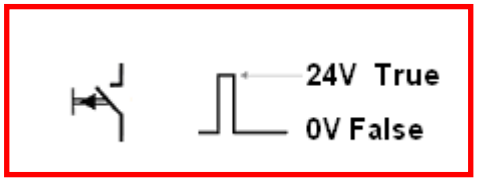


الشكل (3-12) خطوات تنفيذ البرنامج.

3-3 اسم التمرين – تثبيت حالة الإخراج باستعمال AND و OR

مكان التنفيذ: ورشة الميكاترونكس/ تكنولوجيا صناعي رقم التمرين:3
الزمن المخصص:6 ساعة

يستعمل في غالب التطبيقات مفتاح تلامس راجع Pulse Switch مع الإدخال ، وهذا النوع لا تثبت حالة 1 فيه حيث عند ضغطه يصدر نبضة كما في الشكل (3-13) ويتطلب مع هذا النوع كتابة برنامج يختلف عن التمرين السابق لتثبيت حالة الإدخال خلال دورة عمل المتحكم.



الشكل(3-13) نبضة المفتاح الراجع

الأهداف التعليمية:

بعد الانتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادرا على أن:

1- يكتب برنامج يثبت الإخراج Latch.

2- يتعامل مع الربط المنطقي AND.

3- يتعامل مع الربط المنطقي OR .

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

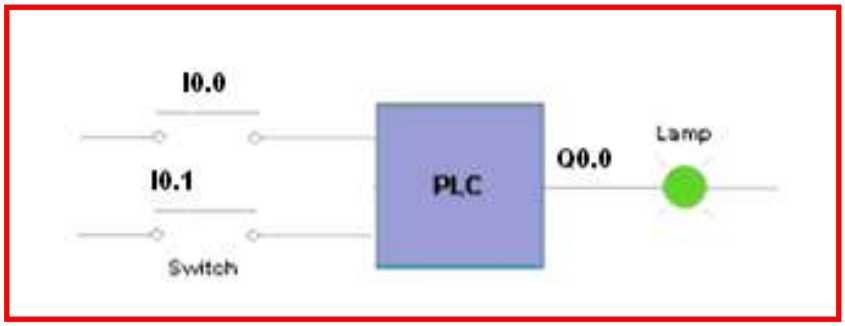
1- أسلاك توصيل

2- مصباح 24فولت

خطوات العمل

1- ربط الدائرة الكهربائية :-

كما Q0.0 ، ومصباح إلى الإخراج I0.1 وI0.0 إلى الإدخال Pulse Switchاربط مفتاح راجع في الشكل (3-14).



الشكل(3-14) تشغيل مصباح بمفتاحين

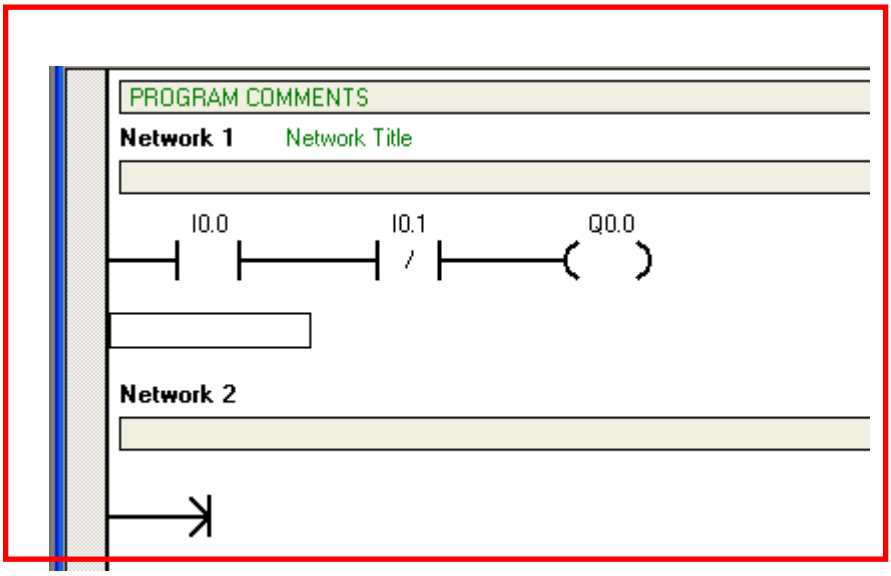
2- كتابة البرنامج:-

افتح برنامج Step7 في الحاسوب

قم بكتابة البرنامج الآتي :-

اختر الشبكة الأولى Network 1 من واجهة Simatic LAD

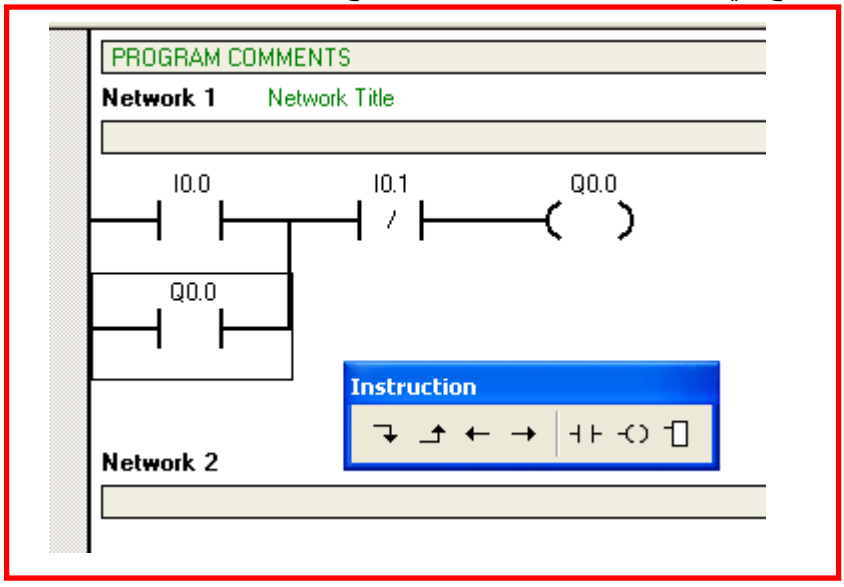
من عمود الأوامر Instructions أدرج مفتاح تلامس نوع مفتوح اعتياديا Normally Open ومفتاح تلامس نوع مغلق اعتياديا و ملف إخراج إلى الشبكة الأولى. كما في الشكل (3-15)، عنون مفتاح التلامس المفتوح إلى I0.0 ومفتاح التلامس المغلق إلى I0.1 وملف الإخراج إلى Q0.0 .



الشكل (3-15) إضافة مفتاحين تلامس وملف إخراج

أختر سطراً جديداً في الشبكة نفسها، وأدرج إليه مفتاح تلامس نوع مفتوح اعتياديا.

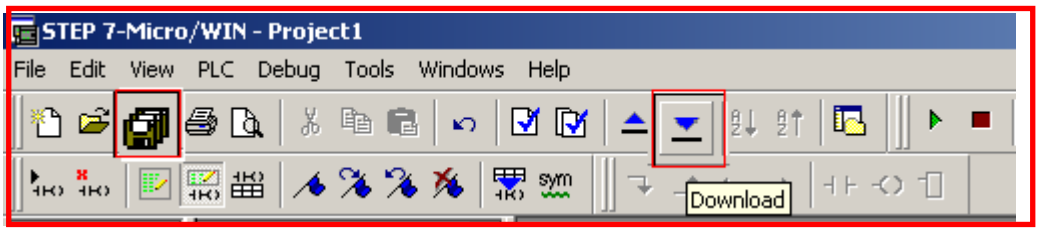
، استعمل الأسهم لربط المفتاح السطر السابق له كما في الشكل (3-16) تستعمل Q0.0عنون مفتاح التلامس إلى طريقة وضع الإخراج في سطر جديد لتثبيت حالة الإخراج.



الشكل (3-16) ربط السطر1و2 بالأسهم

قم بحفظ البرنامج باختيار مربع الحفظ.

حوّل المتحكم إلى وضع توقف Stop ،وقم بتحميل البرنامج إلى المتحكم باختيار مربع التحميل.

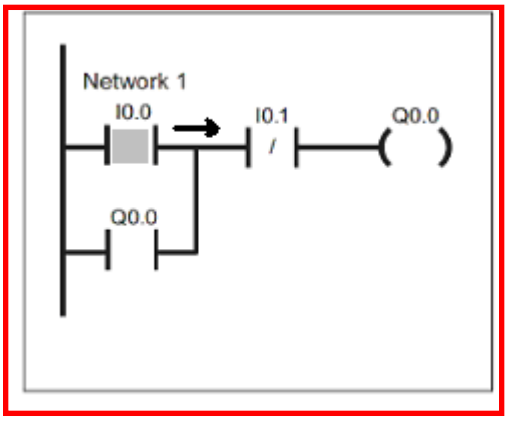


الشكل (3-17) الحفظ والتحميل للبرنامج

3- اختبار البرنامج :

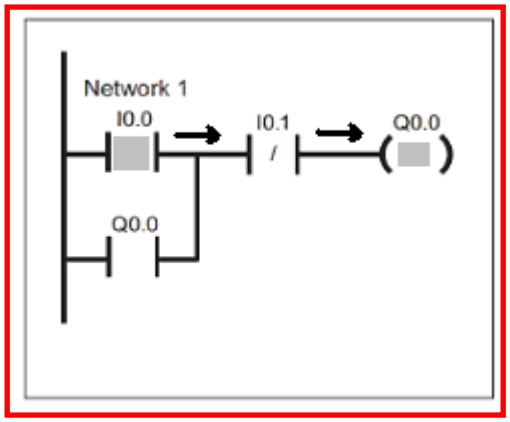
حول المتحكم إلى وضع العمل RUN Mode

اضغط على مفتاح التلامس الإدخال I0.0 ، فيمر التيار إلى مفتاح التلامس المغلق I0.1 كما في الشكل (3-18).



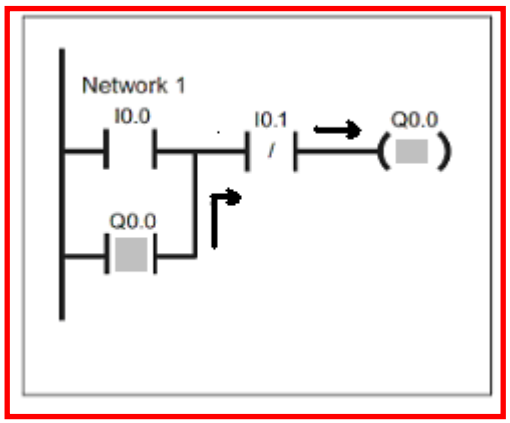
الشكل(3-18) تنفيذ البرنامج والضغط على مفتاح I0.0

تلاحظ تحول الإخراج Q0.0 إلى حالة On ، و يضيء المصباح المرتبط بالإخراج Q0.0 ، كما في الشكل(3-19).



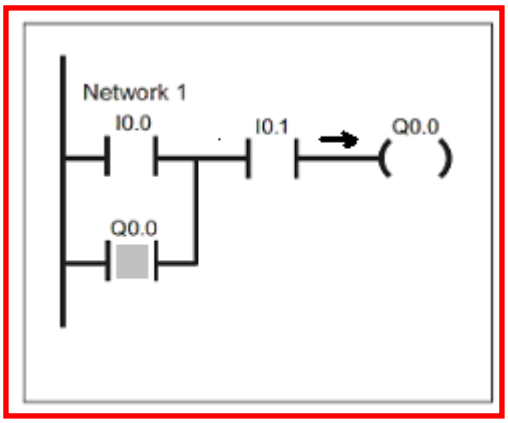
الشكل (3-19) تحول حالة الإخراج إلى On

يتحول مفتاح التلامس Q0.0 إلى On ، ويمر التيار منه إلى I0.1 ، وبذلك يبقى المصباح مضيئاً حتى عند رفع اليد من مفتاح التلامس I0.0 (مفتاح تلامس مفتوح) كما في الشكل(3-20)



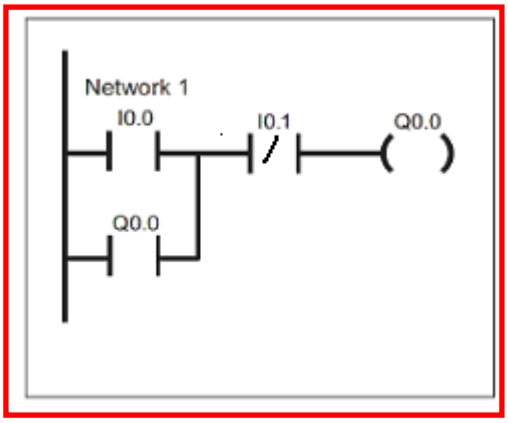
الشكل (3-20) تحول المفتاح Q0.0 إلى On

اضغط على المفتاح التلامس I0.1 تلاحظ ينطفئ المصباح كما في الشكل (3-21)



الشكل (3-21) الضغط على مفتاح الإطفاء

يتحول مفتاح التلامس Q0.0 إلى Off ، وبذلك يبقى الإخراج Off حتى عند رفع اليد من مفتاح التلامس I0.1. كما في الشكل (3-22).



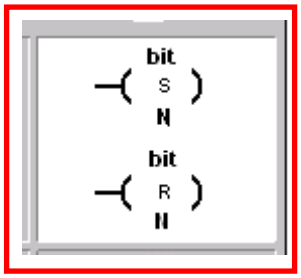
Q0.0الشكل (3-22) استمرار إطفاء

4-3 اسم التمرين – تثبيت حالة الإخراج باستعمال Set and Reset

مكان التنفيذ: ورشة الميكاترونكس/ تكنولوجيا صناعي رقم التمرين:4

الزمن المخصص:6 ساعة

يستعمل في غالب التطبيقات الأمر Set وهو أمر إخراج يثبت الإخراج على الوضع On ،ويعادل logic 1 ،يحوي هذا الأمر على N تمثل عدد وحدات التي يتعامل معها ، وتأخذ من 1 الى255 ، وكذلك الحال لأمر Reset ، وهو يثبت الإخراج على وضع OFF ،ويعادل Logic 0 ،كما في الشكل (3-23).



الشكل(3-23) الأمر Set والأمر Reset

الأهداف التعليمية

بعد انتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادرا على أن:

- يتعامل مع أمر Set وأمر Reset.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

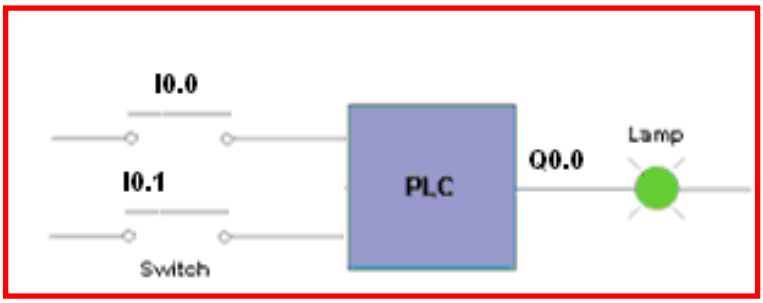
1- أسلاك توصيل.

2- مصباح 24فولت.

خطوات العمل

1- ربط الدائرة الكهربائية :-

اربط مفتاح راجع Push Switch إلى الإدخال I0.0 ، وأخر إلىI0.1 ، ومصباح إلى الإخراج Q0.0 كما في الشكل(2-24).



الشكل(2-24) ربط الدائرة

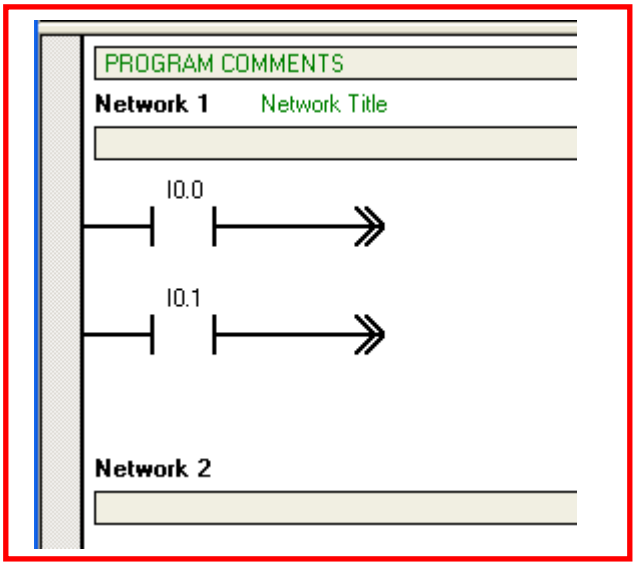
2- كتابة البرنامج:-

افتح برنامج Step7 في الحاسوب

قم بكتابة البرنامج الآتي :-

اختر الشبكة الأولى Network 1 من واجهة Simatic LAD

من عمود الأوامر Instructions أضف مفتاح تلامس نوع مفتوح اعتياديا Normally Open إلى الشبكة الأولى. كما في الشكل (2-25)

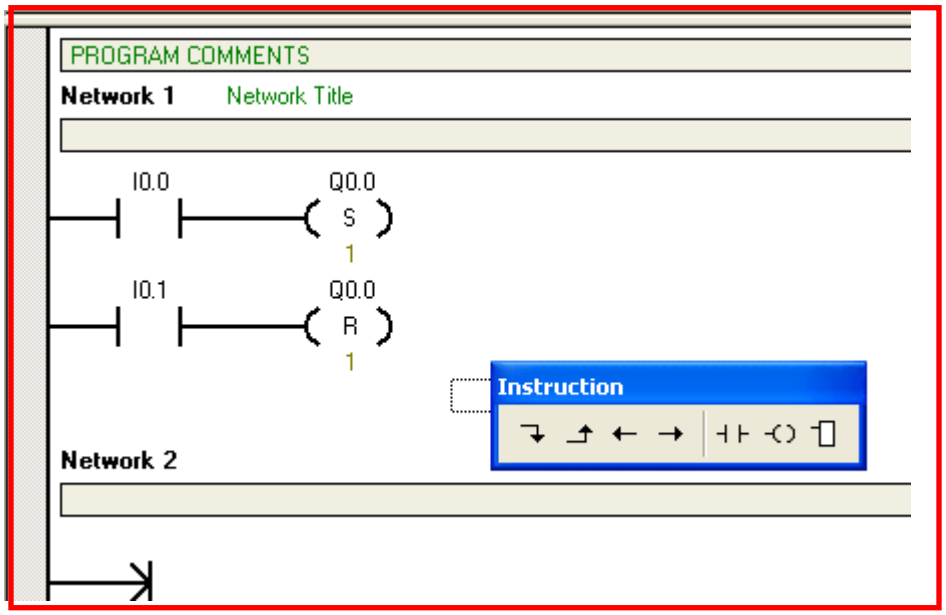


الشكل (2-25) إضافة مفتاحين للإدخال

اختر ملف إخراج من نوع Set، واربطه إلى السطر الأول وملف إخراج من نوع Reset، واربطه إلى السطر الثاني ، واجعل N=1 لكليهما كما في الشكل(3-26).

عنون مفتاح التلامس الأول إلى I0.0 ومفتاح التلامس الثاني I0.1 .

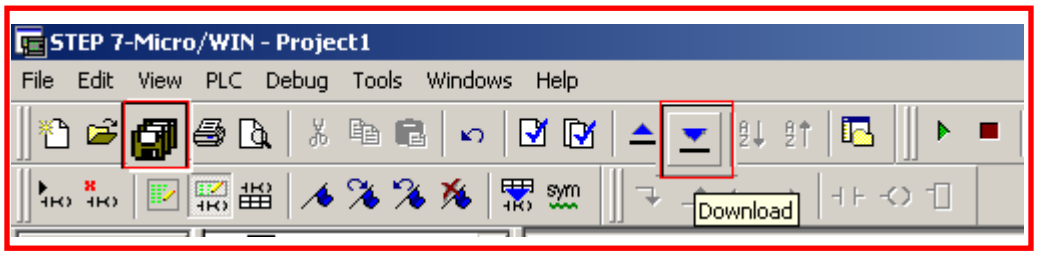
عنون الإخراج الأول Q0.0 والإخراج الثاني Q0.0 أيضا.



الشكل(3-27) إضافة مفتاحين للإخراج

قم بحفظ البرنامج باختيار مربع الحفظ.

حول المتحكم إلى وضع توقف Stop، وقم بتحميل البرنامج إلى المتحكم باختيار مربع التحميل كما في الشكل(2-28)

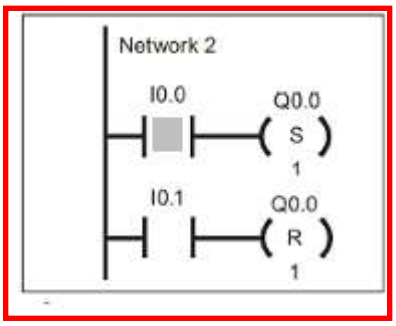


الشكل (3-28) الحفظ والتحميل للبرنامج

3- اختبار البرنامج:

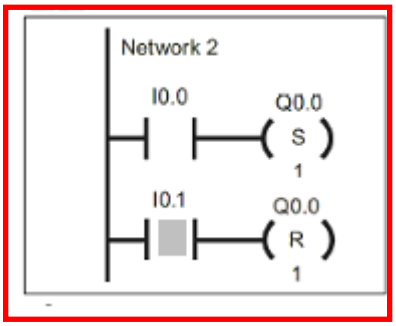
حول المتحكم إلى وضع العمل RUN Mode

اضغط على مفتاح الإدخال I0.0 فيتحول الإخراج Q0.0 إلى On ، و تلاحظ أنّ المصباح يضيء كما في الشكل (3-29).



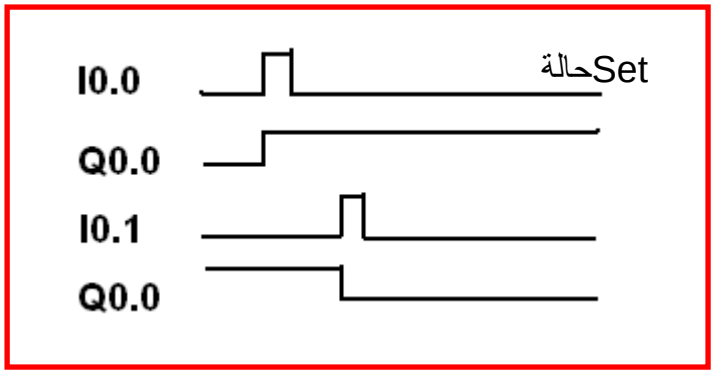
I0.0الشكل(3-29) ضغط مفتاح

وعند الضغط على المفتاح I0.1 يطفئ المصباح كما في الشكل (2-30).



I0.1الشكل (2-30) ضغط مفتاح

الشكل (3-31) يوضح كيفية تثبيت حالة الإخراج Q0.0 عند تغير حالة الإدخال في I0.0 و I0.1



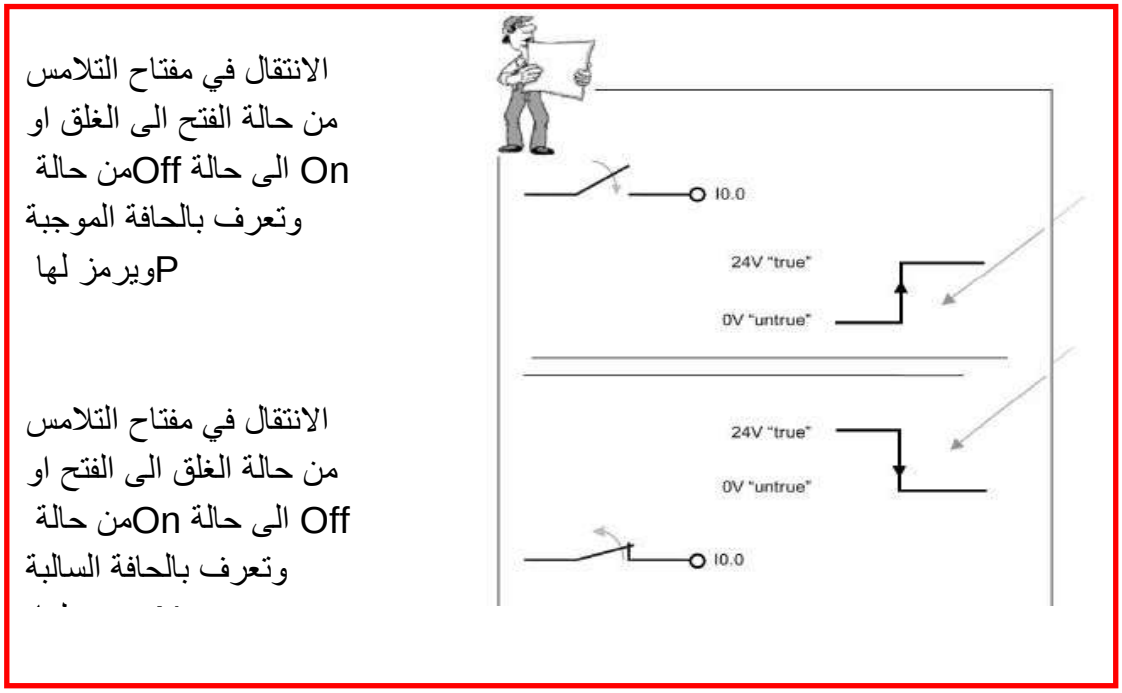
الشكل (3-31) تثبيت حالة الإخراج

5-3 اسم التمرين – التعامل مع الأمر مفتاحين P و N و الذاكرة M

مكان التنفيذ: ورشة الميكاترونكس/ تكنولوجيا صناعي **رقم التمرين:5**

الزمن المخصص:6 ساعة

تكون المفاتيح التلامس الراجعة عند ضغطها نبضة لها انتقالتين الأولى موجبة والثانية سالبة ، ويستعمل الأمر P لإحداث تأثير في البرنامج عند الانتقالة الموجبة Positive Transition والأمر N يعمل مع الانتقالة السالبة Negative Transition وفائدة كل منهما هو عمل الشبكة لمرة واحدة ، وهي لحظة الانتقال. كما في الشكل (3-32).



الشكل (3-32) الحافة P و Nلمفتاح الإدخال

الأهداف التعليمية:

بعد انتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادرا على أن:

1- يتعامل مع أمر P وأمر N.

2- يستعمل الذاكرة M.

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- أسلاك توصيل

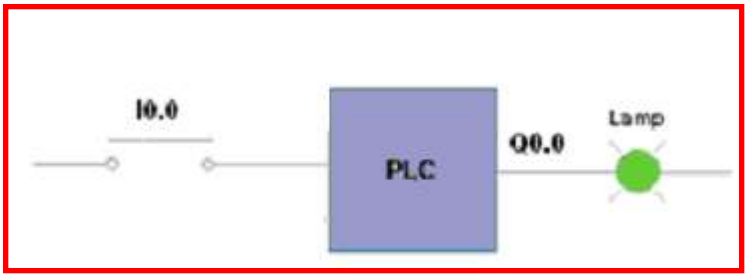
2- مفتاح راجع Push switch

3- مصباح 24فولت

خطوات العمل

1- ربط الدائرة الكهربائية :-

اربط مفتاح راجع Push Switch إلى الإدخال I0.0 ومصباح إلى الإخراج Q0.0 كما في الشكل(3-33).



الشكل (3-33) ربط الدائرة

2- كتابة البرنامج:-

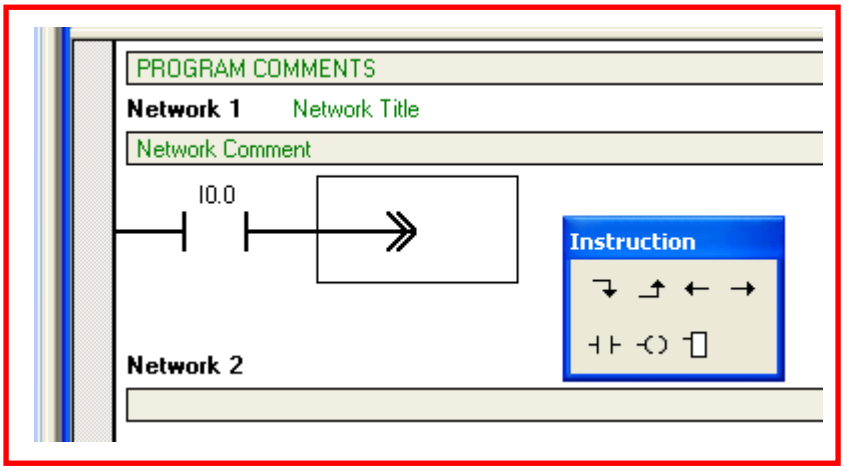
افتح برنامج Step7 في الحاسوب

قم بكتابة البرنامج الآتي :-

اختر الشبكة الأولى Network 1 من واجهة Simatic LAD

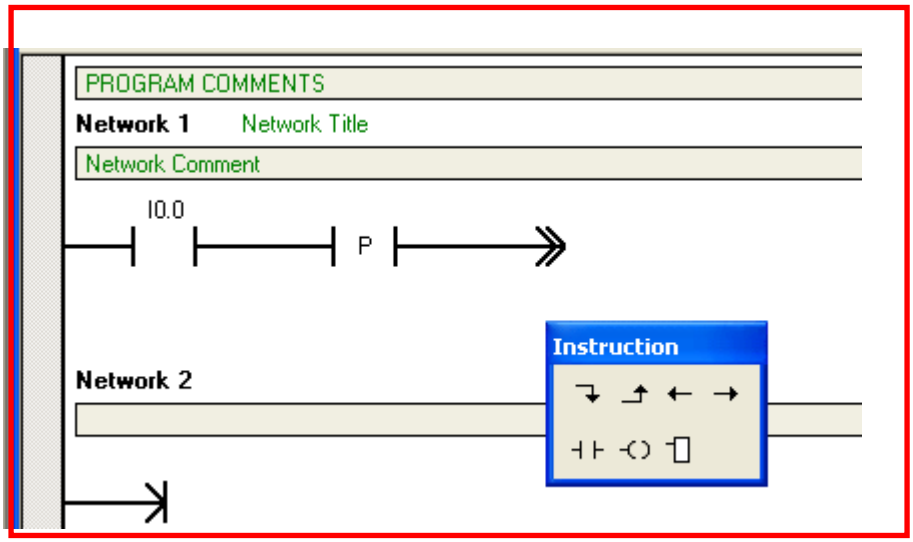
من عمود الأوامر Instructions أضف مفتاح تلامس نوع مفتوح اعتياديا Normally Open إلى الشبكة الأولى. كما في الشكل (3-34)

عنون الإدخال إلى I0.0 .



الشكل (3-34) إضافة مفتاح I0.0

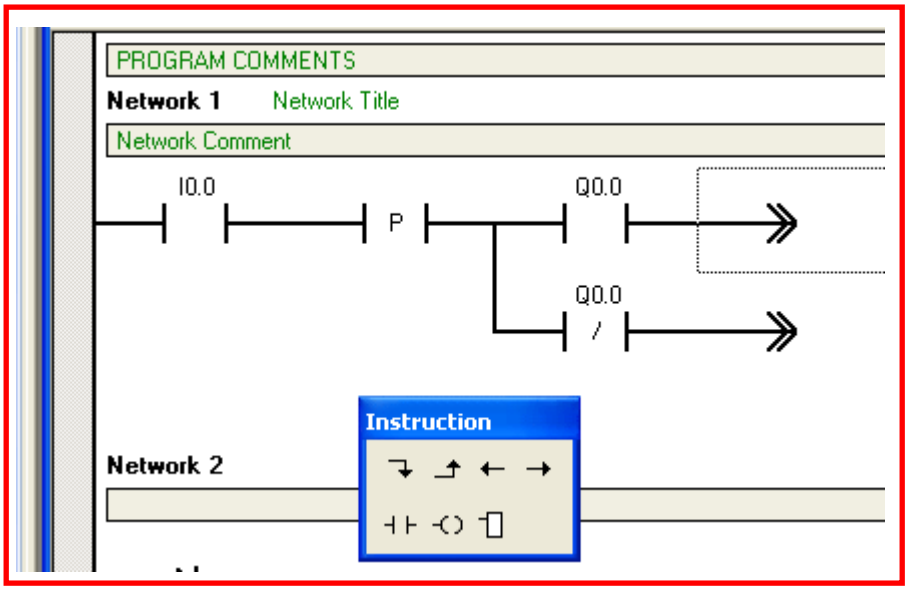
اختر الأمر P وأضفه إلى الشبكة الأولى كما في الشكل (3-35)



الشكل (3-35) إضافة مفتاح P

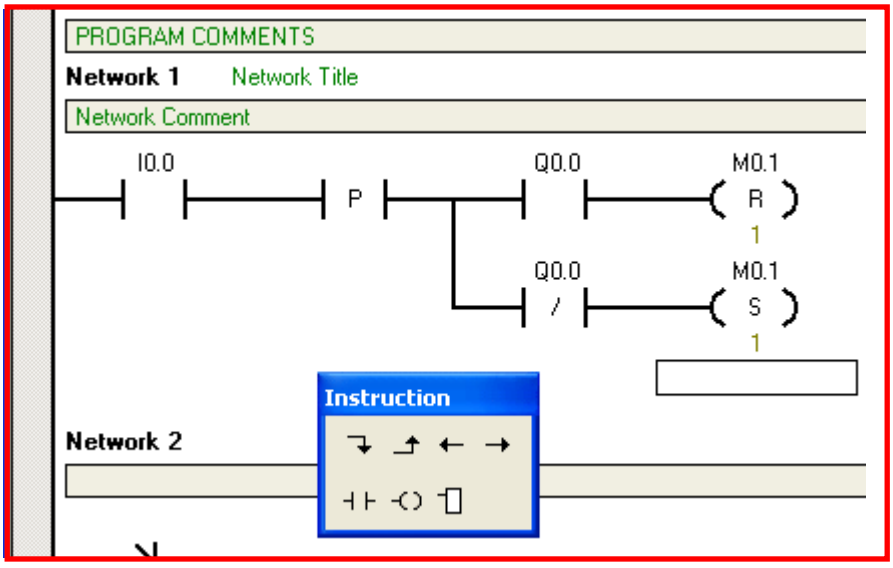
اختر مفتاحين إدخال واربطه إلى السطر الأول كما في الشكل(3-36)

عنون مفتاح التلامس الأول المفتوح والثاني المغلق إلى Q0.0



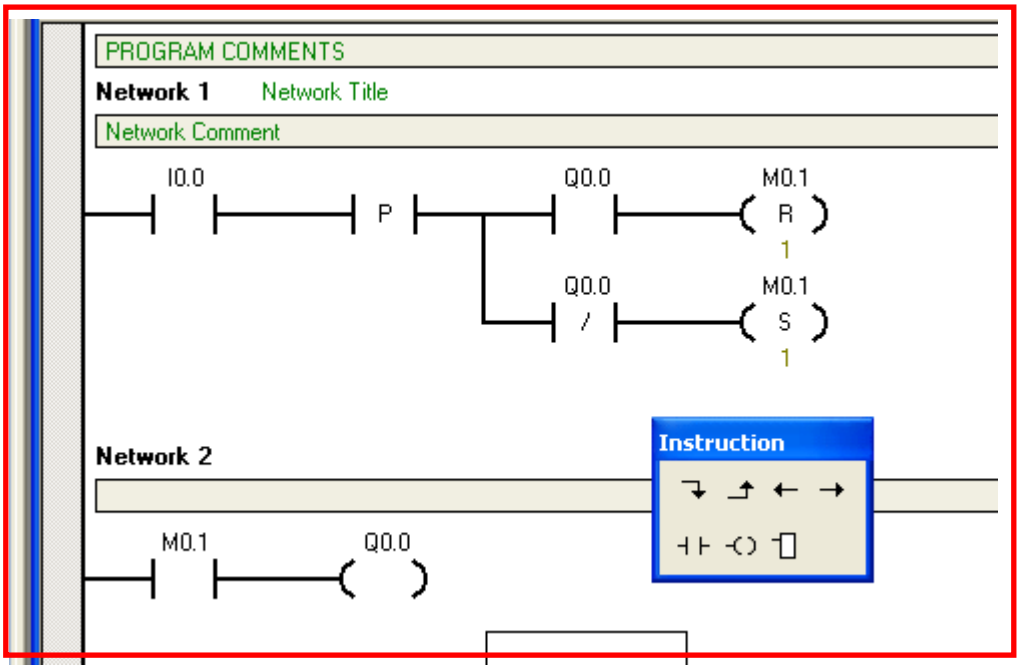
الشكل (3-36) إضافة مفتاحين تلامس

اختر ملف إخراج نوع Resetإلى السطر الأول و ادخل عنوانه M0.1 ، واختر ملف إخراج نوع Setإلى السطر الثاني ، وادخل له عنوان M0.1 كما في الشكل (3-37)



الشكل (3-37) إضافة ملفين إخراج

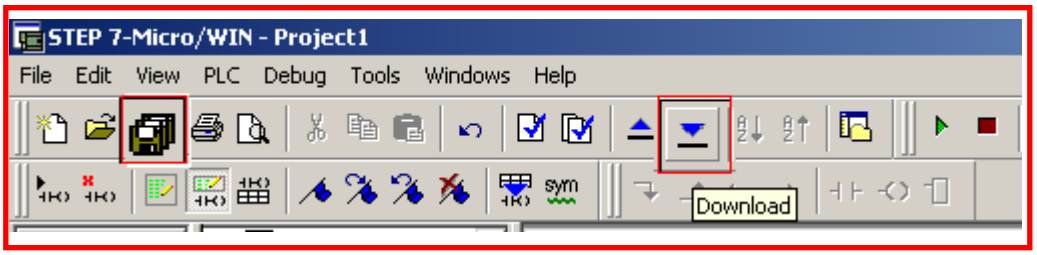
ادخل إلى الشبكة الثانية، وأضف مفتاح تلامس وملف إخراج كما في الشكل (3-38)، وعنون مفتاح التلامس إلى M0.1 و ملف الإخراج إلى Q0.0.



الشكل (3-39) إضافة مفتاح تلامس وملف إخراج

قم بحفظ البرنامج باختيار مربع الحفظ .

حوّل المتحكم إلى وضع توقف Stop، وقم بتحميل البرنامج إلى المتحكم باختيار مربع التحميل كما في الشكل (3-40)

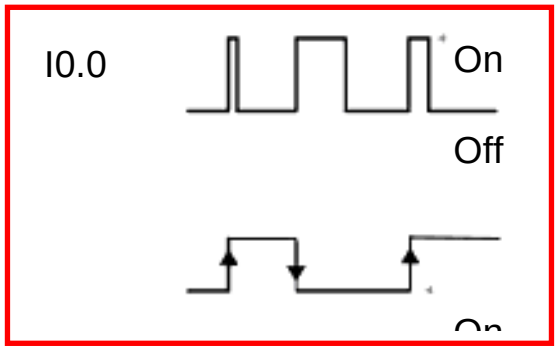


الشكل (3-40) الحفظ والتحميل للبرنامج

3- اختبار البرنامج:

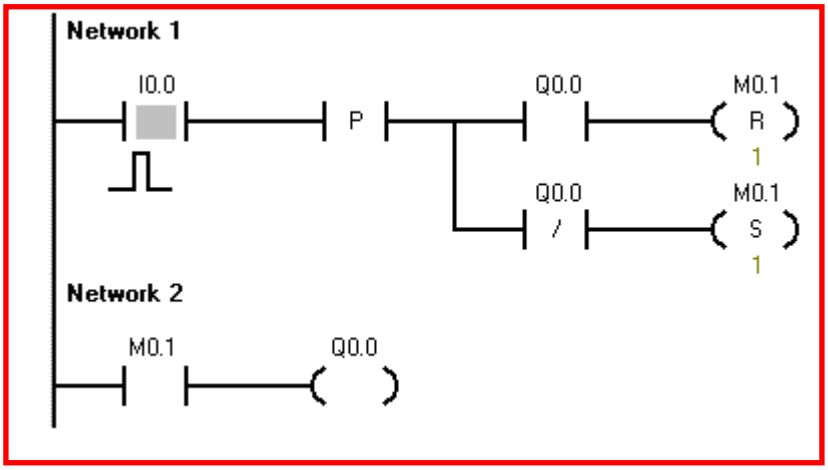
حوّل المتحكم إلى وضع العمل RUN Mode

اضغط على مفتاح الإدخال I0.0 تلاحظ أن المصباح يضيء ويبقى مضيئا ، وعند إعادة الضغط على المفتاح I0.0 يطفئ المصباح كما في الشكل (3-41).



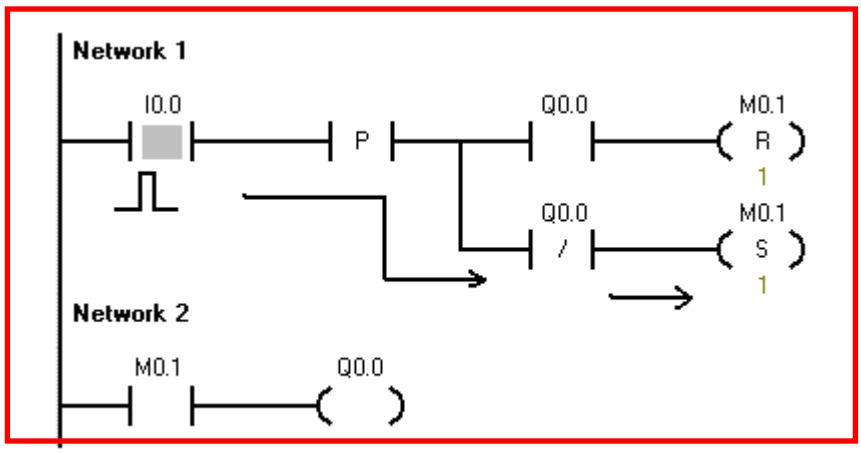
الشكل (3-41) تغير حالة الإخراج مع تغير حافة مفتاح التلامس

عمل البرنامج يبدأ في الشبكة رقم 1 ، وعند الضغط على المفتاح I0.0 الذي يرسل نبضة كما في الشكل (3-42) يكون المفتاح P في حالة On عند الحافة الموجبة من النبضة كما في الشكل (3-42).



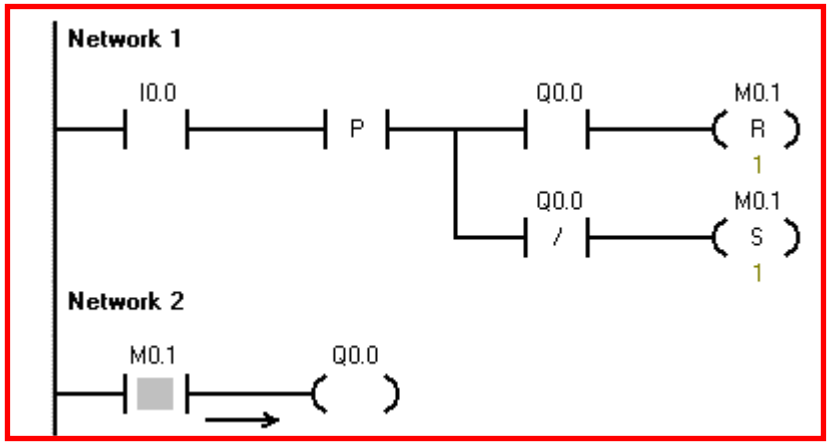
I0.0الشكل (3-42) ضغط مفتاح التلامس

يمر التيار عبر المفتاح P إلى مفتاح التلامس المغلق Q0.0 ومنه إلى ملف Set المعنون إلى M0.1 وعندها تكون حالة M0.1 هي On كما في الشكل(3-43)



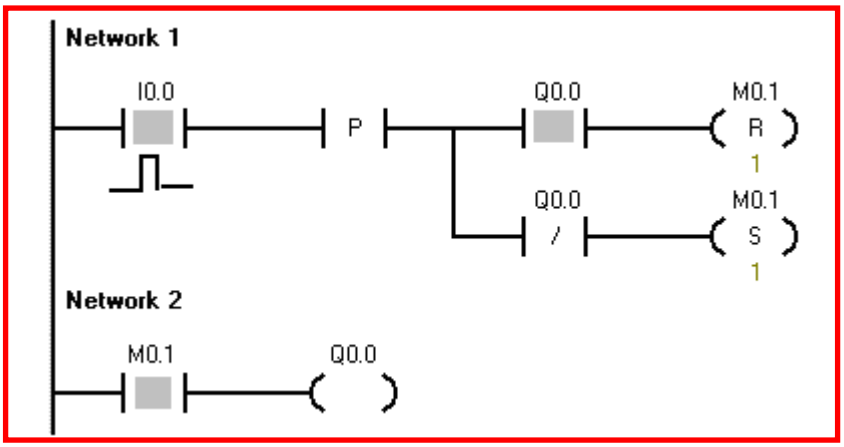
الشكل (3-43) مرور التيار في البرنامج

تصل مرحلة تنفيذ البرنامج عند الشبكة 2، وفيها يكون مفتاح M0.1 في حالة On ، ويمر منه التيار إلى الملف Q0.0 المتصل بالمصباح ، ويضيء عندها المصباح ، ويبقى على هذه الحالة إلى إن يتم ضغط مفتاح I0.0 كما في الشكل (3-44).



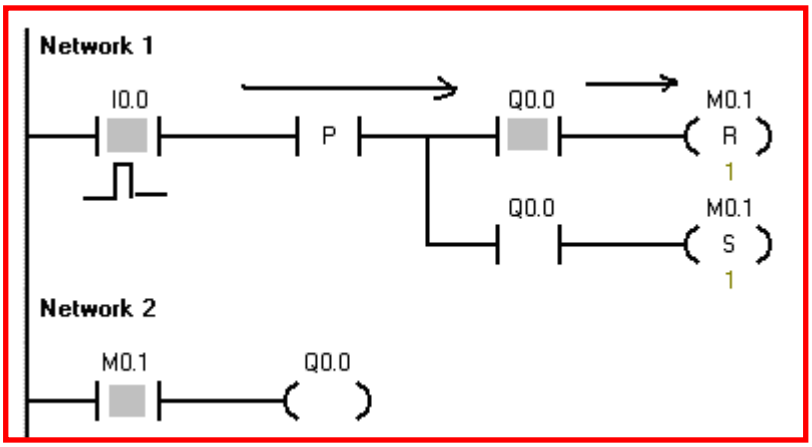
M0.1الشكل(3-44) تغير حالة المفتاح

عند ضغط مفتاح I0.0 مرة أخرى يكون نبضة كما في الشكل (3-45)



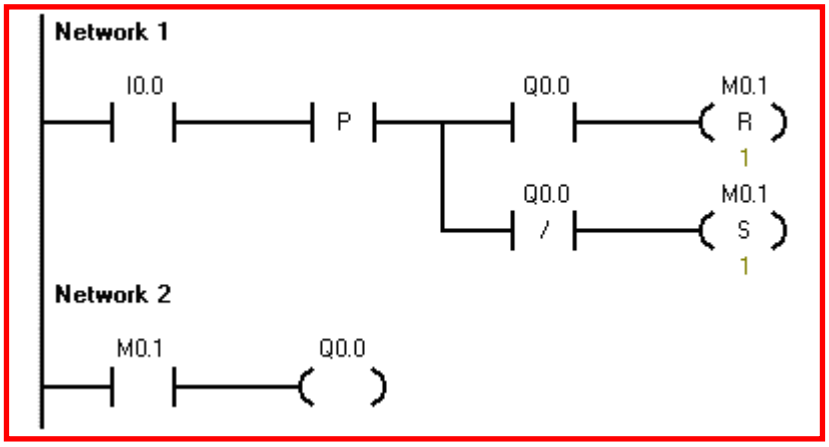
I0.0الشكل (3-45) إعادة ضغط مفتاح

يتحول مفتاح P إلى حالة On عند الحافة الموجبة من نبضة مفتاح I0.0 ، ويمر التيار عبر المفتاح Q0.0 الأول الذي أصبحت حالته On من تأثير M0.1 في الشبكة الثانية في الخطوات السابقة ، و يمر التيار إلى الملف Reset المعنون M0.1 ، وعندها تتغير حالته إلى Off ، كما في الشكل (3-46).



الشكل (3-46) مرور التيار بعد النبضة الثانية

في الشبكة 2 يكون المفتاح M0.1 بحالة Off ، ويؤدي إلى تحول الملف Q0.0 إلى حالة Off أيضا مسببا أطفاءاً مستمراً إلى المصباح كما في الشكل (3-47).



الشكل (3-47) تحول الملف Q0.0 إلى Off

3-6 اسم التمرين – التحكم في تشغيل وإطفاء محرك كهربائي

مكان التنفيذ: ورشة الميكاترونكس/ تكنولوجيا صناعي رقم التمرين:6

الزمن المخصص:6 ساعة

يستعمل المحرك في تطبيقات متعددة لنقل الحركة، ويقوم البرنامج بالتحكم في تشغيل المحرك وإطفائه، والشكل (3-48) يوضح الأجزاء التي يحتاج استعمالها مع المتحكم لتشغيل المحرك.

الشكل (3-48) الأجزاء المستعملة مع المتحكم لتشغيل المحرك

الأهداف التعليمة

بعد انتهاء من هذا التمرين يصبح الطالب قادرا على:

1- تشغيل المحرك من مفتاح Start بواسطة المتحكم.

2- إطفاء المحرك بواسطة مفتاح Stop .

3- حماية المحرك من زيادة الجهد Over Load .

التسهيلات التعليمية (مواد، عدد، أجهزة)

1- أسلاك توصيل

2- محرك

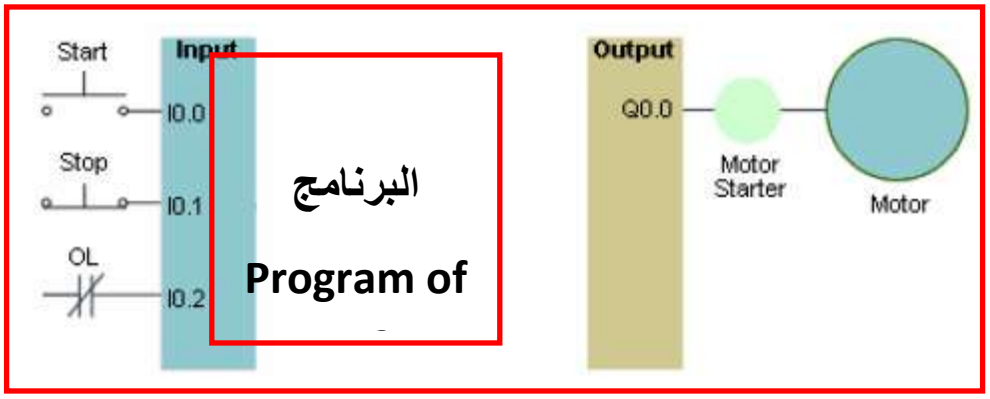
3- مشغل المحرك Contactor (K)

4- مفاتيح تلامس عدد 2

خطوات العمل

1- ربط الدائرة الكهربائية :-

اربط مفتاحٍ Start إلى الإدخال I0.0 ، ومفتاح Stop إلى الإدخال I0.1 ، ومفتاح Over Load إلى الإدخال I0.2 ، والإخراج Q0.0 إلى المشغل Contactor)K(كما في الشكل (3-49))



الشكل (3-49) ربط الدائرة

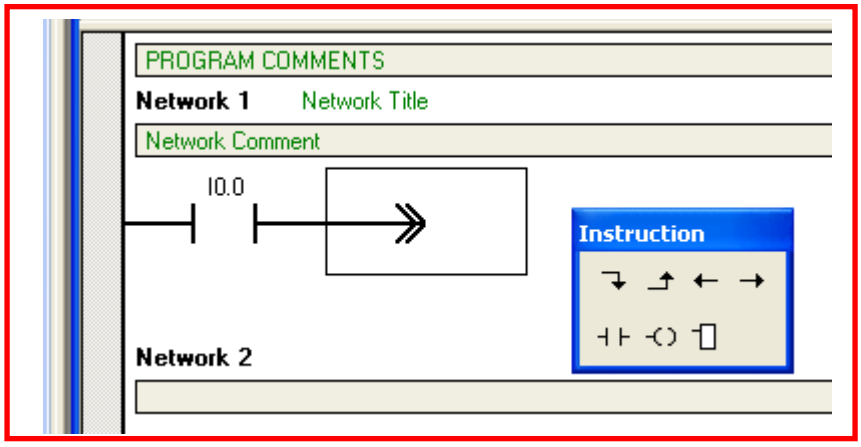
2- كتابة البرنامج:-

افتح برنامج Step7 في الحاسوب .

قم بكتابة البرنامج الآتي:-

اختر الشبكة الأولى Network 1 من واجهة Simatic LAD

من عمود الأوامر Instructions أضف مفتاح تلامس نوع مفتوح اعتياديا Normally Open إلى الشبكة الأولى. كما في الشكل (3-50) وعنون الإدخال إلى I0.0 .

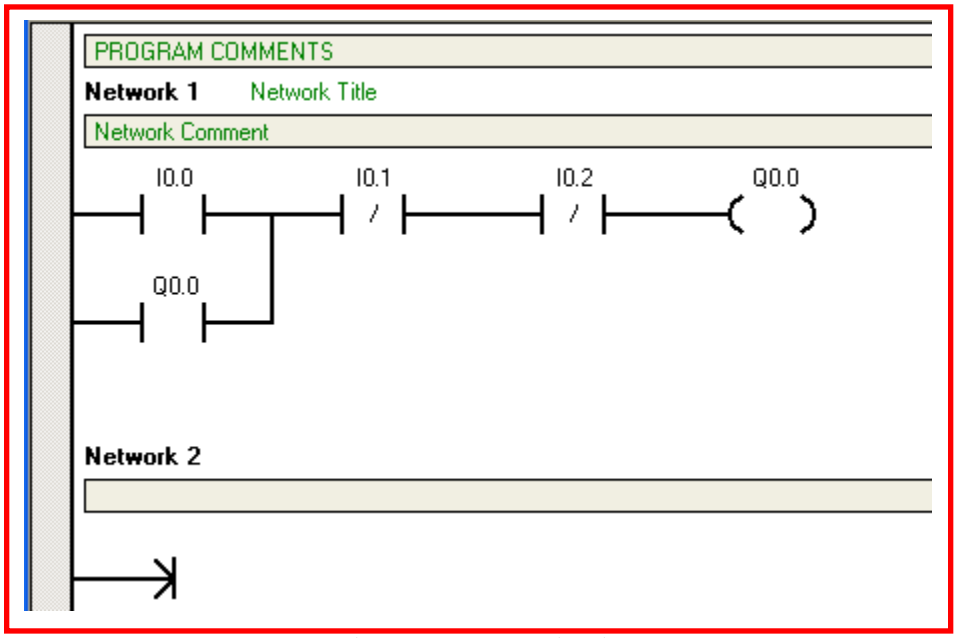


الشكل (3-50) إضافة مفتاح تلامس

أضف مفتاحين تلامس من النوع Normal Close عنونهما إلى I0.1 و I0.2.

أضف ملف إخراج وعنونه إلى Q0.0.

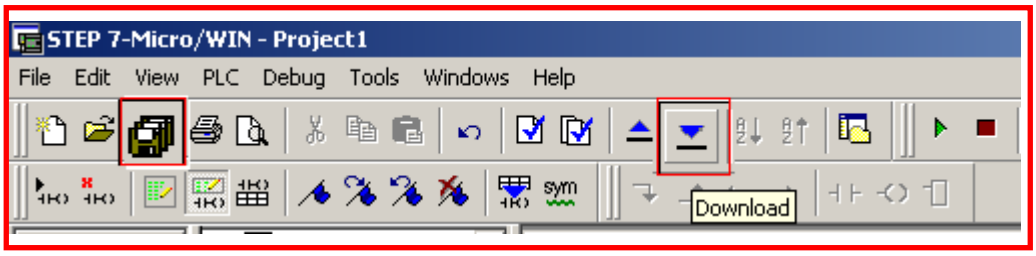
اختر سطرا جديداً وأضف إليه مفتاح تلامس وعنونه إلى Q0.0 كما في الشكل (3-51)



الشكل (3-51) بناء البرنامج

قم بحفظ البرنامج باختيار مربع الحفظ

حوّل المتحكم إلى وضع توقف Stop وقم بتحميل البرنامج إلى المتحكم باختيار مربع التحميل، كما في الشكل(3-51)



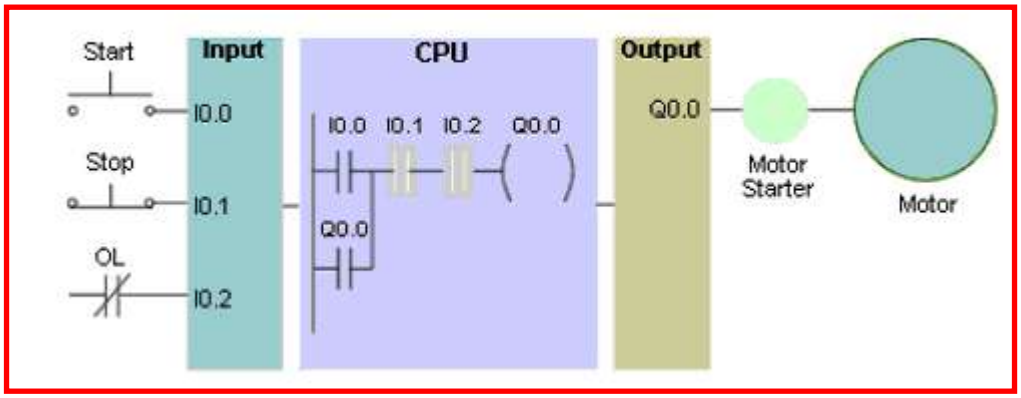
الشكل (3-51) الحفظ والتحميل للبرنامج

3- اختبار البرنامج:

حوّل المتحكم إلى وضع العمل RUN Mode .

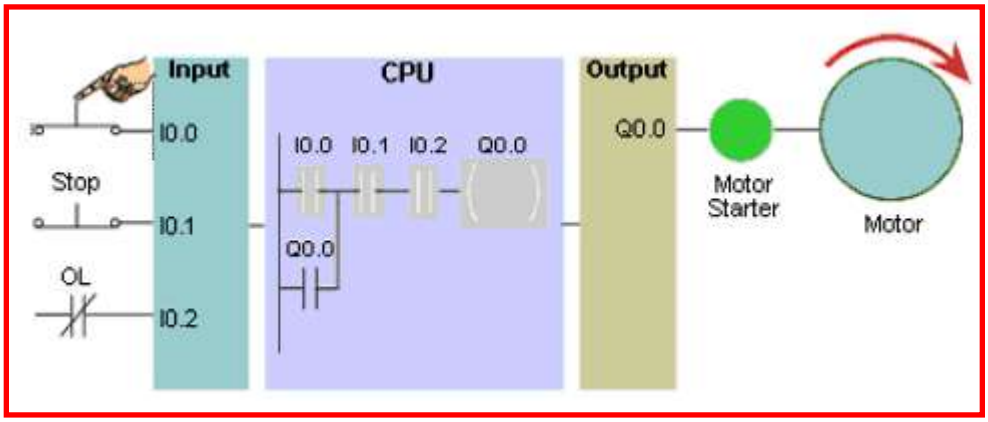
اضغط على مفتاح الإدخال I0.0 ، تلاحظ دوران المحرك ، وعند الضغط على المفتاح I0.1 يطفئ المحرك.

الشكل (3-52) يوضح وحدة الإدخال والبرنامج وحدة الإخراج، ونلاحظ أنّ المحرك إذا لم يضغط على مفتاح start.



الشكل (3-52) وحدة الإدخال والبرنامج وحدة الإخراج

والشكل (3-53) يوضح دوران المحرك عند الضغط على مفتاح Start.



الشكل (3-53) دوران المحرك عند الضغط على مفتاح Start

يعمل البرنامج بالطريقة التي تم توضيحها في البرامج السابقة نفسها فتثبت حالة الخروج عند Q0.0 بواسطة مفتاح Q0.0 ، ويتوقف المحرك عند فتح أي من مفتاحي التلامس المغلقة I0.1 أو I0.2.

الاسئلة والتطبيقات

س1. عدد خطوات تهيئة وفحص المتحكم المنطقية المبرمجة؟

س2. كيف يتم تمثيل مفاتيح الإدخال والإخراج في المتحكم؟

س3. اكتب برنامج بطريقة البرمجة السلمية لتشغيل مصباح وتثبيت حالة الإخراج باستعمال AND و OR .

س4. اكتب برنامج بطريقة البرمجة السلمية لتشغيل مصباح وتثبيت حالة الإخراج باستعمال Set و Reset.

س5. اكتب برنامج بطريقة البرمجة السلمية لتشغيل مصباح باستعمال مفتاحين P و N و الذاكرة M.

س6. اكتب برنامج بطريقة البرمجة السلمية للتحكم في تشغيل وإطفاء محرك كهربائي .

المصادر

1- By jon s. Wilson Editor Jons . Wilson "Sensor technology handbook " Newnes 2005

2- By john G . Webster "Sensor and signal conditioning": wiley- intersience : 2 edition(november 6 .2000)

3- R.H . Bishop & Press "Mechatronics Handbook "2002

4- Z.Gajic and M.Lelic " Modern control system Engineering "Prentice-hall.Europe.1996

5- Alan S. Morris "Measurement and Instrumentation Principles "2001

6- JOHN IOVINE "PIC Microcontroller Project Book "McGraw-Hill2000

7- R.K RAJPUT NEW DELEHI "ATEXT BOOK OF MECHATRONICS "2004

8- John Billingsley University of Southern Queensland , Australia . Published by John Wiley and Sons , Inc. , ltoboken , New Jersey "Essential of Mechatronics"Canada 2006

9- D. Waller , H. Werner" Pneumatic workbook Basic Level" 10/1998

10- " ing. Grad . A . Schmitt head of the hydraulic traing department & G.L.Rexroth Gmbh, Lohr am Main "The hydraulic trainer "2002

11- Hydraulics and Pneumatics , by Andrew A.Parr , March 1999

12 - Pneumatics Basic level , by Peter Croser and Frank Ebel

13- by Anthony Barber "Pneumatic Handbook " , December 1997

14- Frank Ebel "Fundamentals of Pneumatics (collection of transparencies) "2000

15- L.A. Bryan,and E.A. Bryan "Programmable Controllers Theory and Implementation " An Industrial Text Company Publication, Georgia • USA , Second edition 1997

16- Siemens AG "SIMATIC S7-Technology" , Automation and Drives Postfach 4848 90437 NÜRNBERG GERMANY , 11/2006

17- R Mohan Mothur.Rajiv K.varma" Thyristor-based facts controllers for Electrical Transmission system" feb. 2002

18- د.ضياء مهدي فارس خاجي ، د. يوسف ابراهيم طه ،د.صباح دانيال رفو " الدوائر الالكترونية " 2006

19- سليم عمر ادريس، *الالكترونيات العملية للمبتكرين*،شعاع للنشر والعلوم، 2004.

20- مازن نعمة و محمد عارف نعمة ،اساسيات بناء نظام PLC ، دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع ، 2008