

الباب الثانى

العناصر الإلكترونية المستخدمة

فى الدوائر الإلكترونية

obeikandi.com

العناصر الإلكترونية المستخدمة

فى الدوائر الإلكترونية

١ / ٢ - المقاومات Resistors

تعتبر المقاومات من أهم العناصر المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية. وتصنع المقاومات من مواد مختلفة؛ علماً بأن نوع مادة المقاومة يحدد الخواص الفنية لها. وتنقسم المقاومات بصفة عامة إلى:

١- مقاومات خطية Linear Resistors

٢- مقاومات غير خطية Non Linear Resistors

١ / ١ / ٢ - المقاومات الخطية

وهى المقاومات التى تخضع لقانون أوم مثل:

أ - مقاومات بنقطة تفرع Topped Resistors وهذه المقاومات تتيح فرص الحصول على مقاومات مختلفة من نقاط تفرعها.

ب- الريوستات Rheostat وهى مقاومات متغيرة بطرفين حيث تتغير المقاومة بين طرفيها بتغير وضع ذراع ضبطها.

ج - مجزئ الجهد Potentiometer ويكون له ثلاثة أطراف 1,2,3، بحيث إن المقاومة بين الطرفين 1,3 تمثل المقاومة الكلية للمجزئ وهى ثابتة ولا تتغير بتغير وضع ذراع ضبط المجزئ، وتساوى مجموع المقاومة بين الطرفين 1,2 والمقاومة بين الطرفين 2,3، وهما مقاومتان متغيرتان يتغيران تبعاً لتغير وضع ذراع ضبط المجزئ.

د- المقاومات الثابتة القيمة ويوجد عدة طرق لتشفير قيمة المقاومة الثابتة وهم كما يلي:

١ - طريقة التشفير الحرفية (الطريقة الإنجليزية) :

حيث تستخدم الأحرف التالية كمضاعفات

$$M=10^6$$

$$k=10^3$$

$$R=1$$

والحروف التالية لبيان التفاوت

$$F = \pm 1\% , G = \pm 2\% , J = \pm 5\% , K = \pm 10\% , M = \pm 20\%$$

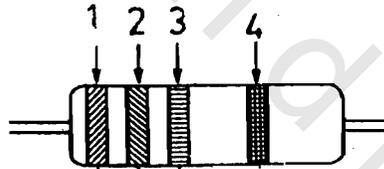
فمثلاً: المقاومة 100RK تعنى مقاومة $100\Omega \pm 10\%$

والمقاومة 10K2G تعنى مقاومة $10.2 K\Omega \pm 2\%$

والمقاومة 1M3K تعنى مقاومة $1.3 M\Omega \pm 10\%$

٢ - طريقة التشفير بالألوان :

وتستخدم هذه الطريقة مع المقاومات الصغيرة والتي تتراوح قدرتها ما بين (0.25:2W) ، ويرسم على المقاومة أربع أو خمس حلقات ملونة قريبة من أحد جانبيها، وعادة ترقم هذه الحلقات الملونة من اليسار إلى اليمين وهذا موضح بالشكل (١-٢).



الشكل (١-٢)

فالنسبة للمقاومات ذات الأربع حلقات الملونة فإن :

الحلقة الأولى : تعطى الرقم الأول .

الحلقة الثانية : تعطى الرقم الثانى .

الحلقة الثالثة : تعطى المضاعف أو الجزء .

الحلقة الرابعة : تعطى التفاوت .

وبالنسبة للمقاومات ذات الخمس حلقات الملونة فإن :

الحلقة الأولى : تعطى الرقم الأول .

الحلقة الثانية : تعطى الرقم الثانى .

الحلقة الثالثة : تعطى الرقم الثالث .

الحلقة الرابعة : تعطى المضاعف أو الجزء .

الحلقة الخامسة : تعطى التفاوت .

والجدول (٢-١) يعطى مدلول الألوان المختلفة للحلقات المختلفة .

الجدول (٢-١)

بدون لون	فضى	ذهبى	أبيض	رمادى	بنفسجى	أزرق	أخضر	أصفر	برتقالى	أحمر	بنى	أسود	اللون
-	-	-	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	الرقم
-	0.01	0.1	10^9	10^8	10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10	1	المضاعف أو الجزء
	± 10	± 5								± 2	± 1	-	التفاوت كنسبة مئوية

فمثلاً : إذا كانت ألوان الحلقات الأربعة لمقاومة كربونية

الحلقة الأولى بنى ويكافئ 1

الحلقة الثانية أسود ويكافئ 0

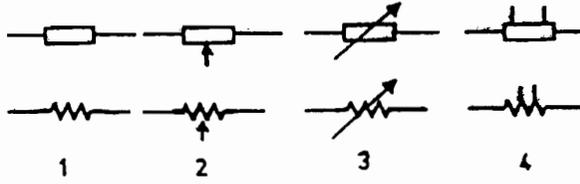
الحلقة الثالثة أزرق ويكافئ 10^6

الحلقة الرابعة ذهبى ويكافئ $\pm 5\%$

فإن قيمة المقاومة يساوى $10 \times 10^6 \pm 5\%$ أى $(10M\Omega \pm 5\%)$.

وفيما يلى الرموز الكهربائية للمقاومات الخطية ، حيث إن الرمز 1 لمقاومة بنقطتى

تفرع ، والرمز 2 لريوستات ، والرمز 3 لمجزئ جهد ، والرمز 4 لمقاومة ثابتة :



٢ / ١ / ٢ - المقاومات غير الخطية

وهي مقاومات لا تخضع لقانون أوم لأن قيمتها تتغير تبعاً لمؤثرات خارجية مثل:

١ - المقاومة الحرارية Thermistor وهناك نوعان من المقاومات الحرارية وهما:

- المقاومة الحرارية P.T.C وهي مقاومة تزداد قيمتها بزيادة درجة حرارتها.

- المقاومة الحرارية N.T.C وهي مقاومة تقل قيمتها بزيادة درجة حرارتها.

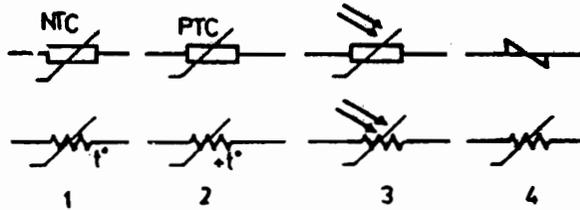
ب- المقاومة الضوئية (حساسة للضوء) L.D.R وتقل مقاومتها عند تعرضها للضوء من عدة ميغا أوم في الظلام إلى عدة مئات من الأوم في ضوء النهار.

ج- مقاومة معتمدة على الجهد V.D.R وتقل قيمها بزيادة الجهد المسلط عليها.

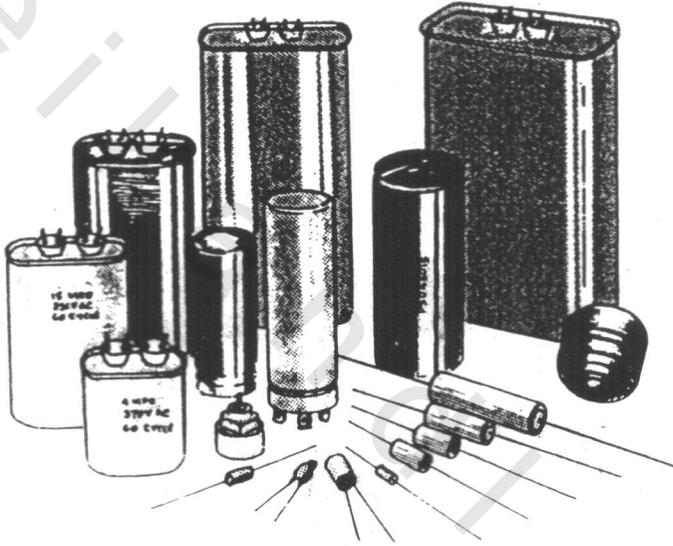
وفيما يلي رموز هذه المقاومات: الرمز 1 لمقاومة ذات معامل حرارى سالب N.T.C،

والرمز 2 لمقاومة حرارية ذات معامل حرارى موجب P.T.C، والرمز 3 لمقاومة ضوئية

LDR. والرمز 4 لمقاومة تعتمد على الجهد V.D.R.



يقوم المكثف بتخزين الشحنة الكهربائية أثناء تعرضه لفرق جهد بين طرفيه، وتتوقف عملية الشحن عندما يتساوى الجهد المتشكل على أطرافه مع جهد المصدر. ويقوم المكثف بتفريغ شحنته عند انخفاض جهد المصدر. عن فرق الجهد بين طرفي المكثف او انعدامه، ويسمى المكثف عادة تبعاً لنوع العازل المستخدم فيه مثل: الورق والميكا والسيراميك والمحاليل الكيميائية .. إلخ. والشكل (٢-٢) يعرض أشكالاً مختلفة للمكثفات.

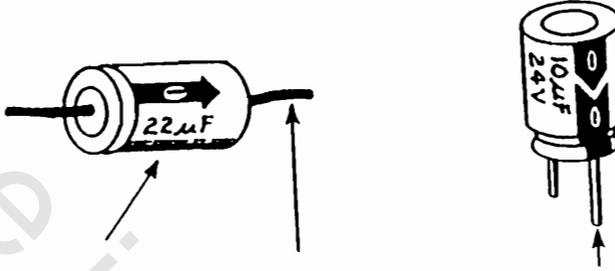


الشكل (٢-٢)

يوجد عدة طرق لتشفير المعلومات الفنية للمكثفات تختلف باختلاف نوع المكثف أهمها :

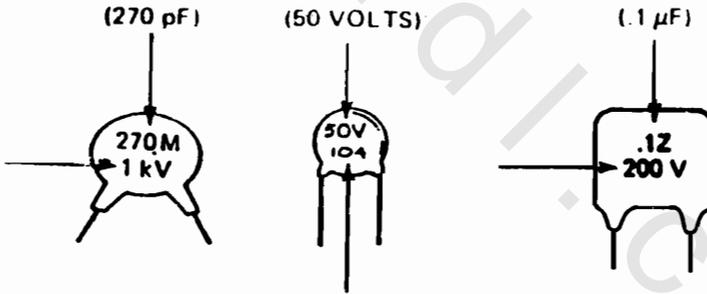
١- طريقة العرض المباشر: حيث تكتب المعلومات الفنية مباشرة على الغلاف المعدني للمكثف الكيميائي فتكتب سعة المكثف بالميكروفاراد (μF)، وجهد التشغيل بالفولت (V).

وكذلك توضع قطبية أحد أطراف المكثف سواء الطرف الموجب (+)، أو الطرف السالب (-)، وهذا موضح بالشكل (٢-٣) حيث توضع إشارة حمراء عند القطب الموجب، أو سوداء أو زرقاء عند القطب السالب.



الشكل (٢-٣)

٢- طريقة التشفير الحرفية: وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات الصغيرة التي تكون على شكل قرص Disc، حيث يكتب عليه السعة وجهد التشغيل بأكواد مبسطة كما بالشكل (٢-٤).



الشكل (٢-٤)

فالسعات تكتب بأكواد حرفية، فالحرف Z يعني ميكروفاراد μF

والحرف M يعني بيكوفاراد PF

فالشكل (أ) مكثف سعته 0.1Z أى $0.1 \mu F$ ، والشكل (ج) مكثف سعته

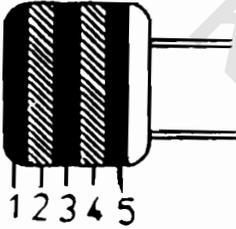
270M أى مكثف سعته 270 PF

٣ - طريقة التشفير العددية: يستخدم فيها ثلاثة أعداد، حيث يمثل العدد الثالث عدد الأصفار بعد العددين الأول والثاني. ففي الشكل (٢-٤ ب) مكثف سعته يعبر عنها بالشفرة 104 أى 10.0000PF ، أما الجهد فيكتب مباشرة على المكثف .

٤- طريقة التشفير بالألوان: حيث يرسم عدة شرائط ملونة على غلاف المكثف كما بالشكل (٢-٥) . وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات البولى إستر الراتنجية . Resin Dipped Polyester Capacitor

والجدول (٢-٢) يبين مدلول الألوان المختلفة

للشرائط المختلفة .



الشكل (٢-٥)

الجدول (٢-٢)

اللون	اسود	بنى	احمر	برتقالى	اصفر	أخضر	ازرق	بنفسجى	رمادى	أبيض
الشريط الأول والثانى الرقم المقابل	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
الشريط الثالث المضاعف				10^3	10^4	10^5				
الشريط الرابع التفاوت	$\pm 20\%$									$\pm 10\%$
الشريط الخامس الجهد المستمر		250 V			400V					

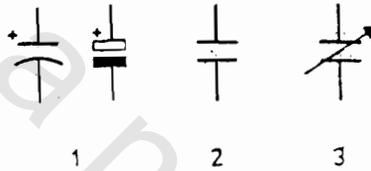
مثال: إذا كان لون الشريط الأول بنى يكافىء 1

والشريط الثانى اسود يكافىء 0

الشريط الثالث	برتقالي	يكافئ	10^3
الشريط الرابع	أسود	يكافئ	$\pm 20\%$
الشريط الخامس	أحمر	يكافئ	250VDC

أى أن سعة المكثف تصبح ساوية $PF = 10^4 = 10 \times 10^3$ مع تفاوت مقداره $\pm 20\%$ ،
 وجهد تشغيل مستمر يساوى 250DC .

وفيما يلي رموز المكثفات : فالرمز 1 لمكثف كيميائى، والرمز 2 لمكثف عادى، و
 والرمز 3 لمكثف متغير السعة .



٣ / ٢ - عناصر متنوعة

سنتناول مجموعة من العناصر التى كثيراً ما تستخدم فى الدوائر الإلكترونية
 مثل : المصهرات - المفاتيح - الضواغط - ريلاهات التحكم - المحولات .

١ / ٣ / ٢ - المصهرات FUSES

عادة يتم حماية الدوائر الإلكترونية من الزيادة المفرطة للتيار الكهربى عند حدوث
 قصر بالدائرة أى عند تلامس الطرف الموجب + ، مع الطرف السالب - ، أو مع أرضى
 الدائرة وذلك باستخدام المصهرات .

وعادة يكون المصهر على شكل أنبوية مصنوعة من الزجاج أو السيراميك له
 قاعدتان معدنيتان متصلتان معاً من الداخل بسلك رفيع من النحاس أو الرصاص ،

وهذا السلك مصمم لكي ينقطع عند زيادة قيمة التيار المار بالمصهر عن الحد المقنن له بقيمة كبيرة. وهناك أنواع متعددة من المصهرات حسب سرعة فصلها وفيما يلي الأنواع المختلفة للمصهرات حسب سرعة فصلها.

١- مصهرات سريعة الفصل بدرجة كبيرة [Sapper Quick Acting (FF)]
وتستخدم لحماية العنصر الإلكتروني المصنوعة من أشباه الموصلات، ويرمز لها بالرمز FF، والجدول (٢-٣) يبين خواص هذا النوع .

الجدول (٢-٣)

شدة التيار	$1.2 I_n$	$2I_n$	$2.75I_n$	$4I_n$	$10I_n$
أدنى زمن للفصل	60 min	10ms	4ms	2ms	-
أقصى زمن للفصل	-	2s	50ms	15ms	2ms

حيث إن :

I_n التيار المقنن للمصهر

min دقيقة

S ثانية

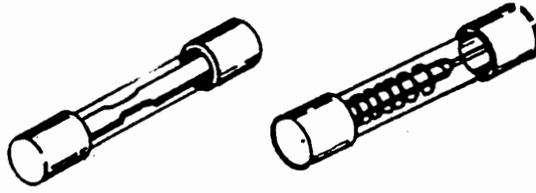
ms ملى ثانية

٢- مصهرات سريعة الفصل (F) quick acting

٣- مصهرات تتحمل قفزات التيار المفاجئة (T) Anti - Surge

وهي تتحمل تيار يساوى 10 مرات التيار المقنن لها بدون أن تنهار وذلك خلال فترة زمنية تساوى 20ms، وتستخدم لحماية المحولات .

والشكل (٢-٦) يعرض نموذجاً لمصهر نوع T (١)، وآخر لمصهر سريع



الشكل (٢-٦)

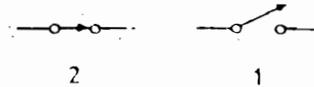
وفيما يلي الرمز الكهربى للمصهرات :



٢ / ٣ / ٢ - المفاتيح اليدوية Swithes

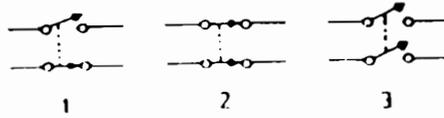
تعد المفاتيح اليدوية وسيلة الوصل والفصل اليدوية فى الدوائر الإلكترونية، ويوجد أنواع مختلفة للمفاتيح تبعاً لوظيفتها مثل :

١- مفتاح قطب واحد سكة واحدة (SPST): وهذا المفتاح يحتوى على ريشة واحدة، إما مغلقة أو مفتوحة. فعند تشغيل المفتاح تفتح ريشته المغلقة N.C، أو تغلق ريشته المفتوحة (N.O). وفيما يلي رمز مفتاح SPST بريشة مفتوح N.O الرمز (1)، وبريشة مغلقة N.C الرمز (2).

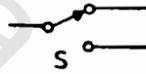


٢- مفتاح قطبين سكة واحدة (DPST): وهذا المفتاح يحتوى على ريشتين مفتوحتين 2N.O، أو مغلقتين 2N.C، أو أحدهما مفتوحة والآخرى مغلقة . (N.O+NC)

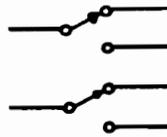
وعند تشغيل هذا المفتاح يدوياً تنعكس حالة ريش المفتاح، فتغلق الريشة المفتوحة N.O وتفتح الريشة المغلقة N.C وفيما يلي رمز المفتاح DPST بريشتين مفتوحتين (3)2N.O، وبريشتين مغلقتين (2)2NC، وبريشة مفتوحة وأخرى مغلقة (1)N.O+N.C.



٣- مفتاح قطب واحد سكتين (SPDT): وهذا المفتاح له ريشه قلابه C.O ويكون للمفتاح ثلاثة أطراف، أحدهما مشترك، والثاني مفتوح، والثالث مغلق، وعند تشغيل هذا المفتاح تنعكس حالة هذا المفتاح، فيغلق الطرف المفتوح ويفتح الطرف المغلق، وفيما يلي رمز المفتاح (SPDT):



٤- مفتاح قطبين سكتين (DPDT): وهذا المفتاح مزود بريشتي قلاب كالتى فى المفتاح (SPST)، وفيما يلي رمز هذا المفتاح:



علماً بأن الأنواع الأربعة السابقة تتواجد فى عدة صور تبعاً لطريقة تشغيلها مثل:

أ - مفتاح بذراع يدوى Toggle Switch

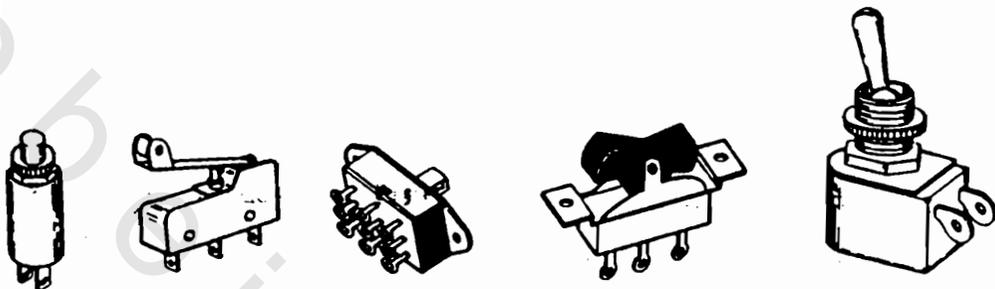
ب- مفتاح قلاب Rocker Switch

ج- مفتاح منزلقى Slide Switch

د- مفتاح نهاية مشوار Limit Switch

هـ- مفتاح انضغاطى Push button Switch

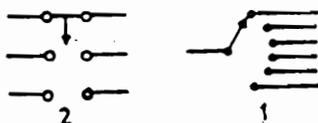
ويتم تشغيل هذه الأنواع عادة باليد ما عدا مفتاح نهاية المشوار فيتم تشغيله بدفعة بجسم متحرك أو كامنة متحركة. والشكل (٧-٢) يوضح صوراً توضيحية لهذه الأنواع بالترتيب من اليمين إلى اليسار.



الشكل (٧-٢)

٥- مفاتيح الاختيار ذات المواضع المتعددة: وهذه المفاتيح تحتوى على قطب واحد أو أكثر، ويكون لها عدة أوضاع تشغيل، وهناك نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة تشغيلها مثل:

المفاتيح الدوارة Rotary Switches، وهذه المفاتيح لها يد تشغيل دوارة والمفاتيح المنزلقة Slide Switches، والمفاتيح الدوارة العاملة بالمفك Dip Rotary Switches. وفيما يلي رمز لمفتاح اختيار دوار بستة مواضع (1)، ورمز لمفتاح اختيار منزلق بثلاثة مواضع (2).

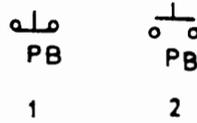


٣/٣/٢ - الضواغط Push buttons

هناك فرق جوهري بين الضاغط والمفتاح الانضغاطي، فالأول تتغير حالة ريشه، فالمغلقة تصبح مفتوحة والمفتوحة تصبح مغلقة أثناء الضغط على زرّها فقط. أما

المفتاح الانضغاطي فتتغير حالة ريشه أى تصبح الريشة المغلقة مفتوحة والريشة المفتوحة مغلقة عند الضغط عليها، ويظل كذلك إلى أن يتم الضغط عليها مرة أخرى فتعود الريشة لحالتها الطبيعية .

وفيما يلي رمز لضغط بريشة مفتوحة (2) وآخر بريشة مغلقة (1) .



٤ / ٣ / ٢ - ريليات التحكم Control Relays

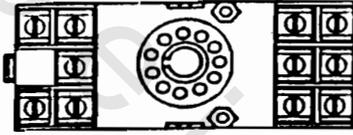
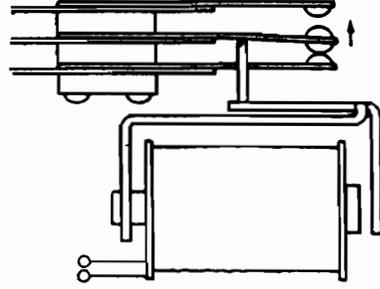
الريلاي هو وسيلة كهرومغناطيسية لوصل وفصل الدوائر الإلكترونية، والشكل (٢-١٨) يعرض التركيب الداخلى لأحد الريليات الكهرومغناطيسية . فعند وصول التيار الكهربى للملف يتكون مجال مغناطيسى يكون قادراً على جذب القلب المغناطيسى، فتقوم الحافظة بتغيير وضع ريشة التلامس للريلاي، فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة والعكس بالعكس . ولكن بمجرد انقطاع التيار الكهري عن ملف الريلاى تعود ريشة الريلاى لوضعها الطبيعي .

وهناك نوعان من الريليات :

الأولى : يثبت على اللوحة المطبوعة والتي تثبت عليها العناصر الالكترونية .

والثانى : يثبت على قاعدة تثبيت .

والشكل (٢-٨ ب) يعرض نموذجاً لأحد ريليات التحكم . وبالشكل (٢-٨ ج) مسقط أفقى للريلاي يبين نقاط توصيله، والشكل (٢-٨ د) مسقط أفقى لقاعدة الريلاى .



الشكل (٢-٨)

ويلاحظ من مخطط أطراف التوصيل للريلاى الشكل (٢-٨ ب) أن هذا الريلاى
يحتوى على ثلاث ريش قلاب :

1,3,4 فاطراف الريشة القلاب الأولى

5,6,7 وأطراف الريشة القلاب الثانية

8,9,11 أما أطراف الريشة القلاب الثالثة

2,10 أطراف الملف هى

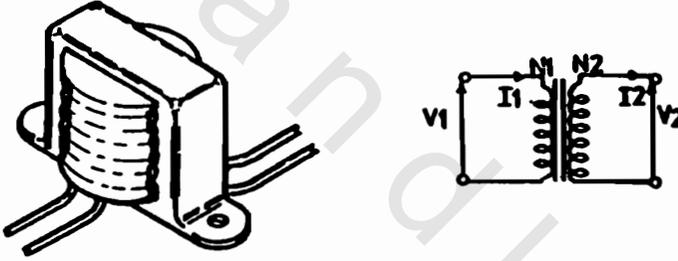
وفيما يلى الرموز المختلفة للريليهات :

Transformers المحولات ٥ / ٣ / ٢ -

المحولات هي أجهزة تقوم بخفض أو رفع الجهد المتردد، وتستخدم المحولات في بناء مصادر التيار المستمر وذلك بخفض الجهد المتردد من 220V, 120V إلى الجهد المطلوب. وتستخدم المحولات أيضاً في دوائر إشعال الثايرستور والترياك. وللمحولات استخدامات أخرى متعددة في الدوائر الالكترونية.

ويتكون المحول في العادة من ملفين، أحدهما يسمى بالملف الابتدائي، والثاني يسمى بالملف الثانوي.

والشكل (٢-٩) يعرض نموذجاً لأحد المحولات والدائرة المكافئة لمحول له ملف ابتدائي عدد لفاته N_1 ، ومسقط عليه جهد متردد V_1 ، ويمر به تيار I_1 ، وملفه الثانوي عدد لفاته N_2 ، ويمر به تيار I_2 ، والجهد على طرفيه V_2 .



الشكل (٢-٩)

والمعادلة 2-1 تسمى بالمعادلة العامة للمحولات.

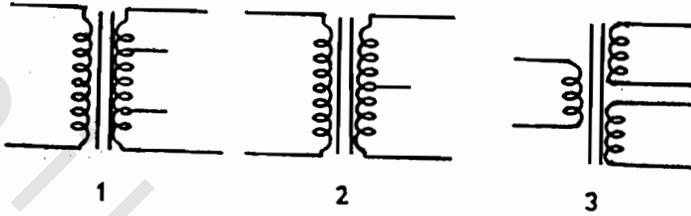
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_1}{N_2} \rightarrow 2-1$$

وعادة يختار المحول تبعاً للجهود المطلوبة للملف الابتدائي والثانوي وكذلك تبعاً لسعة المحول (VA) والتي تعطى بالمعادلة 2.2.

$$VA = V_2 I_2 = V_1 I_1 \quad (VA) \rightarrow 2.2$$

وبعض المحولات تحتوي على أكثر من ملف ثانوى للحصول على أكثر من جهد من الجانب الثانوى، والآخر يحتوى على ملف ثانوى بنقطة منتصف أو أكثر.

وفيما يلى رموز بعض أنواع من المحولات: فالرمز 1 لمحول بعدة نقاط تفرع، والرمز 2 لمحول بملف ثانوى بنقطة منتصف (نقطة تفرع)، والرمز 3 لمحول بملفين ثانويين.



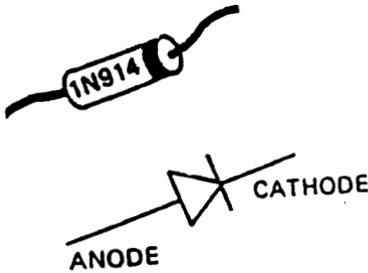
٤ / ٢ - الموحدات Diodes

يتكون الموحد من وصلة ثنائية P-N، مصنوعة من أشباه الموصلات مثل: السليكون (Si)، أو الجرمانيوم (Ge).

ويتواجد الموحد فى الأسواق على شكل أسطوانة مرسوم عليها شريط ملون على أحد جانبيها للدلالة على مكان المادة السالبة N والتي تمثل المهبط Cathode، أما الجانب الآخر فيمثل المادة الموجبة P، والتي تمثل المصعد Anode. والشكل (٢-١٠) يعرض نموذجاً لثنائى صغير طراز 1N914 ورمزه.

ويعتبر الموحد فى الوضع الطبيعى كمفتاح مفتوح، وبمجرد تعريضه لانحياز

أمامى Forward bias، أى ارتفاع جهد المصعد A عن جهد المهبط K بمقدار 0.7V فى حالة الموحد السليكونى يصبح كمفتاح مغلق، ويكون اتجاه مرور التيار الكهربى من المصعد للمهبط ويقال إن الموحد فى حالة وصل ON. أما عند تعريض الموحد لانحياز عكسى



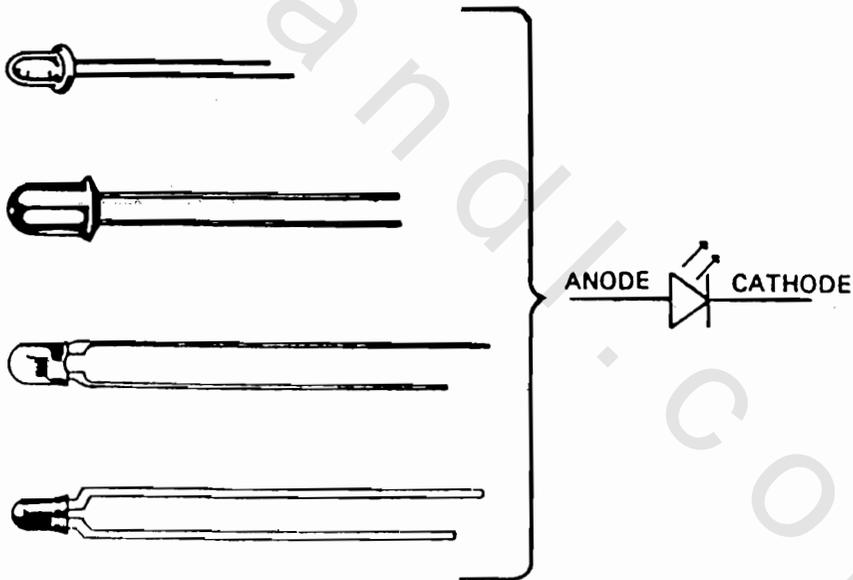
الشكل (٢-١٠)

Reverse bias، أى تعريض المهبط K لجهد موجب بالنسبة لجهد المصعد A يمر تيار صغير جداً يسمى بتيار التسرب، ويعمل الموحد كمفتاح مفتوح ويقال إن الموحد فى حالة قطع OFF.

والجدير بالذكر أن موحد السليكون يوصل عند جهد أمامى 0.7V بينما يوصل موحد الجرمانيوم عند جهد أمامى 0.3V. لذلك يقال إن فقد الجهد فى موحد السليكون عندما يكون منحازاً أمامياً مساوياً 0.7V تقريباً، فى حين أن فقد الجهد فى موحد الجرمانيوم عندما يكون منحازاً أمامياً يساوى 0.3V تقريباً.

٢ / ٤ / ١ - الموحد الباعث للضوء LED

يشبه الموحد الباعث للضوء LED لحد كبير اللمبات الصغيرة، ويتواجد بألوان مختلفة وهو يستخدم كلمبة إشارة. والشكل (٢-١١) يعرض رمزاً وأشكالاً مختلفة لموحّدات باعثة للضوء.



الشكل (٢-١١)

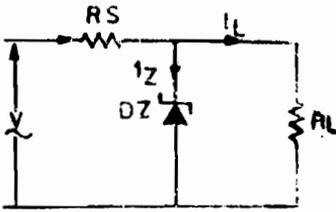
فعادة لا ينبعث ضوء من LED إلا عندما يكون منحازاً أمامياً بجهد أكبر 2V أما عندما يكون LED منحازاً عكسياً فإنه لا يمرر تيار وبالتالي لا يضيء. ويوجد ألوان

مختلفة من الموحدات الباعثة للضوء مثل الأحمر والأصفر والبرتقالي والأخضر والأزرق. وتعتمد شدة إضاءة LED على شدة التيار المار والذي يتراوح ما بين (5:25mA). وعادة توصل مقاومة على التوالي مع LED لتحديد شدة التيار المار.

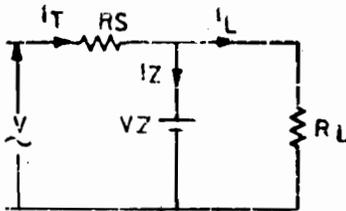
والجدير بالذكر أنه يوجد ثلاثة أنواع للموحدات الباعثة للضوء الأول منخفض القدرة وتيارها (5mA) والثاني قياسي وتياره (10mA) والثالث على القدرة وتياره (20mA).

٢ / ٤ / ٢ - موحد الزينر Zener Diode

إن موحد الزينر هو موحد سليكوني له خواص تسمح بإمرار جهد ثابت القيمة في الإنحياز العكسي وهو يشبه في الشكل الموحد القياسي. فعندما يتعرض موحد الزينر لإنحياز أمامي Forward bias يعمل كموحد عادي ويتحول لحالة الوصل ON ويمر التيار الكهربى ويكون فرق الجهد بين طرفيه مساوياً (0.6:0.7V) تقريباً. وعند تعريض موحد الزينر لإنحياز عكسي Revers bias فإنه موحد الزينر يكون في حالة قطع فى بادئ الأمر وبمجرد زيادة الجهد عن جهد الانهيار للموحد يتحول لحالة الوصل ويمر تيار كبير فيه ويكون فرق الجهد على طرفى موحد الزينر مساوياً جهد الزينر. ويستخدم موحد الزينر لتنظيم الجهد والشكل (٢-١٢) يبين دائرة تستخدم موحد زينر لتنظيم الجهد على أطراف المقاومة R_L بحيث لا يزيد الجهد على أطرافها



عن V_Z (جهد الزينر) الشكل (١) أما الشكل (ب) فيعرض الدائرة المكافئة وذلك باستبدال موحد الزينر ببطارية جهدها يكافئ V_Z .



والجدير بالذكر أن المقاومة R_S تستخدم لمنع تعدى التيار المار فى موحد الزينر I_Z الحد المسموح به والذي يعين من العلاقة

$$P_Z = I_Z V_Z \rightarrow 2.3$$

حيث إن:

P_Z قدرة موحد الزينر والمدونة

الشكل (٢-١٢)

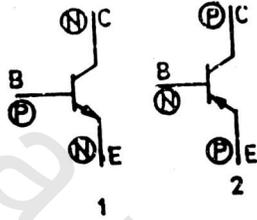
في مواصفاته الفنية.

I_Z أقصى تيار يسمح له بالمرور في موحد الزينر.

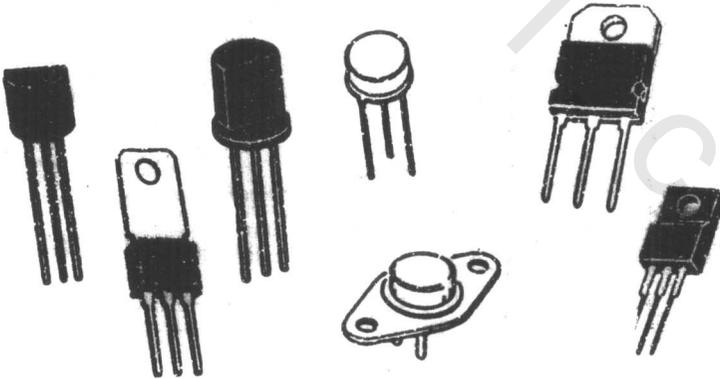
V_Z جهد الزينر.

٥ / ٢ - الترانزستور الثنائي القطبية BJT

للترانزستور الثنائي القطبية ثلاثة أرجل وهي القاعدة Base والباعث Emitter والمجمع Collector. ويصنع الترانزستور من ثلاثة طبقات من أشباه الموصلات وهذه الطبقات بعضها سالب N، والآخر موجب B وتقسم الترانزستورات حسب قطبية هذه الطبقات إلى ترانزستورات NPN وترانزستورات PNP. وفيما يلي رموز هذه الترانزستورات فالرمز 1 لترانزستور NPN والرمز 2 لترانزستور PNP.



والشكل (١٣-٢) يعرض نماذج مختلفة للترانزستورات سواء كانت ترانزستورات إشارة أو قدرة.

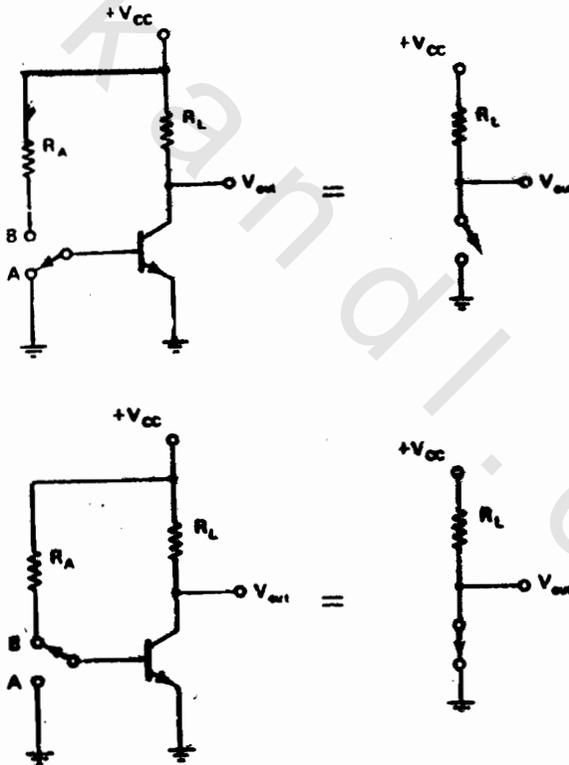


الشكل (١٣-٢)

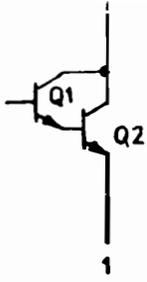
ويعمل الترانزستور كمفتاح Switch وأيضاً كمكبر Amplifier .

والشكل (٢-١٤) يوضح فكرة عمل الترانزستور NPN كمفتاح . فعند توصيل قاعدة الترانزستور بالأرضى يعمل الترانزستور كمفتاح فى حالة فصل OFF الشكل (١) . وعند توصيل قاعدة الترانزستور بجهد المصدر VCC يعمل كمفتاح فى حالة وصل ON . ويعمل الترانزستور أيضاً كمكبر ويعين معامل كسب التيار Cur-rentgain للترانزستور من المعادلة التالية :

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \rightarrow 2.4$$

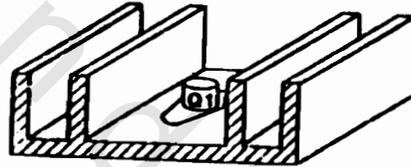
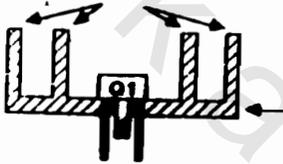


الشكل (٢-١٤)



ويساوى معامل كسب التيار β النسبة بين تيار المجمع IC وتيار القاعدة IB وتتراوح قيمة β ما بين 35:300 والقيمة الطبيعية لها 100. ويمكن زيادة معامل كسب التيار للترانزستور بتوصيل ترانزستورين كما هو مبين بالشكل (١٥-٢) وتسمى هذه اتوصيلة بتوصيلة دارلنجتون وكون معامل التكبير الكلى مساوياً حاصل ضرب معاملات تكبير Q_1, Q_2 . ويوجد ترانزستورات تحتوى على ترانزستورين فى قالب واحد تسمى بترانزستور دارلنجتون، وتستخدم عادة كترانزستورات قدرة، وتحتاج لتثبيتها على مشتت حرارى Heatsink لتبريدها كما هو مبين بالشكل (١٦-٢).

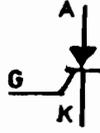
الشكل (١٥-٢)



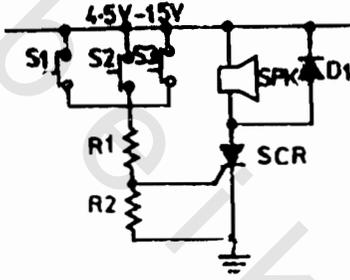
الشكل (١٦-٢)

٢ / ٦ - الثايرستور SCR

يستخدم الثايرستور كمفتاح فى دوائر التيار المستمر وكموحد فى دوائر التيار المتردد، وذلك فى الاستخدامات التى تحتاج لتيارات عالية. وللثايرستور ثلاثة أطراف وهم: المهبط K، والمصعد A، والبوابة G. وعند وجود فرق جهد موجب بين البوابة والمهبط يتحول الثايرستور لحالة الوصل، ويصبح مكافئاً لمفتاح مغلق ويظل على هذا الحال حتى بعد انعدام فرق الجهد بين البوابة والمهبط إلى أن ينخفض التيار المار فيه عند الحد الأدنى اللازم لإبقاء الثايرستور فى حالة الوصل والذى يسمى بتيار الإمساك. وفيما يلى رمز SCR:



والشكل (٢-١٧) يبين فكرة عمل الثايرستور لتشغيل سماعة SPK . فعند



الضغط على أحد الضواغط S1,S2,S3 فإن الجهد +15V سوف يقسم بالتساوي على المقاومتين R1,R2 لأنها متساويتين، وبالتالي يصبح فرق الجهد بين البوابة والمهبط 7.5V، فيتحول الثايرستور لحالة الوصل ON، ويمر تيار كهربى عبر السماعة ماراً بالمصعد A والمهبط K.

الشكل (٢-١٧)

وعند إزالة الضغط عن الضواغط فإن

الثايرستور سيظل فى حالة ON، وتظل السماعة SPK فى حالة ON إلى أن يتم قطع التيار الكهربى عن الدائرة فينقطع التيار المار فى الثايرستور، ويتحول الثايرستور لحالة القطع Turn Off.

والجدير بالذكر أن الموحد D1 يعمل على خمد القوة الدافعة الكهربائية المتولدة عند انقطاع التيار الكهربى عن ملف السماعة SPK، وبالتالي تمنع تلف الثايرستور.

والشكل (٢-١٨) يعرض نماذج مختلفة للثايرستورات المتوفرة فى الأسواق.



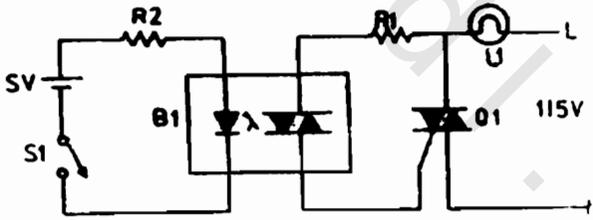
الشكل (٢-١٨)

٢ / ٧ - الترياك Triac

يستخدم الترياك كمفتاح في دوائر التيار المتردد وذلك في الاستخدامات التي تحتاج لتيارات عالية. وللترياك ثلاثة أطراف وهم: الطرف الأول T_1 الطرف الثاني T_2 والبوابة G . وفي الوضع الطبيعي يكون الترياك في حالة قطع Cutoff ويعمل كمفتاح مفتوح. وبمجرد تسليط فرق جهد بين البوابة G والطرف T_2 يتحول الترياك لحالة الوصل ON، ويعمل كمفتاح مغلق، ويمر التيار الكهربى من الطرف T_1 إلى الطرف T_2 طالما يوجد فرق جهد بين البوابة والطرف T_2 . وفيما يلي رمز الترياك:



والشكل (٢-١٩) يوضح فكرة عمل الترياك في دوائر التيار المتردد لتشغيل اللبة L_1 .



الشكل (٢-١٩)

عناصر الدائرة:

B_1	وحدة ارتباط ضوئية طراز Moc 3011	R_1	مقاومة كربونية 47Ω
S_1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة	R_2	مقاومة كربونية 360Ω
L_1	لمبة تعمل عند جهد 115V	Q_1	ترياك طراز 2N6342A

فعند غلق المفتاح S_1 ، فإن وحدة الارتباط الضوئي B_1 سوف تعمل لمرور تيار كهربى فى الموحد الباعث للضوء الخاص بها، وبالتالي يتحول الترياك الضوئى لوحدة الارتباط لحالة الوصل ويصبح كما لو كان مفتاحاً مغلقاً، وينشأ عن ذلك فرق جهد بين البوابة G، والطرف T_2 للترياك الرئيسى Q_1 ، فيتحول لحالة الوصل وتضىء اللمبة L_1 وتظل اللمبة L_1 مضيئة طالما أن المفتاح S_1 مغلق ولكن بمجرد فتح المفتاح S_1 يتحول الترياك لوحدة الارتباط الضوئى B1 لحالة القطع، ويصبح كمفتاح مفتوح فيختفى فرق الجهد بين البوابة G والطرف T_2 للترياك الرئيسى Q_1 ، ويتحول هو الآخر لحالة القطع وينطفئ المصباح L_1 .

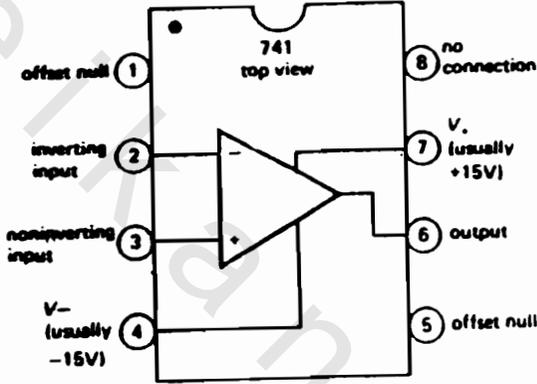
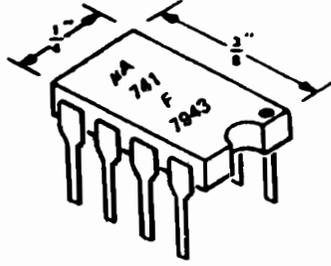
والجدير بالذكر أن شكل الترياك لا يختلف عن شكل الشايرستور، ولكن الرمز بالطبع يختلف.

٨ / ٢ - مكبر العمليات Op- Amp

يعتبر مكبر العمليات دائرة متكاملة خطية، ويتميز مكبر العمليات بالقدرة العالية فى تكبير إشارات المداخل المستمرة أو المترددة. كما أنه يمكن استخدام مكبر العمليات لأداء العديد من الوظائف باستخدام مجموعة قليلة من العناصر الخارجية. والشكل رقم (٢-٢٠) يعرض نموذجاً لمكبر عمليات طراز 741، وكذلك مسقطاً أفقياً لأطرافه ووظيفة كل منها. كما يلاحظ وجود تجويف نصف دائرى على أحد جانبيه مكبر العمليات وحتى يمكن معرفة أرقام أرجل المكبر يمكس باليد، بحيث يكون التجويف النصف دائرى لأعلى فتكون النقطة المميزة إلى اليسار وتكون أول الأرجل إلى أعلى تجاه اليسار هى رقم (١)، ويكون العد بعد ذلك فى اتجاه عكس عقارب الساعة.

التعريف بأرجل مكبر العمليات:

- 1 الرجل ضبط الخرج عند الصفر
- 2 المدخل العاكس
- 3 المدخل غير العاكس
- 4 طرف التغذية السالبة للمكبر ويوصل بمنبع جهد 15V-
- 5 ضبط الخرج عند الصفر



الشكل (٢-٢٠)

6 طرف الخرج

7 طرف التغذية الموجبة للمكبر ويوصل بمنبع جهد +15V

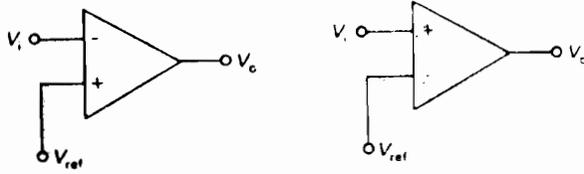
8 طرف لا يوصل N.C

وسوف نتناول عمل مكبر العمليات كمقارن للجهد

الشكل (٢-٢١) يعرض دائرة مقارن جهد بسيط.

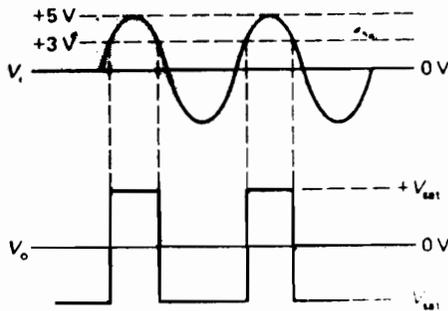
(ب) مقارن عاكس.

(أ) مقارن غير عاكس.



الشكل (٢-٢١)

والشكل (٢-٢٢) يوضح نظرية عمل المقارن غير العاكس، حيث يكون الدخل على الطرف غير العاكس موجة جيبيية جهدها $V_{max}=5V$ ويوصل على الطرف العاكس بطارية جهدها $+3V$. فيلاحظ إنه عندما يكون جهد الدخل على الطرف غير العاكس أكبر من $+3V$ فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع الموجب للمكبر $+V_{sat}$ والذي يساوى $+15V$ في حين أنه عندما يكون الجهد على الطرف غير العاكس أقل من $+3V$ ، فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع السالب للمكبر والذي يساوى $-V_{sat}$ ، ويساوى جهد المصدر السالب $-15V$ تقريباً.



الشكل (٢-٢٢)

٩ / ٢ - الدوائر المتكاملة الرقمية :

تنقسم الدوائر المتكاملة الرقمية إلى عائلتين تبعاً لتركيبتها الداخلى وهما :

- عائلة TTL ويندرج تحتها عدة سلاسل مثل : سلسلة .. 74 .

- عائلة CMOS ويندرج تحتها عدة سلاسل مثل : سلسلة .. 40 .

ولا يختلف شكل الدوائر المتكاملة الرقمية عن شكل مكبرات العمليات، ولكن عدد أرجلها لا يقل عادة عن 14 رجلا .

وتتعامل الدوائر الرقمية مع الإشارات الرقمية والتي لها حالتان : عالية **high** أو (1)، ومنخفضة **Low** أو (0) . وتختلف قيم جهود (0,1) تبعاً لنوع العائلة . فبالنسبة لعائلة TTL فإن الحالة (1) تقابل جهداً أكبر من +2V، والحالة (0) تقابل جهداً أصغر من 0.8V . وتغذى هذه العائلة بجهد مصدر يساوى +5V، وبالنسبة لعائلة CMOS فإن الحالة (1) تقابل جهداً أكبر من 2/3 جهد المصدر، والحالة المنخفضة تقابل جهداً أقل من 1/3 جهد المصدر، حيث إن جهد المصدر يتراوح ما بين (+3:15V) .

وتعتبر البوابات المنطقية والقلابات من أبسط الدوائر الرقمية .

١- البوابات المنطقية **Logic gates** : ويكون لها عدة مداخل ومخرج واحد؛ ولكل بوابة جدول حقيقة يبين عمل البوابة والشكل (٢ - ٢٣) يعرض رمز بوابة NOT (العاكس)؛ وجدول الحقيقة لها، ويلاحظ أن حالة خرج البوابة هو معكوس حالة دخلها .

مخرج —  — مدخل

دخول	مخرج
0	1
1	0

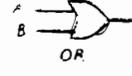
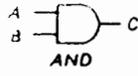
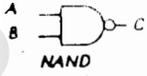
الشكل (٢ - ٢٣)

وهناك أربع بوابات أساسية أخرى مبينة بالشكل (٢ - ٢٤) وهم كما يلي :

بوابة OR ويكون خرجها (1) إذا كان حالة أحد مدخلها على الأقل (1) .

بوابة NOR ويكون خرجها (0) إذا كان حالة أحد مداخلها على الأقل (1) .

- بوابة AND ويكون خرجها (1) إذا كان حالة جميع مداخلها (1).
 بوابة NAND ويكون خرجها (0) إذا كان حالة جميع مداخلها (1).



دخول		خروج
A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

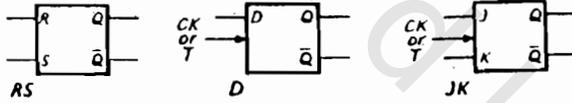
دخول		خروج
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

دخول		خروج
A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

دخول		خروج
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

الشكل (٢ - ٢٤)

٢- القلابات Flipflops: ويعتبر القلاب البنية الأساسية للذاكرة ويمكن بناء القلاب من البوابات المنطقية والشكل (٢ - ٢٥) يعرض رموز أهم القلابات.



الشكل (٢ - ٢٥)

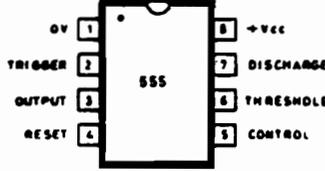
وهم: ١- قلاب R - S ٢- قلاب D ٣- قلاب J - K

ولكل قلاب مخرجين متعاكسين هم Q, \bar{Q} . فبالنسبة للقلاب RS فإن حالة Q تكون عالية عندما تصل إشارة 1 للمدخل S وحالة \bar{Q} تصبح عالية عندما تصل إشارة عالية للمدخل R. وبالنسبة للقلاب D فإن حالة المخرج Q تكون عالية عند وصول نبضة لمدخل النبضات CK بشرط أن تكون حالة مدخل البيانات D عالية (1).
 وبالنسبة للقلاب JK يكون حالة المخرج Q عالية (1) عند وصول نبضة لمدخل النبضات CK بشرط أن تكون حالة المدخل J عالية (1) والمدخل K منخفضة (0).

وهناك دوائر رقمية أخرى مثل العدادات Counters ومسجلات الإزاحة Registers.

٢ / ١٠ - المؤقت الزمني 555

الشكل (٢ - ٢٦) يبين مسقطاً أفقياً للدائرة المتكاملة 555



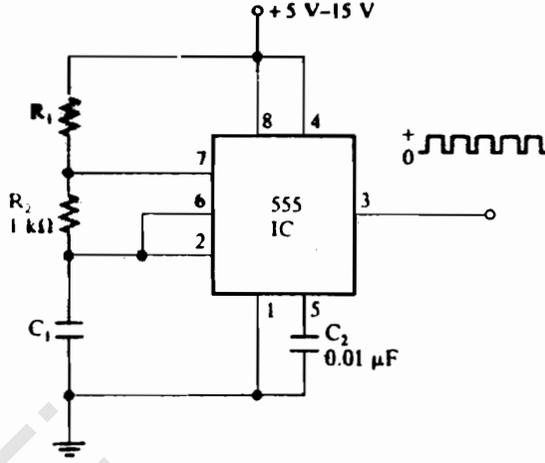
الشكل (٢ - ٢٦)

حيث إن :

(الرجل 1)	مدخل التحكم	(الرجل 5)	الأرضى
(الرجل 2)	مدخل جهد العتبة	(الرجل 6)	مدخل الإشعال
(الرجل 3)	مدخل التفريغ	(الرجل 7)	طرف الخرج
(الرجل 4)	طرف التغذية الموجبة	(الرجل 8)	مدخل التحرير

والشكل (٢ - ٢٧) يبين طريقة استخدام المؤقت 555 كمذبذب لا مستقر ويمكن الحصول على تردد النبضات الخارجة من المعادلة

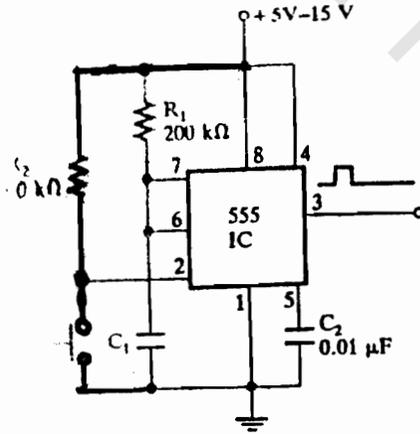
$$F = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) C_1} \text{ (HZ)} \rightarrow 2.5$$



الشكل (٢ - ٢٧)

والشكل (٢ - ٢٨) يبين طريقة توصيل المؤقت 555 ليعمل كمذبذب أحادي الاستقرار ونحصل على زمن النبضة الخارجة على الرجل 3 عند الضغط على الضاغط S_1 من المعادلة التالية .

$$T = 1.11 C_1 R_1 (S) \rightarrow 2.6$$



الشكل (٢ - ٢٨)

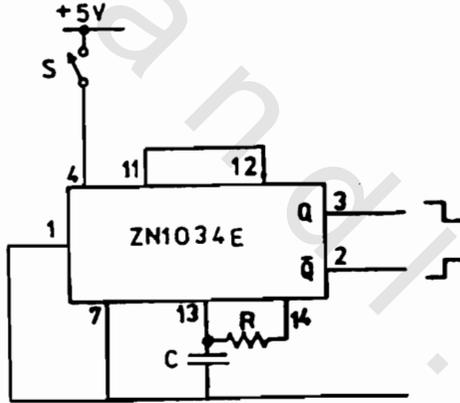
والجدير بالذكر أن تيار خرج المؤقت 555 القياسي يصل إلى 200 mA في حين أن جهد التشغيل يتراوح ما بين (4.5 : 18V).

١١ / ٢ - المؤقت الدقيق ZN 1034E

استطاع المؤقت ZN 1034 E أن يحل مشاكل المؤقت 555 فله زمن تأخير يتراوح ما بين خمسون ملي ثانية إلى 22 أسبوعاً وله دقة عالية وتيار خرج يصل إلى 25 mA، وجهد تغذيته +5V بتفاوت $\pm 0.25V$.

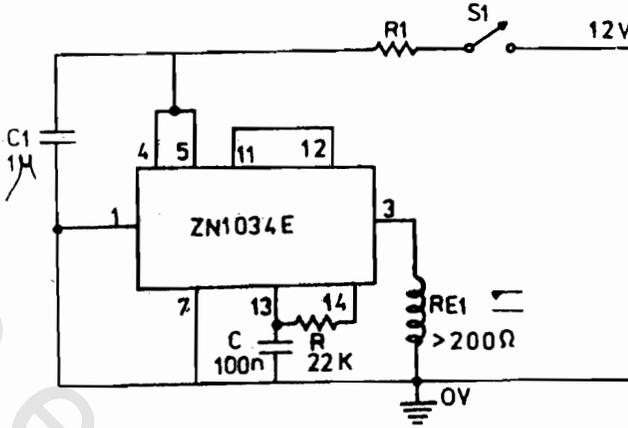
والشكل (٢ - ٢٩) يبين طريقة توصيل المؤقت ZN 1034 E للحصول على تأخير زمني من لحظة غلق المفتاح S١ يساوى.

$$T = 2735 CR (S) \rightarrow 2.7$$



الشكل (٢ - ٢٩)

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام المؤقت ZN 1034 E ليعمل عند جهد أكبر من 5V بالطريقة المبينة بالشكل (٢ - ٣٠) حيث توصل مقاومة R١ بالتوالي مع جهد المصدر؛ علماً بأن تيار الدخل للمؤقت يساوى 25 mA أيضاً.



الشكل (٢ - ٣٠)

١٢/٢ - مصادر القدرة المنتظمة :

أكثر الأجهزة الالكترونية تستخدم مصادر قدرة خطية وهي تتكون من :

١- مصدر قدرة غير منتظم .

٢- منظم جهد

ويتكون مصدر القدرة غير المنتظم من :

- محول لخفض جهد مصدر التيار المتردد .

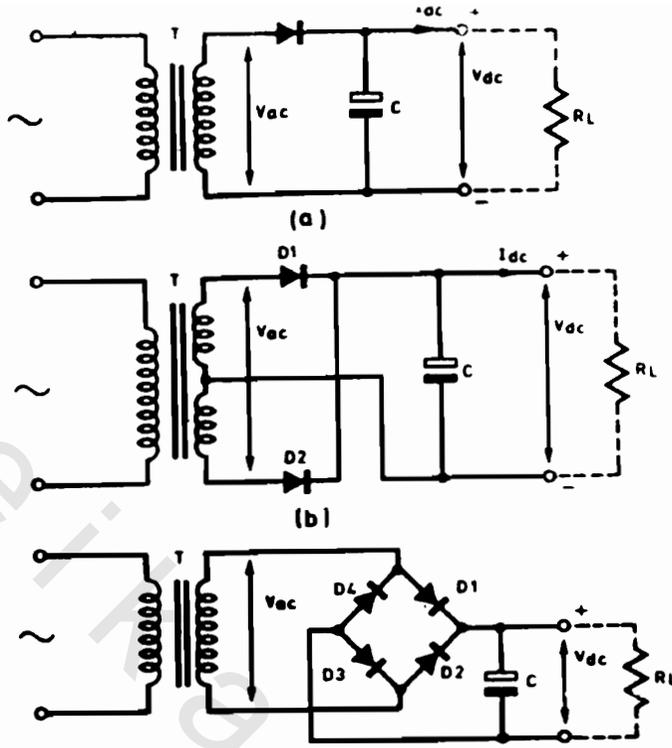
- دائرة توحيد لتوحيد التيار المتردد .

- مرشح (مكثف فى العادة) للحصول على خرج مستمر ناعم بدون ذبذبات .

والشكل (٢ - ٣١) يعرض ثلاث دوائر لمصادر القدرة غير المنتظمة تختلف فيما

بينها فى دائرة التوحيد ، فيستخدم فى الشكل (أ) موحد D وفى الشكل (ب)

يستخدم موحدان وفى الشكل (جـ) يستخدم فنطرة توحيد تتكون من D1 - D4 .

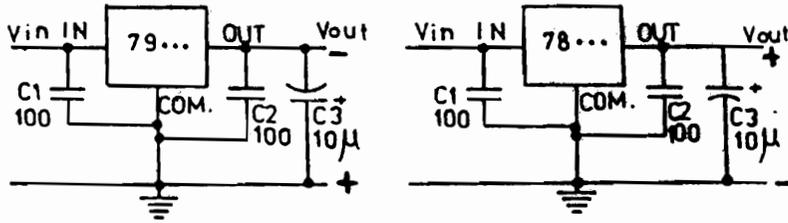


الشكل (٢ - ٣١)

وهناك ثلاثة أنواع من الدوائر المتكاملة لمنظمات الجهد وهم كما يلي:

- ١- منظمات جهد ذات خرج ثابت غير قابل للمعايرة مثل: عائلة 78.. وعائلة 79..
- ٢- منظمات جهد ذات جهد خرج قابل للمعاير مثل: الدوائر 338 K, 317K.
- ٣- منظمات جهد ذات جهد خرج قابل للمعايرة والتيار خرج أقصى قابل للمعايرة مثل: الدائرة المتكاملة C 200 I.

والشكل (٢-٣٢) يعرض طريقة توصيل العائلة 78.. مع خرج مصدر القدرة غير المنتظم (الشكل أ) وطريقة توصيل العائلة 79.. مع خرج مصدر القدرة غير المنتظم؛ علماً بأن عائلة 78.. تعطى جهد خرج موجب مثل: 7805 تعطى جهد +5V والتيار 1A وعائلة 79.. تعطى جهد خرج سالب مثل: 7912 تعطى جهد -12V والتيار 1A.

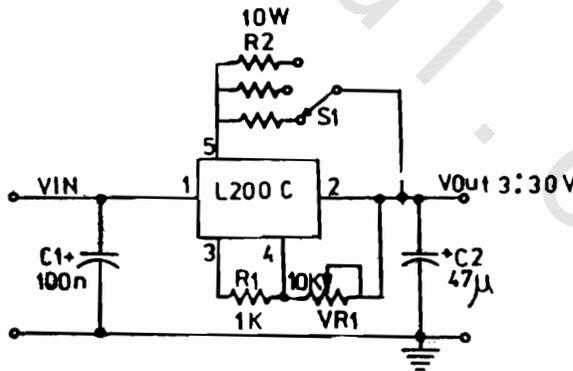


الشكل (٢ - ٣٢)

أما الشكل (٢ - ٣٣) فيبين طريقة توصيل الدائرة المتكاملة L200C. وفيما يلي علاقات جهد الخرج و تيار الخرج الأقصى لهذه الدائرة:

$$V_{out} = 2.77 \left(1 + \frac{VR_1}{R_1} \right) (V) \rightarrow 2.8$$

$$I_{out} = \frac{0.45}{R_2} (A) \rightarrow 2.9$$



الشكل (٢ - ٣٣)