الباب الثانى

العناصر الكهربية والالكترونية المستخدمة فى المشاريع الالكترونية

obeikandl.com

obeikandl.com

العناصر الكهربية والالكترونية المستخدمة

فى المشاريع الالكترونية

٢ / ١ - المقاومات Resistors

تعتبر المقاومات الكهربية من أهم العناصر الكهربية المستخدمة فى الدوائر الإلكترونية وتصنع من مواد مختلفة؛ علماً بأن نوع المقاومة يحدد الخواص الفنية للمقاومات، **وتنقسم المقاومات بصفة عامة إلى نوعين أساسين وهما :**

١- مقاومات خطية. ٢- مقاومات غير خطية.

٢ / ١ / ١ - المقاومات الخطية Linear Resistors

وهذه المقاومات تخضع لقانون أوم والذى يعرف بالمعادلة التالية :

$$V = IR \rightarrow 2.1$$

حيث إن :

فرق الجهد على طرفى المقاومة V بوحدة الفولت (V) ويساوى حاصل ضرب التيار المار فى المقاومة بوحدة الأمبير (A) مع قيمة المقاومة R بالأوم.

ويمكن تقسيم المقاومات الخطية إلى :

أ - مقاومات بنقط تفرع Tapped Resistors وهذه المقاومات تتيح فرص الحصول على مقاومات مختلفة عند نقاط تفرعها.

ب- الريوستات Rheostat وهى مقاومة متغيرة بطرفين حيث تتغير قيمة المقاومة بين طرفيها بتغيير وضع ذراع ضبطها.

جـ - مجزىء الجهد Potentiometer ويكون له ثلاثة أطراف وهم: 1,2,3 بحيث أن المقاومة بين الطرفين 1,3 تمثل المقاومة الكلية للمجزىء وهى ثابتة لا تتغير بتغيير وضع ذراع ضبط المجزىء وتساوى مجموع المقاومة بين الطرفين 1,2والمقاومة بين الطرفين 1,3 وهما مقاومتين متغيرتين تبعاً لتغير وضع ذراع ضبط المجزىء.

obeikandl.com

د- المقاومات الثابتة القيمة وتوجد عدة طرق لتشفير قيمة المقاومة الثابتة سنذكر طريقتين منها وهما كما يلى :

* طريقة التشفيير الحرفية (الطريقة الإنجليزية) حيث تستخدم الأحرف التالية كمضاعفاً

$M = 10^6$ $K= 10^3$ $R=1$

وتستخدم الأحرف التالية لبيان التفاوت :

F= ±1% G= ± 2% J=± 5% K= ± 10% M= ± 20%

أمثلة :

المقاومة 100RK تعنى مقاومة (100Ω ± 10%)

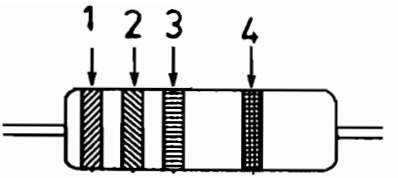
المقاومة 10K2G تعنى مقاومة (10.2KΩ ± 2%)

* طريقة التشفير بالألوان وتستخدم هذه الطريقة مع المقاومات الكربونية الصغيرة والتى تتراوح قدرتها ما بين (0.25W:2W) ؛ علماً بأن حجم المقاومة يعطى بيان بقدرتها كما هو مبين بالجدول (٢ – ١) .

الجدول (٢ – ١)

القدرة (W)	الطول (m m)	القطر m m
0.25	6.5	2.3
0.5	9.5	3.2
1	12	4.5
2	16	5

ويرسم على هذه المقاومات أربع أو خمس حلقات ملونة قريبة من أحد جانبيها وترقم هذه الحلقات الملونة من اليسار (الجهة القريبة من الحلقات) إلى اليمين كما هو موضح بالشكل (٢ – ١) .



الشكل (٢ - ١)

والجدول (٢ - ٢) يعطى مدلول الحلقات الملونة فى المقاومات ذات الحلقات الأربعة والمقاومات ذات الحلقات الخمسة.

الجدول (٢ - ٢)

رقم الحلقة الملونة	مدلول الحلقات الملونة	
	المقاومات ذات الحلقات الأربعة	المقاومات ذات الحلقات الخمسة
الحلقة الأولى	الرقم الأول	الرقم الأول
الحلقة الثانية	الرقم الثانى	الرقم الثانى
الحلقة الثالثة	المضاعف أو الجزء	الرقم الثالث
الحلقة الرابعة	التفاوت	المضاعف أو الجزء
الحلقة الخامسة	—	التفاوت

والجدول (٢ - ٣) يعطى مدلول الألوان المختلفة للحلقات الملونة للمقاومات.

الجدول (٢ - ٣)

اللـــــون	أسود	بنى	أحمر	برتقالى	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجى	رمادى	أبيض	ذهبى	فضى	بدون لون
الرقـــم	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	± 15

فمثلاً إذا كان ألوان الحلقات الأربعة لمقاومة كربونية:

الحلقة الأولى بنى ويكافىء 1

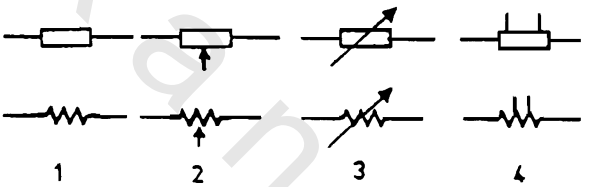
الحلقة الثانية أسود ويكافىء 0

الحلقة الثالثة أزرق ويكافىء 10^6

الحلقة الرابعة ذهبى ويكافىء $\pm 5\%$

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

وفيما يلى الرموز الكهربية للمقاومات الخطية حيث إن الرمز (1) لمقاومة ثابتة والرمز (2) لمجزىء جهد والرمز (3) لريوستات والرمز (4) لمقاومة بنقطتين تفرع.



٢ / ١ / ٢ - المقاومات غير الخطية

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

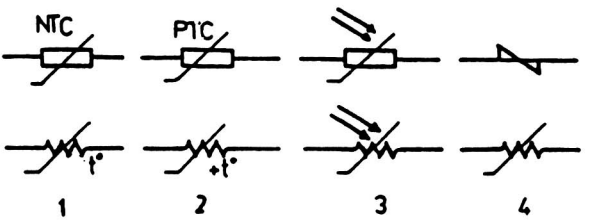
أ - المقاومة الحرارية Thermistor وهناك نوعان من المقاومات الحرارية وهما:

- المقاومة الحرارية PTC وهى مقاومة تزداد قيمتها بزيادة درجة حرارتها.
- المقاومة الحرارية NTC وهى مقاومة تقل قيمتها بزيادة درجة حرارتها.

ب - المقاومة الضوئية (الحساسة للضوء) LDR وتقل مقاومتها عند تعرضها للضوء من عدة ميجا أوم فى الظلام إلى عدة مئات من الأوم فى ضوء النهار.

جـ - مقاومة معتمدة على الجهد VDR وتقل قيمتها بزيادة الجهد المسلط عليها، **وفيما يلى رموز هذه المقاومات فالرمز 1 لمقاومة حرارية ذات معامل حرارى سالب**

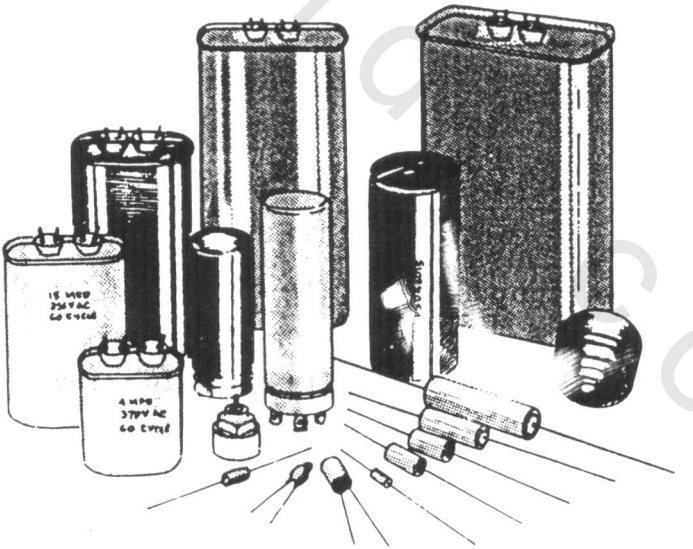
NTC . والرمز 2 لمقاومة حرارية ذات معامل حرارى موجب PTC . والرمز 3 لمقاومة ضوئية LDR . والرمز 4 لمقاومة معتمدة على الجهد VDR .



٢ / ٢ - المكثفات الكهربية Capacitors

يقوم المكثف بتخزين الشحنة الكهربية أثناء تعرضه لفرق جهد بين طرفيه وتتوقف عملية الشحن عندما يتساوى الجهد المتشكل على أطراف المكثف مع جهد المصدر ويقوم المكثف بتفريغ شحنته عند انخفاض جهد المصدر عن فرق الجهد بين طرفى المكثف أو انعدامه . ويسمى المكثف عادة تبعاً لنوع العازل المستخدم فيه مثل الورق والميكا والسيراميك والمحاليل الكيميائية . . إلخ .

والشكل (٢ - ٢) يعرض نماذج مختلفة للمكثفات .



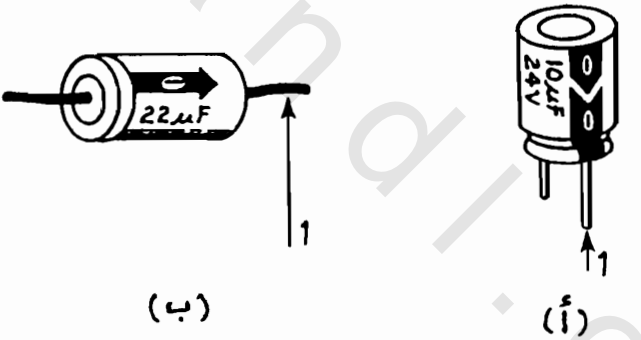
الشكل (٢ - ٢)

وتوجد عدة طرق لتشفير المعلومات الفنية للمكثفات تختلف باختلاف نوع المكثف سنذكر أربعة منها وهم كما يلى:

١ - **طريقة العرض المباشر**: حيث تكتب المعلومات الفنية على الغلاف المعدنى للمكثف الكيميائى فتكتب سعة المكثف بالميكروفاراد µF وجهد التشغيل بالفولت، وكذلك توضع قطبية أحد طرفى المكثف سواء الطرف الموجب + أو الطرف السالب - ، وهذا موضح بالشكل (٢ - ٣) حيث توضع إشارة حمراء عند القطب الموجب وسوداء أو زرقاء عند القطب السالب.

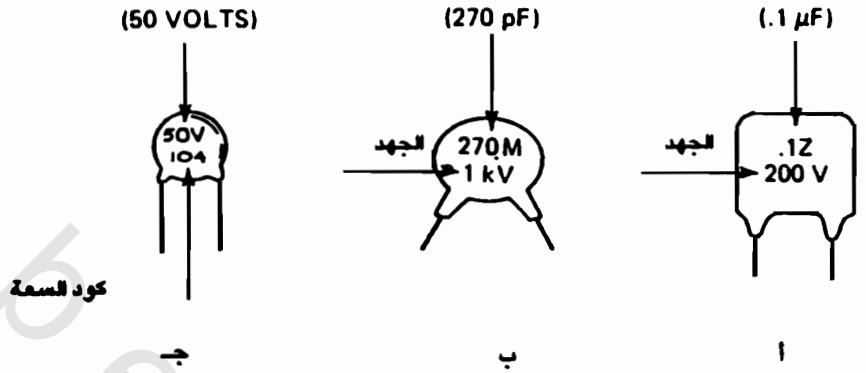
حيث إن:

الرجل (1) تمثل القطب السالب سواء فى المكثف ذات الأرجل النصف قطرية (أ) أو فى المكثف ذات الأرجل المحورية (ب).



الشكل (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 - ٤أ) ، (٢ - ٤ب).



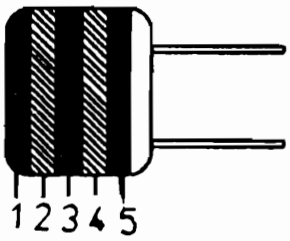
الشكل (٢ – ٤)

فالسعات تكتب بأكواد حرفية فالحرف z يعنى ميكروفاراد μf والحرف M يعنى بيكوفاراد PF .

فالشكل (أ) به مكثف سعته 1Z . أى 0.1μf وبالشكل (ب) مكثف سعته 27OM أى سعته 270PF .

٣ – **طريقة التشفير العددية**: وتستخدم فيها ثلاثة أعداد حيث يمثل العدد الثالث أعداد الأصفار بعد العددين الأول والثانى كما بالشكل (٢ – ٤) جـ فالسعة يعبر عنها بالشفرة 104 أى 100000PF أما الجهد فيكتب مباشرة على المكثف .

٤ – **طريقة التشفير بالألوان**: حيث ترسم عدة شرائط ملونة على غلاف المكثف كما بالشكل (٢ – ٥).



الشكل (٢ – ٥)

وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات البولى استير الراتنجية Resin Dipped Polyester Capacitor ، والجدول (٢ – ٤) يبين مدلول الألوان المختلفة للشرائط المختلفة.

الجدول (٢ – ٤)

اللـــــــون	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)				3 10	4 10	5 10				
الشريط الرابع التفاوت	± 20%									± 10%
الشريط الخامس الجهد المستمر			250V		400V					

مثـــال :

إذا كان لون الشريط الأول بنى ويكافىء 1

الشريط الثانى أسود ويكافىء 0

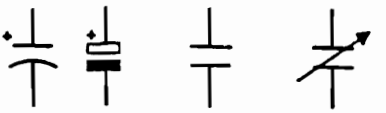
الشريط الثالث برتقالى ويكافىء 10^3

الشريط الرابع أسود ويكافىء ±20%

الشريط الخامس أحمر ويكافىء 250VDC

أى أن سعة المكثف تصبح مساوية $10X10^3=10^4PF$ مع تفاوت مقداره ±20% وجهد تشغيل مستمر 250VDC.

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



1 2 3

٢ / ٣- المصهرات Fuses

عادة يتم حماية الدوائر الرقمية من الزيادة المفرطة للتيار الكهربى عند حدوث قصر بالدائرة (أى تلامس الطرف الموجب + مع الطرف السالب – أو مع أرضى الدائرة) وذلك باستخدام المصهرات.

وعادة تكون المصهرات المستخدمة فى حماية الدوائر الإلكترونية على شكل أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك له قاعدتان معدنيتان متصلتان معاً 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 مختلفة من المصهرات حسب سرعة فصلها، **وفيما يلى الأنواع المختلفة للمصهرات تبعاً لسرعة الفصل:**

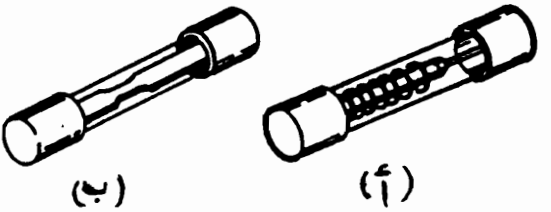
١- مصهرات سريعة الفصل بدرجة كبيرة (FF)، وتستخدم لحماية العناصر الإلكترونية المصنوعة من أشباه الموصلات.

٢- مصهرات سريعة الفصل (F).

٣- مصهرات تتحمل قفزات التيار المفاجئة (T)وهى تتحمل تيار يساوى 10 مرات من التيار المقنن لها بدون أن تنهار، وذلك خلال فترة زمنية تساوى 20mS وتستخدم لحماية المحولات.

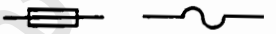
والشكل (٢ – ٦) يعرض نموذجاً لمصهر نوع T(الشكل أ) وآخر لمصهر سريع

الفصل (الشكل ب) .



الشكل (٢ – ٦)

وفيما يلى الرموز المختلفة للمصهرات :

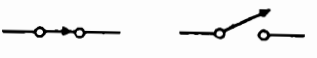


٢ / ٤ – المفاتيح اليدوية والضواغط

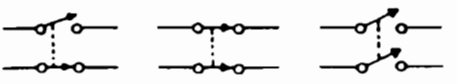
تعد المفاتيح اليدوية هو وسيلة الوصل والفصل اليدوية فى الدوائر الإلكترونية، **ويوجد عدة أنواع من المفاتيح تبعاً لوظيفتها مثل :**

١ – **مفتاح قطب واحد سكة واحدة (SPST)** : وهذا المفتاح يحتوى على ريشة واحدة إما مغلقة أو مفتوحة .

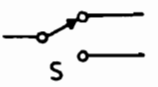
وفيما يلى رمز مفتاح SPST بريشة مفتوحة NO (الرمز 1) وبريشة مغلقة NC (الرمز 2) .



٢- **مفتاح قطبين سكة واحدة (DPST)** : وهذا المفتاح يحتوى على ريشتين مفتوحتين 2NO أو مغلقتين 2NC أو أحدهما مفتوحة والأخرى مغلقة NO+NC ، وفيما يلى الرموز المختلفة لمفتاح قطبين سكة واحدة (DPST).



٣- **مفتاح قطب واحد سكتين (SPDT)** : وهذا المفتاح له ريشة قلاب CO ويكون للمفتاح ثلاثة أطراف أحدهما مشترك والثانى مفتوح والثالث مغلق وفيما يلى رمز هذا المفتاح.



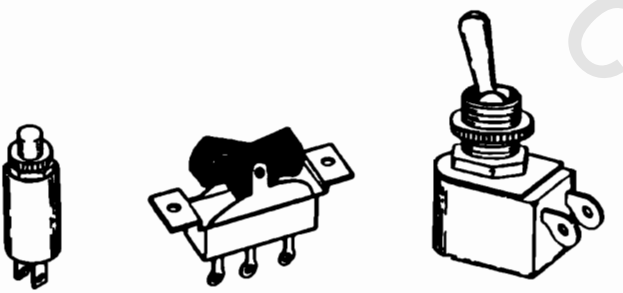
وتتواجد هذه المفاتيح المختلفة فى عدة صور تبعاً لطريقة تشغيلها :

أ – مفتاح بذراع يدوى Toggle Switch.

ب – مفتاح قلاب Rocker Switch.

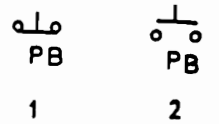
جـ – مفتاح انضغاطى Push Button Switch.

والشكل (٢ – ٧) يعرض صوراً توضيحية لهذه الأنواع مرتبة من اليمين لليسار.



الشكل (٢ – ٧)

والجدير بالذكر أن هناك فرق جوهرى بين الضاغط والمفتاح الانضغاطى فالأول تتغير حالة ريشه؛ أى الريشة المغلقة تصبح مفتوحة والمفتوحة تصبح مغلقة أثناء الضغط عليه فقط أما المفتاح الانضغاطى فتتغير حالة ريشه عند الضغط عليه، ويظل كذلك إلى أن يتم الضغط عليه مرة أخرى فتعود الريش لحالتها الطبيعية. وفيما يلى رمز ضاغط بريشة مغلقة NC (الرمز 1) ورمز ضاغط بريشة مفتوحة NO (الرمز 2).



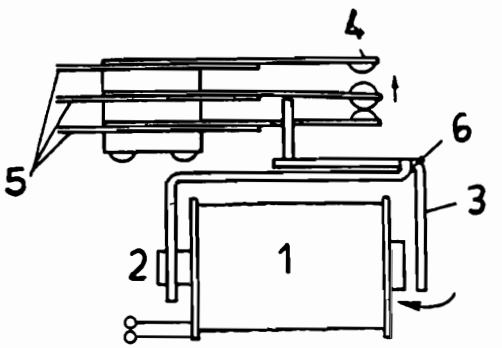
٢ / ٥ - ريليهات التحكم

الريلاى هو وسيلة كهرومغناطيسية لوصل وفصل التيار الكهربى عن الأحمال الكهربية والشكل (٢ - ٨) يعرض التركيب الداخلى لأحد الريليهات الكهرومغناطيسية.

حيث إن:

ملف كهربى	1	حافظة	3	ريش تلامس	5
قلب مغناطيسى	2	نقاط أبلاتين	4	سقاطة	6

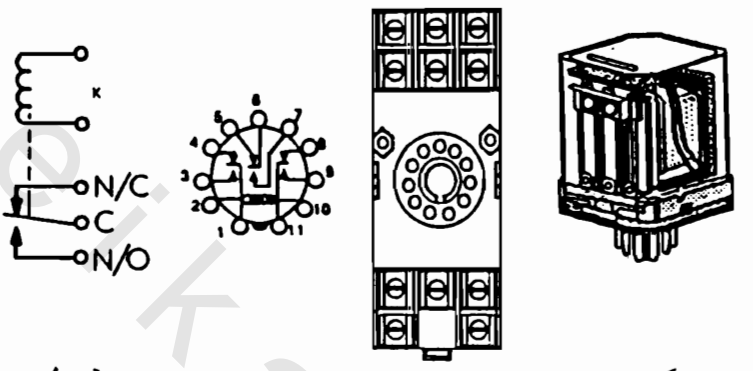
فعند وصول التيار الكهربى لملف الريلاى يتكون مجال مغناطيسى قادر على جذب القلب المغناطيسى فتقوم الحافظة بتغيير وضع ريش التلامس للريلاى فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة والعكس بالعكس. ولكن بمجرد انقطاع التيار الكهربى عن ملف الريلاى تعود ريش الريلاى لوضعها



الشكل (٢ - ٨)

obeikandl.com

الطبيعى وهناك نوعان من الريليهات الأول يثبت على اللوحات المطبوعة والثانى يثبت على قاعدة تثبيت والشكل (١ – ٩) يعرض ريلاى يثبت على قاعدة تثبيت (الشكل أ) وقاعدة التثبيت(الشكل ب) ومخطط التوصيل (الشكل جـ) ورمز الريلاى (الشكل د) .



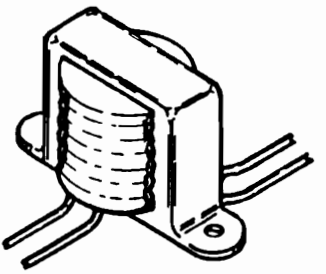
الشكل (٢ – ٩)

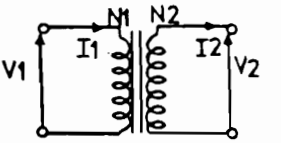
٢ / ٦ – المحولات Transformers

المحولات هى أجهزة تقوم بخفض أو رفع الجهد المتردد وتستخدم فى بناء مصادر التيار المستمر حيث تعمل على خفض الجهد المتردد من 220V أو 120V إلى (24V أو 12V أو 5V).

ويتكون المحول فى العادة من ملفين أحدهما يسمى بالملف الابتدائى والثانى يسمى بالملف الثانوى والشكل (٢ – ١٠) يعرض نموذجاً لأحد المحولات والدائرة المكافئة للمحول .

obeikandi.com





الشكل (٢ – ١٠)

والمعادلة التالية تسمى بمعادلة المحول

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \quad \rightarrow 2.2$$

وعادة يختار المحول تبعاً للجهود المطلوبة فى الابتدائى والثانوى وكذلك تبعاً لسعة المحول (VA) والتى نحصل عليها من المعادلة التالية

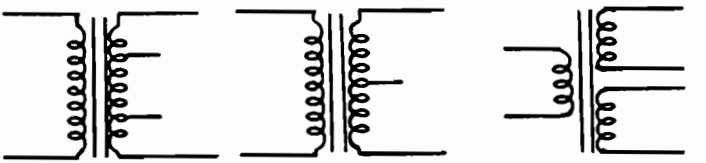
$$VA = V_1 I_1 = V_2 I_2 \rightarrow 2.2$$

حيث إن :

V_1 جهد الملف الابتدائى I_1 تيار المف الابتدائى عدد لفات الملف الابتدائى V_1

V_2 جهد الملف الثانوى I_2 تيار المف الثانوى N_2 عدد لفات الملف الثانوى

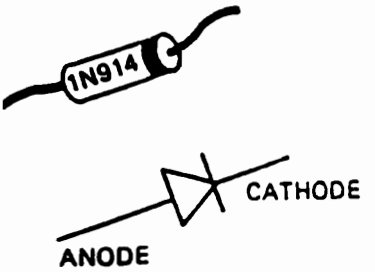
وبعض المحولات تحتوى على أكثر من ملف ثانوى للحصول على أكثر من جهد فى الجانب الثانوى والآخر يحتوى على ملف ثانوى بنقطة منتصف أو أكثر، وفيما يلى رموز بعض أنواع من المحولات فالرمز 1 لمحول بعدة نقاط تفرع والرمز 2 لمحول بملف ثانوى بنقطة منتصف (نقطة تفرع)، والرمز 3 لمحول بملفين ثانويين.



٢ / ٧ - الموحدات Diodes

يتكون الموحد من وصلة ثنائية P-N مصنوعة من أشباه الموصلات مثل السليكون (Sl) 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 - ١١) يعرض نموذجاً لثنائى صغير طراز 1N914 ورمزه.

ويعتبر الموحد فى الوضع الطبيعى كمفتاح مفتوح وبمجرد تعريضه لانحياز أمامى Forward bias أى إرتفاع 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.

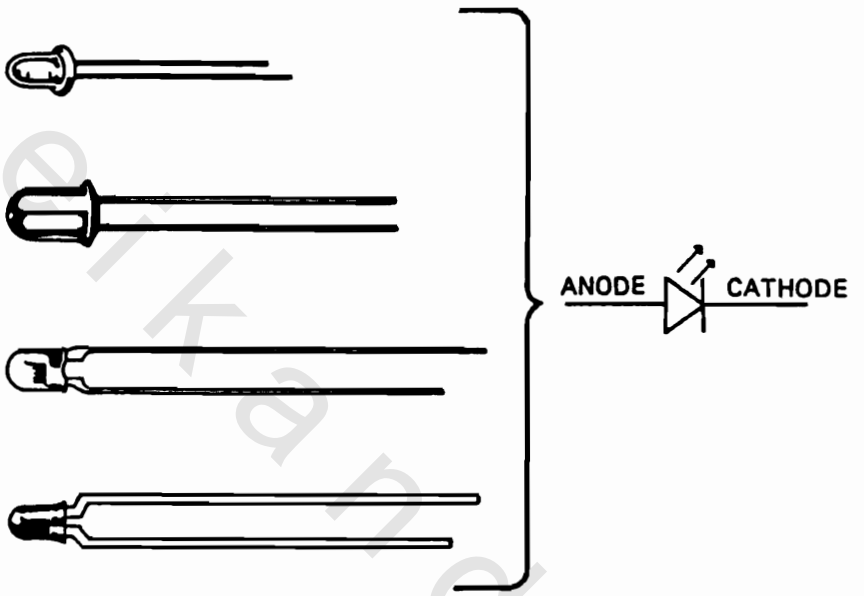


الشكل (٢ - ١١)

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 منحازا أماميا يساوى 0.3V تقريباً.

٢ / ٨ - الموحد الباعث للضوء LED

يشبه الموحد الباعث للضوء LED لحد كبير اللمبات الصغيرة، ويتواجد بألوان مختلفة وهو يستخدم كلمبة إشارة، والشكل (٢ - ١٢) يعرض رمز وأشكال مختلفة لموحدات باعثة للضوء.



الشكل (٢ - ١٢)

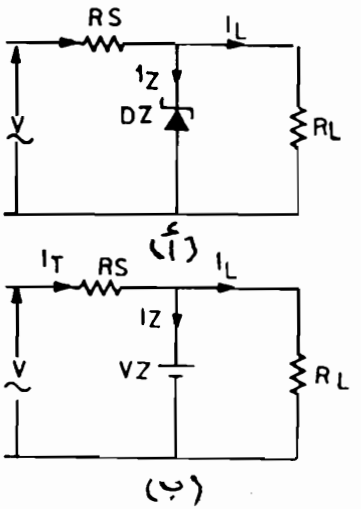
فعادة لا ينبعث ضوء من LED إلا عندما يكون منحاز أمامياً بجهد أكبر من 2V، أما عندما يكون LED منحازاً عكسياً فإنه لا يمرر تيار، وبالتالى لا يضيء. ويوجد ألوان مختلفة من الموحدات الباعثة للضوء مثل الأحمر والأصفر والبرتقالى والأخضر والأزرق، وتعتمد شدة إضاءةLED على شدة التيار المار والذى يتراوح ما بين (5:25mA) . وعادة توصل مقاومة على التوالى مع LED لتحديد شدة التيار المار. والجدول (٢-٥) يبين قيم المقاومة التى توصل مع LED بالتوالى عند جهود مختلفة؛ علماً بأنه يوجد ثلاثة أنواع من الموحدات الباعثة للضوء الأول منخفض القدرة وتيارها (5mA)والثانى قياسى وتياره (10mA) والثالث عالى القدرة وتيارها (20mA).

الجدول (٢ - ٥)

جهد الامداد (V)	موحد باعث للضوء منخفض القدرة	موحد باعث للضوء قياسى	موحد باعث للضوء عالى القدرة
3	220Ω	180Ω	56Ω
5	680Ω	270Ω	150Ω
6	820Ω	390Ω	220Ω
9	1.5KΩ	680Ω	390Ω
12	2.2KΩ	1KΩ	560Ω
15	2.7KΩ	1.2KΩ	680Ω
18	3.3KΩ	1.5KΩ	820Ω
24	4.7KΩ	2.2KΩ	1.2kΩ

٢ / ٩ - موحد الزينر Zener Diode

إن موحد الزينر هو موحد سليكونى له خواص تسمح بإمرار جهد ثابت القيمة فى الإنحياز العكسى وهو يشبه فى الشكل الموحد القياسى. فعندما يتعرض موحد الزينر لانحياز أمامى Forward bias يعمل كموحد عادى، ويتحول لحالة الوصل ON ويمر التيار الكهربى ويكون فرق الجهد بين طرفيه مساوياً (0.6:0.7V) تقريباً. وعند تعريض موحد الزينر 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 موحد الزينر مساوياً جهد



الشكل (٢ - ١٣)

الزينر. ويستخدم موحد الزينر لتنظيم الجهد والشكل (٢ – ١٣) يبين دائرة تستخدم موحد زينر لتنظيم الجهد على أطراف المقاومة RL بحيث لا يزيد الجهد على أطرافها عن Vz (جهد الزينر) (الشكل أ)، أما الشكل (ب) فيعرض الدائرة المكافئة وذلك باستبدال موحد الزينر ببطارية جهدها يكافىء Vz .

والجدير بالذكر أن المقاومة Rs تستخدم لمنع تعدى التيار المار فى موحد الزينر Iz الحد المسموح به والذى يعين من العلاقة .

$$Pz = Iz\ Vz \rightarrow 2.4$$

حيث إن :

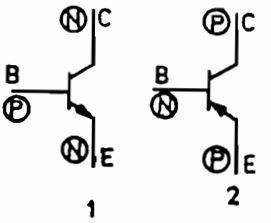
Pz قدرة موحد الزينر والمدونة فى مواصفاته الفنية .

Iz أقصى تيار يسمح له بالمرور فى موحد الزينر.

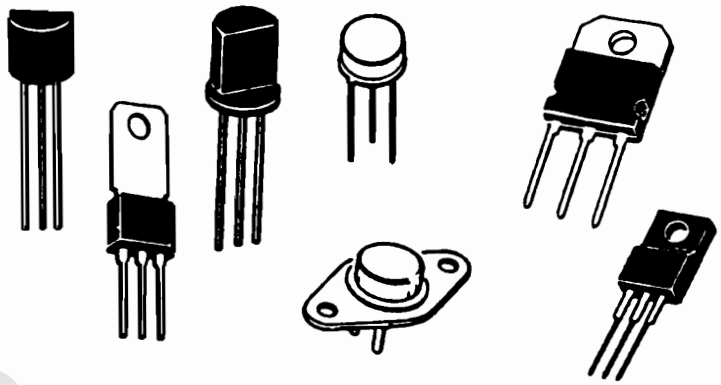
Vz جهد الزينر.

٢ / ١٠ – الترانزستور الثنائى القطبية BJT

للترانزستور الثنائى القطبية ثلاثة 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.



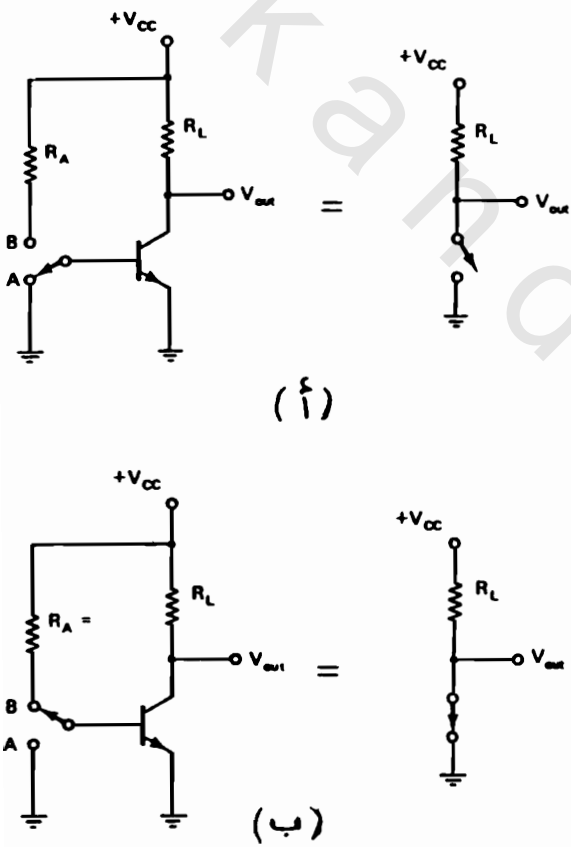
والشكل (٢ – ١٤) يعرض نماذج مختلفة للترانزستورات سواء كانت ترانزستورات إشارة أو قدرة .



الشكل (٢ – ١٤)

ويعمل الترانزستور كمفتاح Switch وأيضاً كمكبر Ampli-fier .

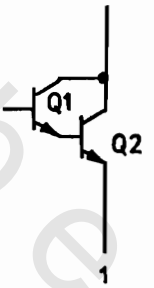
والشكل (٢ – ١٥) يوضح فكرة عمل الترانزستور NPN كمفتاح. فعند توصيل قاعدة الترانزستور بالأرضى يعمل الترانزستور كمفتاح فى حالة فصل OFF (الشكل أ). وعند توصيل قاعدة الترانزستور بجهد المصدر Vcc يعمل كمفتاح فى حالة وصل ON (الشكل ب). ويعمل الترانزستور أيضاً كمكبر ويعين معامل كسب التيار Current gain للترانزستور من المعادلة التالية :



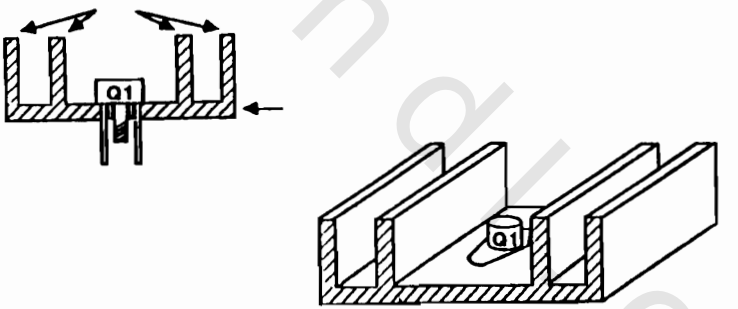
الشكل (٢ – ١٥)

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \rightarrow 2.5$$

ويساوى معامل كسب التيار β النسبة بين تيار المجمع Ic وتيار القاعدة Iβ وتتراوح قيمة β ما بين 35:300 والقيمة الطبيعية لها 100. ويمكن زيادة معامل كسب التيار للترانزستور بتوصيل ترانزستورين كما هو مبين بالشكل (٢ – ١٧) وتسمى هذه التوصيلة بتوصيلة دارلنجتون ويكون معامل التكبير الكلى مساوياً حاصل ضرب معاملات تكبير Q_1, Q_2. وتوجد ترانزستورات تحتوى على ترانزستورين فى قالب واحد تسمى بترانزستور دارلنجتون وتستخدم عادة كترانزستورات قدرة وتحتاج لتثبيتها على مشتت حرارى Heat sink لتبريدها كما هو مين بالشكل (٢ – ١٧).



الشكل (٢ – ١٦)

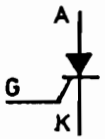


الشكل (٢ – ١٧)

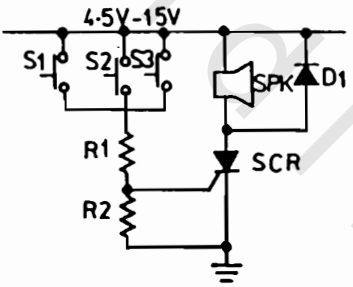
٢ / ١١ – الثايرستور SCR

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 ON 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 لابقاء الثايرستور فى حالة الوصل والذى يسمى بتيار الإمساك . وفيما يلى رمز SCR :



والشكل (١ – ١٨) يبين فكرة عمل الثايرستور لتشغيل سماعة SPK، فعند الضغط على أحد الضواغط S_1,S_2,S_3 فإن الجهد 15V+ سوف يقسم بالتساوى على المقاومتين R_1,R_2 لأنهما متساويتين، وبالتالى يصبح فرق الجهد بين البوابة والمهبط 7.5V، فيتحول الثايرستور لحالة الوصل ON ويمر تيار كهربى عبر السماعة ماراً بالمصعد A والمهبط K .

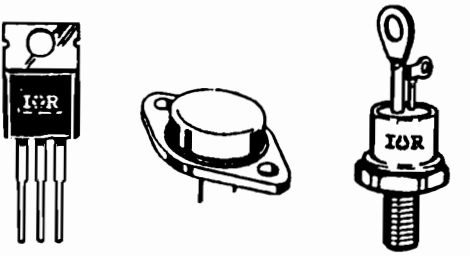


الشكل (٢ – ١٨)

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

والجدير بالذكر أن الموحد D_1 يعمل على خمد القوة الدافعة الكهربية المتولدة عند انقطاع التيار الكهربى عن ملف السماعة SPK ، وبالتالى تمنع تلف الثايرستور

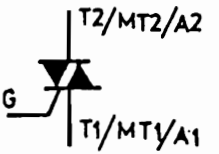
والشكل (٢ – ١٩) يعرض نماذج مختلفة للتايرستورات المتوفرة فى الأسواق .



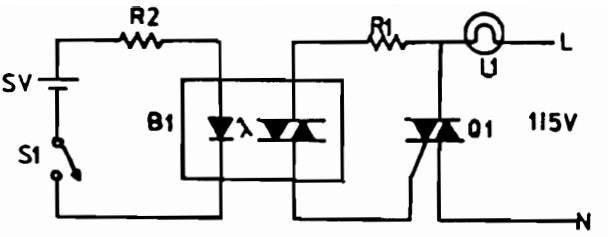
الشكل (٢ – ١٩)

٢ / ١٢ – التريـاك Triac

يستخدم التريـاك كـمفتاح فى دوائر التيـار المتردد وذلك فى الاستخدامات التى تحتاج لتيارات عالية . وللتريـاك ثلاثة أطراف وهى الطرف الأول T_1 والطرف الثانى T_2 والبوابة G . وفى الوضع الطبيعى يكون التريـاك فى حالة قطع Cut off ، ويعمل كمفتاح مفتوح . وبمجرد تسليط فرق جهد بين البوابة G والطرف T_2 يتحول التريـاك لحالة الوصل ON ويعمل كـمفتاح مغلق، ويمر التيـار الكهربى من الطرف T_1 إلى الطرف T_2 طالما يوجد فرق جهد بين البوابة والطرف T_2 . وفيما يلى رمز التريـاك .



والشكل (٢ – ٢٠) يوضح فكرة عمل التريـاك فى دوائر التيـار المتردد لتشـغيل اللمبة L_1 .



الشكل (٢ – ٢٠)

عناصر الدائرة

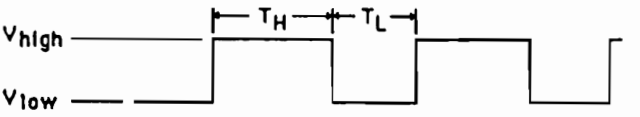
مقاومة كربونية 47Ω	R_1	وحدة ارتباط ضوئية طراز MOC3011	B_1
مقاومة كربونية 360Ω	R_2	مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
ترياك طراز 2N6342A	Q_1	لمبة تعمل عند جهد 115V	L_1

فعند غلق المفتاح S_1 فان وحدة الارتباط الضوئى β_1 سوف تعمل لمرور تيار كهربى فى الموحد الباعث للضوء الخاص بها، وبالتالى يتحول الترياك الضوئى لوحدة الارتباط لحالة الوصل، ويصبح كما لو كان مفتاحا مغلقًا، وينشأ عن ذلك فرق جهد بين البوابة G والطرف T_2 للترياك الرئيسى Q_1 ، فيتحول لحالة الوصل وتضيء 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 β_1 لحالة القطع ويصبح كمفتاح مفتوح فيختفى فرق الجهد بين البوابة G والطرف T_1 للترياك الرئيسى Q_1، ويتحول هو الآخر لحالة القطع وينطفىء المصباح L_1.

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

٢ / ١٣ – المذبذبات اللامستقرة باستخدام المؤقت 555

تعتبر المذبذبات القلب النابض فى معظم الدوائر الرقمية. وتقوم المذبذبات العديمة الاستقرار Astable multivibrators بتوليد موجات مربعة كما بالشكل (٢ – ٢١).



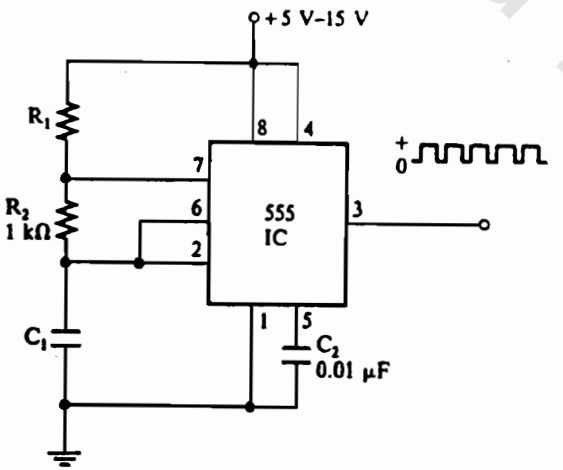
الشكل (٢ – ٢١)

حيث يتغير جهد هذه الموجات بين قيمتين ثابتين وهما: الجهد العالى V_{high} والجهد المنخفض V_{low}. وأهم الدوائر المتكاملة المستخدمة فى بناء المذبذبات اللامستقرة وهما الدائرة المتكاملة 555.

والشكل (٢ – ٢٢) يبين طريقة توصيل مؤقت NE555 للحصول على مذبذب لامستقر وتتراوح قيم R_1, R_2 ما بين (1KΩ:1MΩ) وتتراوح قيمة C_1 ما بين (10n:10μ) وللحصول على موجة مربعة ترددها 0.1HZ فإن مكونات هذه الدائرة تكون كما يلى:

مقاومة	0.5MΩ	R_1, R_2
مكثف بوليستير	10μ	C_1
مكثف بوليستير	0.01μf	C_2

وتكون النسبة بين زمن الوصل إلى زمن الفصل مساوياً (1:2) كما أن أقصى تيار خرج لهذه الدائرة المتكاملة (100mA).



الشكل (٢ – ٢٢)