جمهورية العراق
وزارة التربية
المديرية العامة للتعليم المهني

التدريب العملي
الاجهزة الطبية
الصف الثاني

تأليف

حبيب حسن شـــــهاب
عــلي هاشــم جـــبــر
كاظـــم جـــواد أحمد
شــروق محمود محمد
عصام حيدر جــاسم
علي عبد الحسين علي

الطبعة التاسعة
1446هـ - 2024م

المقدمة

تأتي أهمية اختصاص الأجهزة الطبية لارتباط هذا التخصص بحياة الإنسان حيث إن أي خلل في إدامة أو صيانة الجهاز الطبي قد يهدد حياة المريض وبدلا من أن يكون الجهاز الطبي عوناً للمرضى في شدتهم من الممكن أن يعرض حياتهم للخطر.

إن مفردات الكتاب المتنوعة تشمل ما يتعلق بالإلكترونيات مثل دراسة إلكترونيات القدرة، المكبرات الكهر وحياتية التي هي جزء مهم في الأجهزة الطبية، وكذلك كيفية فحص العناصر الإلكترونية، ودراسة الدوائر الرقمية والمتكاملة، فضلا عن عدد من الأجهزة الطبية المختبرية التي تم اختيارها بعناية ضمن المفردات لتخدم الأهداف الآتية:-

1 – تسلسل علمي يسهل فهم واستيعاب الطالب للمفردات العلمية للكتاب.

2 – تلازم المادة النظرية مع المادة العملية لزيادة استيعاب الطالب وزيادة مهارته اليدوية.

3 – البدء بالأجهزة الطبية البسيطة والمتوفرة في مؤسسات الدولة الصحية وفي العيادات والمراكز الصحية مثل:- جهاز المجهر,جهاز الطرد المركزي، جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية وجهاز قياس الهيموكلوبين (HB) لتكون نواة لدارسة الأجهزة الطبية الأخرى مع حرصنا على درج طريقة وأسلوب صيانة كل جهاز.

نضع بين أيدي طلبتنا الأعزاء طلاب الصف الثاني كتابنا هذا ونسأل الله تعالى أن نكون قد وفقنا في إنجاز هش بالشكل اللائق، ونشكر جميع من ساهم في إرساء دعائمه وخاصة مديرية التعليم المهني التي كانت سباقة في استحداث هذا الفرع المهم والحيوي والإنساني.

وأخيرا نطلب من السادة ذوي الاختصاص ومدرسي المادة رفدنا بآرائهم ومقترحاتهم السديدة حول الكتاب لنتمكن من تطويره وتجاوز الهفوات التي نكون قد وقعنا فيها خدمة لطلبتنا الأعزاء ولعراقنا الحبيب.

ومن الله التوفيق.

المؤلفون

المحتويات	رقم الصفحة
المقدمة	3
الفصل الاول تطبيقات على الثنائي	8
دائرة توحيد نصف موجة	9
دائرة توحيد موجة كاملة	9
تمرين (1)	11
تمرين (2)	13
دائرة مضاعف الجهد	16
تمرين (3)	16
دائرة تقليم الفولتية	18
تمرين (4)	19
الفصل الثاني أنواع الثنائيات واستعمالاتها	22
الثنائي الباعث للضوء	23
تمرين (5)	24
الثنائي الضوئي	25
تمرين (6)	27
الفصل الثالث الترانزستور	29
تركيب الترانزستور ثنائي القطبية	30
عمل الترانزستور	31
تمرين (7-1) خواص الدخل للترانزستور	31
تمرين (7-2) خواص الخرج للترانزستور	33
فحص الترانزستور	35
الفصل الرابع استعمالات الترانزستور	38
تكبير الترانزستور	39
خط الحمل للتيار المستمر	40
الترانزستور كمنظم للفولتية	41
تمرين (8)	42
استعمال الترانزستور كمفتاح إلكتروني	44
تمرين (9)	45
طرق ربط مكبر الترانزستور	46
مكبر الباعث المشترك	46
تمرين (10)	47
مكبر القاعدة المشتركة	49
تمرين (11)	49
مكبر الجامع المشترك	51
تمرين (12)	52
الفصل الخامس ترانزستور تأثير المجال	54

ترانزستور تأثير المجال الإتصالي	55
خواص ترانزستور تأثير المجال الإتصالي	56
تمرين (13)	58
الفصل السادس مكبرات القدرة	62
مكبر الدفع والسحب	63
تمرين (14)	65
الفصل السابع المذبذبات والمهتزات	68
تمرين (15)	70
تمرين(16)	72
تمرين (17)	74
تمرين (18)	76
تمرين (19)	77
الفصل الثامن الدوائر المتكاملة	80
أنواع الدوائر المتكاملة	83
أسئلة الفصل الثامن	86
الفصل التاسع المكبرات الكهرو حياتية	87
مكبر العمليات	88
الخواص المثالية للمكبر	88
تطبيقات مكبر العمليات	88
تمرين (20)	90
تمرين (21)	92
تمرين (22)	94
تمرين (23)	95
تمرين (24)	98
تمرين (25)	101
الفصل العاشر المرشحات الفعالة	104
أنواع المرشحات الفعالة	105
تمرين (26)	107
تمرين (27)	109
المرشحات الفعالة في الدوائر المتكاملة	111
تطبيقات المرشحات الفعالة ومكبر الأجهزة الطبية	112
تمرين (28)	113
الفصل الحادي عشر التضمين	115
فائدة التضمين وإزالة التضمين	116
أنواع التضمين	116
إرسال واستقبال الموجة المضمنة سعوياً	117
إزالة التضمين	119
تمرين(29)	120

الفصل الثاني عشر جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية	122
تمهيد	123
الأشعة تحت الحمراء	124
الأشعة فوق البنفسجية	124
توليد الأشعة تحت الحمراء	125
توليد الاشعة فوق البنفسجية	126
استعمالات الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية	127
تمرين (30)	128
أجزاء جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية	130
تسلسل فحص وصيانة جهاز الأشعة (IR&UV)	132
أسئلة الفصل الثاني عشر	134
الفصل الثالث عشر الكترونيات القدرة	135
الثايرستور	136
تمرين (31)	137
الترايك	140
تمرين (32)	140
الداياك	142
تمرين (33)	142
فحص الثايرستور	144
فحص الترايك	145
تطبيقات الكترونيات القدرة	146
تمرين (34)	146
دائرة سيطرة شحن بطارية	148
استعمال الثايرستور كمفتاح إلكتروني	149
أسئلة الفصل الثالث عشر	150
الفصل الرابع عشر الدوائر المنطقية	151
ملخص نظري	152
التطبيقات العملية	152
تمرين (35)	152
تمرين (36)	154
تمرين (37)	157
تمرين (38)	159
تمرين (39)	161
تمرين (40)	163
تمرين (41)	165
الفصل الخامس عشر أجهزة التوقيت	169
555 المؤقت	170
أطراف المؤقت 555	170

طرق عمل المؤقت 555	171
تمرين (42)	174
تمرين (43)	176
الفصل السادس عشر الأجهزة الطبية المختبرية	179
المجهر	180
أنواع من المجاهر	180
أجزاء المجهر الضوئي المركب	182
خطوات استعمال المجهر المركب	183
العناية بالمجهر وطريقة تنظيفه	184
تمرين (44)	185
الأسئلة والمناقشة	185
الميزان الإلكتروني	186
مكونات الميزان	186
طريقة قياس الأوزان	187
النظام البصري	188
أعطال الميزان العامة	188
أسئلة ومناقشة	198
جهاز الطرد المركزي	190
أجزاء جهاز الطرد المركزي	191
موقف السرعة الآلي	193
صيانة جهاز الطرد المركزي	194
شجرة الأعطال جهاز الطرد المركزي	195
تمرين (45)	196
جهاز قياس الطيف	198
كيفية استعمال جهاز الطيف الضوئي	198
أجزاء جهاز الطيف الخارجية	200
مكونات جهاز الطيف الداخلية	201
أعطال جهاز الطيف الضوئي	203
جهاز الهيموكلوبين	205
تمرين (46)	206
طريقة قياس الهيموكلوبين	206
صيانة جهاز الهيموكلوبين	207
جهاز قياس الحامضية (PH)	210
تمرين (47)	210
أعطال جهاز قياس الحامضية	212

الفصل الأول

تطبيقات على الثنائي

الأهداف:

الهدف العام:

يهدف هذا الفصل إلى تعريف الطلبة على التطبيقات العملية للثنائي بمختلف أنواعه وعمل تجارب عملية لتحقيقها.

الأهداف الخاصة:تمكين الطالب على معرفه ماياتي

1- دراسة الموحدات بنوعيها الموجة الكاملة ونصف الموجة مع عمل تجارب لتحقيق هذه الدوائر.
2- دراسة أنواع مضاعف الفولتية وعمل تجارب عملية تحقق هذا النوع من الدوائر وإجراء القياسات والمخططات البيانية الخاصة بها.
3- دراسة أنواع المقلم وعمل تجربة عملية على هذا النوع مع إجراء القياسات والمخططات البيانية اللازمة.

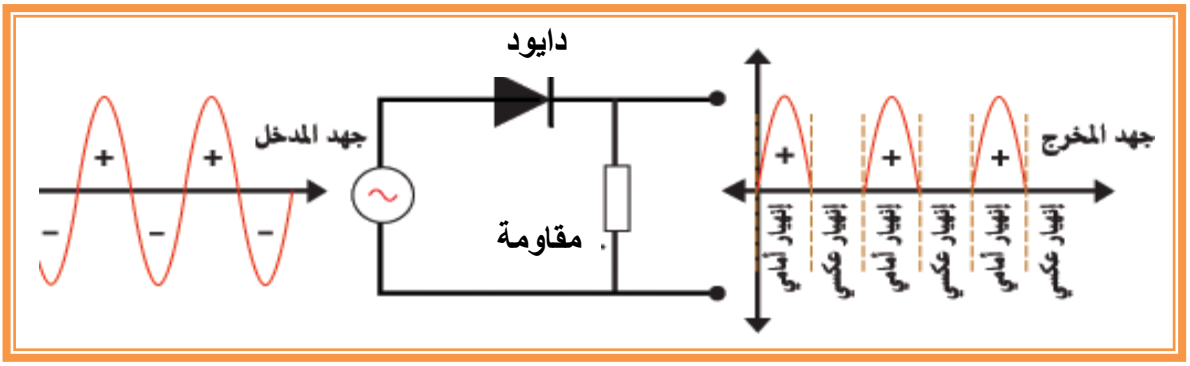
الفصل الأول

تطبيقات على الثنائي

لقد أصبح من المعلوم لدينا أن الثنائي يقوم بتمرير التيار في اتجاه واحد، ولا يسمح بمروره في الاتجاه الآخر لذلك يمكننا تحويل التيار المتردد A.C الذي يتغير اتجاهه مع الزمن إلى تيار مستمر D.C ذو اتجاه واحد ولذلك أطلق أسم الموحد على الثنائي.

1-1 دائرة توحيد نصف موجة Half-Wave Rectifier

إن الشكل (1-1) يوضح دائرة توحيد نصف موجة، والمكونة من مصدر تغذية متناوب، موحد ومقاومة حمل التي تمثل الجهاز المراد تغذيته.



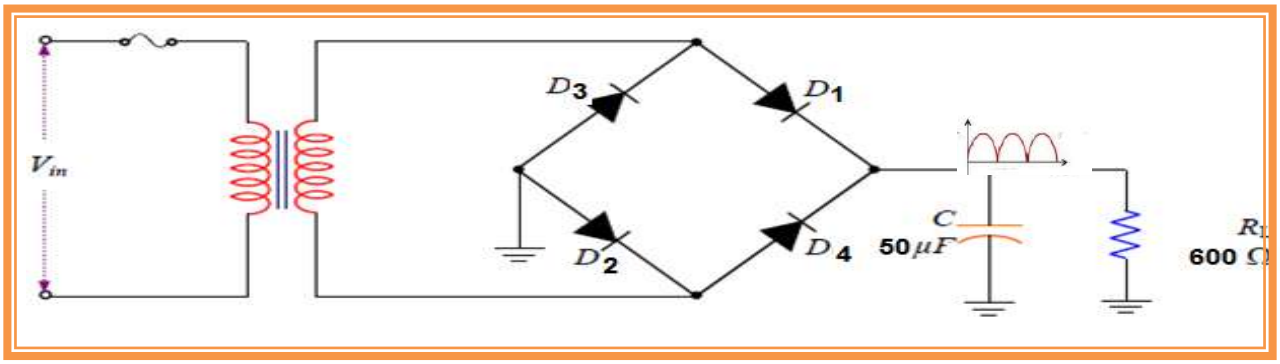
شكل 1-1 دائرة توحيد نصف موجة

ففي أثناء النصف الموجب يكون جهد الأنود أكبر من جهد الكاثود مما يجعل الموحد في حالة انحياز أمامي وعند دخول النصف السالب، فأن جهد الأنود يكون اقل من جهد الكاثود فلا يمرر الموحد التيار، لأنه في حالة انحياز عكسي، لذلك يكون الجهد على مقاومة الحمل صفراً.

2-1 دائرة توحيد موجة كاملة Full –Wave Rectifier

في هذا النوع من الموحدات تقوم الدائرة بتوحيد اتجاه التيار في مقاومة الحمل أثناء النصف الموجب والنصف السالب من موجة الدخل، على عكس موحد نصف الموجة الذي يستفاد من نصف موجة الدخل فقط ويهدر نصف القدرة.

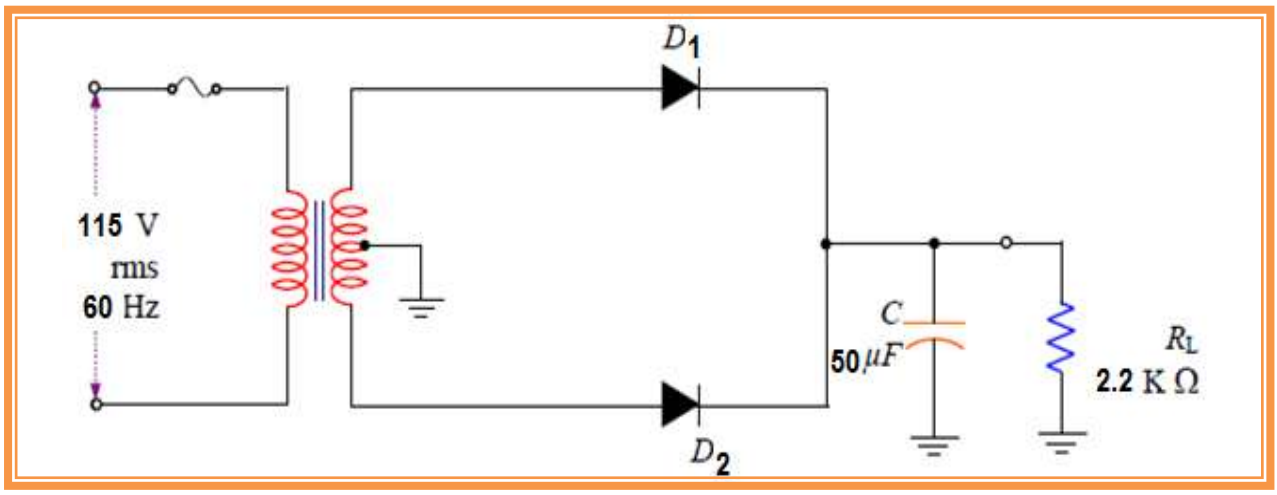
النوع الأول من أنواع موحد موجة كاملة باستعمال أربع دايودات ومحولة، ففي الشكل (2-1) الذي يمثل موحد موجة كاملة يستعمل أربعة ثنائيات متصلة على شكل قنطرة، لذلك سمي بالموحد القنطري.



شكل 1-2 الموحد القنطري

فعندما يكون الدايودان D_1، D_2 في حالة انحياز أمامي أثناء النصف الموجب من الموجة، يكون D_3، D_4 في حالة انحياز عكسي. بينما ينحاز D_3، D_4 أثناء النصف السالب من الموجة الداخلة انحيازاً أمامياً وفي هذه الحالة يصبح D_1، D_2 منحازين عكسياً. وفي النهاية نحصل على فولتية خارجة على الحمل خلال نصفي الموجة الموجبة والسالبة.

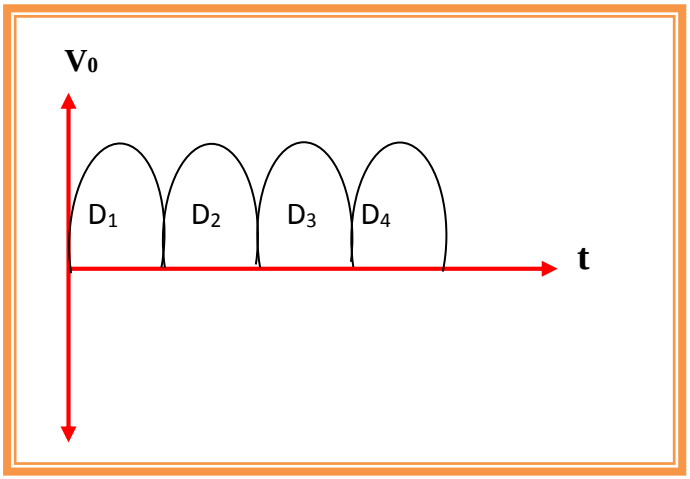
والنوع الثاني من أنواع موحد موجة كاملة باستعمال دايودان ومحول ذو نقطة وسطية، والموضح في الشكل (3-1).



شكل 1-3 موحد موجة كاملة بدايودين ومحول ذي نقطة وسطية

ملاحظة:

- إن عمل النقطة الوسطية في المحولة تعطي لنا فرق طور بين إشارتي الإدخال مقدارها (180^o) أي إذا كان الإدخال الأول موجب يكون الثاني سالب وبالعكس.
- إشارة الخرج لموحد موجة كاملة تكون كما في الشكل (1-4)



شكل 1-4 اشارة الخرج لموحد موجة كاملة

تمرين (1)

اسم التمرين: دائرة تقويم نصف موجة Half-Wave Rectifier

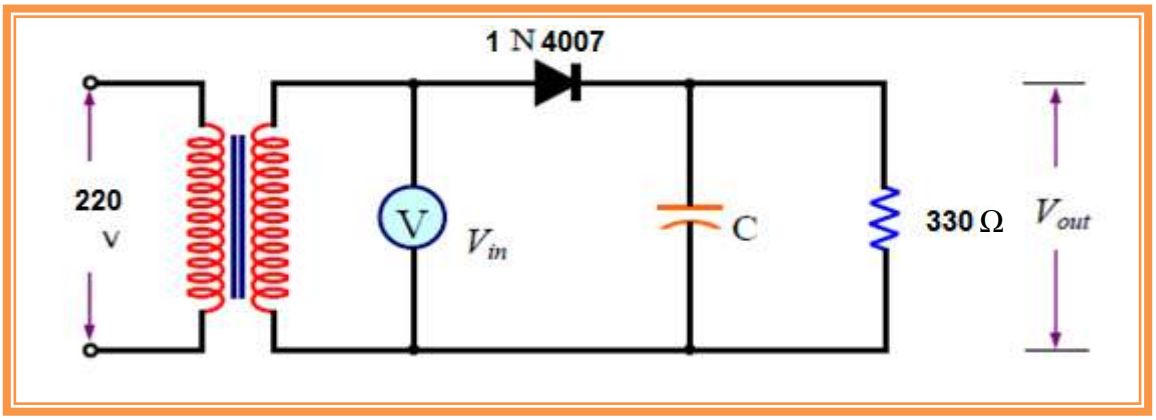
الهدف من التمرين:

في هذه التمرين سوف نقوم ببناء دائرة موحد نصف الموجة إذ تكون مقاومة الثنائي قليلة عندما يكون الانود موجباً بالنسبة للكاثود، فتمر الأنصاف الموجبة خلال الثنائي لأنه سيكون (منحازاً أماميا) ولكن عند دخول الإنصاف السالبة للموجة الداخلة تصبح ممانعة الثنائي عالية حيث يكون الثنـــائي (منحازاً عكسياً).

الأجهزة والمواد المستعملة:

1- فيرو بورد.
2- جهاز راسم إشارة بقناتين.
3- جهاز فحص متعدد الأغراض AVO.
4- مقاومة 330 Ω.
5- متسعة 10µF.
6- متسعة 100µF.
7- ثنائي سليكون 1N4007.
8- محولة خافضة (220 $V_{A.C}$ ⟶ 6 $V_{A.C}$) بتردد 60 Hz.

رسم الدائرة الكهربائية Circuit Diagram:



شكل 1-5 دائرة موحد نصف الموجة

خطوات العمل:

1- اربط الدائرة كما موضح بالشكل (1-5).

2- باستعمال جهاز الفولتميتر أضبط فولتية الدخل على 6V.

3- صل الدخل V_{in} على جهاز راسم الإشارة، وقس قيمة الفولتية قمة p (V_{in})، وكذلك قيمة الفولتية قمة-قمة $(V_{in})_{p.p}$ وسجل النتائج.

$(V_{in})_{p}$ =----------V

$(V_{in})_{p.p}$ =----------V

4- قس فولتية الخرج p (V_{out}) باستعمال جهاز راسم الإشارة.

$(V_{out})_{p}$ =----------V

5- قس القيمة المتوسطة لجهد الخرج (D.C value) لكل من:

ا – بدون توصيل متسعة الترشيح.

$(V_{out})_{d.c}$ = --------- V

ب – بوجود متسعة الترشيح بقيمة 10µF.

ج – بوجود متسعة الترشيح بقيمة 100µF.

د- جد خرج جهد التموج Ripple للحالات الآتية:

ه- بدون توصيل متسعة الترشيح.

V_{ripple} = -------- V

و- بوجود متسعة الترشيح 10µF.

V_{ripple} = ------- V

ز- بوجود متسعة الترشيح 100µF

V_{ripple}= -------- V

7- قس تردد جهد التموج:

f_{ripple} = --------- Hz

أسئلة ومناقشة:

1. ما هو تأثير تغير قيمة متسعة الترشيح على الجهد الخارج وضح ذلك.
2. ارسم إشارات الدخل والخرج لكل مما يأتي:

ا- إشارة الدخل (الفولتية المتناوبة).

ب- إشارة الخرج بدون توصيل متسعة الترشيح.

ج- إشارة الخرج عند توصيل متسعة الترشيح 10µF.

د- إشارة الخرج عند توصيل متسعة الترشيح 100µF.

تمرين (2)

أسم التمرين: موحد موجة كاملة Full- Wave Rectifier

الهدف من التمرين:

بناء دائرة موحد موجة كاملة قنطري ورسم موجة الخرج بوجود متسعة الترشيح وبدونها، ودراسة تأثير سعة متسعة الترشيح على موجة الخرج، فضلا عن أيجاد قيمة وتردد جهد التموج بوجود متسعة الترشيح وبدونها.

الأجهزة والمواد المستعملة:

1- فيرو بورد.

2- جهاز راسم الإشارة.

3- جهاز أفوميتر AVO.

4- مقاومة 330Ω.

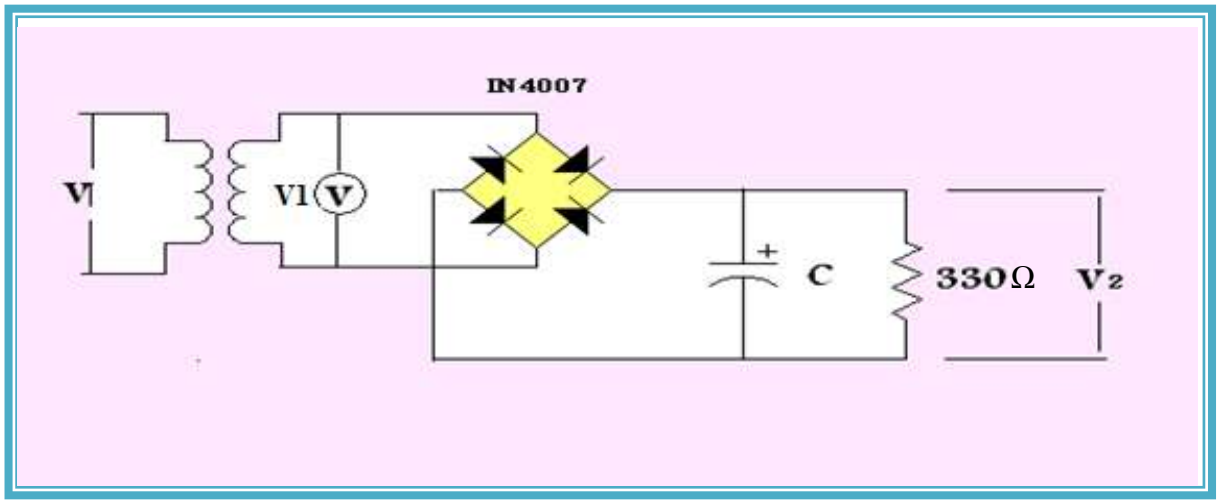
5- متسعة 10µF.

6- متسعة 100µF.

7- ثنائي سلكوني عدد (4) 1N4007.

8- مصدر جهد متناوب بقيمة (6VA.C-50Hz).

رسم الدائرة الكهربائية :



شكل 1-6 الدائرة التفصيلية للموحد القنطري

خطوات العمل:

1- أربط الدائرة كما موضح بالشكل (1-6).

2- أضبط دخل الدائرة على6V باستعمال جهاز الفولتميتر وسجل هذه القيمة.

V_{in}= -------- V

3- وصل جهاز راسم الإشارة على الدخل V_{in} ثم قس $(V_{in})_p$و $(V_{in})_{p.p}$ (قمة- قمة) وسجل النتائج

$(V_{in})_p$= -------- V

$(V_{in})_{p.p}$ = ------- V

4- صل جهاز راسم الإشارة على الخرج $V(OUT)_P$ وقس قيمة $V(OUT)_P$ لهذه الموجة:

$V(OUT)_P$ = ------- V

5- باستعمال جهاز الفولتميتر قس القيمة المتوسطة لجهد الخرج D.C value لكل الحالات الآتية:

ا - بدون وجود متسعة الترشيح.

$(V_{OUT})_{d.c}$= ------- V

ب - بوجود متسعة الترشيح 10µF.

$(V_{OUT})_{d.c}$ = ------ V

ج – بوجود متسعة الترشيح 100µF

$(V_{OUT})_{d.c}$ = ------ V

6- أحسب جهد التموج V_{ripple} للحالات الآتية:

ا- بدون توصيل متسعة الترشيح.

V_{ripple}= -------- V

ب – بوجود متسعة الترشيح بقيمة 10µF:

V_{ripple}= -------- V

ج - بوجود متسعة الترشيح 100µF.

V_{ripple}= -------- V

7- قس تردد وجهد التموج.

f_{ripple} = --------- Hz

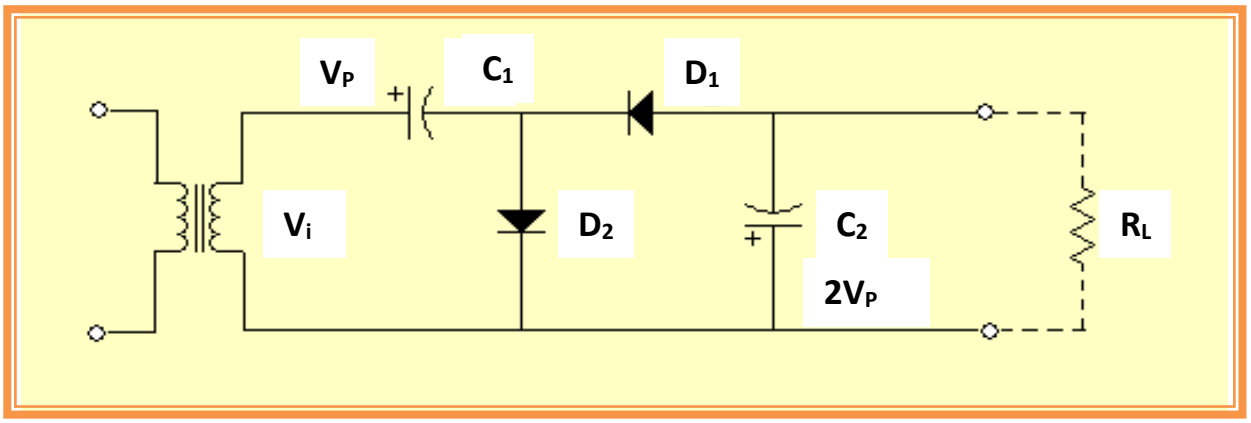
أسئلة ومناقشة:

1. أرسم إشارة دخل الدائرة على ورق بياني.
2. أرسم إشارة الخرج بدون توصيل متسعة الترشيح.
3. أرسم إشارة الخرج عند توصيل متسعة الترشيح بقيمة 10µF.
4. أرسم إشارة الخرج عند توصيل متسعة الترشيح 100µF.
5. أشرح كيف يؤثر زيادة قيمة سعة المتسعة على تقليل نسبة التموج في الإشارة الخارجة.

3-1 دائرة مضاعف الجهد

تعتمد فكرة عمل دائرة مضاعف الجهد على ما يأتي:

خلال النصف الموجب لموجة الدخل يكون D_1 في حالة انحياز أمامي، بينما يكون D_2 في حالة انحياز عكسي ولذلك تشحن المتسعة C_1 للقيمة العظمى لجهد الدخل V_P. أما عند مرور النصف السالب لموجة الدخل يكون D_1 في حالة انحياز عكسي و D_2 في حالة انحياز أمامي. وبما أن المتسعة C_1 لا تستطيع تفريغ شحنتها فان القيمة العظمى لجهد المتسعة تضاف إلى فولتية الدخل وبذلك تشحن المتسعة C_2 إلى $2\ V_p$ أي ضعف الفولتية الداخلة، والشكل (1-7) يوضح دائرة مضاعف جهد



شكل 1-7 دائرة مضاعف الجهد

أن الفولتية على مقاومة الحمل R_l هي $2\ V_p$ أي أن فولتية الخرج هي ضعف فولتية الدخل للدائرة.

تمرين (3)

أسم التمرين: مضاعف الجهد لنصف الموجة Voltage Doubler

الهدف من التمرين:

بناء دائرة مضاعف جهد لنصف الموجة، ثم قياس قيمة الخرج، ودراسة تأثير إضافة مقاومة الحمل للدائرة.

الأجهزة والمواد المستعملة:

1- لوحة توصيل (فيرو بورد).

2- جهاز راسم إشارة.

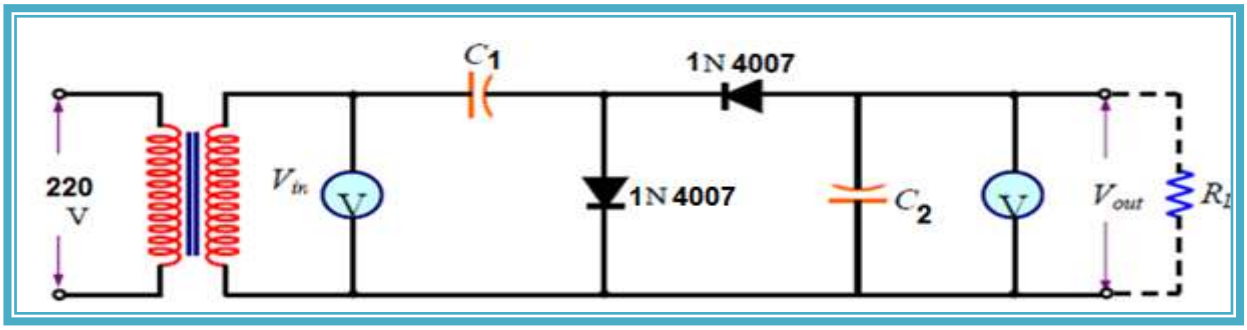
3- جهاز أفوميتر AVO.

4- متسعة 0.1µF عدد 2.

5- مقاومة 1kΩ.

6- ثنائي سلكوني 1N4007 عدد2.

رسم الدائرة الكهربائية:



شكل 1-8 الدائرة الكهربائية لمضاعف لنصف موجة

خطوات العمل:

1- أربط الدائرة كما موضح بالشكل (1-8).

2- باستعمال جهاز الفولتميتر أضبط جهد الدخل على 6V وسجل هذه القيمة.

V_{in}= -------- V

3- صل الدخل V_{in} على جهاز راسم الإشارة ثم قس الإشارة:

$(V_{in})_p$= -------- V

$(V_{in})_{p.p}$ = ------- V

4- وصل الخرج $(V_{out})_p$على جهاز راسم الإشارة ثم قس ارتفاع القمة $(V_{OUT})_P$ لهذه الموجة:

$(V_{OUT})_P$ = ------- V

5- باستعمال جهاز الفولتميتر، قس القيمة المتوسطة لجهد الخرج (D.C value) لكل الحالات التالية:

أ- بدون توصيل مقاومة الحمل:

$(V_{OUT})_{d.c}$ = ------- V

ب- بوجود مقاومة الحمل:

$(V_{OUT})_{d.c}$ = ------- V

أسئلة ومناقشة:

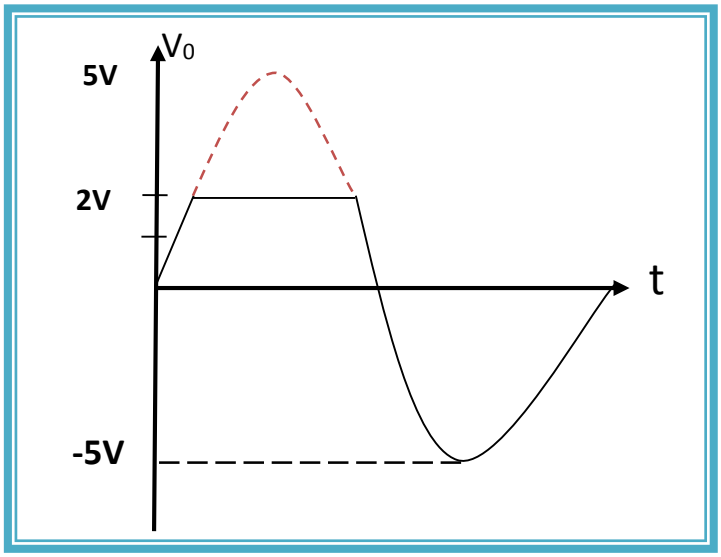
ارسم إشارات الدخل والخرج من شاشة جهاز راسم الإشارات وهي:

1- إشارة دخل الجهد المتناوب.
2- إشارة الخرج بوجود مقاومة حمل.

4-1 دائرة تقليم (تحديد) الفولتية Clipping Circuit

إن من الاستعمالات المهمة للدايود هي استعماله لتقليم الموجات الكهربائية، حيث تحتاج بعض الأجهزة الإلكترونية وأجهزة الحاسوب والرادار إلى تقليم مستوى الإشارة عن مستوى معين (أما بالاتجاه الموجب أو السالب أو كلاهما معاً).

الهدف من التقليم: هو دراسة التأثير عندما يكون في الدائرة مصدر AC وبطارية ودايود وتأثيرهما على الموجة الخارجة فإذا كانت البطارية بنفس فولتية المصدر AC والدايود كذلك كما في الدائرة، فإن موجة الخراج تكون حسب المعادلة:



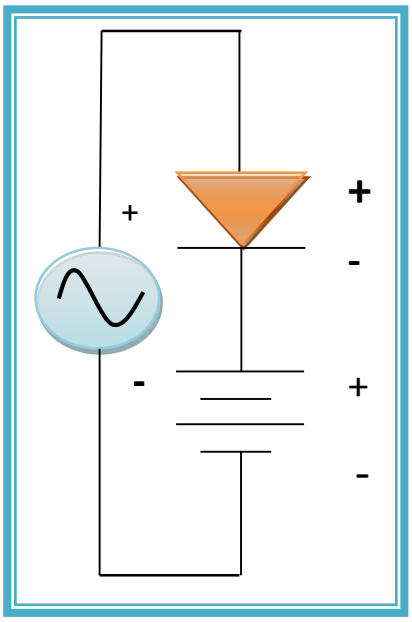
$$V_0 = V_{ac} - V_d - V_b$$

حيث أن V_0 = فولتية AC

V_{ac} =فولتية المصدر

V_d =فولتية الدايود

V_b =فولتية البطارية



تتكون هذه الدوائر من ثنائي ومقاومة، وبطارية، ويكون شكل الموجة الخارجة مشابه لموجة الإدخال ولكن مقطوعاً جزء منه.

تمرين (4)

اسم التمرين: دائرة تقليم الموجة Clipping Circuit

الهدف من التمرين: بناء دائرة تقليم ودراسة شكل الإشارة على الخرج عندما تكون النقطة A موجبة بالإضافة إلى دراسة تأثير قلب الثنائي على شكل الإشارة على الحمل.

الأجهزة والمواد المستعملة:

1- لوحة توصيل فيرو بورد.

2- جهاز راسم الإشارة.

3- جهاز أفوميتر AVO.

4- مقاومة 10 kΩ.

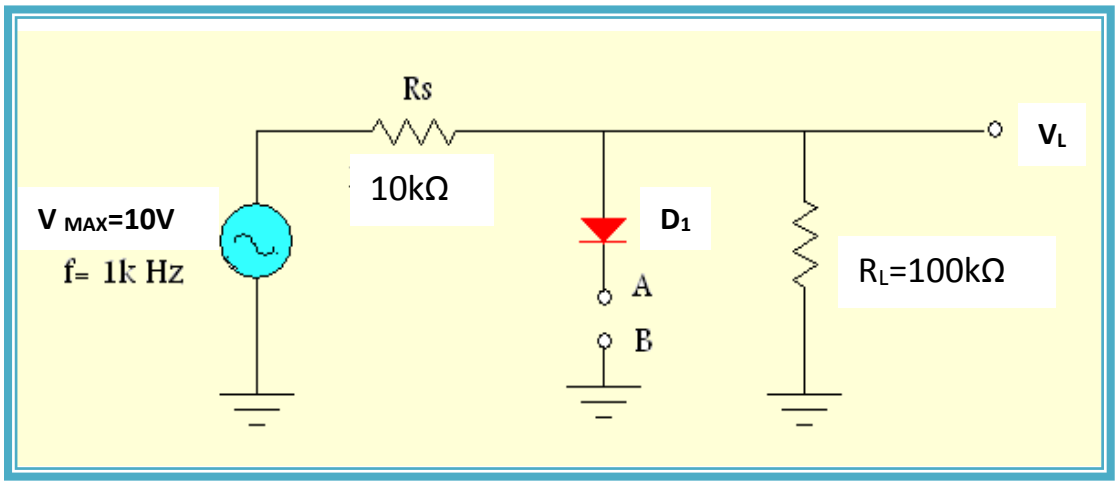
5- مقاومة 100kΩ.

6- ثنائي (دايود).

7- مولد إشارة متناوبة.

8- بطارية 1.5 V عدد1.

رسم الدائرة الكهربائية:



شكل 1-9 الدائرة الكهربائية للمقلم

خطوات العمل:

1- اربط الدائرة كما موضح بالشكل (1-9).

2- صل مولد الإشارة بدخل الدائرة وأضبطه على تردد 1kHz وفولتية مقدارها $20V_{p.p}$، ثم أرسم شكل الإشارة على الحمل.

3- جهز فولتية D.C مقدارها 1.5V بين النقطتين B،A، وارسم شكل الإشارة على الحمل.

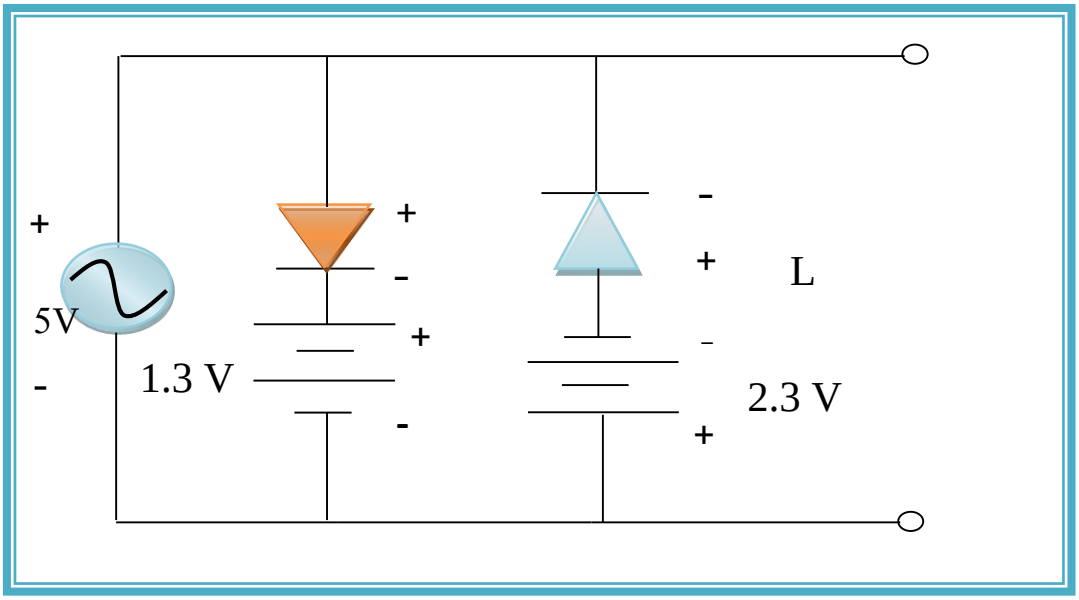
(ملاحظة: يجب أن تكون A موجبة).

4- أقلب الثنائي وارفع فولتية الـ D.C ولاحظ شكل الإشارة على الحمل.

5- جهز فولتية D.C بين النقطتين A، B، بحيث تكون النقطة A سالبة وأرسم شكل الإشارة على الحمل

أسئلة ومناقشة:

1- ما التطبيقات العملية لدائرة المقلم؟
2- ما أنواع دوائر التقليم؟
3- أرسم الإشارات التي حصلت عليها من خطوات التجربة على ورق بياني موضحا فرق كل إشارة عن الأخرى؟
4- جد موجة الخرج للدائرة التالية:



الفصل الثاني

أنواع الثنائيات واستعمالاتها

الأهداف

الهدف العام:

يهدف هذا الفصل إلى التعرف على الأنواع المختلفة من الثنائيات ومعرفة كيفية التمييز بينها والتطبيقات العملية لهذه الثنائيات.

الأهداف الخاصة:

نتوقع من الطالب عند اكمال هذا الفصل ان يكون قادرا على ان :

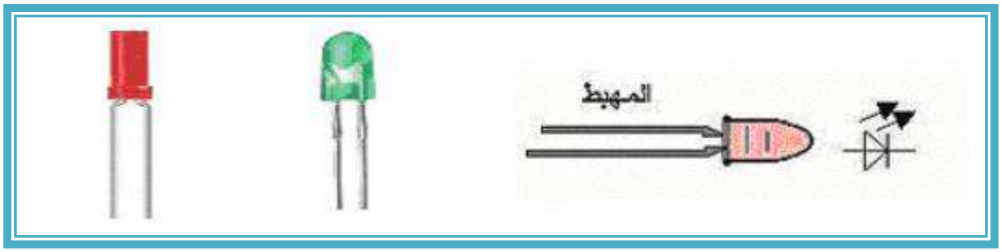
1- يعرف أنواع الثنائيات ويميز بين أشكالها المختلفة.
2- عمل تجارب عملية تحقق خواص هذه الثنائيات وهي الثنائي الباعث للضوء LED والثنائي الضوئي Photo Diode.
3- يحقق دوائر عملية تتضمن هذه الثنائيات والمستخدمة في الدوائر الإلكترونية.
4- يجري القياسات اللازمة باستعمال أجهزة الفحص والقياس.

الفصل الثاني

أنواع الثنائيات واستعمالاتها

1-2 الثنائي الباعث للضوء Light Emitting Diode LED

يقوم الثنائي الباعث للضوء بتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية والشكل (2-1) يوضح الرمز الخاص به.



شكل 2-1 شكل يوضح رمز الثنائي الباعث للضوء LED

يستعمل الثنائي الباعث للضوء LED في العدادات الرقمية وفي أنظمة الاتصالات الضوئية وفي حاسبات الجيب لإظهار الأرقام والحروف والرموز في عارضات القطع السبعة.

يتكون الثنائي الضوئي من وصلتين لشبه موصل وله خاصية فقد الطاقة عند اتحاد إلكترون مع فجوة على شكل فوتون.

أما المادة المصنع منها الثنائي فهي أرسنيد الغاليوم، لأنها تشع ضوءاً عند اتحاد الإلكترونات مع الفجوات عند التوصيل الأمامي، ويعتمد لون الضوء المشع على نوع المادة المصنع منها الثنائي الباعث للضوء. يتراوح جهد الانحياز الأمامي للثنائي الباعث للضوء والذي يتراوح بين (2V - 5V)، بينما جهد الانحيازالعكسي يتراوح بين (3V ــ 10V) لذا يجب الحذر عند توصيل الثنائي. ولحمايته من الجهد العكسي نربط بالتوازي معه ثنائي عادي في انحياز عكسي، كما يتم توصيل مقاومة على التوالي مع الـ LED لتحد من قيمة التيار، كما موضح بالشكل (2-2).

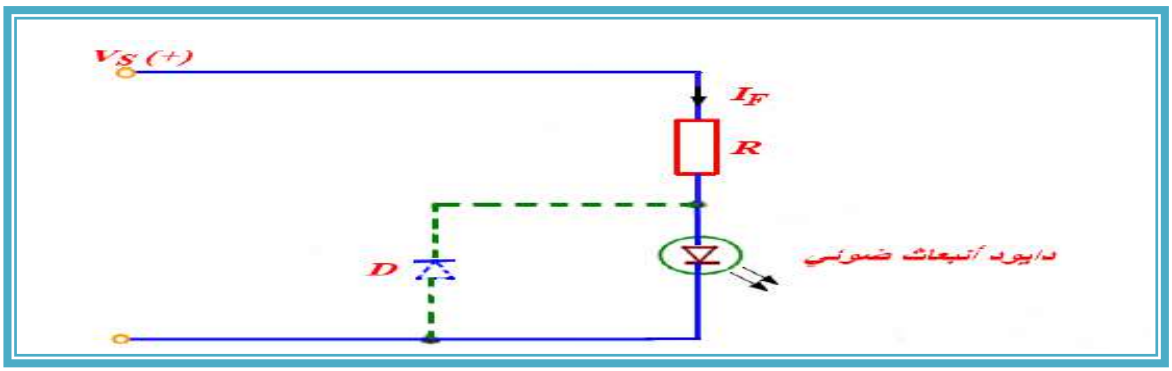
ويمكن حساب قيمة المقاومة كالآتي:

$$R = \frac{V_s - V_f}{I_f}$$

V_s= جهد المصدر

V_f = جهد الانحياز الامامي

I_f= تيار الانحياز الامامي



شكل 2-2 دائرة الثنائي الضوئي

تمرين (5)

اسم التمرين: ثنائي الانبعاث الضوئي LED.

الهدف من التمرين: دراسة خصائص الثنائي الباعث للضوء، ومعرفة كيفية توصيله بالدائرة.

الأجهزة والمواد المستعملة:

1- لوحة توصيل فيرو بورد.

2- دايود مشع للضوء عدد 1.

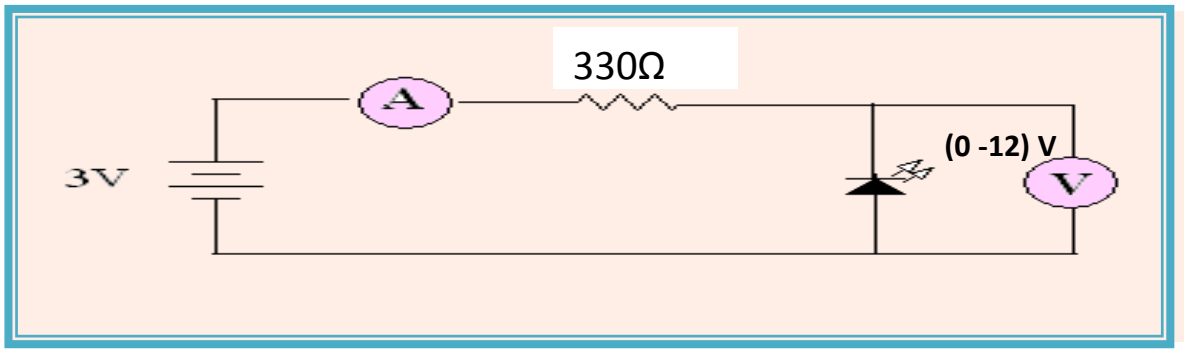
3- مقاومة 330Ω.

4 - جهاز أفوميتر (AVO) رقمي.

5 - جهاز أميتر رقمي.

6 - مجهز قدرة DC ، V (12- 0).

رسم الدائرة الكهربائية:



شكل 2-3 دائرة ثنائي الانبعاث الضوئي

خطوات العمل:

1- أربط الدائرة كما موضح بالشكل (2-3).

2- صل جهاز الفولتميتر بالتوازي مع الثنائي، وجهاز الاميتر بالتوالي مع الدائرة لقياس التيار، استخدم الأجهزة الرقمية.

3- جهز الفولتيات التالية إلى الدائرة 5V، 7V، 10V وراقب ماذا يحدث للثنائي.

4- اعمل دورة قصر على المقاومة بواسطة سلك خارجي وسجل قراءة جهاز الفولتميتر.

5- أقلب اتجاه الثنائي وأعد التجربة ستلاحظ توهج الثنائي وسجل قراءة الفولتميتر.

سجل قراءة التيار المار في الثنائي والفولتية عليه.

أسئلة ومناقشة:

1- كيف يتم فحص ثنائي الانبعاث الضوئي؟ أشرح ذلك.

2- هل يعمل ثنائي الانبعاث الضوئي عندما يربط بالانحياز العكسي؟

3- كيف يمكن زيادة شدة إضاءة ثنائي الانبعاث الضوئي؟ أشرح ذلك.

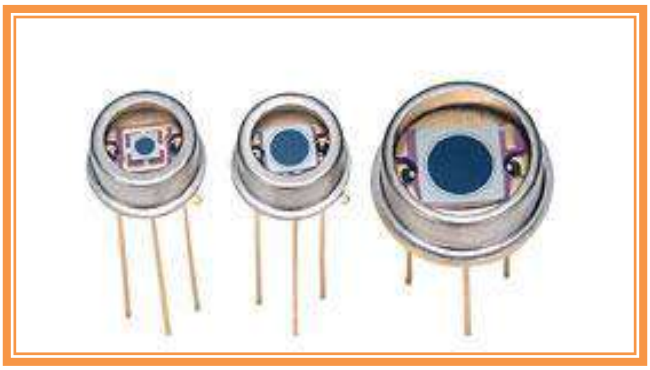
4- ما فائدة المقاومة المربوطة على التوالي في الدائرة ؟

2-2 الثنائي الضوئي Photo Diode

يتشابه الثنائي الضوئي مع الثنائي العادي عدا وجود نافذة لمرور الضوء من خلاله والشكل (2- 4) يوضح أنواع مختلفة من الثنائي الضوئي.

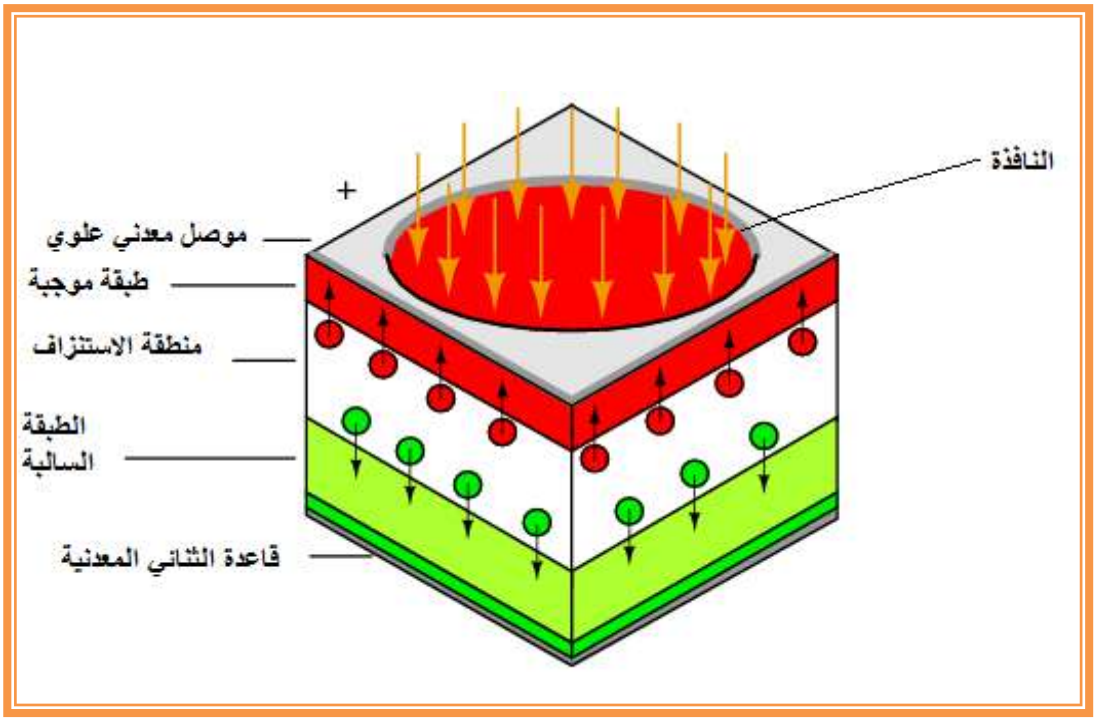
شكل 2-4 انواع مختلفة من الثنائي الضوئي

أما التركيب الداخلي للثنائي الضوئي فهو مشابه للدايود العادي للثنائي العادي، وكما موضح بالشكل (2-5) الذي يوضح وجود نافذة في قمة الثنائي مما يزيد من أزواج الإلكترون – فجوة داخل طبقة الاستنزاف وبالتالي زيادة قيمة التيار العكسي عندما يكون الثنائي منحازاً عكسياً.



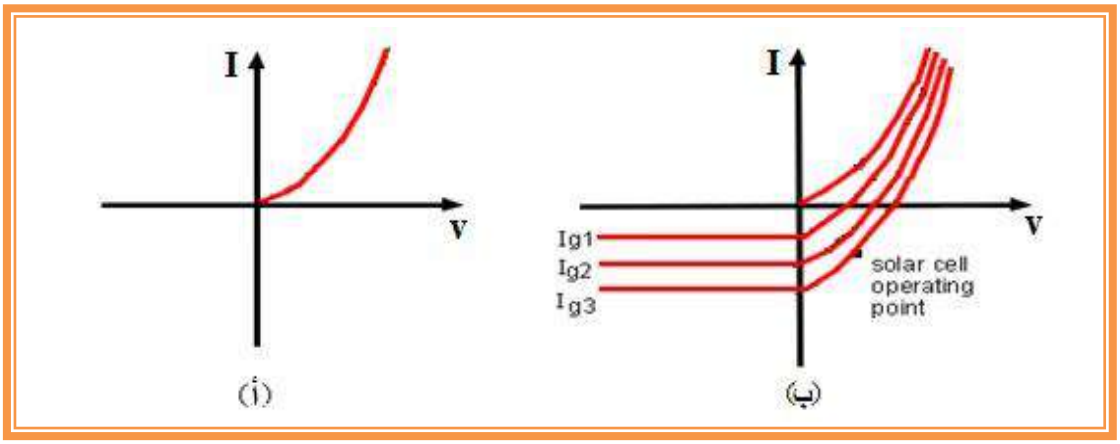
شكل 2-5 يوضح نافذة الثنائي الضوئي من الأعلى

أما بالنسبة إلى التركيب الداخلي للثنائي الضوئي فهو نفسه التركيب الداخلي للثنائي العادي الذي درسته سابقاً والشكل (2-6) يوضح أجزاءه وهي النافذة ثم الطبقة الموجبة (p) ثم منطقة الاستنزاف ويليها الطبقة السالبة (n) وأخيراً قاعدة الثنائي المعدنية التي يلحم عليها أطراف الثنائي.



شكل 2-6 التركيب الداخلي للثنائي الضوئي والنافذة

أما الشكل (2-7) فيوضح منحنى الخواص للثنائي العادي ومنحنى الخواص للثنائي الضوئي



الشكل 2-7 منحنى الخواص (أ) للثنائي العادي (ب) للثنائي الضوئي

تمرين (6)

اسم التمرين: خواص الثنائي الضوئي

الهدف من التمرين: دراسة وقياس منحنى خواص الثنائي الضوئي (IV) في الظلام.

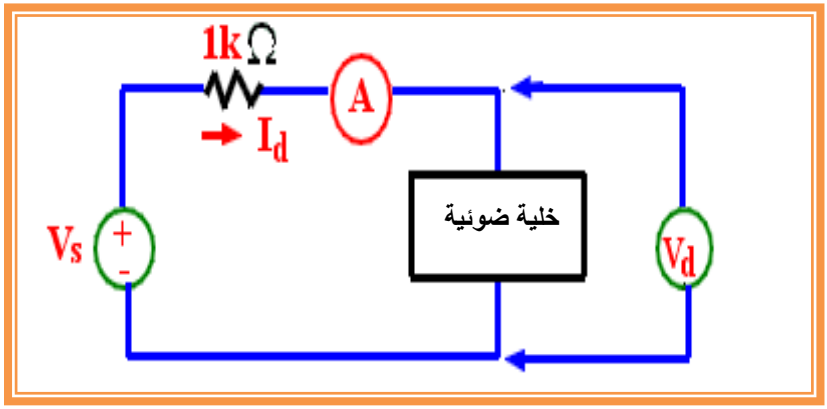
الأجهزة والمواد المستعملة:

1- دايود ضوئي أو(خلية شمسية) عدد 1.

2- مجهز قدرة Power Supply D.C

3- جهاز قياس للفولتية (فولتميتر).

4- جهاز قياس للتيار (أميتر).



شكل 2-8 الدائرة الكهربائية لخواص الثنائي الضوئي

خطوات العمل:

1- أربط الدائرة كما موضح بالشكل (2-8).

2- تأكد من تغطية الثنائي لمنع الضوء من الوصول للثنائي.

3- باستعمال مجهز القدرة المستمر قم بتغيير التيار المار بالدائرة وحسب القيم الموضحة في الجدول (2– 1).

جدول 2 – 1 النتائج المستحصلة

I_S	10mA	20 mA	30 mA	40 mA	50 mA
I_d					
V_d					

الفصل الثالث

الترانزستور

The transistor

الأهداف

الهدف العام:

التدرب على كيفية فحص الترانزستور نوع PNP،NPN واستخراج خواص الدخل والخرج للترانزستور.

الأهداف الخاصة:

تمكين الطالب على:

1- معرفة التركيب الداخلي وإشكال الترانزستور المختلفة وطريقة التمييز بينها.
2- معرفة كيفية توصيل انحياز الترانزستور.
3- عمل تجارب حول خواص الدخل وخواص الخرج وإجراء الفحوصات اللازمة عليها واستخراج النتائج.
4- رسم خواص الدخل والخرج للترانزستور بيانياً من خلال النتائج التي حصل عليها.
5- تعلم الطريقة العملية لفحص الترانزستور في المختبر.

الفصل الثالث

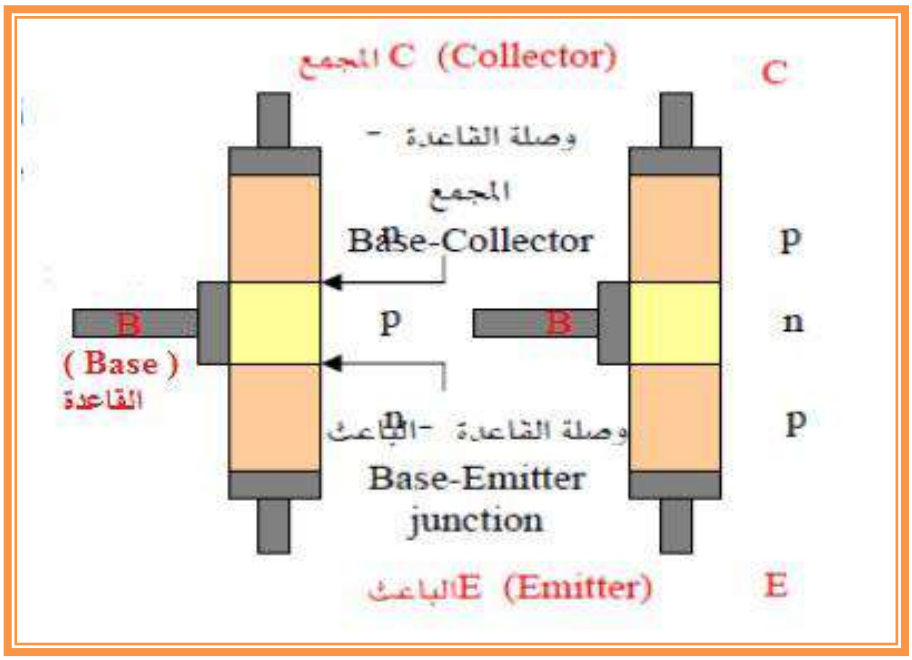
الترانزستو

يعد الترانزستور من أهم الاكتشافات في العصر الحديث، فهو يستعمل بشكل عام في المكبرات والمفاتيح الإلكترونية وانتشر استعماله بشكل واسع، لأنه صغير الحجم وكلفة تصنيعه واستهلاكه للطاقة قليل.

هناك نوعان من الترانزستورات، هما: ترانزستور ثنائي القطبية Bipolar Junction Transistor، وترانزستور تأثير المجال Field Effect Transistor.

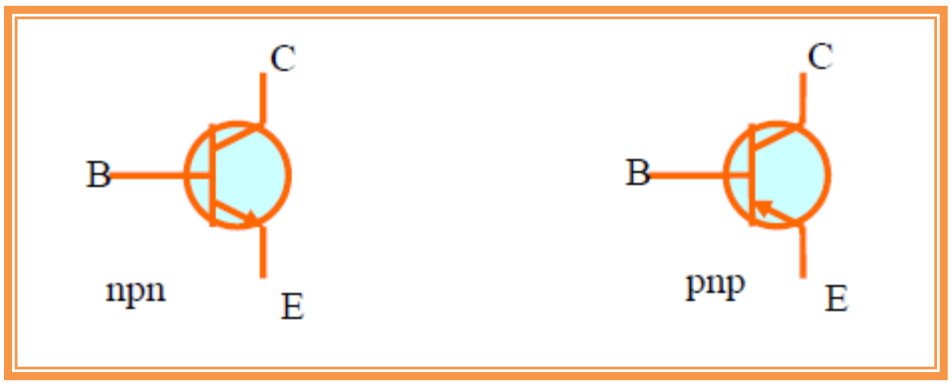
1-3 تركيب الترانزستور ثنائي القطبية

يتكون الترانزستور ثنائي القطبية من ثلاث مناطق من شبه الموصل المطعم مفصولة بوصلتين من النوع p-n كما موضح بالشكل (3-1).



شكل 3-1 تركيب الترانزستور

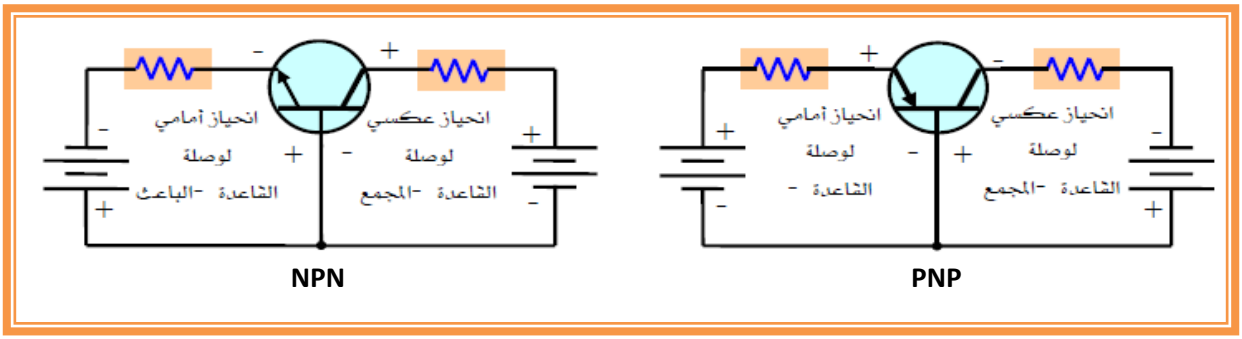
وتسمى هذه المناطق بالباعث (Emitter) والقاعدة (Base) والجامع (Collector)، كما ويوجد نوعان من الترانزستور ثنائي القطبية هما: PNP، NPN والشكل (3-1-1) يبين الرموز لهذه الأنواع من الترانزستور.



شكل 3-1-1 الرمز العام لكل من ترانزستور NPN و PNP

3-2 عمل الترانزستور

إن اهم وظيفة للترانزستور هي عمله كمكبر، ولا يعمل الترانزستور إلا أذا وفرنا الانحياز المناسب له، والشكل (3-2) يبين الانحياز المناسب لكل من الترانزستور NPN و PNP لكي يعمل كمكبر.



شكل 3-2 يوضح انحياز الترانزستور

تمرين (7- أ)

اسم التمرين: خواص الدخل للترانزستور

الهدف من التمرين: بناء دائرة لقياس خواص الدخل للترانزستور NPN بالإضافة إلى رسم منحنيات الدخل للترانزستور التي تبين العلاقة بين تيار القاعدة I_B وجهد القاعدة والباعث V_{BE} عندما يكون جهد الجامع إلى الباعث V_{CE} ثابتا. أي دراسة خواص الدخل للترانزستور.

الأجهزة والمواد المستعملة:

1- مجهز قدرة DC.

2- لوحة توصيل (فيرو بورد).

3- جهاز قياس AVO.

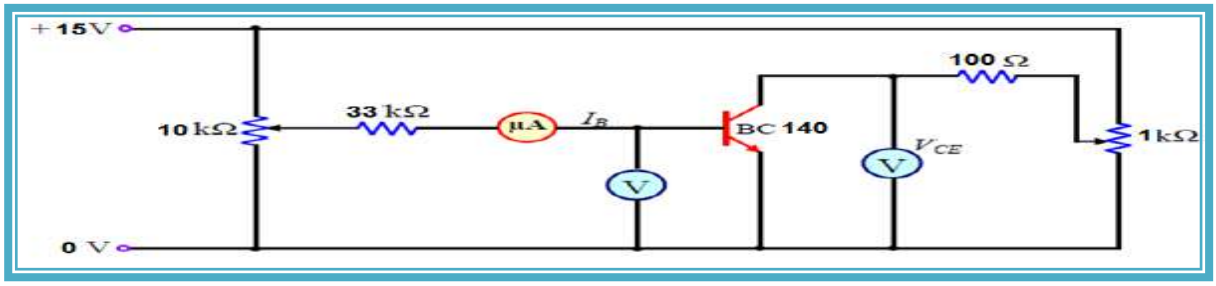
4- مقاومة 33kΩ و100Ω

5- مقاومة متغيرة 10kΩ.

6- مقاومة متغيرة 1kΩ.

7- ترانزستور سليكون (BC140) نوع NPN.

رسم الدائرة:



شكل 3-3 الدائرة الكهربائية لخواص الدخل للترانزستور

خطوات العمل:

1- اربط الدائرة كما موضح بالشكل (3-3).

2- ثبت الجهد V_{CE} على قيمة 1 V.

3- أضبط قيمة المقاومة المتغيرة 10kΩ بحيث تحصل على قيم تيار القاعدة المبينة بالجدول أدناه.

4 - قس قيمة جهد القاعدة إلى الباعث V_{BE} عند كل قيمة من قيم I_B في الخطوة السابقة.

جدول 3-1 النتائج المستحصلة

I_B		50	100	150	200	250	300	350	400	450	μA
$V_{CE=1V}$	V_{BE}										V
$V_{CE=2V}$	V_{BE}										V
$V_{CE=3V}$	V_{BE}										V

5- أعد الخطوة السابقة عندما يكون V_{CE}=1V، 2V، 3V وبعد ضبط المقاومة المتغيرة 1kΩ.

6- ارسم منحنيات خواص الخرج لجميع قيم جهد V_{CE} وذلك عن طريق ضبط المقاومة المتغيرة 1kΩ.

7- ارسم منحنيات خواص الخرج لجميع قيم جهد الجامع إلى الباعث V_{CE} الموضحة بالجدول (3-1) على ورق بياني.

أسئلة و مناقشة:

1- ما فائدة دراسة خواص الدخل للترانزستور؟
2- كيف يمكنك التمييز بين ترانزستور نوع جرمانيوم أو سليكون من الأرقام؟ وضح ذلك .

تمرين (7- ب)

اسم التمرين : خواص الخرج للترانزستور

الهدف من التمرين: بناء دائرة لقياس خواص الخرج للترانزستور NPN ورسم منحنيات الخرج للترانزستور التي توضح العلاقة بين تيار الجامع I_C وجهد الجامع والباعث V_{CE} عندما يكون تيار القاعدة ثابتاً. أي دراسة خواص الخرج للترانزستور.

الأجهزة والمواد المستعملة:

1- مجهز قدرة D.C.

2- لوحة توصيل (فيرو بورد).

3- جهاز قياس أفوميتر AVO عدد 3.

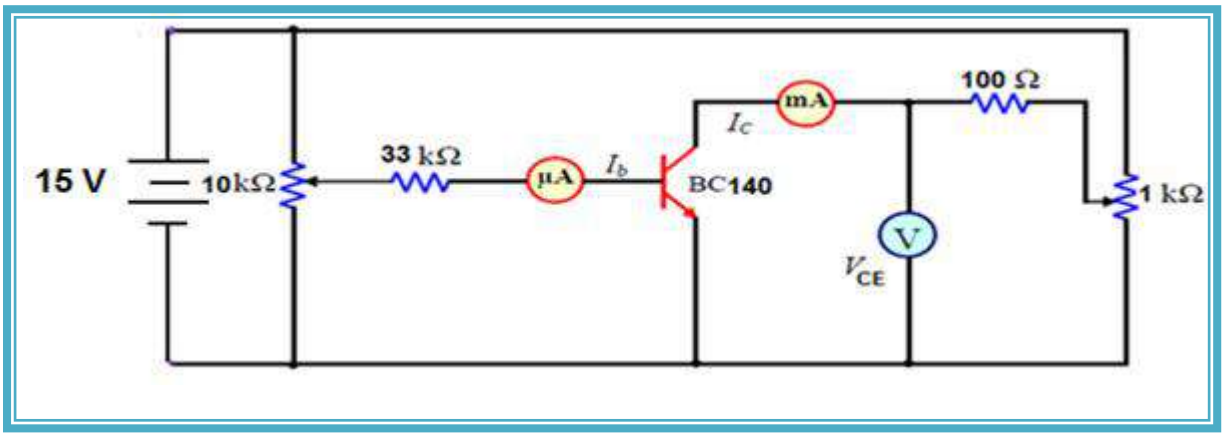
4- مقاومة 33kΩ.

5- مقاومة متغيرة 1kΩ.

6- مقاومة متغيرة 10kΩ.

7 - ترانزستور نوع (BC140) NPN.

رسم الدائرة:



شكل 3-4 الدائرة الكهربائية لخواص الخرج للترانزستور

خطوات العمل:

1- اربط الدائرة كما موضح بالشكل (3-4).

2- غير بالمقاومة 10kΩ إلى أن تحصل على تيار قاعدة I_B=0.1mA .

3 - اضبط المقاومة المتغيرة 1kΩ لتحصل على قيم V_{CE} الموضحة في الجدول (3-2) وقس تيار الجامع عند كل قيمة من قيم V_{CE}.

جدول 3-2 النتائج المستحصلة

V_{CE}		0.1	0.2	0.3	0.5	1	3	5	V
I_B=0.1mA	I_C =								mA
I_B=0.2mA	I_C =								mA
I_B=0.3mA	I_C =								mA
I_B=0.4mA	I_C =								mA

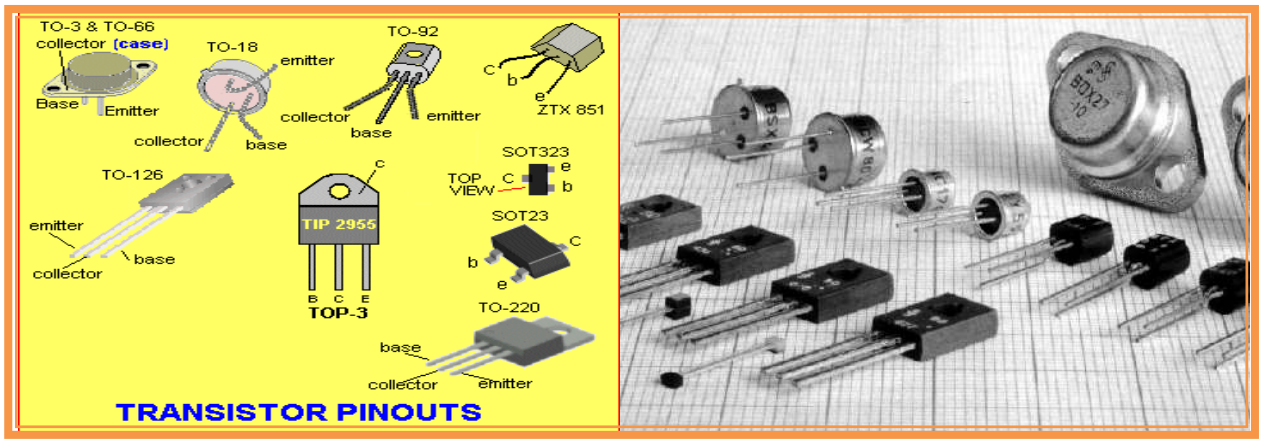
4- أعد الخطوة السابقة لجميع قيم تيار القاعدة الموضحة بالجدول عن طريق ضبط المقاومة المتغيرة 10KΩ.

أسئلة ومناقشة

ارسم منحنيات خواص الخرج لجميع تيارات القاعدة المبينة بالجدول على ورق بياني.

3-5 فحص الترانزستور

كما نعلم أن للترانزستور ثلاثة أطراف وهي B،C، E وان الترانزستور نوعان هما PNP،NPN والترانزستورفي حقيقة الأمر عبارة عن ثنائيين معا الشكل (3-5) يوضح أشكال مختلفة من الترانزستور.



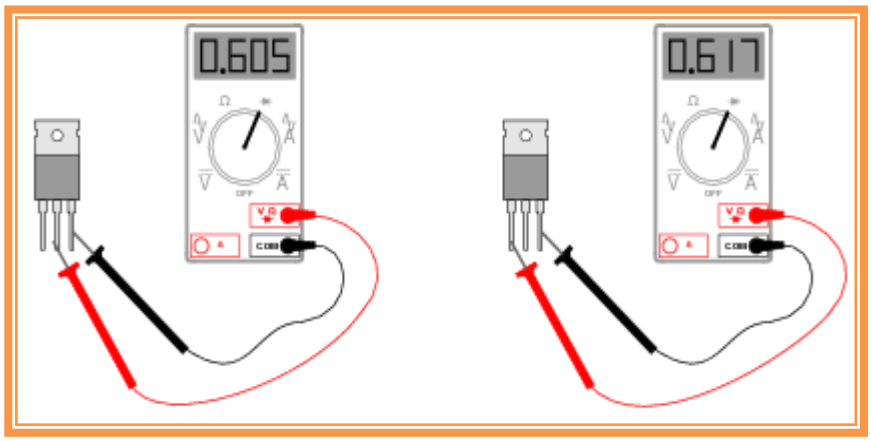
شكل 3-5 يوضح أشكال متعددة للترانزستور

ولقياس صلاحية الترانزستور نقوم بإجراء الاتي:

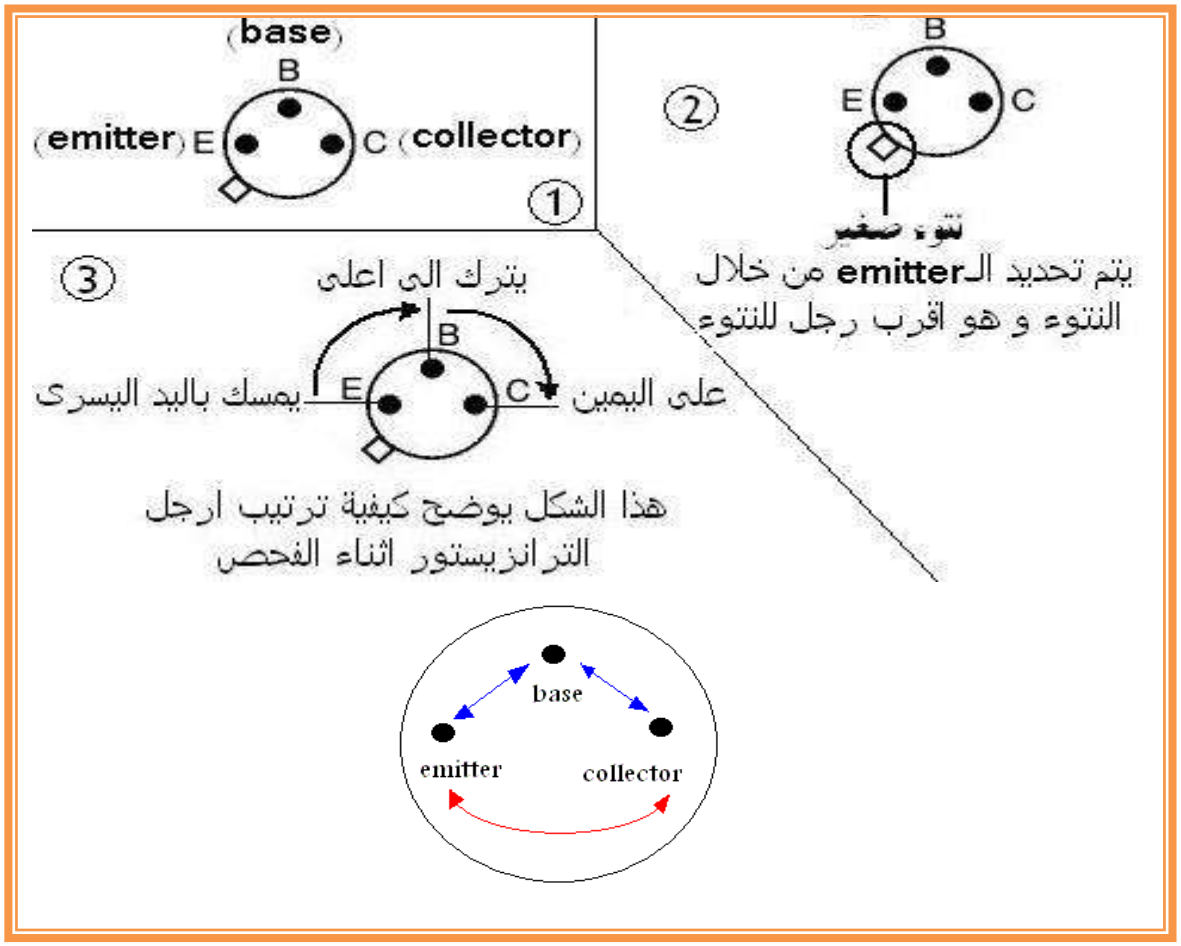
1- يستعمل جهاز الأوميتر لقياس مدى صلاحية الترانزستور ، وبعد ضبط تدريج جهاز الفحص على الأومية كما موضح بالشكل (3-6) ثم نقوم بإجراء الخطوة التالية.
2- يعين طرف القاعدة وهو الطرف الذي يقرأ أومية معينة مع الطرفين الآخرين E،C.
3- بالنسبة لفحص ترانزستور NPN نقوم بوضع الطرف السالب من جهاز الفحص (الاوميتر) على طرف القاعدة الموجب والطرف الموجب من الأوميتر على طرف الجامع (C)، ويجب أن يعطينا مقاومة صغيرة، نقوم بعكس أقطاب الأوميتر ونفحص الطرفين نفسيهما فيعطينا مقاومة كبيرة (مالا نهاية).
4- نقوم بوضع الطرف السالب من جهاز الأوميتر على طرف القاعدة (B)، والطرف الموجب من الاوميتر على طرف الباعث (E)، ويجب أن يعطينا مقاومة صغيرة ونقوم بعكس أقطاب الاوميتر ونفحص الطرفين فيعطينا مقاومة كبيرة (مالا نهاية).
5- نفحص طرفي الترانزستور C، Eبجهاز الأوميتر ونقلب أقطاب الأوميتر ونفحص مرة ثانية وفي كلتا الحالتين يجب أن يقرا مقاومة عالية (مالا نهاية). كما موضح بالشكل (3-7).

تمرين:

1. كيف تميز بين نوع الترانزستور PNP،NPN باستعمال جهاز الأوميتر؟
2. كيف تفحص صلاحية ترانزستور نوع PNP باستعمال جهاز الفحص التماثلي؟
3. من القراءات الموضحة في الرسم أمامك شكل (3-6) ما هو نوع الترانزستور هل هو NPN أم PNP ؟ عين أقطاب الترانزستور أيضاً.

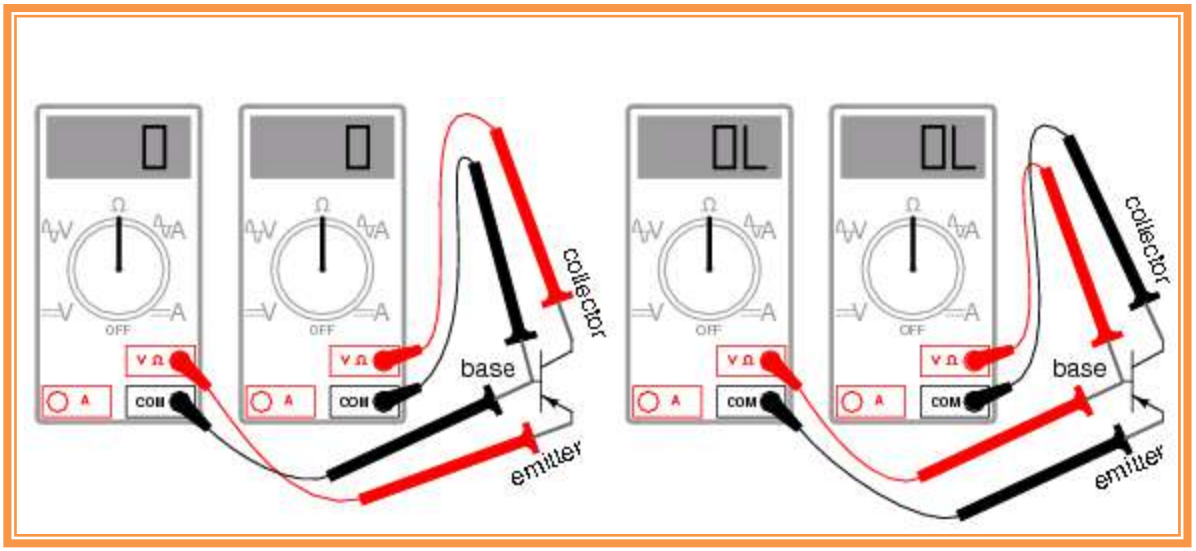


شكل 3-6 تمرين



شكل 3-7 يوضح كيفية ترتيب أرجل الترانزستور أثناء الفحص

والشكل (3-8) يوضح كيفية فحص ترانزستور نوع PNP بواسطة الافوميتر الرقمي



شكل 3-8 فحص الترانزستور بالافوميتر الرقمي

الفصل الرابع

استعمالات الترانزستور

الأهداف:

تمكين الطالب على معرفه :

1- عملية تنظيم الفولتية باستعمال الترانزستور.

2- العلاقة بين تيار وفولتية الحمل في منظم الفولتية.

3- عمل الترانزستور كمفتاح إلكتروني.

4- أنواع مكبرات الإشارة الصغيرة.

5- طريقة ربط كل نوع من هذه المكبرات.

6- الفرق بين إشارة الدخل وإشارة الخرج لكل نوع من مكبرات الإشارة الصغيرة.

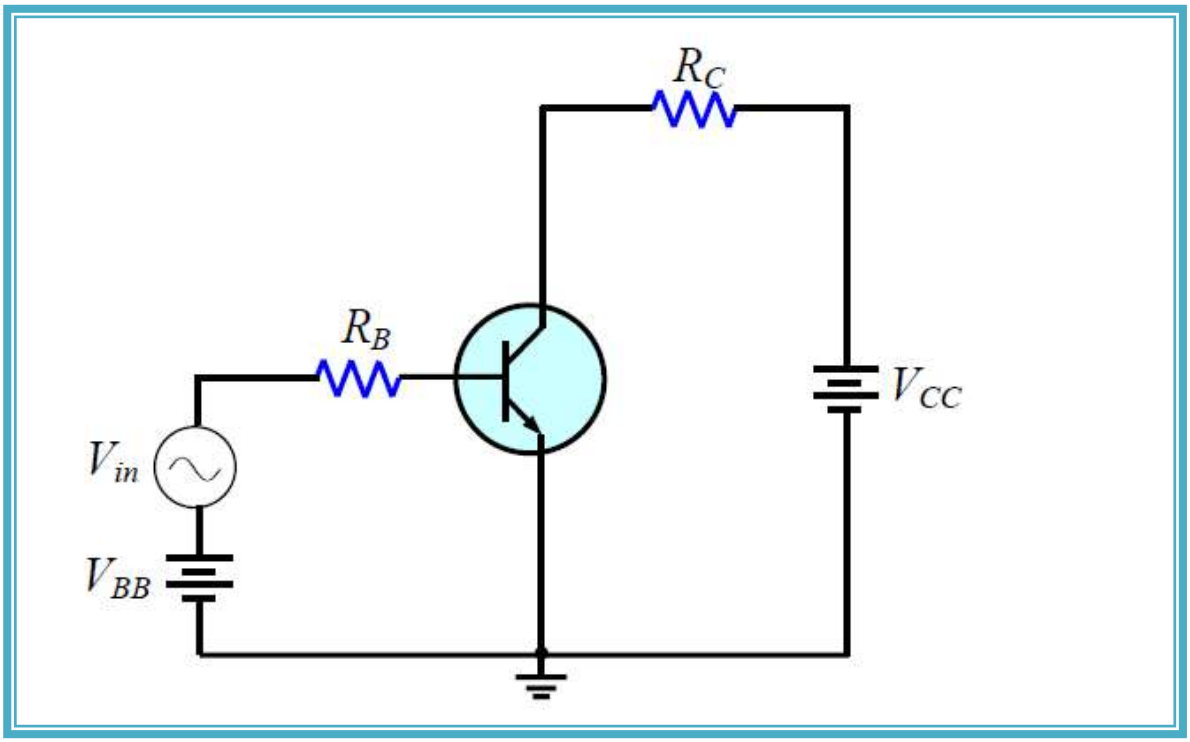
7- الربح (Gain) لكل نوع من المكبرات.

8- نقطة الاشتغال للترانزستور.

1-4 تكبير الترانزستور

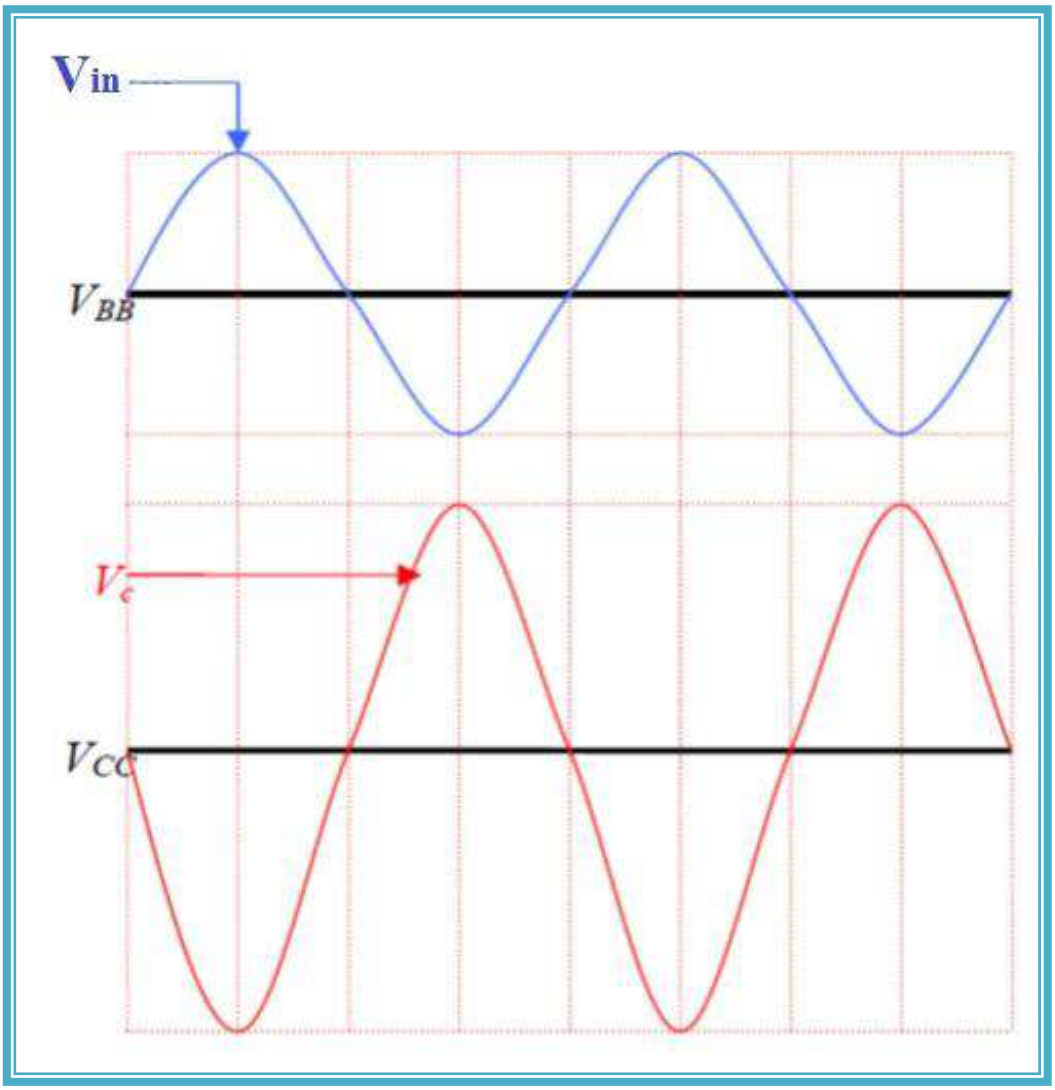
من خلال دراستنا علمنا إن الترانزستور يكبر التيار، لان تيار الجامع يساوي تيار القاعدة مضروبا في ربح التيار ($I_C = \beta_{dc} \times I_B$). وحيث إن تيار القاعدة صغير جدا بالمقارنة بتياري الجامع والباعث فإن تيار الجامع يساوي تيار الباعث تقريبا.

من هذا المنطلق سنقوم بدراسة الدائرة الأساسية للترانزستور كمكبر والموضحة بالشكل (1-4) حيث تم اضافة مصدر للفولتية المتناوبة (V_{in}) إلى فولتية مصدر الفولتية المستمرة (V_{BB}). وبربطهما على التوالي مع مقاومة القاعدة (R_B) وربط الفولتية المستمرة (V_{cc})إلى الجامع عبر مقاومة الجامع (R_c).



شكل 4-1 الدائرة الاساسية للمكبر مع فولتية الدخل

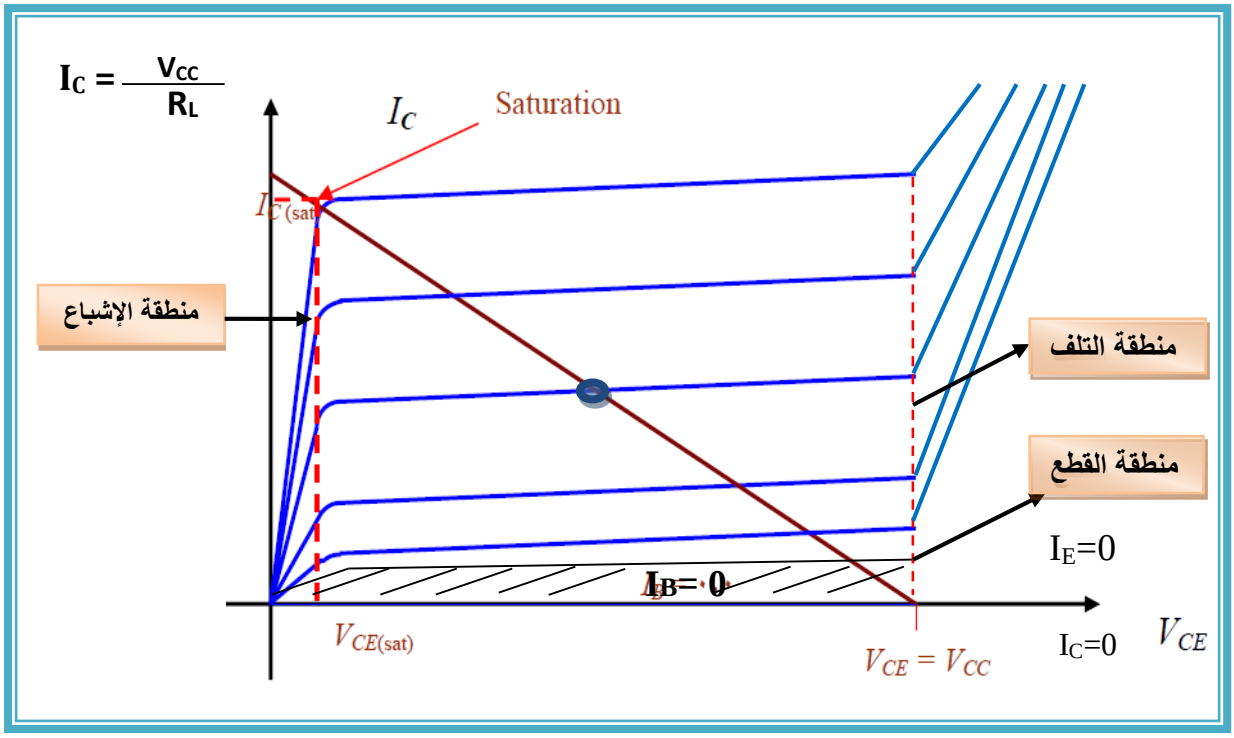
إن فولتية الدخل المتناوبة ينتج عنها تيار القاعدة المتناوب، وبذلك سوف نحصل على تيار الجامع المتناوب ذو القيمة العالية وينتج عن ذلك فولتية متناوبة على طرفي مقاومة الجامع (R_c) حيث تكون هذه الفولتية مكبرة وبزاوية طور مقدارها 180º عكس اتجاه فولتية الدخل(V_{in}) المتناوبة وكما موضحة بالشكل (2-4).



شكل 4-2 يوضح إشارة الدخل (V_{in}) وإشارة الخرج (V_{out})

4-2 خط الحمل للتيار المستمر

من الممكن توضيح علاقة منطقتي القطع والاشباع بمنحنيات الخواص للجامع باستعمال خط الحمل، وكما موضح بالشكل (4-3) حيث يوضح رسم خط الحمل للتيار المستمر مجموعة منحنيات خواص الجامع ، حيث يربط بين نقطة القطع والتي عندها تيار الجامع يكون مساويا للصفر والفولتية بين الجامع والباعث تساوي قيمة فولتية المصدر ($Ic = 0$). ، ($V_{CE} = V_{cc}$) أما نقطة الإشباع فإن تيار الجامع يساوي تيار الاشباع والفولتية بين الجامع والباعث تساوي فولتية الاشباع $Ic = Ic\ (sat)$ ، $V_{CE} = V_{cc}$ ومن خلال هاتين النقطتين يمكن استخدام الترانزستور كمفتاح الكتروني، اما المنطقة الواقعة بين النقطتين (نقطة القطع ونقطة الاشباع)، تسمى بالمنطقة الخطية التي يستعمل فيها الترانزستور كمكبر.



شكل 4-3 خواص مناطق القطع والاشباع وخط الحمل للترانزستور

4-3 الترانزستور كمنظم للفولتية

يمكن باستعمال الترانزستور على التوالي مع الزينر دايود لتنظيم الفولتية كما في الشكل (4-4) إذ يعمل الترانزستور وكأنه مقاومة متغيرة، إن تنظيم الفولتية (جعل فولتية الخرج ثابتة)، والفكرة الأساسية حين تمرر فولتية الدخل الغير منظمة إلى منظم الفولتية تكون فولتية الخرج ثابتة لا تتغير مع تغيرات فولتية الدخل ولا تتغير مع تيار الحمل في المنظمات العملية وتكون فولتية الخرج ثابتة تقريباً_حسب نوع التنظيم.

ويكون على نوعين: الأول منظم التوالي الذي سوف نطبق التجربة العملية لكثرة استعمالاته، والثاني منظم التوازي. شكل (4- 4) يوضح دائرة منظم التوالي.

تمرين (8)

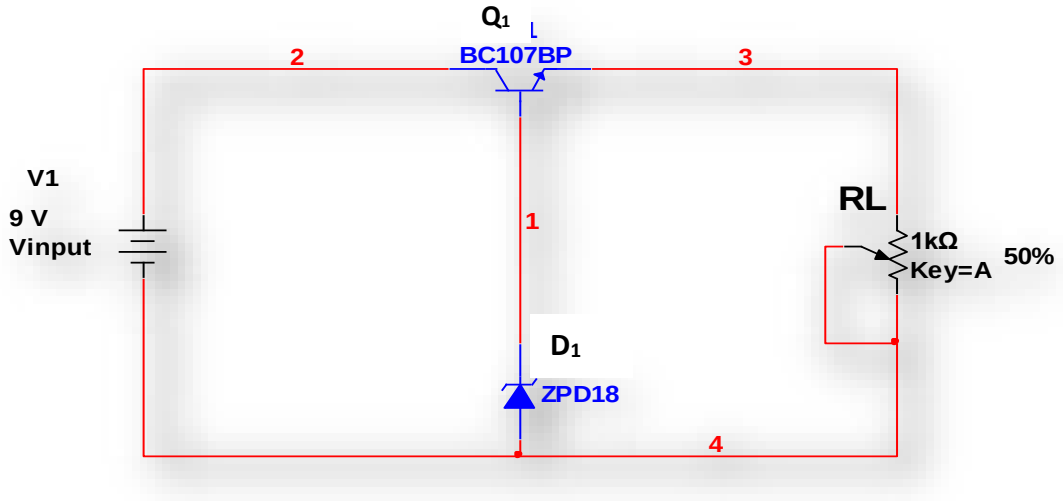
اسم التمرين: الترانزستور كمنظم للفولتية

الهدف من التمرين: قياس تيار وفولتية الحمل لدائرة منظم التوالي.

الأجهزة والأدوات المستعملة:

ت	اسم الجهاز أو العنصر	المواصفات	العدد
1	مجهز فولتية مستمرة	12V أو أكثر	1
2	جهاز افوميتر	المتوفر بالأسواق	1
3	مقاومة حمل متغيرة	1 kΩ	1
4	زينر دايود	ZPD18	1
5	ترانزستور	BC107BP	1

رسم الدائرة:



شكل 4-4 دائرة منظم التوالي

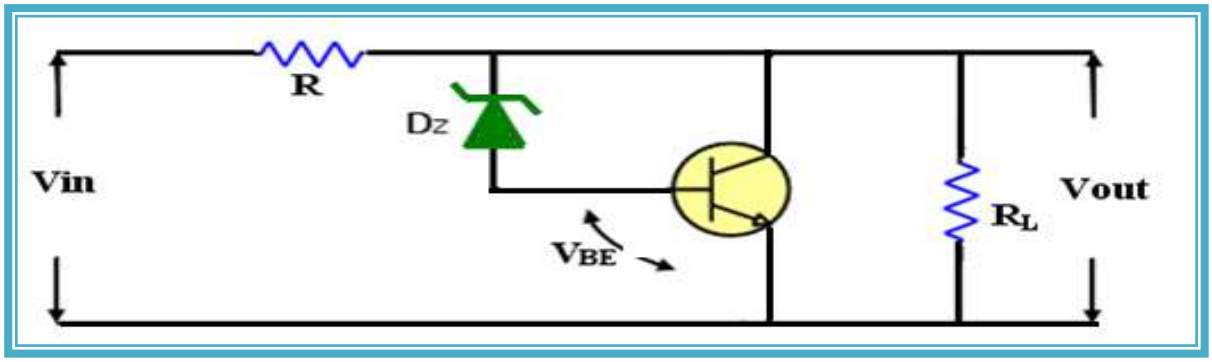
خطوات العمل:

1- اربط الدائرة كما في الشكل (4-4).
2- اربط مجهز الفولتية المستمرة على 9 V.
3- غير قيمة مقاومة الحمل واختر قيمة عالية وقس تيار الحمل وفولتيته والفولتية بين القاعدة-الباعث.
4- اعد الخطوة رقم 3 واختر قيمة متوسطة لمقاومة الحمل.
5- أيضا اعد الخطوة رقم 3 واختر قيمة قليلة لمقاومة الحمل.
6- املأ الجدول (4-1).

جدول 4-1 النتائج المستحصلة

R_L	V_{BE}	V_L	I_L

النوع الثاني: منظم التوازي كما في الشكل (4-5)



شكل 4-5 دائرة منظم التوازي

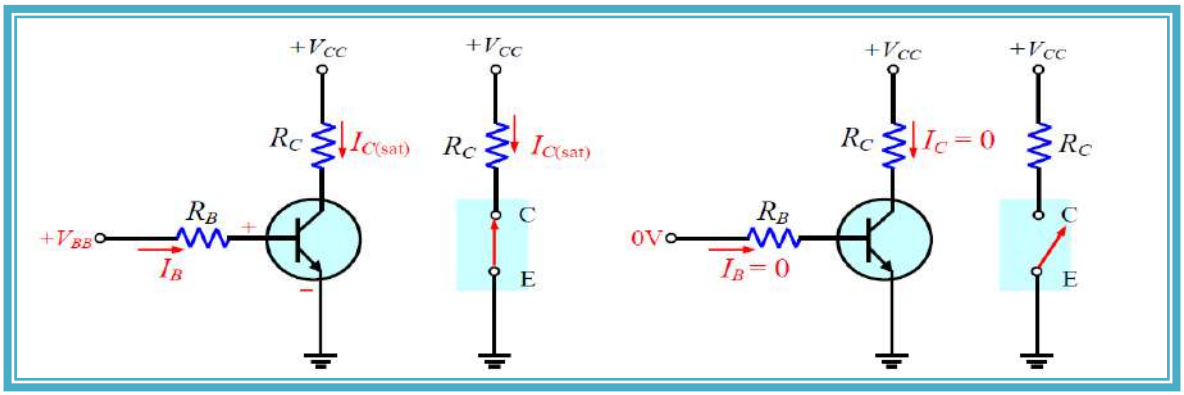
المناقشة والأسئلة:

1- قارن بين فولتيات الدخل والخرج.
2- ارسم باستعمال الأوراق البيانية العلاقة بين فولتية وتيار الحمل وناقش هذه العلاقة.
3- اشرح كيف تتم عملية تنظيم الفولتية.
4- وضح الفكرة الأساسية لتنظيم الفولتية.
5- عدد أنواع المنظمات المستخدمة.
6- ما الذي يجري حين نغير في قيمة المقاومة المتغيرة.
7- ارسم دائرة منظم التوازي.

4-4 استخدام الترانزستور كمفتاح إلكتروني

الجزء النظري: لدراسة الترانزستور كمفتاح إلكتروني يجب تحليل الترانزستور كدائرة تحويل للقطع (OFF) والتوصيل (ON)، ووصف الشروط التي تؤدي إلى حالة القطع (OFF) ووصف الشروط التي تؤدي الى حالة التوصيل (ON).

والفكرة الأساسية لعمل الترانزستور كمفتاح هي يكون في حالة القطع (OFF) لان وصلة (القاعدة – الباعث) في حالة انحياز عكسي أي كمفتاح في حالة فتح (OFF)، وفي حالة عمل الترانزستور في منطقة التوصيل (ON) فان وصلة (القاعدة – الباعث) ووصلة (القاعدة – الجامع) في حالة انحياز أمامي، وتيار القاعدة (I_B) يكون عالياً بما يكفي لوصول تيار الجامع (I_C) إلى الإشباع وتمثل هذه الحالة بمفتاح مغلق (ON). يستعمل الترانزستور كمفتاح حيث يمكن تشغيل وإطفاء حمل صغير كالدايود الضوئي لكن إذا كان الحمل كبير كمحرك كهربائي كبير ويمر فيه تيار عالي ويعمل على فولتية عالية فلا يمكن للترانزستور من أن يتحمله. والشكل (4-6) يوضح الفكرة الأساسية لعمل الترانزستور كمفتاح إلكتروني.



أ- القطع- مفتاح مفتوح ب - التوصيل- مفتاح مغلق

شكل 4-6 يوضح الفكرة الأساسية لعمل الترانزستور كمفتاح إلكتروني

ملاحظة هامة: تيار القاعدة هو التيار الذي يتحكم في تيار الجامع. أي إنه عندما نحتاج لمرور تيار معين في الجامع فانه يجب أن نضبطه من خلال تحديد تيار القاعدة فتيار القاعدة هو الذي يتحكم بعمل الترانزستور في عمله كمفتاح.

تمرين(9)

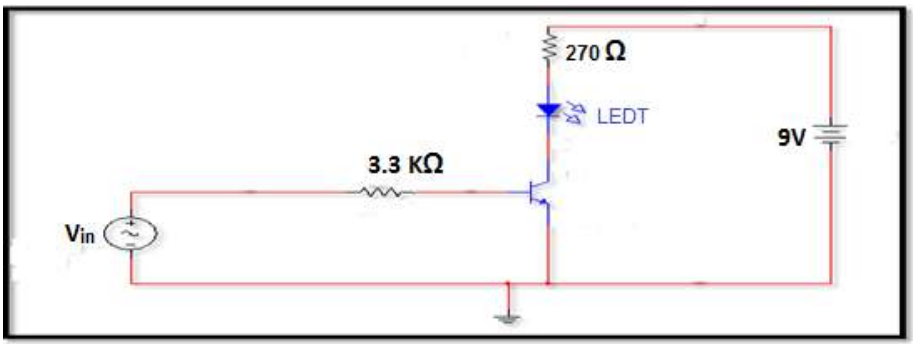
اسم التمرين: الترانزستور كمفتاح إلكتروني

الهدف من التمرين: تشغيل الترانزستور كمفتاح إلكتروني

الأجهزة والأدوات المستعملة:

ت	اسم الجهاز أو العنصر	المواصفات	العدد
-1	مجهز فولتية مستمرة (V_{cc})	12V أو أكثر	1
-2	مولد نبضات	Pulse Generator	1
-3	جهاز اوفوميتر Avo	المتوفر بالأسواق	1
-4	مقاومة (R_c)	270Ω	1
-5	مقاومة (R_B)	3.3kΩ	1
-6	ترانزستور نوع (NPN)	2N2222A	1
-7	دايود ضوئي	LED	1

رسم الدائرة:



شكل 4-7 دائرة المفتاح الإلكتروني باستخدام الترانزستور

خطوات العمل:

1-اربط الدائرة كما في الشكل (4-7).

2-اربط مجهز الفولتية المستمرة على 9 V (V_{CC}).

3-اربط مولد النبضات بعد وضعة على الموجة المربعة ووصلة مع المقاومة R_B والأرضي.

4- عندما تكون فولتية الدخل V_{in}=0V فإن الدايود الضوئي LED لا يضئ.

5 - ارفع قيمة فولتية الدخل إلى V_{in} = 5V تلاحظ إن الدايود الضوئي سوف يضئ.

المناقشة والأسئلة:

ناقش ما يلي بصورة واضحة:

1- عدم إضاءة الديود الضوئي عند فولتية الدخل = 0 فولت؟
2- إضاءة الدايود الضوئي عند رفع فولتية الدخل إلى 5 فولت؟
3- وضح متى يكون الترانزستور في حالة توصيل ومتى يكون في حالة قطع؟
4- ما المقصود بحالة التشبع (التوصيل)؟

5-4 طرق ربط مكبر الترانزستور

مكبر الباعث المشترك

الجزء النظري: في دوائر تكبير الإشارة الصغيرة تكون سعة الإشارة المراد تكبيرها صغيرة بالمقارنة مع فولتيات و تيارات الانحياز (فولتيات تغذية الترانزستور المستمرة) ويمكن تعريف الإشارة الصغيرة بانها الإشارة التي تقل سعتها عن (10mV). وهنا سوف نتطرق إلى طرق تكبير الإشارة الصغيرة والنوع الاول الذي سوف نقوم باجراء تجربتة العملية هو مكبر الباعث المشترك و يمتاز هذا المكبر بان الباعث مشترك بين الإشارة الداخلة والإشارة الخارجة، كما في الشكل (4-8). إن المقاومة (R_1) تحدد تيار الانحياز الامامي بين القاعدة (B) والباعث (E) والمقاومة (R_c) فانها تحدد تيار الجامع (I_c) ويكون الانحياز امامي بين القاعدة والباعث وعكسي بين القاعدة والجامع، ان المتسعة (C_1) تقوم بمنع مرور التيار المستمر وتسمح بمرور التيار المتناوب. في كثير من التطبيقات العملية وخاصة في دوائر الاتصالات، فإن الإشارة التي نستلمها تكون صغيرة جدا. ولابد من تكبيرها اولا ثم التعامل معها، ولذلك ندخلها إلى دوائر تكبير لغرض تكبيرها. ومن الدوائر المعروفة في هذا المجال مكبر الباعث المشترك، وسمي بمكبر الباعث المشترك، لأن الباعث مشترك بين منطقة الدخل ومنطقة الخرج ومتصل بالارضي، وهو الطرف المشترك للدائرة.

إن خصائص دائرة مكبر الباعث المشترك هي:

1. مقاومة الدخل كبيرة.
2. مقاومة الخرج صغيرة.
3. كسب الفولتية كبير، وهو نسبة الفولتية الخارجة (V_{out}) إلى فولتية الدخل (V_{in}).
4. كسب التيار كبير، ويساوي قيمة (β_{dc}).
5. زاوية فرق الطور بين إشارة الخرج وإشارة الدخل زاوية مقدارها (180°)، أي متعاكسان.

تمرين (10)

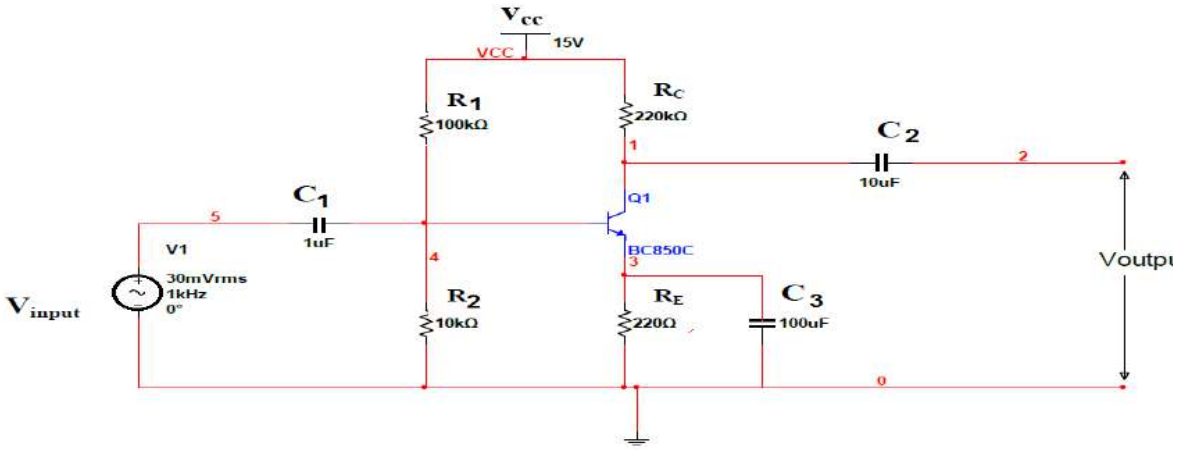
اسم التمرين: مكبر الباعث المشترك

الهدف من التمرين: دراسة خصائص دائرة مكبر الباعث المشترك.

الأجهزة والأدوات المستخدمة:

ت	اسم الجهاز او العنصر	المواصفات	العدد
1	مصدر للفولتية المستمرة(V_{cc})	اكبر من 15V	1
2	مصدر للفولتية المتناوبة(A_C)	Pulses Genarator	1
3	جهاز اوفوميترِ AVO	المتوفر بالاسواق	1
4	راسم الإشارة	2- Channel	1
5	مقاومة(R_1)	100kΩ	1
6	مقاومة(R_2)	100kΩ	1
7	مقاومة(R_c)	220kΩ	1
8	مقاومة(R_E)	220Ω او 150Ω	1
9	متسعة(C_1)	1µF	1
10	متسعة(C_2)	10µF او 47µF	1
11	متسعة(C_3)	100µF او 47µF	1
12	ترانزستور (NPN)	BC850C	1

رسم الدائرة:



شكل 4 - 8 الدائرة الكهربائية لمكبر الباعث المشترك

خطوات العمل:

الحالة الاولى:

1- اربط الدائرة في الشكل (4- 8)، على ان يكون الفولتية المستمرة 15V.
2- باستعمال الاوفوميتر قس فولتيات الانحياز V_B،V_E،V_{BE}،V_c،V_{CE}.
3- ثبت النتائج في الجدول (4-2):

جدول 4-2 النتائج المستحصلة

V_B Volt	V_E Volt	V_{BE} Volt	V_C Volt	V_{CE} Volt

الحالة الثانية:

1- أعد ربط الدائرة في الشكل (4- 8)، وايضا الفولتية المستمرة 15V.
2- اربط مصدر للفولتية المتناوبة (موجة جيبية)، وبواسطة راسم الإشارة اضبط الإشارة على 30mV من قمة إلى قمة والتردد 1kHz.
3- صل الموجة على اطراف الدخل من خلال المتسعة C_1.
4- قس فولتية الخرج قمة-قمة V_{out}.

المناقشة والاسئلة:

1- حدد منطقة تشغيل الترانزستور؟
2- أحسب ربح (Gain) الفولتية:-

$$A_V = \frac{Vout}{Vin}$$

3- ارسم إشارة الدخل والخرج على ورق بياني؟
4- عدد خصائص هذا النوع من المكبرات؟
5- حدد عمل كل مقاومة بالدائرة؟

6-4 مكبر القاعدة المشتركة

في هذة الدائرة تكون القاعدة مشتركة بين إشارة الدخل وإشارة الخرج، ان المتسعة (C_3) لاتسمح بمرورالتيار المستمر مع إشارة الدخل المتناوبة والفولتية (V_{cc}) تجعل الجامع ينحاز عكسيا بالنسبة إلى القاعدة، والمتسعة (C_2) تمنع مرور التيار المستمر مع إشارة الخرج المتناوبة يمتاز مكبر القاعدة المشتركة بوجود نسبة تكبير عالية للفولتية كما في مكبر الباعث المشترك، لكن نسبة تكبير التيار مساوية للواحد تقريبا A_i =1 وذلك لأن مقاومة الدخل صغيرة جدا، ويمكن استعمال هذا المكبر عندما تكون مقاومة خرج مصدر الإشارة المراد تكبيرها صغيرة جدا.

من خصائص مكبر القاعدة المشتركة:

1. مقاومة الدخل صغيرة.
2. مقاومة الخرج كبيرة.
3. ربح الفولتية كبير.
4. ربح التيار أقل من واحد ويساوي (α) الفا .
5. زاوية فرق الطور بين إشارة الدخل وإشارة الخرج تساوي صفر، أي لا يحدث تغيير.

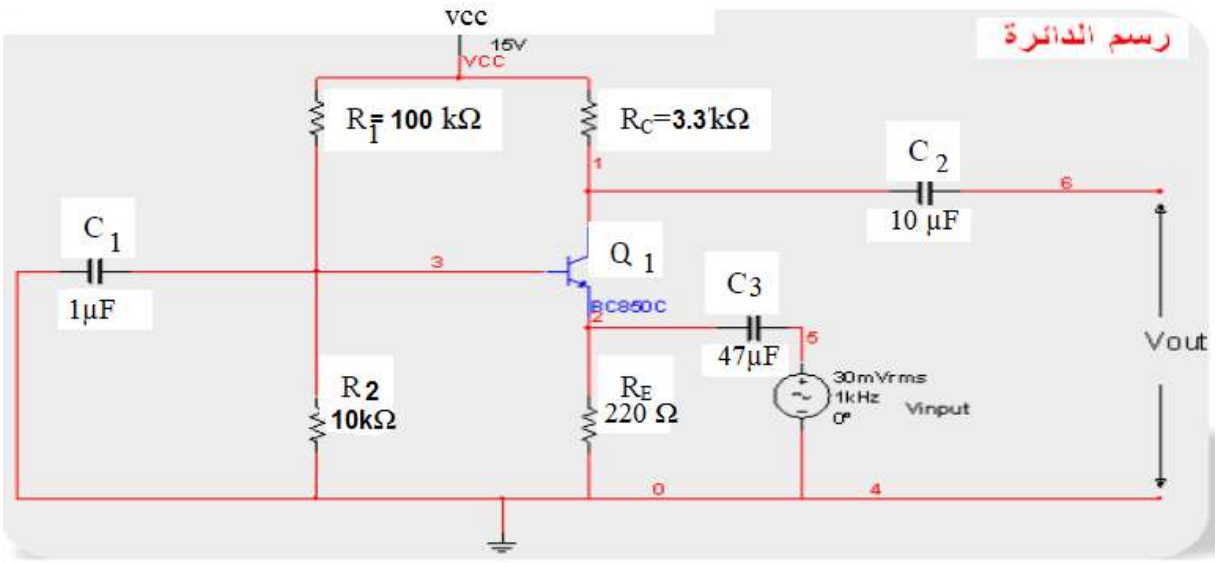
تمرين (11)

اسم التمرين: مكبر القاعدة المشتركة.

الهدف من التمرين: دراسة خصائص مكبر القاعدة المشتركة.

الاجهزة والادوات المستعملة:

ت	اسم الجهاز او العنصر	المواصفات	العدد
-1	مصدر للفولتية المستمرة(V_{cc})	اكبر من 15V	1
-2	مصدر للفولتية المتناوبة(AC)	Pulses Genarator	1
-3	جهاز اوفوميتر	المتوفر بالاسواق	1
-4	راسم الإشارة	2- Channel	1
-5	مقاومة(R_1)	100kΩ	1
-6	مقاومة(R_2)	10kΩ	1
-7	مقاومة(R_c)	3.3kΩ	1
-8	مقاومة(R_E)	150Ω او 220Ω	1
-9	متسعة(C_1)	1µF	1
-10	متسعة(C_2)	10µF او 47µF	1
-11	متسعة(C_3)	47µF او 100µF	1
-12	ترانزستور (NPN)	BC850C	1



شكل 4-9 الدائرة الكهربائية لمكبر القاعدة المشتركة

خطوات العمل:

الحالة الاولى:

1- إربط الدائرة في الشكل (4-9)، على ان يكون الفولتية المستمرة 15V.
2- باستعمال الاوفوميتر قس فولتيات الانحياز V_B،V_E،V_{BE}،Vc، V_{CE}.
3- ثبت النتائج في الجدول (4-3).

جدول 4-3 النتائج المستحصلة

V_B Volt	V_E volt	V_{BE} volt	V_C volt	V_{CE} Volt

الحالة الثانية:

5- اعد ربط الدائرة في الشكل (4-10)، وايضا الفولتية المستمرة 15V.
6- اربط مصدر للفولتية المتناوبة (موجة جيبية)، وبواسطة راسم الإشارة اضبط الإشارة على 30mV من قمة إلى قمة والتردد 1kHz.
7- أوصل الموجة على اطراف الدخل من خلال المتسعة C_1.

4- أستخدم راسم الإشارة قس فولتية الخرج قمة- قمة V_{out}.

المناقشة:

1- حدد منطقة تشغيل الترانزستور؟
2- احسب ربح (Gain) الفولتية؟

$$A_V = \frac{Vout}{Vin}$$

3- ارسم إشارة الدخل والخرج على ورق بياني. وقارن بينهما؟ن
4- لماذا يسمى مكبر القاعدة المشتركة بهذا الأسم . وضح ذلك؟
5- اذكر خصائص مكبر القاعدة المشتركة؟

7-4 مكبر الجامع المشترك

الجزء النظري: يكون الجامع هو المشترك بين إشارة الدخل وإشارة الخرج لدائرة مكبر الجامع المشترك، ويسمى عادة باسم تابع الباعث (Emitter – Follower)، وذلك لان نسبة تكبير الفولتية تساوي الواحد تقريبا(A_v =1)، وهذا يعني فولتية الدخل تساوي فولتية الخرج ويستعمل هذا المكبر بتكبير التيار، حيث إن الجامع مشترك بين إشارة الدخل وإشارة الخرج، إن إشارة الدخل عبر المتسعة (C_1) على القاعدة (B)، وإشارة الخرج عن طريق الباعث (E).

يمتاز مكبر الجامع المشترك بالخصائص التالية:

1. مقاومة الدخل كبير جداً.
2. مقاومة الخرج صغيرة.
3. كسب (ربح) الفولتية يساوي تقريباً واحد.

تمرين (12)

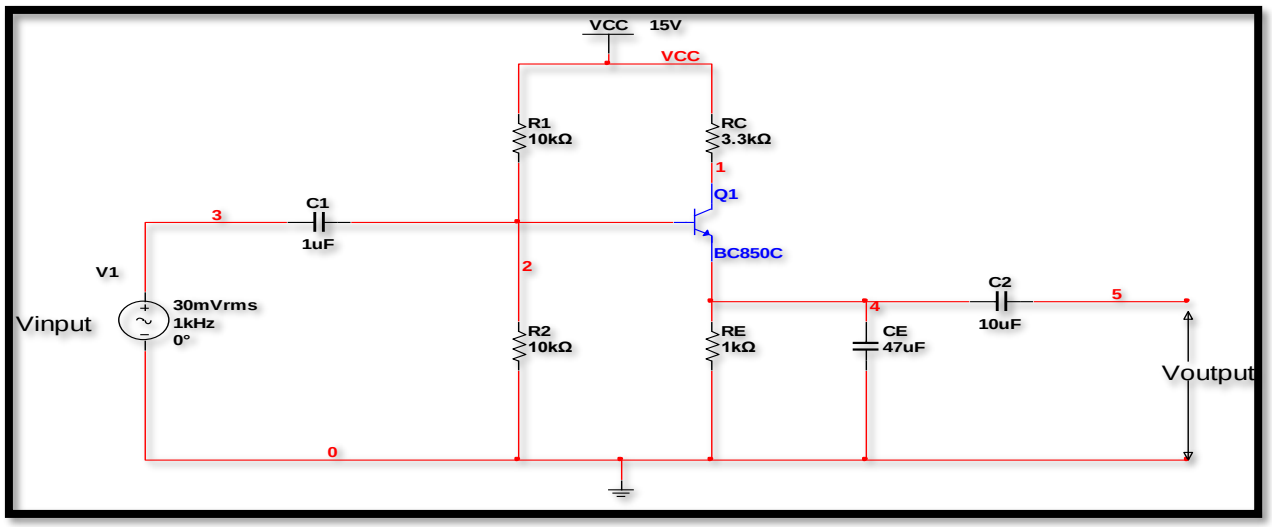
اسم التمرين: مكبر الجامع المشترك.

الهدف من التمرين: دراسة خصائص مكبر الجامع المشترك.

الاجهزة والادوات المستعملة:

ت	اسم الجهاز أو العنصر	المواصفات	العدد
1	مصدر للفولتية المستمرة (V_{cc})	اكبر من 15 فولت	1
2	مصدر للفولتية المتناوبة (AC)	Pulses Genarator	1
3	جهاز اوفوميتر	المتوفر بالاسواق	1
4	راسم الإشارة	2- Channel	1
5	مقاومة (R_1)	10KΩ	1
6	مقاومة (R_2)	10KΩ	1
7	مقاومة (R_c)	3.3KΩ	1
8	مقاومة (R_E)	1KΩ	1
9	متسعة (C_1)	1µF	1
10	متسعة (C_2)	10µF او 47µF	1
11	متسعة (C_E)	100µF او 47µF	1
12	ترانزستور(NPN)	TR. = Bc850c	1

رسم الدائرة:



شكل 4-10 الدائرة الكهربائية لمكبر الجامع المشترك

خطوات العمل:

الحالة الاولى:

1- اربط الدائرة في الشكل (4-10) ،على ان تكون الفولتية المستمرة 15V.
2- باستعمال الاوفوميتر قسى فولتيات الانحياز V_B،V_E،V_{BE}،V_c،V_{CE}.
3- ثبت النتائج في الجدول (4-4):

جدول 4-4 النتائج المستحصلة

V_B Volt	V_E Volt	V_{BE} Volt	V_C Volt	V_{CE} Volt

الحالة الثانية:

1-اعد ربط الدائرة في الشكل (4-10)، وايضا الفولتية المستمرة 15 V.
2-اربط مصدر للفولتية المتناوبة (موجة جيبية)، وبواسطة راسم الإشارة اضبط الإشارة على 30 mV من قمة إلى قمة والتردد 1kHz.
3-اوصل الموجة على اطراف الدخل من خلال المتسعة C_1.
4- باستعمال راسم الإشارة قس فولتية الخرج قمة- قمة (V_{out}).

المناقشة والاسئلة:

1- حدد منطقة تشغيل الترانزستور.
2- احسب ربح (Gain) الفولتية.

$$A_V = \frac{Vout}{Vin}$$

3- إرسم إشارة الدخل والخرج على ورق بياني. وقارن بينهما.
4- إذكر خصائص تابع الباعث المشترك.
5- حدد إشارة الدخل وإشارة الخرج.

الفصل الخامس

ترانزستور تأثير المجال (Field effect transistor - FET)

الأهداف:

يتمكن الطالب في هذا الفصل من :

1 – معرفة كيفية تركيب ترانزستور تأثير المجال واستعمالاته ومميزاته.

2 - معرفة أنواع ترانزستورات تأثير المجال.

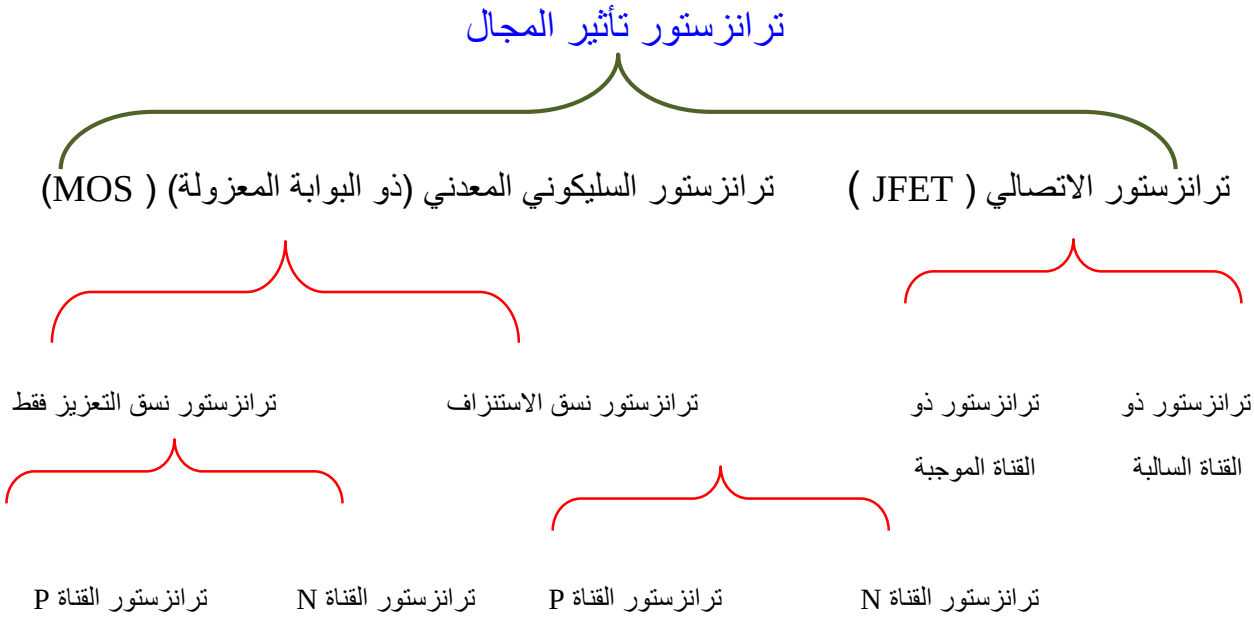
3 – معرفة خواص ترانزستور تأثير المجال الإتصالي.

4 – ربط دائرة ترانزستور تأثير المجال الإتصالي.

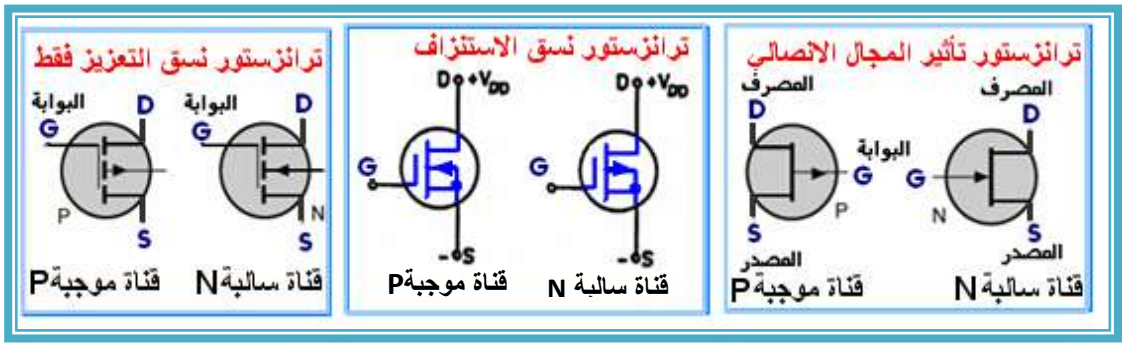
1-5 ترانزستور تأثير المجال (FET)

ترانزستور تأثير المجال هو أحد أنواع الترانزستورات الذي يعمل على تيار من نوع واحد إما فجوات أو إلكترونات لهذا تسمى بترانزستورات أحادية القطب بينما تعمل ترانزستورات ثنائية القطب (الاعتيادية) على تيار الفجوات وتيار الإلكترونات، لذلك تسمى بترانزستورات ثنائية القطب. يتميز ترانزستور (FET) بصغر حجمه وبمقاومته الداخلية عالية جدا ومن مساوئه إن ربحه يكون أقل من الترانزستور الاعتيادي وسريع التعرض للتلف بالكهربائية الإستاتيكية عند لمسه. يفضل استعماله كمفتاح أو كمكبر للإشارات الصغيرة.

يوجد نوعان رئيسان من ترانزستور تأثير المجال، وينقسم كل منهما إلى:-



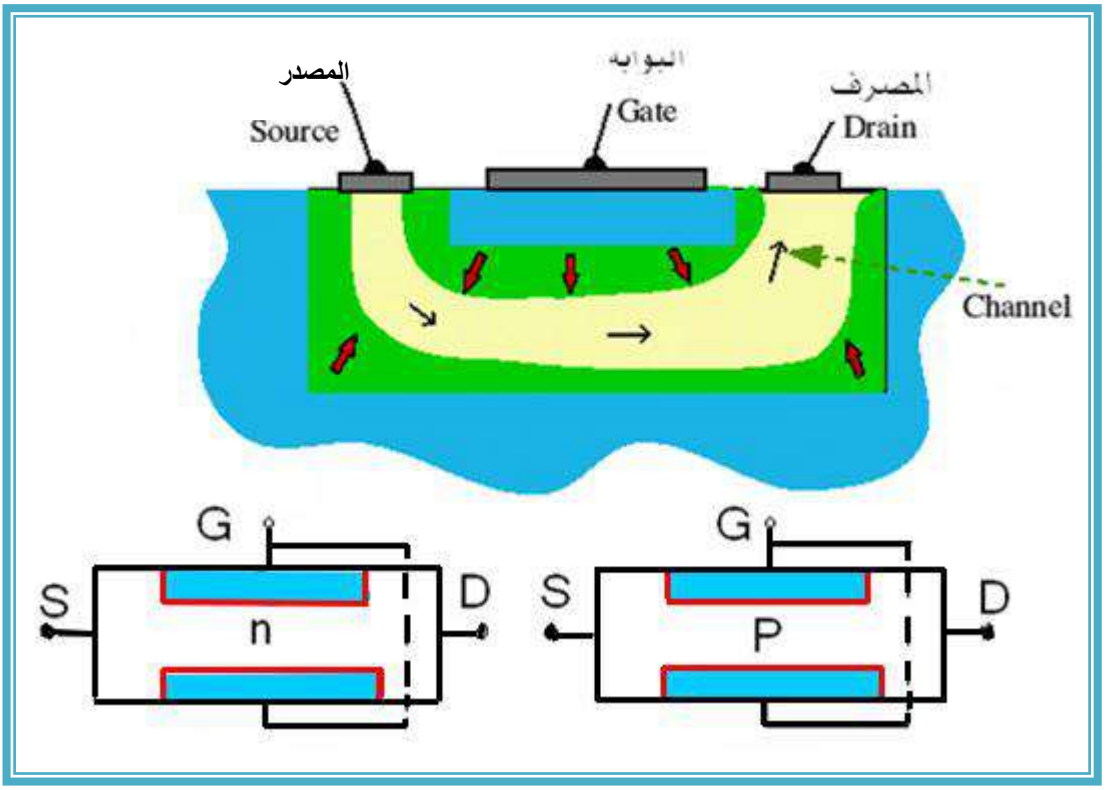
شكل (5 – 1) يوضح رموز هذه الترانزستورات.



شكل 5 – 1 رمز ترانزستور تأثير المجال الاتصالي

2-5 ترانزستور تأثير المجال الاتصالي (JFET)

شكل (5 -2) يوضح تركيب ترانزستور تأثير المجال الإتصالي ذو القناة السالبة N وذو القناة الموجبة حيث تكون كل منهما من قناة على شكل قضيب يتصل به طرف المصدر (S) وطرف المصرف (D) وتكون البوابة (G) على شكل حلقة تحيط بالقناة.



شكل 5 – 2 تركيب ترانزستور تأثير المجال الإتصالي

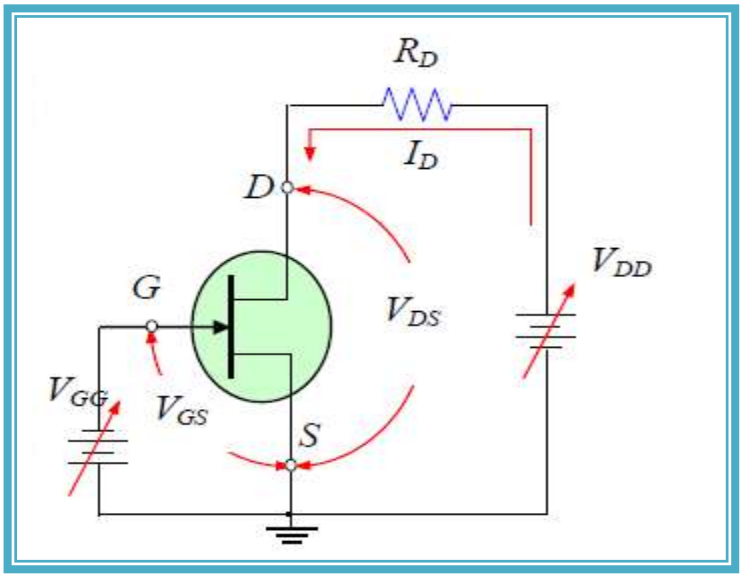
3-5 خواص ترانزستور تأثير المجال الإتصالي

شكل (5 – 3) يوضح دائرة ترانزستور ذو القناة – N وفيه:

V_{DS}: الفولتية بين المصرف والمصدر.

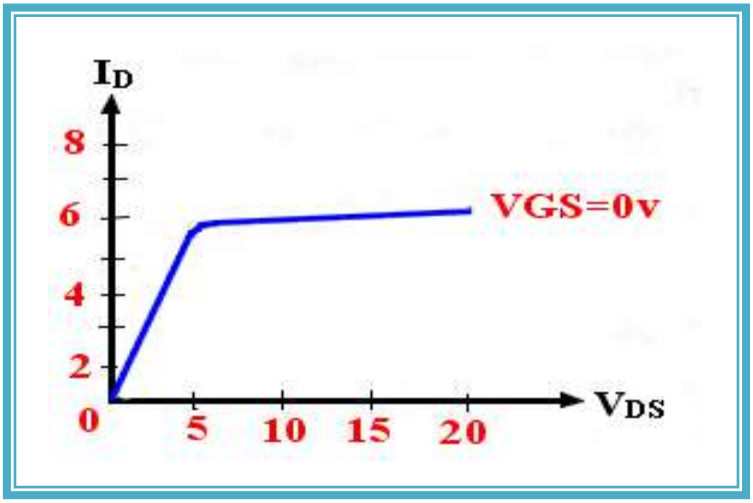
V_{GS}: الفولتية العكسية بين البوابة والمصدر.

I_D: تيار المصرف.



شكل 5 -3 دائرة ترانزستور ذو القناة – N

عندما تكون قيمة الفولتية $V_{GS}=0$، وتطبق فولتية بين المصرف والمصدر يمر تيار (I_D) بين المصرف والمصدر وكلما زادت الفولتية (V_{DS}) تبعا لزيادة فولتية البطارية(V_{DD}) فإن التيار(I_D) يزداد إلى قيمة معينة وتصبح قيمته ثابتة. عند تطبيق فولتية عكسية (V_{GS}) يؤدي إلى ضيق المنطقة التي يمر فيها التيار بين المصرف والمصدر ويسبب نقص في التيار وإذا زادت الفولتية العكسية المطبقة بين البوابة والمصدر إلى قيمة معينة فأن التيار(I_D) يصل إلى الصفر. لذلك يعتمد عمل هذا الترانزستورعلى تغير عرض القناة التي تمر فيها الشحنات، أي يمكن السيطرة على التيار المار بين المصدر والمصرف بواسطة فولتية الانحياز العكسية للبوابة. شكل (5 – 4) يوضح خواص ترانزستور تأثير المجال الاتصالي.



شكل 5 – 4 خواص ترانزستور تأثير المجال الإتصالي

تمرين (13)

اسم التمرين: خواص ترانزستور تأثير المجال الإتصالي (JFET)

الهدف من التمرين: دراسة خواص ترانزستور (JFET) ورسم منحني خواصه.

الأجهزة والمواد المستعملة:

1 – مجهز قدرة (جهد DC)عدد (2).

2 – مقاومة (1 kΩ)

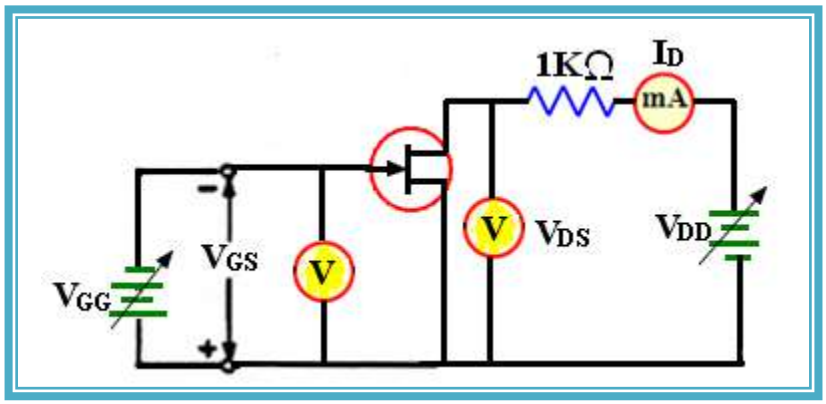
3 – جهاز أفوميتر (AVO)عدد (3).

4 - ترانزستور(JFET) نوع F245ABH9h.

5 - لوحة تجارب.

6 - أسلاك توصيل.

رسم الدائرة الإلكترونية:



شكل 5 – 5 الدائرة الإلكترونية

خطوات العمل:

1 – اربط الدائرة كما في الشكل (5 – 5) بدون تجهيز الفولتية.

2 – ثبت الفولتية (V_{GS}=0) عن طريق تغير الفولتية V_{GG}.

3 – طبق الفولتيات V_{DS} تدريجيا كما في جدول (5 – 1) في كل قيمة لفولتية V_{DS}

قس قيمة التيار (I_D) وسجلها في الجدول (5 -1).

جدول 5 – 1 النتائج المستحصلة

V_{GS}=0V							
V_{DS}(V)	1	2	3	4	5	6	7
I_D(mA)							

4- غير قيمة فولتية البوابة بحيث يقرأ الافوميتر فولتية (VGS= - 0.25V) وكرر الخطوة (3) كما في الجدول (5 -2).

جدول 5 – 2 النتائج المستحصلة

V_{GS}=0.25V							
V_{DS}(V)	1	2	3	4	5	6	7
I_D(mA)							

5-غير قيمة فولتية البوابة بحيث يقرأ الافوميتر فولتية (VGS= - 0.5V) وكرر الخطوة (3) كما في الجدول (5 – 3)

جدول 5 – 3 النتائج المستحصلة

V_{GS}=0.5V							
V_{DS}(V)	1	2	3	4	5	6	7
I_D(mA)							

6- غير قيمة فولتية البوابة بحيث يقرأ الافوميتر فولتية (VGS= - 0.75V) وكرر الخطوة (3) كما في الجدول (5 – 4).

جدول 5 –4 النتائج المستحصلة

V_{GS}=0.75V							
V_{DS}(V)	1	2	3	4	5	6	7
I_D(mA)							

7- ارسم العلاقة البيانية بين تيار (I_D) والفولتية V_{DS} لكل قيمة من V_{GS} كما موضح في جداول القياسات أعلاه. حيث يمثل هذا الرسم منحني خواص ترانزستور (JFET).

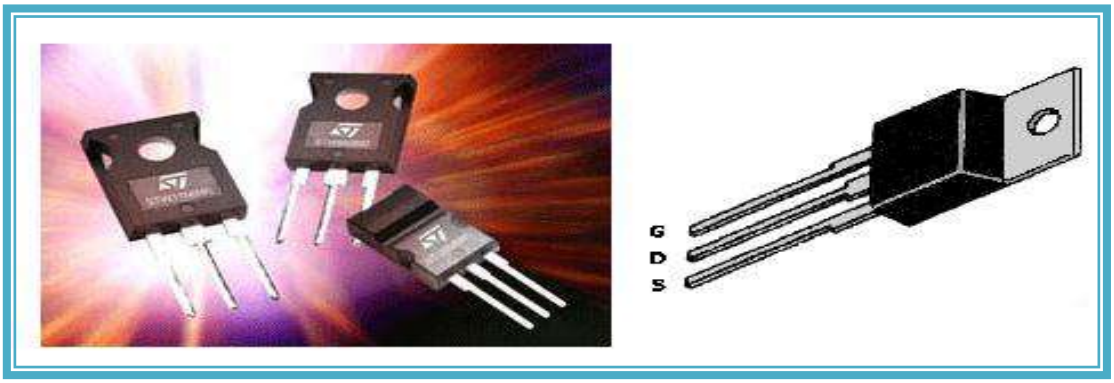
المناقشة والأسئلة:

1 – لماذا تتغير قيم تيار (I_D) والفولتية V_{DS} لكل قيمة من V_{GS}؟

2 – لماذا يسمى ترانزستور (FET) بآحادي القطبية؟

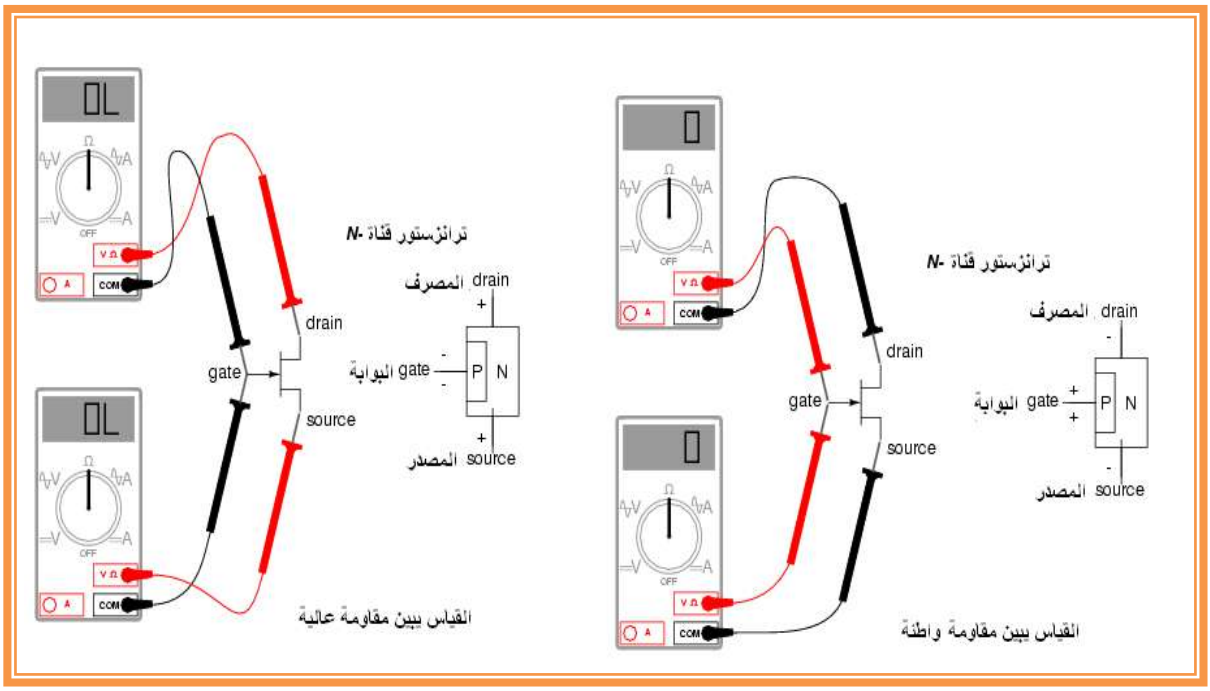
3 – عدد أنواع ترانزستورات تأثير المجال وأهم استخداماتها؟

4 – ما الفرق بين ترانزستور (FET) والترانزستور الاعتيادي؟



شكل 5 – 6 نماذج من ترانزستور تأثير المجال

شكل (5 – 6) يوضح نماذج من ترانزستور تأثير المجال ولمعرفة صلاحية عمل ترانزستور تأثير المجال يتم فحص الترانزستور بواسطة جهاز الافوميتر حيث يتم فحص الوصلة PN: ويكون قياس المقاومة بين البوابة والمصدر أو بين البوابة والمصرف، شكل(5-7) يوضح فحص ترانزستور ذي القناة – N. حيث إن كلا جهازي الفحص يبين مقاومة عالية. عند تغير قطبية جهازي الفحص وتكرار عملية الفحص فان كلا جهازي الفحص يبين مقاومة واطئة خلال وصلة قناة البوابة كما في شكل (5 – 7) للحفاظ على الترانزستور من التلف وعند معرفة أطراف الترانزستور مسبقا حيث يتطلب إزالة الشحنة الإستاتيكية إن وجدت حيث يتم ذلك بربط سلك (دائرة قصر – jumper) بين البوابة والمصدر.



شكل 5 – 7 فحص ترانزستور تأثير المجال

الفصل السادس

مكبرات القدرة Power Amplifiers

الأهداف:

تمكين الطالب على معرفه:

1- الفرق بين مكبرات الإشارة الصغيرة ومكبرات القدرة.
2- أنواع مكبرات القدرة.
3- الغرض من ربط مكبرين أو أكثر والفائدة من ذلك.
4- حساب قدرة الخرج.
5- العلاقة بين إشارة الدخل وإشارة الخرج.

الفصل السادس

مكبرات القدرة Power Amplifiers

6-1 مكبر الدفع والسحب (Push – Pull Amplifier)

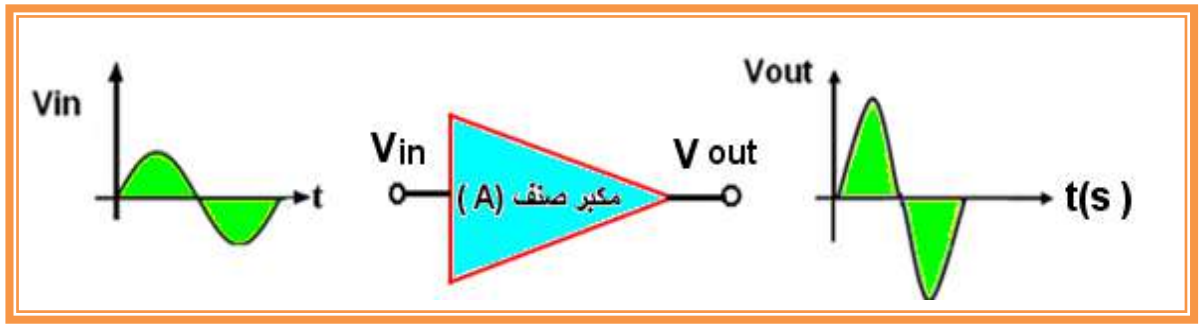
لإرسال إشارة لاسلكية عن طريق الهوائي ولمسافة طويلة، فاننا نحتاج إلى تكبير قدرة هذه الإشارة، حتى تستطيع قطع هذه المسافة ،فكلما زادت القدرة، زادت المسافة التي تقطعها الإشارة ومثال على ذلك المحطات الأرضية التي تتصل بالاقمار الصناعية. لذلك نحتاج إلى مكبرات قدرة مناسبة كمرحلة نهائية قبل الهوائي في دوائر الارسال. وسوف نجري تجربة عملية على احد هذه الانواع من مكبرات القدرة، ويمتاز هذا المكبر بان كفاءته اعلى من مكبر القدرة الصنف (B)، في هذا النوع من المكبرات يكبر النصف الثاني من إشارة الدخل وهذا يعني اضافة ترانزستور ثاني (مكبر)، ويسمى ايضا مكبراً من الصنف (A-B). يقوم الترانزستور (T_1) بالعمل (التوصيل) خلال النصف الموجب، والترانزستور (T_2) بالعمل (التوصيل) خلال النصف السالب من إشارة الدخل، ويستعمل الثنائيان D1،D2 والمقاومتان (R_1،R_2)

لانحياز الترانزستور. وتكون قيم المقاومتان متساوية، وكما موضح بالشكل (6- 4) الدائرة الكهربائية لمكبر الدفع والسحب (Push – Pull Amplifier).

هنالك عدة أنواع من مكبرات القدرة وكل منها لها مميزاتها وسوف نعرج عليها بشكل بسيط ومن هذه الأنواع:

1 - مكبرات القدرة الصنف (A)- (Class A Power Amplifier):

حيث يعمل هذا المكبر في الحالة الخطية وخلال جميع الفترات من موجة الدخل، ولهذا سمي مكبر القدرة الصنف (A)، وهو عبارة عن مكبر الباعث المشترك الذي سبق ودرسناه والشكل (6- 1) يوضح إشارة الدخل وإشارة الخرج.

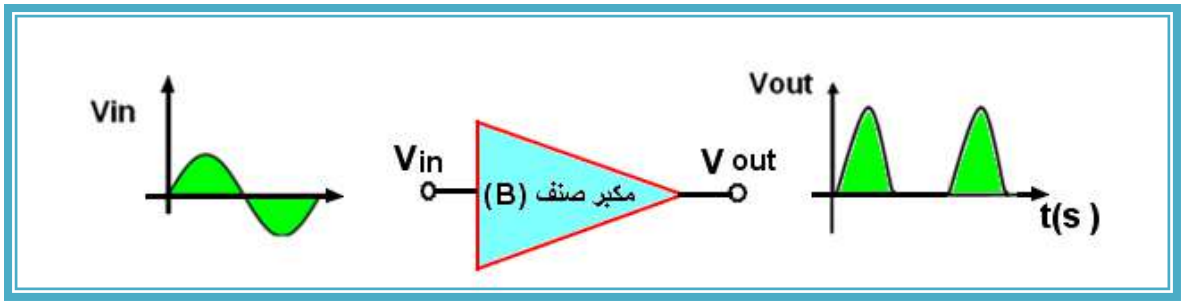


شكل 6- 1 يوضح إشارة الدخل وإشارة الخرج لمكبر القدرة الصنف (A)

2 - مكبرات القدرة الصنف (B)- (Class B Power Amplifier):

هذا النوع يكبر فقط النصف الاول من إشارة الدخل لذلك سمي مكبر القدرة الصنف (B)، والشكل (6 - 2) يوضح شكل إشارة الدخل وإشارة الخرج لمكبر القدرة الصنف (B)، واذا رغبنا في تكبير الجزء الثاني من إشارة الدخل فيجب أن نضيف ترانزستور ثاني ولكن من النوع نفسه، ويسمى هذا النوع من مكبرات القدرة بمكبر (الدفع – السحب) (Push – Pull power Amplifier) والذي سوف نجري تجربتنا العملية عليه والذي تم آنفا شرح مبدا العمل له أو مكبر القدرة الصنف (A-B)

Class (A – B) power Amplifier



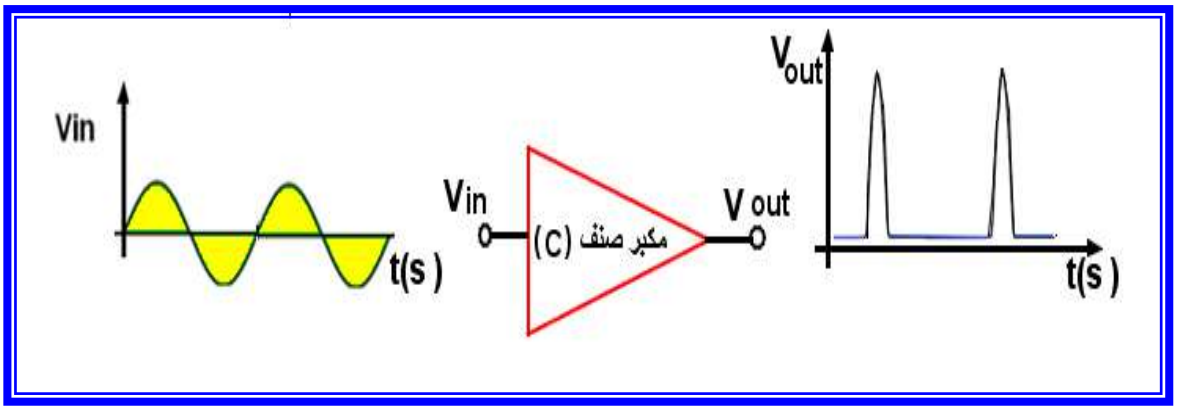
شكل 6- 2 يوضح شكل إشارة الدخل وإشارة الخرج لمكبر القدرة الصنف (B)

3 - مكبرات القدرة الصنف (C) (Class C power Amplifier):

هذا النوع من المكبرات يقوم بتكبير جزء من النصف الموجب لإشارة الدخل ، وذلك عندما تتجاوز فولتية الدخل حاصل جمع V_{BB} و V_{BE} اي عندما يكون:

$$V_{in} > V_{BB} + V_{BE}$$

والشكل (6- 3) يوضح شكل إشارة الدخل والخرج لمكبر القدرة الصنف (C).



شكل 6- 3 يوضح شكل إشارة الدخل وإشارة الخرج لمكبر القدرة الصنف (C)

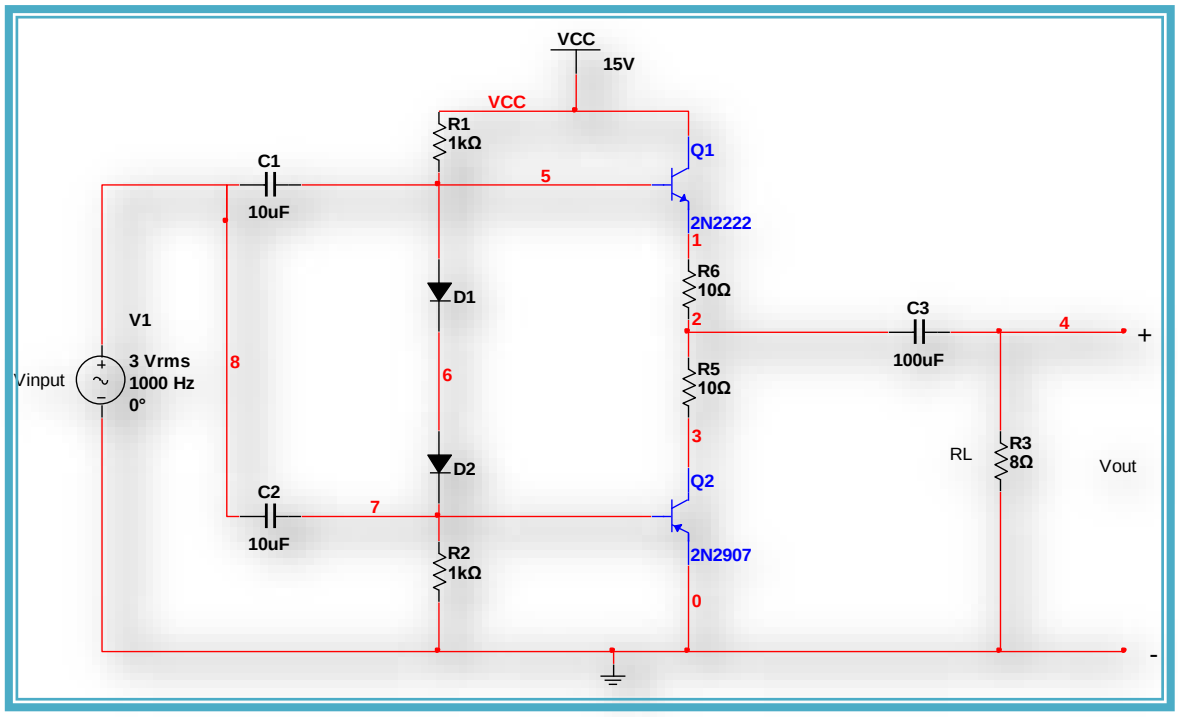
تمرين (14)

اسم التمرين: مكبرالقدرة الصنف (الدفع و السحب)

الهدف من التمرين: دراسة خصائص مكبر القدرة الصنف (الدفع والسحب).

الأجهزة والأدوات المستعملة:

ت	اسم الجهاز او العنصر	المواصفات	العدد
1	مصدر للفولتية المستمرة(V_1)=(V_{cc})	اكبر من 15 V	1
2	مصدر للفولتية المتناوبة(AC)	Pulses Genarator	1
3	جهاز اوفوميتر	المتوفر بالاسواق	1
4	راسم الإشارة	2- Channel	1
5	مقاومة (R_1)،(R_2)	1kΩ	2
6	مقاومة(R_L = R_3)	8Ω	1
7	مقاومة(R_5) ، (R_6)	10Ω	2
8	متسعة(C_1) ، (C_2)	10µF	2
9	متسعة (C_3)	100µF	1
10	دايود (D_1)، (D_2)	4001	2
11	ترانزستور (Q_1) (NPN)	2N2222	1
12	ترانزستور (Q_2) (PNP)	2N2907	1



شكل6 - 4 الدائرة الكهربائية لمكبر الدفع والسحب

خطوات العمل:

1- أربط الدائرة في الشكل (6-4)، على ان تكون الفولتية المستمرة 15V.
2- ثبت قيمة فولتية الدخل المتناوبة وفقا للجدول (6-1) على ان يكون التردد 1KHz.
3- ثبت قيم فولتية الخرج في الجدول(6-1).

جدول 6-1 النتائج المستحصلة

V_{in}	V_{out}
$1V_{pp}$	
$3V_{pp}$	
$5V_{pp}$	
$7V_{pp}$	
$9V_{pp}$	

المناقشة والاسئلة:

1-إحسب ربح (Gain) الفولتية.

$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

2- إرسم إشارة الدخل والخرج على ورق بياني ووضح العلاقة بينهما؟

3- إحسب قيمة قدرة الخرج؟

4- إحسب تيار الجامع؟

5- إشرح بايجاز الفكرة الاساسية لعمل هذا المكبر؟

6- عدد أنواع مكبرات القدرة مع رسم إشارة الدخل والخرج لكل صنف منها؟

الفصل السابع

المذبذبات والمهتزات

الأهداف:

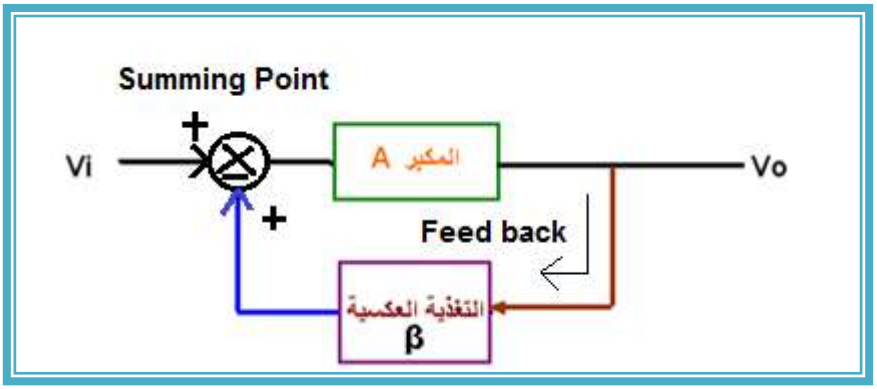
يتمكن الطالب من معرفة :-

1. مبدأ عمل المذبذبات.
2. بناء مذبذب هارتلي وإيجاد تردد المذبذب.
3. بناء دائرة مذبذب (RC) مزحزح الطور وإيجاد تردد المذبذب.
4. بناء دائرة مذبذب كولبتس وإيجاد تردد المذبذب.
5. بناء دائرة المذبذب البلوري وإيجاد تردد المذبذب.
6. بناء دائرة مذبذب متعدد غير مستقر وإيجاد تردد المذبذب.

الفصل السابع

7- 1 المذبذبات والمهتزات (Oscillators and Multi-Vibrators)

المذبذبات عبارة عن دوائر إلكترونية تقوم بتوليد موجات متناوبة جيبية وغير جيبية، وان هذه الدوائر الإلكترونية عبارة عن مكبرات تحتوي على تغذية عكسية موجبة من اجل تزويد إشارة دخل للمكبر دون الحاجة إلى إشارة إدخال خارجية. الشكل (7 – 1) يوضح مخطط التغذية العكسية الموجبة دون إشارة دخل خارجية.



شكل 7 – 1 مخطط التغذية العكسية الموجبة

يمكن حساب الكسب الكلي للدائرة A_f من القانون التالي:

$$A_f = \frac{A}{1-AB} = \frac{V_O}{V_{in}}$$

حيث A_f- الكسب الكلي للدائرة بعد التغذية العكسية.

A- كسب المكبر قبل التغذية العكسية.

B- كسب التغذية العكسية.

بالاستعانة بالقانون أعلاه يمكن أن تكون هنالك ثلاث احتمالات ناتجة من التذبذب:

1. إذا كان معامل التغذية (AB) أقل من واحد فإن الإشارة الخارجة سوف تتلاشى تدريجيا.
2. إذا كان معامل التغذية (AB) أكبر من واحد فإن الإشارة الخارجة سوف تتنامى تدريجيا.
3. إذا كان معامل التغذية العكسية (AB) مساوياً للواحد فإن الإشارة الخارجة تبقى ثابته وعليه فإن المذبذب يجهز إشارة لعملية البقاء الذاتي.

الشروط الضرورية التي يجب توفرها لكي تكون الدائرة في حالة تذبذب هي:-

1. يجب أن تكون التغذية العكسية موجبة (إزاحة الطور الكلية تساوي صفراً بين إشارة الإدخال وإشارة التغذية العكسية).
2. يجب أن يكون معامل التغذية العكسية (AB) يساوي واحد.

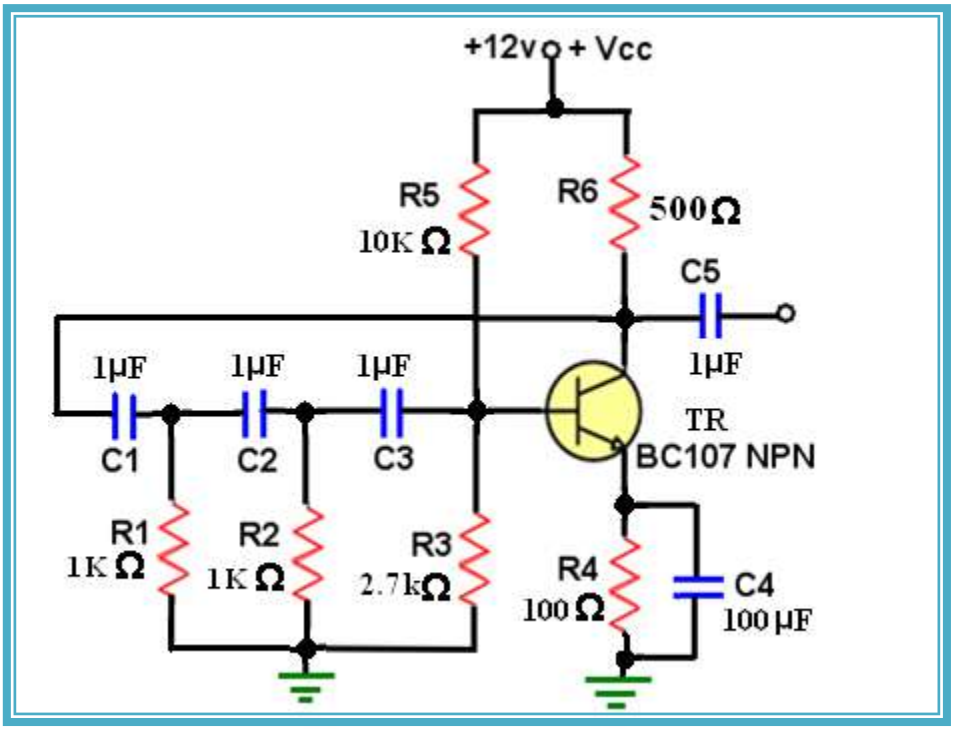
تمرين (15)

اسم التمرين: بناء دائرة مذبذب (RC) مزحزح الطور

الأهداف:

1. بناء المذبذب باستعمال ترانزستور ثنائي القطبية.
2. إيجاد تردد المذبذب.

الدائرة العملية:



شكل 7 – 2 دائرة مذبذب (RC) مزحزح الطور

إن إزاحة طور الإشارة الخارجة من المكبر مقدارها (180º) تغذي عكسيا ثلاث مراحل من دائرة (RC) وتكون إزاحة الطور الكلية للمراحل الثلاث من دائرة (RC) هي (180º) ونتيجة لذلك تكون إزاحة الطور حول الدائرة كلها(360º) والتي تكافئ صفر درجة. الإشارة الخارجة عبارة عن موجة جيبية.

يمكن حساب ترددها بالقانون الاتي:

$$F = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

الأجهزة والمواد المستعملة:

ت	الأجهزة والمواد	المواصفات
1	راسم الإشارة	ذو شعاعين – 20 MHz
2	جهاز قياس أفوميتر	متعدد الأغراض
3	مجهز قدرة فولتيه مستمرة	3 A / (0 -30) V
4	مقاومات كربونية	استعن بالدائرة العملية
5	متسعات كيمياوية	استعن بالدائرة العملية
6	لوحة توصيل	10 X10 cm
7	ترانزستور	BC107 او المكافئ

خطوات العمل

1. نفذ الدائرة العملية على لوحة التوصيل كما في شكل (7 – 2) .
2. جهز الدائرة بفولتية مصدر 12 V.
3. احسب الفولتيات على الترانزستور TR:-
   (V_{BE}) ، (V_{CE})
4. قس سعة وتردد الإشارة الخارجة باستخدام راسم الإشارة .
5. احسب تردد المذبذب باستعمال القانون الاتي:-

$$F = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

6. ضع بدل المتسعات (C=1μF) متسعات (C=10 μF) وسجل تردد المذبذب عمليا.
7. احسب تردد المذبذب باستعمال القانون.

الأسئلة:

1. اشرح عمل المذبذب؟
2. ضع بدل المتسعة (1 μF) متسعة مقدارها (100 μ F) وقس سعة وتردد الإشارة الخارجة باستعمال راسم الإشارة؟

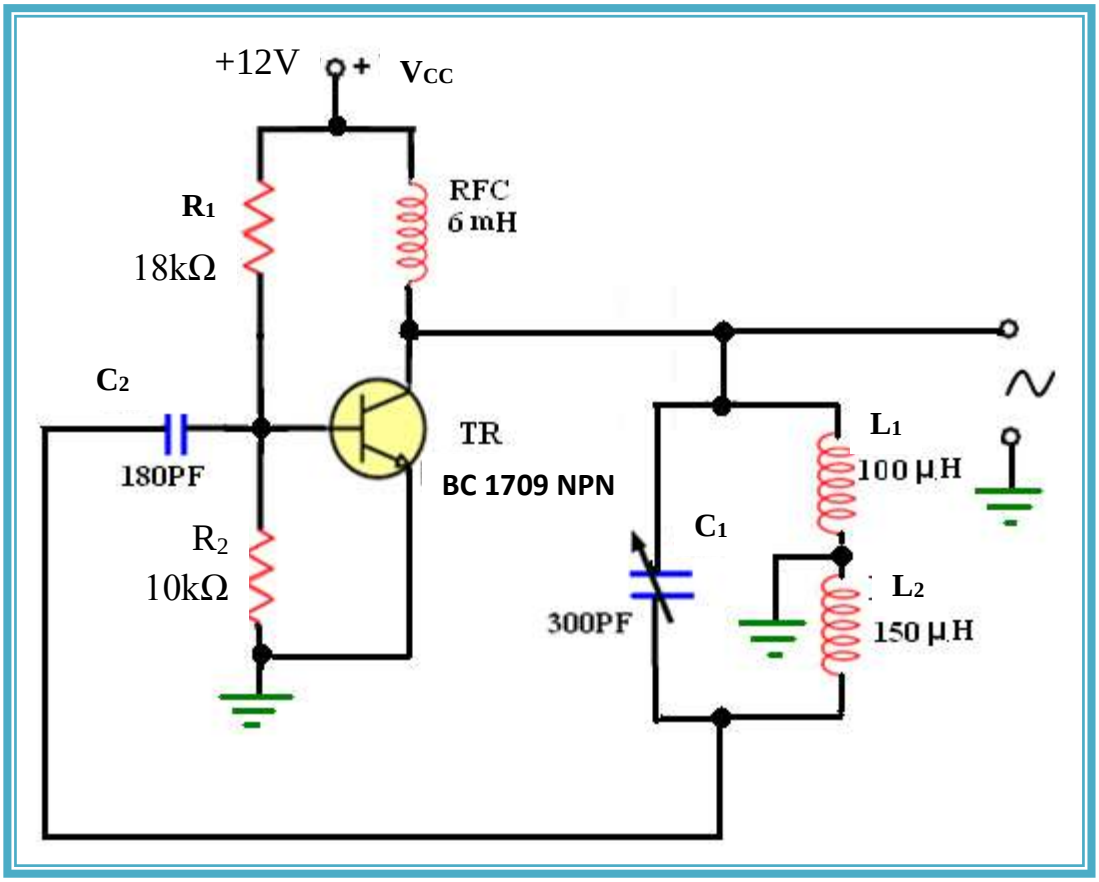
تمرين (16)

اسم التمرين: بناء دائرة مذبذب هارتلي

الأهداف:

1. بناء مذبذب هارتلي باستعمال ترانزستور ثنائي القطبية.
2. إيجاد تردد المذبذب.

الدائرة العملية:



شكل 7 – 3 دائرة مذبذب هارتلي

في هذا المذبذب تتكون دائرة الرنين من ملف يحتوي على نقطة وسطية ومتسعة. إن كل ملف يحتوي على نقطة وسطية تتكون على طرفيه فولتيتين مختلفتين بالطور بزاوية مقدارها 180°. إن الإشارة الخارجة من الملف التي يتم من خلالها التغذية العكسية تتحد مع طور إشارة قاعدة الترانزستور وبذلك تحقق شرط فرق الطور 360°.

الإشارة الخارجة عبارة عن موجة جيبيه يمكن حساب ترددها بالقانون الآتي:

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L1+L2)C}}$$

الأجهزة والمواد المستعملة:

ت	الأجهزة والمواد	المواصفات
1	راسم الإشارة	ذو شعاعين – 20 MHZ
2	جهاز قياس أفوميتر	متعدد الأغراض
3	مجهز قدرة فولتيه مستمرة	3 A / (0 -30) V
4	مقاومات كاربونية	استعن بالدائرة العملية
5	متسعات كيمياوية	استعن بالدائرة العملية
6	ملفات مع نقطة وسطية	متعدد القيم
7	لوحة توصيل	10 X 10cm
8	ترانزستور	BC1709

خطوات العمل:

1. نفذ الدائرة العملية على لوحة التوصيل كما في شكل (7 – 3) .
2. جهز الدائرة بفولتية مصدر 12 V.
3. احسب الفولتيات على الترانزستور TR
   V_{BE} ، V_{CE}
4. قس سعة وتردد الإشارة الخارجة باستخدام راسم الإشارة.
5. جد تردد المذبذب بتنظيم المتسعة المتغيرة 300 PF.
6. ارسم شكل الإشارات على أطراف الملفات والأرضي باستعمال راسم الإشارة.
7. احسب تردد المذبذب باستعمال القانون الآتي:-

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L1+L2)C}}$$

الأسئلة:

1. إشرح عمل الدائرة لمذبذب هارتلي؟
2. حدد قيمة العناصر التي تؤثر على التردد؟

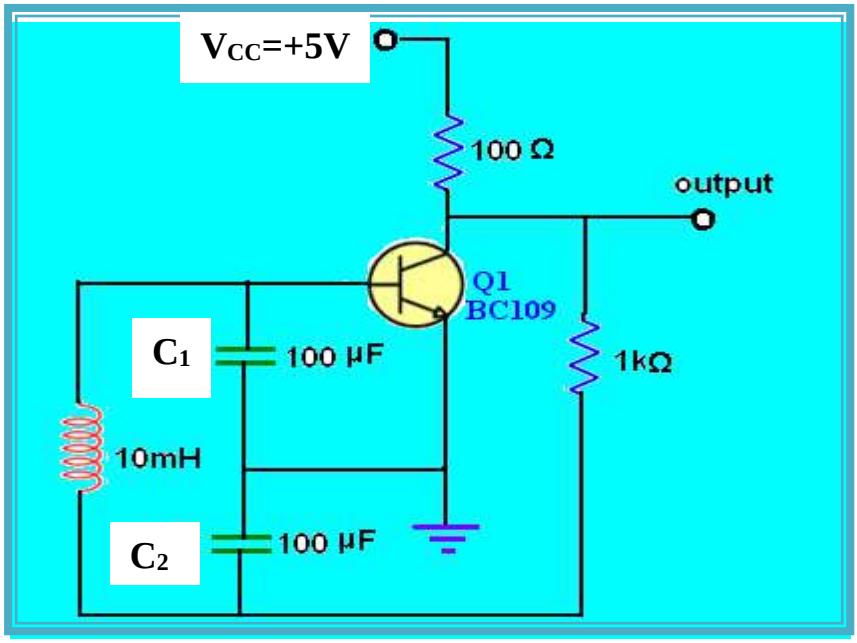
تمرين (17)

اسم التمرين : بناء دائرة مذبذب كولبتس

الأهداف :

1. بناء مذبذب كولبتس باستخدام ترانزستور ثنائي القطبية.
2. إيجاد تردد المذبذب.

الدائرة العملية:



شكل 7 – 4 دائرة مذبذب كولبتس

يعتمد مبدأ التغذية العكسية الموجبة في مذبذب كولبتس على وضع متسعتين وملف بحيث تكون نقطة اتصال المتسعتين موصله إلى الأرضي عكس مذبذب هارتلي ويكون طور الإشارة الراجعة بطور الإشارة الداخلة نفسه وتكون الإشارة الخارجة عبارة عن موجة جيبيه يمكن حساب ترددها بالقانون الاتي:-

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

حيث أن :

$$C = \frac{C1\ C2}{C1+C2}$$

الأجهزة والمواد المستعملة:

ت	الأجهزة والمواد	المواصفات
1	راسم الإشارة	ذو شعاعين – 20 MHz
2	جهاز قياس أفوميتر	متعدد الأغراض
3	مجهز قدرة فولتيه مستمرة	3 A / (0 -30) V
4	مقاومات كاربونية	استعن بالدائرة العملية
5	متسعات كيمياوية	استعن بالدائرة العملية
6	ملف متغير	متعدد القيم
7	لوحة توصيل	10 X10 cm
8	ترانزستور	BC109

خطوات العمل:

1. نفذ الدائرة العملية على لوحة التوصيل كما في شكل (7 – 4).
2. جهز الدائرة بفولتية مصدر 5 V.
3. احسب الفولتيات على الترانزستور (TR):
   (V_{BE}) ، (V_{CE})
4. قس سعة وتردد الإشارة الخارجة باستعمال راسم الإشارات.
5. جد تردد المذبذب بتغيير الملف L.
6. ارسم شكل الإشارات على أطراف المتسعات والأرضي باستعمال راسم الإشارة.
7. احسب تردد المذبذب باستعمال القانون الآتي:-

$$F = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L1+L2)C}}$$

$$C = \frac{C1\ C2}{C1+C2}$$

الأسئلة:

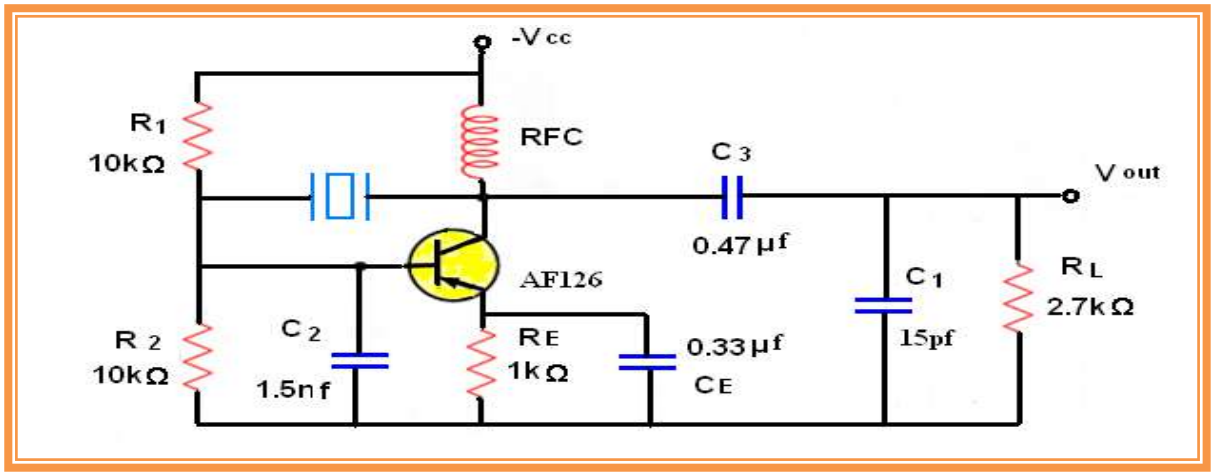
1. شرح عمل دائرة مذبذب كولبتس؟
2. حدد المكونات التي تحدد قيمة التردد الخارج؟

تمرين (18)

اسم التمرين: بناء دائرة المذبذب البلوري (الدائرة العملية للمذبذب).

الأهداف:

1. بناء دائرة المذبذب البلوري باستعمال ترانزستور ثنائي القطبية.
2. إيجاد تردد المذبذب.



شكل 7 – 5 دائرة المذبذب البلوري

الدائرة الإلكترونية في الشكل (7 – 5) عبارة عن مذبذب بلوري حيث تستعمل بلورة كوارتز كدائرة رنين لها خاصية الاهتزاز الميكانيكي عند تسليط فولتيه متناوبة عليها.

الأجهزة والمواد المستعملة:

الأجهزة والمواد	المواصفات
راسم الإشارة	ذو شعاعين – 20 MHz
جهاز قياس أفوميتر	متعدد الأغراض
مجهز قدرة فولتيه مستمرة	3 A / (0 -30) V
مقاومات كربونية	استعن بالدائرة العملية
متسعات كيمياوية	استعن بالدائرة العملية
ملف RFC	6 mH
ترانزستور	AF 126 أو المكافئ
بلورة كوارتز	XTAL 1
لوحة توصيل	10 X10 cm

خطوات العمل:

1. نفذ الدائرة العملية على لوحة التوصيل كما في شكل (7 – 5).
2. جهز الدائرة بفولتية مصدر(12 V).
3. قس سعة وتردد الإشارة الخارجة باستعمال راسم الإشارات.
4. ضع متسعة على التوازي مع C_2 ثم قس سعة الإشارة الخارجة وترددها باستعمال راسم الإشارة.
5. ضع متسعة على التوازي مع C_1 ثم قس سعة الإشارة الخارجة وترددها باستعمال راسم الإشارة.

الأسئلة:

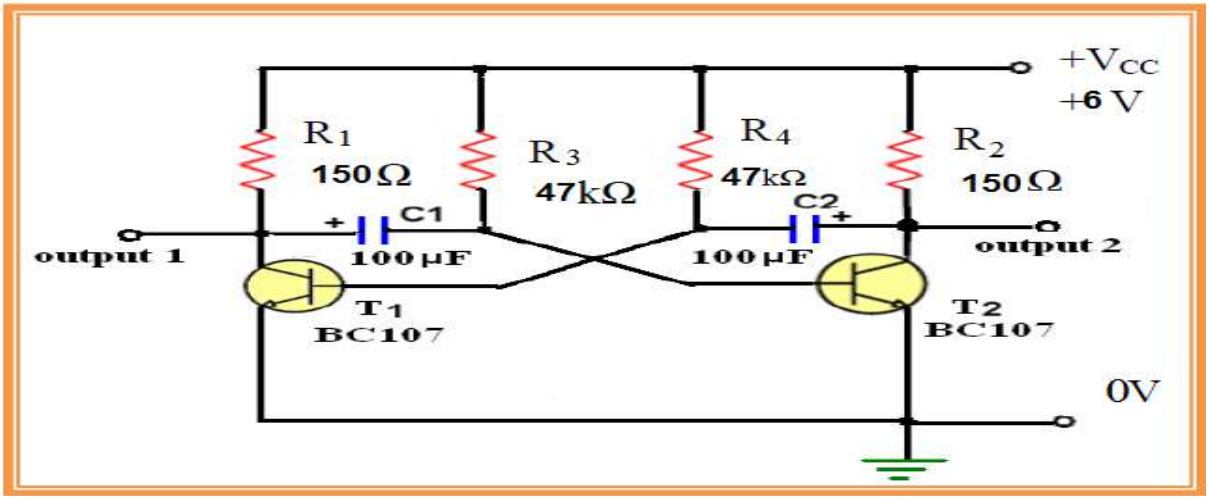
1. ارسم الدائرة المكافئة للمذبذب البلوري؟
2. ما مدى الذبذبات التي تستعمل فيها البلورة؟
3. ما تأثير المتسعة C_2 في الدائرة؟
4. ما تأثير المتسعة C_1 في الدائرة؟

تمرين (19)

اسم التمرين: بناء دائرة مذبذب متعدد غير مستقر

الأهداف:

1. بناء المذبذب باستخدام ترانزستور نوع الاتصالي
2. حساب تردد المذبذب



شكل 7 – 6 دائرة مذبذب متعدد غير مستقر

عند تسليط الفولتية V_{cc} على الدائرة فان كلا الترانزستورين يبدآن بالتوصيل ولكن بسبب عدم تماثل خواصهما بالرغم من تشابههما فان احد الترانزستورين سيكون أكثر توصيلا من الآخر، ويكون إحداهما في حالة توصيل (ON)، والآخر في حالة قطع (OFF). إن فترة قطع الترانزستور TR_1 هي:

$$T_1 = 0.7R_2C_2$$

وفترة توصيل الترانزستور TR_2 هي:

$$T_2 = 0.7\ R_1C_1$$

والحالة نفسها بالنسبة لفترة توصيل TR_1 وفترة قطع TR_2.

الأجهزة والمواد المستعملة:

الأجهزة والمواد	المواصفات
راسم الإشارة	ذو شعاعين – 20 MHZ
جهاز قياس أفوميتر	متعدد الأغراض
مجهز قدرة فولتيه مستمرة	3 A / (0 -30) V
مقاومات كربونية	استعن بالدائرة العملية
متسعات كيمياوية	استعن بالدائرة العملية
لوحة توصيل	10×10cm
ترانزستور	BC107

خطوات العمل:

1. نفذ الدائرة العملية على لوحة التوصيل كما في شكل (7 – 6).
2. جهز الدائرة بفولتية مصدر 6V.
3. احسب الفولتيات على الترانزستور TR_1، TR_2.
4. ارسم شكل النبضات الخارجة من جامع TR_1 ، TR_2.
5. جد عملياً تردد النبضات الخارجة.
6. احسب T_1، T_2، T، F من المعادلات الآتية:

$T_1 = 0.7\ R_2\ C_2$

$T_2 = 0.7\ R_1\ C_1$

$T = T_1 + T_2$

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

الأسئلة:

1. ما قيمة المتسعة لجعل الدائرة العملية تهتز بتردد 50 kHz اذا فرضنا ان قيمة المقاومة هي $R = 10\ k\Omega$ ؟
2. اشرح بالتفصيل كيف يحدث الاهتزاز؟

الفصل الثامن

الدوائر المتكاملة

الأهداف:

في هذا الفصل يتمكن الطالب أن يعرف ما يلي:

1- مكونات الدائرة المتكاملة.

2– أنواع قياسات الدوائر المتكاملة.

3– ربط الدائرة المتكاملة 741.

4– مميزات الدائرة المتكاملة.

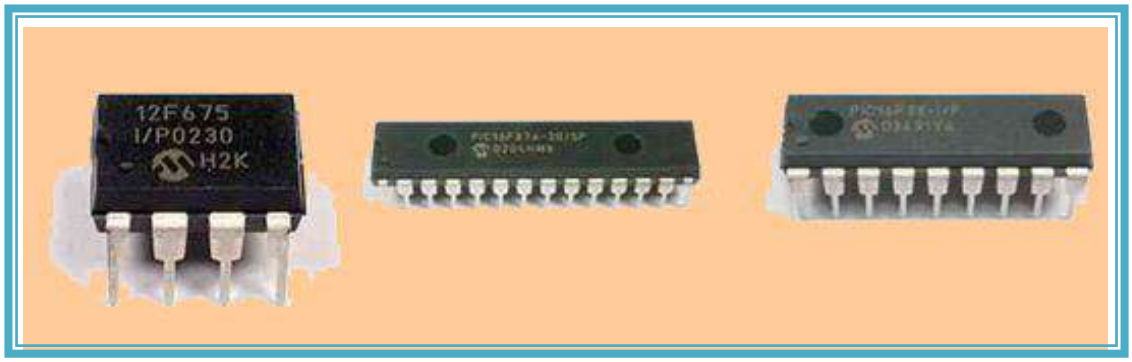
5 -المكونات الداخلية لمكبر العمليات 741.

الفصل الثامن

الدوائر المتكاملة

8 – 1 الدوائر المتكاملة

الدوائر المتكاملة عبارة عن مجموعة من العناصر الإلكترونية كالترانزستورات والثنائيات والمقاومات والمتسعات تربط كـدائرة إلكترونية معينة مع أطـــرافها لتقـــوم بعمل معـين مثـــل (تكبير الإشارة، معالجة البيانات، كدائرة تذبذب، كدائرة تضمين، كذاكرة وغيرها). شكل (8 – 1) يوضح نماذج مختلفة من الدوائر المتكاملة.



شكل 8 – 1 نماذج مختلفة من الدوائر المتكاملة

إن تقنية الدوائر المتكاملة أدت إلى انتشار استعمالها على نطاق واسع بسبب:-

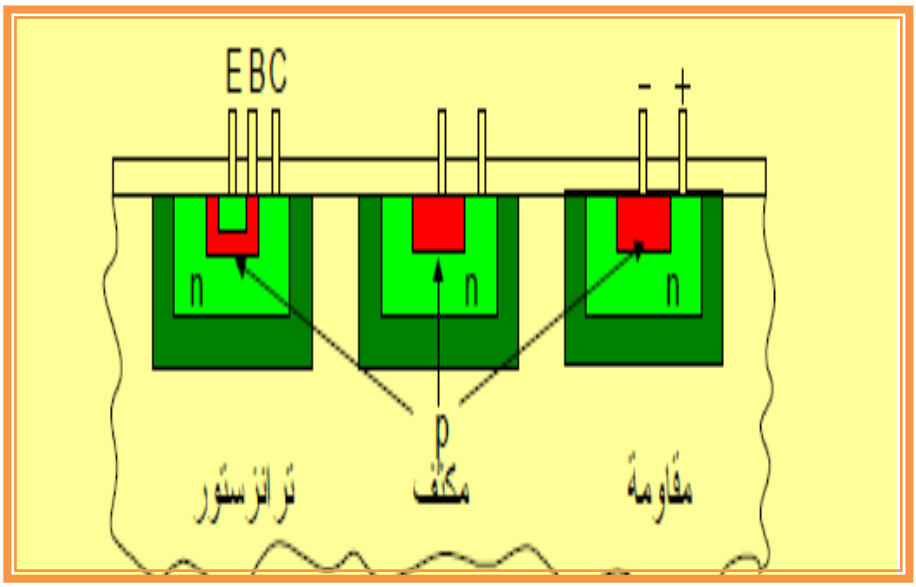
1- صغر حجمها.

2- رخص ثمنها.

3- اعتمادية تشغيلها وسرعة عملها.

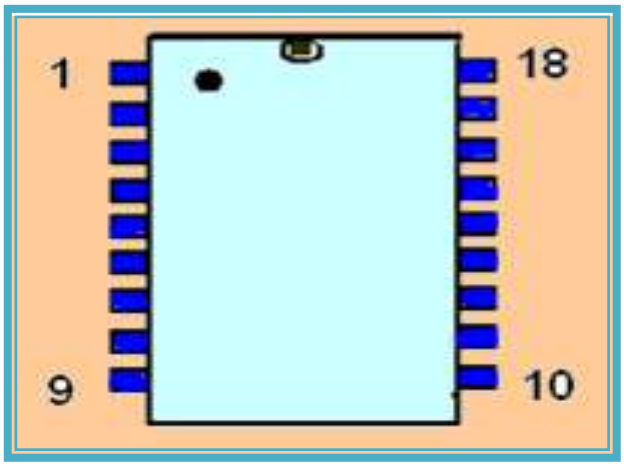
4– استهلاكها منخفض للقدرة.

5- استخدامها يقلل وصلات الأسلاك الخارجية



شكل 8– 2 التركيب الداخلي للدوائر المتكاملة

وللتعرف على الدائرة المتكاملة يتم وضع أرقام وكتابات على وجه الدائرة المتكاملة وهو ما يعرف برقم الـ(IC) ولكي نستخدمه أو أن نعرف كيفية ربطه يجب الحصول على الدليل الخاص بالدائرة المتكاملة. فمثلا الرقم 741 يدل على دائرة مكبر عمليات والرقم 555 يدل على دائرة مؤقت زمني وهكذا. شكل (8 – 3) يوضح دائرة متكاملة حيث جهة الحفرة تشير إلى الجهة العليا، وإلى يسارها نقطة أو حفرة صغيرة تسمى بنقطة الدليل، لأنها تدل إلى وجود الطرف رقم (1) وموقع باقي الأطراف يبدأ بالعد بعكس عقارب الساعة.



شكل 8 – 3 دائرة متكاملة

2-8 أنواع الدوائر المتكاملة

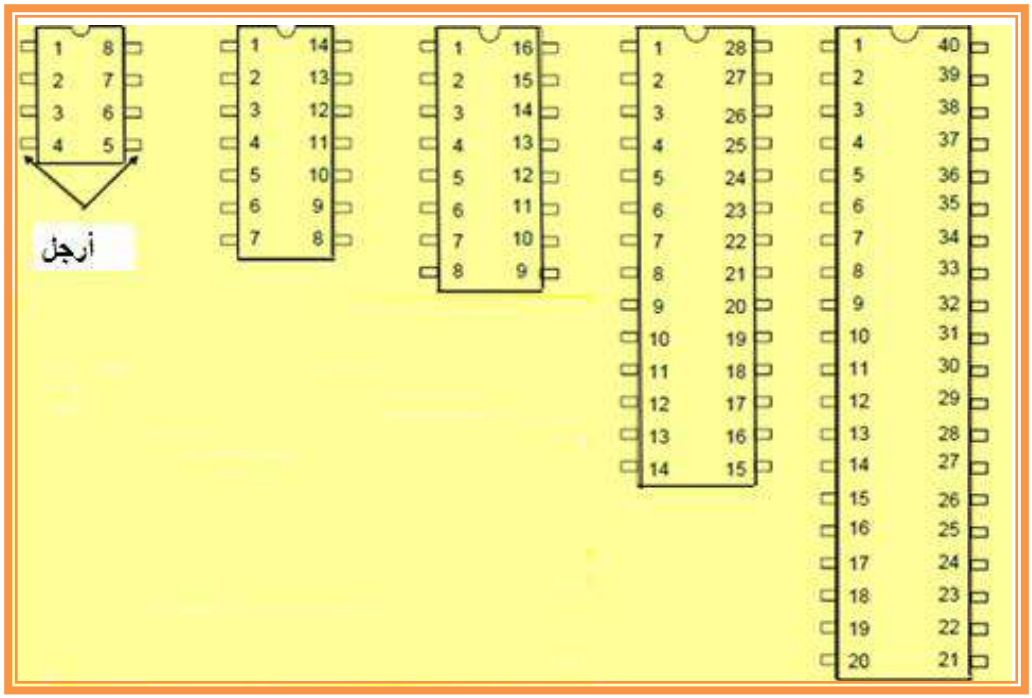
تصنف الدوائر المتكاملة إلى نوعين كما يلي:-

ا- تبعاً لإعداد العناصر الإلكترونية التي تحتويها وهو ما يسمى بمقياس التكامل، حيث تصنف إلى خمس أنواع، جدول (8 – 1) يوضح تصنيف الدوائر المتكاملة حيث مقياس التكامل، عدد العناصر الإلكترونية والاسم المختصر لكل منها.

مقياس التكامل	الاسم المختصر	عدد العناصر الالكترونية
صغير Small	SSI	1-10
متوسط Medium	SLSI	10-100
كبير Large	LSI	100-1000
كبير جدا Very large	VLSI	1000-10000
فائق الكبر Super large	MSI	10000-100000

جدول 8 – 1 تصنيف الدوائر المتكاملة

شكل (8 – 4) يوضح مقاييس مختلفة من الدوائر المتكاملة مزدوجة الصفوف حيث يتراوح أعداد نقاط توصيلها بين (8 و 40) دبابيس (أرجل) مع بيان طريقة ترقيمها المتعارف عليها.

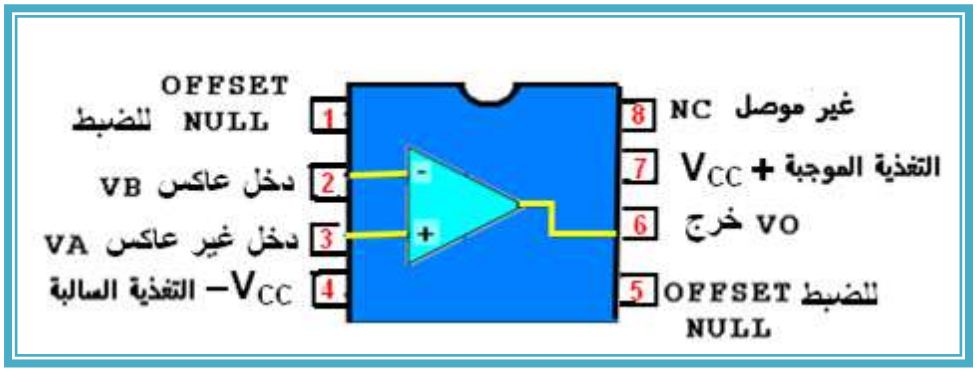


شكل 8 – 4 مقاييس مختلفة من الدوائر متكاملة مزدوجة الصفوف

ب– تبعا لوظائف الدوائر المتكاملة تصنف إلى مجموعتين رئيستين هما:-

1 – الدوائر المتكاملة الخطية (Linear):-

الدوائر المتكاملة الخطية تتعامل مع الإشارات (المتغيرة – المتصلة) لتقوم بوظيفة تكبير الإشارة. ومن أنواع الدوائر الخطية هي مكبرات العمليات ومنظمات الفولتية والمؤقتات. شكل (8-5) يوضح مخطط إطراف مكبر العمليات (741). حيث يستخدم هذا المكبر على نطاق واسع في الدوائر المتكاملة.



شكل 8– 5 مخطط أطراف الدائرة المتكاملة (741)

ا - الطرف (7) إلى القطب الموجب لمصدر القدرة المستمر (V_{CC} +) بفولتية 15+.

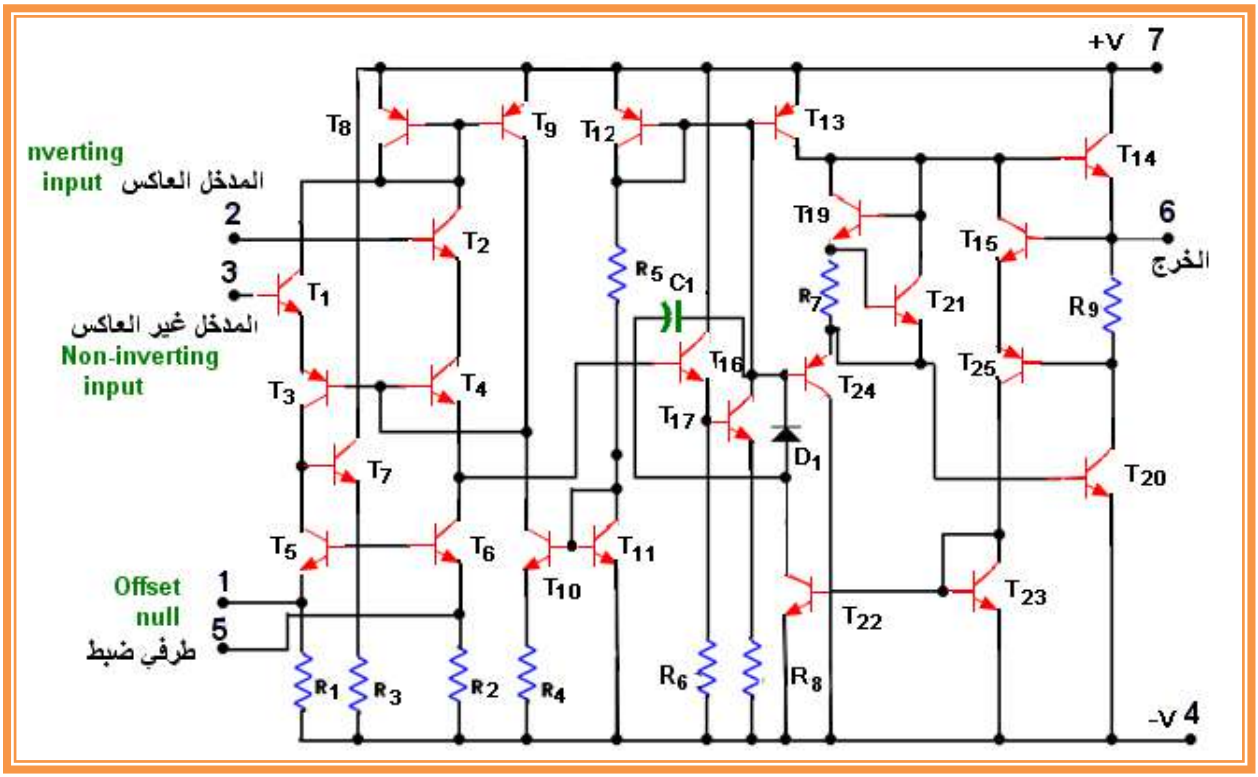
ب- الطرف (4) إلى القطب السالب لمصدر القدرة المستمر (V_{CC} -) بفولتية 15 –.

ج - الطرف (2) هو دخل عاكس للإشارة الداخلة وبزاوية طور (180^{o}) والطرف (3) هو دخل غير عاكس للإشارة الداخلة حيث تكون الإشارة الخارجة بنفس طور الإشارة الداخلة.

د - الطرف (6) هو خرج (output) للإشارة الخارجة ويؤخذ نسبة إلى الأرضي.

هـ - الطرفان (5، 1) offset null ± تدعى بأطراف التوازن للفولتية وتستعمل لضبط فولتية موازنة الإدخال لجعل فولتية الخرج تساوي صفرا حيث إنه عملياً يكون خرج المكبر ذو قيمة بالملي فولت على الرغم من عدم تطبيق أية فولتية على طرفي الإدخال. وذلك بسبب عدم التوافق الداخلي لمكونات المكبر.

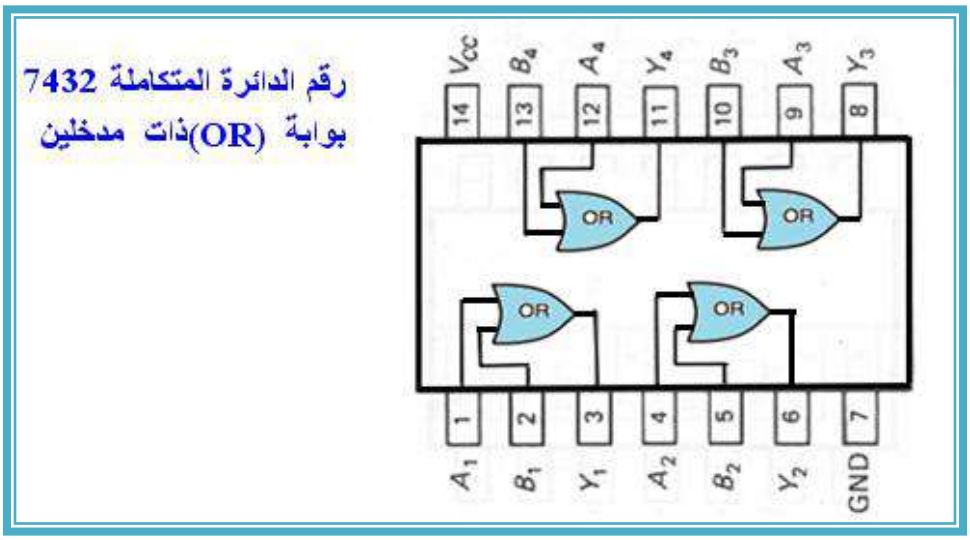
شكل (8 – 6) يوضح المكونات الداخلية للدائرة المتكاملة (741) بشكل مبسط، إذ تتكون بصورة رئيسية من الترانزستورات والمقاومات.



شكل 8 – 6 للاطلاع فقط على المكونات الداخلية للدائرة المتكاملة (741)

2 - الدوائر المتكاملة الرقمية (Digital):-

الدوائر المتكاملة الرقمية تتعامل مع الإشارات الثنائية حيث يكون إخراجها إما (1) أو يكون (0) ومن أنواع الدوائر المتكاملة الرقمية هي الدوائر المنطقية والعدادات والذاكرات. شكل (8-7) يوضح إحدى الدوائر المتكاملة الرقمية. إذ تحتوي على أربع بوابات منطقية نوع (OR) ولكل بوابة مدخلين.



شكل 8-7 دائرة متكاملة رقمية

أسئلة الفصل الثامن

1. عرف ما يأتي:-

الدائرة المتكاملة، الدوائر المتكاملة الخطية، الدوائر المتكاملة الرقمية؟

2. عدد مميزات الدائرة المتكاملة؟
3. عدد أنواع الدوائر المتكاملة تبعا لأعداد العناصر الإلكترونية التي تحتويها ؟
4. ما الرقم المكتوب على الـ (IC)؟
5. وضح مع الرسم مخطط أطراف الدائرة المتكاملة الخطية (741)؟
6. وضح مع الرسم مخطط أطراف الدائرة المتكاملة الرقمية (7432)؟

الفصل التاسع

المكبرات الكهرو حياتية: Bioelectric Amplifiers

الأهداف:

الهدف العام:

في هذه الوحدة التي تتعلق بالمكبرات الكهروحياتية سيتم دراسة وإجراء تجارب مختلفة على أنواع المكبرات، باستعمال مكبر العمليات نوع (741)، ومكبر الأجهزة الطبية نوع (AD620).

الأهداف الخاصة:

بعد الانتهاء من إجراء تجارب، وحدة المكبرات الكهروحياتية سيكون الطالب قادرا على أن:

1- يكتب قوانين إيجاد الربح لجميع أنواع المكبرات التي أجراها وهي:-

A- المكبر العاكس. B- المكبر الغير عاكس. C- المكبر الطارح. D- المكبر الجامع. E- مكبرات الأجهزة الطبية. F- التضمين باستخدام مكبر العمليات.

2- يبني الدوائر الإلكترونية لجميع المكبرات أعلاه.

3- يقيس قيم الموجات الخارجة من هذه المكبرات باستخدام راسم الإشارة.

4- يجد قيم الربح لكل نوع من هذه المكبرات.

5- يقارن بين هذه المكبرات ويحدد أيهم أفضل لقياس الإشارة الكهربائية للقلب.

الفصل التاسع

المكبرات الكهروحياتية: Bioelectric Amplifiers

9- 1مكبر العمليات Operational Amplifier (741)

لأهمية خواص ومواصفات واستعمالات مكبر العمليات (741) في الأجهزة الطبية سنقوم بدراسته في بداية هذه الوحدة الخاصة بإجراء التجارب على هذا النوع بالإضافة إلى مكبر الأجهزة.

مكبر العمليات (Op. amp) هو مكبر ذو إقران (ربط)- مستمر، وربح (gain) عالي يستخدم فيه تيار تغذية عكسية (feed back) للسيطرة على أدائه.

9-2 الخواص المثالية لمكبر العمليات

ان الخواص المثالية لتكبير العمليات هي:-

1- ممانعة دخل (Z_i) عالية جدا($Z_i= \infty$) تسمح بتطبيق أي إشارة دخل (Vi) بدون توهين.

2 - ممانعة خرج (Z_o) واطئة جدا ($Z_o=0$) تسمح بقدرة خرج عالية جداً.

3- ربح الفولتية عالي جدا حيث إن:

$$Av = \frac{Vo}{Vi} = \infty \qquad \text{.....(1-9)}$$

4- حزمة إمرار عريضة تمرر جميع الترددات من(0) وإلى (∞).

5- فولتية خرج تساوي صفرا ($V_o=0$) عند فولتية دخل تساوي صفرا ($V_i=0$).

6- لا تتغير خواصه مع تغير درجة الحرارة.

7- نسبة الضوضاء الداخلية واطئة جدا (Noise=0).

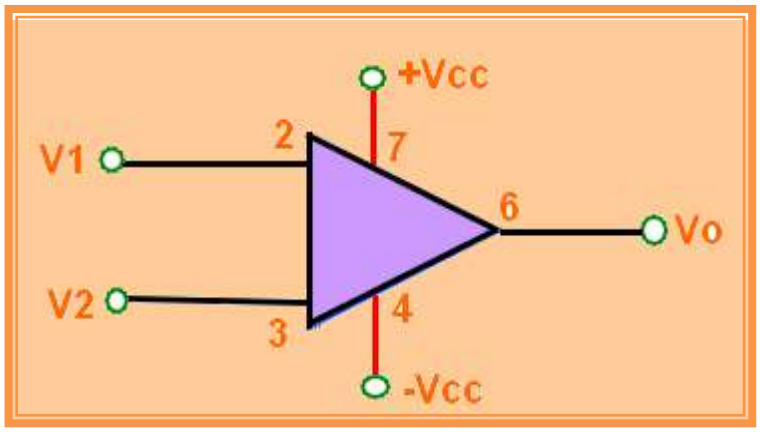
9-3 تطبيقات مكبر العمليات

أدناه بعض الاستعمالات المهمة لمكبر العمليات في الأجهزة الطبية:-

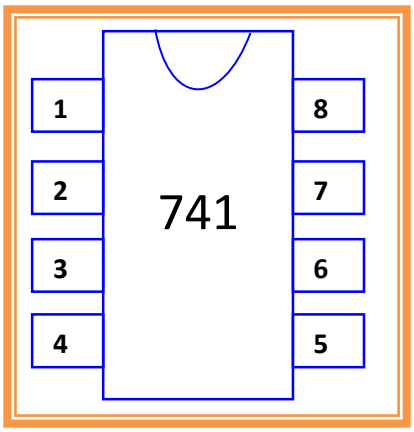
1 - يستعمل كمكبر خطي(Linear) وأيضا غير خطي (Non linear).
2 - كمقارن (Comparator).
3 - مرشح فعال (Active Filter).
4 - تطبيقات لوغاريتمية (Logarithmic Application).

5 - (مذبذب) هزاز متعدد (Multi-Vibrator).
6 - يستخدم لتوليد وتشكيل الموجة.
7 - منظم فولتية (Voltage Regulator).

الشكل (9 -1) يوضح رمز مكبر العمليات وكما ذكرنا سابقاً أن لهذا المكبر نقطتي دخل هما (3،2)، إذ أن V_1 الطرف العاكس (-) و(V_2) الطرف غير العاكس (+) ونقطة خرج واحدة (6) هي (V_o)، مع نقطتي (7) تغذية الموجبة و (4) التغذية السالبة إما نقطتي التوصيل (5،1) تستعمل لربط مقاومة متغيرة والطرف (8) يعتبر نقطة أرضي.



شكل 9 -1 رمز مكبر العمليات (741) ونقاط التوصيل الكهربائي



الشكل العام لـ (Ic)

حيث أن قانون التكبير (الربح) هو حاصل قسمة فولتية الخرج (V_o) على فولتية الدخل (V_{in})

كما في المعادلة:-

$$Av = \frac{Vo}{Vin}$$ ربح الفولتية

$$Ai = \frac{Io}{I\ in}$$ ربح التيار

يمكن ربط مكبر العمليات في دائرة التكبير حسب الحاجة للحصول على الدوائر التالية:-

1. مكبر العمليات العاكس (Inverting Operational Amplifier).
2. مكبر العمليات غير العاكس (Non Inverting Operational Amplifier).
3. المكبر الجامع (Summing Amplifier).
4. مكبر الطارح (Differential Amplifier).
5. مكبر لوغاريتمي وضد اللوغاريتمي (Logarithmic and Antilogarithmic).

أسئلة :-

1. عدد أهم الخواص المثالية لمكبر العمليات؟
2. ما تطبيقات مكبر العمليات؟
3. اكتب قانون الربح لمكبر العمليات؟
4. ما اهم الدوائر التي نحصل عليها باستخدام مكبر العمليات؟

تمرين (20)

اسم التمرين:- المكبر العمليات العاكس Inverting Operational Amplifier

الهدف من التمرين:- دراسة خصائص مكبر العمليات العاكس.

ملخص نظري:

الدائرة في الشكل (9 - 2) توضح ربط مكبر (741) لمكبر عاكس أي مغير لطور الإشارة وكذلك يكبرها، ويكون الربح لفولتية التكبير A_v كما في المعادلة (9 - 2)

$$A_v = - \frac{R_f}{R_i} \quad \text{..... (2-9)}$$

حيث: Rf= مقاومة الخرج (التغذية العكسية)

Ri= مقاومة الدخل

والإشارة (-) بسبب ربط دخل تغذية المكبر بالطرف العاكس.

ولإيجاد V_o:

$$Vo = Av * V_{in} = - \frac{R_f}{R_i} * V_{in}$$

الأجهزة المستعملة:-

1- شريحة مكبر العمليات (741)
2- راسم الإشارة (Oscilloscope)
3- مولد الإشارة (Function generator)
4- مجهز القدرة المستمر(D.C power supply)
5- لوحة التوصيل (Connecting board)
6- مقاومات بقيم مختلفة مع أسلاك توصيل (Resistor connecting wires)

خطوات العمل Procedure:-

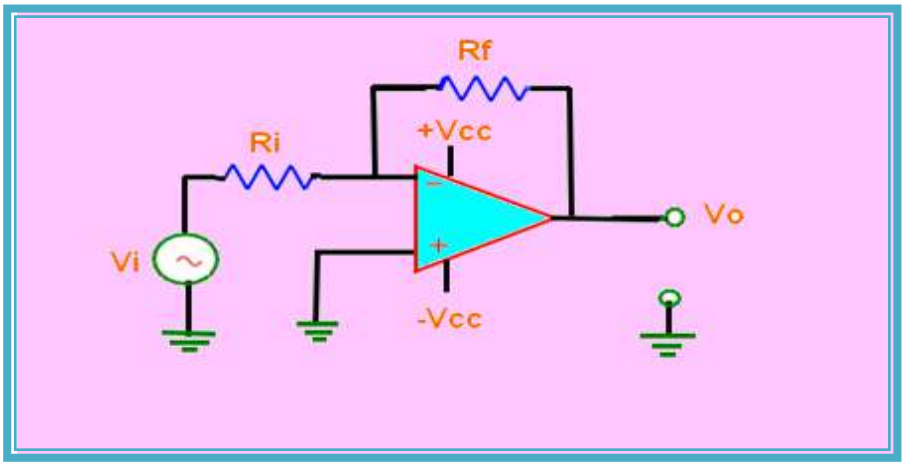
1-اربط على لوحة التوصيل دائرة المكبر العاكس الموضحة بالشكل (9-2) مع جعل قيم المقاومتين $R_f=R_i$ $=10k\Omega$

2 - اضبط قيمتي التغذية بحيث $V_{cc}-=15V$ ،$Vcc+=15V$.

3-ادخل تغذية قيمتها (1) فولت $V_i=1Vp.p$من الإشارة بترددkHz1على الطرف العاكس.

4- باستعمال راسم الإشارة ارسم إشارتي الدخل Vi والخرج Vo واحسب قيمة الربح للمكبر Av.

5-اعد التجربة أعلاه باستعمال قيم مقاومات $R_i=1.2k\Omega$ ،$R_f=10k\Omega$.



شكل 9 - 2 الدائرة الكهربائية لمكبر العمليات العاكس

الأسئلة والمناقشة:-

1) عدد اهم الخواص المثالية لمكبر العمليات؟
2) ما تطبيقات مكبر العمليات؟
3) اكتب قانون الربح لمكبر العمليات؟
4) ما اهم الدوائر التي نحصل عليها باستعمال مكبر العمليات؟
5) قارن بين قيمتي الربح (A_v) عند تغير قيمة المقاومة R_f؟
6) ما الفرق بين إشارتي الدخل والخرج؟
7) ماذا يحدث عند زيادة قيمة المقاومة R_f؟
8) متى يعمل المكبر كعاكس فقط بدون ربح؟
9) ناقش علاقة زيادة قيم المقاومتين R_f،Ri بالنسبة للمواصفات المثالية للمكبر؟

تمرين(21)

اسم التمرين: مكبر العمليات غير العاكس (Non Inverting operational Amplifier)

الهدف من التمرين: دراسة الخواص ومواصفات المكبر غير العاكس من خلال ربط الدائرة الكهربائية الخاصة باستعمال الدائرة المتكاملة (741).

ملخص نظري:-

الدائرة الموضحة لمكبر غير عاكس يكون في الربح (A_v) كما في المعادلة التالية:

$$A_v = \frac{R_f}{R_i} + 1$$

ولإيجاد واستخدام موجة الإخراج نستخدم المعادلة التالية:

$$V_O = A_v * V_{in}$$

$$V_O = \left(\frac{R_f}{R_i} + 1\right) * V_{in}$$

الأجهزة المستعملة:-

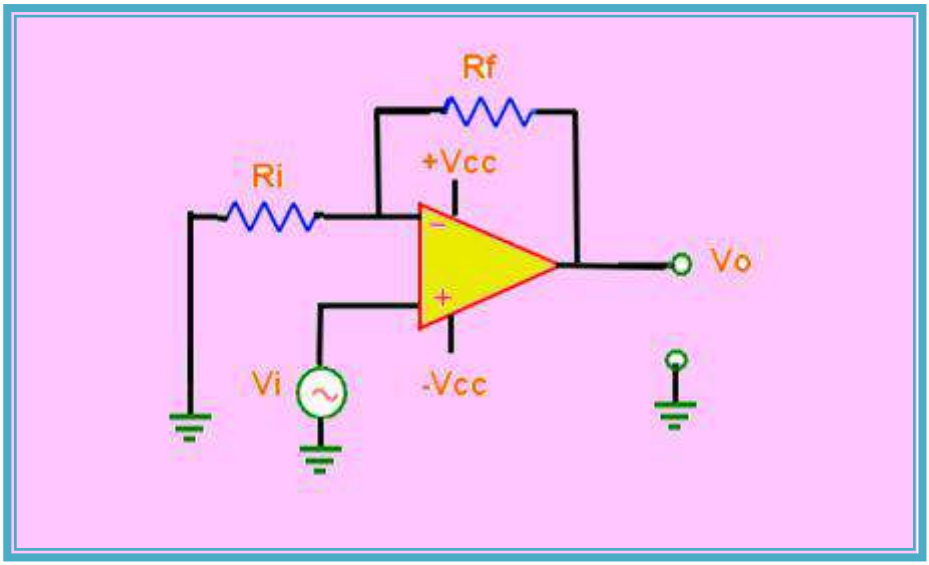
1. شريحة مكبر العمليات (741).
2. راسم الإشارة (Oscilloscope).
3. مولد الإشارة (Function Generator).
4. مجهز القدرة المستمرة (D.C Power Supply).
5. وحة التوصيل.
6. اسلاك ومقاومات مختلفة.

خطوات العمل:-

1- اربط الدائرة لمكبر العمليات غير العاكس الموضحة في الشكل (3-9).
2- اجعل قيمة المقاومة R_f=10kΩ و R_i=1kΩ.
3- اجعل فوليتي الانحياز V_{cc}+ =15v و V_{cc}- =15v.
4- ادخل تغذية مربعة قيمتها V_i=2Vp.p بترددf=1kHz.
5- باستعمال راسم الإشارة ارسم مع القيم شكل موجتي الدخل والخرج.

6- حسب قيمة ربح الدائرة (A_v) باستخدام معادلة $A_v = \frac{R_f}{R_i} + 1$.

7- اعد التجربة أعلاه باستعمال قيمة R_f مع R_i=2.2kΩ نفسها.



شكل 9-3 الدائرة الكهربائية لمكبر العمليات غير العاكس

أسئلة المناقشة:-

1-ارسم شكلي موجتي الدخل والخرج باستعمال راسم الإشارة مع القيم.
2- احسب ربح الدائرة (A_v) وما الفرق في الكسب للمكبر العاكس وغير العاكس بنفس قيم المقاومة.
3- ما الفرق في طور الإشارة بين المكبر العاكس وغير العاكس؟
4- هل من الممكن تعويض دائرة مكبر العمليات بدائرة ترانزستور؟

تمرين (22)

اسم التمرين:- المكبر الطارح (التفاضلي) Differential

الهدف من التمرين: بناء دائرة المكبر الطارح ودراسة خواصه.

ملخص التمرين:-

الشكل (4-9) يوضح الدائرة الكهربائية لربط مكبر العمليات التفاضلي، إذ يكون ربح الدائرة (A_v) كما في المعادلة (4-9).

إذا كانت المقاومات متساوية أي $R_1=R_2=R_3$ فتصبح المعادلة كما يأتي:

$$V_o = \frac{R_f}{R_i}(V_2 - V_1)$$

$$V_o = Vin * Av$$

$$Av = \frac{R_f}{R_i} + 1$$

أما اذا لم تتساوى المقاومات فستصبح المعادلة كما يأتي:

$$V_o = (V_2 - V_1)\left(\frac{2R_1}{R_3} + 1\right)\left(\frac{R_3}{R_2}\right)$$

الأجهزة المستعملة:

1- شريحة مكبر العمليات (741).
2- راسم الإشارة (oscilloscope).
3- مولد الإشارة (Function Generator).
4- مجهزة القدرة المستمرة (Power Supply).
5- لوحة التوصيل الإلكترونية (Connecting Board).
6- أسلاك ومقاومات مختلفة (Resistors Wires).

خطوات العمل:-

1- اربط الدائرة لمكبر العمليات التفاضلي كما في الشكل(4-9).
2- اجعل قيم المقاومات $R_f=R_3=1.5k\Omega$ و $R_1=R_2=1k\Omega$.

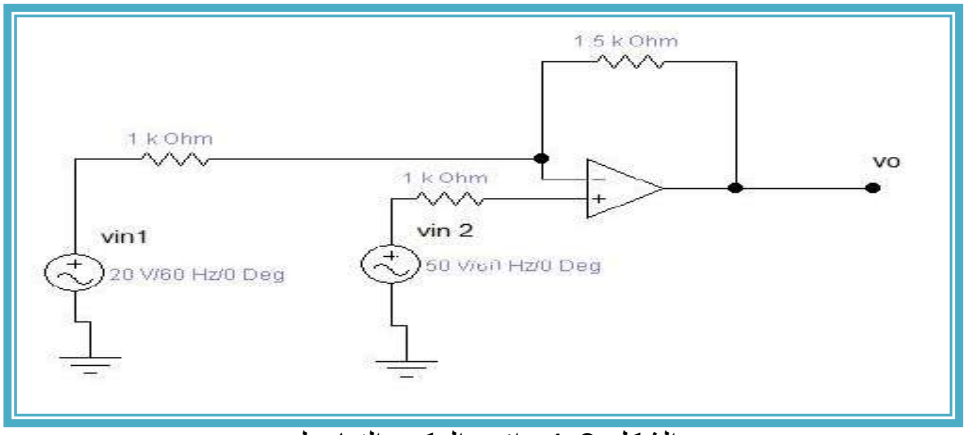
3- ادخل موجة جيبيه قيمتها $1V_{p.p}$ للطرف الغير عاكس(V_2) و$0.5V_{p.p}$ للطرف العاكس (V_1) وبتردد f =1kHZ و ±Vcc = ±15V.

4- ارسم شكل الموجة الداخلة والخارجة مع القيم ثم احسب(Av).
5- اعد التجربة أعلاه باستعمال القيم الآتية:-

$R_1= R_2=2.2k\Omega$ ،$R_f= R_3 = 10k\Omega$،$V_1= 1V_{p.p}$ ،$V_2= 2V_{p.p}$

أسئلة المناقشة:-

1- ناقش نتائج الربح الذي حصلت عليها في الحالتين؟
2- ما اهم تطبيقات المكبر التفاضلي؟
3- ناقش قيم الربح في الحالتين العملية والنظرية؟



الشكل 9-4 دائرة المكبر التفاضلي

تمرين (23)

اسم التمرين: المكبر الجامع Summing Amplifier

الهدف من التمرين: دراسة خصائص وقانون الكسب للمكبر الجامع

ملخص نظري: يوضح الشكل(9-5) الدائرة الكهربائية للمكبر الجامع ربطت بطريقة الجمع العاكس

حيث إن الفولتية الداخلة تساوي مجموع فولتيات مقاومات الدخل أي:

ففي حالة عدم تساوي المقاومات:

$$\mathbf{V_O} = -R_f * \left(\frac{\boldsymbol{V_1}}{\boldsymbol{R_1}} + \frac{\boldsymbol{V_2}}{\boldsymbol{R_2}} + \frac{\boldsymbol{V_3}}{\boldsymbol{R_3}}\right)$$

في حالة تساوي المقاومات:

$$V_O = -\frac{R_f}{R_i}(V_1+V_2+V_3)$$

وعندها يكون قانون الربح كما في المعادلة:

ففي حالة تساوي المقاومات:

$$Av = -\frac{R_f}{R_i}$$

وفي حالة عدم تساوي المقاومات:

$$Av = -\left(\frac{R_f}{R_1} + \frac{R_f}{R_2} + \frac{R_f}{R_3}\right)$$

الأجهزة المستعملة:

1- شريحة مكبر العمليات (741).

2- راسم الإشارة (Oscilloscope).

3- مولد الإشارة (Function Generator).

4 - مجهزة القدرة المستمرة (D.C Power Supply).

5- لوحة التوصيل.

6- أسلاك ومقاومات مختلفة.

خطوات العمل:

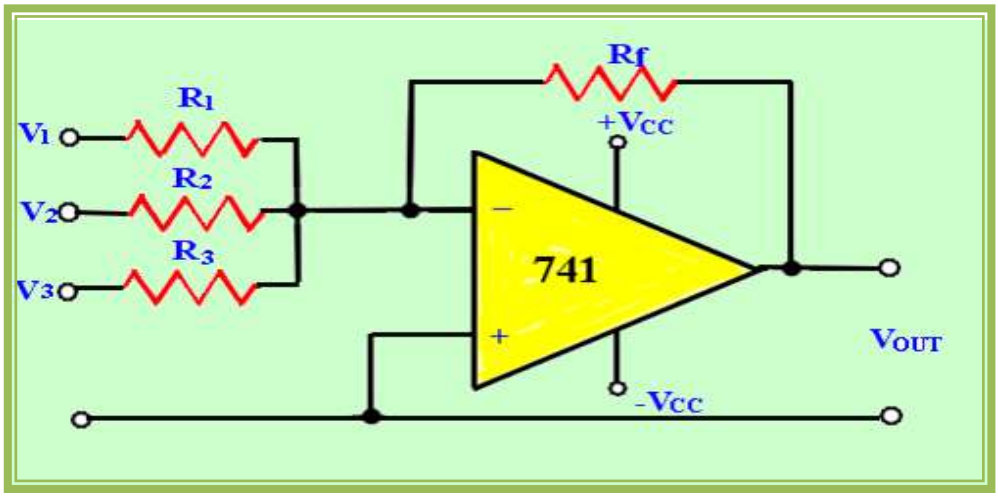
1-اربط الدائرة المبينة في الشكل (5-9) للمكبر الجامع واجعل ($R_1=R_2=R_3= 10k\Omega$).

2-اضبط قيمتي تغذية المكبر على ($V_{cc}\pm =\pm 15V$).

3-ادخل تغذية قيمتها (0.5V)وتردد (1kHz) على كل من مقاومات الدخل الثلاث.

4- باستعمال راسم الإشارة أرسم (استخرج) الإشارات الداخلة على كل مقاومة والإشارة الداخلة Vi والخارجة V_o.

5- اعد التجربة باستخدام قيم مقاومات دخل ($5k\Omega$).



الشكل5-9 الدائرة الكهربائية لمكبر الجمع باستعمال المكبر (741)

الاسئلة:

1- احسب ربح الدائرة باستعمال قانون الربح لجميع الحالات باستعمال المعادلة الآتية:-

$$Av = -\frac{R_f}{R_i}$$

2- ما هي فائدة استخدام المكبر الجامع؟

3 قارن بين قيم الربح التي حصلت عليها؟

4- ناقش علاقة زيادة قيم المقاومات (Ri) بإشارة الخرج التي حصلت عليها؟

تمرين (24)

اسم التمرين:- مكبر الأجهزة Instrumentation Amplifier

الهدف: دراسة خصائص وفوائد مكبر الأجهزة الطبية عن بقية أنواع المكبرات.

ملخص نظري:-

من اهم المكبرات المستخدمة في الأجهزة الطبية هو مكبر العمليات التفاضلي (Differential) وذلك لان الإشارة الخارجة منه هو تكبير للفرق بين إشارتي الدخل V_2وV_1معادلة (4-9) بسبب تكبير الفرق فان أي ضوضاء Noise أو مقاومات أقطاب أو مقاومة الجلد أو متسعة التي تولد بين الأقطاب وسطح الجسم أو داخل أسلاك الأقطاب فانه يقوم باختزالها (طرحها) ، لأنها موجودة على طرفي القطبين وبقيم متقاربة على فولتيتي الدخل، ولكن مع هذا فان المكبرات التفاضلية محدودة الأداء والربح بسبب اعتمادها على مقاومتي الدخل والخرج (العكسية) (R_f) و (Ri).

ولتحسين الربح صمم مكبر الأجهزة شكل (9 - 6) الذي يتكون من ثلاث مكبرات اثنان(A_2)،(A_1)مكبري عزل (Buffer) والمكبر الثالث (A_3) هو المكبر الرئيس في الدائرة الذي لا يعتمد في التكبير على R_f، (R_i) ويكون الربح كما في المعادلة الآتية:-

إذا كانت: $R_5=R_7$، $R_4=R_6$،$R_2=R_3$

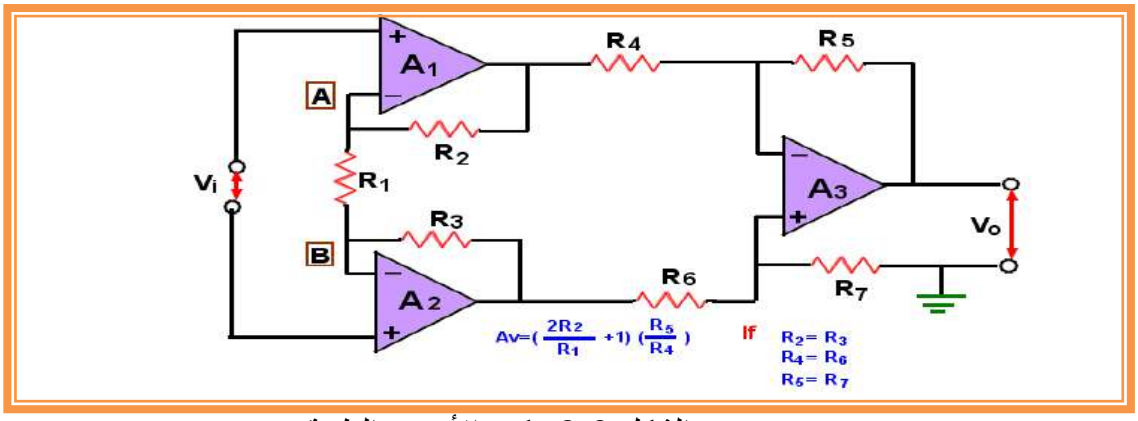
$$A_v = \left(\frac{2R_2}{R_1} + 1\right)\left(\frac{R_5}{R_4}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7-9)$$

$$V_o = (V2-V1)\left(\frac{2R_2}{R_1} + 1\right)\frac{5R}{4R}$$

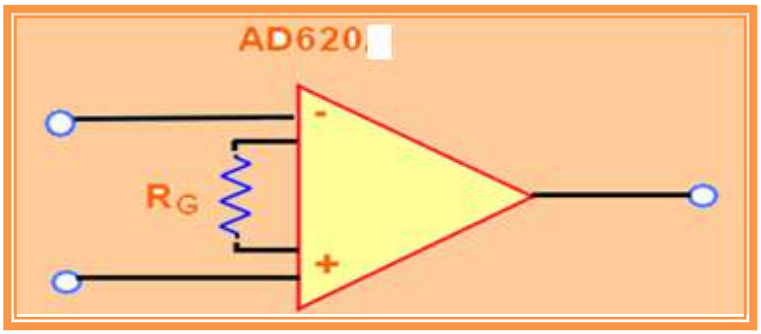
ولكثرة استعمالاته وفائدته وكفاءته في قياس الإشارات البيولوجية في هندسة الأجهزة الطبية سنطلق علية مكبر الأجهزة الطبية Medical Instrumentation Amplifier، عمليا من الصعب إيجاد قيم المقاومات في الشكل (6-9) للحصول على أفضل النتائج، لذا فان المكبر يصنع على شكل شريحة AD620 (Chip) وتستعمل بكثرة في هندسة الطب الحياتي، قد صممت للحصول على ربح عال من خلال مقاومة الربح R_G (gain) الموضحة في الشكل (9- 7) الذي يمثل رمز مكبر الأجهزة الطبية AD620. هناك أنواع كثيرة من تصاميم مكبر الأجهزة الطبية وبقوانين مختلفة لإيجاد الربح وتستعمل قسم منها اثنين من مكبرات العمليات (741) كما سنرى لاحقا في التجربة رقم (25).

❖ ملاحظة: $R_G=R_1$

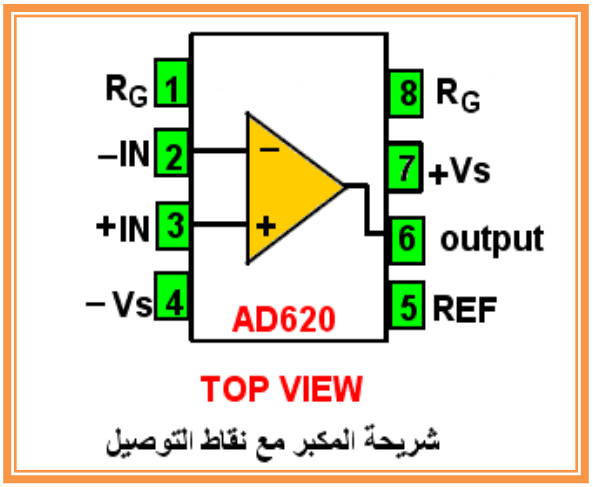
حيث إن R_1 تتحكم بربح الدائرة.



الشكل 9-6 مكبر الأجهزة الطبية



الشكل 9-7 رمز مكبر الأجهزة AD620



الشكل 9 -8 منظر فوقي لشريحة المكبر AD620

والشكل (9 - 8) الذي يمثل منظر فوقي للشريحة وللتخلص من الإشارة المتناوبة أو الترددات الواطئة فقد صممت داخليا بمتسعات كبيرة (0.47 µF) وإلى (1 µF) ومقاومات ذات قيم كبيرة (1MΩ)علما بان ربح المكبر يساوي حاصل قسمة فولتية الخرج مقسوما على فولتية الدخل كما في المعادلة الآتية:-

$$A_V = \frac{V_0}{V_1 - V_2} \qquad \text{.....(8 – 9)}$$

الأجهزة المستعملة:-

1- شريحة مكبر الأجهزة الطبية (AD620).
2- راسم الإشارة (Oscilloscope).
3- مولد الإشارة (Function Generator).
4- مجهزة القدرة المستمرة (Power Supply).
5- لوحة التوصيل الإلكترونية (Connecting Board).
6- مقاومات وأسلاك توصيل (Resistors and Wires).

خطوات العمل:-

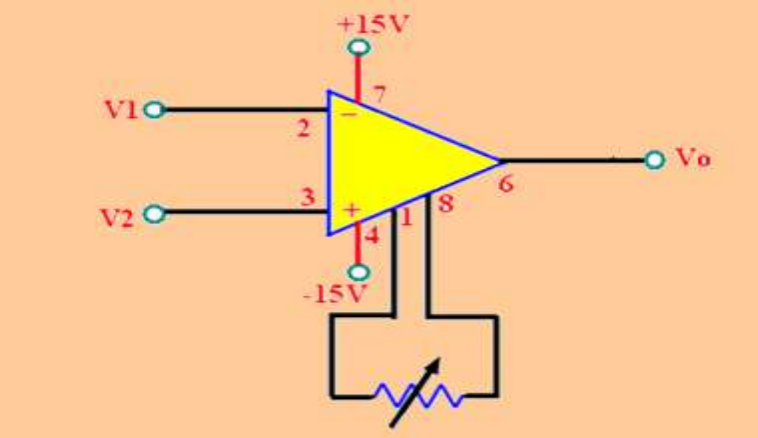
1- اربط الدائرة الموضحة بالشكل (9 - 9) لمكبر الأجهزة الطبية.
2- إن قيم مقاومات الدخل $R_1=R_2=10M\Omega$ داخلياً.
3- استعمال مقاومة متغيره قيمتها 15kΩ بين طرفين (1) و (8) وثبت $R_G=1k\Omega$.
4- ثبت فولتيتي الدخل على القيم $V_1=1\ V_{p.p}$، $V_2=2\ V_{p.p}$ لموجة جيبية تردد $F=1kHz$.
5- ثبت فولتيتي الانحياز على القيمة $V_{cc}-=\pm5V=V_{cc}+$.
6- ارسم إشارتي الدخل والخرج مع القيم.
7- احسب ربح المكبر (Av) من المعادلة الآتية:-

$$Av = \frac{V_0}{V_1 - V_2}$$

8- اعد التجربة أعلاه بتغير في قيمة مقاومة الربح (R_G) للحصول على أعلى ربح.

أسئلة المناقشة:-

1- ناقش نتائج الربح الذي حصلت عليه من الحالة الأولى والثانية بتغير قيم فوليتي الدخل ثم تغير قيمة مقاومة الكسب (R_G)؟
2- ما تطبيقات مكبر الأجهزة الطبية وفي أي جهاز طبي ممكن استعماله؟
3- ما الفروق الأساسية بين هذا المكبر وبقية أنواع المكبرات الأخرى؟
4- ما قيمة (R_G) عند اكبر ربح في فولتية الخرج؟



شكل 9-9 الدائرة الكهربائية لمكبر العمليات AD620

تمرين (25)

اسم التمرين: الدائرة الكهربائية لمكبر الأجهزة **(Electric Circuit for Instrumentation Amplifier)**

الهدف من التمرين: بناء الدائرة الكهربائية لمكبر الأجهزة ودراسة خصائصها المختلفة

ملخص نظري:

نظرا لأهمية مكبر الأجهزة في الاستعمالات الطبية لمنظم أجهزة قياس الفعاليات البيولوجية في جسم الإنسان كالإشارة الكهربائية للقلب أو الدماغ أو الفعالية الحيوية لعضلات الجسم لاستخلاص الإشارة المكبرة للعضو المراد تشخيصه أو علاجه لذا سنأخذ أكثر من تجربة ببناء مختلف. ومن ضمنها هذه التجربة التي تستخدم فيها اثنان من مكبر العمليات(741) بأقل عدد من المقاومات وباستعمال قانون ربح A_V كما في المعادلة الآتية:-

$$Av = R_3 + \frac{R_4}{R_3} \qquad \text{.....(9 – 9)}$$

الأجهزة المستعملة:

1- مكبر العمليات741 عدد/2 .
2- مجهز قدرة مستمرة.
3- مولد إشارة.
4- راسم الإشارة.

5- لوحة توصيل.

6- مقاومات مختلفة القيم مع أسلاك توصيل.

خطوات العمل:

1- اربط الدائرة الموضحة بالشكل (9 - 10).

2- جهز مكبر العمليات الأول بفولتية (V_1) قيمتها ($V_{p.p}$ 2) وبتردد (جيبية)1kHzمن خلال الطرف غير العاكس رقم (3) ومكبر العمليات الثاني بفولتية (V_2) تساوي $1V_{p.p}$ وبتردد 1kHz.

3- اضبط نقطتي التغذية للمكبرين ($+V_{cc}$ =15V و -15V = $-V_{cc}$).

4- ارسم الموجة الناتجة V_o من على شاشة راسم الإشارة مع قيم الفولتية والتردد.

5- غير في قيم الدخل (V_1 و V_2) . أوجد موجة الخرج من على شاشة راسم الإشارة.

6- احسب قيم الربح Av من القانون في المعادلة (8-9) نظريا وعمليا وقارن بين النتائج.

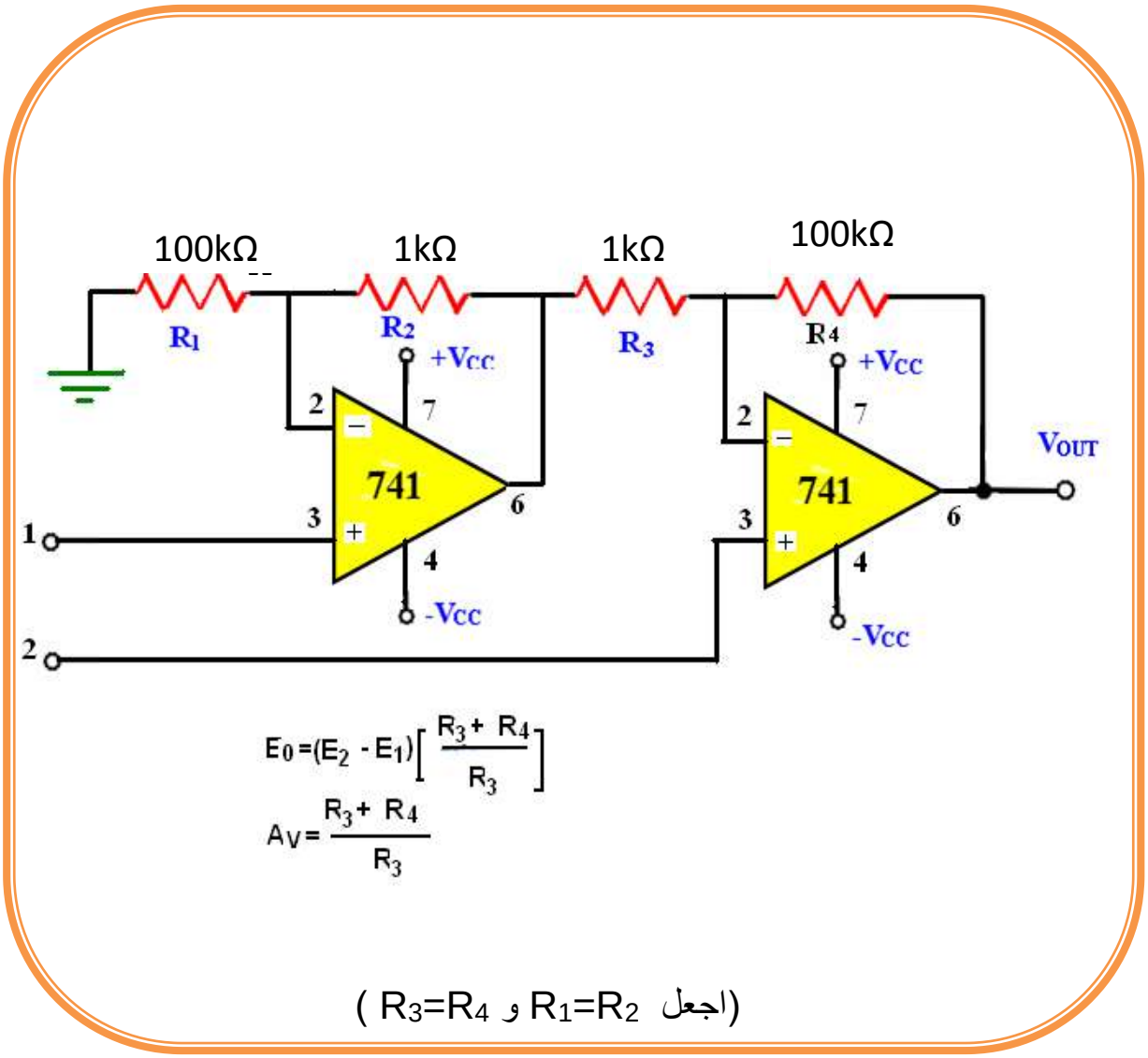
أسئلة المناقشة:-

1- ناقش جميع النتائج التي حصلت عليها النظرية والعملية.

2- ما الفرق في النتائج بين الأنواع الثلاثة لمكبرات الأجهزة وأيهم أفضل ولماذا؟

3- هل هناك اختلاف في قيم الربح النظرية والعملية ولماذا؟

4- ماذا يحدث عند زيادة قيمة المقاومة (R_4) في الشكل (9- 10)؟



($R_3=R_4$ و $R_1=R_2$ اجعل)

الشكل 9-10مكبر الأجهزة باستعمال اثنين من مكبر العمليات 741 وبممانعة دخل عالية

الفصل العاشر

المرشحات الفعالة (Active Filters)

الأهداف:

بعد أن يكتمل الفصل يكون الطالب قادرا على أن:-

1 – يعرف مكونات وأنواع المرشحات.

2 – يعرف استخدامات المرشحات.

3 – يعرف خواص المرشحات الفعالة ومميزاتها.

4 – يربط دائرة مرشح إمرار تردد منخفض.

5- يربط دائرة مرشح إمرار تردد عال.

6 – يحسب ربح الفولتية.

7 – يرسم منحني العلاقة بين التردد وربح الفولتية لمرشح إمرار تردد منخفض ومرشح إمرار تردد عال.

8 – يحدد تردد القطع على منحني العلاقة بين التردد وربح الفولتية.

9 – يعرف المرشحات الفعالة في الدوائر المتكاملة.

الفصل العاشر

المرشحات الفعالة (Active Filters)

10 – 1 المرشحات (Filters)

تستعمل المرشحات لتمرير ترددات معينة مرغوب فيها يقع ترددها في نطاق ترددي مختار ومنع ترددات أخرى إذا تعدى ترددها النطاق المختار. إذ يكثر استعمالها في دوائر الاتصالات. توجد أصناف متعددة من المرشحات تعرف حسب تكوينها، ومن أنواع المرشحات ما يلي:

1- المرشحات الغير فعالة (Passive Filters): هي المرشحات التي تحتوي دوائرها الإلكترونية على مقاومات، متسعات، وملفات.

2- المرشحات الفعالة (Active Filters): هي المرشحات التي تحتوي دوائرها الإلكترونية على عنصر فعال (مكبر العمليات) وعناصر غير فعالة كالمقاومات والمتسعات. تتميز هذه المرشحات بما يلي:

ا- تكبير الإشارة بمعامل ربح يمكن التحكم فيه.

ب- مقاومة خرج الدائرة واطئة، مما لا يسبب حمل لدائرة المرشح.

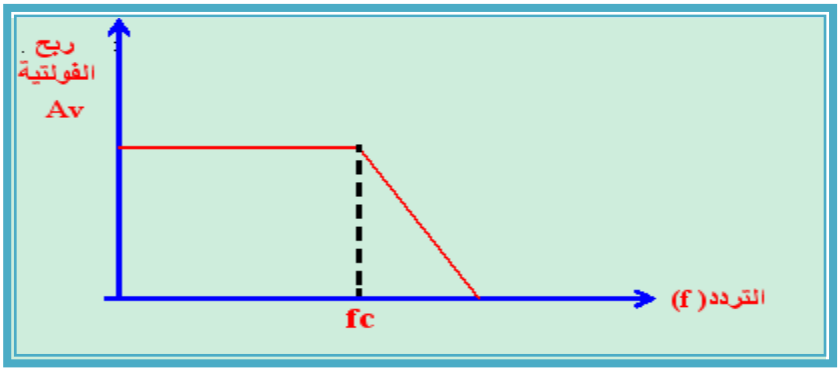
ج- لعدم استعمال الملفات يكون حجمها صغيرا، ولا تتأثر الإشارة بالمجال المغناطيسي للملف.

3- المرشحات الرقمية (Digital Filters): هي مرشحات تتكون أساسا من عناصر رقمية كالمعالج الدقيق ومكونات رقمية مساعدة أخرى تكون ضمن قطعة دائرة متكاملة واحدة.

10 – 2 أنواع المرشحات الفعالة

1- مرشح إمرار تردد منخفض: (Active Low Pass Filter (LPF

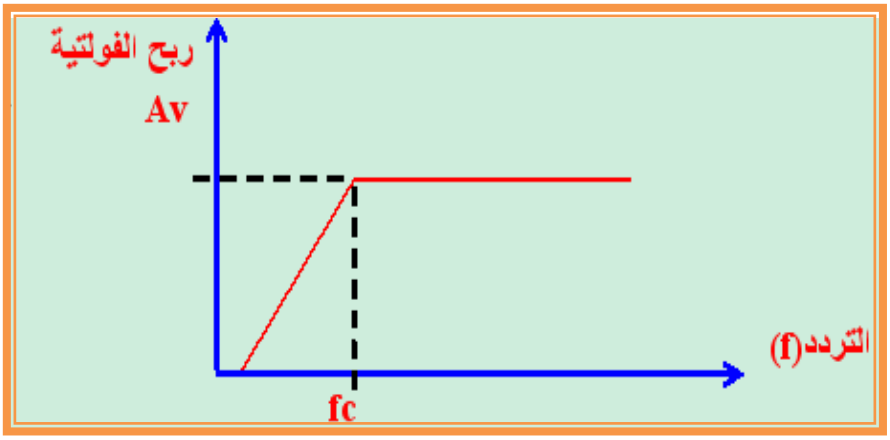
شكل (10 -1) يوضح الخواص المثالية لمرشح إمرار تردد منخفض. ومن الخواص نجد أن ربح المرشح يكون ثابت للترددات المنخفضة للإشارة الداخلة حتى تردد القطع (Cut-Off). أما الإشارات الداخلة بتردد أعلى من تردد القطع فأنها تتلاشى كليا على أطراف خرج المرشح.



شكل 10 - 1 الخواص المثالية لمرشح تردد منخفض

2- مرشح إمرار تردد عال (Active High Pass Filter (HPF):

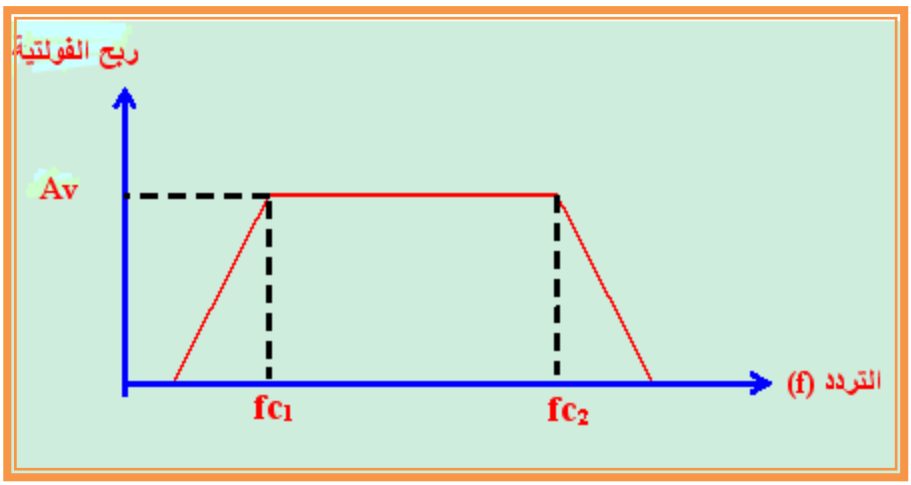
شكل (10 -2) يوضح الخواص المثالية لمرشح إمرار تردد عال. ومن الخواص نجد أن ربح المرشح يكون صفرا للترددات المنخفضة للإشارة الداخلة عن تردد القطع (Cut-Off). بينما يكون ربح المرشح ثابتا للترددات الأعلى من تردد القطع وتظهر على أطراف خرج المرشح الإشارات ذات التردد الأعلى من تردد القطع.



شكل 10 - 2 الخواص المثالية لمرشح تردد عال

3- مرشح نطاق محدد (Band Pass Filter BPF):

شكل (10 - 3) يوضح الخواص المثالية لمرشح نطاق محدد. حيث يوجد ترددان للقطع في هذا المرشح. احد هذين الترددين هو تردد القطع المنخفض (f_{c1}) والتردد الأخر هو تردد القطع العالي (f_{c2}). يكون ربح المرشح ثابتا بين ترددي القطع ويتلاشى إلى الصفر فجأة للترددات الأقل من تردد القطع وللترددات الأعلى من تردد القطع. وتظهر على أطراف خرج المرشح الإشارات ذات الترددات المحصورة بين ترددي القطع.



شكل 10 - 3 الخواص المثالية لمرشح تردد نطاق محدد

تمرين (26)

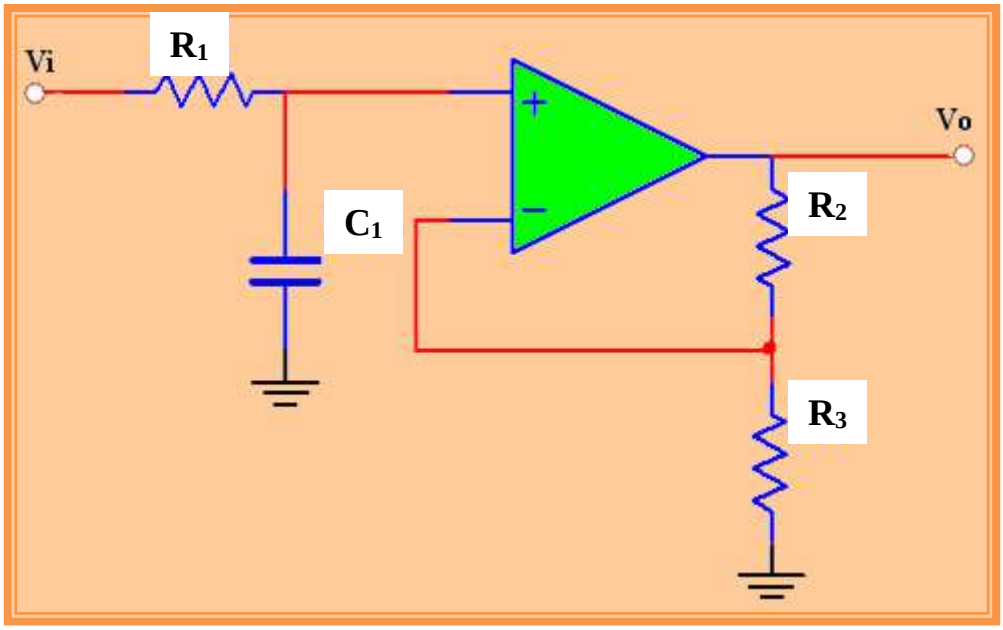
اسم التمرين: مرشح إمرار تردد منخفض (Low Pass Filter – LPF)

الهدف من التمرين: رسم منحني العلاقة بين التردد وربح الفولتية لمرشح إمرار تردد منخفض

الأجهزة والمواد المستعملة:

1. جهاز الاوسيليسكوب.
2. جهاز مولد إشارة.
3. مصدر جهد مستمر.
4. مكبر عمليات MC741.
5. متسعة: C_1= 0.01µF.
6. مقاومات: R_3=22kΩ ، R_2=10kΩ ، R_1=10kΩ.

رسم الدائرة الكهربائية:



شكل 10- 4 الدائرة الكهربائية لمرشح إمرار تردد منخفض

خطوات العمل:

1 – اربط الدائرة العملية كما في الشكل (10 - 4).

2 – بواسطة جهاز راسم الإشارة أضبط مولد الإشارة على موجة جيبية ذات تردد يبدأ من 10Hz إلى 12kHz وبجهد (5V) p.p كما موضح في جدول (10- 1).

3– أوجد الفولتية الخارجة (V_o) ثم سجل النتائج في الجدول (10- 1).

4 - قم بزيادة التردد كما في جدول (10- 1) وفي كل قيمة جد الفولتية الخارجة (V_o) ثم سجل النتائج في الجدول (10- 1).

5- أحسب ربح الفولتية بواسطة القانون:

$$Av = \frac{Vo}{Vi}$$

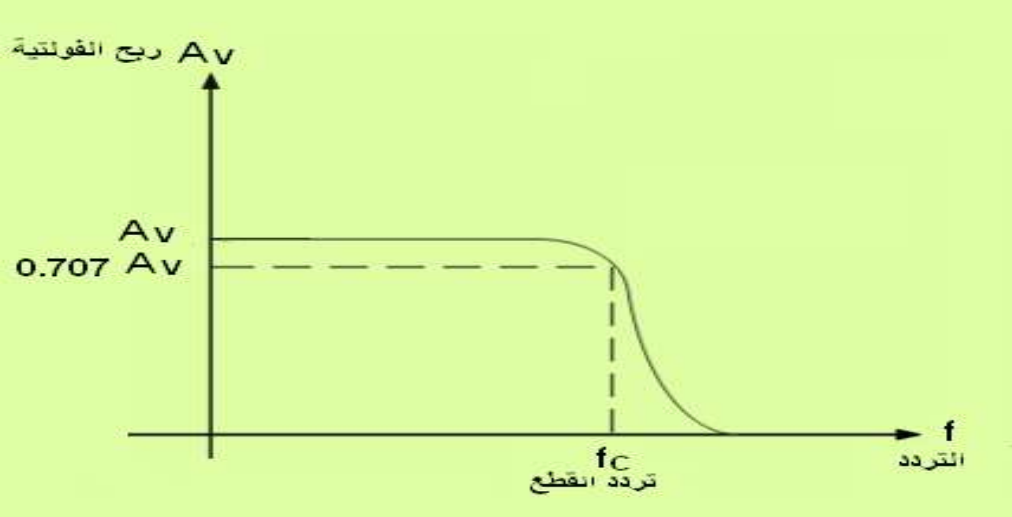
6- سجل النتائج في الجدول(10- 1).

جدول 10- 1 النتائج المستحصلة

V_i=5Vp.p F/Hz	10	50	100	200	400	600	800	1k	2k	3k	4k	6k	8k	10k
V_o p.p														
A_V														

المناقشة:

1 ارسم منحني العلاقة بين التردد وربح الفولتية من الجدول (10- 1).
2 حدد ترددي القطع للمرشح. حيث تهبط أعلى قيمة لربح المكبر(A_v) إلى(0.707 A_v) عند تردد القطع كما موضح في شكل (10- 5).



شكل 10- 5 منحني العلاقة بين التردد وربح الفولتية لمرشح إمرار تردد منخفض

تمرين (27)

اسم التمرين: مرشح إمرار تردد عال (High pass Filter (HPF))

الهدف من التمرين: رسم منحني العلاقة لمرشح إمرار تردد عال

الأجهزة والمواد المستعملة:

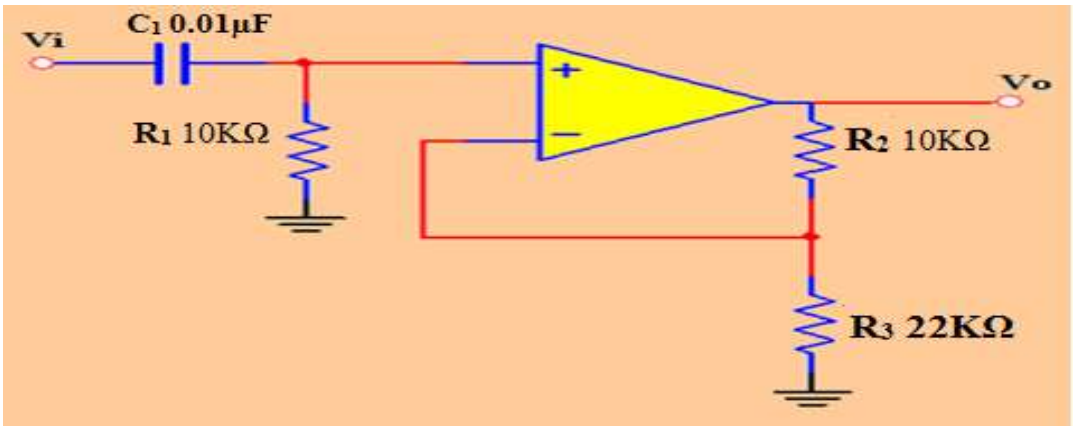
1 - راسم الإشارة (اوسليسكوب)

2 - مكبر عمليات MC741

3 - متسعة : $C_1=0.01\mu F$

4 - مقاومات : $R_3=22k\Omega$ ، $R_2=10k\Omega$ ،$R_1=10k\Omega$

رسم الدائرة الكهربائية



شكل 10– 6 الدائرة الكهربائية لمرشح إمرار تردد عال

خطوات العمل:

1– اربط الدائرة العملية كما في الشكل (10- 6).

2 – بواسطة جهاز راسم الإشارة أضبط مولد الإشارة على موجة جيبيه ذات تردد يبدأ من 10Hz إلى 12kHz وبجهد ($5V_{p.p}$) كما موضح في جدول (10- 2).

3– أوجد الفولتية الخارجة (V_o) ثم سجل النتائج في الجدول (10 - 2).

4– قم بزيادة التردد كما في جدول (10- 2) وفي كل قيمة أوجد الفولتية الخارجة (V_o) ثم سجل النتائج في الجدول (10- 2).

5 - احسب ربح الفولتية بواسطة القانون التالي:

$$Av = \frac{Vo}{Vi}$$

6 - سجل النتائج في الجدول .

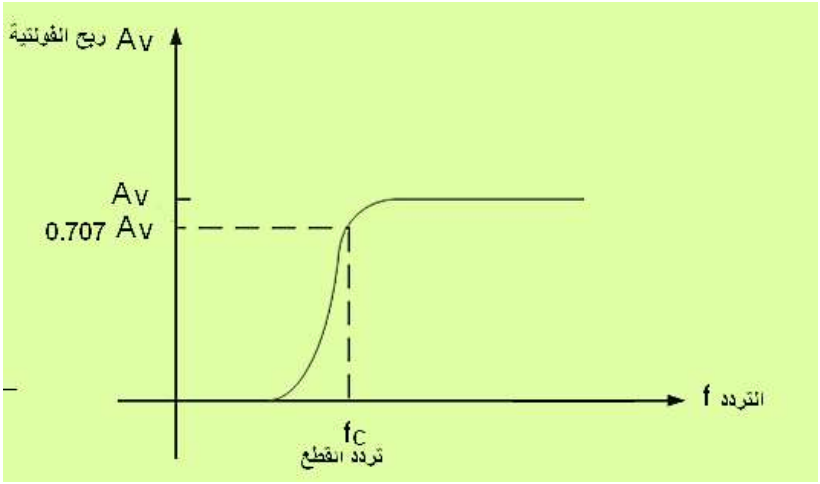
جدول 10 - 2 لمرشح إمرار تردد عال

$V_i=5V_{p.p}$ F/Hz	10	50	100	200	400	600	800	1k	2k	3k	4k	6k	8k	10k
V_o p.p														
A_V														

المناقشة:

1-ارسم منحني العلاقة بين التردد وربح الفولتية من الجدول (10- 2)؟

2– حدد ترددي القطع للمرشح كما موضح في شكل (10 - 7)؟

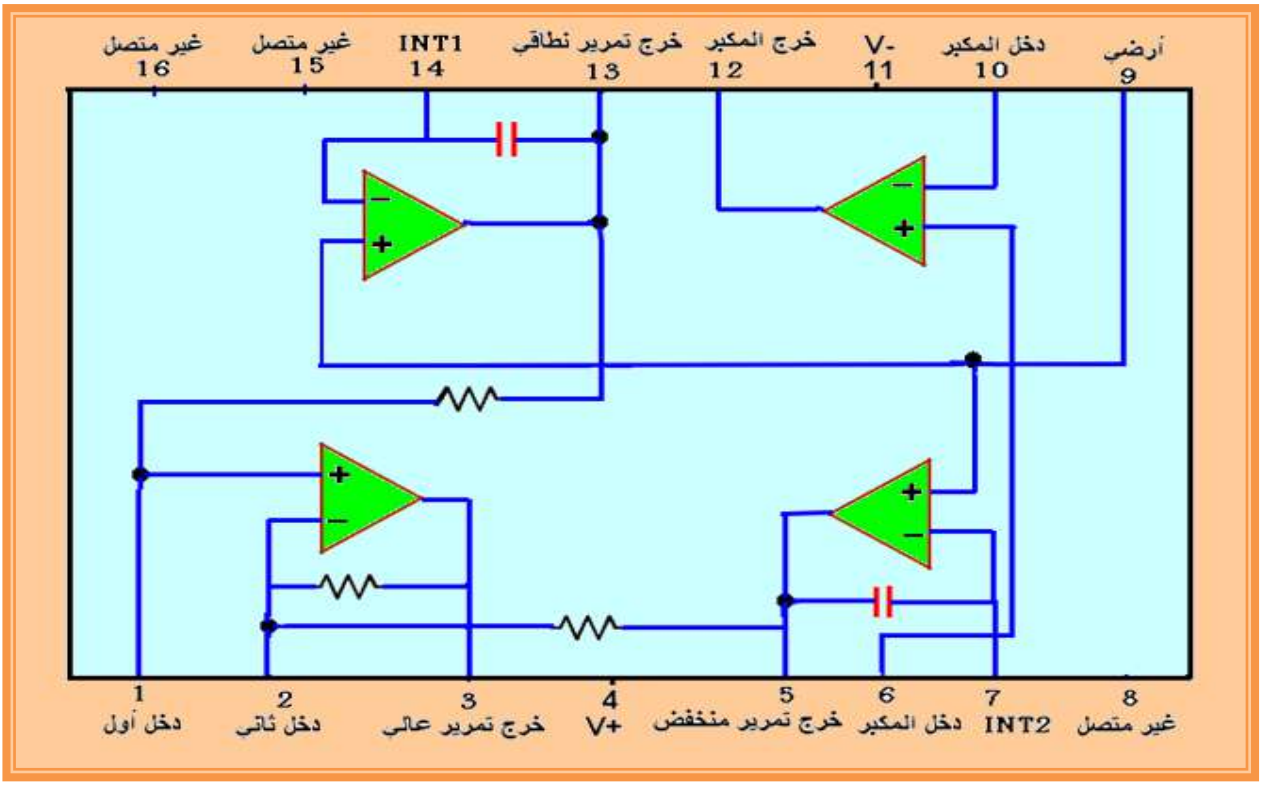


شكل 10 - 7 منحني العلاقة بين التردد وربح الفولتية لمرشح إمرار تردد عال

10 – 3 المرشحات الفعالة في الدوائر المتكاملة

يصنع عدد من المرشحات الفعالة في الدوائر المتكاملة. تحتوي معظم القطع المتكاملة على مكونات دائرة مرشح عام. وتساعد هذه الدوائر في تبسيط عملية تصميم وتحقيق أي نوع من أنواع المرشحات بإضافة توصيل عناصر خارجية بسيطة مثل المقاومات والمتسعات. كما تتميز هذه الدوائر بصغر الحجم والوزن وزيادة الاعتمادية وبساطة التوصيل ورخص الثمن.

واحد هذه الدوائر المتكاملة للمرشحات العامة يعرف تجاريا تحت اسم (AF 100) وتأتي هذه القطع معبأة في عبوة معدنية مستديرة ذات (12) رجلاً أو بعبوة ذات أطراف زوجية متوازية (DIP) كما موضح في شكل (10 -8) حيث يكون عدد أرجل توصيلها (16) رجلاً.



شكل 10- 8 دائرة متكاملة طراز (AF 100) لمرشح عام فعال ذات أطراف زوجية متوازية DIP

4-9 تطبيقات المرشحات الفعالة ومكبر الأجهزة الطبية

الإشارة الكهربائية للقلب (Heart- Beat-Simulator):

من الصعب الحصول على الإشارة الكهربائية للقلب ببناء دوائر إلكترونية بسيطة وبإمكانيات محدودة، لكن بناء هذه الدوائر ومحاولة تحسينها يعطي الطالب معلومات لا حصر لها بما يخص إشارة القلب أو غيرها التي لها سعة (فولتية) وترددات صغيرة بالإضافة إلى الكثير من الإشارات الكهربائية غير المرغوبة المصاحبة للتقلصات العضلية للصدر والبطن وحركة المريض وترددات المصدر(50Hz) وترددات أخرى مصاحبة للإشارة القلبية يجب التخلص منها باستعمال مرشحات فعالة ومكبرات مختلفة الأغراض منها:

1- مرشح إمرار واطئ (Low Pass Filter). 2 - مرشح إمرار عالي (High Pass Filter)

3- مرشح إمرار حزمة (Band Pass Filter). 4 - مرشح تردد المصدر.

فضلا عن الدوائر الخاصة بتشكيل الموجة للتخلص من السعات العليا والدنيا غير المرغوبة والمركبة فوق الإشارة الكهربائية للقلب وعند توظيف جميع الدوائر الإلكترونية أعلاه نحصل على إشارة جيدة ومناضرة للإشارة الحقيقية ولكن تحتاج أجهزة ودوائر معقدة لا تلائم التجارب التي نقوم بإجرائها في

المختبر، لذا سنقوم ببناء دائرة إلكترونية بسيطة وبأقل عدد من العناصر الإلكترونية باستعمال مكبر الأجهزة الطبية نوع(AD620A) لاستخلاص الإشارة الكهربائية القلبية قدر الإمكان.

تمرين (28)

اسم التمرين: استعمال مكبر الأجهزة للحصول على الإشارة الكهربائية للقلب

الهدف من التمرين: توظيف مكبر الأجهزة الطبية نوع (AD620A)، لمواصفاته الجيدة في قياس الإشارات الكهرو حياتية، للحصول على الإشارة الكهربائية للقلب(P-QRS-T) عن طريق ربط الدائرة مباشرة بجسم الإنسان من خلال أقطاب سطح الجسم أو باستخدام جهاز محاكاة الإشارة الكهربائية للقلب.

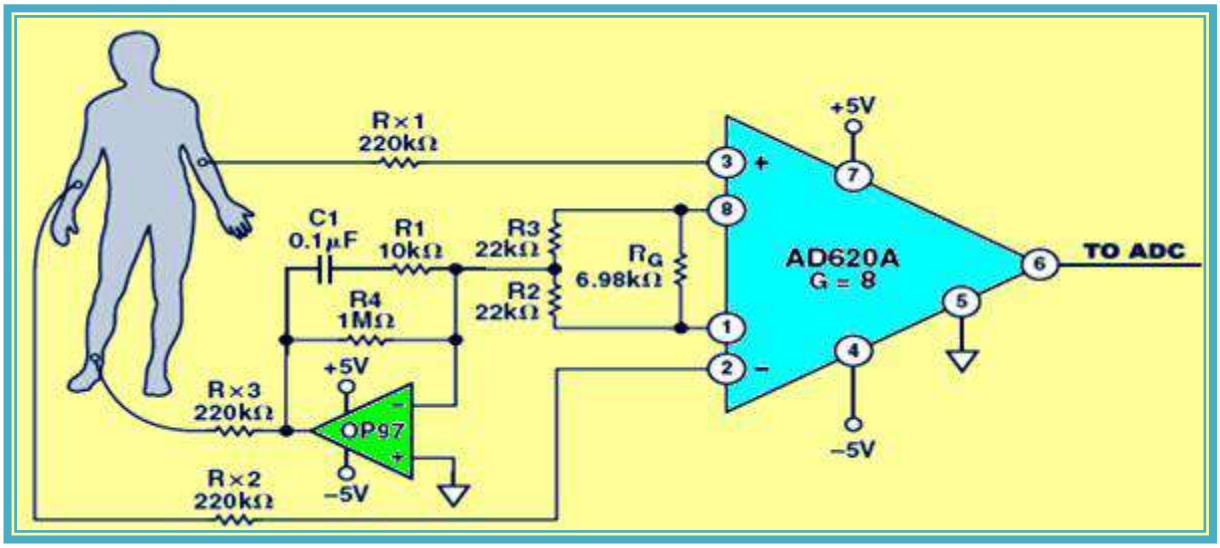
الأجهزة المستعملة:-

1) مكبر الأجهزة الطبية نوع (AD620A)عدد/ 2.
2) مقاومات ومتسعات مختلفة القيم.
3) راسم الإشارة.
4) مجهز قدرة مستمرة عدد5.
5) أقطاب التوصيل المستخدمة في أجهزة تخطيط القلب (ECG).
6) دائرة تحويل القيم التماثلية إلى رقمية (ADC).
7) مكبر نوع (OP97).

خطوات العمل:-

1) اربط الدائرة المبينة في الشكل (10-9) باستثناء الدائرة الموصلة للساق اليمنى حيث تربط مباشرة لمكبر الأجهزة من خلال المقاومة المتغيرة (R_G).

2) جهز المكبر بفولتيات تغذية (±5V) من مجهزات القدرة.



شكل 10-9 الدائرة الإلكترونية للحصول على الإشارة الكهربائية للقلب

3) باستعمال راسم الإشارة ارسم الموجة الخارجة مع قيم السعة وزمن الموجة مع تغير قيمة (R_G).

4) أَضف الجزء الخاص بربط المكبر(OP97) واعد الخطوة 3.

5) أوجد الربح قبل وبعد مكبر الأجهزة مع تغير قيمة مقاومة الربح.

الأسئلة

1) ما هي مواصفات مكبر الأجهزة الطبية؟

2) ماذا يحدث لقيم الربح عند استخدام مقاومة الربح (R_G) ناقش ذلك؟

3) قارن الإشارة التي حصلت عليها بدون المكبر(OP97) ومعه.

4) قارن الإشارات أعلاه مع الإشارة النموذجية للقلب.

الفصل الحادي عشر

التضمين (Modulation)

الأهداف:

الهدف العام: بناء دائرة التضمين ودراسة خصائصها المختلفة

الأهداف الخاصة:- بعد دراسة وإجراء التجربة يكون الطالب قادرا على أن:-

1) يعرف التضمين ويعدد أنواعه المختلفة.

2) يعدد الفروق الأساسية بين أنواع التضمين.

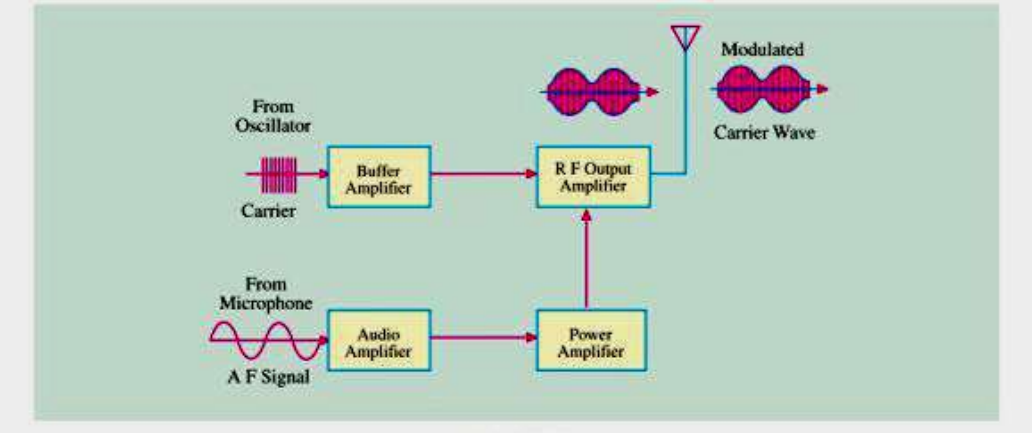
3) يعدد فوائد التضمين وإزالة التضمين.

4) يعدد الأجزاء والعناصر الإلكترونية المختلفة المستعملة في بناء دائرة التضمين ويذكر فائدة وعمل كل جزء وعنصر فيها.

5) يرسم ثم ينفذ دائرة التضمين.

6) يرسم موجة الدخل وموجة الخرج لدائرة التضمين من على شاشة راسم الإشارة مع القيم.

7) يحل جميع الأسئلة الموجودة في نهاية التجربة.



الفصل الحادي عشر

التضمين (Modulation)

1-11 فائدة التضمين وإزالة التضمين

1- للحفاظ على الإشارة المعلوماتية (المحمولة) من الضياع في الفضاء لعدم إمكانية بثها لمداها القصير.

2- إذا تم بثها لمدى قصير مباشرة سيحدث تداخل في الموجات أثناء الاستلام لامتزاجها مع بعضها البعض بسبب تجاورها وتردداتها الصغيرة.

3- بدون التضمين تحتاج الإشارة إلى هوائي كبير جدا لبثها فالإشارة التي ترددها (1kHz) يصل طول مرسلات الهوائي إلى (75km) عند تطبيق المعادلة (1-11) التالية للعلاقة بين طول الهوائي (L) والتردد (f):-

$$L=75\times 10^6/f \qquad \text{---------- (1-11)}$$

$$75\times10^6/1kHz = 75\times10^3 = 75km$$

وعند استعمال التضمين فان الموجات الراديوية الحاملة تحتاج إلى هوائي معقول الحجم ولن يكون هناك تداخل مع بقية الموجات المرسلة الأخرى الموجودة في نفس المنطقة.

4- استعمال التضمين وإزالة التضمين في إرسال الإشارات البيولوجية الخارجة من أجهزة تخطيط القلب أو الدماغ أو العضلات واستلامها وهو العلم المسمى القياس الحياتي عن بعد (Biotelemetry).

5- استعمال التضمين في عزل المريض عن مصدر الطاقة الكهربائية داخل الجهاز الطبي نفسه عند ربطه بالمريض لمنع الصدمة الميكروية (Micro Shock).

6- استعماله في نظم الهاتف الحديثة لإرسال مئات المكالمات باستعمال زوج واحد من الأسلاك.

2-11 أنواع التضمين (Types Of Modulation)

كما هو معروف فان المعادلة الرياضية للموجات الجيبية هي كما في المعادلة الآتية:

$$V=V_m \sin(2\pi ft+\theta) \qquad \text{----------(2- 11)}$$

من الواضح من المعادلة (11- 2) أن شكل الموجة يمكن أن يتغير حسب تغير العوامل الآتية:

1- (V_m) سعة الموجة الحاملة.

2- (f) تردد الموجة الحاملة.

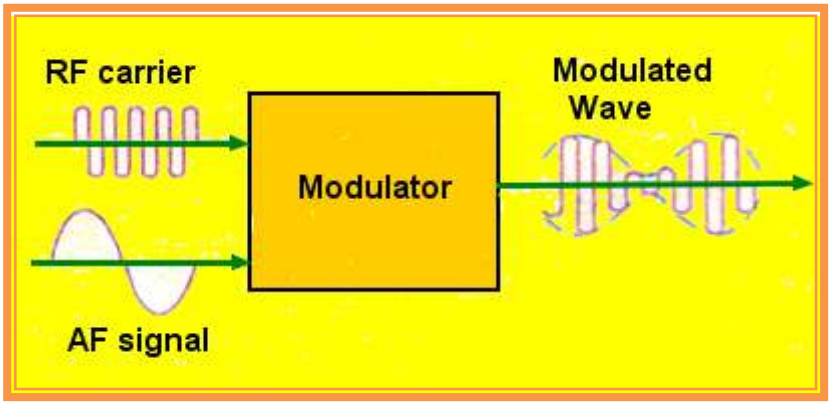
3- (ɵ) زاوية طور الموجة الحاملة.

وبناء على هذا فان هناك ثلاثة أنواع لتضمين الموجة، وهي:-

ا : تضمين سعوي (- AM - Amplitude Modulation) أن الموجة المحمولة تغير سعة الموجه الحاملة كما موضح بالشكل (11-1) لمخطط تضمين سعوي.

ب: تضمين ترددي (-FM– Frequency Modulation) حيث الموجة أو الإشارة المحمولة تغير تردد الموجة الحاملة بدون تغير سعة أو طور الموجة الحاملة (الراديوية).

ج: تضمين طوري (-PM – Phase Modulation) الموجة المحمولة (المعلوماتية) في هذا النوع تغير زاوية طور الموجة الحاملة بدون تغيير التردد أو السعة. لذا يمكن تعريف التضمين بانه:- (تحكم إشارة ذات تردد واطئ (الموجة المحمولة) باتساع أو تردد أو طور(أو نبض إذا كانت الموجة نبضية) الموجة ألحاملة ذات التردد العالي وبهذا نحصل على تضمين سعوي أو ترددي أو طوري عند الدمج بين الإشارتين، لأن بعض خواص الموجة الحاملة تتغير مع الزمن بسبب الإشارة المضمنة لذلك تتولد هذه الأنواع المختلفة من التضمين حسب طريقة توليدها).



شكل11-1 مخطط التضمين السعوي

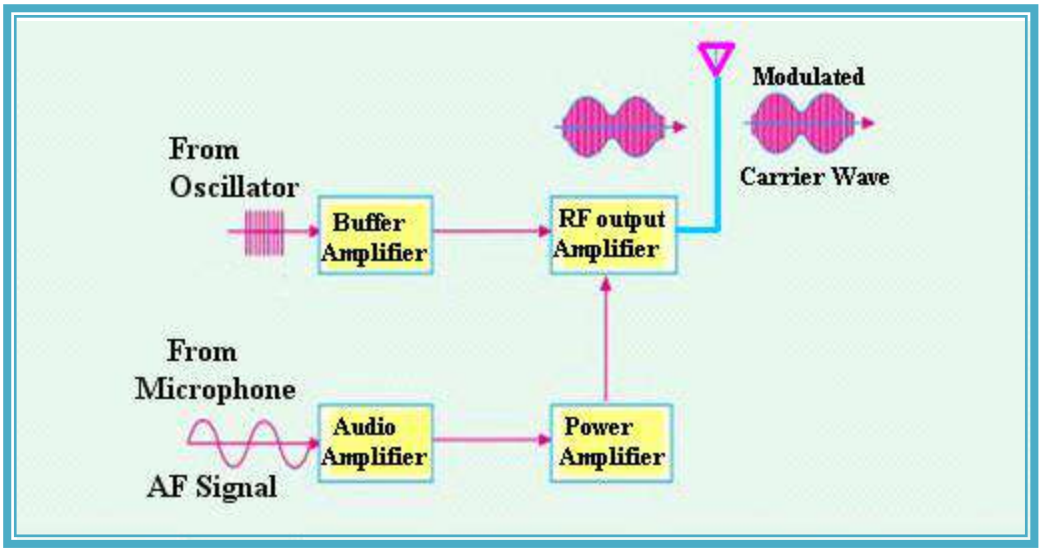
3-11 إرسال واستقبال الموجة المضمنة سعوياً

(Transmission And Receiving Amodulated Wave)

إن التضمين السعوي أكثر أنواع التضمين استعمالا، لذلك سنشرح عملية إرسال واستقبال الموجة المضمنة سعويا أي عملية التضمين وإزالة التضمين باستعمال المخططات الكتلوية.

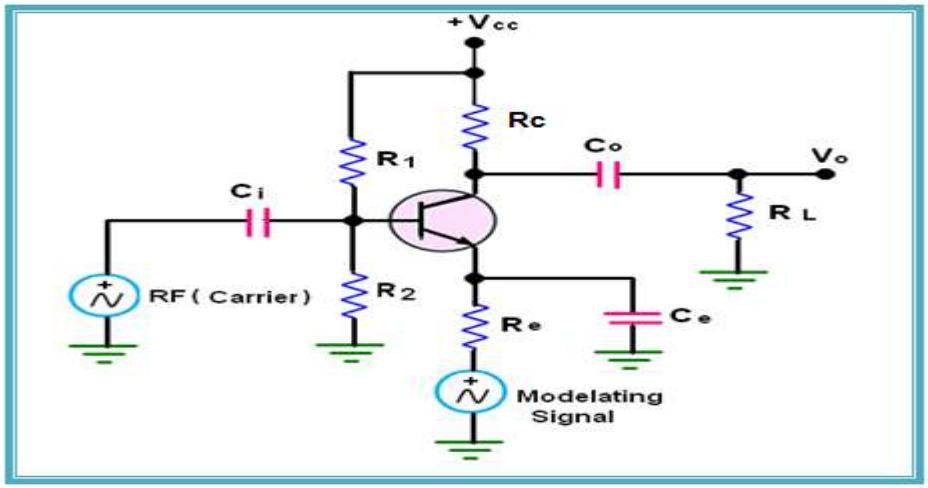
الشكل(11-2) مخطط كتلي يوضح مرسلة لتضمين سعوي إذ نحصل على الموجة الراديوية الحاملة (Carrier Wave) من مذبذب بلوري (Crystal Oscillator) وتغذى إلى مكبر عزل (Buffer) وإلى

مكبر الموجة الراديوي (RF Amplifier) لتدمج مع الإشارة المعلوماتية أو الصوتية القادمة من المذياع (Microphone) مرورا بالمكبر الصوتي (Audio) ثم بمكبر القدرة(Power Amplifier) لترسل الموجة بعد الدمج أي التضمين (Modulated) من خلال الهوائي إلى الفضاء.



الشكل11 -2 المخطط الكتلي لمرسلة موجه مضمنه سعويا

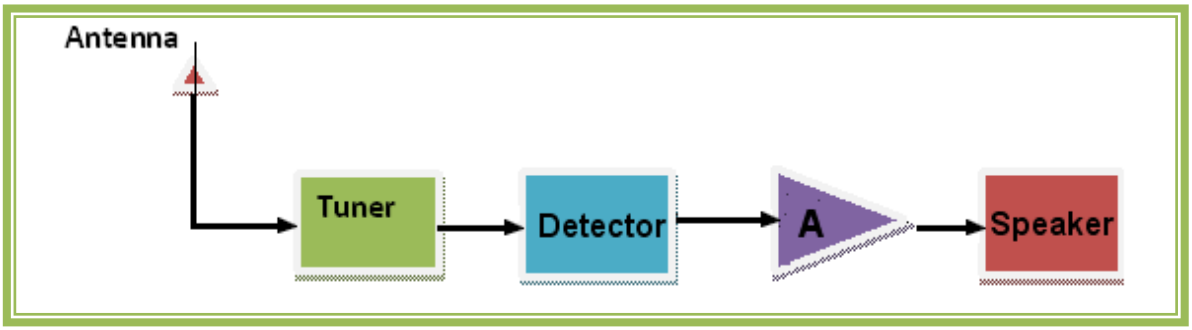
الشكل(11-3) يوضح الدائرة الإلكترونية لمرسلة موجة مضمنة سعوياً باستعمال الترانزستور الباعث المشترك (C_E) حيث تغذى الإشارة الراديوية الحاملة (Carrier) إلى قاعدة الترانزستور من خلال متسعة الدخل (Ci) والإشارة المحمولة تغذى إلى الباعث لتدمج معا وتخرج إشارة مضمنة ومكبرة وبالشكل الذي نراه في خرج الدائرة(V_o) إذ تتحكم الإشارة المحمولة ذات التردد الواطئ باتساع الإشارة الراديوية الحاملة ذات التردد العالي. لتبث بعدها من خلال الهوائي إلى الفضاء.



شكل 11-3 الدائرة الإلكترونية لتضمين سعوي باستعمال ترانزستور الباعث المشترك

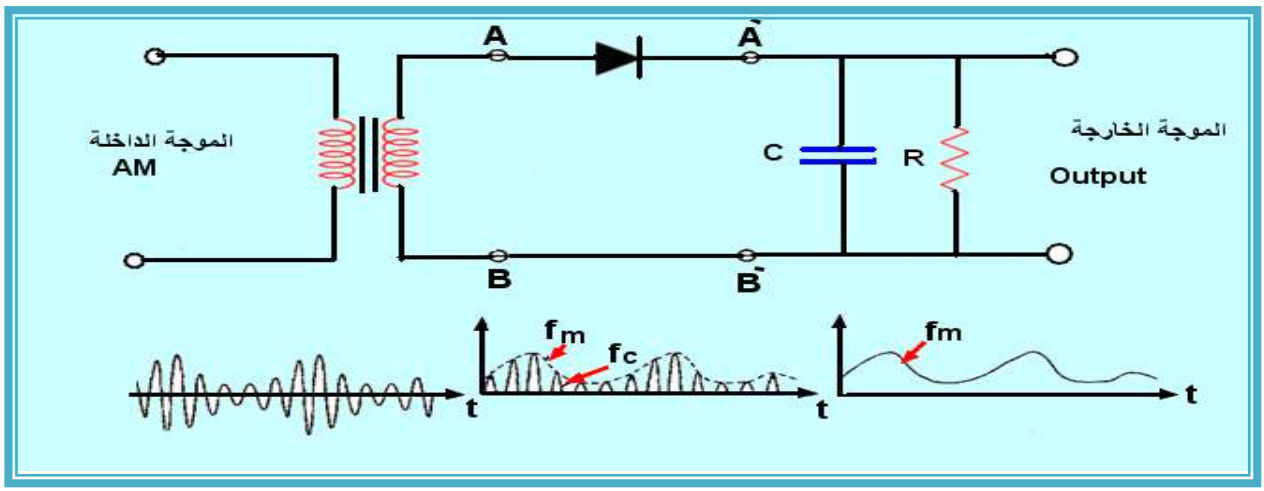
4-11 إزالة التضمين (Demodulation)

تستلم الإشارة المضمنة من قبل المستقبل المتكون من الهوائي (Antenna) والمؤلف (Tuner) المتكون من متسعة متغيرة وملف للحصول على الإشارة الراديوية المرغوبة من خلال تغير تردد رنين دائرة التوليف (LC) ثم كاشف التضمين (Detector) ثم تكبر الإشارة بواسطة المكبر السمـــعي(Radio Amp.) وإلى السماعة (Speaker). والشكل(4-11) مخطط كتلي يوضح مراحل إزالة التضمين.



شكل 11 - 4 المخطط الكتلي لمراحل إزالة التضمين

والدائرة الإلكترونية للشكل (5-11) توضح كيفية إزالة التضمين باستعمال الدايود الكاشف وهي دائرة كاشف الذروة نفسها التي سبق دراستها في السنة السابقة، إذ تكشف ذروات إشارة الدخل ويكون الخرج عبارة عن الغلاف العلوي للموجة المضمنة (تقويم الموجة) وللتخلص من معظم الموجة الراديوية الحاملة وما تبقى منها تمر خلال المتسعة (C) الواطئة السعة للموجات الراديوية بينما تعبر الموجات الصوتية المحمولة بسهولة خلال المقاومة الواطئة (R) وأسفل الدائرة شكل الموجات لكل جزء من الدائرة بدا من الموجة المضمنة (AM) بين النقطتين (A وB) في الشكل (5-11) ثم شكل الموجة بعد التقويم بين النقطتين (`A و`B) وشكل الموجة على خرج المقاومة (R) بعد إلة التضمين.



شكل 11-5 الدائرة الكهربائية وشكل الموجة لمراحل إزالة التضمين

تمرين (29)

الهدف من التمرين:- بناء دائرة التضمين ودراسة خصائصها.

ملخص نظري:-

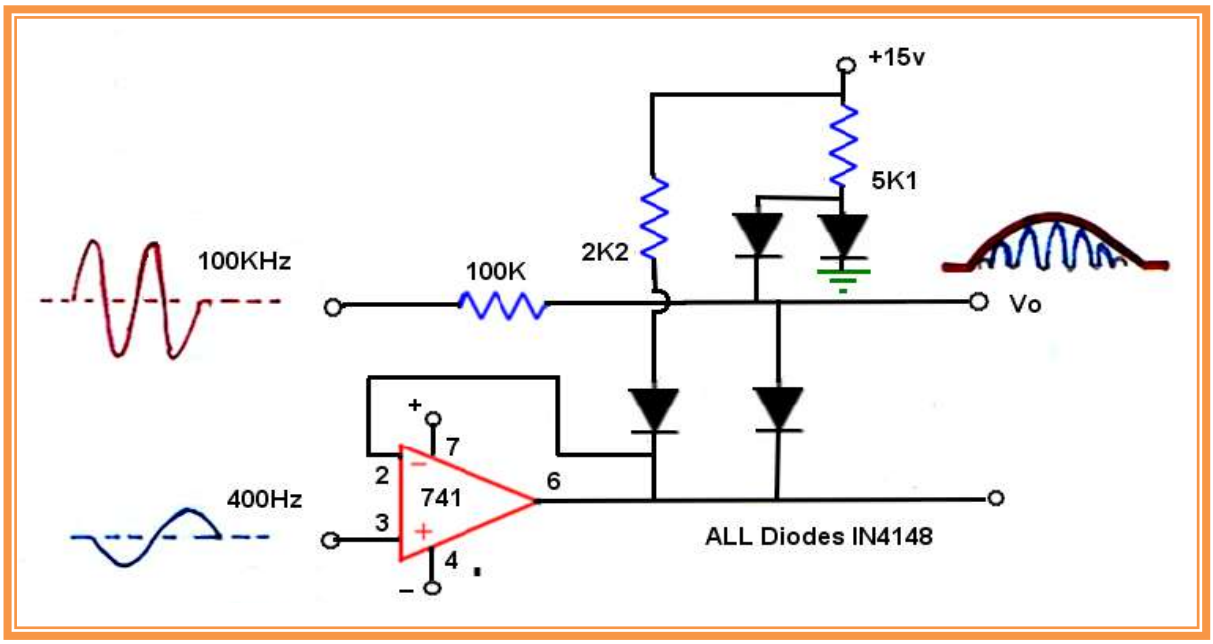
التضمين هو دمج إشارة معلومات (Modulating signal) (صوت، صورة، إشارة لمتغير بايلوجي في جسم الإنسان) ذات تردد واطئ مع موجة راديوية حاملة (Carrier wave) وتسمى الموجة الناتجة بموجة التضمين (Modulated wave)، لغرض إرسالها من مكان توليدها (سيارة إسعاف، عيادة طبية، بيت) إلى مكان استقبالها (مستشفى متخصص، مؤسسة طبية، خبير اختصاصي) في هذه التجربة سنقوم ببناء دائرة كهربائية باستعمال مكبر العمليات 741 وتغذية بنبضة أو موجة جيبية ذات فولتية وتردد معلوم كموجة حاملة وموجة جيبية أخرى بتردد واطئ كموجة محمولة، لنحصل من على شاشة الاوسيليسكوب (راسم الإشارة)على الموجة المضمنة لرسمها ونسجل قيم الفولتية والتردد ونحدد نوع وشكل الموجة التي حصلت عليها.

الأجهزة المستعملة:-

1- شريحة مكبر العمليات Operation Amplifier 741.
2- مجهز قدرة مستمرةD.C power supply.
3- مولد الإشارة Function generator.
4- راسم الإشارة Oscilloscope.
5- دايود نوع IN4148 عدد/4: Diodes.
6- لوحة توصيل: Connecting Board.
7- مقاومات مختلفة القيم مع أسلاك توصيل:
Different Value of Resistors and connecting wires.

خطوات العمل (Procedure):

1- اربط الدائرة الموضحة بالشكل (6-11).
2- جهز مكبر العمليات (741) بفولتيات تغذية ($+V_{cc}$=15V) على الطرف الموجب رقم (7) و($-V_{cc}$=-15V) على الطرف السالب (4).
3- باستعمال مولد الإشارة جهز موجتي تغذية موجة نبضية بفولتية 1.5Vp.p وبتردد 10kHz على الطرف العاكس رقم (2) كموجة حاملة وموجة بتردد 400Hz وفولتية V=1Vp.p على الطرف غير العاكس.
4- باستعمال راسم الإشارة ،ارسم الإشارة الناتجة وحدد القيم عليها.
5- اعد التجربة باستعمال موجة راديوية جيبية بتردد 15kHz ثم ارسم الموجة المضمنة الناتجة من على شاشة راسم الإشارة كما في الشكل (6 - 11).



الشكل 11- 6 دائرة التضمين (Modulation)

أسئلة المناقشة:-

1- ما فائدة الدايودات الأربعة في دائرة التضمين؟
2- هل الموجة الناتجة موجة كاملة أو لا ولماذا؟
3- قارن بين شكل الموجتين الناتجتين في الخطوتين (4 و5) من خطوات العمل؟
4- ماذا يحدث للموجتين الحاملة والمحمولة للحصول على موجة مضمنة؟
5- كيف تم ربط الموجة الحاملة بمكبر العمليات (741)؟

الفصل الثاني عشر

جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية

Infrared (IR) and Ultraviolet (UV) Radiation Instrument

الأهداف:

الهدف العام: دراسة الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية وتشغيل وصيانة وإدامة جهاز الأشعة.

الأهداف الخاصة:

بعد الأنتهاء من إجراء التجربة يكون الطالب قادرا على أن:

1) يعرف أنواع الإشعاعات المرئية وتحت الحمراء وفوق البنفسجية وأطوالها الموجية وموقعها من الطيف الكهرومغناطيسي (Electromagnetic Spectrum).

2) يحدد فائدة الجهاز واستعمالاته المتعددة للنوعين من الأشعة (IR) و (UV).

3) يعدد موانع استخدام الجهاز وتأثير الأشعة على المتلقي والمشغل.

4) يعدد أجزاء الجهاز وعمل كل جزء.

5) يعرف طريقة تسلسل تشغيل الجهاز و طريقة استعماله للعلاج.

6) يفحص وينظم ويعرف طريقة حفظه الصحيحة.

7) يرسم ويشرح الدائرة الكهربائية للجهاز وعمل وفائدة كل جزء.

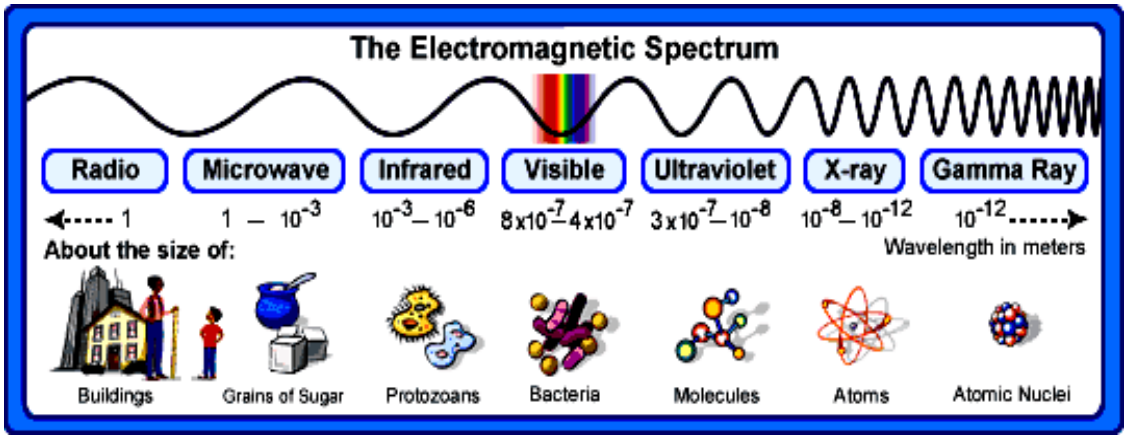
8) يحدد الأجزاء العاطلة و يعرف كيفية استبدال هذه الأجزاء.

الفصل الثاني عشر

جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية

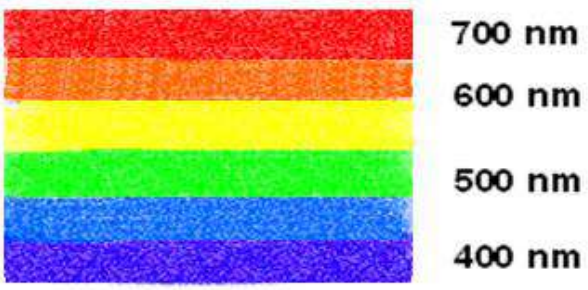
1-12 تمهيد

إن معظم أجهزة العلاج الطبيعي (Physiotherapy Devices) التي تستعمل الأشعة للعلاج تحوي الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية معا في الجهاز نفسه، وقبل أن ندخل في تفاصيل هذين النوعين علينا أن نعرف بأنهما جزء من الطيف الكهرومغناطيسي كما الضوء المرئي (Visible Light) والشكل(12-1) يوضح الأنواع المختلفة من الأشعة التي يحويها هذا الطيف ومقارنه لأطوالها الموجية مع إبعاد بعض الأجسام و الذرات.



شكل 12-1 الطيف الكهرومغناطيسي(Electromagnetic Spectrum)

إن الطيف الكهرومغناطيسي يتولد نتيجة للتذبذب (Oscillation) الثابت للإلكترونات في مداراتها حول نواة الذرة، وان سرعة التذبذب أو التردد يحدد مستوى طاقة الأشعة في الطيف الذي يحوي أطوال موجية من الصفر إلى مالا نهاية والضوء المرئي جزء صغير ومحدد من الأطوال الموجية من (400 nm) إلى (700 nm)



شكل12-2 ألوان الطيف المرئي وأطواله الموجية بوحدات النانوميتر

ولبشكل (12-2) يوضح ألوان الطيف المرئي عند تحليله بواسطة الموشور وتبدأ باللون الأحمر بطول موجي (700nm) وينتهي باللون البنفسجي (400nm) والضوء المرئي هو الجزء الوحيد الذي

تستطيع العين البشرية رؤيته علما بأن الطول الموجي القصير ذو التردد الواطئ للأشعة له مستوى طاقه أعلى من الأشعة ذات الترددات القليلة والطول الموجي الكبير.

2-12 الأشعة تحت الحمراء (Infrared Radiation)

الأشعة تحت الحمراء (IR) تقع كما نلاحظ من الشكل (12-1) بين الضوء المرئي والموجات الدقيقة (Microwave) لذا يمكن تقسيمها حسب طولها الموجي أو(قربها أو بعدها) من الضوء المرئي فالقريبة من الضوء المرئي تسمى أشعة تحت الحمراء القريبة (Near Infrared –NIR)، وطولها الموجي يبدأ من (1µm) وإلى (5µm)، والبعيدة تسمى أشعة بعيدة عن الضوء المرئي يرمـــز لها (Far -FIR Infrared) وطولها الموجي يبدأ من (30µm) وإلى (200µm) وبينهما الأشعة تحت الحمراء المتوسطة (Mid Infrared-MID) وطولها الموجي من (5µm) وإلى (30µm) .لاحظ الشكل(12-1) علما بأن الأشعة متوسطة البعد والبعيدة يطلق عليها الأشعة تحت الحمراء الحرارية (Thermal) وهي التي يشعها جسم الإنسان والحيوان التي نشعر بها عند التعرض لأشعة الشمس أو المدافئ الكهربائية أو التي تشعها الأرصفة في يوم حار لذا فهي أشعة حرارية (Thermal) ، وتستعمل في المجال الطبي للعلاج ولها طول موجي من (5µm) إلى (200µm) لذا لا تستطيع العين البشرية رؤيتها ولكن بعض الأفاعي لها مجسات تمكنها من رؤية صور الإنسان أو الحيوان وتحديد أماكنها في أكثر الأماكن ظلمة. أما النوع(NIR) فهي ليس حرارية وطولها الموجي من (1µm) وإلى (5µm) وتستعمل في الكثير من الأجهزة الإلكترونية، ومن ضمنها أجهزة التحكم عن بعد (Remote Control).

3-13 الأشعة فوق البنفسجية (Ultra Violet Radiation-UV)

الأشعة فوق البنفسجية لها طول موجي اقصر من الضوء المرئي لذا لا تستطيع العين البشرية رؤيتها ولكن بعض الحشرات تستطيع رؤية هذه الموجات، لقد قسّمت الموجات فوق البنفسجية إلى ثلاثة أقسام تبعا لطاقتها (طولها الموجي)، وحسب قربها أو بعدها من الطيف المرئي كما في الأشعة تحت الحمراء وهي:-

المدى الأول: القريب من الضوء المرئي ويرمز له (NUV) أو يطلق عليه المدى (A) ويتراوح طولها الموجي يتراوح من (315nm) وإلى (380nm).

المدى الثاني: بعيد عن الضوء المرئي ويرمز له (FUV) أو المدى (B) ويتراوح طوله الموجي من (280nm) وإلى (315nm).

المدى الثالث: وهو المدى المتناهي البعد عن الضوء (Extreme Ultraviolet) ويطلق عليه أيضا المدى(C) ويرمز له (EUV) وهو القريب من الأشعة السينية (X-Rays)، وهو أيضا أكثر الأنواع طاقة، ويتراوح طوله الموجي من (200nm) وإلى (280nm). الشمس تشع جميع أنواع الطيف الكهرومغناطيسي، ولكن الأشعة البنفسجية هي المسؤولة عن حروق الشمس (Sun Burn) التي نتعرض لها عند البقاء تحت أشعة الشمس لفترة طويلة، بالرغم من إن الغازات المحيطة بالأرض وخاصة غازات الأوزون التي تحجب معظم الأشعة من الشمس الفوق بنفسجية القادمة توليد الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية.

4-13 توليد الأشعة تحت الحمراء

إن الطريقة القديمة في توليد الأشعة تحت الحمراء هي بتعريض ماده خزفية أو زجاجية أو حجر ناري إلى نار مباشره فنحصل على الأنواع المختلفة من الأشعة تحت الحمراء. أما الطريقة الحديثة فهي باستعمال سلك من سبيكة التنكستن على شكل فتيلة بقدرات مختلفة توضع داخل أنبوبة زجاجية خاصة مقاومة للحرارة ومفرغة من الهواء لمنع تأكسد سلك الفتيلة ثم تجهز الفتيلة بالتيار الكهربائي المناسب لتشع الأنبوبة المشابه للمصابيح الاعتيادية وبإحجام مختلفة بالأشعة تحت الحمراء الخاصة بالعلاج، والشكل (12-3) يوضح أنواع مختلفة الأحجام والقدرات.

شكل 12-3 أنواع وأحجام وقدرات مختلفة لمصابيح الأشعة تحت الحمراء المستخدمة للعلاج

والشكل(12-4) يوضح رأس جهاز العلاج بالأشعة تحت الحمراء متعدد المصابيح، ويمكن توجيهه للمنطقة ألمصابة بواسطة عروتي التوجيه على جانبي رأس العلاج .تصنع بعض الأجهزة مع عاكس لتوجيه الأشعة والحرارة في نقطة محددة ،وأيضا تصنع من مصابيح خاصة ذات قدرة عالية مع وجود فلتر (مرشح) لتركيز الأشعة ثم توجيهها بسهولة إلى الجسم مع الحرارة المتولدة في المصباح مع وجود مؤقت زمني يتحكم بالوقت المقرر وحسب الحاجة.

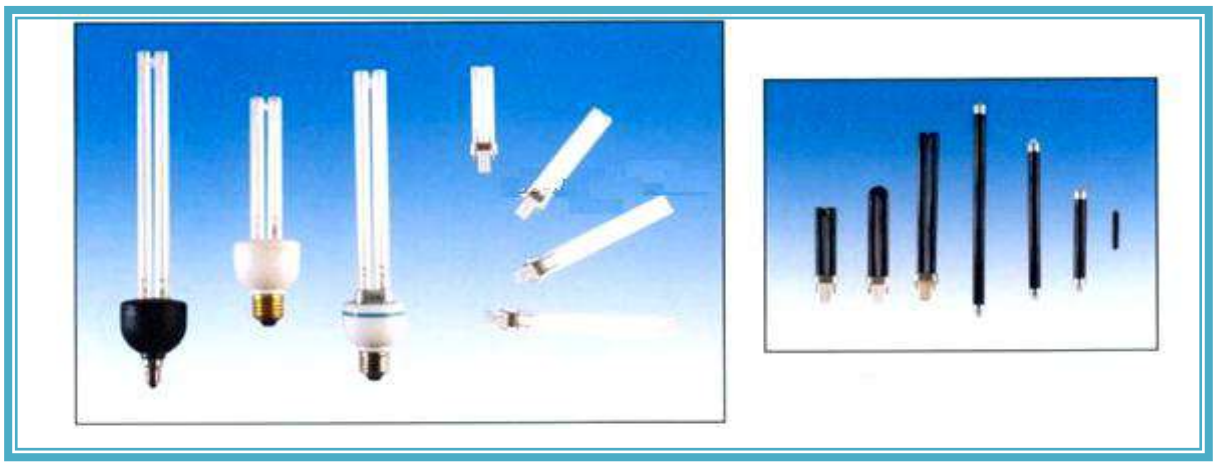
شكل 12 – 4 رأس جهاز العلاج بالأشعة تحت الحمراء

5-12 توليد الأشعة فوق البنفسجية

تولد الأشعة فوق البنفسجية (UV) بطريقتين، الاولى: عن طريق القوس الكهربائي، وهي الطريقة المشابه للحام (Welding) عندما توصل قطعتين من الكربون بينهما فجوة هوائية صغيرة إلى مصدر فولتية عالي فيتولد القوس الكهربائي في الفجوة الهوائية فيشع الموجات الفوق بنفسجية والمؤذية للعين لذا يجب لبس النظارات الخاصة لحماية العين الشكل (5-12) يوضح صورة لهذا النوع من النظارات. علما بان الطريقة أعلاه من الصعب السيطرة عليها لذا تستخدم الطريقة الثانية باستعمال مصابيح التفريغ الكهربائي أو

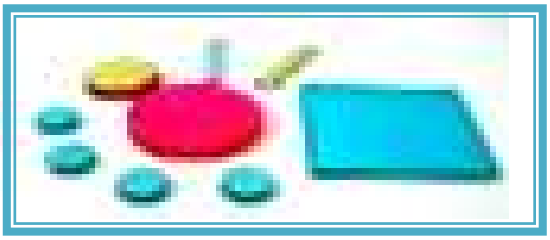
شكل 12-5 أنواع النظارات المستخدمة للوقاية من الأشعة الفوق بنفسجية

المصابيح الغازية كما في مصابيح الفلورة (الفلورسنت) حيث يتكون أنبوب الأشعة المصنوع من الزجاج الخاص بداخله قطبين موضوعين على طرفي الأنبوبة مع كمية من الغاز وتربط بدائرة القدرة الكهربائية وعندما يسري التيار في الدائرة يتأين الغاز في داخل الأنبوبة وعند ارتطام جزيئات الغاز بقطب الأنبوبة تتولد الأشعة الفوق بنفسجية التي يمكن التحكم بطاقتها أو كميتها باستعمال أنواع مختلفة الأنواع والأحجام والأشكال من المصابيح . والشكل (12-6) يوضح أشكال هذه المصابيح علما بان مصباح الفلورسنت يشع أيضا الأشعة فوق البنفسجية، ولكن أنبوبة المصباح المصنوعة من زجاج السليكا تمنع خروجها.



شكل 12-6 أنواع مختلفة الإشكال والقدرات لمصابيح الأشعة فوق البنفسجية

وتسمح فقط للضوء المرئي بالخروج. ويمكن أيضا التحكم بشدة الأشعة، وحسب نوع العلاج باستعمال المرشحات، والشكل (12-7) يوضح أنواع مختلفة من المرشحات للأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية.



شكل 12-7 مرشحات مختلفة الإحجام والشدة للأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية

12-6 استعمالات الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية

1) الأشعة تحت الحمراء

تستعمل الأشعة تحت الحمراء في :

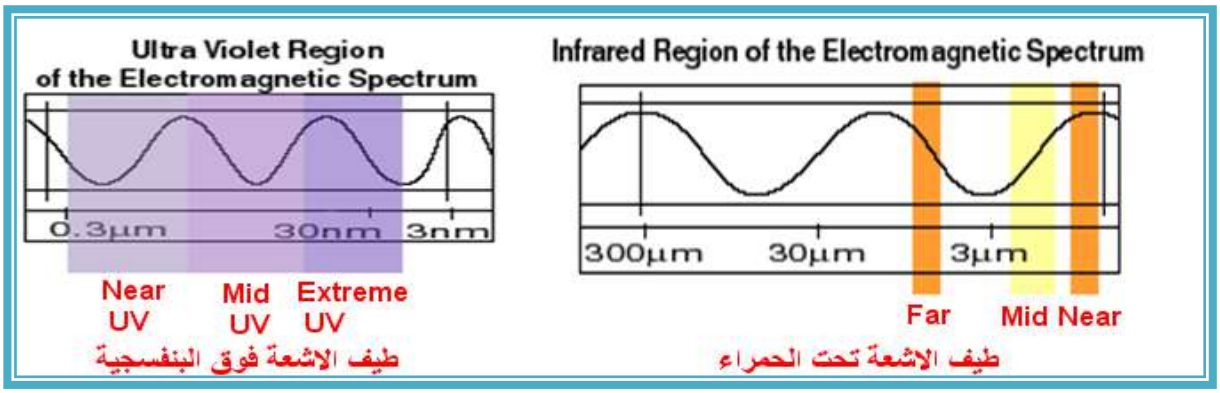
إزالة الألم - ضخ الدم إلى العضلة أو المنطقة المصابة – إرخاء الشد والنسيج العضلي.

موانع الاستعمال: الحساسية من الأشعة أو فقدان الإحساس – الجلد ألدهني – الحروق – النزف.

2) الأشعة فوق البنفسجية

تستعمل الأشعة فوق البنفسجية في :

تحفيز أدمة الجلد لنمو جلد جديد – تلوين البشرة – زيادة إنتاج فيتامين (D) عند تعريض مرضى الكساح أو الأطفال إلى الأشعة – جلادة البشرة الخارجية – تعقيم العدة الطبية أو تعقيم الجلد والجروح- تساقط الشعر – الصدفية. الشكل (12-8) أدناه يوضح مدى الأشعة تحت الحمراء، ومدى الأشعة فوق البنفسجية في طيف الأشعة الكهرومغناطيسية حسب أطوالها الموجية بوحدات المايكروميتر (Mm) الذي يساوي (10^{-6}m)، ويوضح المخطط أيضا أنواع الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية على الطيف الكهرومغناطيسي.



شكل 12-8 مخطط الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية في الطيف الكهرومغناطيسي.

تمرين (30)

اسم التمرين: فحص وتشغيل جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية

الأجهزة المستعملة:

1- جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية.

2- مجموعة مصابيح الأشعة تحت الحمراء عدد/ 4.

3- مصباح الأشعة فوق البنفسجية عدد/ 1.

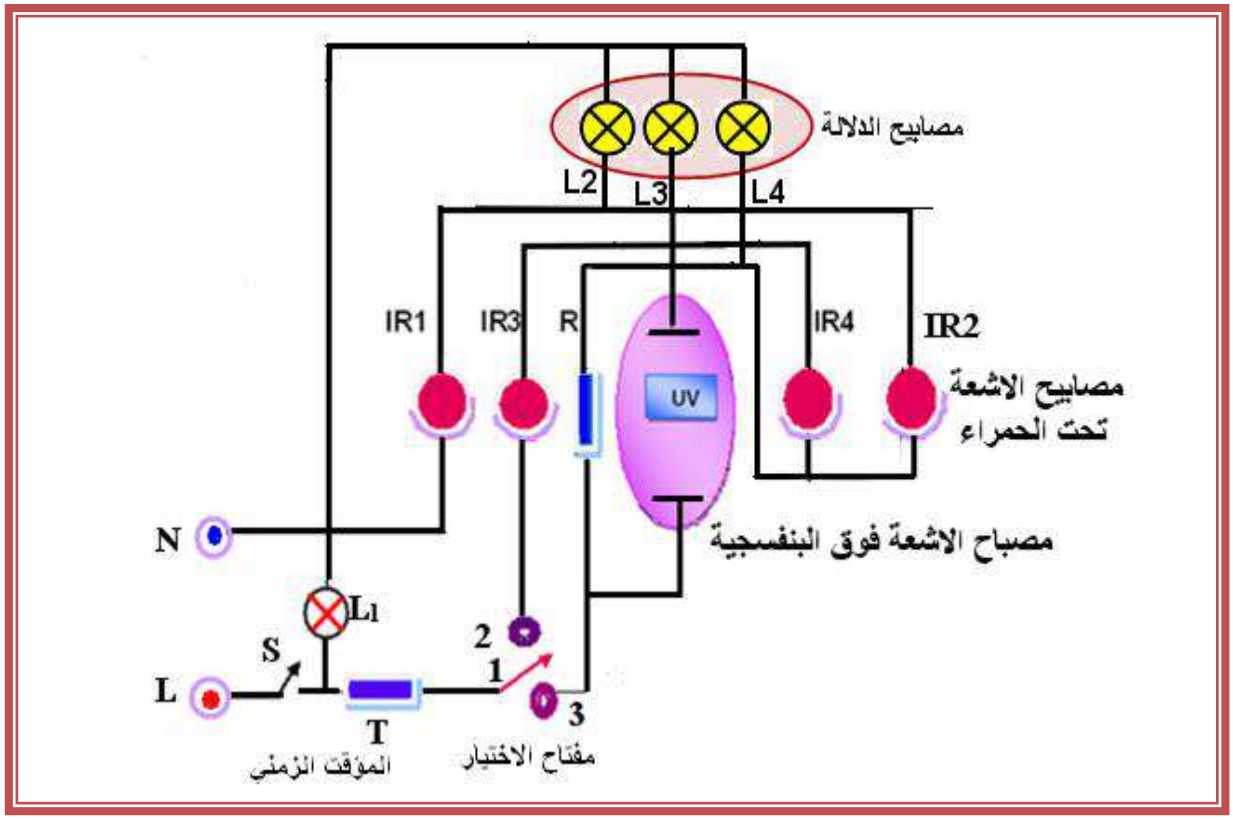
4- نظارات خاصة للوقاية من الأشعة فوق البنفسجية عدد/ لجميع طلبة المجموعة.

5- قطعة قماش نظيفة مع قنينة كحول.

6- مصابيح دلالة عدد / 4.

7- عدة صيانة كاملة (مفكات- بلايس- أفوميتر - كاوية- لحام صولدر).

الدائرة الكهربائية لجهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية:-



شكل12-9 الدائرة الكهربائية لجهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية

خطوات العمل:

1- جلب جهاز الأشعة إلى موقع العمل المخصص.

2- باستعمال قطعة القماش والكحول نظف الجهاز حسب إرشادات مشرف المختبر.

3- باستعمال العدة وجهاز الافوميتر افحص جميع أجزاء الجهاز: (المصابيح-الفيوز-المؤقت-التوصيلات).

4- استبدل جميع مصابيح الدلالة.

5- استبدل جميع مصابيح الأشعة.

6- افحص مصدر الطاقة المتناوبة ثم قم بتوصيل الجهاز.

7-باستعمال المفاتيح المختلفة شغل الجهاز وقم بتوجيه إلى منطقة التعرض للأشعة وحسب التسلسل:

ا- الأشعة تحت الحمراء

ب- الأشعة فوق البنفسجية

ج- الاثنان معا مع لبس النظارات الخاصة.

د- وضع المرشحات المختلفة.

و- إعادة الجهاز بعد تنظيفه إلى منطقة الخزن.

هـ- أرسم الدائرة الكهربائية كما موضح في الشكل (12-9)، وارسم الجهاز كما موضح في الشكل (12-10) ، مع شرح خطوات العمل وصيانة الجهاز بالاستعانة بالشرح وطريقة توجيه الجهاز كما في الشكلين (12-11) و (12-12).

شرح دائرة الجهاز الكهربائية: حسب الشكل (12-9)

1-عند غلق المفتاح الرئيسي (S) تصل الطاقة الكهربائية للدائرة، فيشتغل مصباح الدلالة (L_1) بعد وضع المؤقت (T) على الزمن المحدد.

2- من مفتاح الاختيار (توصيل النقطة 1 - 2 نختار تحت الحمراء أو توصيل 1- 3 نختار الفوق بنفسجية)عند اختيار الأشعة تحت الحمراء يسري التيار خلال المصابيح الأربعة للأشعة تحت الحمراء(IR_4-IR_3-IR_2-IR_1)، حيث المصباحان (IR_1 و IR_2) مربوطان على التوالي وكذلك المصباحان (IR_3 و IR_4) على التوالي أما المجموعة (IR_1 و IR_3)، فمربوطة على التوازي مع المجموعة (IR_2 و IR_4) وللدلالة على اشتغال مصابيح الأشعة تحت الحمراء الأربعة تضاء مصابيح الدلالة (L_2 و L_4)، ونستطيع استخدام الجهاز للمعالجة بالأشعة تحت الحمراء.

3 - لاختيار الأشعة الفوق البنفسجية نصل النقطة (1) بالنقطة (3) من مفتاح الاختيار فيشتغل المصباح(L_3) وتتولد الأشعة في الأنبوبة (UV) بالإضافة إلى مصباحين الأشعة تحت الحمراء(IR_2و IR_1) لاستعمال النوعين من الأشعة كمزيج.

4 – المقاومة (R) وقيمتها (27kΩ) المربوطة على التوازي مع أنبوبة الأشعة الفوق بنفسجية توفر فولتية ثابتة للأنبوبة وكحماية لها.

طريقة تشغيل الجهاز:

1- يجب أن يكون الجهاز نظيفا تماما عند الاستعمال ، وخاصة المصابيح، والعاكسات، والفلاتر، وان يركب رأس المصباح على الحامل بصوره محكمة، وأرجله مثبتة على أرضيه غير زلقه.
2-استعمال الطاقة الكهربائية المناسبة حسب مواصفات الجهاز، ويترك بعد تشغيله فتره مناسبة حتى تسخن

المصابيح ووضع نظارات طبية مناسبة للمشغل ووضع الشاش الرطب على عيون المريض.

3- عدم تشغيل وإطفاء المصابيح، وهي فوق المريض.

4- يجب أن تكون جميع المفاتيح، والمنظمات، ومصابيح الدلالة شغالة قبل البدء باستعمال الجهاز.

5- إطفاء الجهاز بعد الانتهاء من العلاج من المفتاح الرئيس للطاقة قبل سحبه بعيدا عن المريض.

6- عند احتراق احد مصابيح الأشعة تحت الحمراء تستبدل جميع المصابيح.

7- عدم لمس المصابيح من المشغل، أو المريض عند وبعد الاستعمال لأنها تضر بالشخص والمصباح.

8- إبعاد المواد الكيمياوية والمواد سريعة الاشتعال، والمواد المتطايرة والتأكد من نوعية أثاث الغرفة.

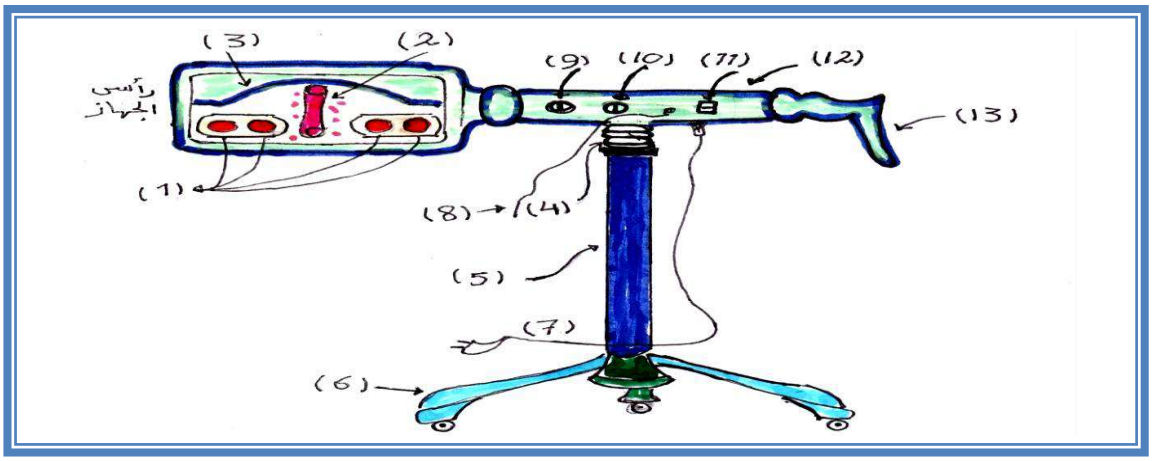
9- لا يجوز تشغيل الجهاز للأشعة فوق البنفسجية عند هبوط فولتية المصدر، لأنها لا تعطي الطاقة المحددة

ويجب إطفاء الجهاز لفترة لا تقل عن 20 دقيقه قبل إعادة استخدامه.

10- يجب قراءة إرشادات التشغيل قبل البدء والتأكد من عمر اشتغال المصابيح وانخفاض كفاءتها.

12-7أجزاء جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية

يحوي الجهاز على أربعة مصابيح للأشعة تحت الحمراء، ومصباح واحد للأشعة فوق البنفسجية يستعمل الجهاز للتعرض للأشعة تحت الحمراء من خلال مصابيح مختلفة الطاقة (500W،1kW،2kW)، أو مزيج من الأشعة تحت الحمراء، وفوق البنفسجية ولا تستعمل مصابيح الفوق بنفسجية لوحدها لأنها مؤذية لجسم الإنسان. الشكل(12-10) يوضح شكل وأجزاء جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية المستخدم للعلاج، ويحوي على رأس واحد للمصابيح، وهناك أجهزة ثنائية الرأس.



شكل12-10 جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية

1- مصابيح الأشعة تحت الحمراء. 2- مصباح الأشعة فوق البنفسجية. 3 - عاكس ومرشح للأشعة.

4 - لولب ربط قاعدة الجهاز. 5- عمود حمل الجهاز. 6- أرجل التحريك. 7- كيبل الطاقة الكهربائية.

8- سلك توصيل للتحكم عن بعد. 9- مؤقت زمني. 10- مفتاح اختيار IR أو UV.

11- مفتاح الطاقة الرئيسي. 12- ذراع حمل رأس الجهاز. 13- عتلة تدوير المصابيح.

نستطيع التحكم بارتفاع المصابيح وانخفاضها أو قربها وبعدها من المريض بواسطة عتلة التدوير والتحكم بنوع الأشعة وزمن تشغيلها من خلال مفاتيح السيطرة ومفتاح الاختيار. عند استعمال الجهاز يجب تغطية جميع الخدوش، وبقية أجزاء الجسم بقطعة قماش مبللة، أو قطن وإزالة العدسات اللاصقة، والأجزاء المعدنية، وتوجيه الأشعة على المنطقة المصابة بصوره عموديه، كما موضـــح بالشـــكل (12-11). والشكل (12-12) يوضح كيفية تغطية رأس الطفل عند المعالجة بالأشعة.

شكل 12-11 الطريقة الصحيحة لمعالجة المريض بالأشعة

شكل 12-12 طريقة تغطية عيون الطفل عند المعالجة بالأشعة تحت الحمراء

12-7 تسلسل فحص وصيانة جهاز الأشعة (IR&UV)

لكي يشتغل الجهاز لمدة طويلة وبكفاءة عالية يجب أن نقوم بفحصه وصيانته دوريا وحسب التسلسل التالي:

1- القيام بتنظيف الجهاز ومصابيحه وملحقاته من نظارات الأشعة والعاكسات والفلاتر بقطعة قماش مبللة بالكحول.

2- عند تحريك أو خزن الجهاز يجب مراعاة أجزائه المختلفة ، وعدم انفصال القاعدة عن رأس الجهاز أو ارتطام أجزائه بالجدار أو أي جسم صلب مما يؤدي إلى تلفه.

3- بالنظر نفحص المصابيح وأسلاك التوصيل وكيبل القدرة وسلك التحكم عن بعد.

4- عدم مسك المصابيح من قبل المشغل أو المريض وخاصة في أثناء اشتغالها.

5- فحص مفاتيح التشغيل والمؤقت الزمني والمقاومة المربوطة على التوازي مع أنبوبة (UV) فضلا عن مفاتيح الاختيار دوريا بواسطة الافوميتر.

6- إبعاد المواد الكيمياوية والمواد المتطايرة والسريعة الاشتعال عن الجهاز أو بالقرب منها عند صيانة واستعمال الجهاز.

7 - التأكد من عمر اشتغال المصابيح وخاصة الفوق بنفسجية حيث تصل إلى حوالي (1000) ساعة عمل ثم تبدأ كفاءته بالانخفاض إلى 70% ، لذا يجب وضع سجل لتحديد تاريخ الاستبدال.

8- نوصل الجهاز بالقدرة الكهربائية ، ونضع المفتاح الرئيس على وضع تشغيل فإذا اشتغل مصباح الدلالة فان القدرة قد وصلت إلى المؤقت ، وإذا لم يشتغل المصباح نفحص القدرة والسلك الموصل والمصهر الخاص بالدائرة الرئيسة.

9- نضع المؤقت على الزمن المحدد ومفتاح الاختيار على الأشعة تحت الحمراء فإذا لم تشتغل مصابيح الدلالة نفحص وننظف مفتاح الاختيار أو نستبدل مصابيح (IR) بعد التأكد من احتراق الفتيلة أو انتهاء عمرها المعملي.

10- نغير مفتاح الاختيار إلى (UV) بعد إطفاء الجهاز وتركه ليبرد ثم نعيد تسلسل التشغيل فإذا مصابيح الدلالة (L_3 و L_4) تضاء فان الجهاز شغال، وإذا لم يشتغل نفحص المقاومة (27kΩ) ونستبدلها إن كانت عاطلة وفي المواصفات نفسها، وإذا لم نحصل على الأشعة الفوق بنفسجية نستبدل أنبوبة الأشعة. علما بان التشغيل الصحيح والإدامة الجيدة وصيانة الجهاز بالأسلوب الصحيح والخزن الجيد يطيل من عمر الجهاز ويقلل الحاجة إلى استبدال المتكرر لأجزاء الجهاز وينطبق هذا على جميع الأجهزة مهما اختلفت أنواعها.

أسئلة الفصل الثاني عشر

1) اكتب المصطلحات التالية مع رموزها ثم عرفها:

الطيف الكهرومغناطيسي – الأشعة المرئية – الأشعة تحت الحمراء – الأشعة فوق البنفسجية

جهاز الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية.

(مثال: الطيف الكهرومغناطيسي: Electromagnetic Spectrum – EMS وهو الطيف الذي يحتوي على جميع أنواع الموجات ويتولد نتيجة للتذبذب الثابت للإلكترونات في مداراتها حول نواة الذرة ويحوي أطوال موجية من الصفر إلى ما لانهاية).

2) اكتب مصطلحات الرموز الآتية باللغة الإنكليزية ثم باللغة العربية:

(EUV-FUV-NUV-FIR-NIR-MW)

(مثال:MW= Micro Wave =الطيف الكهرومغناطيسي).

3- اشر إذا كانت العبارات التالية صحيحة (ص) أم خطأ (خ) ثم صحح الخطأ:

أ) االموجة الأقل ترددا تكون الأعلى طاقة. ب) وضع النظارات الخاصة على العين عند التعرض للضوء المرئي ج- الأشعة تحت الحمراء هي أشعة حرارية . د- تستطيع العين البشرية رؤية الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية. هـ - يجب وضع جهاز الأشعة عند الاستخدام بوضع أفقي.

4) كيف تتولد كلاً من الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية؟

5) عدد الأنواع المختلفة من الأشعة فوق البنفسجية؟

6) ما اهم استعمالات لكل من الأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية؟

7) عدد أجزاء جهاز الأشعة مع الرسم؟

8) كيف تستدل على وصول القدرة الكهربائية إلى أجزاء الدائرة؟

9) عدد مع الشرح خطوات تشغيل الجهاز مع الشرح.

10) ما اهم أعطال الجهاز وكيف تقوم بصيانتها؟

الفصل الثالث عشر

إلكترونيات القدرة

الأهداف:

في هذا الفصل يتمكن الطالب من معرفة: -

1 – تركيب الكترونيات القدرة (الثايرستور، الترايك، الدياك).

2 – ربط وطريقة عمل الكترونيات القدرة.

3 - كيفية حصول القدح في الكترونيات القدرة.

4 – إيجاد خواص الكترونيات القدرة.

5 - فحص الكترونيات القدرة.

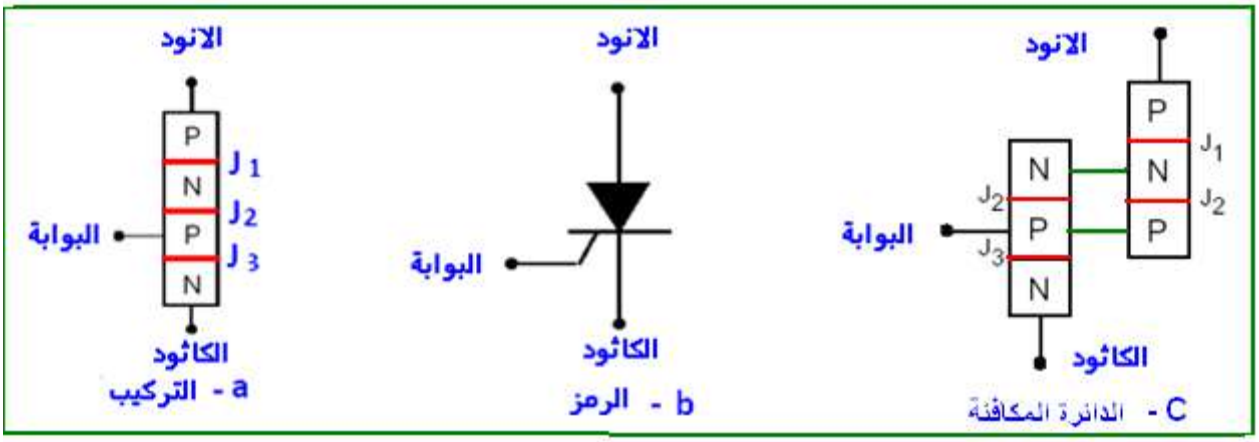
الفصل الثالث عشر

13–1 الكترونيات القدرة (Power Electronics)

تصنع الكتر ونيات القدرة من بلورات (أشباه الموصلات) نوع (P و N) ترتب بشكل معين فتعطي قطعة لها قابلية إمرار تيار عال، حيث منها تسمح بمرور نصف موجة موجبة أو أجزاء الموجة الموجبة وتقطع الجزء السالب، تستعمل في دوائر التحكم بالقدرة وكمفاتيح إلكترونية لفصل وتوصيل الدوائر الإلكترونية.

13 – 2 الثايرستور Thyristor

الثايرستور أو ما يسمى بالموحد السيليكوني المسيطر SCR (Silicon Controlled Rectifier) يتكون من أربع طبقات (PNPN) وله ثلاثة أطراف: الانود (A)، الكاثود (K) والبوابة (G)، ويمكن اعتبار الثايرستور بمثابة ترانزستورين احدهما (NPN) والأخر (PNP) بحيث إن الجامع للأول مربوط لقاعدة الثاني شكل (13 - 1) يوضح:- a - تركيب b - رمز الثايرستور C – الدائرة المكافئة.

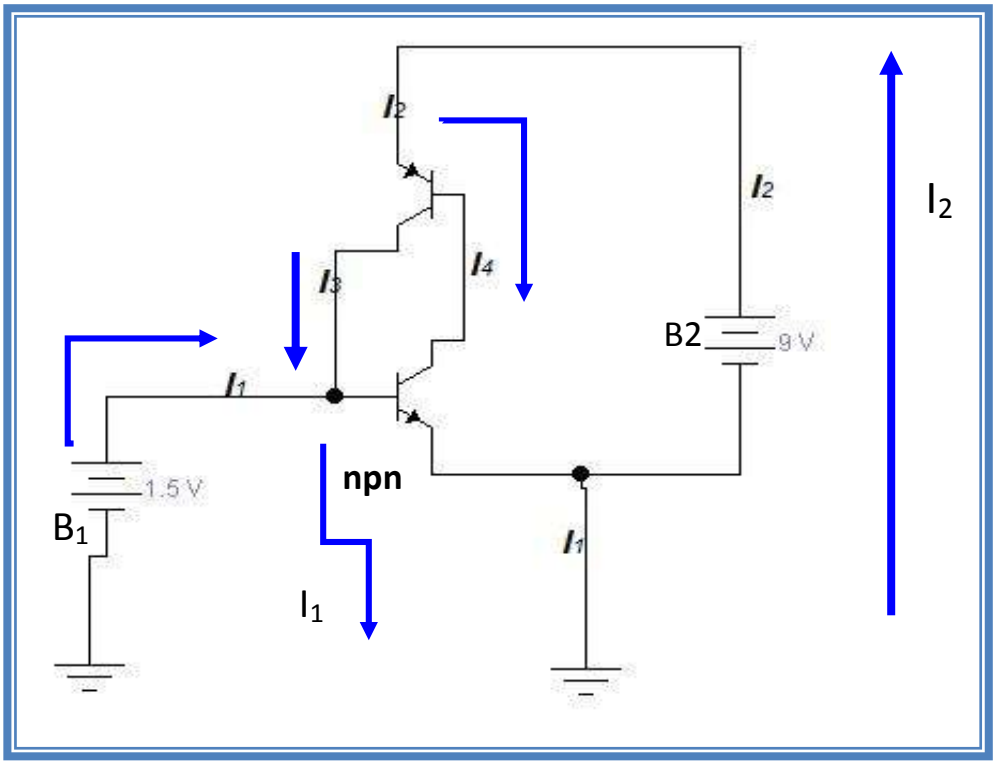


شكل 13 - 1 تركيب ورمز الثايرستور و الدائرة المكافئة

لكي يشتغل الثايرستور يجب أن تكون فولتية الأنود موجبة بالنسبة للكاثود كما ان يجب تكون هناك في الوقت نفسه نبضة تيار على البوابة وعندما يكون الثايرستور في حالة اشتغال فان فصل البوابة لا يؤثر على اشتغال الثايرستور. يستعمل الثايرستور كمفتاح للسيطرة على توصيل القدرة (AC)، وفي دوائر السيطرة على الإنارة والسيطرة على سرعة المحركات الكهربائية.

طريقة قدح الثايرستور:-

يتركب الثايرستور من إتنان من الترانزستور أحدهما نوع npn والآخر نوع pnp.



شكل 13-2 طريقة قدح الثايرستور

I_1: وظيفته يقدح البوابة ويخرج حتى لو رفعنا B_1 سوف يظل الثايرستور يعمل بواسطة التغذية العكسية الراجعة من I_3.

I_2: هو التيار الذي يتجزأ إلى I_4 و I_3 وإن I_3 هو الذي يغذي Gate أو Base للترانزستور الثاني لكي يستمر الثايرستور بالعمل حتى بعد رفع B_1.

تمرين (31)

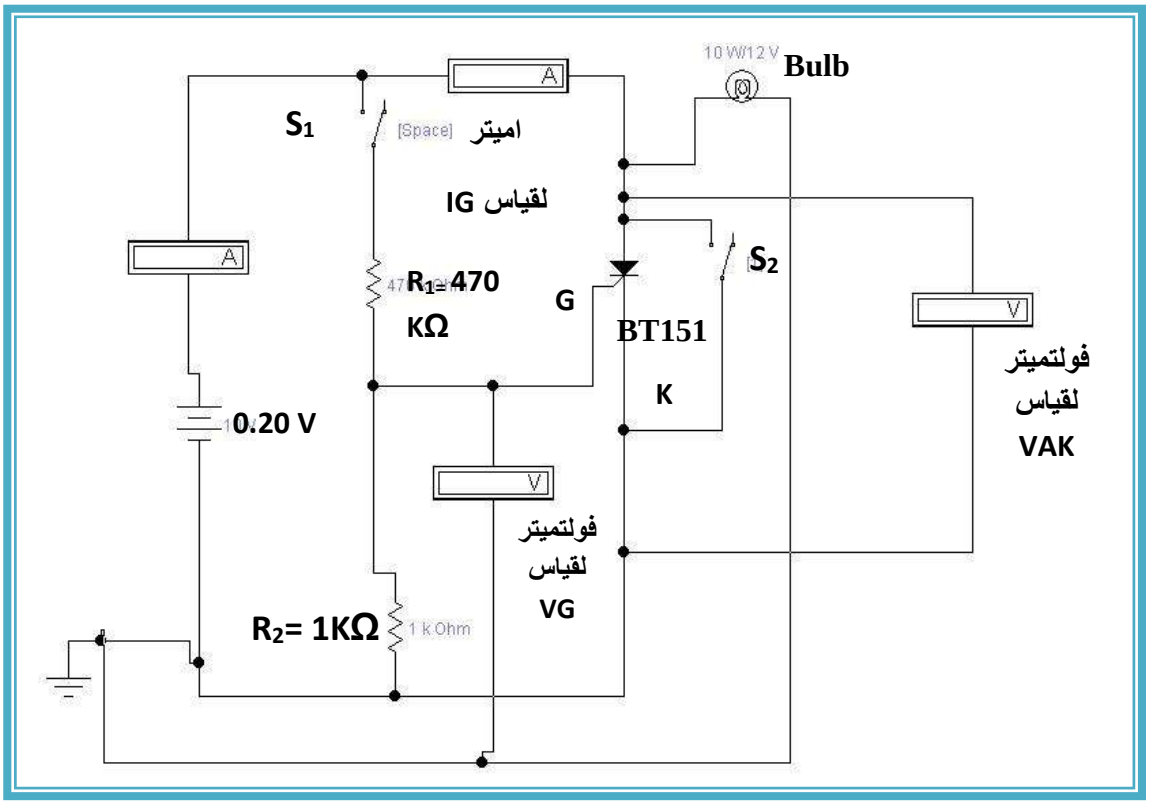
اسم التمرين: خواص الثايرستور

الهدف من التمرين: إيجاد خواص الثايرستور

الأجهزة والمواد المستعملة:

1- مصدر قدرة مستمرة عدد (2).
2- جهاز (AVO) عدد (4).
3- ثايرستور (SCR) نوع (BT151) عدد (1).
4- مقاومة (470 kΩ) ومقاومة (1k Ω).

5- لوحة تجارب.
6- مصباح 12V أو أي مؤشر Indicator.
رسم الدائرة الكهربائية:



شكل 13 – 3 دائرة خواص الثايرستور

❖ ملاحظة: إن عمل S_1 يوصل النبضة إلى الثايرستور وحتى بعد فتحه نلاحظ إن المصباح يبقى يعمل ولا ينطفئ فقط في حالة فتح المفتاح S_2.

خطوات العمل:-

1) أربط الدائرة كما في الشكل اعلاه .
2) ثبت الفولتية (V_{GG}) على الصفر ثم غير الفولتية (V_{SS}) حتى تحصل على V_{AK}=5V.
3) غير فولتية (V_{GG}) إلى إن تهبط الفولتية في الفولتميتر (V_{AK}) وسجل قراءة جهاز قياس التيار الجديدة حيث يكون (SCR) في حالة اشتغال (on) كذلك سجل (I_G) و (V_G) عند هذه الحالة.
4) قلل الفولتية (V_{GG}) إلى الصفر ولاحظ هل يستمر (SCR) في حالة (on).
5) قلل الفولتية (V_{SS}) إلى أن تهبط قيمة التيار (I_A) سريعا إلى الصفر أي يصبح (SCR) في حالة (off) كرر العملية عدة مرات وقس اقل تيار قبل حدوث القطع (I_H).
6) عندما يكون (SCR) في حالة توصيل (on) ارفع قيمة (V_{GG}) تدريجيا وسجل قيمة كل من (I_A) و (V_{AK}) في الجدول (13 – 1).

V_{AK}	I_A	V_G	I_G

جدول 13 – 1 النتائج المستحصلة

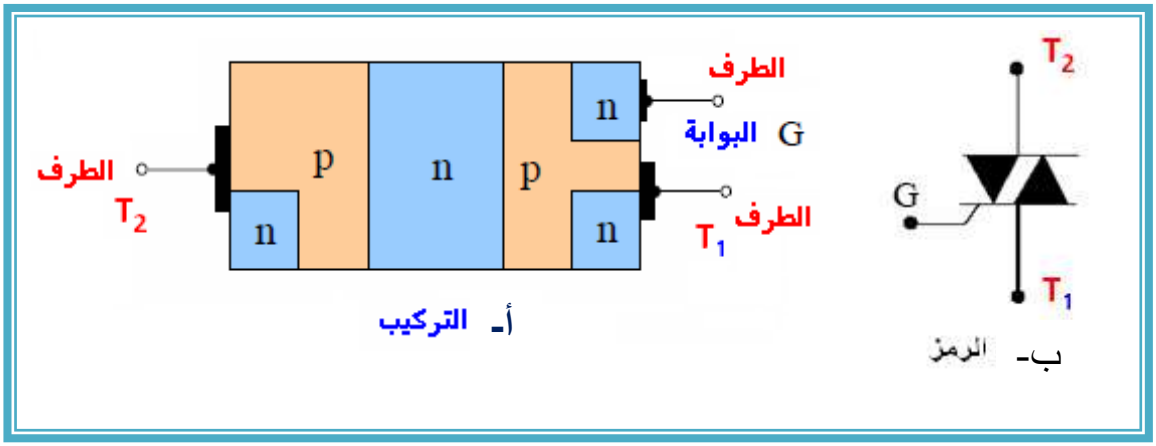
المناقشة:

1- ارسم العلاقة البيانية بين تيار الأنود (I_A) والفولتية بين الأنود والكاثود (V_{AK}).

2 - ناقش النتائج.

3–13 الترايك Triac

الترايك هو المكافئ إلى ثايرستورين موصلين على التوازي وبشكل متعاكس أي أن انود الثايرستور الأول يكون موصلا إلى كاثود الثايرستور الثاني وكاثود الثايرستور الأول يكون موصلا إلى انود الثايرستور الثاني إلا أنه ذو بوابة مشتركة لذا فان الترايك له ثلاثة أطراف هي: الانود والكاثود والبوابة شكل(13-4) يوضح أ- تركيب الترايك. ب– رمز الترايك. يستعمل الترايك في عدة تطبيقات كالتحكم في سرعة المحركات الحيثية وفي دوائر الإنارة والتحكم في درجة حرارة المسخنات.



شكل 13-4 تركيب الترايك ورمز الترايك

تمرين (32)

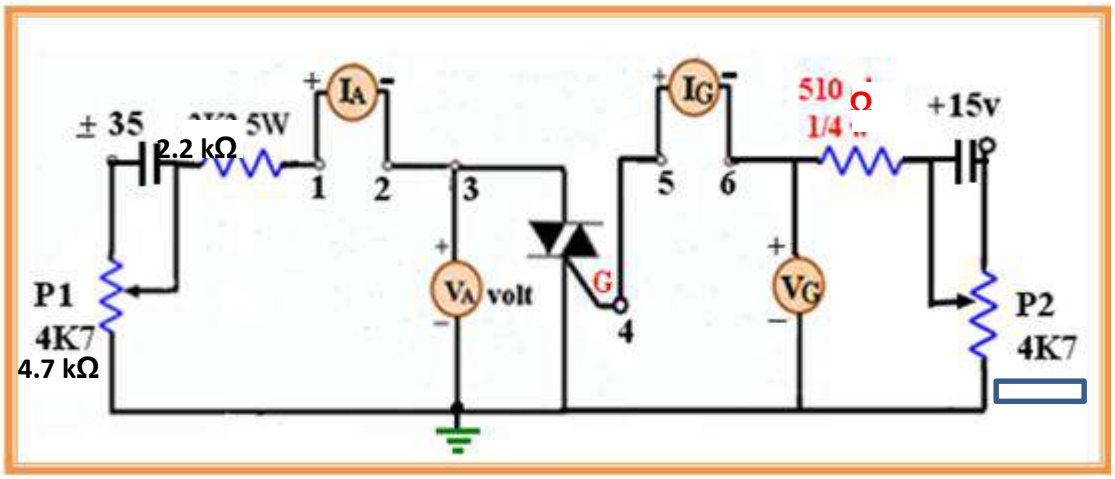
اسم التمرين: خواص الترايك.

الهدف من التمرين: تحقيق خواص الترايك.

الأجهزة والمواد المستعملة:

1- مصدر قدرة مستمرة (DC)عدد (2).
2- جهاز (AVO) عدد (4).
3- ترايك رقم (BT-136) عدد (1).
4- مقاومة ثابتة (2.2 kΩ) ومقاومة ثابتة (510 Ω)
5- مقاومة متغيرة (4.7kΩ) عدد (2).
6- لوحة تجارب.
7- أسلاك توصيل.

رسم الدائرة الكهربائية:



شكل 13-5 دائرة خواص الترايك

خطوات العمل:-

1) اربط الدائرة كما في الشكل(13 - 5).
2) غير قيمة المقاومة (P_2) من القيمة الصغيرة إلى قيمة كبيرة بحيث تقرا قراءة قليلة للتيار (I_G).
3) قم بزيادة قيمة (V_A) تدريجيا بتغيير قيمة المقاومة (P_1).
4) لاحظ التيار (I_A) . يجب ان يكون (صفر) في بادئ الأمر.
5) إذا لم يحدث أعد الخطوة (2) بزيادة (I_G) قليلاً.
6) جرب قيمة مختلفة لتيار (I_G) للحصول على قدح الترايك.
7) لاحظ (V_A) و (I_A) بعد قدح الترايك وسجل القراءات في جدول (13–2) وذلك بتغيير قيمة المقاومة P_1.

جدول 13 – 2 النتائج المستحصلة

I_G=..... mA		I_G=..... mA		I_G=..... mA	
V_A	I_A	V_A	I_A	V_A	I_A

8) اقلب القطبية لمصدر القدرة (DC) جهة المقاومة (P_1) واعد الخطوات السابقة وسجل النتائج في جدول (13- 2) مرة أخرى.

المناقشة :

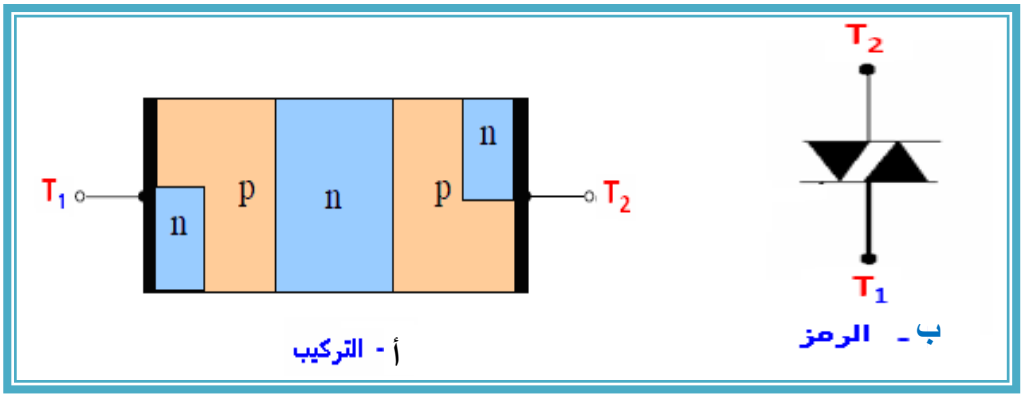
1 – ارسم العلاقة البيانية بين تيار الانود (I_A) وفولتية الانود (V_A) لكل حالة تثبت للتيار (I_G).

2 – ارسم العلاقة البيانية بين تيار الانود (I_A) وفولتية الانود(V_A) لكل حالة تثبت للتيار(I_G) للخطوة (8).

3– ناقش النتائج.

13-4 الدایاك Diac

يتكون الدایاك من مكونات الترایك نفسها ولكن بدون بوابة إذ يكون عبارة عن دايودين مربوطين بشكل متعاكس، والأطراف هما الأنود الذي يقابل البلورة (p)، والكاثود الذي يقابل البلورة (n). ويمكن ربط الدایاك في كلا الاتجاهين. إن الدایاك يكون دائما في حالة (off)، وعند زيادة الفولتية على طرفيه سوف يستمر في حالة (off) إلى ان يصل جهد الانهيار عندئذ يصبح في حـــالة توصيـــل (on). شكل (13 –6) يوضح: أ - تركيب الدایاك ب – رمزه.



شكل 13 –6 تركيب ورمز الدایاك

يستعمل الدایاك في دوائر إشعال للثايرستور، والترایك، وفي دوائر الحماية من الفولتيات المرتفعة.

تمرين (33)

اسم التمرين : دراسة خواص الدایاك.

الهدف من التمرين : تحقيق خواص الدایاك.

الأجهزة والمواد المستعملة :

1 - جهاز أفوميتر (AVO) عدد (2).

2 – مصدر جهد (DC) عدد (1).

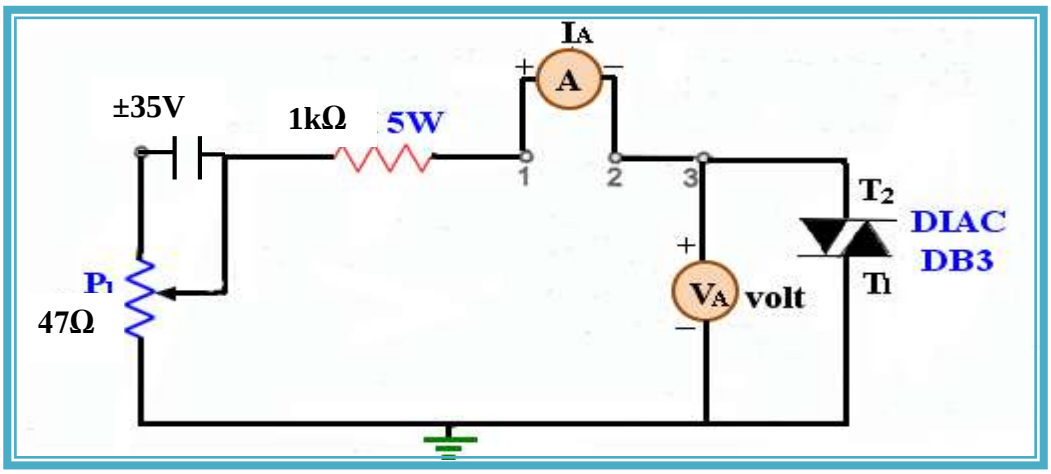
3 – دایاك رقم (DB3) عدد (1).

4 – مقاومة ثابتة 47Ω.

5 – لوحة تجربة.

6 - أسلاك توصيل.

رسم الدائرة الكهربائية:



شكل 13-7 دائرة خواص الدایاك

خطوات العمل:-

1 – اربط الدائرة الموضحة في شكل (13-7) .

2– غير قيمة المقاومة المتغيرة (P1) من قيمة قليلة إلى قيمة عالية تدريجيا وسجل قيم التيارات والفولتيات في جدول (13-3).

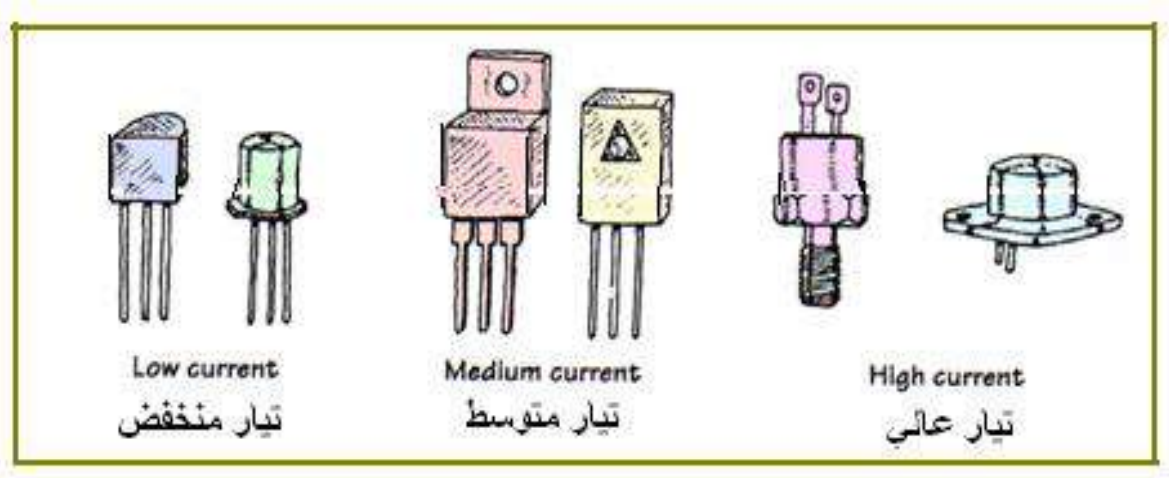
3– أقلب قطبية مصدر الفولتية (DC) وكرر الخطوة (2) وسجل قيم التيارات وقيم الفولتيات في جدول (13-3).

جدول 13 – 3 النتائج المستحصلة

V_A	I_A	$-V_A$	$-I_A$

5-13 فحص الثايرستور

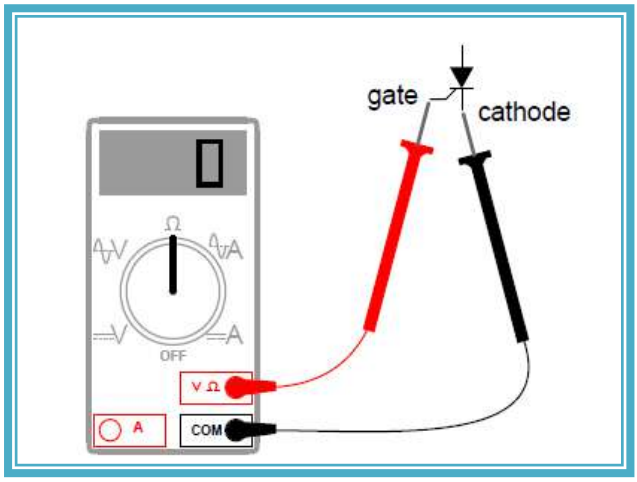
توجد أنواع عديدة من الثايرستورات تختلف فيما بينها بمقدار تحملها للتيار الكهربائي كما في شكل (8-13).



شكل 13-8 أنواع من الثايرستورات

ولفحص الثايرستور بواسطة جهاز الأوميتر يكون كما يلي:-

- عند ربط الجهاز بين K،G يمر التيار في الاتجاه الأمامي كما في شكل (13- 9) ولا يمر في الاتجاه العكسي.

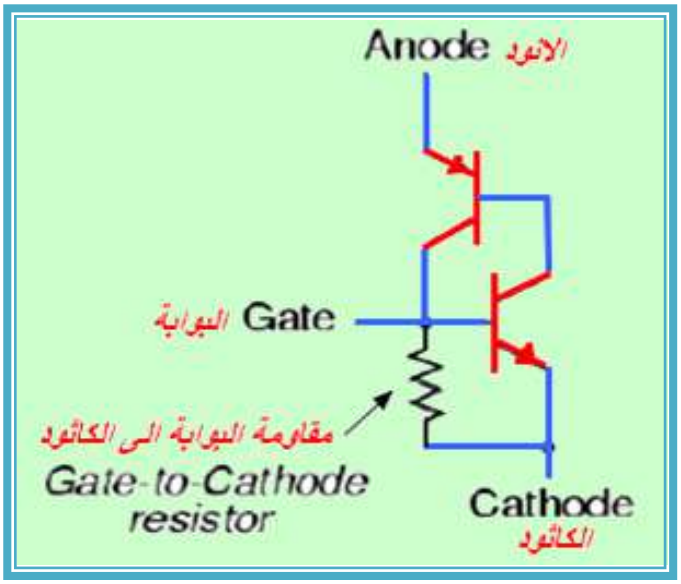


شكل 13-9 فحص الثايرستور

- عند ربط الجهاز بين A،K لا يمر التيار في الاتجاه الامامي والاتجاه العكسي .

ملاحظة: عند قياس وصلة البوابة G والكاثود K على انها وصلة N-P (كالدايود العادي) فبذلك يحصل جزء من الخطأ وخصوصا في الثايرستورات الكبيرة التي تستعمل مع الجهود العالية ،حيث تضاف مقاومة بين طرفي الوصلة (بوابة – كاثود) أثناء الصناعة. وهذه المقاومة فائدتها جعل

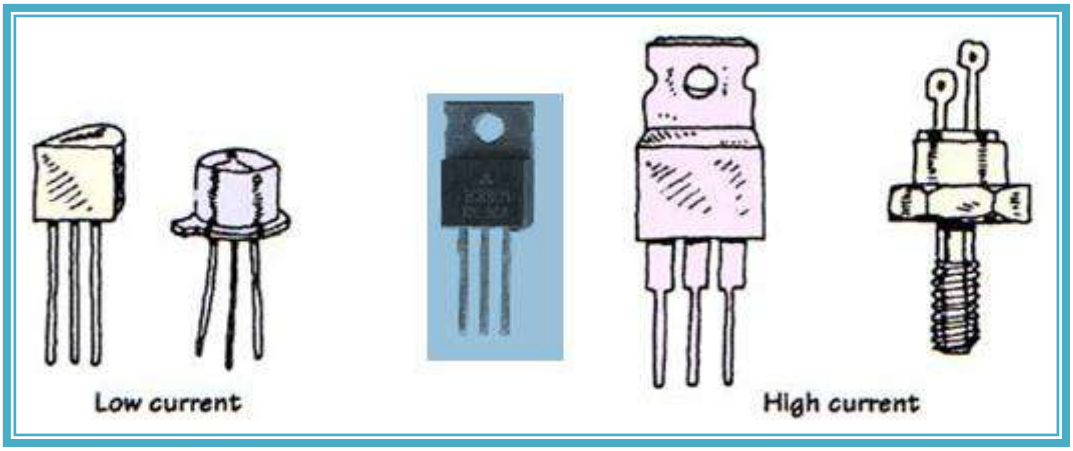
الثايرستور أقل تأثرا بالنبضات الخاطئة التي ربما تصله عن طريق شرارة كهربائية أو ضوضاء كهربائية أو تفريغ لشحنة استاتيكية. شكل (13-10) يوضح ربط المقاومة بين وصلة (G -K).



شكل 13-10 ربط المقاومة بين وصلة (G -K)

13-6 فحص الترايك

توجد أنواع عديدة من الترايكات تختلف فيما بينها بمقدار تحملها للتيار الكهربائي كما في شكل(13-11).



شكل 13-11 أنواع من الترياكات

ولفحص الترايك بواسطة جهاز الاوميتر يكون كما يلي: -

- عند ربط الجهاز بين A_1،G يمر التيار في اتجاه واحد فقط / الامامي.
- عند ربط الجهاز بين A_2،G يمر التيار في اتجاه واحد فقط / الامامي.
- عند ربط الجهاز بين A_2،A_1 لا يمر تيار كهربائي.

7-13 تطبيقات الكترونيات القدرة

كما ذكرنا سابقا تستعمل إلكترونيات القدرة في دوائر التيار المتناوب للسيطرة على سرعة المحركات الكهربائية، وفي دوائر الإنارة للسيطرة على شدة إضاءة المصابيح، وفي دوائر شحن البطاريات، واستعمالها كمفاتيح إلكترونية للسيطرة على تشغيل الأحمال الكهربائية.

تمرين (34)

اسم التمرين: استخدام المفاتيح السيليكونية الدياك والترياك للسيطرة على شدة إضاءة مصباح.

الهدف من التمرين: بعد إجراء التجربة يستطيع الطالب أن:-

1- يفهم عمل الدياك والترياك والعلاقة بينهم لتشغيل الدائرة الإلكترونية.

2- يبني الدائرة ويتعلم ربط عناصرها الإلكترونية وتسجيل النتائج ورسم الموجات.

3- يسيطر على حمل الدائرة أو المصباح المتوهج باستعمال المقاومة المتغيرة.

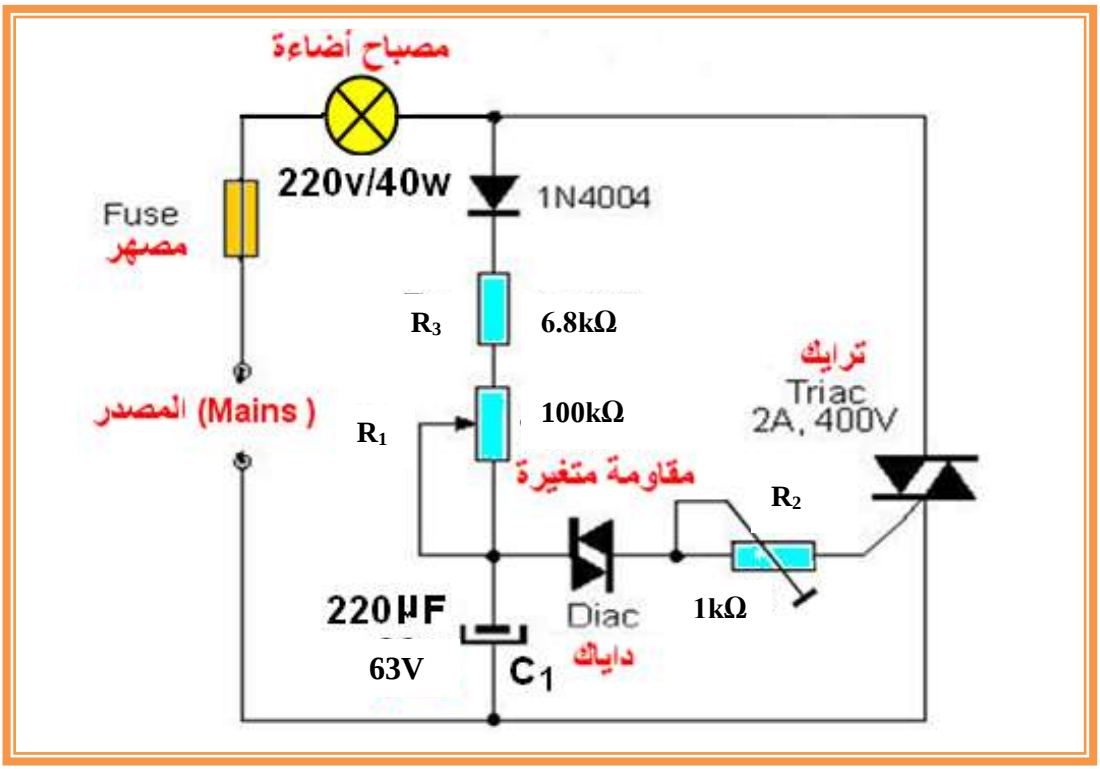
4- يفهم العلاقة بين السيطرة على الموجة المتناوبة والقدرة المستحصلة على الحمل

نظرية العمل:

شكل(13-11) الذي يوضح دائرة مبسطة للسيطرة على إضاءة المصباح، حيث أن الدياك عنصر يتكون من طرفين، وهو ثنائي الاتجاه يمكنه إن يقدح (Triggering) بغض النظر عن اتجاه القطبية للإشارة الداخلة للتيار المتناوب، وان الدياك يستمد عمله من الثنائي (Diode) الذي يعمل على التيار المتناوب. أما الترياك فيعتبر اثنان من الثايرستور مربوطان عكسيا على التوازي، لذا يوصل التيار في الاتجاه الموجب والسالب من الموجة الجيبية للمصدر المتناوب (AC-Mains).

يتم التحكم بالقدرة الواصلة إلى الحمل (المصباح)عن طريق المقاومة المتغيرة R_1 (100kΩ)، التي مع المتسعة تسبب انحراف في زاوية طور الموجة وكما يأتي:

عند توصيل المصدر المتناوب (Mains) تتشحن المتسعة للقيمة المحددة وهي بحدود (30V) ويمكن التحكم بها من خلال المقاومة المتغيرة R_2 (1kΩ)، وعندها يوصل الدياك فتعطي نبضة قدح إلى الترياك قادمة من المتسعة. إن زمن توصيل الترياك من موجة القدرة إلى الحمل يعتمد على قيمة المقاومة المتغيرة لدائرة الإعتام (Dimmer).كلما كانت قيمتها اكبر زاد زمن شحن المتسعة، وتخلف اشتغال الترياك لتقل القدرة المجهزة إلى المصباح فيزداد الإعتام.



شكل 13 - 12 دائرة السيطرة على إضاءة مصباح باستخدام الدياك و الترايك

الأجهزة المستعملة:

1-راسم الإشارة عدد/1 مع جهاز قياس التيار والفولتية (AVO-Meter) عدد/1

2- المقاومات:(R_3= 6.8kΩ) ثابتة، (R_1= 100kΩ) متغيرة خطية، (R_2= 1kΩ) متغيرة خطية.

3- متسعة (C_1= 220µF -63V)، مصهر عدد/1، ودايود (1N4004) عدد/1 .

4- دياك (BRY 39) وترايك (SC146D) مع مصباح متوهج (220V 40W).

خطوات العمل:

1- اربط الدائرة الإلكترونية الموضحة في الشكل (13-12).

2- غير قيمة المقاومة (R_1) للحصول على أشد إضاءة للمصباح.

3- باستعمال راسم الإشارة (الاوسيليسكوب) ارسم شكل الموجة على طرفي المصباح وباستعمال جهاز الافوميتر اوجد قيمة التيار في المصباح.

4- اعد الخطوة (2) للحصول على شدة إضاءة اقل ، ثم اقل واعد الخطوة (3).

المناقشة :

1- هل زيادة الإضاءة تتم بزيادة أَم تقليل المقامة (R_1) ولماذا. ناقش الموجات وقيم التيار التي حصلت عليها.

2- ما فائدة الدايود ، وما فائدة المقاومة المتغيرة (R_2) المربوطة بين الدياك والترايك.

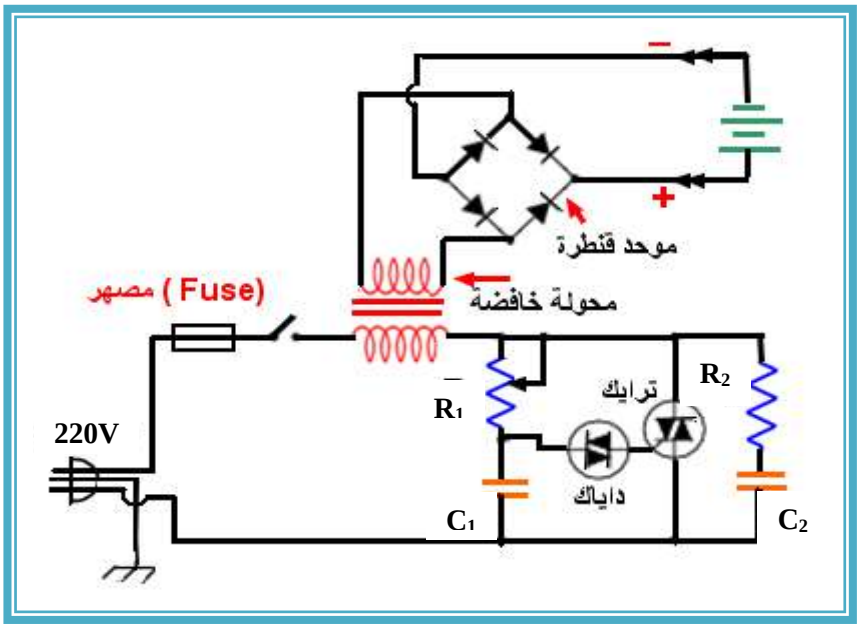
3- اشرح كيفية قدح الترايك بواسطة الدياك وكيف تقل وتزداد القدرة على الحمل.

13-8 دائرة سيطرة شحن بطارية

ومن تطبيقات إلكترونيات القدرة الأخرى هو استعمال الدياك والترايك للسيطرة على شحن بطارية، وتعمل دائرة سيطرة بالطريقة نفسها في عمل الدياك والترايك في التجربة السابقة. شكل (13 – 13) يوضح دائرة سيطرة شحن بطارية. وتتكون دائرة السيطرة من الأجزاء الآتية:

1-الحمل: يتكون من محولة خافضة، يربط ملفها الابتدائي مع مجهز قدرة (220V)، وملفها الثانوي يربط إلى موحد قنطرة، ويربط الأخير على طرفي البطارية المراد شحنها.

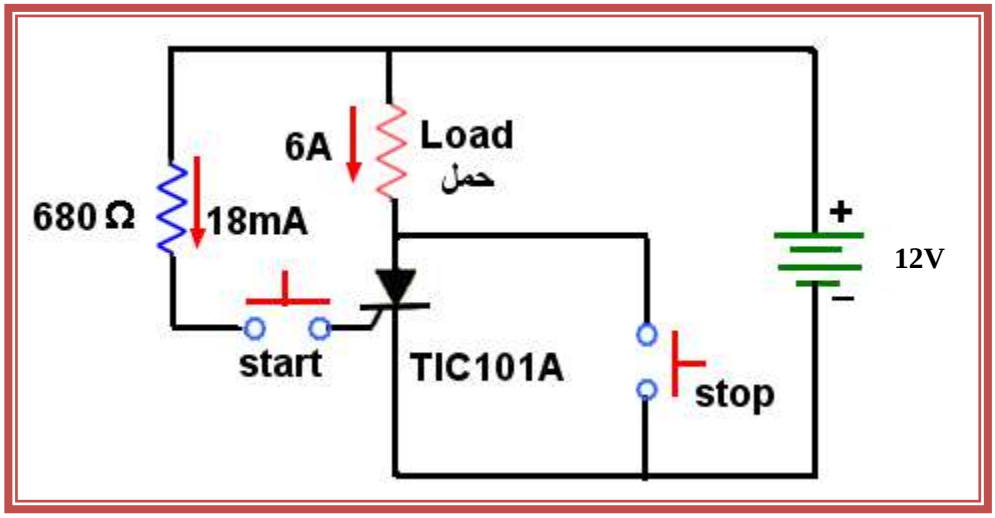
2-دائرة السيطرة: تتكون من دياك وترايك ومقاومة متغيرة (R_1) ومتسعة (C_1)، حيث يتم السيطرة على كمية القدرة المجهزة إلى الحمل عن طريق تغير قيمة المقاومة المتغيرة (R_1) المتصلة مع الدياك والمتسعة (C1).



شكل13 – 13 دائرة سيطرة شحن بطارية

9-13 استعمال الثايرستور كمفتاح الكتروني

يستعمل الثايرستور كمفتاح إلكتروني للسيطرة على تشغيل الأحمال الكهربائية كالمحركات والمصابيح الكهربائية وغيرها. شكل (13 – 14) يوضح دائرة الثايرستور كمفتاح إلكتروني حيث تتكون الدائرة من مصدر جهد مستمر(12V) ومفتاحين أحدهما للتشغيل والآخر للإطفاء. عند الضغط على بوش التشغيل (مفتاح-start) يمر تيار القدح إلى البوابة (G) ويصبح الثايرستور في حالة إشعال (on)، وعند إزالة الضغط على المفتاح يستمر الحمل بالاشتغال . تستعمل المقاومة (680Ω) لتحديد تيار القدح بقيمة (18mA). ولإيقاف عمل الحمل يتم من خلال الضغط على مفتاح الايقاف (مفتاح -stop)، وتصبح الفولتية بين أنود وكاثود الثايرستور صفرا وبذلك يصبح الثايرستور في حالة (off) وينقطع التيار عن الحمل. وعند إزالة الضغط على المفتاح يبقى الحمل في حالة (off).



شكل 13 – 14 الثايرستور كمفتاح إلكتروني

أسئلة الفصل الثالث عشر

1- ما الثايرستور وما الاسم البديل المستعمل له؟
2- كيف يعمل الثايرستور؟
3- ما تيار الإمساك (holding current) (IH)؟
4- ما الفرق بين الترايك والثايرستور؟
5- لماذا يستمر الثايرستور في حالة توصيل (on) بعد بداية الاشتغال ولا يعتمد على تيار البوابة؟
6- ما الفرق بين الترايك والدایاك؟
7- وضح كيف تختلف الكترونيات القدرة؟
8- كيف يتم فحص الثايرستور؟
9- كيف يتم فحص الترايك والدایاك؟
10- اذكر بعض التطبيقات العملية لإلكترونيات القدرة؟
11- وضح مع الرسم نظرية عمل دائرة سيطرة شحن بطارية؟

الفصل الرابع عشر

الدوائر المنطقية (Logic Circuits)

الأهداف:

في هذا الفصل يتمكن الطالب من معرفة:

1) أنواع البوابات المنطقية.
2) تطبيقات الدوائر المنطقية.
3) كيفية عمل الدوائر المنطقية.
4) طرق ربط الدوائر المنطقية.
5) استعمال الأرقام المكتوبة على الدوائر المتكاملة في معرفة الدوائر المنطقية.

الفصل الرابع عشر

الدوائر المنطقية (Logic Circuits)

14-1ملخص نظري

الدوائر المنطقية شائعة الاستخدام في الدوائر الكهربائية، وخصوصا دوائر السيطرة. الدوائر المنطقية هي أساس عمل الحاسوب الرقمي لأنه يستعمل المنطق (1) والمنطق (0) وهذان المنطقان هما مستويان من الفولتيات وغالبا ما يستعمل المنطق (1) بالـ (+5V) والمنطق (0) بالـ (0V). الدوائر المنطقية تصنع بشكل (I_C) دوائر متكاملة، وهناك أرقام تدل على نوع البوابة المنطقية. يوجد مجموعة من الدوائر المتكاملة التي لها أرقام معينة تدل على الدوائر الرقمية ، والأكثر شيوعا هي عائلة (74) وهذا الرقم يكون على يسار الرقم للـ (I_C) مثل (.....74). والأرقام على اليمين تمثل نوع البوابة المنطقية مثال (7404) ، ويكون (74) هو اسم العائلة ، وهي دوائر منطقية و (04) يمثل نوع البوابة وبالاستعمال الجداول الخاصة بالدوائر المنطقية نجد إن (04) يمثل (NOT gate).

14-2 التطبيقات العملية

تستعمل الدوائر المنطقية في:

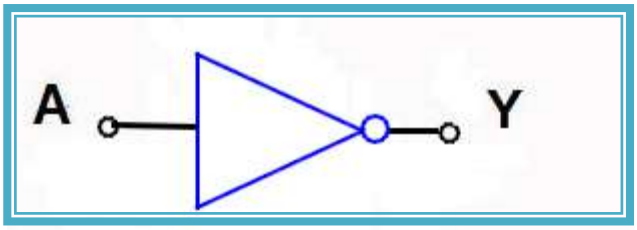
1) الحاسوب الرقمي.
2) أجهزة الإنذار.
3) الدوائر التي تصدر الأصوات.
4) الأنغام الموسيقية.
5) دوائر التوقيت والزمن.
6) الطوافات الكهربائية.
7) أجهزة التحسس والاستشعار.
8) العمليات الحسابية المعقدة.
9) دوائر السيطرة المختلفة.
10) العدادات ومسجلات الإزاحة.

تمرين(35)

اسم التمرين:- بوابة النفي (لا) (Not – gate)

الهدف من التمرين:- التعرف على خواص بوابة النفي (Not) عمليا في المختبر.

الملخص النظري:- شكل (14 – 1) يوضح رمز بوابة (لا - Not).



شكل 14 – 1 رمز البوابة (not)

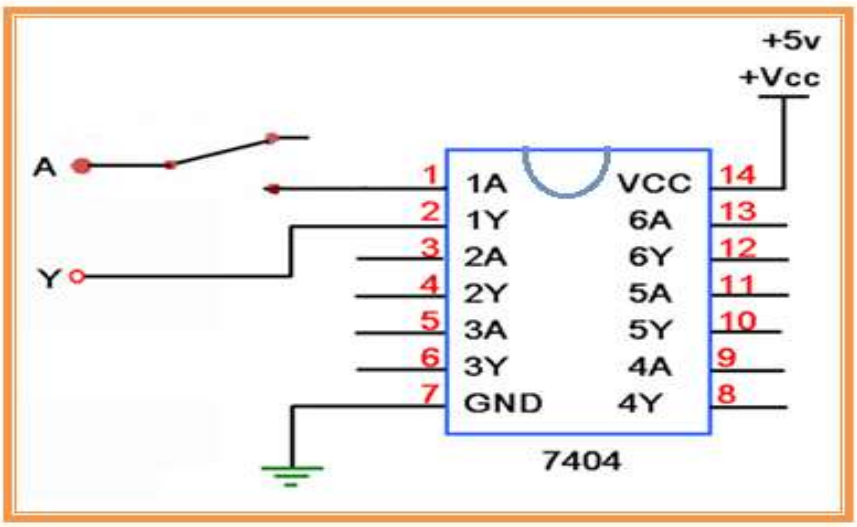
حيث يمثل المدخل (A) والمخرج (Y). إن عمل البوابة هو عكس المنطق (1) وتحويله إلى المنطق (0)، وكذلك عكس المنطق (0) وتحويله إلى المنطق (1). أي إن (Y) الذي يمثل الخرج (output) يكون عكس المدخل (A) الذي يمثل المدخل (input).

الأجهزة المستعملة:-

1) بورد تجارب.
2) دائرة متكاملة (IC) رقمها (7404).
3) أسلاك توصيل.
4) مصباح.
5) مفتاح عدد (1).
6) مصدر قدرة (DC) عدد (1).

خطوات العمل:-

1 - أربط الدائرة كما في شكل (14 – 2).



شكل 14 – 2 دائرة بوابة (not)

2- سجل النتائج في جدول (14 – 1) الآتي:-

جدول 14 – 1 النتائج المستحصلة

A	Y
0	
1	

المناقشة:-

1) صمم دائرة تماثلية - كهربائية (Analog circuit) تعمل عمل البوابة (لا) **(Not-gate)** باستعمال المواد الآتية واشرح عملها؟

ا) مصدر جهد مستمر (6V).

ب) مصباح صغير (6V).

ج) مفتاح تشغيل.

د) مقاومة ثابتة.

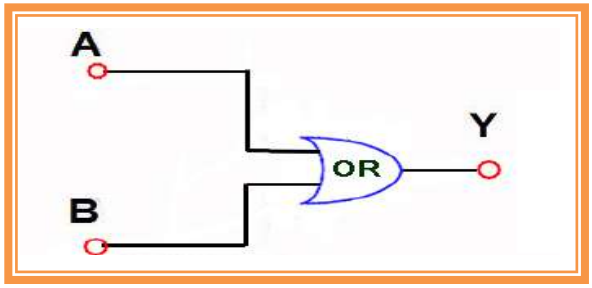
هـ) أي وحدة إلكترونية (Component) تمثل عمل بوابة **(Not-gate)** أعلاه من خواص النتائج التي حصلت عليها؟

تمرين(36)

اسم التمرين :- بوابة الاختيار (أو) (OR-gate)

الهدف من التمرين:- إيجاد خواص بوابة (OR) عمليا في المختبر

الملخص النظري:- شكل (14 – 3) يوضح رمز بوابة (OR).



شكل 14 – 3 بوابة (OR)

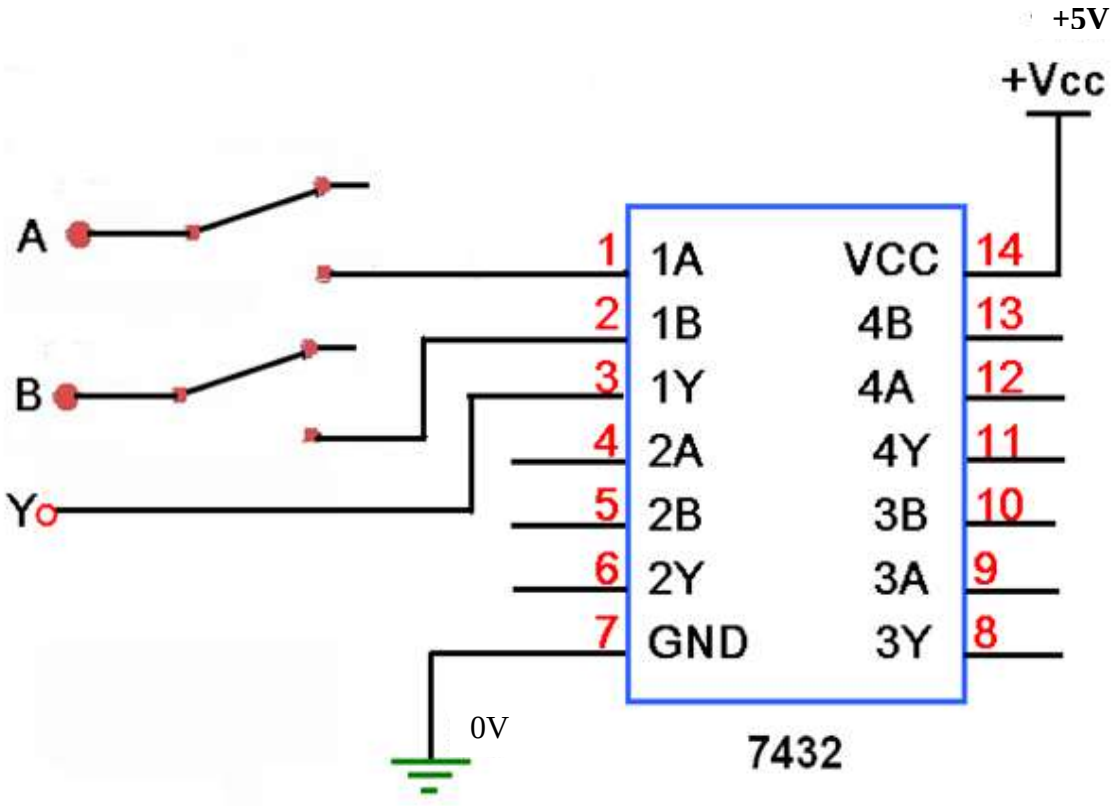
حيث يمثل كل من A)،(B المدخل و (Y) المخرج وفي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على أكثر من بوابة واحدة فيكون لكل بوابة رقم مع حرف. حيث يمثل الحرف أما المدخل أو المخرج أما الرقم فيمثل رقم البوابة لكي نميز بين بقية البوابات. إن عمل البوابة هو دائما (Y=1) باستثناء الحالة عندما يكون (A=B=0) يكون الخرج (0).

الأجهزة المستعملة:-

1) بورد تجارب.
2) دائرة متكاملة (IC) رقمها (7432).
3) أسلاك توصيل.
4) مصدر (DC) عدد (1).
5) مفتاح عدد (2).
6) مصباح عدد (1).

خطوات العمل:-

1 - أربط الدائرة كما في شكل (14 – 4).



شكل 14 – 4 دائرة بوابة (OR)

2- سجل النتائج الخارجة (Y) حسب جدول (14 – 2):-

جدول 14 – 2 النتائج المستحصلة

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

المناقشة:

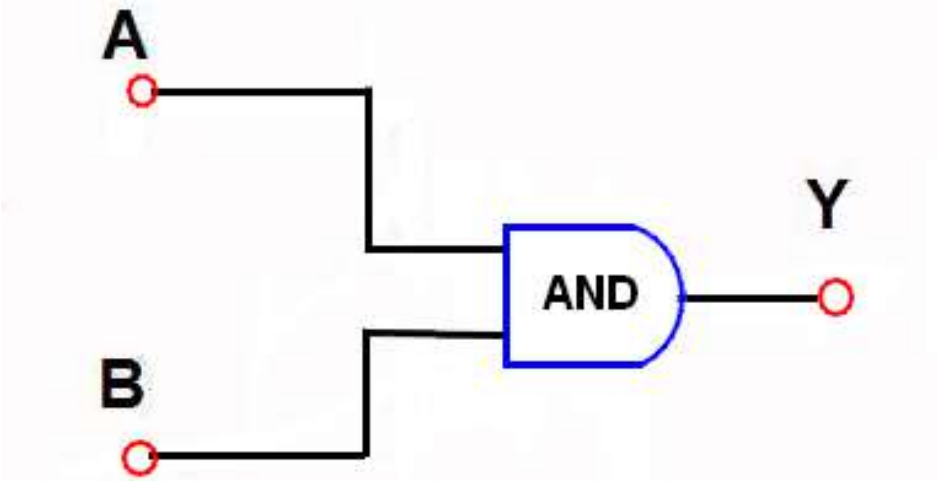
1) ارسم دائرة تماثلية كهربائية تقوم بعمل بوابة (OR) باستعمال المواد الآتية:-
   ا-مصدر جهد مستمر 6V.
   ب-مصباح إشارة 6V.
   ج-مفتاح تشغيل عدد (2).
   د-مقاومة ثابتة.
2) صمم دائرة إلكترونية باستخدام دايود عدد اثنان ومقاومة ومجهز قدرة تقوم بعمل بوابة (OR)؟

تمرين (37)

اسم التمرين:- بوابة الإضافة (و) (AND-gate)

الهدف من التمرين:- إيجاد خواص بوابة (AND) عمليا في المختبر

الملخص النظري:- شكل (14 – 5) يوضح رمز البوابة (AND).



شكل 14 – 5 بوابة (AND)

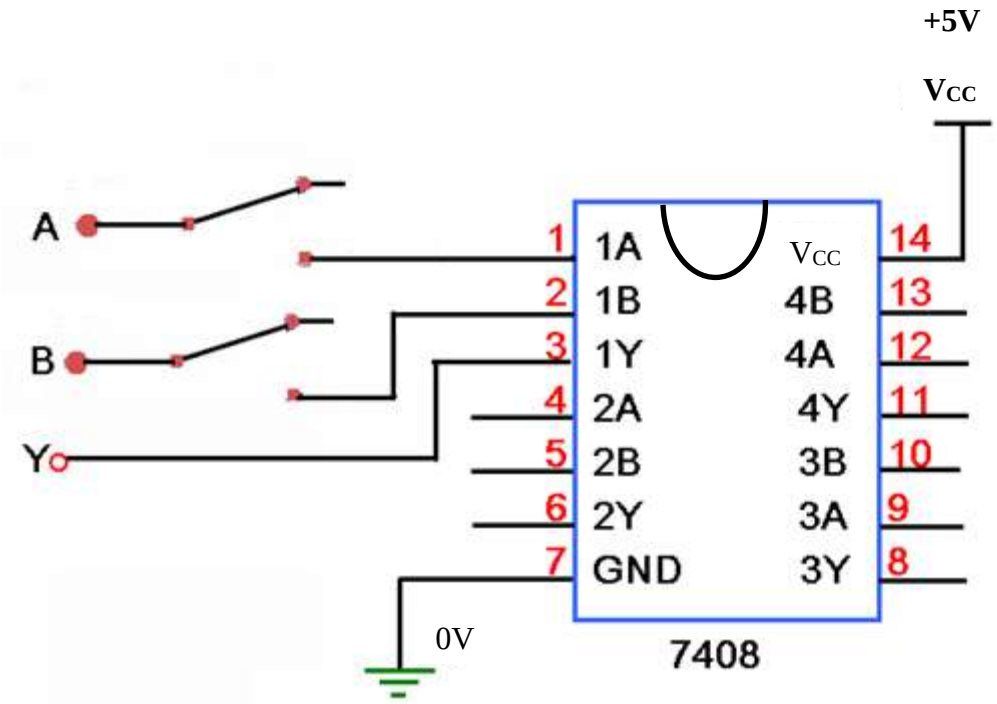
حيث إن A)،(B المدخل و (Y) المخرج. وفي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على أكثر من بوابة واحدة فيكون لكل بوابة رقم مع الحرف . حيث يمثل الحرف إما المدخل أو المخرج إما الرقم فيمثل رقم البوابة لكي نميز بين بقية البوابات . إن عمل هذه البوابة يكون دائما (Y=0) باستثناء حالة واحدة عندما يكون (A=B=1) فأن الخرج (Y=1).

الأجهزة المستعملة:-

1- بورد التجارب.
2- دائرة متكاملة (IC) رقمها (7408).
3- أسلاك توصيل.
4- مصدر قدرة (DC) عدد (1).
5- مفتاح عدد (2).
6- مصباح عدد (1).

خطوات العمل:-

1 - اربط الدائرة كما في شكل (14 – 6).



شكل 14 – 6 دائرة بوابة (AND)

1 - سجل النتائج الخارجة حسب الجدول (14 – 3).

جدول 14 – 3 النتائج المستحصلة

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

المناقشة:-

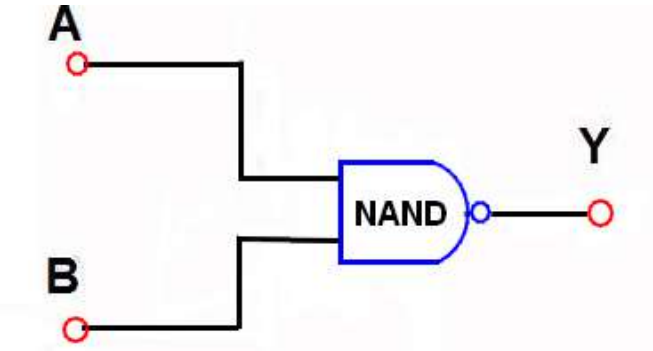
1- صمم دائرة إلكترونية تماثلية تعمل عمل بوابة AND باستعمال (دايود – مصدر فولتية – مقاومات) واشرح عمل الدائرة.
2- ارسم دائرة كهربائية تماثلية تقوم بعمل هذه البوابة واشرح عملها.

تمرين (38)

اسم التمرين :- بوابة نفي الإضافة (NAND-gate)

الهدف من التمرين :- إيجاد خواص بوابة الإضافة (NAND) عمليا في المختبر.

الملخص النظري :- شكل (14 – 7) يوضح رمز بوابة نفي الإضافة (NAND).



شكل (14 – 7) بوابة (NAND)

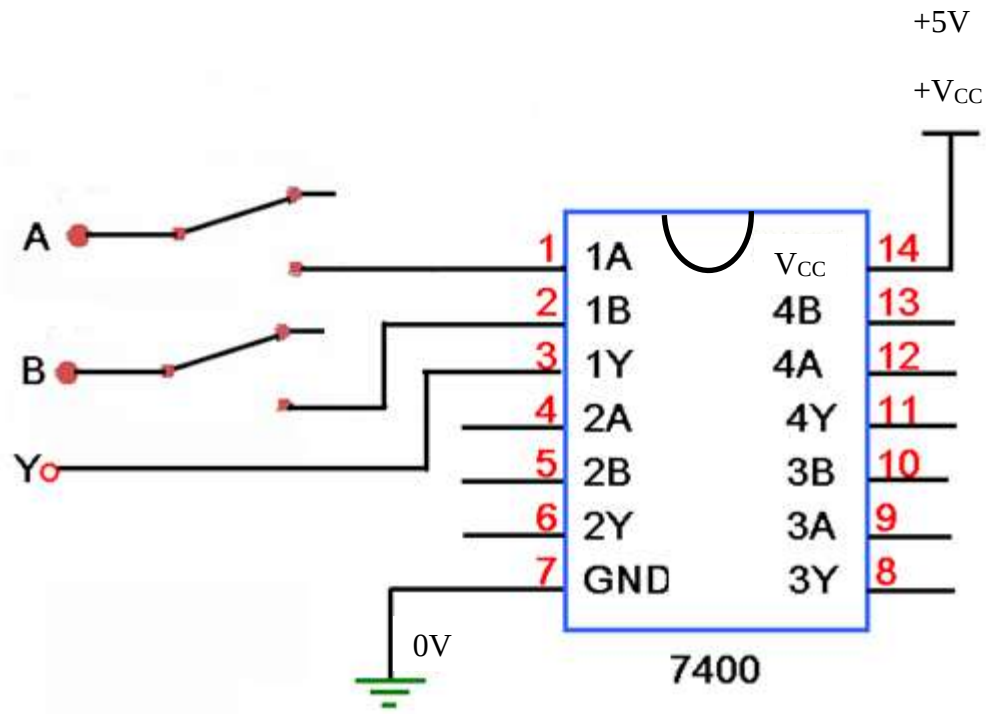
إذ أن A)،(B المدخل، و (Y) المخرج، وفي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على أكثر من بوابة واحدة فيكون لكل بوابة رقم مع حرف. حيث يمثل الحرف إما المدخل أو المخرج إما الرقم فيمثل رقم البوابة لكي نميز بين البوابات . إن عمل هذه البوابة عكس بوابة (AND) ، فيكون الخرج دائما (Y=1) باستثناء حالة واحدة ، وعندما يكون (A=B=1) فأن الخرج (Y=0).

الأجهزة المستعملة:-

1- بورد تجارب.
2- دائرة متكاملة (IC) رقمها (7400).
3- أسلاك توصيل.
4- مصدر قدرة (DC)عدد (1).
5- مفتاح عدد (2).
6- مصباح عدد (1).

خطوات العمل:-

1- أربط الدائرة كما في شكل (4 – 8).



شكل 14 – 8 دائرة نفي الإضافة (NAND)

2- سجل قيمة المخرج (Y) حسب الجدول(14 – 4).

جدول14 – 4 النتائج المستحصلة

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

المناقشة :-

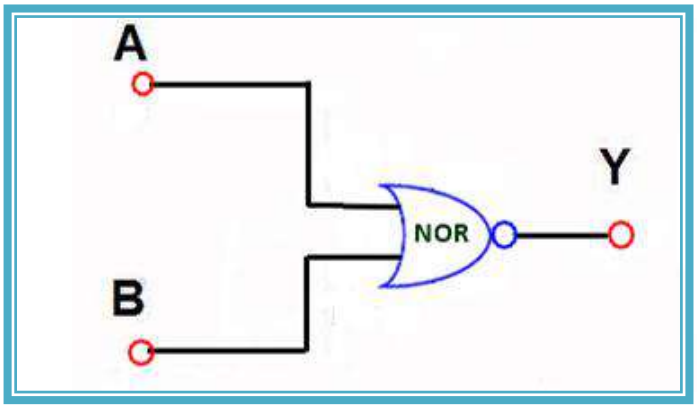
1- صمم دائرة كهربائية تماثلية تقوم بعمل بوابة (NAND) واشرح عملها؟
2- إذا كان لديك أربعة مداخل (A1 B1 C1 D1) لبوابة (NAND) فما هو جدول الحقيقة لها؟

تمرين (39)

اسم التمرين:- بوابة نفي الاختيار (NOR-gate)

الهدف من التمرين: إيجاد خواص بوابة (NOR) عمليا في المختبر

الملخص النظري:- شكل (14 – 9) يوضح رمز بوابة (NOR).



شكل 14 – 9 رمز بوابة (NOR)

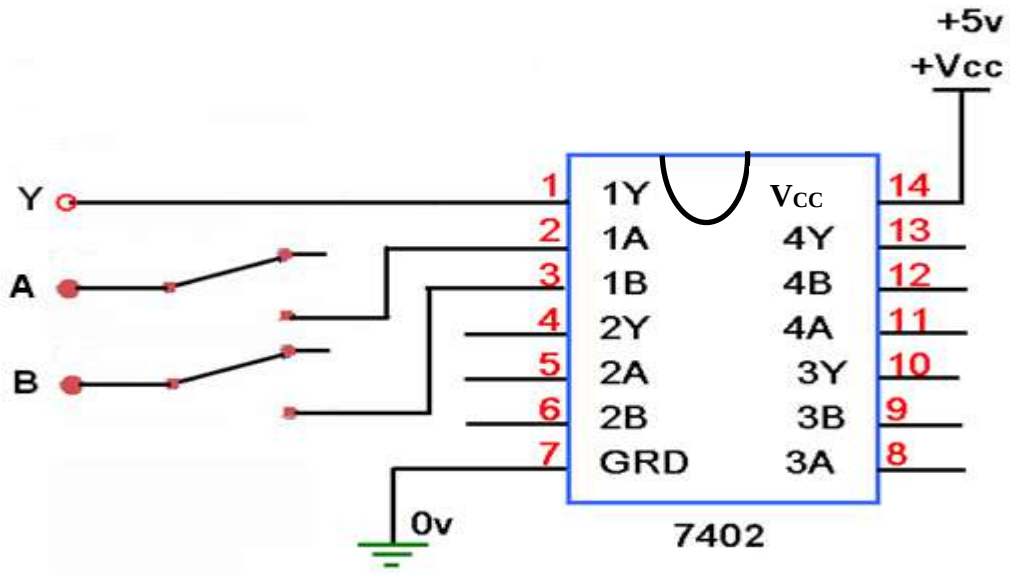
حيث إن (A،(B المدخل و (y) المخرج وفي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على أكثر من بوابة واحدة فيكون لكل بوابة رقم مع حرف حيث يمثل الحرف أما المدخل أو المخرج أما الرقم فيمثل رقم البوابة لكي نميز بين بقية البوابات إن عمل هذه البوابة هو عكس عمل بوابة (OR) فيكون خرج البوابة دائما (Y=0) باستثناء حالة واحدة عندما يكون (A=B=0) فيكون الخرج (Y=1).

الأجهزة المستعملة :-

1- بورد التجارب .
2- دائرة متكاملة (IC) رقمها (7402).
3- اسلاك توصيل
4- مصدر قدرة (DC)عدد (1).
5- مفتاح عدد (2).
6- مصباح عدد (1).

خطوات العمل :-

1) اربط الدائرة كما في شكل (14 – 10).



شكل 14 – 10دائرة بوابة (NOR)

2) سجل قيم خرج الدائرة (Y) حسب الجدول (14 – 5) النتائج المستحصلة.

جدول 14 – 5 النتائج المستحصلة

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

المناقشة:-

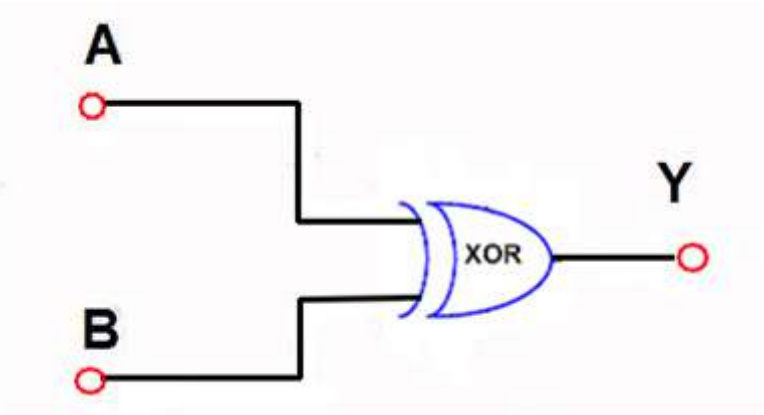
1- هل يمكن بناء بوابة (NOR) باستعمال البوابات الأساسية وكيف؟
2- اكتب جدول الحقيقة لبوابة (NOR) ذات الثلاث مداخل؟

تمرين (40)

اسم التمرين:- بوابة (او الحصرية) (XOR-gate)

الهدف من التمرين :- تحقيق خواص (XOR) عمليا في المختبر.

الملخص النظري:- شكل (14 – 11) يوضح رمز البوابة (XOR).



شكل 14 – 11 رمز البوابة (XOR)

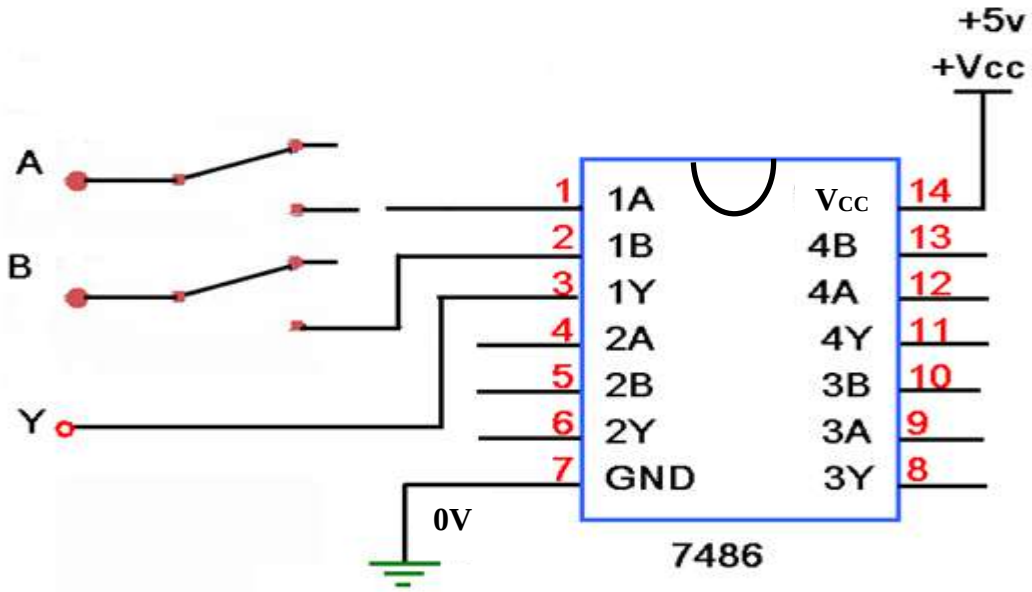
ويمكن كتابته أيضا $(A \oplus B)$ حيث ان A)،(B المدخل، و (Y) المخرج، وفي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على أكثر من بوابة واحدة فيكون لكل بوابة رقم وحرف حيث يمثل الحرف المدخل أو المخرج أما الرقم فيمثل رقم البوابة لكي نميز بين بقية البوابات. إن عمل بوابة (XOR) هو عندما يكون المدخلين A)،(B متشابهين يكون الخرج (y=0)، وإن كانا مختلفين فيكون الخرج (y=1).

الاجهزة المستعملة:-

1- بورد التجارب.
2- دائرة متكاملة (IC) رقمها (7486).
3- اسلاك توصيل.
4- مصدر قدرة (DC) عدد (1).
5- مفتاح عدد (2)
6- مصباح عدد (1)

خطوات العمل:-

1- اربط الدائرة كما في شكل (14 – 12).



شكل (14 – 12) دائرة بوابة (XOR)

2- سجل قيم خرج الدائرة (y) كما في الجدول 14 – 6).

جدول 14 – 6 النتائج المستحصلة

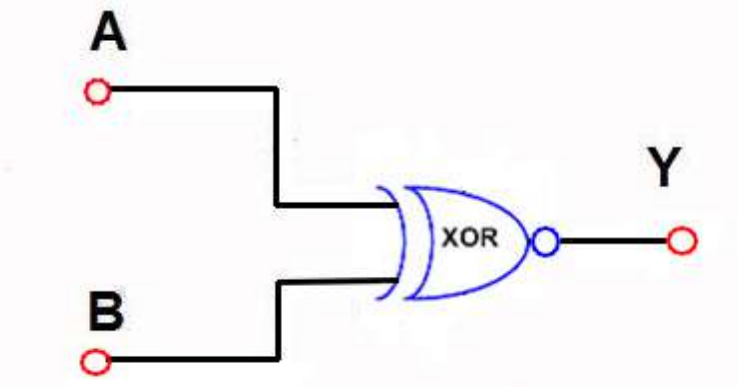
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

المناقشة :-

1) اعد بناء بوابة (XOR) باستعمال البوابات الأساسية NOT/OR/AND.
2) من خلال النتائج التي حصلت عليها ماذا تستنتج من خواص بوابة (XOR)؟

تمرين (41)

اسم التمرين :- بوابة نفي الاختيار الحصري (XNOR)



شكل 14 – 13 دائرة بوابة (XNOR)

الهدف من التمرين :- تحقيق خواص بوابة (XNOR)عمليا في المختبر

الملخص النظري :- شكل (14 – 13) يوضح رمز بوابة (XNOR).

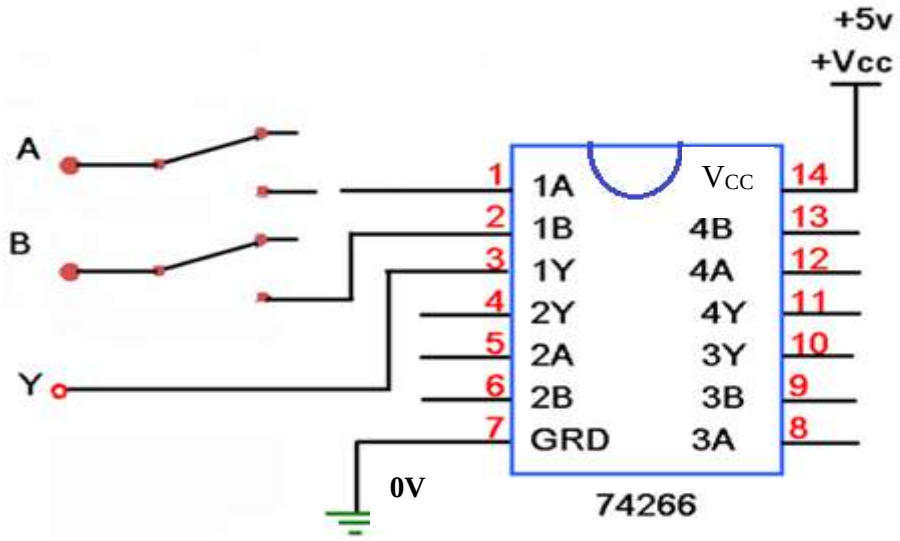
ويمكن كتابته أيضا $(A\Theta B)$، حيث ان A)،(B المدخل و(Y) المخرج وفي الدوائر المتكاملة التي تحتوي على أكثر من بوابة واحدة فيكون لكل بوابة رقم وحرف حيث يمثل الحرف المدخل أو المخرج، أما الرقم فيمثل رقم البوابة لكي نميز بين بقية البوابات. إن عمل بوابة (XNOR) هو عندما يكون المدخلان A)،(B متشابهان يكون الخرج (y=1) ، وإذا كانا مختلفين فيكون الخرج (y=0).

الأجهزة المستعملة:-

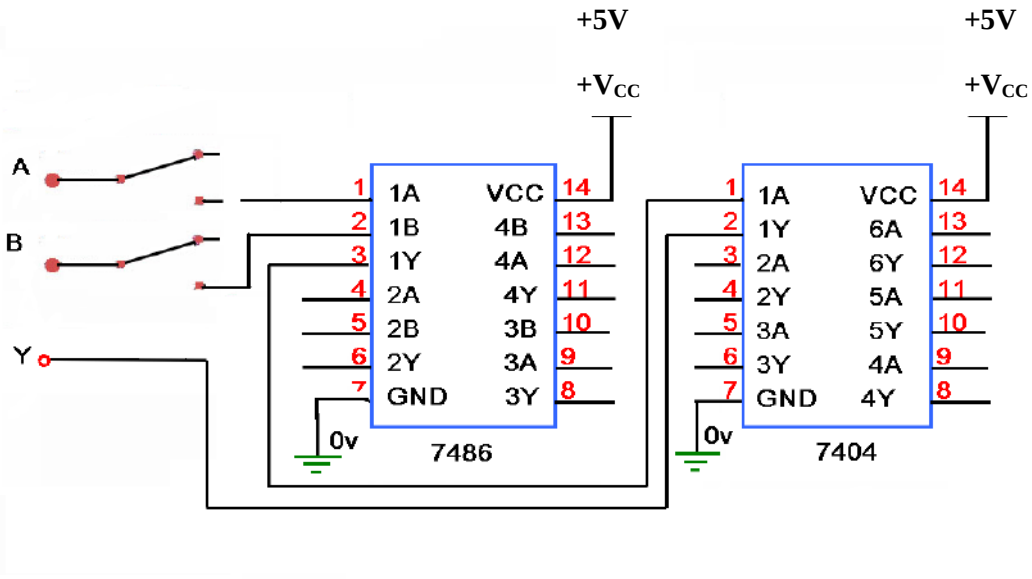
1) بورد التجارب.
2) دائرة متكاملة (IC) رقمها (74266) أو {(7404) + (7486)}
3) أسلاك توصيل.
4) مصدر قدرة (DC) عدد (1).
5) مصباح عدد (1).
6) مفتاح عدد (2).

خطوات العمل:-

1 - اربط الدائرة كما في شكل (14 – 14)، أو اربط الدائرة كما في شكل (14 – 15) إذا لم تستطيع الحصول على IC رقم (74266).



شكل 14 – 14 دائرة بوابة (XNOR) باستعمال الدائرة المتكاملة 74266



شكل 14 – 15 دائرة بوابة (XNOR) باستعمال الدائرتين (7486 و 7404)

سجل قيم خرج الدائرة (Y) كما في الجدول (14 – 7).

الجدول 14 – 7 النتائج المستحصلة

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

المناقشة :-

1) اعد بناء البوابة (XNOR) باستعمال :-
ا-البوابات الأساسية.
ب-باستعمال بوابة (NAND).
2) من خلال جدول النتائج ماذا تستنتج من خواص بوابة (XNOR)؟

أسئلة الفصل الرابع عشر

1- بماذا تمثل بوابة (NOT) في الدوائر التماثلية؟
2- بماذا تشبه عمل بوابة (OR) في الدوائر التماثلية الكهربائية والإلكترونية؟
3- بأي وحدة الكترونية (component) تمثل عمل بوابة (AND) ؟
4- باستعمال ترانزستور ودايود هل يمكن لك ان تبني دائرة الكترونية تعمل عمل بوابة (NAND)؟
5- ارسم دائرة كهربائية تماثلية تعمل عمل بوابة (NOR) واشرح عملها.
6- اشرح عمل بوابة (XOR).
7- اشرح عمل بوابة (XNOR).

الفصل الخامس عشر

أجهزة التوقيت (Timing Instruments)

الأهداف:

بعد أن يكتمل الفصل يستطيع الطالب أن:-

1 – يعرف أهم أنواع أجهزة التوقيت.

2 – يعرف مكونات دائرة المؤقت عديم الاستقرار.

3 – يعرف عمل دائرة المؤقت عديم الاستقرار.

4 - يعرف مكونات دائرة المؤقت أحادي الاستقرار.

5– يعرف عمل دائرة المؤقت أحادي الاستقرار.

6– يعرف أهم استخدامات أجهزة التوقيت.

7– يربط دوائر أجهزة التوقيت ويطبق القوانين ليحسب تردد وزمن الموجة لدائرة المؤقت عديم الاستقرار ولدائرة المؤقت أحادي الاستقرار.

8 – يرسم الإشارة الداخلة والخارجة لكل مؤقت.

الفصل الخامس عشر

أجهزة التوقيت

15-1 تمهيد

تستعمل دوائر التوقيت في مجالات عديدة منها جهاز الأشعة السينية وأجهزة التعقيم والأفران الكهربائية وأفران المايكروويف والغسالات والألعاب وأجراس الإنذار وأجهزة ري التربة وأجهزة التصوير الضوئي والسيطرة على سرعة المحركات الكهربائية وغيرها. هنالك أنواع عديدة من المؤقتات منها الميكانيكية والإلكترونية (التماثلية – الرقمية) ،حيث يفضل استعمال الأنواع الأخيرة في دوائر التوقيت على المؤقتات الميكانيكية، لأنها تتميز بدرجة عالية من الدقة وسهولة استعمالها مع القليل من المكونات الخارجية من المقاومات والمتسعات.

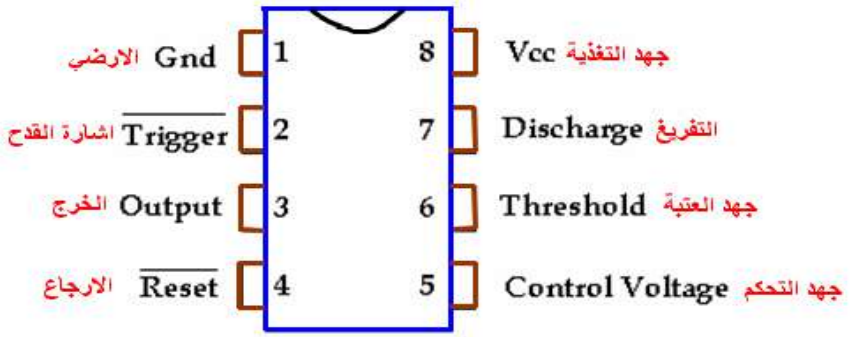
15-2 المؤقت 555

تتكون شريحة المؤقت 555 من دوائر إلكترونية (تماثلية – رقمية) ويتميز باستقرار عمله ورخص ثمنه ويستعمل في دوائر المذبذبات والتوقيت الدقيقة . ومن مواصفاته يكون الحد الأعلى لجهد التغذية (16V-18V) والحد الأعلى للتردد (300kHz – 500 kHz). وشكل (15 – 1) يوضح نماذج من الدوائر المتكاملة للمؤقت 555.

شكل 15 - 1 يوضح نماذج من الدوائر المتكاملة للمؤقت 555

15-3أطراف المؤقت 555

شكل (15 – 2) يوضح أطراف الدائرة المتكاملة للمؤقت 555 .



شكل 15 – 2 أطراف الدائرة المتكاملة للمؤقت 555

الطرف 1: هو طرف الأرضي (Ground) النقطة المشتركة للدائرة.

الطرف 2: هو طرف مدخل إشارة القدح (Trigger) الذي يؤدي إلى نقل الخرج إلى المستوى العالي وتبدأ دورة المؤقت عندما يتحول الجهد من $2/3V_{CC}$ إلى جهد أقل من $1/3V_{CC}$ من جهد التغذية.

الطرف 3: هو طرف الخرج (Out) عند بدء دورة المؤقت يرتفع جهد الخرج، وينخفض إلى الصفر في نهاية الدورة.

الطرف 4: هو طرف الإرجاع (Reset)، إذا طبق على هذا الطرف مستوى منطقي منخفض يعاد تصفير المؤقت، ويرجع الخرج إلى المستوى المنخفض.

الطرف 5: هو طرف جهد التحكم (Voltage Control)، يستعمل كجهد مرجعي خارجي لتعديل زمن موجة المؤقت عديم الاستقرار، وذلك بتغير جهدي القدح والعتبة، وعند عدم الحاجة إليه يفضل ربط متسعة معه وتوصيله إلى الأرضي، لمنع أي ضجيج يمكن أن يؤثر على الدائرة.

الطرف 6: هو مدخل جهد العتبة (Threshold)، ويقود هذا الطرف إلى جعل الخرج ينخفض عندما ينتقل الجهد على هذا الطرف من قيمة أقل من 1/3 إلى أعلى من 2/3 من جهد التغذية.

الطرف 7: هو طرف التفريغ (Discharge)، ويؤدي هذا الطرف إلى تصريف التيار إلى الأرضي.

الطرف 8: هو طرف جهد التغذية ($+V_{CC}$).

15-4 طرق عمل المؤقت 555

يمكن أن يعمل المؤقت 555 بطريقتين وكما يأتي:-

1 - المؤقت عديم الاستقرار(Unstable)

شكل (15-3) يوضح دائرة المؤقت عديم الاستقرار، وشكل (15-4) يوضح شكل الموجة على طرفي المتسعة، وشكل الموجة الخارجة. حيث يعمل جهد التغذية على شحن المتسعة عن طريق المقاومة R ثم يتم تفريغ جهد الشحن إلى الطرف 2 مما يؤدي إلى تغيير جهد الخرج من قيمة عالية إلى قيمة منخفضة بصورة مستمرة، ويكون الخرج عند الطرف 3 عبارة عن موجة مربعة.

يتم حساب تردد المذبذب بالمعادلة الآتية: -

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + R_2)C} \quad \text{.....(1-15)}$$

حساب زمن الموجة خلال ارتفاع الخرج كما في بالمعادلة الآتية: -

$$t_{on} = 0.7\ (R_1 + R_2)\ C \quad \text{.....(2-15)}$$

حيث إن t_{on} هو زمن الإشتغال.

وحساب زمن الموجة خلال انخفاض الخرج يكون كما في بالمعادلة الآتية: -

$$t_{off} = 0.7\ R_2 * C \quad \text{.....(3-15)}$$

حيث إن t_{off} هو زمن الاشتغال.

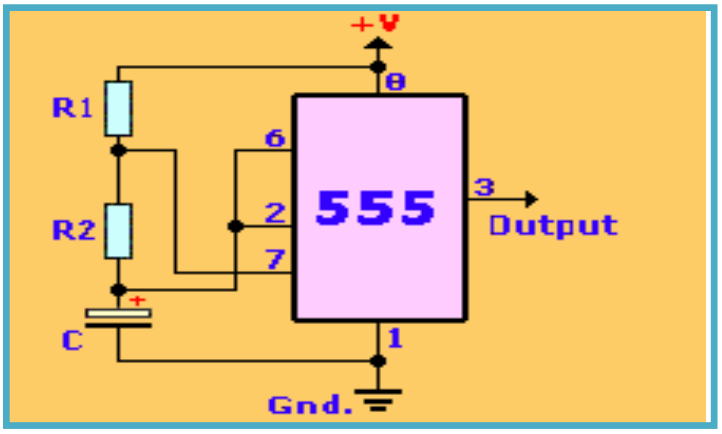
$$T = t_{on} + t_{off}$$

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

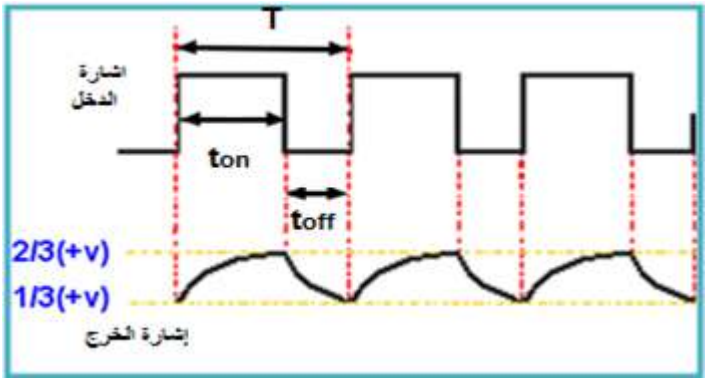
حيث إن T: الزمن الكلي.

f: التردد.

$$T = 0.7(R_1 + 2R_2)\ C$$



شكل 15- 3دائرة المؤقت عديم الاستقرار

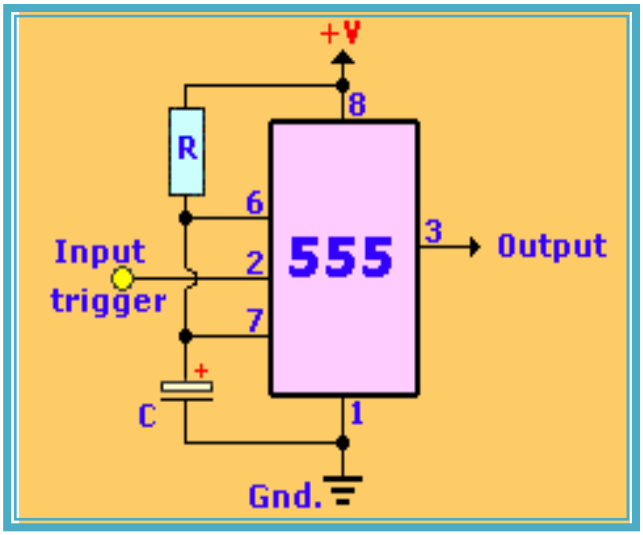


شكل 15-4 الموجة الخارجة والموجة على طرفي المتسعة

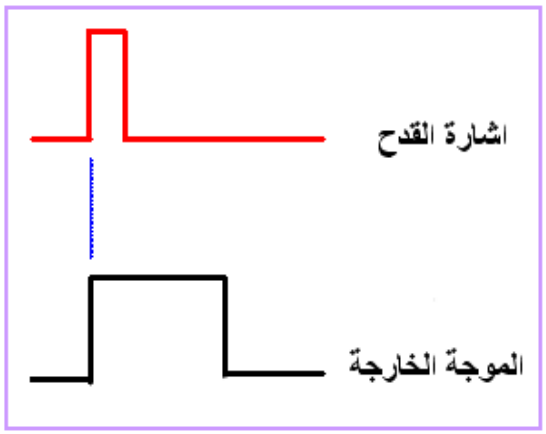
2 - المؤقت أحادي الاستقرار(Mono stable)

شكل (15-5) يوضح دائرة المؤقت أحادي الاستقرار، وشكل (15-6) يوضح شكل إشارة القدح وشكل الموجة الخارجة. في الحالة الاعتيادية يكون خرج المؤقت عاليا إذا لم يحصل تغير على الطرف 2، وعندما يقدح بنبضة سالبة لفترة زمنية صغيرة يتغير جهد الخرج من أعلى قيمة لأقل قيمة، ويبقى لفترة تعتمد على المقاومة (R) والمتسعة (C)، ثم يعود إلى وضعه الطبيعي، ويمكن حساب الفترة الزمنية التي يتغير عندها الجهد بواسطة المعادلة الآتية: -

$$T=1.1\times R\times C \quad \text{.....(4 – 15)}$$



شكل(15-5) دائرة المؤقت أحادي الاستقرار



شكل15–6 إشارة القدح والموجة الخارجة

تمرين (42)

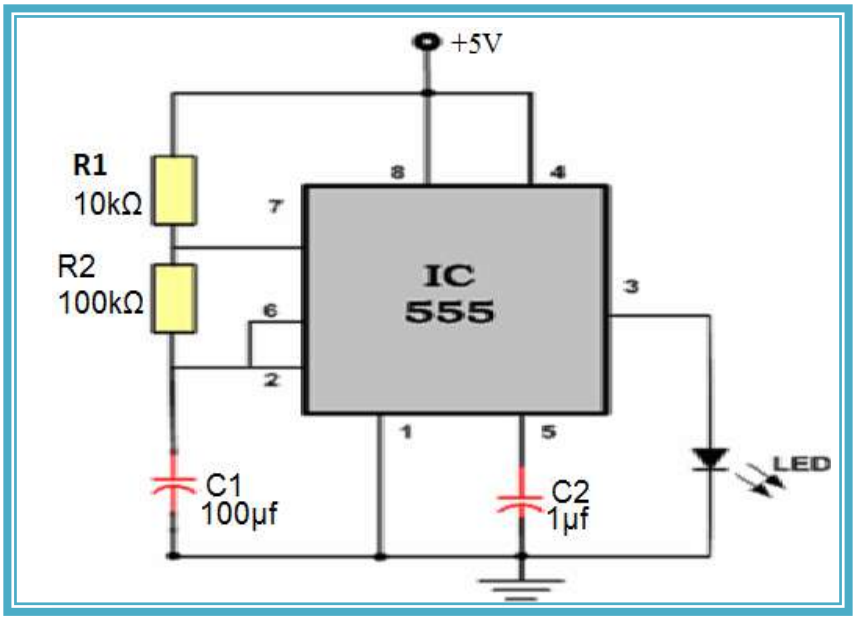
اسم التمرين: المؤقت 555 كمذبذب عديم الاستقرار

الهدف من التمرين: ربط دائرة المؤقت وحساب زمن النبضة الخارجة.

الأجهزة والمواد المستعملة:

1- لوحة توصيل.
2- مصدر جهد مستمر (DC V) (±5V).
3- مقاومات (100kΩ – 10kΩ).
4- متسعات 0. 1µf - 1µf - 100µf
5- مؤقت 555.
6- ثنائي ضوئي LED
7- جهاز قياس (أفوميتر AVO).
8- جهاز راسم الإشارة Oscilloscope.

رسم الدائرة العملية:



الشكل 15-7 الدائرة العملية للمؤقت 555 كمذبذب عديم الاستقرار

خطوات العمل :

1 – اربط الدائرة الموضحة في شكل (15-7) .

2 – بواسطة راسم الإشارة اعرض شكل الإشارة الداخلة للقناة (1) عن طريق الطرف (6) ، وعلى المسقط نفسه، واعرض الإشارة الخارجة على القناة (2) عن طريق الطرف (3) ، ثم ارسمها واحسب زمن النبضة الخارجة .

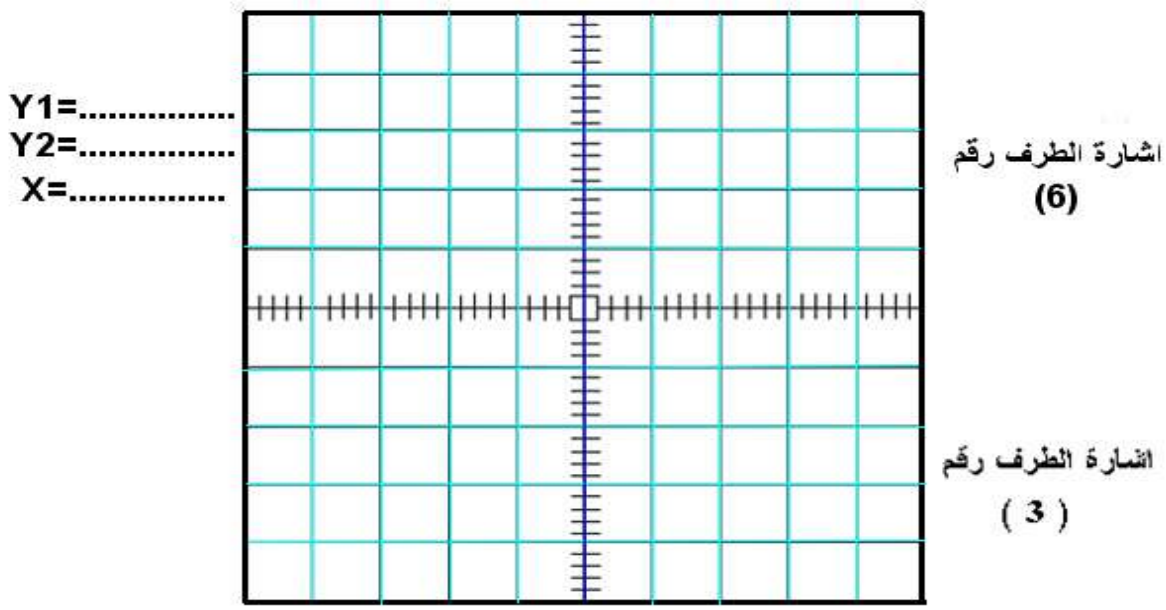
3 – لاحظ حالة الثنائي الضوئي LED.

4 – قس الجهد عند الطرف (3) بواسطة جهاز قياس (أفوميتر AVO).

5 – احسب زمن النبضة (T) نظريا من خلال القيم المعطاة وبالقانون الآتي: -

$$T = 0.7 \times C_1 (R_1 + 2R_2)$$

$$f = \frac{1.44}{(R_1 + R_2)C_1}$$



المناقشة:

قارن بين النتائج العملية والنتائج النظرية.

تمرين (43)

اسم التمرين: المذبذب أحادي الاستقرار

الهدف من التمرين: ربط دائرة المؤقت آحادي الاستقرار وحساب زمن النبضة الخارجة.

الأجهزة والمواد المستعملة:

1 - لوحة توصيل.

2 - مصدر جهد مستمر (DC V) (±5V).

3 - مقاومات (100kΩ -1kΩ).

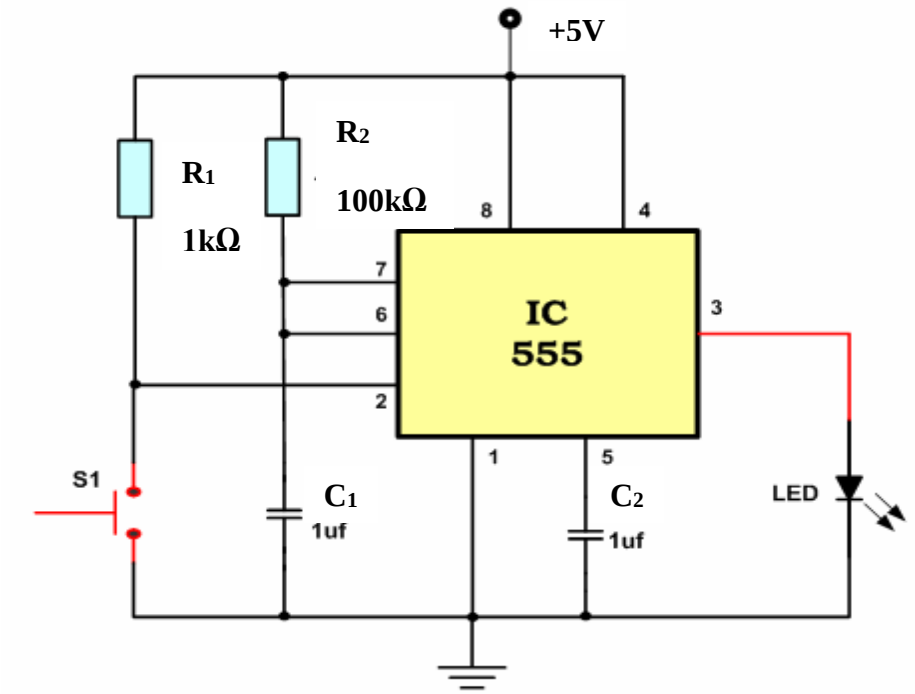
4 - جهاز راسم الإشارة Oscilloscope.

5 - متسعات (1µf - 0.01µf).

6 - مؤقت 555.

7 - ثنائي ضوئيLED .

8 - جهاز قياس (أفوميتر AVO).



شكل 15-8 الدائرة العملية للمؤقت 555 أحادي الاستقرار

خطوات العمل:

1 – اربط الدائرة الموضحة في شكل (15-8).

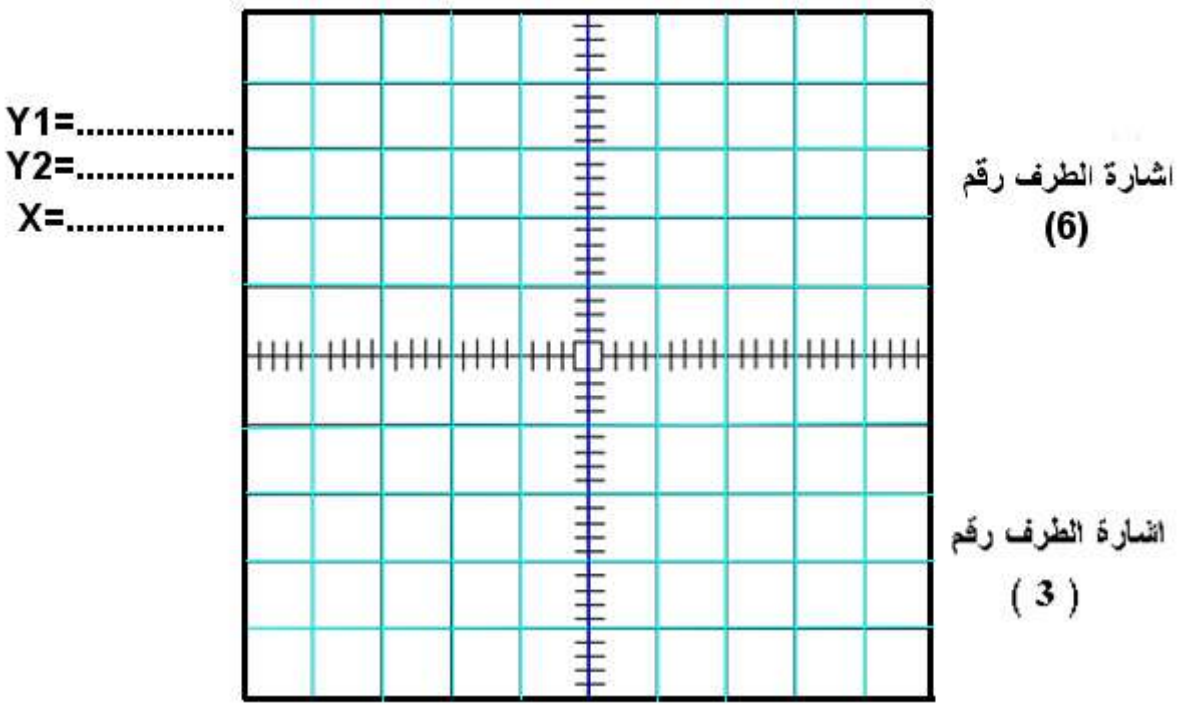
2 – بواسطة راسم الإشارة اعرض شكل الإشارة الداخلة للقناة (1) عن طريق الطرف(6). وعلى المسقط نفسه، واعرض الإشارة الخارجة على القناة (2) عن طريق الطرف (3)، ثم ارسمها واحسب زمن النبضة الخارجة.

3 – لاحظ حالة الثنائي الضوئيLED.

4 – قس الجهد عند الطرف (3) بواسطة جهاز قياس (أفوميتر AVO).

5– احسب زمن النبضة (T) نظريا من خلال القيم المعطاة وبالقانون الآتي:

$$T = 1.1 \times C_1 \times R_1$$



المناقشة:

قارن بين النتائج العملية والنتائج النظرية؟

الفصل السادس عشر

الأجهزة الطبية المختبرية

الأهداف:

تمكين الطالب على معرفه :

1 – الأجهزة الطبية المختبرية التالية:-

أ – المجهر. ب – الميزان. جـ– جهاز الطرد المركزي. د - جهاز قياس الطيف الضوئي. هـ - جهاز قياس الحامضية . و - جهاز قياس الهيموكلوبين.

2– بعض أنواع كل من هذه الأجهزة.

3- تطبيقات الأجهزة الطبية المختبرية.

4- تشغيل الأجهزة الطبية المختبرية.

5 - يفكك الأجهزة ويتعرف على أجزائها الداخلية ثم يعيد تركيبها.

6- يقوم بفحص ومعرفة بعض الأعطال وتصليحها.

7- الإجابة على الأسئلة في نهاية الفصل.

1-16 المجهر (Microscope)

هو جهاز يستعمل لتكبير الأجسام الصغيرة التي لا نستطيع أن نراها بواسطة العين المجردة بحيث تسهل رؤيتها. إذ يستعمل هذا الجهاز في علم الأحياء لدراسة الأحياء المجهرية كالجراثيم الدقيقة والطفيليات وفحص الأنسجة وكريات الدم الحمراء شكل (16 – 1) يوضح نماذج مختلفة من المجاهر.

شكل 16 – 1 نماذج مختلفة من المجاهر

2-16 أنواع المجاهر

توجد ثلاثة أنواع أساسية من المجاهر وهي:

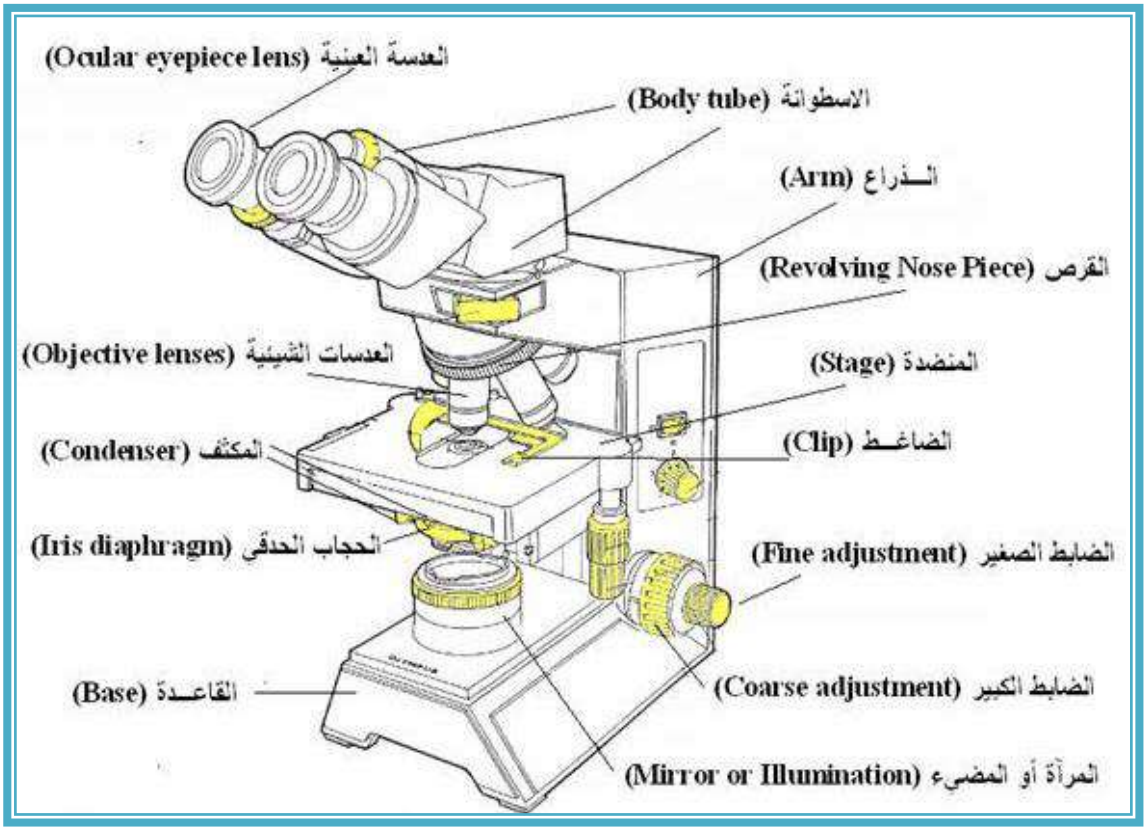
1 – المجهر الضوئي: هو المجهر الذي يستخدم الضوء لتكبير الأجسام.

2 – المجهر الإلكتروني: يستعمل هذا مجهر شعاعا من الإلكترونات لتكبير الأجسام. وقد أصبح المجهر الإلكتروني أداة هامة للأبحاث في علوم الأحياء، الكيمياء، الطب، والتعدين. استخدم العلماء المجهر الإلكتروني لرؤية الأشياء بالغة الصغر كالبكتريا والفيروسات.

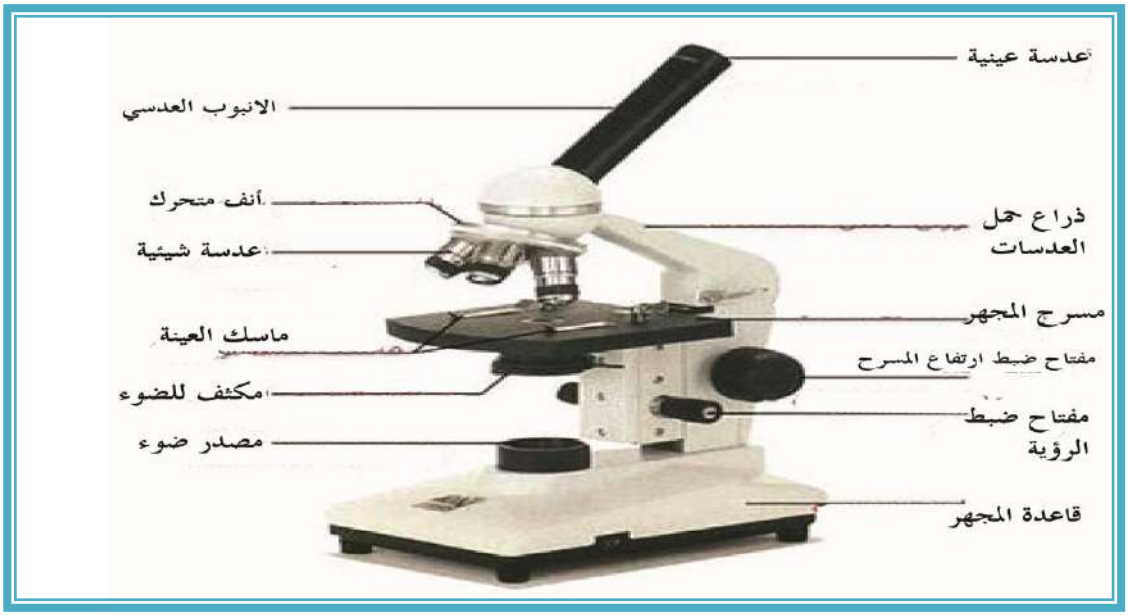
3 – المجهر الايوني: هو المجهر الذي يستخدم الأيونات لتكبير الأجسام. ويستعمل المجهر الأيوني لدراسة فيزياء وكيمياء السطوح والشوائب في الفلزات ولمعرفة كيفية ترتُّب الذرات الفلزية لتكوين البلورات.

1 – المجهر الضوئي

يوجد عدة أنواع من هذا المجهر، ومنها المجهر الضوئي المركب (light compound Microscope)، الذي يستعمل في المختبرات، إذ يمكن بواسطة هذا المجهر رؤية الأجسام الصغيرة جداً، وتعتمد قوة التكبير للمجهر على العدسات المستعملة، فكلما زادت قوة تكبير العدسات أتاح لنا رؤية التفاصيل الدقيقة للعينات المراد رؤيتها، حيث تتراوح قوة التكبير في هذا المجهر من 40 إلى 1000 مرة، والسبب في تسمية هذه المجاهر بالمجاهر المركبة لاحتوائها على عدستا تكبير أحداهما موجودة في العدسة العينية، والثانية موجودة في العدسة الشيئية.



شكل16 – 2 يوضح مكونات أحد أنواع المجاهر الضوئية المركبة.



شكل 16 – 3 مكونات لاحد انواع المجهر الضوئي المركب الاخرى

3-16أجزاء المجهر الضوئي المركب

1 - العدسة العينية (Ocular eyepiece lens)

العدسة العينية هي العدسة التي نرى من خلالها، وهي تقع في الجزء العلوي من الأسطوانة الصغيرة للمجهر، إذ أن قوة تكبير هذه العدسة مكتوب عليها، وهي بالعادة عشر مرات (X 10) .

2 - الأسطوانة (Body tube)

وهي الجزء الأسطواني في المجهر التي تحمل في أعلاها العدسة العينية. وينزلق بداخلها أنبوب يمكن تحريكه إلى الأعلى وإلى الأسفل.

3- العدسات الشيئية (Objective lenses)

العدسات الشيئية وهي مجموعة من ثلاث إلى أربع عدسات متصلة بالقرص، وتكون العدسة القصيرة منها في الغالب ذات القوة التكبيرية الصغرى (X 4) ، والعدسة الشيئية المتوسطة ذات القوة التكبيرية الوسطي(X 10) ، ويمكن إضافة مادة خاصة من الزيت إلى العدسة الشيئية الكبرى ذات القوة التكبيرية العليا (x 40) للحصول على العدسة الزيتية التي تصل قوة تكبيرها إلى(100 مرة).
(100X) وتنتج هذه العدسات صوراً أفضل وأوضح عند قوة تكبير أعلى مما تفعله باقي العدسات مع وجود الهواء في الحيِّز الذي بينها وبين الشريحة.

4- المنضدة(Stage)

وهي السطح الذي نضع عليه الأجسام المراد فحصها ، ويوجد في مركزها فتحة صغيرة تسمح بمرور الضوء خلال الشريحة.

5-المكثف(Condenser)

يوجد المكثف تحت فتحة المنضدة، ووظيفته تجميع أشعة الضوء حيث نستطيع التحكم بتركيز الضوء الموجه إلى الشريحة ، وذلك بتحريكه إلى الأعلى وإلى الأسفل.

6- الحجاب الحدقي (Iris diaphragm)

وهو جزء مثبت على السطح السفلي للمنضدة، وبواسطته نستطيع تنظيم كمية الضوء الداخلة إلى العدسة الشيئية من خلال الشريحة.

7 - القرص (Revolving Nose Piece)

وهو جزء دائري متصل بالجزء السفلي من الأسطوانة، وتستعمل لتغيير أوضاع العدسات الشيئية المتصلة به.

8 - مفتاح الضبط التقريبي (Coarse adjustment)

مفتاح الضبط التقريبي عبارة عن عجله كبيرة موجودة على جانبي المجهر، تستعمل لتنظيم المسافة بين المنضدة والعدسة الشيئية للحصول على رؤية واضحة، إذ يتم استعمالها في حال العدسة ذات القوة التكبيرية الصغرى (x 4) أو القوة التكبيرية الوسطى (x 10) ولا تستعمل في حال استعمال العدسة الشيئية الكبرى (x 40)أو العدسة الزيتية (x 100) .

9- مفتاح الضبط الدقيق (Fine adjustment)

الضابط الدقيق عبارة عن عجلة صغيرة موجودة أيضاً على جانبي المجهر، حيث تستخدم للمساعدة على رؤية الهدف بصورة أوضح ، ويتم استعمال الضابط الدقيق في حال استعمال العدسة الشيئية الكبرى (40x) ، أو العدسة الزيتية (100 x) .

10 - المرآة أو المضيء (Mirror or Illumination)

وظيفة المرآة هي عكس وتوجيه الأشعة من مصدر خارجي إلى العدسة الشيئية، حيث تمر الأشعة بالشريحة المراد تكبيرها، وللمرآة سطحان أحداهما مستو، والآخر مقعر، وذلك للتحكم بكثافة الضوء المنعكس، وقد استعيض عن المرآة في المجهر الجديد بمصدر ضوئي (مصابيح) ثابت يدعى المضيء. تعمل هذه المصابيح على فولتيات معينة مثل (6V ، 12V ، 120V) كما يكون المصباح موجها إلى عدسة المكثف القابل للحركة .

11 -الماسك (كلاب):(Clip)

وهناك ماسكان على المنضدة يستعملان لتثبيت الشرائح عليها.

12 - الذراع:(Arm)

وهي الدعامة التي تستعمل لحمل المجهر والتي تحمل أيضاً الاسطوانة.

13- القاعدة:(Base)

وهي الجزء السفلي الذي يرتكز عليه المجهر.

4-16 خطوات استعمال المجهر المركب

1- نظف العدسات العينية والشيئية بورق عدسات خاص.
2- تأكد من أن العدسة الشيئية الصغرى في مركزها الصحيح فوق ثقب المنضدة
3- افتح الحجاب الحدقي إلى النهاية.
4- ضع الشريحة على المنضدة، وثبت الشريحة بواسطة الضاغط، بحيث تكون العينة المراد فحصها فوق الثقب مباشرة، وتحت العدسة الشيئية الأخرى.
5- انظر خلال العدسة العينية بكلتا عينيك، وحرك مفتاح الضبط التقريبي إلى أعلى حتى تتضح صورة الجسم المراد فحصه، وهذا قد يتطلب تحريك الشريحة قليلاً ليصبح الجسم فوق الثقب مباشرة.
6- افتح وأغلق الحجاب الحدقي، وارفع وأنزل المكثف حتى تحصل على كمية من الضوء تظهر معها الشريحة بوضوح.

7- إذا أردت الحصول على تكبير أفضل، بدل العدسة الشيئية الصغرى بالعدسة الشيئية الوسطى بواسطة القرص، وذلك بوضع العدسة الشيئية الوسطى في مكانها فوق الثقب مباشرة وهنا تشعر بضربة خفيفة، ثم حرك مفتاح الضبط التقريبي لتظهر الصورة بوضوح.
8- لرؤية أكبر وأوضح بإمكانك استعمال العدسة الشيئية الكبرى، ثم حرك مفتاح الضبط الدقيق لتظهر الصورة بوضوح.
9- بعد الانتهاء من فحص الجسم، أدر القرص حتى تصبح العدسة الشيئية الصغرى فوق ثقب المنضدة، وأزل الشريحة، وأعد المجهر إلى خزانته بعد وضع غطائه عليه.

5-16 العناية بالمجهر وطريقة تنظيفه

المجهر جهاز ثمين يجب العناية به، لذا اتبع الخطوات التالية:

1- أطفئ المجهر.
2- استعمال مفتاح الضبط التقريبي لإنزال المنضدة إلى الأسفل للحصول على مسافة أكبر للعمل، ثم قم بإزالة الشريحة عن المنضدة.
3- تأكد من أن الشرائح المستعملة نظيفة وليس عليها غبار، وتجنب مسك الشريحة من الوسط، وامسكها دائماً من الأطراف.
4- يجب تنظيف العدسات العينية والشيئية قبل استعمال المجهر وبعده، ومن فترة لآخري، ترفع العدسة العينية من مكانها وتفك أجزاؤها وتنظف من الداخل والخارج أما العدسات الشيئية فتنظف من الخارج إذ أنها محكمة الإغلاق لكي لا يتسرب الغبار إلى داخلها، كما تجنب عمل أي خدش بها.
5- يجب أن يستعمل في تنظيف العدسات دائماً ورق تنظيف العدسات الخاص وتجنب استعمال القماش أو القطن أو ورق التنشيف، إذ أنه قد يخدش العدسات كما أنه قد يترك عليها وبراً مما يسبب عدم وضوح رؤيتها بالمجهر.
6- بعد الانتهاء من تنظيف المجهر أعد العدسة الشيئية الصغرى إلى مكانها.
7- أعد المجهر إلى خزانته بعد وضع غطائه عليه.

6-16 تنظيف الشريحة الزجاجية قبل استعمالها

يجب أن تكون الشريحة وغطاؤها نظيفتين وصافيتين، وإذا كانتا متسختين فيجب تنظيف كل منهما قبل وضع العينة على الشريحة.

1 - أمسك الشريحة بيدك اليسرى بين إصبعيك من حافتيها النهائيتين.
2 - بسبابة اليد اليمنى، افرك سطحي الشريحة بمسحوق التنظيف المزود لك.
3- اغسلها جيداً بالماء العادي بواسطة سبابة اليد اليمنى إلى أن تختفي آثار مسحوق التنظيف عنها ثم اغسلها بقليل من الماء المقطر لتزيل آثار الماء العادي (دون استعمال السبابة).
4 - ضع الشريحة أو الشرائح بين ورقتي نشاف.
5 - حاول أن تمسك الشرائح المجففة النظيفة من حافتيها النهائية لئلا تترك آثار أصابعك على الشريحة.

تمرين (44)

اسم التمرين: كيفية استخدام المجهر.

خطوات العمل:

1- استعمل شعرة بطول (1) سم.
2- ضع الجزء السفلي من الشعرة في مركز الشريحة النظيفة.
3 - امسك غطاء الشريحة من حافتيها واجعل الحافة الثالثة تلامس الشريحة، ثم ابدأ بإنزال غطاء الشريحة من (45) درجة.
4 - افحص الشريحة التي حصلت عليها تحت المجهر المركب باستعمال العدسة الشيئية الصغرى والعدسة الشيئية الوسطى.

الأسئلـة والمناقشة:

1 - عرف ما يأتي :-

المجهر، المجهر الإلكتروني، المجهر الأيوني، العدسة الشيئية، العدسة العينية.

2 -عدد أنواع المجاهر.
3 - وضح بالرسم أجزاء المجهر الضوئي.
4 - ما وظيفة كل مما يأتي:-
مفتاح الضبط الدقيق ، مفتاح الضبط التقريبي، الحجاب الحدقي؟
5 - كيف تقوم بحساب قوة التكبير لعدسة معينة؟
6 - ما خطوات استعمال المجهر المركب؟
7 - أذكر خطوات العناية بالمجهر وطريقة تنظيفه.

7-16 الميزان الإلكتروني

الميزان هو جهاز يستعمل لقياس الأوزان. ومن المواد التي نحتاج إلى وزنها في المختبرات هي المواد الكيميائية وأحيانا العينات والنماذج.

أما الوحدات المستعملة في كل الموازين فهي الوحدات المترية التي تشمل الملي غرام (mg) والمايكرو غرام (µg) بالإضافة إلى الكيلو غرام (kg).

والميزان نوعان أما ميكانيكي أو إلكتروني الذي يكون أساسه ميكانيكي مع بعض الإضافات الكهربائية (مع أو بدون بعض الإضافات البصرية).

وتقسم الموازين بصورة عامة إلى مجموعتين وهي:

1- الموازين الغير مصقولة (الخشنة): وهي التي تكون دقتها أكثر من 0.01 غم، وتكون أما ميكانيكية أو الكترو- ميكانيكية.

2- موازين تحليلية: وتكون دقتها 0.001 غم أو اقل وتكون أما ميكانيكية أو الكتروميكانيكية أنظر شكل (16 -4).

شكل 16 -4 يوضح ميزان تحليلي

8-16 مكونات الميزان

1- كفة الميزان: وهو الجزء الذي توضع فيه المادة المراد معرفة وزنها.

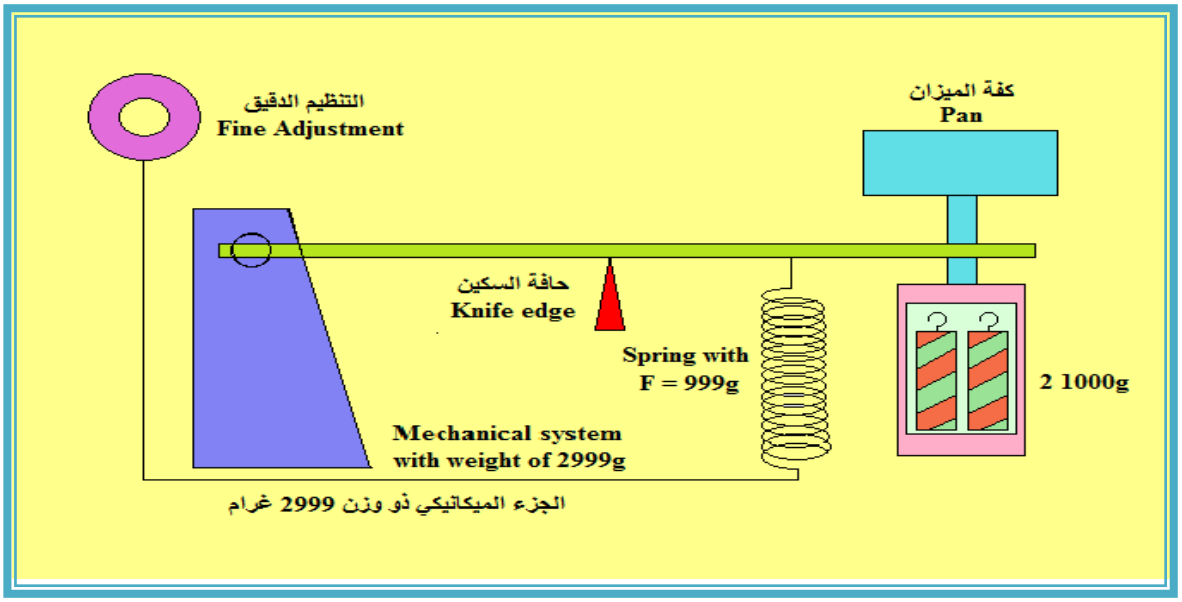
2- الذراع: وهي عبارة عن عارضة تكون مدعمة بحافة سكين مستوية عند نقطة الوسط.

3- أثقال متحركة: توضع هذه الإثقال داخل الميزان وأحياناً داخل وخارج الميزان.

الإثقال الموضوعة داخل الميزان (الإثقال الضمنية)، تكون بتماس مع الذراع لكي يصل الميزان إلى حالة التوازن.

4- تدريج القراءة: ويكون أما ميكانيكي أو بصري أو رقمي. وفي التدريج البصري يجب توفر مصباح ومجموعة مرايا بالإضافة إلى مجهز قدرة، أما في التدريج الرقمي فيجب توفر مجهز قدرة ودائرة تحويل (A/D) أي تحويل الإشارة الكمية إلى إشارة رقمية. بالإضافة إلى توفر شاشة ذات عارضة قطع سبعة.

5- موضع التصفير: وهي عبارة عن قطعة صغيرة من الإثقال الملولبة مثبتة أسفل الكفة، تستعمل لتصفير الميزان. والشكل (16 – 5) يوضح مكونات الميزان



الشكل 16 – 5 يوضح مكونات الميزان

16-9 طريقة قياس الأوزان

عند حالة التوازن وبدون إضافة أية أوزان يوجد ثقل يزن 2999 غم موجود على يسار الذراع في حين يوجد ثقلان قيمة كل منهما 1000 غم ونابض (سبرنك) قوته مساوية إلى 1000 غم.

تبدأ عملية القياس بإضافة أثقال ليتم قياسها، وبدلا من إضافة أثقال للقياس سنقوم بعكس هذه العملية، حيث نقوم برفع الإثقال الموجودة ضمنياً بكميات مساوية للثقل المضاف (وهو المادة المراد قياسها)إلى أن نصل إلى حالة التوازن.

مثال لذلك أذا أردنا أن نقيس وزن مادة معينة وكانت هذه المادة تزن 400 غم (وهي غير معلومة). قبل وضع المادة كان الميزان في توازن وعند وضع المادة في كفة الميزان سوف تنزل الكفة إلى الأسفل عند ذلك نبدأ بإزالة الإثقال بواسطة تقليل قوة النابض ونستمر بهذه العملية(عملية التقليل) إلى أن نصل إلى حالة التوازن. يصل الميزان إلى حالة التوازن عندما تصل قوة سحب النابض إلى قيمة 599 غم. وبعبارة أخرى نقوم بتقليل قوة النابض من 999 إلى 599 غم ويكون الفرق هو:

غم 400 =غم 599 – غم 999 وهو وزن المادة المقاسة.

القراءة البصرية سوف تعرض الفرق لقوة النابض أي سوف تعرض غم 400 وليس غم 599 مثال آخر عند قياس مادة أخرى (ولتكن وزنها1.3 كغم أو 1300 غم)، في هذه الحالة نعيد الخطوات السابقة نفسها وهي تقليل قوة سحب النابض من (999 إلى0) غم ،لكن الميزان لا يصل إلى حالة التوازن لذلك يجب زيادة قوة السحب وإرجاعها إلى قيمة 999 غم ، ويتم ذلك بإزالة أحد الإثقال الثابتة ذات الوزن 1000 غم. وإذا وصل الميزان إلى حالة التوازن سيكون وزن المادة هو 1 كغم. ولكن في المثال الوزن الذي لدينا هو 1،3 كغم، لذلك لا يصل الميزان للتوازن عندها نحتاج إلى إزالة وزن أكثر فنرجع إلى النابض ونقلل قوة الجذب إلى أن نصل إلى حالة التوازن، ونقوم بزيادة قوة الجذب مرة ثانية لإزالة الـ 1000 غم الأخرى من الإثقال الثابتة، ثم نقوم بتقليل قوة الجذب حتى يصل الميزان إلى حالة التوازن.

في هذا المثال قمنا بإزالة أحد الإثقال الثابتة، ولكن لم يصل الميزان إلى حالة التوازن لذلك توجب علينا تقليل قوة الجذب من999 غم إلى 699 غم لكي يتوازن.

وفي النهاية سيقرأ الميزان البصري قراءة مقدارها 300 غم والقراءة الميكانيكية ستكون 1 كغم أما القراءة الكلية فستكون كما يلي:

1kg + 300g = 1.3 kg

لاحظ الشكل (16 - 4).

16-10 النظام البصري Optical System

يتكون النظام البصري من مصباح ومايكرو فيلم زجاجي ومجموعة مرايا.

المصباح هو قطعة ثابتة يقوم بالإشعاع على المايكرو فيلم الزجاجي. ويحتوي المايكرو فيلم الزجاجي على أرقام صغيرة جداً من 000 إلى 999. وبزيادة ونقصان قوة السحب يتحرك المايكرو فيلم حركات دقيقة جداً تتناسب مع قوة السحب للنابض ويتحرك ظل الأرقام طبقاً لحركة المايكرو فيلم. توجد مجموعة مرايا في بداية ونهاية الميزان فائدة هذه المرايا هو جعل المسار الضوئي من المايكرو فيلم إلى الشاشة أطول كثيراً لزيادة حجم صورة الظل.

ألان لدينا مصباح يضيء المايكرو فلم المتحرك بواسطة (ضوء متشعب)، وللضوء المتشعب هذا مسار طويل من المايكرو فيلم إلى بداية الميزان وإلى نهاية الميزان، وإلى بداية الميزان والشاشة، وبذلك يتشعب الضوء كثيراً وتصبح صورة الظل كبيرة بالقدر اللازم لتصبح ملحوظة.

16-11 أعطال الميزان العامة

أ - الأعطال الكهربائية:

1- عدم وجود ضوء.

أسباب العطل:

ا- عدم وصول تغذية من مجهز القدرة إلى المصباح.

ب- تلف المصباح.

ج- تلف الفيوز.

د- عطل مفتاح التشغيل ON/OFF (فتح – غلق).

ه- وجود أوساخ في قاعدة المصباح .

و- عطل المحول.

ز- دخل المحول حيث يصل للمحول الابتدائي فولتية أقل من 220 فولت.

2- ضوء ضعيف وخافت.

أسباب العطل:

ا- يصل إلى دخل المحول فولتية من الملف الابتدائي أكثر من 220 فولت.

ب- عطل المحول.

3- المصباح في حالة إضاءة دائماً (ON) عند توصيله بالمصدر.

سبب العطل : عطل مفتاح التشغيل ON/OFF.

ب- الأعطال البصرية:

1- وجود ضوء وعدم وجود ظل لكل أو بعض الأرقام.

ا- المايكرو فلم موضوع بطريقة خاطئة.

ب- المرايا موضوعة بطريقة خاطئة.

2- خط الظل يقرأ كل أو بعض الأرقام.

ا- وجود خدوش في بعض المرايا. (عادةً كل الأرقام).

ب- وجود خدوش على المايكرو فلم (بعض أو كل الأرقام).

وللتمييز بين خدوش المرايا وخدوش المايكرو فلم، غير بالتنظيم الدقيق فإذا اختفت الخدوش مع الأرقام يعني ذلك أن الخدوش بالمايكرو فلم والعكس صحيح. (وبخلافه تكون الخدوش بالمرايا).

ج- الأعطال الميكانيكية:

1- فقدان حساسية الميزان وخصوصاً مع الأوزان الخفيفة.

ا- وضع أثقال أكثر من قابلية استيعاب الميزان.

ب- التعامل الخاطئ مع الميزان وكيفية تنظيمه.

2- تلف الأشرطة.

ا - استعمال الميزان بشكل خاطئ.

ب- استعمال الميزان لفترة طويلة.

ملاحظة: في الأعطال الميكانيكية يكون الحل بإبدال الميزان التالف بآخر جديد.

الأسئلة والمناقشة :

1- ماذا يحصل اذا أضفنا وزن مقداره 7 كغم إلى ميزان ذو سعة 3 كغم؟

2- ماذا يحصل لو وضع الميزان بشكل مائل بحيث إن بدايته تكون أوطأ من نهايته؟

3- ماذا يحصل لو استبدلنا مصباح 12 فولت في الميزان بمصباح 24 فولت؟ وماذا يحصل أذا استبدلنا مصباح 12 فولت في الميزان بمصباح 6 فولت ؟ أشرح ذلك.

4- ماذا يحصل لو أن بعض لفات الملف الثانوي للمحول أصبحت في حالة قصر (Short Circuit) بسبب تلف المحول؟

5-ماذا يحصل لو أصبحت بعض اللفات للملف الابتدائي في حالة Short بسبب المحول؟

6-ماذا يحصل لو تغير مكان بعض المرايا في النظام البصري للميزان؟

12-16 جهاز الطرد المركزي (Centrifugal Force Apparatus)

عند دوران الأجسام تتولد قوة مركزية (Centrifugal Force) تتجه نحو مركز الدوران، وتوظف هذه القوة (F) في أجهزة الطرد المركزي الموجودة في مختبرات التحليلات والمختبرات الكيمياوية لفصل الدقائق أو العناصر العالقة في المحاليل عند وضع هذه المحاليل في جهاز الطرد المركزي الموضح في الشكل(16 – 6) وتدويره بسرعة عالية مكتسبة قوة طرد اكبر من قوة تماسك السائل بأجزائه مما يؤدي إلى انفصال الأجزاء المختلفة حسب كثافتها في الوعاء الحاوي على السائل، الأخف كثافة في الأعلى والأكبر كثافة في القعر، والشكل (16 – 7) يوضح مخطط لأنبوبة تحوي المحلول بعد إخراجها من جهاز الطرد المركزي.

شكل16 – 6 جهاز الطرد المركزي وملحقاته شكل16 – 7 أنبوبة الجهاز والمحلول متفكك

أجزاء جهاز الطرد المركزي:

يتكون الجهاز من الأجزاء الآتية:

1- المحرك الكهربائي (Electric Motor): وهو اهم جزء في الجهاز. الشكل (16 - 8) يوضح المحرك الكهربائي.

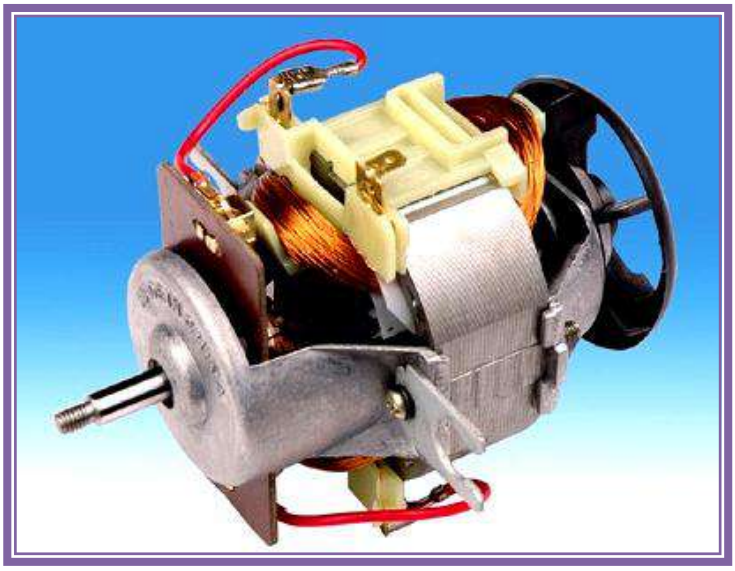
2- المؤقت الزمني(Timer):

ويتكون من نوعين يمكن استعمال أي منهما :

ا- المؤقت الميكانيكي: حيث يوقت يدويا بواسطة مفتاح غلق يتكون من تلامسين احدهم ثابت والآخر متحرك يدار يدويا وتدور معه مسننات متعشقة (كما في ساعة التوقيت) متزامنة مع الوقت الذي نحتاجه لتشغيل الجهاز أي زمن وصول التلامس المتحرك إلى التلامس الثابت لغلق الدائرة الكهربائية.

ب- المؤقت الزمني: ويعتمد على زمن شحن وتفريغ متسعة مرتبطة بمقاومة أو ملف (T=RC)، ويحتاج المؤقت من (0 - 15) دقيقة حسب نوع المحلول والدقائق العالقة به.

3- منظم السرع (Speed Control): يستعمل لزيادة سرعة الجهاز وقد تصل إلى أكثر من (12) ألف دورة في الدقيقة.



شكل 16 – 8 المحرك العام (Universal Motor)

4- مفاتيح الامان (Security Switches): تستعمل لقفل الغطاء الخارجي آليا عند غلقه لبدء عمل الجهاز لمنع انفتاحه تلقائيا ومفتاح آخر لقطع مصدر الطاقة عن الجهاز عند أي فتح للغطاء الخارجي ليتوقف حتى بدون استعمال مفتاح الغلق المخصص لذلك. إن هذه المفاتيح عبارة عن تلامسات تربط على التوالي بين مصدر الطاقة و الغطاء الخارجي لجهاز الطرد المركزي. لاحظ الشكل (16 - 9) لجهاز الطرد المركزي متعدد الأغراض النوع الحديث مع مفاتيح لمس للسيطرة على تشغيله.

شكل 16 – 9 جهاز الطرد المركزي متعدد الأغراض مع مفاتيح السيطرة

5- المحرك الكهربائي:

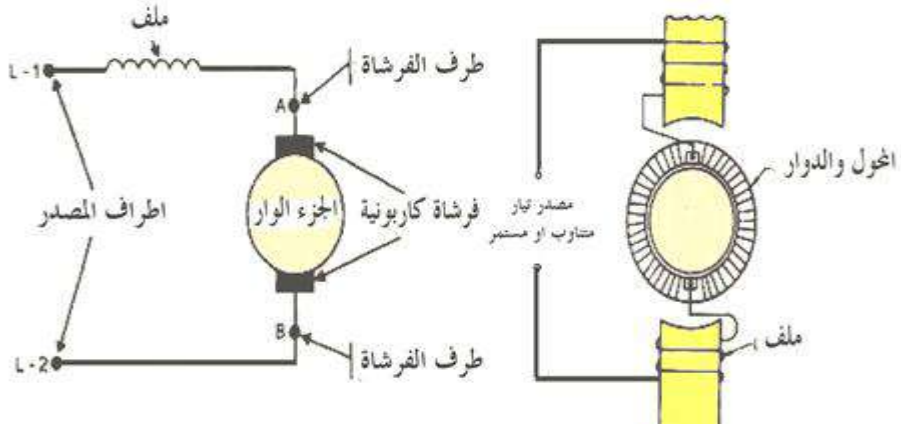
هناك أنواع كثيرة ومختلفة يمكن استعمالها في أجهزة الطرد المركزي، والتي سبق وتم دراستها في السنوات السابقة. الآن سنقوم بدراسة احد المحركات الأكثر استعمالا في هذه الأجهزة لتوفر ما تحتاجه هذه الأجهزة من مواصفات هي: الحجم الصغير- السرعة العالية – القدرة الكبيرة وسهولة التحكم بالسرعة وهو المحرك العام (Universal Motor)، ويمكن تشغيل هذا المحرك بالطاقة المستمرة أو المتناوبة لذلك سمي بالعام ويتكون من الأجزاء الآتية:-

1- ملف المجال (Field Coil)

2- عضو الانتاج (Armature)

3- مجمع العاكس/فرش الكاربون (Carbon Brushes/Commentator)

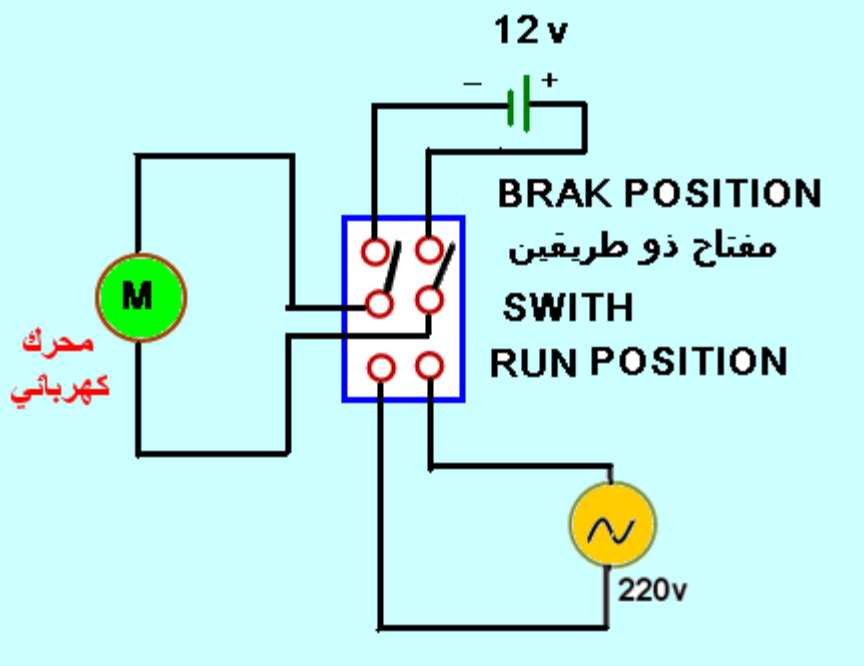
إن ملف المجال وعضو الإنتاج مربوطان على التوالي، إذ عدد لفات الملف قليلة بمساحة مقطع كبيرة لتقليل محاثة ملف المجال (عكس ما موجود في المحرك المستمر). الشكل (16- 10) يوضح تصميم المحرك العام وأجزائه المختلفة، بينما الشكل (16 - 11) يوضح الدائرة الكهربائية للمحرك نفسه.



شكل 16-10 رسم توضيحي للمحرك **شكل 16-11 الدائرة الكهربائية للمحرك العام**

16-14موقف السرعة الآلي (Breaker Speed Dynamic)

عند إطفاء جهاز الطرد المركزي فان عضو التدوير(Shaft) يستمر بالدوران لفترة قصيرة قبل ان يتوقف وهذا غير مرغوب فيه لأنه يؤدي إلى انسكاب السوائل أو إيذاء المشغل بالإضافة إلى إمكانية العدوى، لذا يوضع موقف إلي لإيقاف دوران المحرك عند قطع مصدر الطاقة إذ يستعمل مصدر فولتية مستمرة تربط آليا عند غلق مفتاح التشغيل على التوازي مع ملفات المحرك لتولد مجالا مغناطيسيا ثابتا يسبب إبطاء سرعة المحرك ثم توقفه. الشكل(16 – 12) يوضح كيفية ربط المصدر المستمر(12V) مع المحرك بمفتاح ذو طريقين عند الإطفاء.

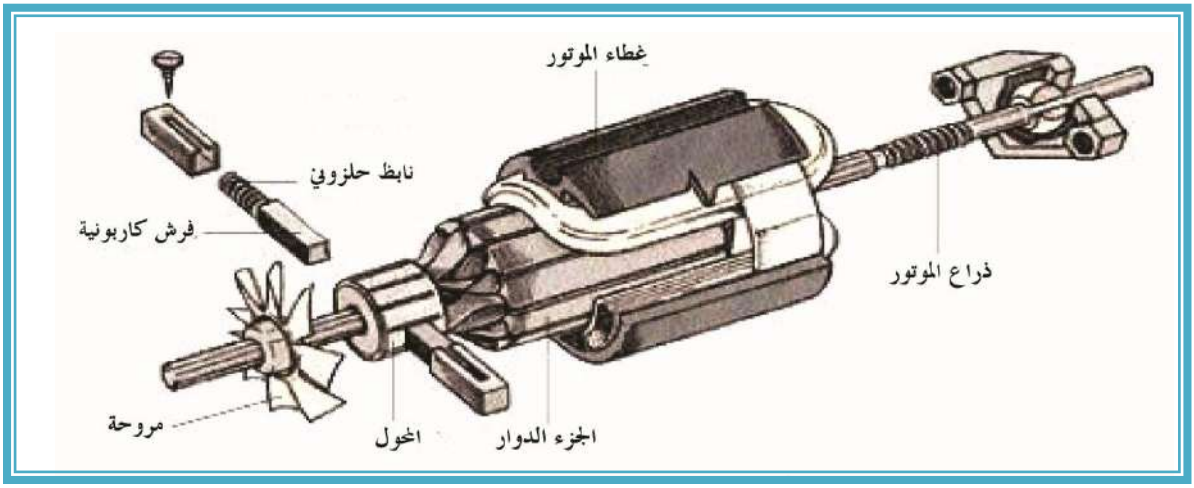


شكل 16 - 12 الدائرة الكهربائية للموقف الآلي المستخدم في المحرك العام

16-15صيانة جهاز الطرد المركزي

لعمل الصيانة الدورية لجهاز الطرد المركزي وإبقائه جاهز للاستعمال (Stand By) ومعرفة الأعطال الشائعة والمحتملة للجهاز نتبع الآتي:

نقوم بتوصيل الجهاز بعد غلق الغطاء الخارجي بمصدر الطاقة المتناوبة (220 V، 50 Hz). نشغل الجهاز من مفتاح التشغيل (ON) فإذا أضاء مصباح الدلالة فيعني إن القدرة قد وصلت للجهاز فنقوم بفحص بقية الأجزاء. وإذا لم يشتغل نتأكد من وجود القدرة في المأخذ الكهربائي باستعمال مفك الفحص والافوميتر لقياس الفولتية فحص سلك توصيل الجهاز باستعمال الافوميتر بعد وضعه على مدى المقاومة بالطريقة نفسها نفحص مفاتيح الحماية المربوطة على التوالي فإذا كانت أي من الأجزاء عاطلة نستبدلها أو نقوم بتنظيفها كل حسب حالته وعندها نبدأ بالمرحلة التالية وهي ملاحظة المحـــرك فإذا كان شغال ننتقل إلى مغير السرعة لفحصه بالطريقة نفسها أعلاه وإذا لم يشتغل المحرك نقوم بفحص القـــــدرة على أقطابه فإذا كانت موجودة نقوم بإطفاء الطاقة الكهربائية ثم فحص أقطاب المحرك فإذا كـــــان العطـــــــل (دائرة مفتوحة) نستبدله بأخر وبالمواصفات نفسها، أما إذا كانت ملفاته سليمة نلاحظ فرش الكاربون جيدة أم تحتاج إلى استبدال فإذا كانت جيدة نقوم برفع المحرك خارجا ثم نفككه إلى أجزاء ونفحص كل جزء على حدة لمعرفة أي من الأجزاء تحتاج إلى استبدال وأي منها إلى تنظيف والشكل (16-13) يوضح أجزاء المحرك الكهربائي في أجهزة الطرد المركزي.



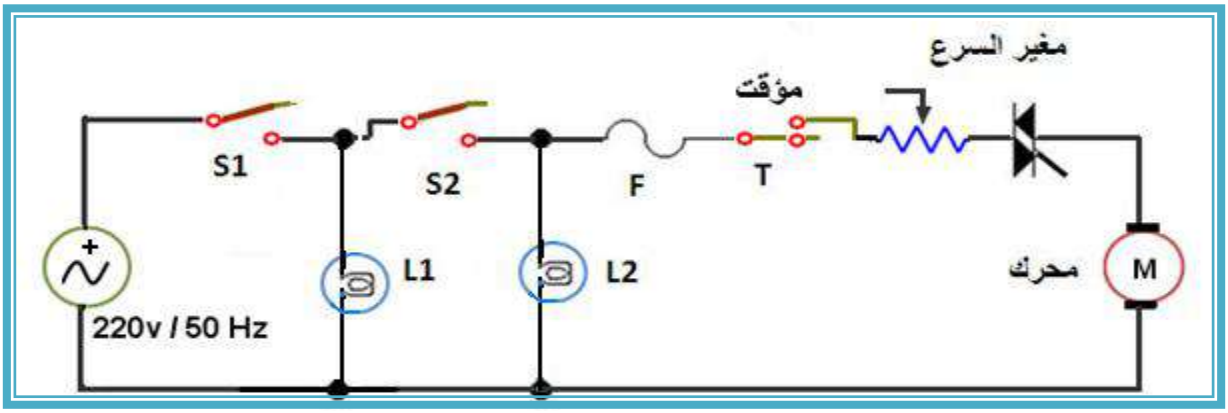
الشكل 16 - 13 أجزاء المحرك الكهربائي لجهاز الطرد المركزي

بعد إدامة وتنظيف المحرك وتركيبه ثم تثبيته ثانية في الجهاز ننتقل إلى مغير السرعة ونلاحظ مدى استجابته إلى تغير سرعة المحرك فإذا لم يستجب نفحص أولا المقاومة المتغيرة بواسطة اومية جهاز الافوميتر ونقوم بتنظيفها بمنظف التلامسات (Contact Cleaner) وبعدها نفحص الأجزاء المختلفة لعناصر الدائرة في الشكل (16 - 13) ونستبدل العاطل منها ثم نرجعها إلى الجهاز. وأخيرا نقوم بفحص الموقف الآلي واهم جزء فيه هي الفولتية المستمرة ،حيث نقوم بفحصها باستعمال الافوميتر بعد وضعه على المدى المناسب للفولتية المستمرة ثم نفحص بقية أجزاء الدائرة الموضحة بالشكل (16 - 12) وحسب طريقة الفحص التي درسناها سابقا. نبدأ بالمفتاح ذي طريقين ثم القدرة المتناوبة بعدها البطارية بعد التأكد من جميع الأجزاء الكهربائية والميكانيكية ننتقل إلى الحافظة الخارجية (الغلاف الخارجي) وملاحظة وجود أي تصدع أو فطور في أجزاءه المختلفة لان تشغيله وبسرع عالية يؤدي إلى تحطيمه، لذا إما ان نستبدل الغلاف بآخر أو نستعمل أجزاءه كقطع غيار لبقية الأجهزة المماثلة .وأخيرا نلاحظ الأنابيب أو المخاريط الملحقة بالجهاز للكشف عن أي عيب قد حدث لها أثناء الاستعمال . يجب القيام بهذا الفحص والصيانة الدورية باستمرار وعدم تركها لكي لا تحدث أعطال أو تحطم أجزاء من الجهاز أثناء العمل وقد يؤدي إلى أضرار جسيمة بالأجهزة والعاملين عليها وبعد الانتهاء تماما من الصيانة الدورية أو التصليح تسجل جميع ما قمت به بالسجل الخاص بالصيانة مع ذكر التاريخ.

16-16 شجرة الأعطال لجهاز الطرد المركزي

أدناه مختصر لصيانة وتصليح جهاز الطرد المركزي باستعمال شجرة الأعطال بالتزامن مع الدائرة الكهربائية للجهاز الموضحة بالشكل(16 - 14) والتي تبين تسلسل فحص وتشغيل وصيانة الجهاز:-

1- تسقيط الدائرة الكهربائية في الشكل (16 - 14) على جهاز الطرد المركزي وحسب تسلسل أجزاءه ونوعه.



شكل 16-14 الدائرة الكهربائية لجهاز الطرد المركزي

2- نوصل أقطاب المفتاح وهو شغال، وإذا لم يشتغل فان المفتاح عاطل فنقوم باستبداله. فإذا اشتغل مصباح الدلالة (L2) فيعني وصول القدرة إلى (S2).

3 - نغلق مفتاح الغطاء الخارجي المرحلة التالية وهو الفاصم (F)، وإذا لم يشتغل نستبدل المفتاح أو نقوم بتنظيفه.

4- نضع المؤقت على الزمن المحدد فان اشتغل المحرك (الماطور) فيعني أن الجهاز شغال، وإذا لم يشتغل نفحص فولتية المصهر (F) ثم الفولتية على أقطاب المؤقت لتحديد العطل.

5- من خلال مغير السرع نغير سرعة المحرك وحسب نوعه الإلكتروني أو مقاومة متغيرة أو الملف

المتغير شكل (16- 14) ونقوم بقياس الفولتية على أقطابه ونسجلها لسرع مختلفة.

6-وإذا لم يشتغل الجهاز نفحص الفولتية على أقطاب المحرك، فإذا وجدت فان المحرك عاطل فنستبدله أو نقوم بتفكيكه وفحص كل جزء من أجزائه بعد رفعه من الجهاز وكما مر سابقا.

مع ملاحظة إننا نستطيع إجراء جميع الفحوصات أعلاه قبل تشغيله ووضع الجهاز على القدرة الكهربائية باستعمال الأفوميتر لقياس العناصر أعلاه فيما إذا كانت دائرة قصر أو دائرة مفتوحة بعد وضعه على مدى قياس المقاومة، واخذ بالاعتبار تصفير جهاز الافوميتر عند كل مدى مقاومة نستعمله.

تمرين (45)

اسم التمرين: جهاز الطرد المركزي (Centripetal Force Apparatus)

الهدف من التمرين: دراسة جهاز الطرد المركزي وتشغيله ومعرفة أجزائه المختلفة ثم بناء الدائرة الكهربائية لمبدل سرعة المحرك الكهربائي المستعمل في الجهاز.

الأجهزة المستعملة: -

1- جهاز الطرد المركزي.

2- محرك كهربائي من النوع العام (Universal)، يمكن استعمال المثقب الكهربائي الصغير ذو السرعة الواحدة.

3- مقياس الفولتية والتيار (AVO).

4- عدة ميكانيكية للتفكيك.

5- مفاتيح السيطرة السيلكونية (DIACوTRIC)، أو استعمل (Q400GLT) الشريحة التي تحتوي على كليهما شكل(16 -15) ومقاومات ومتسعات مختلفة القيم بالإضافة إلى لوح التوصيل وأسلاك مختلفة الأطوال.

طريقة العمل:-

اولا: جهاز الطرد المركزي:

1- أرسم الواجهة الأمامية والأجزاء الملحقة لجهاز الطرد المركزي مع التأشير، لاحظ الشكل (16 - 6).

2- قم بتشغيل الجهاز ثم تفكيكه وإعادة تركيبه وتشغيله مرة ثانية مع قياس فولتية المحرك بواسطة جهاز (AVO) عند التشغيل وبسرع مختلفة ، بإشراف مسؤول المختبر.

3- ضع احد المحاليل المركبة في أنابيب جهاز الطرد المركزي، ثم شغل الجهاز بسرعة عالية إلى أن يتفكك المحلول إلى مركباته التي يتكون منها ، لاحظ الشكل (16 -7).

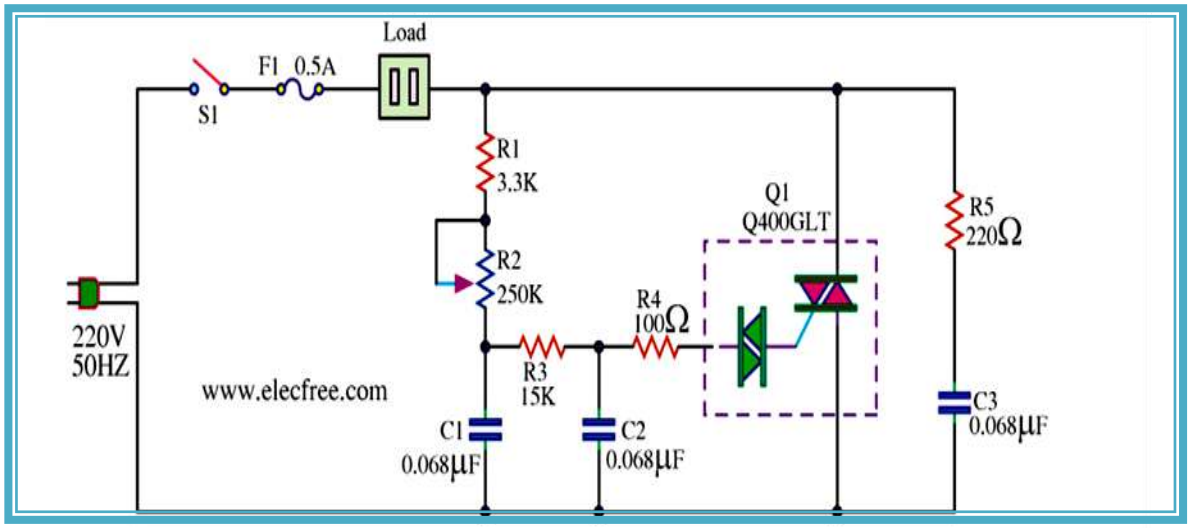
ثانيا: بناء دائرة مغير السرع:

1- باستعمال العدة الميكانيكية قم بتفكيك المثقاب الكهربائي الصغير ثم ارسم أجزائه مع التأشير.

2- اعد تركيب المثقاب بإشراف مسؤول المختبر وتشغيله.

3- ربط الدائرة الكهربائية لمغير سرعة المحرك وتوصيلها للمثقاب الكهربائي كما موضح بالشكل (16 - 15).

4- من خلال المقاومة (R_2) المتغيرة بدل سرعة المحرك مع قياس الفولتيات المختلفة لعناصر الدائرة وخاصة المقاومة (R_4).



شكل16 - 15 الدائرة الإلكترونية لمغير سرعة جهاز الطرد المركزي

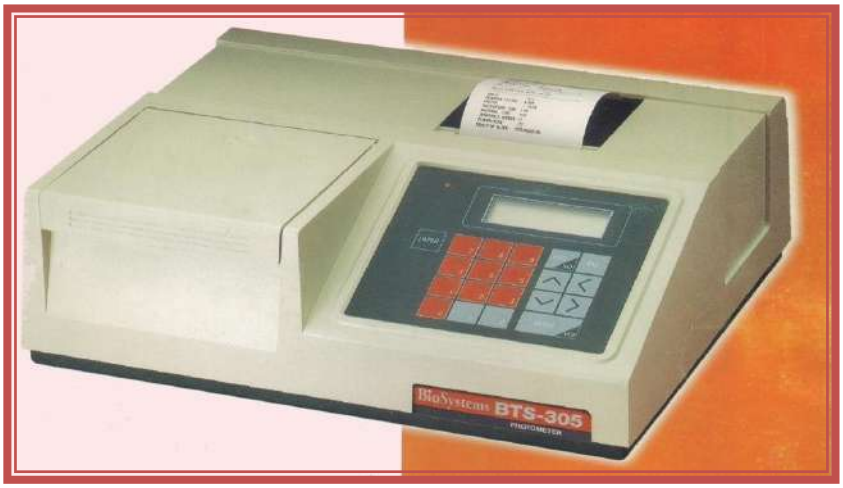
الأسئلة والتطبيقات

1- ما استعمالات جهاز الطرد المركزي وفي أي المختبرات يستعمل؟
2- لماذا استعمل المثقاب الكهربائي الصغير في هذه التجربة؟ عدد الأجزاء التي يتكون منها.
3- اشرح عمل دائرة مغير السرع في شكل (16 - 15)؟
4- عدد الأجزاء التي يتكون منها جهاز الطرد المركزي؟
5- ناقش النتائج التي حصلت عليها من قياس فولتيات عناصر دائرة مغير السرع؟
6- كيف تم فصل المحلول إلى عناصره باستعمال الجهاز؟ وهل لكثافة العناصر علاقة بذلك؟

16-17 جهاز قياس الطيف (Spectrophotometer)

جهاز الطيف الضوئي يستعمل لقياس تراكيز المواد الكيمياوية في المحاليل عن طريق قياس امتصاص الضوء خلال العينة وهذا الضوء المار هو عبارة عن طول موجي واحد له القابلية على النفاذ خلال مادة كيمياوية فكلما امتصت هذه المادة الضوء كان تركيز المادة أكثر. أي إن المادة الكيمياوية عندما يزداد تركيزها سوف تكون لون داكن. فعند قياس امتصاص الضوء وباستعمال معادلة كيمياوية يمكن حساب نسبة التركيز.

16-18 كيفية استعمال جهاز الطيف الضوئي



شكل 16-16 جهاز الطيف الضوئي

في الشكل (16 -16) هو الشكل الخارجي لأحد أجهزة الطيف الضوئي في بادئ الآمر يجب تحضير العينة المراد قياس تركيز احد المركبات فيها. فمثلا إذا أردنا قياس نسبة السكر في الدم. نأخذ عينة صغيرة من مصل الدم في حدود ($20\mu l$) مايكرو لتر ونضعها في محلول معد مسبقاً ذو حجم (1ml) ملي لتر

وهو محلول مخصص للسكر في الدم ثم يوضع في أنبوبة اختبار ثم يوضع في حمام مائي ذو حرارة $(37°c)$ لمدة خمسة دقائق لأجل الحضن لكي يتفاعل. فسوف نلاحظ تحوله من اللون الشفاف إلى اللون الوردي علما بأن تحليل السكر في الدم ، يكون ذو لون وردي إما فاتح أو داكن حسب تركيز السكر في الدم. هذا التحضير هو للعينة (sample) فقط.

وفي الوقت نفسه نحضر محلول قياسي وذلك بأخذ مادة معلومة التركيز في حدود $(20\mu l)$ ونضعها في محلول قياسي معد مسبقا بحدود (1ml) وهو المحلول نفسه السابق الذي قمنا بتحضيره للعينة. ثم يوضع في الحمام المائي ذو حرارة $(37°c)$ لمدة خمسة دقائق ، وهذا يسمى المحلول القياسي المعلوم التركيز (Standard) وهو ذو لون وردي.

الآن أصبح لدينا المحلول المراد قياس تركيز السكر فيه (Sample) وآخر ذو تركيز معلوم (Standard) والشكل (16-17) هي المواد القياسية لتحضير عينة ذات تركيز معلوم.

شكل 16-17 محاليل قياسية ذات تركيز معلوم

وألان نقوم بأخذ عينة ثالثة وهي المحلول القياسي الذي حجمه (1ml) بدون أي إضافات والذي يكون شفاف اللون يسمى (Buffer). الآن وبعد الانتهاء من تحضير المواد الثلاثة نقوم باستعمال الجهاز. في البداية نحدد الطول الموجي للمادة المراد قياس تركيزها وبالنسبة إلى السكر يكون (505nm). ثم نضع الـ (Buffer) في الـ(Cuvette) ثم نضعه داخل الجهاز ونضغط على مفتاح التصفير فسوف يقوم الجهاز بقراءة (0) على الشاشة وبعدها نرفع الـ(Buffer) ونضع الـ(Standard) في الـ(Cuvette) ثم نضعه في الجهاز ونقرأ الامتصاص له ((A(st)) وبعدها نرفع الـ(standard) ونضع الـ(sample) ونقرا الامتصاص ((A(s)) وبعد الانتهاء نطبق المعادلة الآتية علما بأن ((C(st)) هو التركيز المعلوم للـ(Standard).

$$C(s) = \frac{A(s)}{A(st)} \times C(st)$$

حيث إن ((C(s)) هو تركيز المادة الكيمياوية في المحلول المجهول وفي هذا المثال هو تركيز السكر في الدم.

19-16 أجزاء جهاز الطيف الخارجية

في الشكل (16-18) يوضح الأجزاء الخارجية لجهاز (Spectrophotometer) والذي يتكون من:-

شكل 16-18 الأجزاء الخارجية لجهاز (Spectrophotometer)

1- مفتاح التصفير (Absorbance (A)):-

وهو المفتاح الذي يقوم بتصفير المقياس على الصفر عند وضع ال (Buffer).

2- مفتاح المعايرة النفاذية (T%):-

وهو المفتاح الذي يقوم بتعيير المقياس على (100%) في حالة القياس على النفاذية (Transmittance)

3-المقياس:- ويكون إما مؤشر أو شاشة رقمية أو شاشة (LCD) التي تقوم بعرض النتيجة المقاسة داخل الجهاز .

4- مفتاح اختيار الطول الموجي (nm):-

وهو المفتاح الذي نحدد به الطول الموجي للعينة المراد قياس تركيز المادة المجهولة فيها.

5- حاوية العينة:-

وهو المكان الذي توضع فيه (Cuvette) داخل الجهاز وتكون حجرة صغيرة مطلية باللون الأسود ولها غطاء اسود لمنع دخول الضوء الخارجي على العينة.

6-شاشة عرض الطول الموجي:-

وهي شاشة صغيرة تقرأ قيمة الطول الموجي بالـ (nm) عند تحريك مفتاح اختيار الطول الموجي.

7- التصفير بالضغط:-

وهو مفتاح يعمل بالضغط لمرة واحدة ويستعمل بعد تصفير الجهاز بمفتاح التصفير.

8- مصدر الضوء:- وهو مكان يضع فيه المصباح.

9- مفتاح الطاقة:- وهو المفتاح الرئيس للجهاز.

20-16 مكونات جهاز الطيف الداخلية

في شكل (16-19) يوضح المكونات الداخلية لجهاز الطيف الضوئي مع مسار الضوء خلاله.

1- مصدر الضوء:- وهو عبارة عن مصباح ذو فولتية منخفضة ، وتتراوح بين (6-24) فولت وقدرة متوسطة تتراوح بين (30-50) واط، وهذا الضوء يعطي الأطوال الموجية المرئية، فإذا أردنا استعمال أطوال موجية ضمن مجموعة الفوق البنفسجية (UV) فيجب استعمال مصباح (deuterium lamp)، وهذا المصباح بحاجة إلى فولتيتين إحداهما قليلة لتسخين الفتيل (filament)، والثانية العالية لتعجيل الإلكترونات التي بدورها تعطي الأطوال الموجية (UV).

2- الفلاتر:- وهي ثلاثة أنواع وهي:

ا- البرتقالي، وهو الذي يمرر الأطوال الموجية الأحمر والبرتقالي والأصفر.

ب- الأزرق، وهو الذي يمرر الأطوال الموجية الأخضر والأزرق والبنفسجي.

ج- البنفسجي الغامق، وهو الذي يمرر الأطوال الموجية فوق بنفسجية.

وهذه الفلاتر تكون مثبتة داخل الجهاز ويقوم بتحريكها مستخدم الجهاز إما يدويا أو تكون مثبتة على محرك يقوم بتغييرها حسب الإيعاز الكهربائي له.

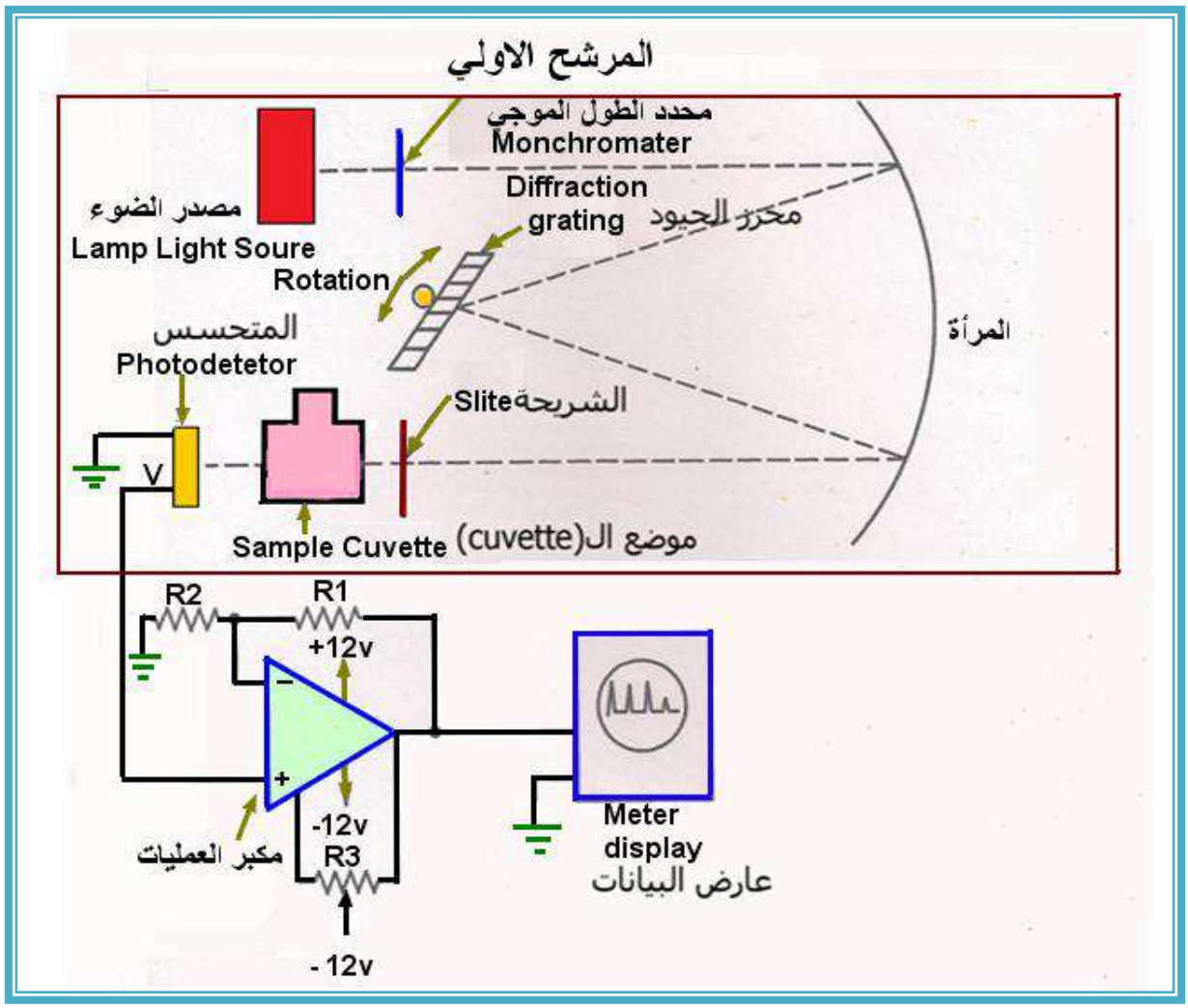
3- المرايا:- وهي كثيرة وتستعمل لتغير مسار الضوء حسب الطلب ولكي يكون حجم الجهاز وشكله مناسب.

4- المواشير ومحززات الحيود:- لكل جهاز وحسب تصميمه يستعمل إما موشور أو محزز حيود والذي يقوم بتحليل الضوء أو الحزمة من الأطوال الموجية إلى الطول الموجي المراد استخدامه في التحليل.

5- موضع الـ(Cuvette):- وهو عبارة عن غرفة صغيرة سوداء توضع العينة فيها لكي يقاس الامتصاص (A) لها ، ولها فتحتان متقابلتان واحدة لدخول الضوء منها الذي يخترق العينة من خلال الـ(Cuvette) ويخرج من الفتحة الثانية الذي يذهب إلى المتحسس.

6- المتحسس:- وهو خلية ضوئية لها القابلية على توليد فولتية (DC) تتناسب مع الضوء الساقط عليها فكلما زاد الضوء زادت الفولتية المتولدة.

7- وحدة العارضة:- بعد استلام الفولتية من المتحسس سوف تكبر وترسل إلى وحدة العرض لكي تقوم بإعطاء التركيز وتكون إما مؤشر أو شاشة عرض أرقام مباشرة أو شاشة عرض (LCD).



شكل 19-16 المكونات الداخلية لجهاز الطيف الضوئي مع مسار الضوء داخله

21-16 أعطال جهاز الطيف الضوئي

العطل:

1- الجهاز لا يعمل نهائيا.

السبب:

ا- قطع في كيبل القدرة.

ب- تلف الفاصم.

العلاج:

ا- استبدال الكيبل.

ب- استبدال الفاصم.

العطل:

2- مؤشر القراءة أو شاشة العرض غير مستقرة (غير ثابتة).

السبب:

ا- عدم استقرار الجهاز أو قاعدة المصباح أو الأجزاء البصرية الأخرى.

ب- رداءة التوصيل الكهربائي بين مصدر القدرة والجهاز أو الأجزاء الداخلية للجهاز.

ج- إذا كانت هناك شوائب أو فقاعات هوائية في المحلول أو عدم نظافة الأجزاء البصرية.

العلاج:

ا- تثبيت المصباح والأجزاء البصرية بصورة جيدة.

ب- تثبيت التوصيلات الكهربائية بصورة جيدة.

ج- إزالة الفقاعات الهوائية أو استبدال المحلول وتنظيف الأجزاء البصرية.

العطل:

3- إذا كان المؤشر أو شاشة العرض تقرأ أرقام غير حقيقية.

السبب:

ا) الطول الموجي المختار غير موافق إلى النموذج المراد فحصه.

ب) المرشح المختار غير صحيح.

ج) شدة توهج المصباح غير كافية.

د) المنظومة الزجاجية (الضوئية) غير مثبته في مكانها المناسب.

العلاج:

ا) التأكد من الطول الموجي.

ب) التأكد من المرشح.

ج) تنظيف المصباح أو التأكد من الفولتية المجهزة للمصباح أو استبدال المصباح.

د) عمل معايرة للمنظومة الضوئية.

العطل:

4- عدم ثبات المؤشر أو شاشة العرض على الصفر.

السبب:

ا) قد يكون الجهاز بوضع غير مستوي على منضدة الفحص.

ب) منظم الصفر عاطل.

العلاج:

ا) وضع الجهاز بصورة صحيحة.

ب) تبديل أو تصليح المنظم.

العطل:

5- شدة الإضاءة غير كافية.

السبب:

ا- عدم ثبات المصباح في مكانه المناسب.
ب- المصباح يعمل لمدة طويلة.
ج- وجود غبار على المصباح.

العلاج:

ا) تثبيت المصباح.

ب) استبدال المصباح.

ج) تنظيف المصباح.

الصيانة الدورية والتوصيات:-

1- وضع الجهاز بصورة مستوية ومستقرة وعدم وضع أجهزة تولد رجات بالقرب من الجهاز.

2- وضع الجهاز في مكان جيد التهوية وبعيد عن المصادر الحرارية وأشعة الشمس.

3- تنظيف المنظومة البصرية من الغبار وبصمات الأصابع.

4- استبدال المصباح لكل (1000) ساعة عمل لأنه سوف يفقد الشدة.

5- تنظيف الـ(cuvette) من بقايا المواد الكيمياوية.

6- عند استبدال الأجزاء الكهربائية مثل المصباح يجب قطع التيار الكهربائي عن الجهاز.

الأسئلة والتطبيقات

1- عرف ما يلي :

ا) المحاليل القياسية ب) محلول (standard) ج) محلول (buffer) د) العينة (sample)

ه) مفتاح التصفير في جهاز الطيف الضوئي(و) مفتاح اختيار الطول الموجي (n.m)

2- كيف يعمل جهاز الطيف الضوئي؟

3- لماذا يكون صندوق العينة اسود اللون ومغلق تماما؟

4- ما فائدة كل مما يأتي:-

ا) مفتاح التصفير ب) مفتاح تعيير (T%) c) مفتاح (n.m))ج -عارضة النتيجة د) الفلاتر

هـ) الـ(monocrometer)

22-16 جهاز الهيموكلوبين

وهو عبارة عن جهاز يقوم بفحص الهيموكلوبين في الدم حيث يحتوي الجهاز على مصباح ذو مواصفات بحيث يعطي المصباح ضوء أكثر من الحرارة وهذا يضمن لنا عدم تلف العينة .

إن المبدأ الاساسي لعمل الجهاز لغرض الحصول على النتائج الصحيحة هو السيطرة على الفولتية التي تغذي الضوء، ولان في حالة تغير شدة الاضاءة يعني الحصول على نتائج خاطئة، وهذا ناتج من ان الضوء ينفذ من خلال العينة المراد فحصها ،ويفضل استعمال مجهز قدرة ذات قيمة فولتية وتردد مستقرين. بعد أن تمت السيطرة على الفولتية المجهزة للمصباح يجب معرفة مواصفات المصباح المستخدم في الجهاز ، بحيث

يعطي المصباح ضوءاً أكثر من الحرارة، وهذا يضمن لنا عدم تلف العينة المراد فحصها، علماً إن في بعض الأجهزة يوجد فلتر حراري قريبا من الضوء لضمان عدم تلف الفلتر الضوئي نتيجة الحرارة الصادرة من الضوء وكذلك لغرض حماية العينة التي يراد اختبارها ، تكون الحزمة الضوئية الصادرة منه ضيقة وثابتة ،علما إن تصميم المصباح عند عطله ونريد أن نبدله بمصباح آخر صالح يكون المصباح الجديد على الاستقامة نفسها بالنسبة للضوء الصادر منه ، والتأكد من أن المصباح الجديد هو نفس المصباح العاطل لغرض الحصول على دقة نتائج التحاليل. بعد أن تم توضيح السيطرة على شدة إضاءة المصباح وتم الحصول على الإضاءة المطلوبة لضمان الدقة.

ندخل الضوء إلى عدسات لامة الغرض منها تجميع الضوء وضمان عدم تشتته وكذلك لغرض تركيزه نمرره إلى فلتر ضوئي والغرض منه هو لتمرير اللون الأخضر فقط وعدم تمرير باقي الألوان علما إن الطول الموجي للون الأخضر المستخدم في الجهاز (540 نانو متر) إما الغالق وهو عبارة عن بوابة يمكن التحكم بها لغرض السيطرة على الضوء بتجميعه من خلالها لغرض إسقاطه على العينة التي نختبرها ، من خلال العينة سوف يمر الضوء وهذا الضوء يمرر إلى خلية ضوئية والتي بدورها تحول الضوء الساقط عليها إلى إشارة كهربائية، علما إن هذه الإشارة الكهربائية ضعيفة جدا ولذلك يتم إرسالها إلى مكبر يقوم بتكبيرها ثم إلى الكاشف الذي بدورة يقوم بتجهيز المقياس بالنتيجة وهي تعد قراءة الهيموكلوبينلاحظ الشكل (16-20) والذي يمثل جهاز قياس الهيموكلوبين المختبري .

تمرين (46)

اسم التمرين: جهاز الهيموكلوبين

الهدف من التمرين: تعلم كيفية تحضير عينة الدم لفحصها، إدامة الجهاز، والأعطال وسببها وكيفية إصلاحها.

طريقة تحضير عينة الدم للفحص

1- تحضير العينة المراد قياس الهيموكلوبين لها يسحب (0.02 ml) دم غير متحلل من اصبع المريض بواسطة ماصة الهيموكلوبين .
2- تمسح الماصة من الخارج حتى لايعلق بها اي دم زائد.
3- يخلط مع مادة الدرابكن (Drabkin) ويترك لمدة عشرة دقائق.
4- مادة الدرابكن تقوم بكسر جدار خلية الدم الحمراء ويتفاعل مع هيموكلوبين الخلية ويكون مادة حمراء اللون والتي يقوم الجهاز بقياسها.

طريقة قياس الهيموكلوبين

1- يحضر محلول قياسي عالي التركيز ومحلول قياسي واطئ التركيز وتحضر هذه المحاليل يوميا حيث ان المحاليل القديمة يتغير لونها نتيجة الحرارة والضوء.
2- يشغل الجهاز وننتظر قليلا لحين ثبوت قراءة الجهاز.
3- يوضع المحلول القياسي الواطئ التركيز وتنظم قراءة المقياس.

4- يوضع المحلول القياسي العالي التركيز وتنظم قراءة المقياس.
5- تعاد الخطوات (3 -4) للحصول على قراءة ثابتة ومستقرة.
6- واخيرا يوضع المحلول الذي يراد قياسة بدلا من المحاليل القياسية.

شكل 16 – 20 جهاز قياس الهيموكلوبين المختبري

ادامة جهاز قياس الهيموكلوبين

1- حماية الجهاز من الغبار، وذلك بتغطيته بغطاء بلاستيكي بعد انتهاء التشغيل، لان ترسب الغبار على الخلية الضوئية والفلتر يسبب خطا بنتائج التحليل.
2- عدم تشغيل اي جهاز يولد ذبذبات او اهتزازات على المنضدة المثبت عليها مثل جهاز الطرد المركزي لان ذلك يؤدي إلى تذبذب القراءة.
3- عدم اطفاء وتشغيل الجهاز لفترات قصيرة ومتتالية، لان ذلك يسبب عدم استقرارية القراءة، ويفضل ابقاء الجهاز يعمل طوال مدة العمل.
4- عند عدم وجود قراءة على المقياس فان ذلك يعزى إلى عطل المصباح او الخلية الضوئية والذي يمكن استبدالها عن طريق فتح غطاء اسفل الجهاز.

والشكل (16-21) يوضح مخطط كتلي لعمل جهاز الهيموكلوبين

شكل 16-21 مخطط كتلي لعمل جهاز الهيموكلوبين

اعطال جهاز قياس الهيموكلوبين

أ - العطل: الجهاز لايعمل نهائيا.

السبب:

1-عطل الفيوز (الفاصم الكهربائي).

2-قطع في كيبل القدرة.

3-عدم وجود كهرباء في الماخذ الرئيسي للكهرباء.

ب- العطل: القراءات الخاطئة (النتائج غير صحيحة).

السبب:

1 - عدم استقرارية (ثبات) قيمة الفولتية.
2 - عطل في مثبت فولتية المصباح.
3 - وجود غبار على المصباح.
4 - انتهاء عدد ساعات عمل المصباح (لكل مصباح عدد ساعات عمل تذكر مع مواصفاته).
5 - تلف متحسس الاضاءة.
6 - وجود اوساخ او خدوش في دورق العينة المراد فحصها.
7 - معايرة الجهاز خاطئة.
8 - تلف محاليل المعايرة.

جـ -العطل: الجهاز يقرا حمل عالي (overload) وتظهر بالمختصر (O.L).

السبب:

1 - انسداد في المسار الضوئي.
2 - عدم عمل المصباح (احتمال احتراقه).
3 - ضعف اضاءة المصباح.
4 - تركيز العينة اكبر من القراءة العظمى للجهاز.

المناقشة والأسئلة:

1- ما السبب في كون النتائج غير صحيحة؟
2- ما الخطوات الواجب إتباعها في إدامة جهاز الهيموكلوبين؟
2- عدد خطوات تحضير العينة؟
3- ما الأسباب التي تؤدي إلى عدم عمل الجهاز نهائيا؟

جهاز قياس الحامضية (PH Meter)

وهو جهاز يستخدم لقياس حامضية أو قاعدية المحلول من خلال التركيبات الكيميائية المختلفة، بصورة مطلقة فان المحلول ذو الطبيعة الحامضية يحتوي على أغلبية لايونات الهيدروجين $[\ H^+\ ]$. وكمية قليلة من أيونات الهيدروكسيد $[OH^-]$ القاعدية،بينما المحاليل ذات الطبيعة القاعدية فانها تحتوي على نسبة اعلى من ايونات الهيدروكسيد القاعدية قياسا بالايونات الحامضية $[\ H^+\ ]$. لاحظ الشكل (16-22) والذي يوضح جهاز قياس الحامضية .

تمرين (47)

اسم التمرين: جهاز قياس الحامضية

الهدف من التمرين: تطبيق طريقة قياس الحامضية، كيفية صيانة الجهاز، تعلم الأعطال وأسبابها وكيفية إصلاحها.

طريقة قياس جهاز الحامضية

المحللون كثيرا ما يواجهون مشاكل كثيرة في قياس درجة الحموضة لذلك يجب إتباع الخطوات الآتية:

1- يفصل الجهاز من المصدر ويتم التأكد من إن المؤشر على الرقم (7) وإذا اقتضى الأمر يتم تنظيم المؤشر بواسطة لولب أسفل الجهاز.
2- يوصل الجهاز إلى المصدر الكهربائي.
3- يتم تنظيم درجة الحرارة على قيمة معينة وهي (25 ^oC).
4- يتم تحريك مقبض التنظيم العلوي في الاتجاهين للتأكد من إن المؤشر يستطيع القراءة من الصفر إلى الأربعة عشر (0 – 14).
5- ينظم المؤشر على الرقم (7) وللتأكد من ثبوت القراءة ندخل الأقطاب داخل السائل المراد حساب الـ(PH) له وبذلك نحصل على القراءة مباشرة.

=H2O $[H]^+ + [OH]^-$

$log_{10}\ [H]^+ + log_{10}\ [OH]^- = log_{10}$ [H2O] {* -1}

$-log_{10}\ [H]^+ - log_{10}\ [OH]^- = -log_{10}$ [H2O]

PH = $- log_{10}\ [H]^+$

PH + POH =PH2O

PH + POH =14

POH = $-log_{10}\ [OH]^-$

PH = 14 – POH

شكل 16 – 22 جهاز قياس الحامضية

الشكل(16 – 23) يوضح تدريجات المؤشر لجهاز قياس الحامضية.

شكل 16 – 23 تدريجات المؤشر لجهاز قياس الحامضية

إذ تلاحظ إن فرق الجهد يساوي صفرا عندما يكون المحلول متعادلا أي أن:

PH = 7

$[H]^{+}=[OH]^{-}$

أدامة جهاز قياس الحامضية

هناك العديد من العوامل التي يجب مراعاتها في الصيانة والإدامة للجهاز، لأنها تطيل في عمره وتعطي النتائج الصحيحة، وفي حالة إهمالها يمكن ان يكون لها آثار ضارة تؤدي إلى عدم دقة نتائج التحاليل، وهدرا في الوقت وخسارة في المال والمواد .ولذلك يجب إتباع ما يلي في الصيانة والخزن للجهاز:

1- الاستعمال الجيد والصحيح للجهاز وبعناية فائقة لأنه قابل للتلف.
2- الاهتمام بالإدامة الدورية بالجهاز، تخصيص سجل بالإدامة يذكر فيه تاريخ الإدامة ونوعها.
3- الإدامة اليومية للجهاز وفي الحالات التي يكون عدد التحاليل كبير يجب إدامة الأقطاب بين هذه التحاليل لتجنب النتائج الخاطئة.
4- الخزن الصحيح للجهاز بعيدا عن أشعة الشمس والغبار وفي المكان المخصص لخزنة.
5- يجب عند الخزن أن يكون الغشاء الزجاجي رطب لأنه إذا خزن جافا يتلف.

خطوات صيانة جهاز قياس الحامضية

1- يفكك الجهاز بعناية فائقة.
2- العناية بالأقطاب والتأكد من شهادة المنشأ عند الاستعمال الأولي لها.
3- معايرة الأقطاب وتكون بشكل دوري أو على نحو أكثر تواترا إذا مرت عينة عالية.
4- يتم شطف الأقطاب بعد التحليل بمياه نقية ويمسح القطب بعناية بواسطة المناديل والتأكد من عدم وجود بقايا من المناديل عليه.
5- يتم رفع الأقطاب بعد التحليل من المادة التي تم تحليلها.
6- العناية الفائقة بالغشاء الزجاجي لتجنب تلفه.
7- أحيانا الغشاء الزجاجي يتغير لونه بسبب بقايا مواد التحليل (رواسب) وهذا يؤدي إلى خطا في نتائج التحليل، فيجب أن يفتح بعناية وينقع في المذيبات ويفرك بعناية فائقة لحين يعود إلى لونه الطبيعي.

شكل 16 – 24 إشكال مختلفة للأقطاب وكل حسب استعماله

أعطال جهاز قياس الحامضية

1- العطل: الجهاز لايعمل نهائيا.
السبب:
ا- عطل الفيوز (الفاصم الكهربائي).
ب- قطع في كيبل القدرة.
ج- عدم وجود كهرباء في الماخذ الرئيس للكهرباء.

2- العطل: القراءة الخاطئة (عدم دقة النتائج).
السبب:
ا- عدم الدقة في تعيير الجهاز.
ب- تلف الاقطاب.
ج- عطل الدائرة الإلكترونية.
د- تلف محاليل المعايرة.
ه- اختلاف درجة حرارة العينة عن درجة حرارة محلول المعايرة.

3- العطل: وجود شوائب في محلول القطب.
السبب:
ا- جفاف القطب بسبب تركه في الهواء وليس في الماء المقطر لغرض الحفاظ عليه.
ب- عدم الالتزام بقواعد حفظ القطب باستعمال الحافظة الخاصة به، بعد تركه لفترة طويلة بدون استعماله.

4- العطل: الجهاز جديد ولكنه لايعمل.
السبب:
عدم اجراء عملية تفعيل للقطب قبل التنصيب والاستعمال للجهاز.

المناقشة والأسئلة:

1- ما الأسباب التي تؤدي لعدم دقة النتائج؟
2- ارسم المؤشر للجهاز.
3- عدد الخطوات الرئيسة للصيانة.
4- ما الخطوات التي يجب إتباعها للقياس؟ عددها.
5- الجهاز جديد ولكنه لا يعمل، ما هو السبب؟