الباب الثانى

العناصر الإلكترونية
المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية

العناصر الإلكترونية

المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية

٢ / ١ - 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.

٢ / ١ / ١ - 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.

جـ - مجزئ الجهد Potentiometer ويكون له ثلاثة أطراف 3 و2 و1، بحيث إن المقاومة بين الطرفين 3 و1 تمثل المقاومة الكلية للمجزئ وهى ثابتة ولا تتغير بتغير وضع ذراع ضبط المجزئ وتساوى مجموع المقاومة بين الطرفين 2 ، والمقاومة بين الطرفين 3 و2، وهما مقاومتان متغيرتان يتغيران تبعاً لتغير وضع ذراع ضبط المجزئ.

د - المقاومات الثابتة القيمة. ويوجد عدة طرق لتشفير قيمة المقاومة الثابتة وهى كما يلى:

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:

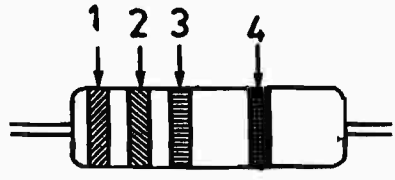
المقاومة 100 RK تعنى مقاومة $100\ \Omega \pm 10\%$.

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

والمقاومة 1 M 3 K تعنى مقاومة $1.3\ M\Omega \pm 10\%$.

٢ - طريقة التشفير بالألوان:

وتستخدم هذه الطريقة مع المقاومات الصغيرة، والتى 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 (٢ - ١).



شكل (٢ - ١)

فبالنسبة 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)

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

فمثلاً: إذا كانت ألوان الحلقات الأربعة لمقاومة كربونية:

الحلقة الأولى: بنى ويكافئ 1.

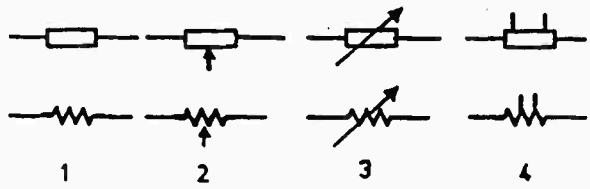
الحلقة الثانية: أسود ويكافئ 0.

الحلقة الثالثة: أزرق ويكافئ 10^6.

الحلقة الرابعة: ذهبى ويكافئ % 5 ±.

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

وفيما يلى الرموز الكهربية للمقاومات الخطية، حيث إن الرمز 4 لمقاومة بنقطتى تفرع، والرمز 2 لريوستات، والرمز 3 لمجزئ جهد، والرمز 1 لمقاومة ثابتة.



٢ / ١ / ٢ – المقاومات غير الخطية

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

أ – المقاومة الحرارية Thermistor وهناك نوعان من المقاومات الحرارية وهما:

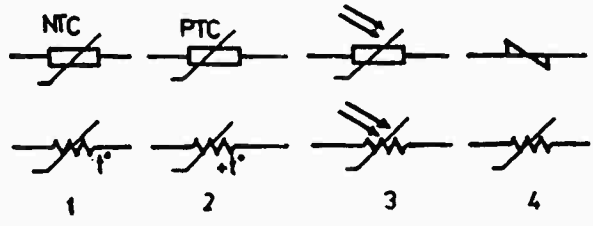
– المقاومة الحرارية P. T. C وهى مقاومة تزداد قيمتها بزيادة درجة حرارتها.

– المقاومة الحرارية N. T. C وهى مقاومة تقل قيمتها بزيادة درجة حرارتها.

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

جـ – مقاومة معتمدة على الجهد V. D. R، وتقل قيمتها بزيادة الجهد المسلط عليها.

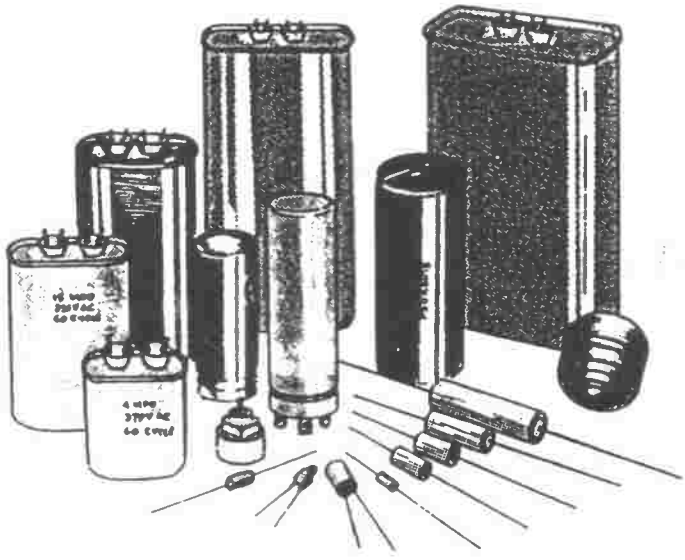
وفيما يلى رموز هذه المقاومات. الرمز 1 لمقاومة ذات معامل حرارى سالب N.T.C، والرمز 2 لمقاومة حرارية ذات معامل حرارى موجب P. T. C، والرمز 3 لمقاومة ضوئية LDR، والرمز 4 لمقاومة تعتمد على الجهد V. D. R.



٢ / ٢ - المكثفات Capacitor´s

يقوم المكثف بتخزين الشحنة الكهربية 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 طرفى المكثف أو انعدامه، ويسمى المكثف عادة تبعًا لنوع العازل المستخدم فيه مثل: الورق والميكا والسيراميك والمحاليل الكيميائية... إلخ.

والشكل (٢ - ٢) يعرض أشكالاً مختلفة للمكثفات.

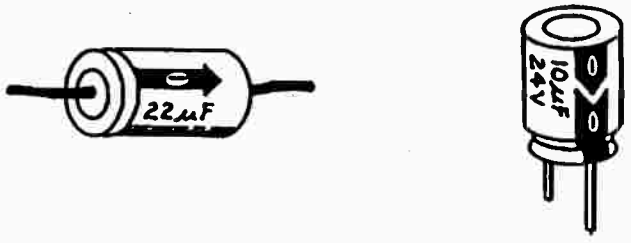


شكل (٢ - ٢)

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

١ - **طريقة العرض المباشر**، حيث تكتب المعلومات الفنية مباشرة على الغلاف المعدنى للمكثف الكيميائى فتكتب سعة المكثف بالميكروفاراد (μ F)، وجهد التشغيل بالڤولت (V)، وكذلك توضع قطبية أحد أطراف المكثف سواء الطرف

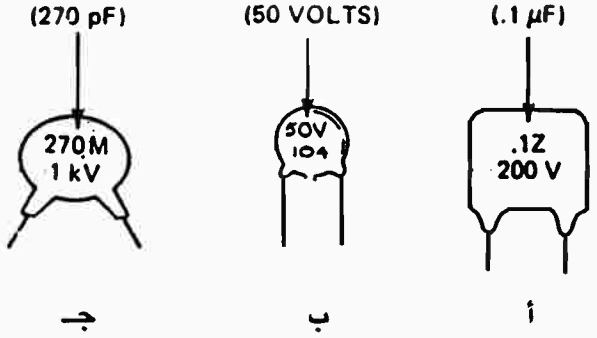
الموجب (+)، أو الطرف السالب (-)، وهذا موضح بالشكل (٢ - ٣)، حيث توضع إشارة حمراء عند القطب الموجب أو سوداء أو زرقاء عند القطب السالب.



شكل (٢ - ٣)

٢ - طريقة التشفير الحرفية:

وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات الصغيرة التى تكون على شكل قرص Disc، حيث يكتب عليها السعة وجهد التشغيل بأكواد مبسطة كما بالشكل (٢ - ٤).



شكل (٢ - ٤)

فالسعات تكتب بأكواد حرفية فالحرف Z يعنى ميكروفاراد µ F

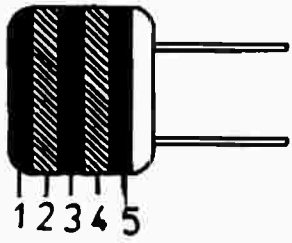
والحرف M يعنى بيكوفاراد PF

فالشكل (أ) مكثف سعته 0.1Z، أى 0.1 µ F، والشكل (جـ) مكثف سعته 270M أى مكثف سعته 270 PF.

٣ - طريقة التشفير العددية :

ويستخدم فيها ثلاثة أعداد، حيث يمثل العدد الثالث عدد الأصفار بعد العددين الأول والثانى، ففى الشكل (٢ - ٤) ب مكثف سعته يعبر عنها بالشفرة 104 أى 10.0000PF، أما الجهد فيكتب مباشرة على المكثف .

٤ - طريقة التشفير بالألوان :



شكل (٢ - ٥)

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 .

الجدول (٢ - ٢)

اللون	أسود	بنى	أحمر	برتقالى	أصفر	أخضر	أزرق	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	±20%									±10%
الشريط الخامس الجهد المستمر			250V		400V					

مثال :

إذا كان لون الشريط الأول بنيًا يكافئ 1

الشريط الثانى أسود يكافئ 0

الشريط الثالث برتقاليًا يكافئ 10^3

الشريط الرابع أسود يكافئ ±20%

الشريط الخامس أحمر يكافئ 250 VDC

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

وفيما يلى رموز المكثفات فالرمز 1 لمكثف كيميائى، والرمز 2 لمكثف عادى والرمز 3 لمكثف متغير السعة.

1 2 3

٢ / ٣ - عناصر متنوعة

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

٢ / ٣ / ١ - المصهرات Fuses

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

وتكون المصهرات عادة على شكل أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك لها قاعدتان معدنيتان متصلتان معًا من الداخل بسلك رفيع من النحاس أو الرصاص. وهذا السلك مصمم لكى ينقطع عند زيادة قيمة التيار المار بالمصهر

عن الحد المقنن للمصهر بقيمة كبيرة. وهناك أنواع متعددة من المصهرات حسب سرعة فصلها وفيما يلى الأنواع المختلفة للمصهرات حسب سرعة فصلها:

١ – مصهرات سريعة الفصل بدرجة كبيرة [Supper quick Acting (FF)]، وتستخدم لحماية العناصر الإلكترونية المصنوعة من أشباه الموصلات، ويرمز لها بالرمز FF والجدول (٢ – ٣) يبين خواص هذا النوع.

الجدول (٢ – ٣)

شدة التيار	1.2 In	2 In	2. 75 In	4 In	10 In
أدنى زمن للفصل	60 min	10 ms	4 ms	2 ms	_
أقصى زمن للفصل	_	2 S	50 ms	15 ms	2 ms

حيث إن:

In التيار المقنن للمصهر.

min دقيقة.

S ثانية.

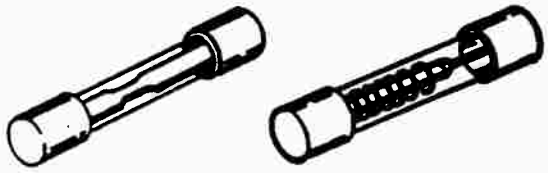
Ms ملى ثانية.

٢ – مصهرات سريعة الفصل quick acting (F) .

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

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

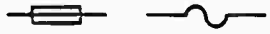
والشكل (٢ – ٦) يعرض نموذجًا لمصهر نوع T (أ) وآخر لمصهر سريع الفصل (ب).



(ب)　　(أ)

شكل (٢ - ٦)

وفيما يلى الرمز الكهربى للمصهرات :



٢ / ٣ / ٢ - المفاتيح اليدوية Switches

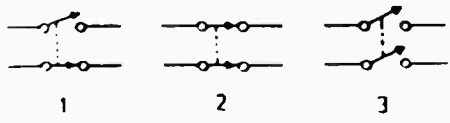
تعد المفاتيح اليدوية وسيلة الوصل والفصل اليدوية فى الدوائر الإلكترونية، ويوجد أنواع مختلفة للمفاتيح تبعًا لوظيفتها مثل :

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 يلى رمز مفتاح SPST بريشة مفتوحة N. O الرمز (1) وبريشة مغلقة الرمز (2) .

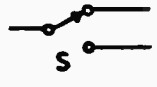
2　　1

٢ - مفتاح قطبين سكة واحدة (DPST) وهذا المفتاح يحتوى على ريشتين مفتوحتين 2 N.O أو مغلقتين 2 N. C أو أحدهما مفتوحة والأخرى مغلقة (N.O + N.C) . وعند تشغيل هذا المفتاح يدويًا تنعكس حالة ريش المفتاح

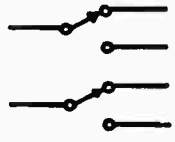
فتغلق الريشة المفتوحة N. O، وتفتح الريشة المغلقة N. C. وفيما يلى رمز المفتاح DPST بريشتين مفتوحتين 2 N. O (1) وبريشتين مغلقتين 2 N. C (2) وبريشة مفتوحة وأخرى مغلقة N. C + N. O (3).



٣ – مفتاح قطب واحد سكتين (SPDT)، وهذا المفتاح له ريشة قلاب C. O، ويكون للمفتاح ثلاثة أطراف أحدهما مشتركا، والثانى مفتوحا، والثالث مغلقا، وعند تشغيل هذا المفتاح تنعكس حالة هذا المفتاح فيغلق الطرف المفتوح، ويفتح الطرف المغلق، وفيما يلى رمز المفتاح (SPDT):



٤ – مفتاح قطبين سكتين (DPDT)، وهذا المفتاح مزود بريشتين قلاب كالتى فى المفتاح (SPST)، وفيما يلى رمز هذا المفتاح:



علمًا بأن الأنواع الأربعة السابقة تتواجد فى عدة صور تبعًا لطريقة تشغيلها مثل:

أ – مفتاح بذراع يدوى Toggle Switch.

ب – مفتاح قلاب Rocker Switch .

جـ – مفتاح منزلق Slide Switch .

د – مفتاح نهاية مشوار Limit Switch .

هـ – مفتاح انضغاطي Push button Switch .

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

شكل (٢ – ٧)

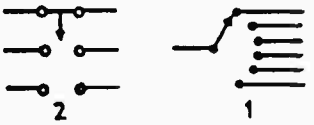
٥ – مفاتيح الاختيار ذات المواضع المتعددة:

وهذه المفاتيح تحتوى على قطب واحد أو أكثر، ويكون لها عدة أوضاع تشغيل، وهناك نوعان من هذه المفاتيح تبعًا لطريقة تشغيلها مثل:

المفاتيح الدوارة Rotary Switchs، وهذه المفاتيح لها يد تشغيل دوارة.

والمفاتيح المنزلقة Slide Switchs، والمفاتيح الدوارة العاملة بالمفك.

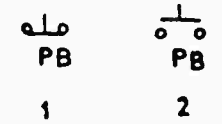
Dip Rotary Switches. وفيما يلى رمز لمفتاح اختيار دوار بستة مواضع (1)، ورمز لمفتاح اختيار منزلق بثلاثة مواضع (2).



٢ / ٣ / ٣ - الضواغط Push buttons

هناك فرق جوهرى بين الضاغط والمفتاح الانضغاطى فالأول تتغير حالة ريشه فالمغلقة تصبح مفتوحة والمفتوحة تصبح مغلقة أثناء الضغط على زرها فقط أما المفتاح الانضغاطى 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 يلى رمز لضاغط بريشة مفتوحة (2) وآخر بريشة مغلقة (1):



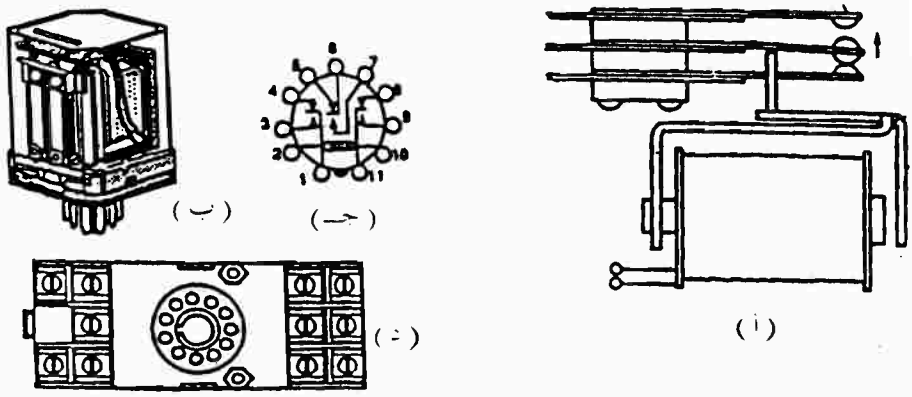
٢ / ٣ / ٤ - ريليهات التحكم Control Relays

الريلاى هو وسيلة كهرومغناطيسية لوصل وفصل الدوائر الإلكترونية، والشكل (٢ – ٨) أ يعرض التركيب الداخلى لأحد الريليهات الكهرومغناطيسية. فعند وصول التيار الكهربى للملف يتكون مجال مغناطيسى يكون قادراً على جذب القلب المغناطيسى فتقوم الحافظة بتغيير وضع ريشة التلامس للريلاى فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة، والعكس بالعكس، ولكن بمجرد انقطاع التيار الكهربى عن ملف الريلاى تعود ريشة الريلاى لوضعها الطبيعى.

وهناك نوعان من الريليهات:

الأول: يثبت على اللوحة المطبوعة، والتى تثبت عليها العناصر الإلكترونية.

والثانى: يثبت على قاعدة تثبيت. والشكل (٢ – ٨) ب يعرض نموذجًا لأحد ريليهات التحكم، والشكل (٢ – ٨) جـ يعرض مسقطًا أفقيًا للريلاى يبين نقاط توصيله، والشكل (٢ – ٨) د يعرض مسقطًا أفقيًا لقاعدة الريلاى.

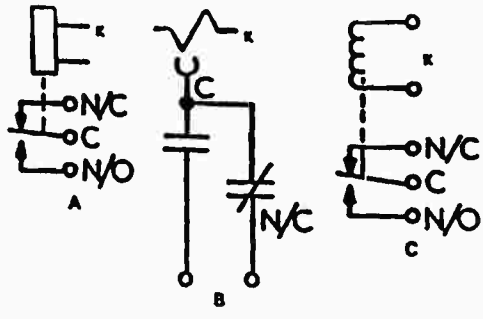


شكل (٢ – ٨)

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

فأطراف الريشة القلاب الأولى	1, 3, 4
وأطراف الريشة القلاب الثانية	5, 6, 7
وأطراف الريشة القلاب الثالثة	8, 9, 11
وأطراف الملف هى	2,10

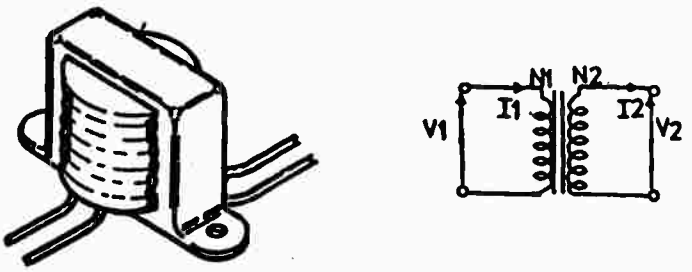
وفيما يلى الرموز المختلفة للريليهات:



٢ / ٣ / ٥ - المحولات Transformers

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

ويتكون المحول فى العادة من ملفين أحدهما: يسمى بالملف الابتدائى، والثانى: يسمى بالملف الثانوى، والشكل (٢ – ٩) يعرض نموذجا لأحد المحولات، والدائرة المكافئة لمحول له ملف ابتدائى عدد لفاته N_1، ومسلط عليه جهد متردد V_1، ويمر به تيار I_1، وملفه الثانوى عدد لفاته N_2، ويمر به تيار I_2، والجهد على طرفيه V_2.



شكل (٢ – ٩)

والمعادلة 2.1 تسمى بالمعادلة العامة للمحولات.

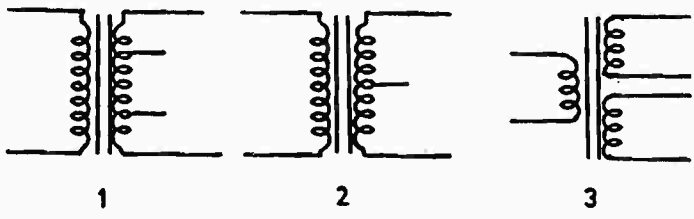
$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \quad \rightarrow \quad 2.1$$

ويختار المحول عادة تبعاً للجهود المطلوبة للملف الابتدائى والثانوى، وكذلك تبعاً لسعة المحول (VA) والتى تعطى بالمعادلة 2.2.

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

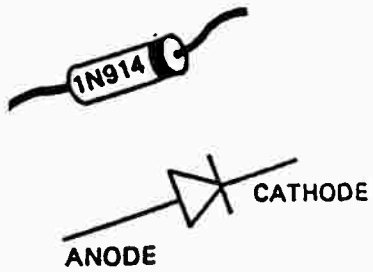
وبعض المحولات تحتوى على أكثر من ملف ثانوى للحصول على أكثر من جهد من الجانب الثانوى والآخر يحتوى على ملف ثانوى بنقطة منتصف أو أكثر.

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.



٢ / ٤ - 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، والتى تمثل المهبط Cathode أما الجانب الآخر فيمثل المادة الموجبة P والتى تمثل المصعد Anode والشكل (٢ - ١٠) يعرض نموذجًا لثنائى صغير طراز 1N914 ورمزه.



شكل (٢ - ١٠)

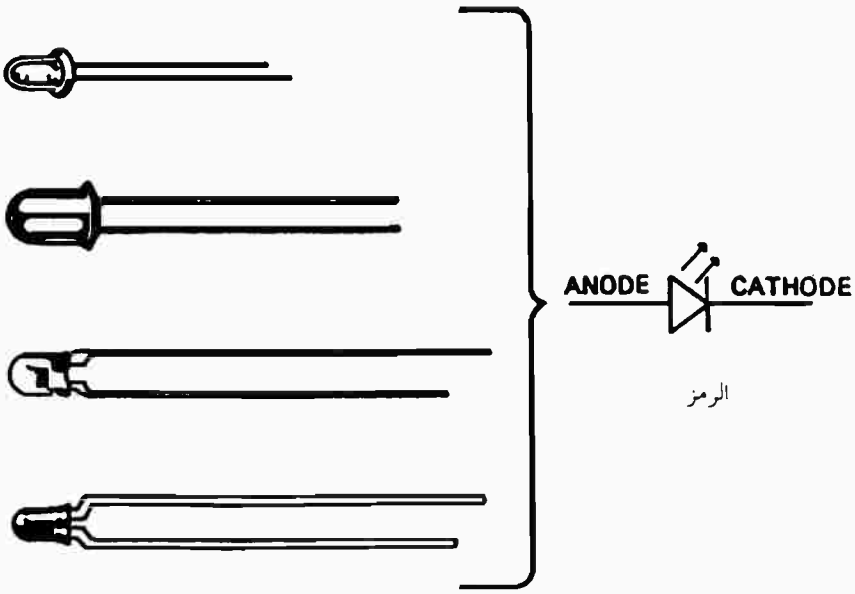
ويعتبر الموحد فى الوضع الطبيعى كمفتاح مفتوح وبمجرد تعريضه لانحياز أمامى Forward bias أى ارتفاع جهد المصعد A عن جهد المهبط K بمقدار 0.7V فى حالة الموحد السليكونى يصبح كمفتاح مغلق، ويكون اتجاه مرور التيار الكهربى من المصعد للمهبط، ويقال إن الموحد فى حالة وصل ON. أما عند تعريض الموحد لانحياز عكسى Reverse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

موحد الجرمانيوم عند جهد أمامى 0.3 V. لذلك يقال إن فقد السليكون عندما يكون منحازاً أمامياً مساوياً 0.7 V تقريباً فى حين أن فقد الجهد فى موحد الجرمانيوم عندما يكون منحازاً أمامياً يساوى 0.3 V 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 لموحدات باعثة للضوء.



شكل (٢ - ١١)

لا ينبعث ضوء من LED عادة إلا عندما يكون منحازاً أمامياً بجهد أكبر من 2V أما عندما يكون LED منحازاً عكسياً فإنه لا يمر تيار، وبالتالى لا يضيء.

ويوجد ألوان مختلفة من الموحدات الباعثة للضوء مثل الأحمر والأصفر والبرتقالى والأخضر والأزرق، وتعتمد شدة إضاءة LED على شدة التيار المار، والذى يتراوح ما بين (5: 25 mA). وتوصل مقاومة على التوالى عادة مع LED

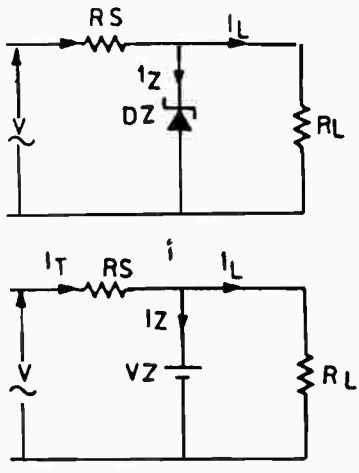
لتحديد شدة التيار المار. والجدير بالذكر أنه يوجد ثلاثة أنواع للموحدات الباعثة للضوء الأول: منخفض القدرة وتياره (5 mA)، والثانى: قياسى وتياره (10 mA)، والثالث: عالى القدرة وتياره (20 mA).

٢ / ٤ / ٢- موحدالزينر Zener Diode:

إن موحدالزينر هو موحد سليكونى له خواص تسمح بإمرار جهد ثابت القيمة فى الانحياز العكسى، وهو يشبه فى الشكل الموحد القياسى.

فعندما يتعرض موحدالزينر لانحياز أمامى Forward bias يعمل كموحد عادى، ويتحول لحالة الوصل ON ويمر التيار الكهربى ويكون فرق الجهد بين طرفيه مساويًا (0.6: 0.7 V) تقريبًا. وعند تعريض موحدالزينر لانحياز عكسى Reverse bias فإن موحد الزينر يكون فى حالة قطع فى بادئ الأمر، وبمجرد زيادة الجهد عن جهد الانهيار للموحد يتحول لحالة الوصل، ويمر تيار كبير فيه، ويكون فرق الجهد على طرفى موحدالزينر مساويًا جهدالزينر. ويستخدم موحدالزينر لتنظيم الجهد.

والشكل (٢- ١٢) يبين دائرة تستخدم موحد زينر لتنظيم الجهد على أطراف المقاومة RL بحيث لا يزيد الجهد على أطرافها عن Vz (جهدالزينر) الشكل (أ) أما الشكل (ب) فيعرض الدائرة المكافئة، وذلك باستبدال موحدالزينر ببطارية جهدها يكافئ Vz، والجدير بالذكر أن المقاومة Rs تستخدم لمنع تعدى التيار المار فى موحدالزينر Iz الحد المسموح به، والذى يعين من العلاقة.



شكل (٢ - ١٢)

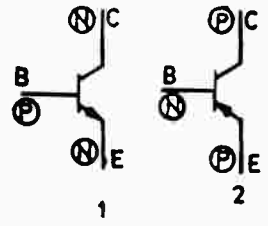
$$Pz = Iz\ Vz \quad \rightarrow 2.3$$

حيث إن:

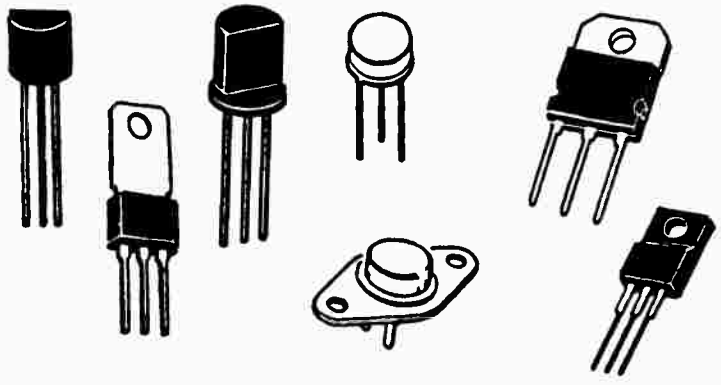
قدرة موحد الزينر والمدونة فى مواصفاته الفنية	Pz
أقصى تيار يسمح له بالمرور فى موحدالزينر	Iz
جهد الزينر	Vz

٢ / ٥ - الترانزستور الثنائى القطبية BJT

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

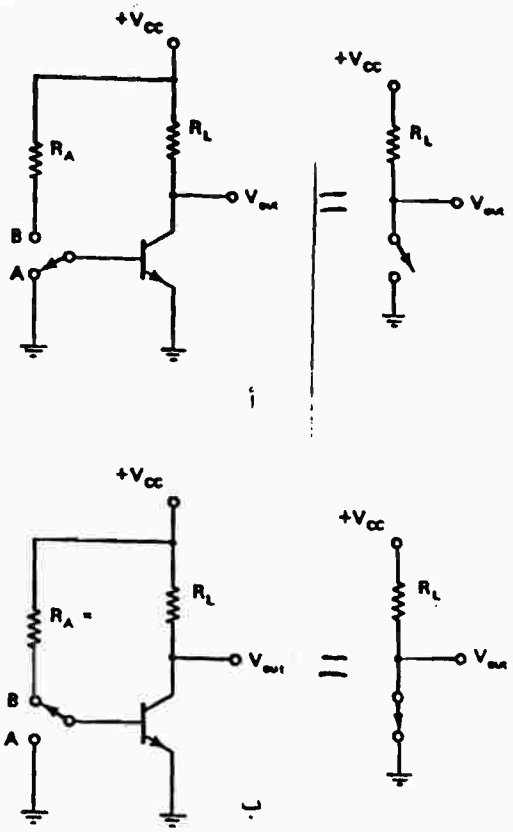


والشكل (٢ - ١٣) يعرض نماذج مختلفة للترانزستورات سواء كانت ترانزستورات إشارة أو قدرة.



شكل (٢ - ١٣)

ويعمل الترانزستور كمفتاح Switch وأيضًا كمكبر Amplifier.

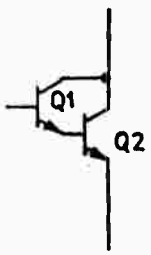


شكل (٢ - ١٤)

والشكل (٢ - ١٤) يوضح فكرة عمل الترانزستور NPN كمفتاح. فعند توصيل قاعدة الترانزستور بالأرضى يعمل الترانزستور كمفتاح في حالة فصل OFF الشكل (أ). وعند توصيل قاعدة الترانزستور بجهد المصدر Vcc ليعمل كمفتاح فى حالة وصل ON. ويعمل الترانزستور أيضًا كمكبر ويعين معامل كسب التيار Currentgain للترانزستور من المعادلة التالية.

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

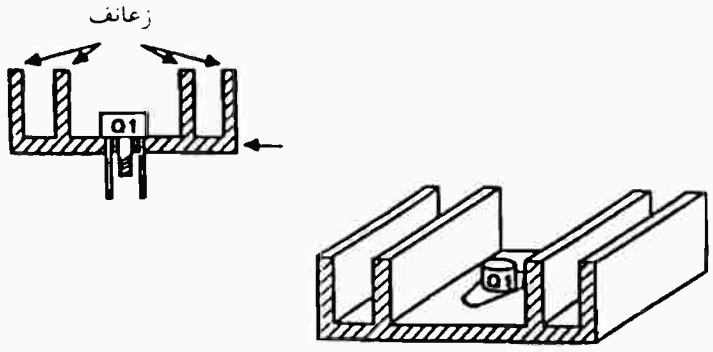
ويساوى معامل كسب التيار β النسبة بين تيار المجمع Ic وتيار القاعدة IB وتتراوح قيمة β ما بين 300 :35 والقيمة الطبيعية لها 100 .



شكل (٢ - ١٥)

ويمكن زيادة معامل كسب التيار للترانزستور بتوصيل ترانزستورين كما هو مبين بالشكل (٢ - ١٥)، وتسمى هذه التوصيلة بتوصيلة دارلنجتون، ويكون معامل التكبير الكلى مساويًا حاصل ضرب معاملات تكبير Q1, Q2 .

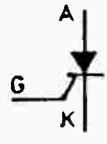
ويوجد ترانزستورات تحتوى على ترانزستورين فى قالب واحد تسمى بترانزستور دارلنجتون. وتستخدم عادة كترانزستورات قدرة وتحتاج لتثبيتها على مشتت حرارى Heatsink لتبريدها كما هو مبين بالشكل (٢ - ١٦).



شكل (٢ – ١٦)

٢ / ٦ – الثايرستور SCR

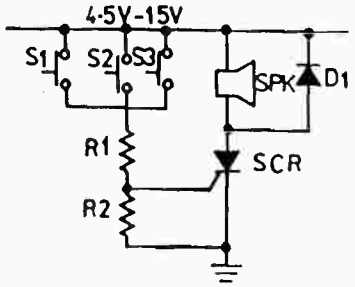
يستخدم الثايرستور كمفتاح فى دوائر التيار المستمر، وكموحد فى دوائر التيار المتردد، وذلك فى الاستخدامات التى تحتاج لتيارات عالية. وللثايرستور ثلاثة أطراف، وهى المهبط K، والمصعد A، والبوابة G. وعند وجود فرق جهد موجب بين البوابة، والمهبط يتحول الثايرستور لحالة الوصل، ويصبح مكافئًا لمفتاح مغلق ويظل على هذا الحال حتى بعد انعدام فرق الجهد بين البوابة، والمهبط إلى أن ينخفض التيار المار فيه عن 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 فعند الضغط على أحد الضواغط S_1, S_2, S_3 فإن الجهد 15V+ سوف يقسم بالتساوى على المقاومتين R_1, R_2 لأنهما متساويتان، وبالتالى يصبح فرق الجهد بين البوابة والمهبط 7. 5V فيتحول الثايرستور لحالة الوصل ON ويمر تيار كهربى عبر السماعة ماراً بالمصعد A والمهبط K.

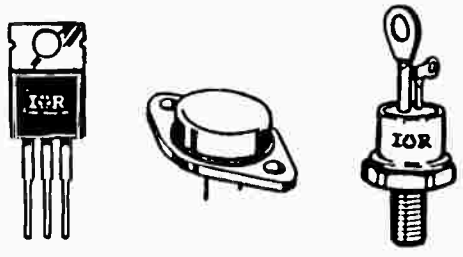
وعند إزالة الضغط من الضاغط فإن الثايرستور سيظل فى حالة ON، وتظل السماعة SPK فى حالة ON إلى أن يتم قطع التيار الكهربى عن الدائرة فينقطع التيار المار فى الثايرستور ويتحول الثايرستور لحالة القطع Turn OFF .

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



شكل (٢ – ١٧)

والشكل (٢ – ١٨) يعرض نماذج مختلفة من الثايرستورات المتوفرة فى الأسواق .

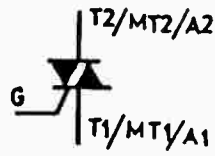


شكل (٢ – ١٨)

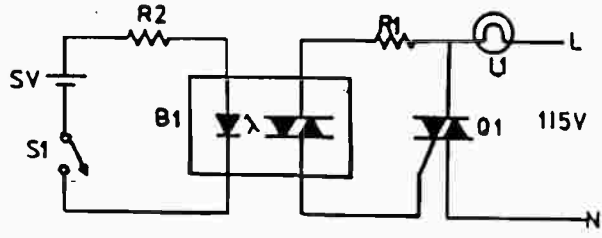
٢ / ٧- التريـاك Triac

يستخدم التريـاك كمفتاح فى دوائر التيار المتردد، وذلك فى الاستخدامات التى

تحتاج لتيارات عالية . وللترياك ثلاثة أطراف، وهى الطرف الأول T1، والطرف الثانى T2، والبوابة G . وفى الوضع الطبيعى يكون الترياك فى حالة قطع Cut OFF، ويعمل كمفتاح مفتوح . وبمجرد تسليط فرق جهد بين البوابة G، والطرف T2 يتحول الترياك لحالة الوصل ON، ويعمل كمفتاح مغلق ، ويمر التيار الكهربى من الطرف T1 إلى الطرف T2 طالما يوجد فرق جهد بين البوابة والطرف T2 وفيما يلى رمز الترياك .



والشكل (٢ – ١٩) يوضح فكرة عمل الترياك فى دوائر التيار المتردد لتشغيل اللمبة L1 .



شكل (٢ – ١٩)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 47 Ω	R1
مقاومة كربونية 360 Ω	R2
ترياك طراز 2N 6342 A	Q1
وحدة ارتباط ضوئية طراز MOC 3011	B1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S1
لمبة تعمل عند جهد 115V	L1

فعند غلق المفتاح S1 فإن وحدة الارتباط الضوئى B1 سوف تعمل لمرور تيار كهربى فى الموحد الباعث للضوء الخاص بها، وبالتالى يتحول التريالك الضوئى لوحدة الارتباط لحالة الوصل، ويصبح كما لو كان مفتاحا مغلقا وينشأ عن ذلك فرق جهد بين البوابة G والطرف T2 للتريالك الرئيسى Q1 فيتحول لحالة الوصل، وتضىء اللمبة L1، وتظل اللمبة L1 مضيئة طالما أن المفتاح S1 مغلق، ولكن بمجرد فتح المفتاح S1 يتحول التريالك لوحدة الارتباط الضوئى B1 لحالة القطع، ويصبح كمفتاح مفتوح فيختفى فرق الجهد بين البوابة G والطرف T2 للتريالك الرئيسى Q1 ويتحول هو الآخر لحالة القطع وينطفئ المصباح L1. والجدير بالذكر أن شكل التريالك لا يختلف عن شكل الثايرستور، ولكن بالطبع الرمز يختلف.

٢ / ٨ - الدوائر المتكاملة الرقمية

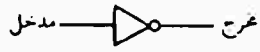
تنقسم الدوائر المتكاملة الرقمية إلى عائلتين تبعًا لتركيبها الداخلى وهما:

- 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 ١٤ رجلاً، وتتعامل الدوائر الرقمية مع الإشارات الرقمية، والتى لها حالتان عالية high أو (1) ومنخفضة Low أو (0). وتختلف قيم جهود (0, 1) تبعًا لنوع العائلة. فبالنسبة لعائلة TTL فإن الحالة (1) تقابل جهداً أكبر من 2V + والحالة (0) تقابل جهداً أصغر من 0.8 V. وتغذى هذه العائلة بجهد مصدر يساوى 5 V +. 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: 15 V +).

وتعتبر البوابات المنطقية والقلابات من أبسط الدوائر الرقمية:

١ - **البوابات المنطقية Logicgates**: ويكون لها عدة مداخل وخرج واحد ولكل بوابة جدول حقيقة يبين عمل البوابة والشكل (٢ - ٢٠) يعرض رمز بوابة NOT

(العاكس) وجدول الحقيقة لها ويلاحظ أن حالة خرج البوابة هو معكوس حالة دخلها .



دخل	خرج
0	1
1	0

شكل (٢ - ٢٠)

وهناك أربع بوابات أساسية أخرى مبينة بالشكل (٢ - ٢١) وهى كما يلى:

بوابة OR ويكون خرجها (1) إذا كانت سحالة أحد مداخلها على الأقل (1).

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

بوابة AND ويكون خرجها (1) إذا كانت حالة جميع مداخلها (1).

بوابة NAND ويكون خرجها (0) إذا كانت حالة جميع مداخلها (1).

دخل		خرج
A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

دخل		خرج
A	B	C
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

دخل		خرج
A	B	C
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

دخل		خرج
A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

شكل (٢ - ٢١)

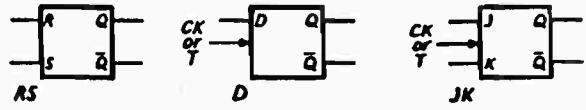
٢ - **القلابات Flip Flops** : ويعتبر القلاب البنية الأساسية للذاكرة، ويمكن بناء

القلاب من البوابات المنطقية والشكل (٢ – ٢٢) يعرض رموز أهم القلابات وهى :

١ – قلاب R - S .

٢ – قلاب D .

٣ – قلاب J - K .



شكل (٢ – ٢٢)

ولكل قلاب مخرجان متعاكسان هما $Q, \bar{Q}$. فبالنسبة للقلاب RS فإن حالة Q تكون عالية عندما تصل إشارة1 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 تكون 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 .