مبادئ الإلكترونيات

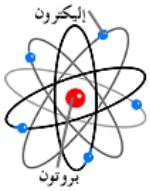
دروس إلكترونية (مباديء)

- مقدمة
- التيار الكهربائي
- الدائرة الكهربائية
- دائرة التوالي والتوازي
- قانون أوم
- المقاومة Resistor
- قراءة قيمة المقاومة
- توصيل المقاومة على التوالي والتوازي
- المكثف Condenser Capacitor or
- قراءة قيم المكثفات
- الملف الكهربائي
- أنواع الملفات Coils Types
- الرنين والمرشحات Resonance and Filters
- المحولات Transformers
- أنواع المحولات Transformers Types
- أشباه الموصلات Semiconductor
- الثنائي (دايود) Diode
- التوحيد أو المقوم Rectifier
- دوائر التنعيم
- أنواع الثنائيات (الدايود) Diode Types

- الترانزستور Transistors
- طرق توصيل الترانزستور Transistors Connection Types

سوف نقوم هنا بعرض مجموعة دروس تساعد المبتدىء في الخوض في مجال الإلكترونيات التطبيقية وقد سردنا الدروس بحيث ممكن تتبعها خطوة خطوة وستضم المقدمة مجموعة من الدروس النظرية التي تساعد في فهم مجال الإليكترونيات.المادة العلمية تم جمعها من عدة مصادر ومواقع إنترنت وتوخينا قدر الإمكان أن يكون الشرح بطريقة سهلة ومبسطة.

الكهرباء والإلكترون



في البداية لابد من دراسة الإلكترون وتأثيره على العناصر الأخرى مثل الأسلاك، فالإلكترون جزء دائري صغير جدا مشحون بشحنة سالبة ولكن اذا استخدمت بكميات كبيرة فإنها تساعد على عمل المولدات الكهربائية وكذلك أنظمة التبريد وتدفئة المنزل وتدبير كافة احتياجاتك.

التيار الكهربائي

الكهرباء والإلكترون:
في البداية لابد من دراسة الإلكترون وتأثيره على العناصر الأخرى مثل الأسلاك، فالإلكترون جزء دائري صغير جدا مشحون بشحنة سالبة ولكن اذا استخدمت بكميات كبيرة فإنها تساعد على عمل المولدات الكهربائية وكذلك أنظمة التبريد وتدفئة المنزل وتدبير كافة احتياجاتك.

الإلكترون، البروتون، النيترون:
لمعرفة عمل الإلكترون لابد من معرفة مكونات الذرة، فالذرة تتكون من ثلاث أجزاء مختلفة:
1- بروتون ويكون في نواة الذرة ويكون دائما مشحون بشحنة موجبة.
2- النيترون ويكون في نواة الذرة ويكون دائما مشحون بشحنة متعادلة.
3- الإلكترون ويكون في مسارات مختلفة تدور حول النواة ويكون دائما مشحونة بشحنة سالبة.
ومن هنا نعرف بأن البروتون والنيترون دائما يكونان في نوة الذرة والإلكترون يدور حول النواة برابطة تسمى الرابط الذري وعدد البروتون في النواة هو التي يحدد نوع العنصر مثلا بروتون واحد في النواة يكون الهيدروجين و 29 بروتون يكون النحاس...

الشحن الكهربائي:
البروتون والإليكترون لهما خواص تسمى الشحن الكهربائي، البروتون موجب والإليكترون سالب شحناتهما متساوية ولكنها معكوسة مثل أقطاب المغناطيس.

الحقل الكهربائي:
هناك عدة طرق لحركة الإلكترونات تعتمد على خصائص الحركة ولكن ببساطة هناك نوعين من الحقول هما الحقل الكهربائي و الحقل المغناطيسي.
الحقل: هي هيئة أساسية في الكون وتصور بالمساحة أو الحجم على القوة المبذولة على سبيل المثال (قوة الجاذبية المغناطيسية أو منطقة القوة الجاذبية هي منطقة جذب لقطعة واحدة من مادة يجذب قطعة اخرى).

الرابطة الإلكترونية والإلكترونات الحرة:

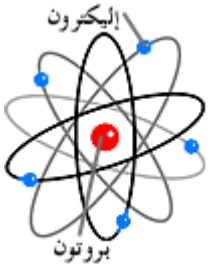
كما ذكرنا في السابق فإن الإلكترونات تدور في مدارات خارج النواة ففي النحاس هناك أربعة مدارات إلكترونات تدور حول النواة في مسار عشوائي، ففي الحالة العادية تكون الالكترونات مترابطة بقوة ترابط نووي ولكن عند تأثرها بتأثير خارجي مثل التأثير الكهربائي أو الحراري فإن الإلكترونات تتسارع ويحدث فقد في قوة الرابطة الإليكترونية لآخر إلكترونات المدار الأخير في الذرة فينتقل الإلكترون من ذرة الى أخرى وهنا تتم عملية التوصيل الكهربائي.

الموصلات والعوازل:

أي ماده يسري فيها التيار الكهربائي تسمى مادة موصلة كالمعادن وأشهرها الفضة والنحاس والذهب.

أما المادة العازلة فهي تلك التي لايسري بها التيار الكهربائي كالمطاط والخشب الجاف والبلاستيك والزجاج.

ففي التوصيلات المنزلية تستخدم أسلاك معزولة بالبلاستيك أو المطاط أو بمادة البولي فينيل وتوضع داخل انابيب عازلة مصنوعة من البلاستيك ثم تدفن داخل الحائط المنزلي، كذلك تصنع المفاتيح الكهربائية والغلايات الكهربائية الخ... من مواد عازلة كهربائيا.



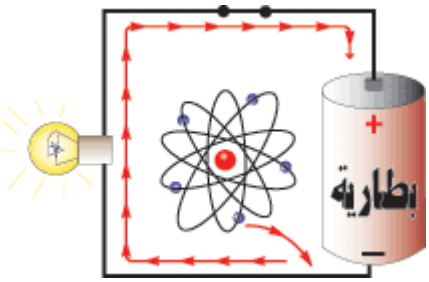
إليكترون (-) سالب

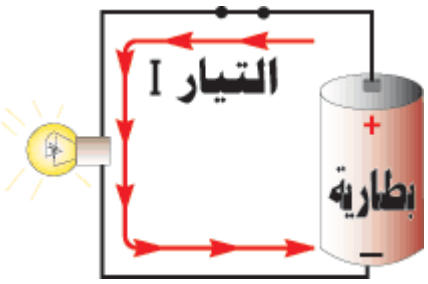
بروتون (+) موجب

كيفية سريان التيار الكهربائي المستمر:

إن الأسلاك الناقلة تتألف من ذرات وكل ذرة يوجد في نواتها بروتونات موجبة الشحنة يدور حولها الكترونات سالبة الشحنة، فإذا وصلنا طرفي بطارية بسلك ناقل للكهرباء فإن الالكترونات الحرة في المدارات الخارجية لذرات السلك تندفع الى الطرف الموجب للبطارية وفي الوقت نفسه تندفع الالكترونات من الطرف السالب للبطارية الى ذرات السلك

وبهذا يمر التيار الكتروني في اتجاهه من القطب السالب للبطارية الى القطب الموجب خلال السلك.





التيار الإصطلاحي:

أصطلح على أن اتجاه التيار من القطب الموجب إلى القطب السالب بعكس التعريف السابق لمرور التيار.

أنواع التيار الكهربائي:

هناك نوعان أساسيان من التيار الكهربائي:

اولا: التيار المستمر:

وفيه يسري التيار الكهربائي في اتجاه واحد من الطرف الموجب الى الطرف السالب ونحصل عليه من البطاريات والمحولات المستمرة.

ويستخدم عادة التيار المستمر في جميع

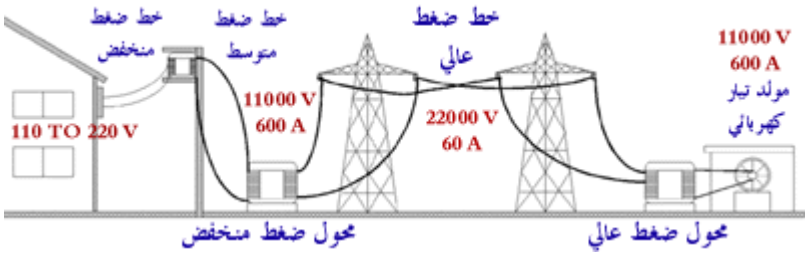
الأجهزة الألكترونية مثل الراديو والتلفزيون وأجهزة الكمبيوتر وأجهزة اللاسلكي.
وتكون عادة هذه الأجهزة موصلة بالكهرباء (220 فولت) فيقوم المحول بخفض قيمة الجهد وتحول دائرة كهربائية صغيرة التيار المتردد إلى مستمر.

ثانيا: التيار المتردد:

التيار المتردد: وفيه يتغير اتجاه التيار عدة مرات محدودة في الثانية الواحدة ويطلق علي عدد مرات التغير (التردد) وهي تتراوح بين 50-70 ذبذبة في الثانية ويمكن الحصول عليها من المحولات المترددة.
والتيار المتردد هو التيار الأكثر استخداما لأسباب منها سهولة نقله وسهولة رفع وخفض جهد التيار الكهربائي عن طريق المحولات.

تولبد الكهرباء:

تقوم المولدات الضخمة بتحويل الطاقة الميكانيكية للمحركات الى طاقة كهربائية هذه الطاقة الناتجة تكون بحدود 11000 الى 20000 فولت (11-20 كيلو فولت) فيدخل الكهرباء الى محول رفع يقوم بعملية رفع للفولت تصل الى 220000فولت (220 كيلو فولت) والسبب في رفع الفولت هو تخفيض قيمة التيار الكهربائي حتى يساعد في عملية التوصيل لمسافات بعيدة دون الحاجة الى اسلاك سميكة تستهلك كميه كبيره من النحاس وترتفع بذلك كلفة التوصيل اضافة الى ذلك استهلاك جزء كبير من التيار على شكل حرارة ناتجه من الاسلاك.
(لذلك يستخدم الجهد العالي لتيار ضعيف عندما ترسل الطاقة الكهربائية لمسافات بعيدة)

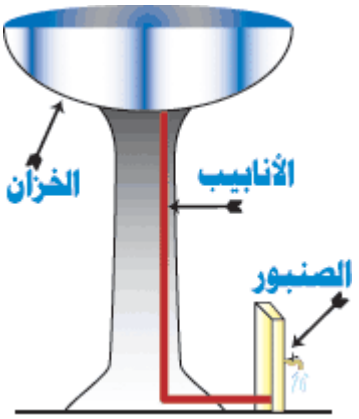


الدائرة الكهربائية

يمكن تمثيل الدائرة الكهربائية بالدائرة المائية حيث ممكن أن تعتبر مولد الجهد الكهربائي "البطارية" بخزان الماء والأسلاك الكهربائية بأنابيب الماء والمفتاح الكهربائي بصنبور الماء "الصنبور".
فعند مرور التيار المائي من الخزان ونزوله بفعل الجاذبية الأرضية يمر عبر أنابيب حيث تحصل المقاومة في سريان الماء بفعل احتكاك الماء مع سطح الانابيب وتكون المقاومة على حسب طول الانبوب حتى يصل التيار الى الصنبور المائي وهو بدوره يقاوم مرور التيار المائي عندما يكون مغلقا ويسهل مرور التيار المائي عندما يكون مفتوحا ويخفف عملية الحمل على الصنبور.

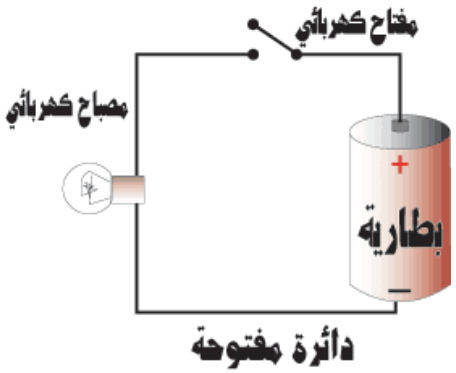
الدائرة الكهربائية

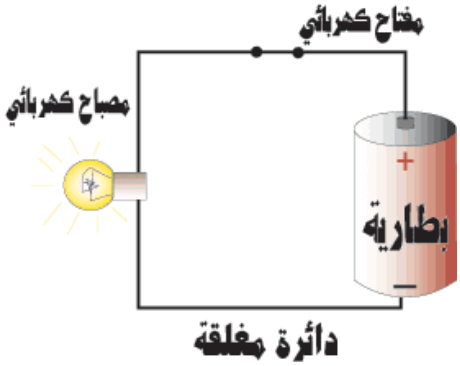
<u>مصطلحات يجب معرفتها</u>:
الجهد الكهربائي Volt ويرمز له بالرمز (V)
شدة التيار الكهربائي Ampere ويرمز له بالرمز (A)
المقاومة الكهربائية Resistor ويرمز له بالرمز (R)



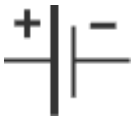
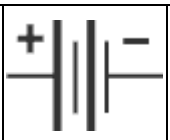
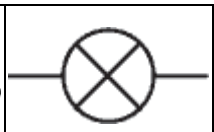
<u>الدائرة الكهربائية</u>:
يمكن تمثيل الدائرة الكهربائية بالدائرة المائية حيث ممكن أن تعتبر مولد الجهد الكهربائي "البطارية" بخزان الماء والأسلاك الكهربائية بأنابيب الماء والمفتاح الكهربائي بصنبور الماء "الصنبور".
فعند مرور التيار المائي من الخزان ونزوله بفعل الجاذبية الأرضية يمر عبر أنابيب حيث تحصل المقاومة في سريان الماء بفعل احتكاك الماء مع سطح الانابيب وتكون المقاومة على حسب طول الانبوب حتى يصل التيار الى الصنبور المائي وهو بدوره يقاوم مرور التيار المائي عندما يكون مغلقا ويسهل مرور التيار المائي عندما يكون مفتوحا ويخفف عملية الحمل على الص نبور.

وبهذا التشبيه نصل الى أن التيار الكهربائي يخرج من مولد الجهد الكهربائي "البطارية" ويمر عبر الأسلاك وتحصل المقاومة في التيار الكهربائي على حسب نوع المادة الموصلة وحجمها وقابليتها للتوصيل بعد ذلك يصل التيار المفتاح الكهربائي فإذا كان المفتاح ملامسا للطرفين يمر التيار إلى مصدر الحمل "اللمبة" وتتحول بذلك الطاقة الكهربائية الى طاقة ضوئية وتسمى الدائرة بهذه الحالة دائرة مغلقة كهربائيا أما إذا لم تلمس الطرفين في المفتاح الكهربائي فنسمي الدائرة الكهربائية بالدائرة المفتوحة حيث لايوجد هناك سريان للتيار الكهربائي

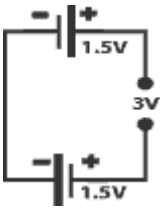




رمـــوز:

				
بطارية 1,5 فولت	بطارية 3 فولت	مفتاح كهربائي	لمبه	لمبه
V1.5 Battery	V3 Battery	Switch	Lamp	Lamp
.Bat	.Bat	SW	L	L

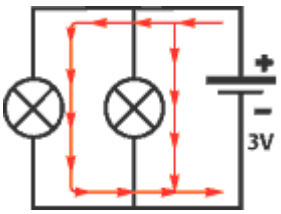
دائرة التوالي والتوازي



أشهر التوصيلات المعروفة في الدوائر الإلكترونية والكهربائية هي توصيله التوالي والتوازي ويشاع استخدامها في توصيلات البيوت والسيارات والبطاريات.

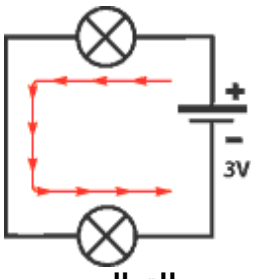
دائرة التوالي والتوازي

أشهر التوصيلات المعروفة في الدوائر الإليكترونية والكهربائية هي توصيله التوالي والتوازي ويشاع استخدامها في توصيلات البيوت والسيارات والبطاريات.



التوازي

<u>دائرة التوازي</u>:
عند توصيل مصباحين أو أكثر على التوازي مع بطارية 3 فولت كما بالشكل نقول عن هذه الدائرة دائرة التوازي.
نلاحظ عند قياس الفولت على طرفي كل مصباح أنها متساوية وأن التيار موزع بشكل متساوي ويزداد في استهلاك التيار إذا زدنا أكثر من مصباح ويكون موصل إذا تلف أحد المصابيح.



التوالي

<u>دائرة التوالي</u>:
عند توصيل لمبتين أو أكثر بشكل متسلسل أو متوالي مع بطارية 3 فولت كما بالشكل نقول عن هذه الدائرة دائرة التوالي.
نلاحظ أن التيار المستهلك أقل من التيار في دائرة التوالي وأن التيار المستهلك في دائرة التوازي يساوي ضعف التيار المستهلك في دائرة التوالي ولذلك تكون شدة الإضاءة في دائرة التوازي أكثر من شدة الإضاءة في دائرة التوالي.
ويختلف فرق الجهد بين أطراف المصابيح حيث يقسم فرق الجهد بين المصباحين.
ولكن في حالة تلف أحد اللمبات تفتح الدائرة الإلكترونية مما لا يسمح بمرور التيار.

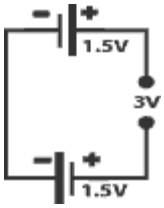
الفرق بين التوالي والتوازي عند توصيل مصباحين:

خصائص	التوالي	التوازي
استهلاك التيار	استهلاك عادي	ضعف استهلاك التوالي
فرق الجهد	موزع	ثابت
شدة الإضاءة	ضعيفة	قوية
في حالة تلف أحد المصابيح	لاتعمل	تعمل

يشاع استخدام دائرة التوازي في البيوت والسيارات بحيث يتوزع التيار فيه لتعطي شدة إضاءة أقوي وإذا تلفت إحدى اللمبات لا تؤثر على الآخرين.

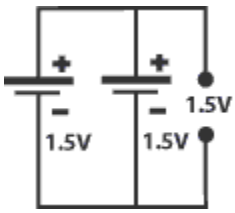
توصيل البطارية:

إذا وصلنا بطاريتين فرق جهد الواحدة فيها 1.5 فولت بشكل متسلسل نسمي التوصيله توصيله التوالي كما بالشكل
ويكون فرق الجهد هو 3 فولت وهو مجموع فروق الجهد للبطاريتين
واذا وصلت ثلاثة بطاريات سيكون فرق الجهد هو 4.5 فولت لذلك نلاحظ دائما أن البطاريات توصل على التوالي للحصول على فرق جهد عالي.



التوالي

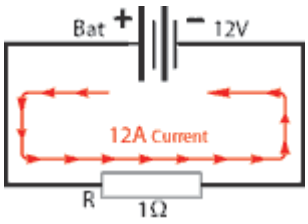
البطارية تعطي من التيار لوقت طويل على حسب حجم البطارية والمادة المصنعة منها وإذا كان التيار المستهلك من البطارية كبير في هذه الحالة ستقلل من عمر البطارية لاستهلاكها الكبير ولتطويل في عمر البطارية واستهلاكها توصل الدائرة توصية التوازي كما بالشكل حيث سيثب فرق الجهد حتى إذا وصلت اكثر من بطارية أي إنها توفر التيار المناسب في فترة أطول.



التوازي

لاتقاس البطارية بالامبير كما متعارف عليه عند المبتدئين في مجال الالكترونيات.
البطارية تعطي القوة التي تمنح تدفق التيار في الدائرة.
ومستوى الامبير في البطارية هو مدى استهلاك الدائرة الكهربائية في الساعة الواحدة.
وتقاس بوحدة
اذا 1000ملي امبير في الساعة سوف تفقد في ساعة واحدة في دائرة تستهلك 1أمبير. (1000ملي أمبير في الساعة يساوي 1أمبير في الساعة)

قانون أوم

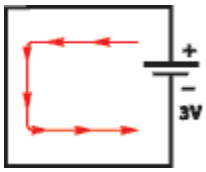


هي كمية التيار المتدفقة في الدائرة الكهربائية التي لها مقاومة نقية تتناسب تناسبا طرديا على القوة الدافعة الكهربائية وعكسيا على قيمة المقاومة الكلية.

ويمكن تشبيه ذلك إذا وصلت بطارية لها قوة دافعة كهربائية V بين طرفي سلك نحاسي له مقاومة معينة ويسري فيه تيار كهربائي، فيكون السلك النحاسي كمقاومة والبطارية كقوة دافعة كهربائية تقوم بمقاومة السلك النحاسي R حتى يسري التيار الكهربائي إلى الطرف الأخر للسلك.

قانون أوم

هي كمية التيار المتدفقة في الدائرة الكهربائية التي لها مقاومة نقية تتناسب تناسبا طرديا على القوة الدافعة الكهربائية وعكسيا على قيمة المقاومة الكلية.



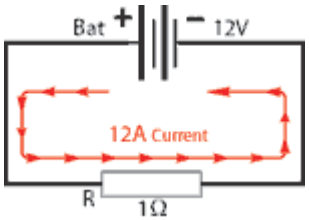
ويمكن تشبيه ذلك إذا وصلت بطارية لها قوة دافعة كهربائية V بين طرفي سلك نحاسي له مقاومة معينة ويسري فيه تيار كهربائي، فيكون السلك النحاسي كمقاومة والبطارية كقوة دافعة كهربائية تقوم بمقاومة السلك النحاسي R حتى يسري التيار الكهربائي إلى الطرف الأخر للسلك.

- فرق الجهد: هي قوة دافعة كهربائية أو ضغط تسبب تدفق التيار في الدائرة الكهربائية ووحدة قياسها الفولت
- التيار: هو تدفق عدد من الشحنات الإليكترونية في الدائرة الكهربائية
- المقاومة: هي أي عائق تعيق حركة الاليكترونات المتدفقة وتستخدم في التحكم في فرق الجهد والتيار ووحدة قياسها الاوم.
- شكل المقاومة في الدوائر الإليكترونية Rوترمز بالرمز
- تقاس المقاومة بوحدة الأوم ولها رمز الاوميجا

يستخدم قانون أوم في معرفة القيمة المطلوبة التيار I أو الجهد V أو المقاومة R.

$$V=I\times R \qquad I=\frac{V}{R} \qquad R=\frac{V}{I}$$

لتحديد القيمة المطلوبة من الشكل غطه بأصبعك الخط الافقي في الوسط تعني عملية القسمة بين القيمتين، علامة الضرب تعني ضرب القيمتين.
اذا أردت قياس الفولت V غطه بأصبعك ويظهر الناتج V=IR.
اذا أردت قياس الأمبير A غطه بأصبعك ويظهر الناتج A=V/R.
اذا أردت قياس المقاومة R غطه بأصبعك ويظهر الناتج R=V/I.



مثال: في الدائرة الموجودة هناك تيار بقيمة 12 Amps (12A) ومقاومة (1) 1 Ohm باستخدام المعادلة استخرج فرق الجهد V؟
V=IxR = 12x1= 12 Volts (12V)

مثال: في الدائرة الموجودة هناك جهد بقيمة 12 Volts (12V) ~~ومقاومة (1) 1 Ohm باستخدام المعادلة استخرج قيمة التيار؟~~
~~I=V/R =12/1 =12 Amps (12A)~~

~~مثال: في الدائرة الموجودة هناك جهد بقيمة 12 Volts (12V) والتيار بقيمة 12 Amps (12A) باستخدام المعادلة استخرج قيمة المقاومة؟~~
~~I=V/I =12/12 =1 Ohm (1)~~

Resistor **المقاومة**

من أهم وأكثر القطع الإليكترونية شيوعا واستخداما وتستخدم للتحكم في فرق الجهد الفولت وشدة التيار الأمبير و تقاس المقاومة بوحدة الأوم Ohm وترمز بالرمز R
تتميز هذه المقاومات بثبات قيمتها وتختلف في استخدامها على حسب قدرتها في تمرير التيار الكهربائي فهناك مقاومات ذات أحجام كبيرة تستخدم في التيارات الكبيره وأخرى صغيرة للتيارات الصغيرة.

Resistor **المقاومة**

من أهم وأكثر القطع الإليكترونية شيوعا واستخداما وتستخدم للتحكم في فرق الجهد الفولت وشدة التيار الأمبير و تقاس المقاومة بوحدة الأوم Ohm Ω وترمز بالرمز R

1 Ohm	1 Ω
1000 Ohms = 1 K Ohm	1 K Ω
1000000 Ohms = 1 M Ohm	1 M Ω

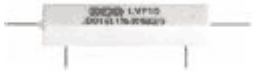
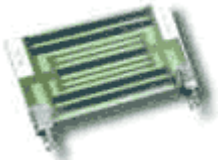
وتختلف نوعيتها على حسب كيفية صنعها والمواد المركبة منها وأهم أنواع المقاومات هي:

1- المقاومة الثابتة
2- المقاومة المتغيرة
3- المقاومة الضوئية
4- المقاومة الحرارية

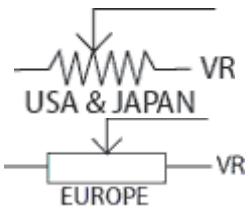
أولا : **المقاومة الثابته** R (Resistor) :

تتميز هذه المقاومات بثبات قيمتها وتختلف في استخدامها على حسب قدرتها في تمرير التيار الكهربائي فهناك مقاومات ذات أحجام كبيرة تستخدم في التيارات الكبيره وأخرى صغيرة للتيارات الصغيرة.

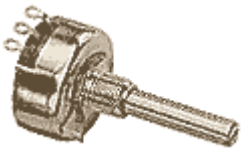
مقاومة(وصلة) صفرية Jumper (Zero Ohm)	مقاومة مغطاة بألمنيوم Aluminum Housed

 مقاومة ذات أوم منخفض Low Ohm	 كربونية مقاومة Carbon Comp
 شبكية مقاومة Network	 سيراميكية مقاومة Ceramic Encased
 ذات جهد عالي مقاومة فلمية Power Film	 فلمية مقاومة Film
 خاصة مقاومة Specialty	 غطائية مقاومة Foil
 سطحية مقاومة Surface Mount	 مصهرية مقاومة Fusible
 للحرارة مقاومة حساسة Temp. Sensitive	 جهد عالي مقاومة ذات High Voltage
 سلكية مقاومة Wirewound	 مقاومة ذات أوم عالي High Ohm

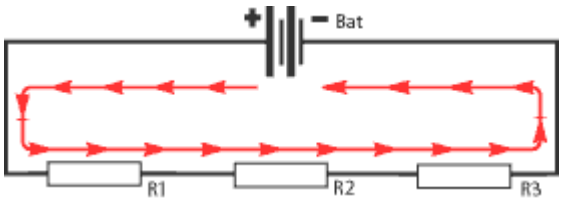
ثانيا :**المقاومة المتغيرة**: (Potentiometer or Variable Resistor VR)



مقاومة يمكن تغيير قيمتها حيث تتراوح قيمتها بين الصفر وأقصى قيمة لها فمثلا عندما تقول أن قيمة المقاومة 10KΩ يعني أن قيمة المقاومة تتراوح بين الصفر أوم تزداد بالتدريج يدويا حتى تصل قيمتها العظمى 10KΩ -0) (10KΩ ويمكن تثبيتها على قيمة معينة.
ويمكن مشاهدة المقاومة المتغيرة في كافة الأجهزة الصوتية فعندما نريد رفع صوت الجهاز "الراديو" أو نخفضه فإننا نغير في قيمة المقاومة المتغيرة فعندما تصل قيمة المقاومة أقصاها فإن الصوت ينخفض إلى أقل شدة والعكس عند رفع الصوت.
هناك عدة أنواع من المقاومات المتغيرة نذكر منها:

	المقاومة المتغيرة الدورانية
	المقاومة المتغيرة الخطية
	المقاومة المتغيرة الدائرية المستخدمه في الالواح الاليكترونية

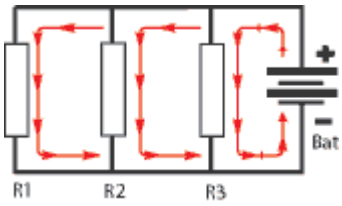
توصيل المقاومة على التوالي والتوازي



دائرة التوالي:
توصل المقاومات على التوالي أي أن المقاومة تلي المقاومة التالية حتى يوصل طرفيها لمصدر الجهد بمعنى أن التيار يمر باتجاه واحد.

المقاومة: تكون قيمة المقاومة كليه هي مجموع قيم المقاومات Rt=rR1+R2+R3
التيار: قيمة التيار في أ ي نقطة كلها متساوية

وعن طريق قانون أوم نستطيع الحصول علي قيمة التيار المار في الدائرة التالية:
الجهد: تفقد دائرة التوالي من جهدها على حسب قيمة المقاومات
وتكون قيمتها الكليه هي مجموع قيم الجهد المفقوده وتختلف قيمتها على حسب قيمة المقاومات
فمثلا بطاريه 10 فولت تغذي دائرة التوالي بها ثلاث مقاومات قيمة كل مقاومة W5 ومن القاعده السابقه Rt=rR1+R2+R3=5+5+5=15 Ohms
ونعلم أن قيمة الأمبير هو A1 اذا:
V1=1Ax15Ohms=15V
V1=1Ax15Ohms=15V



دائرة التوازى:

توصل المقاومات على التوازي أي أن المقاومة توازي المقاومة التالية حتى يوصل طرفيها لمصدر الجهد بمعنى أن التيار يمر في اتجاهين أو اكثر بقدر عدد الممرات في الدائرة.

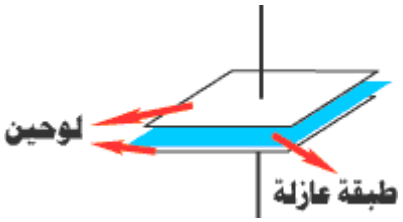
التيار: ينقسم التيار الكهربائي على حسب الممرات الموجوده تقيمة التيار في تنقسم على أي نقطة كلها متساوية
المقاومة: تكون قيمة المقاومة الكليه هي Rt=1/R1+1/R2+1/R3/1
عن طريق قانون أوم نستطيع الحصول علي قيمة التيار المار في الدائرة فمثلا بطارية V10 تغذي دائرة التوازي بها 3 مقاومات قيمة كل مقاومة 5أوم ومن القاعده السا بقة Ohms Rt=1/rR1+1/R2+1/R3=1/5+1/5+1/5=0.2+0.2+0.2=0.6/1

الجهد: يكون فرق الجهد ثابت في كاالاطراف

المكثف Capacitor or Condenser

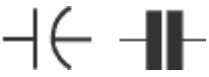
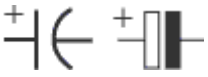
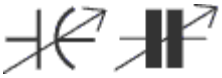
تكتب القيمة العليا لفرق الجهد على المكثف والتي ممكن أن يعمل بها.
وفي بعض المكثفات كإليكترونية والتنتانيوم تكون مقطبة وهذا يعني إنها يجب أن توضع بالشكل الصحيح وتكتب عليها عادة هذه الأقطاب إذا كانت موجبة أو سالبة.
المكثفات لها أطواق من الألوان لمعرفة قيمتها كالموجودة في بعض (المكثفات المقاومات (قراءة قيم

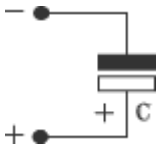
Capacitor or Condenser **المكثف**



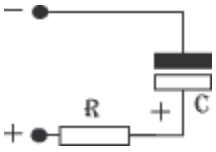
الشكل نلاحظ أن المكثف مصنوع من لوحين من موازيين يفصلهم فراغ وهذا الفراغ يسمى العازلة وتختلف أنواع المكثفات على نوع الطبقة الميكا، ,الطبقة العازلة منها مكثفات السيراميك البوليستر، ورق هوائي إلى أخره

رمزالمكثف C

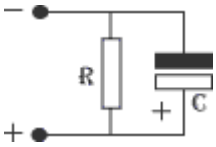
		
عادي مكثف	مكثف مستقطب	مكثف متغير



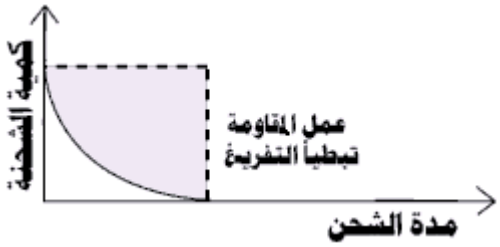
يستخدم المكثف في شحن الشحنات الكهربائية وهي مشابهة لعمل البطارية ولكن الفرق إنها تكون خطرة إذا شحنت أعلى من جهدها ويتم تفريغها بواسطة مقاومة لتحديد عملية التفريغ.
وتتم عملية التفريغ والشحن بطريقتين:



<u>على التوالي (شحن المكثف) :</u>
المكثف والمقاومة على التوالي ويتم التشحين تدريجيا توصيل تبطيأ تشحين المكثف كما هو وتعمل المقاومه هنا على عملية موضح



<u>على التوازى- تفريغ المكثف</u>
المكثف والمقاومة على التوازي ويتم التسريب أو التفريغ توصل تبطيأ عملية التفريغ للمكثف كما تدريجيا وتعمل المقاومة على موضح هو



FARAD ووحدة قياسها الفاراد Cيرمز المكثف بالرمز

الفاراد وحدة كبيرة جدا في المكثف ولقياس قيمة المكثف قسمت إلى وحدات أصغر :

uF	Micro Farad	10-6 F
pF	Pico Farad	10-9 F
nF	Nano Farad	10-12 F

تصنع المكثفات بأحجام وأشكال متنوعة وعادة تكتب القيم عليها أو تكون عليها الأطواق كما في المقاومة.
وهناك شكلين للمكثفات:

1. AXIALمكثفات تشبه المقومات ويخرج منها سلكين لأسفل

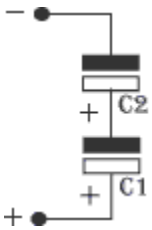
2. RADIALمكثفات تخرج من أسفلها نهاية أطراف الأسلاك

<u>أنواع المكثفات</u>:

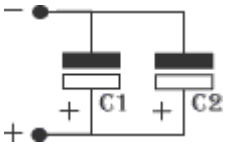
1- مكثفات ثابته ولها أشكال مختلفة
2- مكثفات مستقطبة مثل المكثف اليكتروني ومكثف التنتانيوم وتتميز بوجود قطب موجب وسالب
3 - مكثفات متغيرة وتستخدم في ضبط الترددات كما الموجوده في الراديو

مكثف اليكتروني

تكتب القيمة العليا لفرق الجهد على المكثف والتي ممكن أن يعمل بها.
وفي بعض المكثفات كإليكترونية والتنتانيوم تكون مقطبة وهذا يعني إنها يجب أن توضع بالشكل الصحيح وتكتب عليها عادة هذه الأقطاب إذا كانت موجبة أو سالبة.
بعض المكثفات لها أطواق من الألوان لمعرفة قيمتها كالموجودة في المقاومات (قراءة قيم المكثفات(



<u>توصيل المكثفات</u>:
<u>التوالي</u>:
وتتم ربط المكثفات بشكل متسلسل كم بالشكل
وتكون قيمة النهائية للمكثف يساوي
1/Ct=1/c1+1/c2
Ct=1/(1/C1+1/C2)
مثال: مكثفين سعة الاول فيهما C1=2 uF وسعة الثاني C2=6uF موصلين على التوالي فماهي السعة النهائية لها؟
Ct=1/(1/C1+1/C2)=1(1/2+1/6)=1/(0.5+0.16)=1/0.6=1.6uF



التوازي:
وتتم ربط المكثفات بشكل متوازي كما بالشكل
وتكون قيمة النهائية للمكف يساوي
Ct=C1+C2
مثال: مكثفين سعة الاول فيهما C1=2 uF وسعة الثاني C2=6uF
موصلين على التوازي فماهي السعة النهائية لها؟
Ct=C1+C2=2+6=8uF

قراءة قيم المكثفات

كثيرة منها السعة، الجهد، الدقة، وتأثير درجة حرارة، المكثفات السيراميكية لها رموز اغلبية المكثفات التي بها الارقام تكون (uF, nF, pF) والقيمة التعريفية للمكثف الرقم الفردي الاخير عادة الى عدد الاصفار ثم ويتم تحويل pF سعتها بالبيكوفاراد وتحول لأي قيمة أخرى pF البيكوفاراد تضرب على حسب عدد الصفار وتظهر بقيمة

قراءة قيم المكثفات

للتذكير:

uF	Micro Farad	**Micro=** $\frac{1}{1,000,000}$	10^{-6}F
nF	Nano Farad	**Nano=** $\frac{1}{1,000,000,000}$	10^{-9}F
pF	Pico Farad	**Pico=** $\frac{1}{1,000,000,000,000}$	10^{-12}F

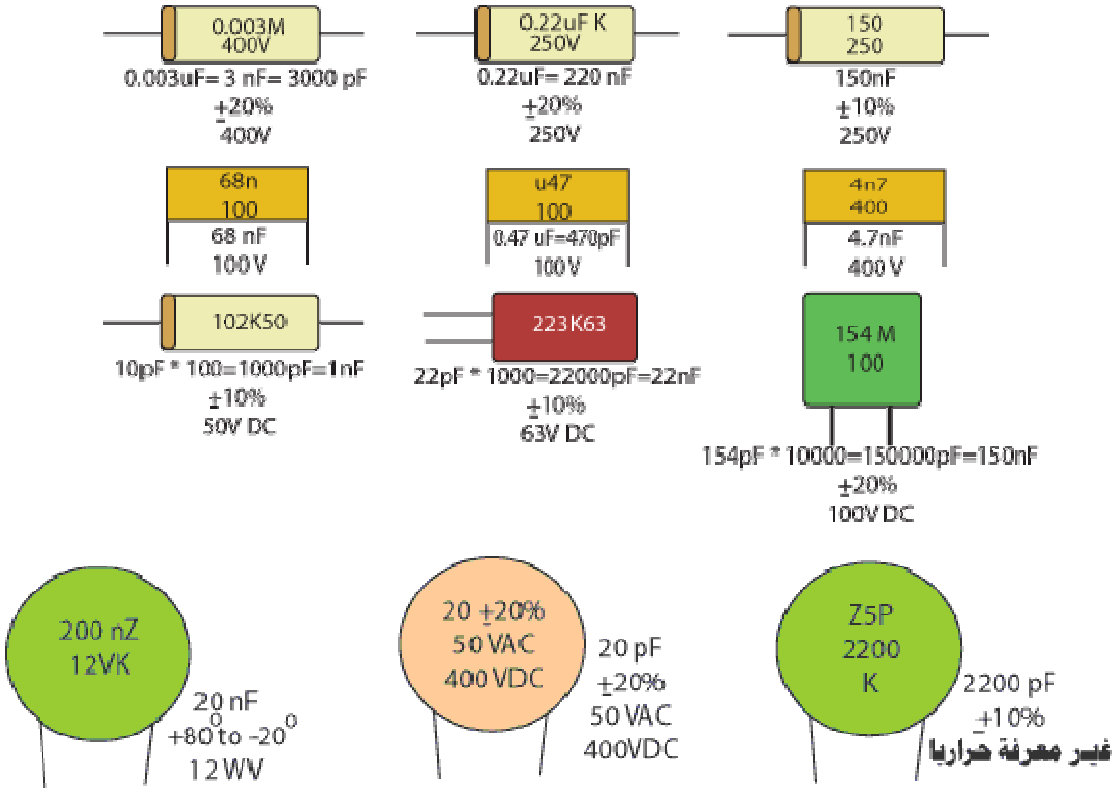
قراءة مكثفات ذات الالوان:
بعض القيم تقاس بالبيكو فاراد Pico Farad
مثلا مكثف بلون بني اسود احمر قيمتها تكون: 102=1000pF
مثلا مكثف بلون بني اسود اصفر قيمتها تكون: 0.1uf =100nF= 100000pF

قراءة المكثف ذو الغشاء بلاستيكي:
أغلب هذه القطع تكون مطبوعة القيم حيث تشمل سعة المكثف وجهدها ودقتها
تكون السعه بالمايكروفاراد microfarad الا اذا وجد الرمز n فغن السعة تكون بالنانو فاراد.
ويعطى الجهد كرقم يتبع الحرف V وفي بعضها لايكتب الحرف V

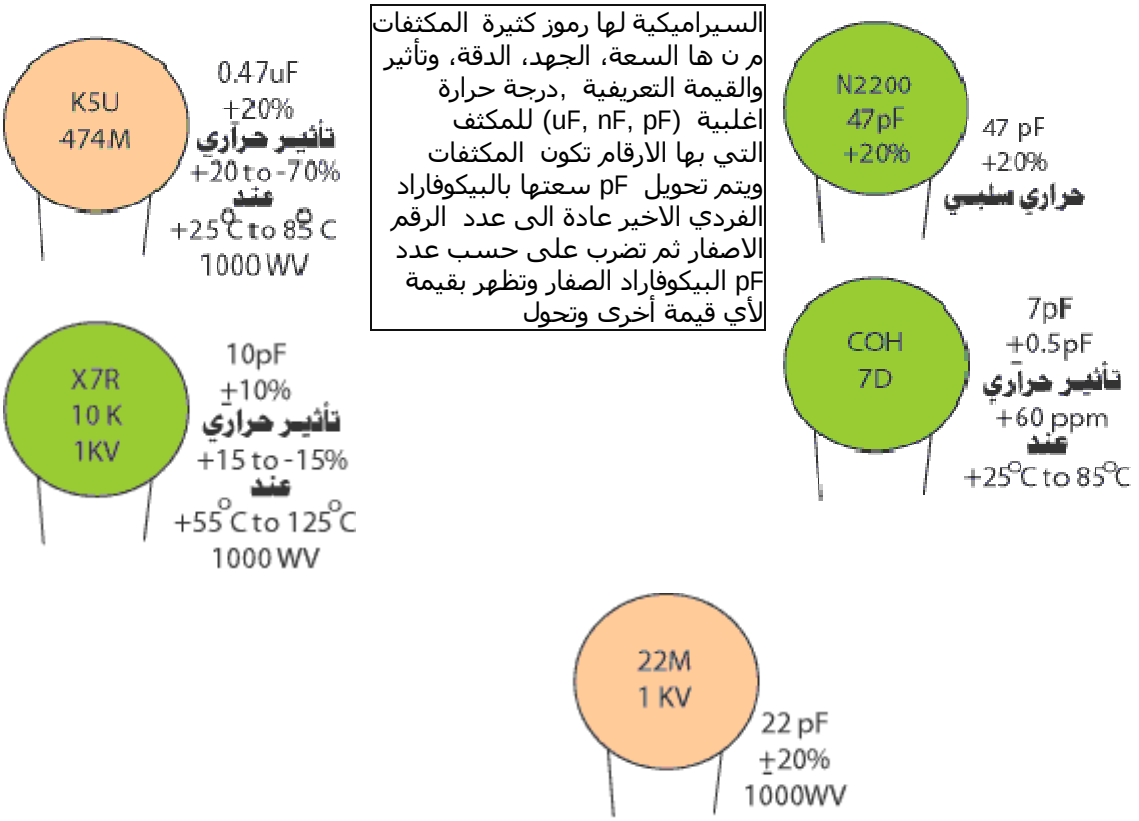
وتحدد الدقة على حسب الرموز التالية:

الرمز	الدقة
M	%20
K	%10
J	%5
H	%2.5
F	< tr> 1 pF بالموجب أو السالب

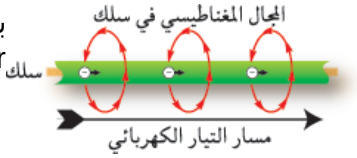
بعض الامثلة



السيراميكية لها رموز كثيرة المكثفات م ن ها السعة، الجهد، الدقة، وتأثير والقيمة التعريفية ,درجة حرارة اغلبية (uF, nF, pF) للمكثف التي بها الارقام تكون المكثفات ويتم تحويل pF سعتها بالبيكوفاراد الفردي الاخير عادة الى عدد الرقم الاصفار ثم تضرب على حسب عدد pF البيكوفاراد الصفار وتظهر بقيمة لأي قيمة أخرى وتحول



Coil الملف



يتركب الملف من سلك معزول ملفوف على اطار من مادة عازلة former وممكن أن تكون على عدة أشكال

الملفات Coils

تركيب الملفات :

يتركب الملف من سلك معزول ملفوف على اطار من مادة عازلة former وممكن أن تكون على عدة أشكال منها :

1- على شكل اسطوانة أو مكعب أو متوازى مستطيلات .

2- على شكل قلب الاطار مجوفا وفارغا ،وممكن أن يكون قلب الاطار مشغولا بشرائح حديدية أو مسحوق حديد أو مادة الفيريت ferrite .

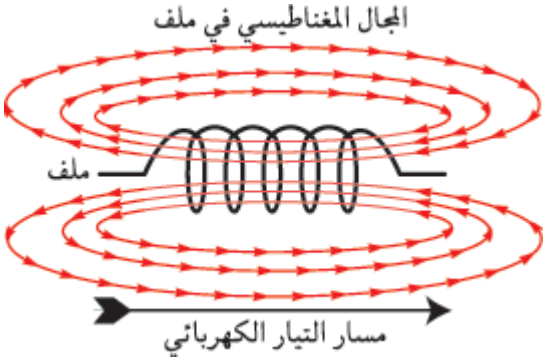
3- ممكن أن يغلف الملف بغلاف من الحديد وذلك عند الرغبة في ألا يتاثر الملف بالمجالات المغناطيسية الخارجية ، وقد يغلف بغلاف من البلاستيك لحمايته وقد يترك بدون تغليف .

مرور تيار في سلك:

عندما يمر تيار في سلك ينشأ حول هذا السلك مجال مغناطيسى يتزايد هذا المجال بتزايد التيار المار في السلك .

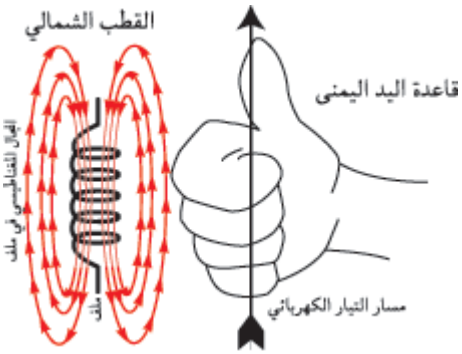
مرور تيار في ملف:

يلف السلك بطريقة معينة ليعطى مجالا مغناطيسيا في اتجاه معين محدد مسبقا من قبل المصمم .
وتخضع اتجاهات التيار واللف والمجال المغناطيسى لقاعدة اليد اليمنى.



قاعدة اليد اليمنى :

اذا وضعت الملف في يدك اليمنى بحيث تلتف اصابعك حول الملف في نفس اتجاه مرور التيار فان اصبع الابهام يشير الى اتجاه المجال داخل الملف والى القطب الشمالى للمغناطيس المؤقت الذى يصنعها هذا الملف .



الحث الذاتي :

اذا كانت قيمة التيار المار في الملف تتغير زيادة ونقصا كما هو الحال مع التيار المتردد ، فان قيمة المجال المغناطيسى الناشئ عن التيار تتغير ايضا زيادة ونقصا وفي هذه الحالة يتولد على طرفي الملف جهد يعارض الزيادة والنقص في التيار المار في الملف وكلما زاد معدل تغير التيار كلما زادت قيمة هذا الجهد المعارض لحدوث التغيير وخاصية المعارضة هذه تسمى " الحث الذاتى " .
ويسمى الجهد العارض لحدوث التغير : جهد مستحث أو جهد مستنتج أو جهد مولد بالحث الذاتى .

وحدات قياس الحث الذاتى :

يقاس الحث الذاتى لملف بوحدة (الهنري) أو (المللى هنري) .
والمللى هنرى يساوى 10^-3 هنري.

ممانعة الملفات :

ممانعة الملف = 2× ط × التردد × حث الملف . ط= 3.14

يزيد الحث الذاتى لملف اذا :

1- زادت مساحة مقطعة وقل طوله .
2- زاد عدد لفاته .
3- كان للملف قلب من مادة مغناطيسية كالحديد أو مسحوق الحديد أو من مادة الفيريت . والعكس صحيح .

تزيد ممانعة الملف :

1- بزيادة تردد الاشارة المارة بالملف .
2- بزيادة حث الملف .
3- بكليهما .

Coils Types أنواع الملفات

ملفات ذات قلب هوائى :
وهى تلك الملفات التى يشغل الهواء ما بداخل اطارها الداخلى (ما بداخل قلبها) والحث الذاتى لمثل هذه الملفات صغير.

Types Coils أنواع الملفات

انواع الملفات

أولا: من حيث القلب :

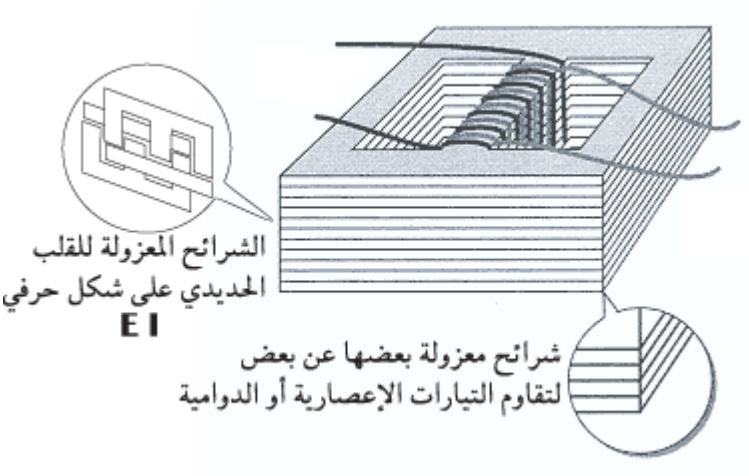
تصنف الملفات وفقا للمادة التى تشغل الحيز داخل الاطار الداخلى للملف الى :

1- ملفات ذات قلب هوائى :

وهى تلك الملفات التى يشغل الهواء ما بداخل اطارها الداخلى (ما بداخل قلبها) والحث الذاتى لمثل هذه الملفات صغير.

ملف ذات قلب هوائي

2- ملفات ذات قلب حديدى :



اذا وضع داخل الملف قلب حديدى فان المجال المغناطيسى يتركز داخل وحول الملف ولا يشرد كثيرا خارجه وبالتالي يزيد من حث الملف ، قد يصل حث مثل هذا النوع من الملفات الى 10 هنرى .

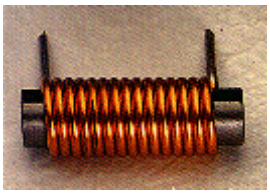
ولكن يعيب على مثل هذا النوع من الملفات أن تيارات متولدة بالحث الذاتى داخل القلب الحديدى تسمى بالتيارات الاعصارية أو التيارات

الدوامية تتحرك في اتجاهات عشوائية داخل هذا القلب مما يسبب ارتفاع درجة حرارة القلب المغناطيسى وفقد فى الطاقة .
ولذلك يقسم القلب الحديدى الى شرائح معزولة عن بعضها البعض لتقاوم التيارات الاعصارية أو الدوامية .
وتسخدم الملفات ذات القلب الحديدى في التنعيم في دوائر تقويم التيار المتردد كما تستخدم في دوائر المصابيح الفلورسنتية .

3- **ملفات ذات قلب من مسحوق الحديد** :
وهى تل ك الملفات التى يوضع بداخل قلبها مسحوق من الحديد يخلط مسحوق الحديد بمادة عازلة ويضغط ليعطى قلب مغناطيسى ذو مقاومة كهربية عالية ، وبالتالي تقليل التيارات الدوامية أو الاعصارية الى حد كبير .

قلب الملف مسحوق الحديد معزول

4- **ملفات ذات قلب من مادة الفيريت** :
وهى تلك الملفات التى يوضع بداخل قلبها مادة الفيريت ، ومادة الفيريت مادة مغناطيسية مقاومتها الكهربية عالية جدا وبذلك نضمن عدم سريان التيارات الاعصارية داخلها .


ملف ذات قلب من الفيريت

ثانيا: من حيث الترددات:

ملفات التردد المنخفض :
تلك الملفات التى تستخدم فى الترددات الصوتية ، ومن المعروف أن الترددات الصوتية تتراوح من 20 هرتز الى 20 كيلو هرتز .
وملفات التردد المنخفض من الملفات ذات القلب الحديدى .

ملفات التردد المتوسط :
تلك الملفات التى تستخدم فى الترددات المتوسطة والتردد المتوسط في أجهزة الراديو ذات التعديل الاتساعي ال A M يساوي 465 كيلو هرتز .
وملفات التردد المتوسط من الملفات ذات القلب المصنوع من مسحوق الحديد أو مادة الفيريت .

ملفات التردد العالي :

تلك الملفات التى تستخدم فى الترددات العالية التى تزيد عن 2 ميجا هرتز ، مثل دوائر التنعيم في أجهزة الراديو .

وملفات التردد العالي من ال ملفات ذات القلب الهوائى .

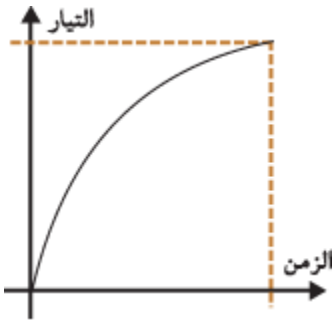
في حالة التردد العالى تكون ممانعة الملفات كبيرة وفى حالة التردد المنخفض تكون ممانعة الملفات صغيرة وهذا يمكننا من فصل الترددات الصوتية عن الترددات العالية في الدوائر التى يقترن فيها التردد العالى مع التردد المنخفض .

رموز الملفات :

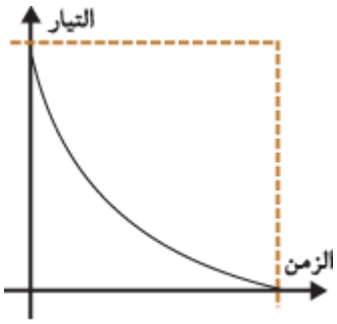
الملف فى دوائر التيار المستمر :

اذا سلط جهد مستمر على ملف فان التيار الذى سيمر بالملف لا يصل الى قيمتة العظمى منذ اللحظة الاولى لتوصيل الجهد بالملف وذلك بسبب تولد جهد مستنتج بالحث الذاتى يعارض مرور التيار فى الملف .

التيار يتزايد تدريجيا فى الملف عند توصيلة بالتيار المستمر واذا فصل الجهد المستمر عن الملف فان الجهد المستنتج بالحث الذاتى يعارض تناقص التيار فى الملف لذا فان تيار الهبوط لا يصل الى الصفر بمجرد فصل الجهد المستمر عن الملف بل يستمر الى حين .



يتزايد التيار تدريجيا من الملف عند وصله مع التيار المستمر

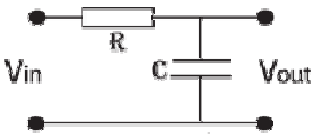


يتناقص التيار تدريجيا من الملف عند فصله من التيار المستمر

الملفات فى دوائر التيار المتردد :

بما أن التيار المتردد يتغير باستمرار فى قيمتة واتجاهه لذلك فان الملفات يتولد فيها جهد مستنتج بالحث الذاتى يعارض الزيادة أو النقص أوتغيير الاتجاه عندما توصل تلك الملفات فى دوائر التيار المتردد .

Resonance and Filters الرنين والمرشحات



اذا سلطت مجموعة اشارات مختلفة التردد على الدائرة الموضحة في الشكل فسوف لا يظهر في خرجها سوى الترددات المنخفضة بما في ذلك الجهود المستمرة أما الترددات العالية فلا تظهر فى خرج هذه الدائرة ولذا سميت هذه الدائرة بمرشح التمرير المنخفض .

الرنين والمرشحات Resonance and Filters

دوائر الرنين والمرشحات

أولا: دوائر المرشحات Filters:

تصنف دوائر المرشحات على حسب تمريرها للتردد و مكونات الترشيح مثل المقاومة والمكثف والمف وهي كالتالي:

أ- مرشحات المقاومة والمكثف RC:

1- مرشح التمرير المنخفض RC Low Pass Filter:

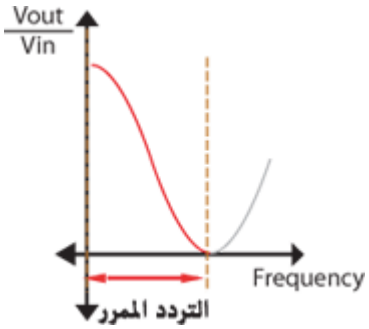
اذا سلطت مجموعة اشارات مختلفة التردد على الدائرة الموضحة في الشكل فسوف لا تمرر سوى الترددات المنخفضة بما في ذلك الجهود المستمرة أما الترددات العالية فلا تظهر فى خرج هذه الدائرة ولذا سميت هذه الدائرة بمرشح التمرير المنخفض .

وتستخدم هذه الدئرة في تمرير اشارات ترددها f1 أوأقل من f1 إلى التردد الذى يساوى صفر (أى الجهدالمستمر) ، ويمكن ايجاد f1 من العلاقة الرياضية الآتية :

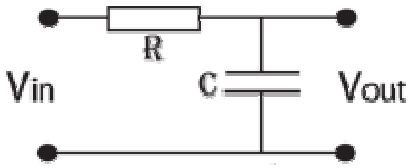
$$f1 = \frac{1}{2\Pi RC}$$

حيث أن R قيمة المقاومة ، C سعة المكثف، Πمقدار ثابت يساوي 3.14

ويسمى المقدار RC بالثابت الزمنى للمرشح .



مرشح تمرير منخفض بإستخدام مقاومة ومكثف

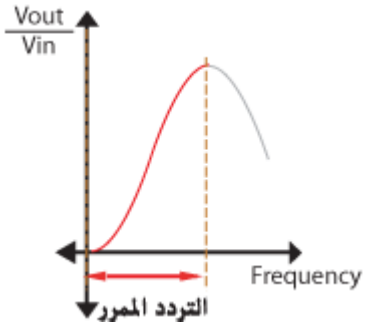


Filter RC Low Pass

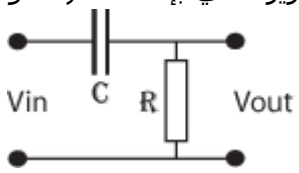
2- مرشح التمرير العالي RC High Pass Filter:

اذا سلطت مجموعة اشارات مختلفة التردد على الدائرة الموضحة في الشكل فسوف لا تمرر سوى الترددات العالية أما الترددات المنخفضة فلا تظهر فى خرج هذه الدائرة ولذا سميت هذه

الدائرة بمرشح التمرير العالي.
وتستخدم هذه الدئرة في تمرير اشارات ترددها f2 أوأكبر من f2 ، ويمكن ايجاد f2 من العلاقة الرياضية الآتية : $f2=\frac{1}{2\Pi RC}$
حيث أن R قيمة المقاومة ، C سعة المكثف، Πمقدار ثابت يساوي 3.14
ويسمى المقدار RC بالثابت الزمنى للمرشح .



مرشح تمرير عالي بإستخدام مقاومة ومكثف



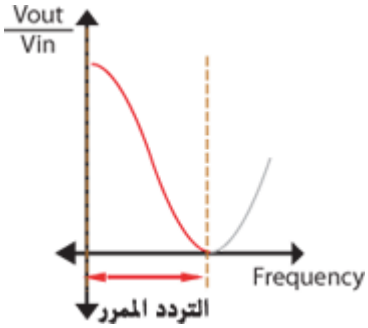
Filter RC High Pass

أ- مرشحات المقاومة والملف RL:

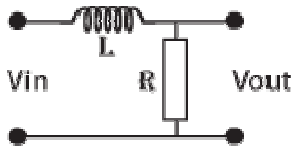
1- مرشح التمرير المنخفض RC Low Pass Filter:

اذا سلطت مجموعة اشارات مختلفة التردد على الدائرة الموضحة في الشكل فسوف لا تمرر سوى الترددات المنخفضة بما في ذلك الجهود المستمرة أما الترددات العالية فلا تظهر فى خرج هذه الدائرة ولذا سميت هذه الدائرة بمرشح التمرير المنخفض .
وتستخدم هذه الدئرة في تمرير اشارات ترددها f1 أوأقل من f1 إلى التردد الذى يساوى صفر (أى الجهدالمستمر) ، ويمكن ايجاد f1 من العلاقة الرياضية الآتية : $f1=\frac{1}{2\Pi(L/R)}$

حيث أن R قيمة المقاومة ، C سعة المكثف، Πمقدار ثابت يساوي 3.14
ويسمى المقدار R/L بالثابت الزمنى للمرشح .



مرشح تمرير منخفض بإستخدام مقاومة وملف



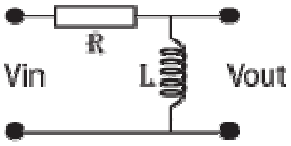
Filter RC Low Pass

2- مرشح التمرير العالي Filter Pass High RL:

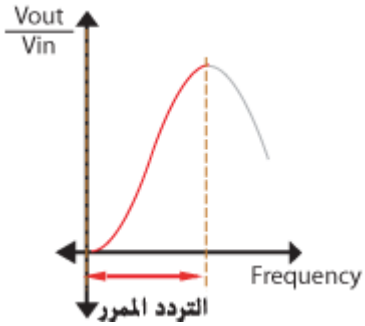
اذا سلطت مجموعة اشارات مختلفة التردد على الدائرة الموضحة في الشكل فسوف لا تمرر سوى الترددات العالية أما الترددات المنخفضة فلا تظهر فى خرج هذه الدائرة ولذا سميت هذه

الدائرة بمرشح التمرير العالي.
وتستخدم هذه الدئرة في تمرير اشارات ترددها f1 أو أكثر من f1 ، ويمكن ايجاد f1 من العلاقة الرياضية الآتية : $f2=\frac{1}{2\Pi(L/R)}$
حيث أن R قيمة المقاومة ، C سعة المكثف، Π مقدار ثابت يساوي 3. 14
ويسمى المقدار R/L بالثابت الزمنى للمرشح .

مرشح تمرير عالي بإستخدام مقاومة وملف

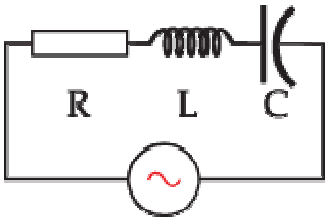


Filter RL High Pass

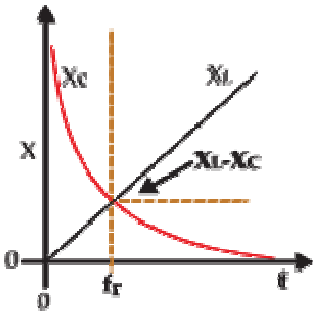


ثانيا: دوائر الرنين Resonance:
دوائر الرنين RLC توصل بطريقتين هما:

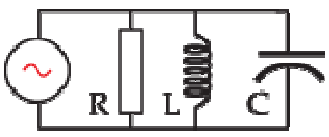
1- دائرة رنين التوالى :
يمكن الحصول على رنين توالي بتوصيل مقاومة ومكثف وملف (RLC) معا على التوالى كما في الشكل وحالة الرنين هي أن يتبادل المكثف الطاقة مع الملف دون سحب طاقة من المنبع ويحدث هذا فقط عند تردد معين يسمى تردد الرنين 0



ممانعة دائرة الرنين على التوالي :
في حالة الرنين تتساوى الممانعة السعوية XC مع الممانعة الحثية XL وتكون الممانعة الكلية للدائرة مساوية للمقاومة الاومية للدائرة 0
وبذلك تكون الممانعة أقل ما يمكن والتيار المار بالدائرة أقل ما يمكن 0 ومعامل القدرة للدائرة يساوي الواحدة الصحيح
0 قبل تردد الرنين تكون الممانعة حثية XL، وبعد تردد الرنين تكون الممانعة سعوية 0 XC
ويمكن الوصول لتردد الرنين لدائرة RLC على التوالى اما بتغيير سعة المكثف أو حث الملف 0



2- دائرة رنين التوازى :
نحصل على رنين التوازي بتوصيل مقاومة ومكثف وملف (RLC) معا على التوازي كما في الشكل



مانعة دائرة رنين التوازى :

عند تردد الرنين تتساوي الممانعة الحثية XL للدائرة مع الممانعة السعوية XC لها وتصبح الممانعة الكلية ممانعة أومية تزيد بزيادة R

وعلى كل حال سواء في رنين التوالي أو في رنين التوازي فانة يمك ن ايجاد تردد الرنين من العلاقة 0

$$fr = \frac{1}{2\Pi\sqrt{LC}}$$

حيث أن :

Fr: تردد الرنين .

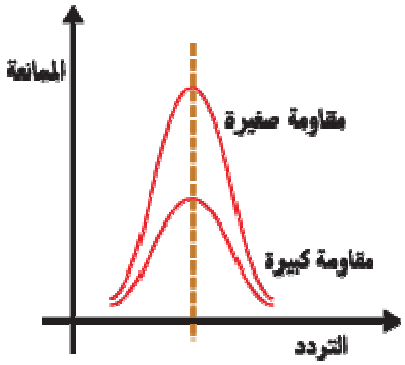
L: حث الملف .

C: سعة المكثف.

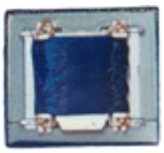
Π: مقدار ثابت يساوي 3.14

وفي دائرتي الرنين نستنتج أنة كلما زادت قيمة المقاومة كلما اصبح المنحنى اقل حدة.

تزيد ممانعة رنين التوازي بزيادة قيمة المقاومة R



المحولات Transformers

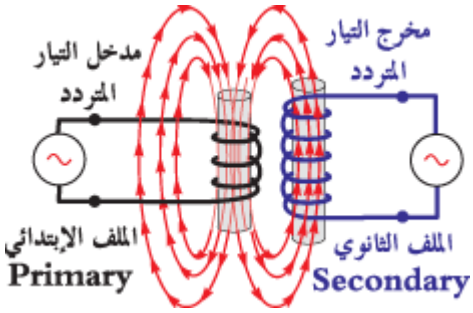


يتركب المحول من اطار من مادة عازلة على شكل اسطوانة أو مكعب أو متوازى مستطيلات أو دائري .
يلف على هذا الاطار سلك معزول من النحاس يتصل بالمنبع يسمى "بالملف الأبتدائى " ويلف فوقه أو تحته أو الى جواره ملف آخر نحصل منه على الجهد المطلوب يسمى " الملف الثانوي "

المحولات Transformers

تركيب المحولات :
يتركب المحول من اطار من مادة عازلة على شكل اسطوانة أو مكعب أو متوازى مستطيلات أو دائري .

يلف على هذا الاطار سلك معزول من النحاس يتصل بالمنبع يسمى "بالملف الأبتدائى " ويلف فوقه أو تحته أو الى جواره ملف آخر نحصل منه على الجهد المطلوب يسمى " الملف الثانوي " .
قد يوجد اكثر من ملف ثانوي واحد فى بعض المحولات خصوصا في المحولات التى تستخدم فى مجال الألكترونيات .
وقد يصنع قلب المحول من شرائح حديدية معزولة وقد يصنع من مسحوق الحديد ، وقد يكون قلب المحول هوائيا .
توضع المحولات ذات القدرة العالية في زيت لتبريدها ، أما محولات القدرة المستخدمة في الألكترونيات فان قدرتها محدودة ولذلك لا تحتاج الى مثل هذا النوع من التبريد .



نظرية عمل المحول :

1- مرور التيار المتردد في الملفات الابتدائية ينشئ مجالا مغناطيسيا متغيراً.
2- يقطع الفيض المغناطيسي المتغير لفات الملف الثانوى فيتولد فيها – بالحث – جهدا كهربيا يعارض التغير في شدة واتجاه المجال المغنطيسى .
3- الجهد المستحث المتولد في الملفات الثانوية يسبب تدفق التيار من هذه الملفات عندما توصل بحمل ما .

نسبة التحويل :
حيث أن الفيض المغناطيسى للمحول يتناسب مع حاصل ضرب تيار الملف الابتدائى Ip × عدد لفاته Np .
ونفس الفيض المغناطيسى يتناسب مع حاصل ضرب تيار الملف الثانوى Is × عدد لفاته Ns .
Ip.Np=Is.Ns تيار الملف الإبتدائي × عدد لفات المف الإبتدائي= تيار الملف الثانوي × عدد لفات الملف الثانوي
Ip.Is=Ns.Np تيار الملف الإبتدائي × تيار الملف الثانوي= عدد لفات الملف الثانوي × عدد لفات الملف الإبتدائي

وتسمى النسبة Ns/Np بنسبة التحويل .

وحيث أن قدرة ال ملف الابتدائى Pp = قدرة المل ف الثانوى Ps (بفرض أن المحول لا يفقد شيئا من طاقته المغناطيسية)
Pp=Ps=P قدرة الملف الإبتدائي= قدرة الملف الثانوي = القدرة
P=Vp.Ip القدرة = جهد الملف الإبتدائي × تيار الملف الإبتدائي
P=Vs.Is القدرة = جهد الملف الثانوي × تيار الملف الثانوي
وبالتعويض في المعادلة :
Ip.Is=Ns/Np تيار الملف الإبتدائي × تيار الملف الثانوي = عدد لفات الملف الثانوي × عدد لفات الملف الإبتدائي
Ns/Np=(P/Vs)/(P/Vp) (قدرة / جهد الملف الإبتدائي) / (قدرة / جهد الملف الثانوي) = عدد لفات الملف الثانوي / عدد لفات الملف الإبتدائي< /p>
Vs/Vp=Ns/Np جهد الملف الثانوي/ جهد الملف الإبتدائي = عدد لفات الملف الثانوي/ عدد لفات الملف الإبتدائي

يقال أن المحول من النوع الرافع اذا كانت النسبة Ns/Np أكبر من الواحد الصحيح
وفي هذه الحالة يكون جهد الملف الثانوى Vs أكبر من جهد الملف الابتدائى Vp، وتيار الملف الثانوى Is أصغر من تيار الملف الابتدائى Ip
كما يقال أن المحول من النوع الخافض اذا كانت النسبة Ns/Np أقل من الواحد الصحيح
وفي هذه الحالة يكون جهد الملف الثانوى Vs أصغر من جهد الملف الا بتدائى Vp ، وتيار الملف الثانوى Is أكبر من تيار الملف الابتدائى Ip

القدرة والفقد والكفاءة :

القدرة :

قدرة المحول هي أقصى قدرة كهربية يمكن سحبها من الملف الثانوى .
وتساوى حاصل ضرب جهد الملف الثانوى Vs × تياره Is
كما تساوى حاصل ضرب جهد الملف الابتدائى Vp × تياره Ip
وهناك محولا ت ذات قدرات عالية تقاس بالكيلو فولت . أمب ير وأخرى ذات قدرات منخفضة كالتى تستخدم في مجال الالكترونيات.

الفقد في المحول :

تشرد بعض خطوط المجال المغناطيسي فلا يستفاد بها وتلك تمثل طاقة مفقودة من المحول ، كما يفقد البعض الاخر من الطاقة في صورة تيارات دوامية أو اعصارية ، ولهذا نجد أن أقصى قدرة يمكن سحبهامن الملف الثانوى لا تساوى قدرة الملف الابتدائى بل أقل منه .

كفاءة المحول:

هى النسبة بين أقصى قدرة يمكن سحبها من الملف الثانوى الى قدرة الملف الابتدائى وهذه النسبة لا يجب أن تقل عن حد معين ، ومن المفضل أن تقترب هذه النسبة من الواحد الصحيح ولكن هذا لا يحدث الا في المحولات الثالية التى لا يحدث فيها فقد .

كفاءة المحول = أقصى قدرة يمكن سحبها من الملف الثانوى / قدرة الملف الابتدائى

$$= \frac{\text{جهد الملف الثانوي X تيار الملف الثانوي}}{\text{جهد الملف الإبتدائي X تيار الملف الإبتدائي}}$$

كفائة المحول كنسبة مئوية

$$= \frac{\text{جهد الملف الثانوي X تيار الملف الثانوي}}{\text{جهد الملف الإبتدائي X تيار الملف الإبتدائي}} \times ١٠٠$$

أنواع المحولات Transformers Types

يمكن أن يحتوي المحول على أكثر من ملف ابتدائي أو أكثر من ملف ثانوي والتي تجمع كلها على قلب واحد.
يمكن أن تحتوي بعض الملفات الثانوية على نقط تفرع وذلك للحصول على قيم متعددة في خرج المحول .

أنواع المحولات Transformers Types

يمكن تصنيف المحولات :

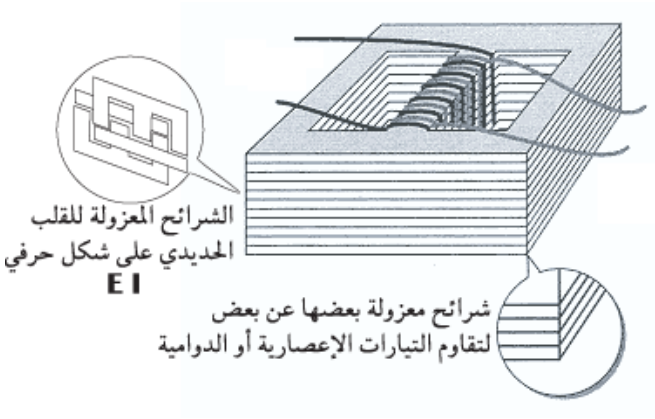
- **من حيث التردد :** هناك محولات تردد منخفض وهناك محولات تردد متوسط ومحولات تردد عالى .
- **من حيث نوع القلب :** هناك محولات ذات قلوب حديدية وأخرى ذات قلوب هوائية وثالثة ذات قلوب من مسحوق الحديد أو من مادة الفيرريت .

وثمة ارتباط ما بين هذه التصنيفات ، فمحولات التردد المنخفض مثل محولات القدرة والمحولات المستخدمة في الدوائر الصوتية تصنع قلوبها من شرائح معزولة من الحديد .
ومحولات التردد المتوسط تصنع قلوبها من مسحوق الحديد أو من مادة الفيريت ، ومحولات التردد العالى ذات قلوب هوائية.

أولا : محولات التردد المنخفض (المحولات ذات القلوب الحديدية):

تصمم هذه المحولات لكي تعمل عند الترددات المنخفضة مثل تردات القدرة والترددات الصوتية .

وفي هذا النوع كل من الملفات في القلب حديدي مغناطيسي ، ويشرح الشكل أعلاه الأساس العام في تكوين القلب المغناطيسي للمحول وهو عبارة عن مجموعة من الشرائح مختلفة الشكل ، حيث نجد أن جزءا منها يشبه حرف (E) والآخر يشبه حرف (I) ويتم ضغط هذه الشرائح معا تعطي التركيب الموضح في الشكل.

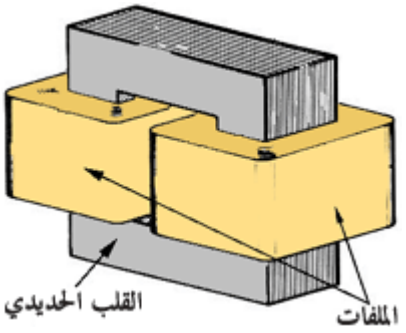


يتم عمل القلب المغناطيسي للمحول في صورة شرائح معزولة لتقليل الفقد في القدرة والذي ينشأ بسبب ما يسمى بالتيارات الدوامية.

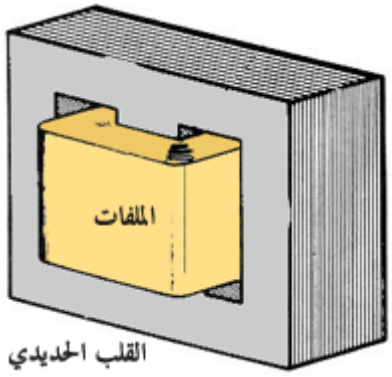
أنواع القلوب المستخدمة بمحولات القدرة :

1- النوع الأول ويطلق علية Core type : ويصنع من حزمه من رقائق الحديد على شكل مستطيلات كل منها مغطى بورنيش عزل ، ويتم ضغط هذه الشرائح معا ، وتثبت الملفات الابتدائية والثانوية كما هو موضح.

2- النوع الثاني هو الأكثر شيوعا لكفاءته العالية ويطلق (shell type core) ويظهر في شكل (64) ويصنع هذا النوع أيضا من الرقائق المغطاة بالورنيش والمضغوطة معا ، وتلف الملفات في شكل طبقات وتثبت على المقطع الداخلي من القلب .



Core Type



Shell Type Core

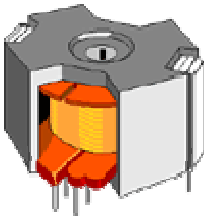
ملاحظات :

يمكن أن يحتوي المحول على أكثر من ملف ابتدائي أو أكثر من ملف ثانوي والتي تجمع كلها على قلب

واحد.

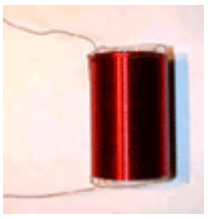
يمكن أن تحتوي بعض الملفات الثانوية على نقط تفرع وذلك للحصول على قيم متعددة في خرج المحول .

ثانيا : **محولات التردد المتوسط (المحو لات ذات القلوب المصنوعة من مسحوق الحديد أو من مادة الفيريت)**:



تستخدم محولات التردد المتوسط في الربط بين مكبرات التردد المتوسط في أجهزة الراديو والتلفزيون حيث تسمح لاشارة التردد المتوسط أن تنتقل من مرحلة الى أخرى وتحول دون انتقال الجهود المستمرة من مرحلة الى المجاورة . ومحولات التردد المتوسط عبارة عن محولات صغيرة الحجم عدد لفاتها قليلة نسبيا وتستخدم فيها قلوب من مسحوق الحديد أو من مادة الفيريت ، هذه القلوب يمكن تحريكها الى أعلى والى أسفل بواسطة مفكات بلاستيكية لضبط أو لتغيير حث هذه المحولات.

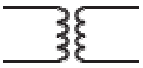
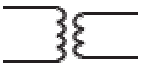
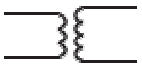
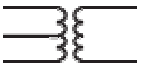
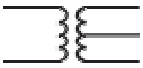
ثالثا : **محولات التردد العالى (المحولات ذات القلوب الهوائية)**:



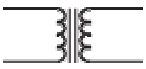
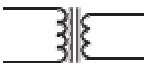
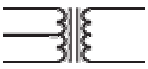
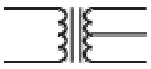
وفي ترددات الراديو نجد أن القلب الحديدي داخل المحول يسبب فقدا كبيرا في الاشارة لذا فانه لا يستخدم وانما يستخدم في هذا النوع نظام القلب الهوائي أم أحد المعادن الخاصة المصممة لتحقيق أقل نسبة فقد.

رموز المحولات

أولا: المحولات الهوائية:

محول هوائي عادي	محول هوائي خافض	محول هوائي رافع	محول هوائي بموصل إبتدائي	محول هوائي بموصل ثانوي
				
Transformer Air Core Normal	Transformer Air Core Step-Down	Transformer Air Core Step-Up	Transformer Air Core Tapped Secondary	Transformer Air Core Tapped Primary

ثانيا: المحولات ذات القلب الحديدى

محول حديدي عادي	محول حديدي خافض	محول حديدي رافع	محول حديدي بموصل إبتدائي	محول حديدي بموصل ثانوي
				
Transformer Iron Core Normal	Transformer Iron Core Step-Down	Transformer Iron Core Step-Up	Transformer Iron Core Tapped Secondary	Transformer Iron Core Tapped Primary

أشباه الموصلات Semiconductor

تنتمي مادتي السيليكون والجرمانيوم الى عائلة أشباه الموصلات ، تحتوي كل من ذرتي السيليكون والجرمانيوم على أربعة الكترونات تكافؤ ،(الكترونات التكافؤ هي الكترونات المدار الخارجي للذرة وتساهم في التفاعلات الكيميائية) والاختلاف بينهما هو أن ذرة السيليكون تحتوي على 14 بروتون في النواة بينما ذرة الجرمانيوم تحتوي على 32 بروتون ،ويوضح الشكل التركيب الذري لمادة السيليكون و التركيب الذري لمادة الجرمانيوم.

أشباه الموصلات Semiconductor

المواد الموصلة :

تلك المواد التى يمكن لالكترونات المدار الخارجى فيها أن تتحرر من ذراتها وتتحرك حركة عشوائية بين الذرات واذا تعرضت لفرق جهد – أى الالكترونات – كونت تيارا كهربياً.
من أمثلة المواد الموصلة كهربياً : الفضة ، النحاس ، الالومنيوم وعموم المعادن .

المواد العازلة :

تلك المواد التى تشتد فيها قوة جذب النواة لالكترونات المدار الخارجى فلا تستطيع الافلات من الذرة .
ومن أمثلة المواد العازلة للكهرباء : الورق ،الزجاج ،الميكا ، البلاستيك ، المطاط وغيرها .

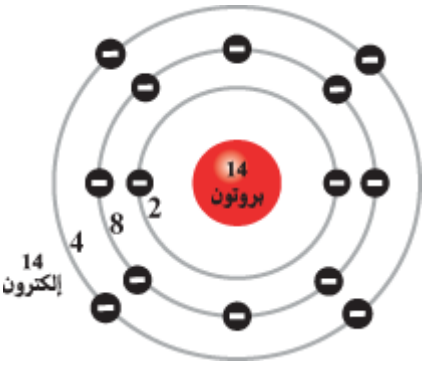
المواد شبه الموصلة :

من المعروف أن الذرة هي أصغر جزء في العنصر ، وطبقاً لنظرية (بوهر) التقليدية فان الذرة تحتوى على نواة مركزية محاطة بسحابة من الالكترونات سالبة الشحنة تدور في مدارات بيضاوية حول النواة .

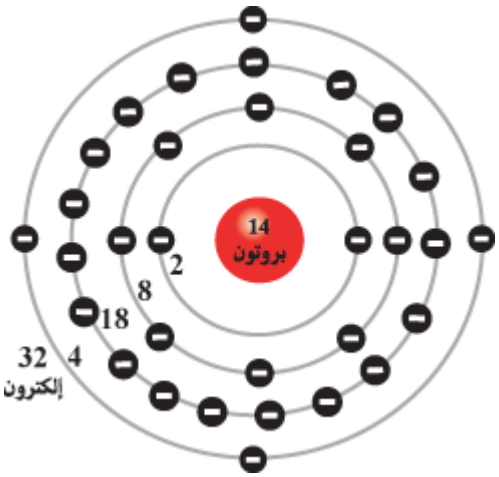
تكوين الذرة

تحتوي النواة على نوعين من الأجسام ، أحدهما موجب الشحنة ويطلق عليها (بروتونات) والثاني متعادل الشحنة يطلق عليها (نيوترونات) ويدور حول النواة (إلكترونيات) سالبة الشحنة في مدارات ثابته

تنتمي مادتي السيليكون والجرمانيوم الى عائلة أشباه الموصلات ، تحتوي كل من ذرتي السيليكون والجرمانيوم على أربعة الكترونات تكافؤ ،(الكترونات التكافؤ هي الكترونات المدار الخارجي للذرة وتساهم في التفاعلات الكيميائية) والاختلاف بينهما هو أن ذرة السيليكون تحتوي على 14 بر وتون في النواة بينما ذرة الجرمانيوم تحتوي على 32 بروتون ،ويوضح الشكل التركيب الذري لمادة السيليكون و التركيب الذري لمادة الجرمانيوم .



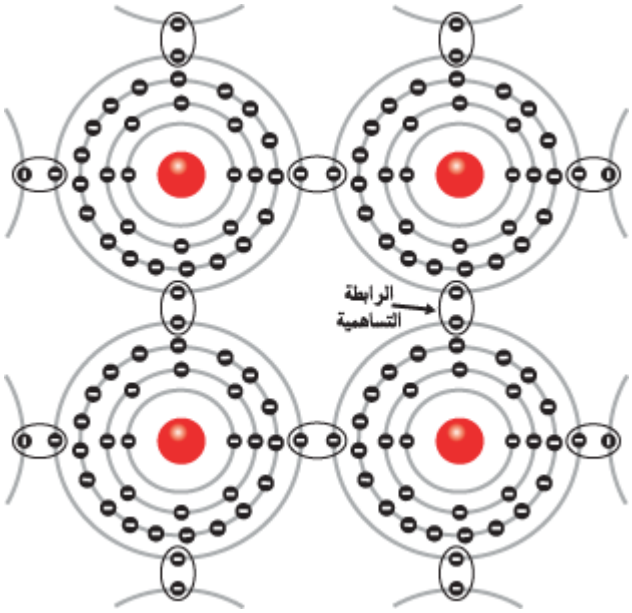
البناء الذري للسيليكون



البناء الذري للجرمانيوم

<u>الرابطة التساهمية في أشباه الموصلات</u> :

تحتوي ذرة الجرمانيوم على أربعة الكترونات في المدار الخارجي ، وحتى يكتمل نطاق التكافؤ للجرمانيوم فانة لابد من وجود ثمانية الكترونات في المدار الخارجي وعلى ذلك فان كل ذرة تشارك الذرات الأربع التي حولها في الكترونات بالصورة الموضحة في الشكل والتي يطلق عليها (الرابطة التساهمية) وفي هذه الرابطة تبدو الذرة وكأنها محاطة بثمانية الكترونا ت (الأربع ذرات الأصلية وأربع ذرات أخر بواسطة الرابطة التساهمية) ، وبالتاكي د فان الذرة في هذه الحالة لا تكون قابلة للتوصيل حيث انة لا يوجد الكترونات



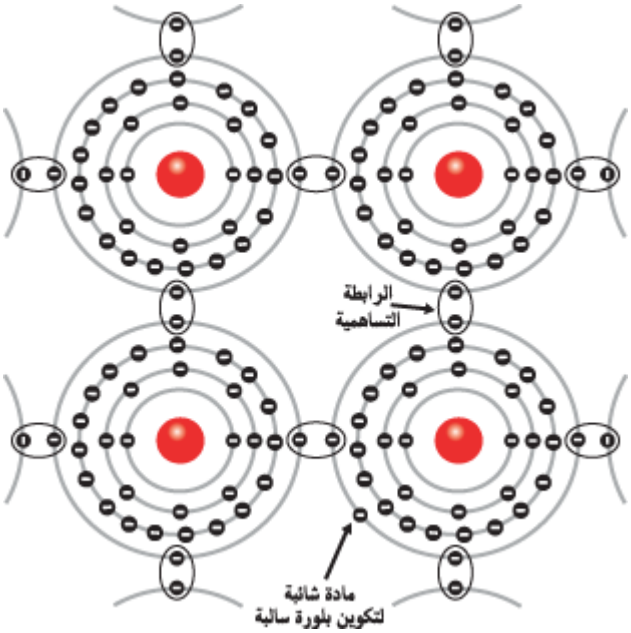
الرابطة التساهمية في ذرات الجرمانيوم

حرة لنقل الطاقة ، ويطلق على هذا البناء (البناء البللوري).

السيليكون والجرمانيوم في صورتيهما النقية أقرب الى المواد العازلة ، ولكن بعد أن تضاف اليهما بعض الشوائب يصبحا من أشباه الموصلات

<u>البللوره السالبة</u> :

لكي تتحول البللوره النقية الى مادة قابلة للتوصيل فانه يتم تطعيمها بأحد المواد التي يطلق عليها (مواد شائ بة) ، ومن أمثلة المواد الشائبة المستخدمة في تكوين البلورة السالبة ، مادة الفسفور (P) والزنك (AS) والانتيمون (SB) ، وتشترك هذه المواد في خاصية احتوائها على خمسة الكترونات خارجية . ويظهر الشكل اسلوب تكوين البللورة السالبة (N) حيث نجد أن كل أربعة الكترونات تكافؤ من الكترونات المادة الشائبة (الزنك) ترتبط في روابط تساهمية مع ذرة جرمانيوم ليكتمل المدار الخارجي لذرة الجرمانيوم ويتبقى الكترون زائد من الزنك يصبح حر الحركة خلال البللورة ، بهذا الأسلوب يزداد عدد الالكترونات (السالبة)



التطعيم بالشوائب خماسية التكافؤ لتكوين البلورة السالبة N

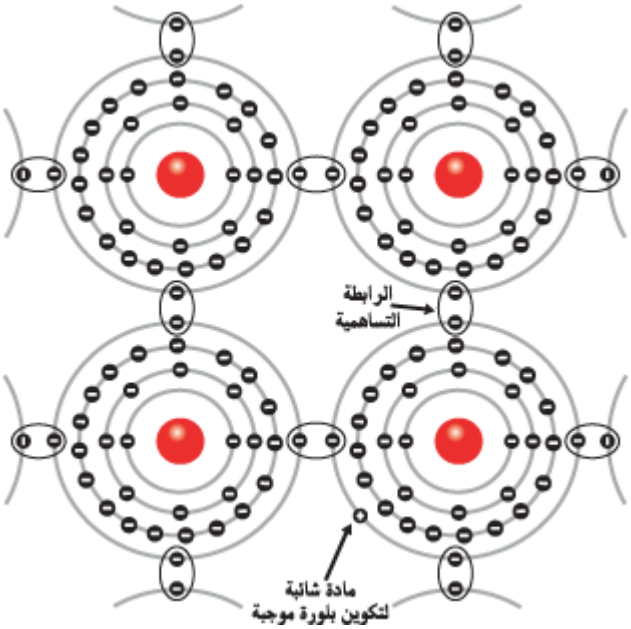
الحرة ، وتتحول المادة الى بللورة سالبة ، ويرمز لها بالرمز (N)

<u>البللورة الموجبة</u> P :

بنفس الأسلوب يتم اضافة مادة شائبة الى الجرمانيوم أو السيليكون ، ولكن في هذه الحالة يستخدم مادة شائبة ثلاثية التكافؤ مثل الانديوم (I N) أو الجاليوم (GA) أو البورون (B) .

الكترونات التكافؤ الثلاثة للانديوم كما في الشكل ترتبط مع ذرات الجرمانيوم برابطة تساهمية وهنا نجد أن ذرة الجرمانيوم ينقصها الكترون واحد حتى يكتمل البناء الترابطي التساهمي وهذا يعني وجود فجوة HOLE والتي تمثل شحنة موجبة لها قدرة قوية على جذب الالكترون.

بهذه الصورة يزداد عدد الفجوات ، أي عدد الشحنات الموجبة وتزداد معها ايجابية المادة وتصبح هذه الفجوات الموجبة مسئولة عن توصيل التيار في المادة ولهن ا يطلق على المادة (بللورة موجبة) ويرمز لها بالرمز P .



التطعيم بالشوائب ثلاثية التكافؤ لتكوين البلورة الموجبة P

الثنائي (دايود Diode)

يمر التيار من القطب الموجب إلى السالب

يوصل الثنائي تيارا عندما يكون موصلاً في الاتجاه الأمامي ، ولا يوصل تيارا عندما يكون موصلا في الاتجاه العكسي.

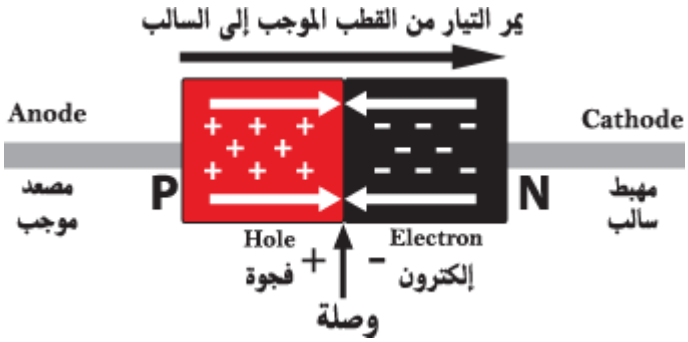
الثنائي أو الموحد (دايود) Diode

تركيب الثنائي :

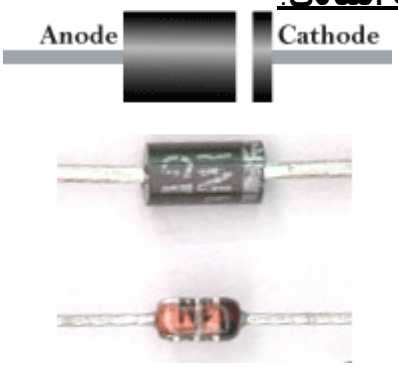
الثنائي عنصر اليكتروني يحتوي على طرفين (الانود والكاثود) ، يسمح الثنائي بمرور التيار الكهربي في اتجاه واحد وذلك عندما يكون جهد الأنود موجب بالنسبة للكاثود (توصيل أمامي) ، ولا يمر الا تيار ضئ يل جداً عندما يكون جهد الأنود سالباً بالنسبة للكاثود (توصيل عكسي) وهكذا يمكن اعتبار الموحد كمفتاح جهد يوصل في أحد الاتجاهات ولا يوصل في الاتجاه الآخر .

يتكون الثنائي من بللورتين ، احدهما سالبة والأخرى موجبة .

توصل البللورة الموجبة (P) والتي تحتوي على الفجوات الموجبة كحاملات للشحنة ،مع البللورة السالبة (N) والتي تحتوي على الالكترونات السالبة كحاملات للشحنة ، ويطلق على الخط الفاصل بينهما (وصلة) ، وتشير الأسهم الموضحة الى اتجاه حركة كل من تيار الفجوات وتيار الالكترونات .



تركيب الثنائي:



تجد دائما خط دائري حول الثنائي وهي علامة توضيحية تدل على مسار التيار من الأنود إلى الكاثود

رمزالثنائي :

يمر التيار من القطب الموجب إلى السالب

تجد خط في رمز الثنائي وهو أيضا دلالة على مسار التيار من الأنود إلى الكاثود

ملاحظة: نظرا لإستخدام المصطلح الإنجليزي في كثير من المحلات والشركات فسنقوم بتسمية الثنائي بالمسمى الإنجليزي وهو الدايود

خواص الثنائي :

يوصل الثنائي تيارا عندما يكون موصلاً في الاتجاه الأمامي ، ولا يوصل تيارا عندما يكون موصلا في الاتجاه العكسي .

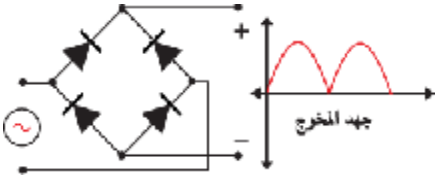
ويوضح الشكل منحنى خواص الثنائي في الحالتين والذي يمكن ايجازه في النقاط التالية :
يمرر التيار الكهربائي:

- يسمح الثنائي للتيار بالمرور في الاتجاه الأمامي عندما يتعدى الجهد الأمامي ما يسمى بالجهد الحاجز والذي يبدأ بعده الثنائي في التوصيل ، وتكون قيمتا الجهد الحاجز 0.7 فولت في ثنائيات السيليكون و 0.3 فولت في ثنائيات الجرمانيوم .

لايمرر التيار الكهربائي

- الجزء السفلي من المنحنى يمثل حالة التوصيل العكسي حيث يظل التيار تقريبا مساويا للصفر الى أن يصل الجهد الى جهد الانهيار حيث يمر تيار عكسي شديد اذا لم يحد يمكنة أن يتلف الثنائي.

التوحيد أو المقوم Rectifier



أنواع دوائر التوحيد :
1- موحدات نصف الموجة .
2- موحدات الموجة الكاملة باستخدام ثنائيين .
3- موحدات الموجة الكاملة باستخدام اربعة ثنائيات .

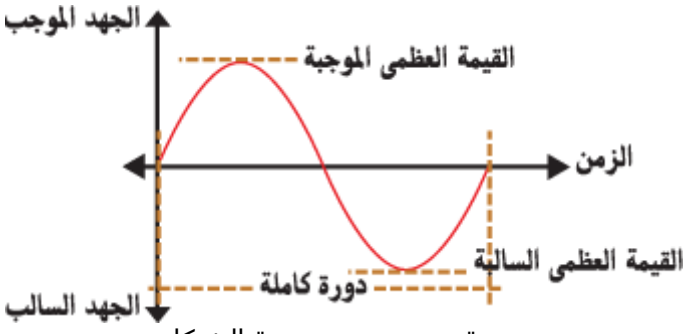
التوحيد أو المقوم Rectifier

استخدام الثن ائي كموحد للتيار المتغير:
يمكن استخدام الثنائي كموحد أو مقوم للتيار الكهربائي اعتمادا على خوا صة اذ أنة يسمح بمرور التيار في الأتجاه الأمامي ولا يسمح بمروره في الاتجاهه العكسي .

أنواع دوائر التوحيد :
1- موحدات نصف الموجة .
2- موحدات الموجة الكاملة باستخدام ثنائيين .
3- موحدات الموجة الكاملة باستخدام اربعة ثنائيات .

1- موحدات نصف الموجة :

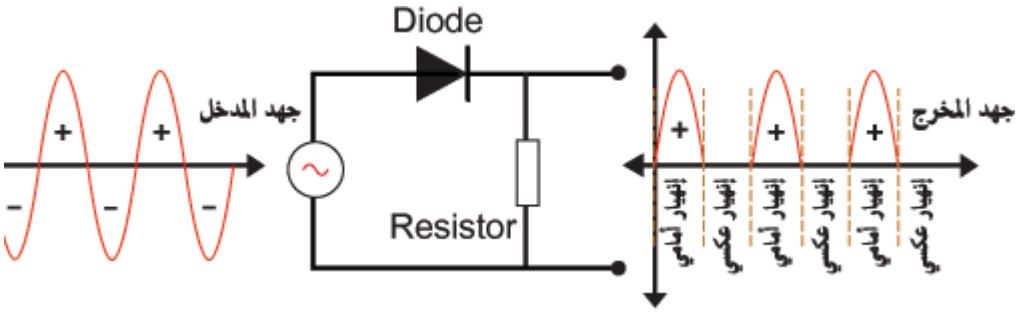
الثنائي يمكن أن يعمل كموحد لنصف الموجة. فالتيار المتردد تتغير قطبيتة بسرعة معينة أو تردد معين ، وهذا يعني أن الجهد يتغير في الدور ة الواحدة بحيث يبدأ من ا لصفر في بداية الدورة ثم يصل الى القيمة العظمى الموجبة ويعود ثانية الى الصفر ليكمل دورة كاملة. والشكل يوضح ذلك.



موجة جهد متردد جيبية الشكل

فاذا وصل الثنائي على التوالي مع حمل كما في الشكل فإنة يكون بمثابة مفتاح مغلق ومن ثم سيمرر التيار وذلك في نصف الموجة الموجبة للجهد فقط أي عندما يكون الجهد المسلط على الثنائي في الاتجاه الأمامي
أما في نصف الموجة السالب فان الثنائي سوف لا يمرر التيار لأن الجهد المسلط علية يكون في اتجاه

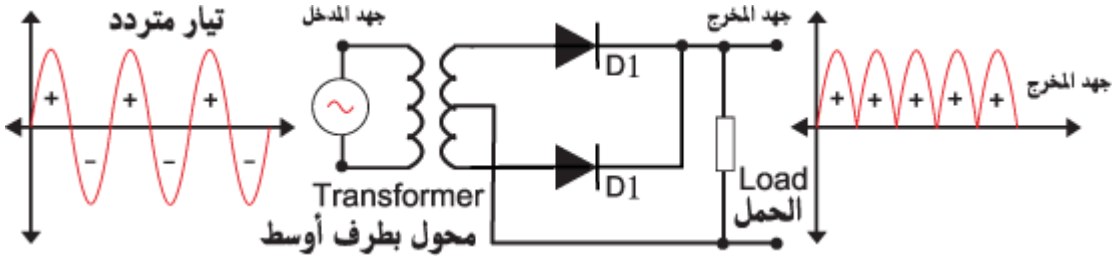
الانحياز العكسي والشكل يوضح دائرة موحد نصف موجة وكذلك شكل اشارتي الدخل والخرج.



دائرة موح د نصف موجة Half Wave Rectifier

2- **موحد الموجة الكاملة باستخدام ثنائين :**

اذا وصلنا ثنائيين بالكيفية الموضحة بالشكل فاننا نحصل على دائرة موحد موجة كاملة .



دائرة موحد موجة كاملة باستخدام ثنائيين

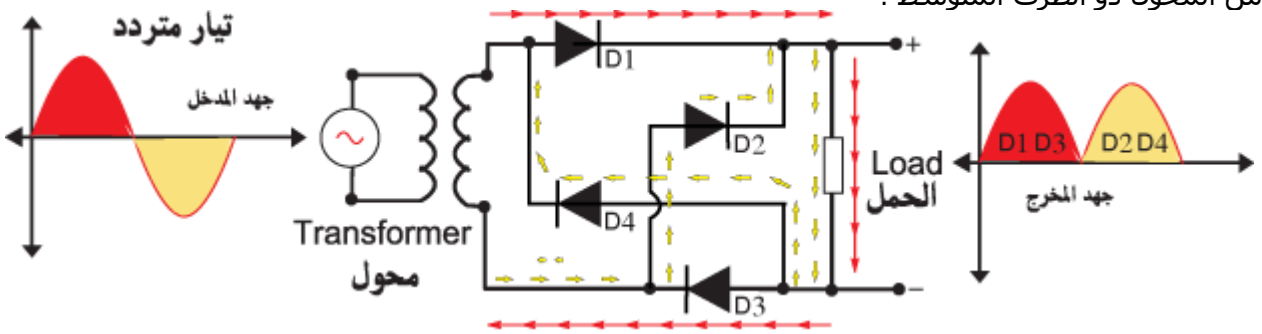
أثناء النصف الموجب من الموجة: يكون الثنائى العلوى موصلا توصيلا أماميا ، ويسمح بمرور نصف الموجة الموجب الى مقاومة الحمل ، في ذلك الحين يكون الثنائي السفلي موصلا توصيلا عكسيا .

أثناء النصف السلب من الموجة: يكون الثنائي السفلي موصلا توصيلا أماميا ، ويسمح بمرور نصف الموجة السالب الى مقاومة الحمل بنفس الكيفية وفي نفس الاتجاه التى مر بها ال نصف الموجب ،في ذلك الحين يكون الثنائي العلوي موصلا توصيلا عكسيا .

وبذلك يمر في مقاومة الحمل أنصاف موجات موجبة متتالية لا ينقصها عن الجهد المستمر الا ثبات قيمتها .

3- **موحد موجة كاملة باستخدام أربعة ثنائيات على شكل قنطرة :**

في هذا النوع من الموحدات تستخدم أربعة ثنائيات على شكل قنطرة ، ويستخدم محول ذو طرفين بدلا من المحول ذو الطرف المتوسط .

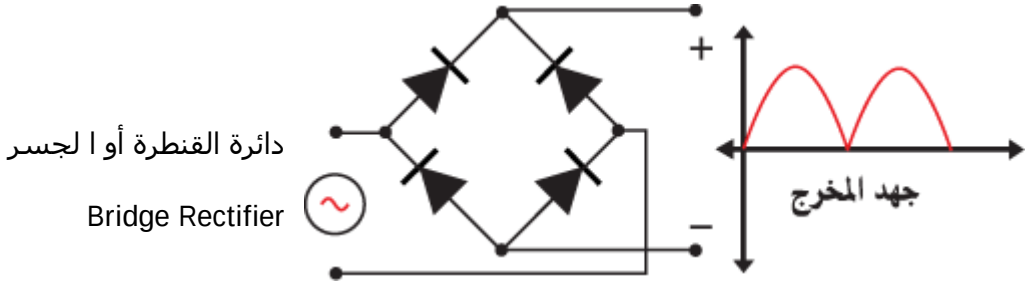


أثناء النصف الموجب من الموجه: **أثناء النصف السالب من الموجه:**

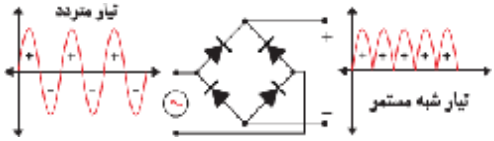
يكـــون الثنائيـــات D1 D3 موصـــلين توصـيلاأماميا والثنائيـان D2 D4 موصـلا توصـيلا عكـسيا ، ولـذلك يمـر التيـار مـن المحول الى مقاومة الحمل خلال الثنـائي D1 ومـن مقاومـة الحمـل الىـالمنبع مـرة أخرى خلال الثنائي D2 .

يكـون الثنائيـان D1 D3 موصـلين توصـيلا عكـسيا والثنائيـان D2 D4 موصـلا توصـيلا أماميا ، ولذلك يمـر التيـار مـن المحـول الـى مقاومـة الحمـل خـلال الثنـائي D2 ومـن مقاومة الحمل الى المنبع مرة اخـرى خـلال الثنائى D4 .

ملاحظة:
ترسم قنطرة الثنائيات بطرق كثيرة ولكي نتحاشى حدوث الخطأ عند توصيل الثنائيـات الأربعـة فاننـا يجـب أن نتذكر دائما أن اتجاهات الأسهم كلها تشير الى الطرف الموجب للخرج.
من أشـهر الدوائر دائرة الجسرBridge كما موضح بالشـكل.

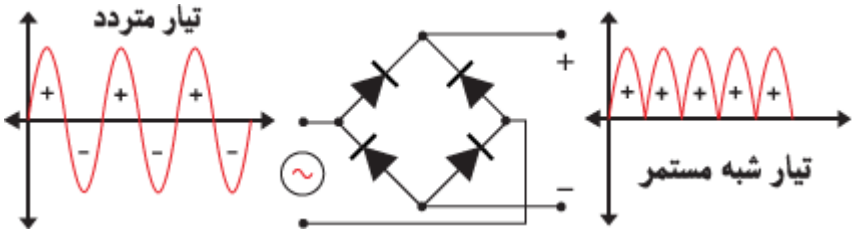


دوائر التنعيم



في دوائر التوحيد السابقة سواء دوائر توحيد نصف موجة أو دوائر توحيد الموجة الكاملة يمر في مقاومة الحمل أنصاف موجات موجبة متجاورة ومتتالية لا تصلح أن تكون بمثابة تيار مستمر ، ولذلك لابد من وسيلة لتحويل مثل هذا التيار الى تيار مستمر خالص ، ولذلك يستخدم ما يسمى (بدوائر التنعيم)

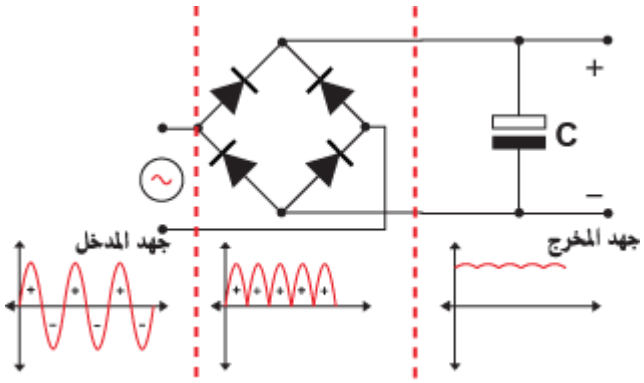
دوائر التنعيم



في دوائر التوحيد السابقة سواء دوائر توحيد نصف موجة أو دوائر توحيد الموجة الكاملة يمر في مقاومة الحمل أنصاف موجات موجبة متجاورة ومتتالية لا تصلح أن تكون بمثابة تيار مستمر ، ولذلك لابد من وسيلة لتحويل مثل هذا التيار الى تيار مستمر خالص ، ولذلك يستخدم ما يسمى (بدوائر التنعيم) .

تحتوي دوائر التنعيم على مكثفات وملفات ، تقوم المكثفات باختزان الشحنات أثناء النصف الموجب من الموجة وتفريغ هذه الشحنات أثناء غيابها وبذلك نضمن استمرار مرور شحنات في مقاومة الحمل .
أما الملفات فتمثل ممانعة أو معاوقة لمرور التيار المتردد وبذلك تحول هذه الملفات دون وصول التيار المتردد الى مقاومة الحمل .
وقد تكون دوائر التنعيم بسيطة تحتوى على مكثف واحد وقد تكون على شكل حرف T أو تكون على شكل حرف Π.

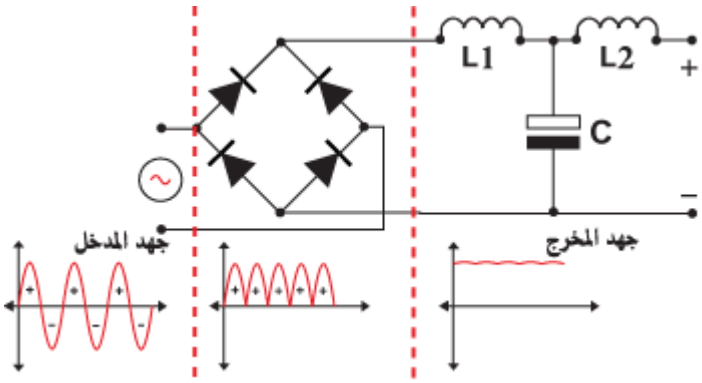
دائرة تنعيم بسيطة:



دائرة التنعيم بسيطة

تيار مستمر — دائرة التوحيد تيار شبه مستمر — مدخل التيار المتردد

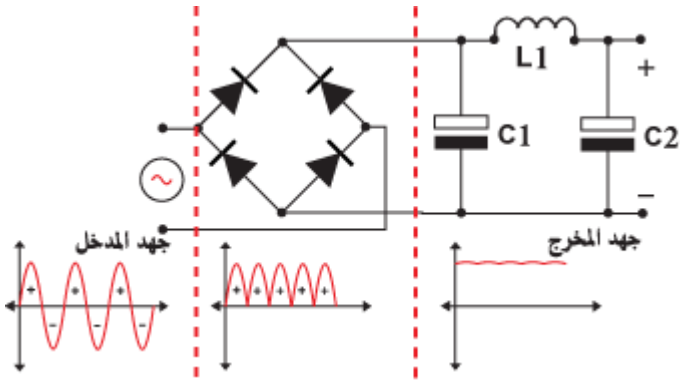
دائرة تنعيم على شكل حرف T



دائرة التنعيم T

تيار مستمر — دائرة التوحيد تيار شبه مستمر — مدخل التيار المتردد

دائرة تنعيم على شكل حرف



مدخل التيار المتردد — دائرة التوحيد تيار شبه مستمر — دائرة التنعيم Π تيار مستمر

أنواع الثنائيات (الدايود Diode Types)

ثنائي الجرمانيوم Ge Diode:

هو ذلك الثنائى المصنوع من الجرمانيوم ومحقون بشوائب تكون بلورة موجبة مع شوائب اخرى تكون بلورة سالبة ، بحيث تكون البلورتان الموجبة والسالبة متجاورتين .

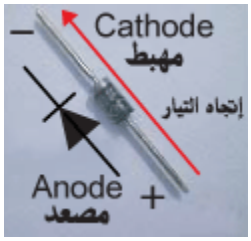
أنواع الثنائيات (الدايود) Types Diode

ثنائي الجرمانيوم Ge Diode:

هو ذلك الثنائى المصنوع من الجرمانيوم ومحقون بشوائب تكون بلورة موجبة مع شوائب اخرى تكون بلورة سالبة ، بحيث تكون البلورتان الموجبة والسالبة متجاورتين .

ثنائي السيليكون Se Diode:

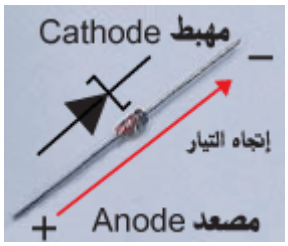
هو ذلك الثنائي المصنوع من السيليكون ومحقون بشوائب تكون بلورة موجبة مع شوائب اخرى تكون بلورة سالبة ، بحيث تكون البلورتان الموجبة ولسالبة متجاورتين .



هذا ثنائي الجرمانيوم من القطع المشهورة وتستعمل دائما في دوائر القدرة مثل دوائر التقويم Bridge ومن أشهرها (N40011 Power Diode) والخط الفضي دائما يدل على الكاثود.

ثنائي الزينر Zener D iode:

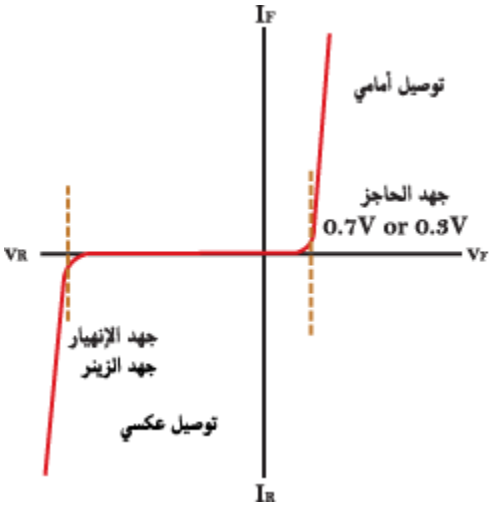
هناك مشكلة أساسية في منابع القدرة ال D.C هي أن جهد الخرج عادة ما يتغير مع تغيرات جهد الدخل أو الحمل ، وبالطبع فانة يكون من المفضل في معظم الدوائر الحصول على جهد ثابت بصرف النظر عن التغيرات في جهد الدخل أو الحمل ، ولتحقيق ذلك لابد من استخدام دائرة " منظم جهد " وقد صممت دوائر عديدة لهذا الغرض وكان العنصر الأساسي فيها هو ثنائى الزينر.



يستخدم ثنائي الزينر عادة في تثبيت جهد الخرج ويكتب عادة الجهد المثبت على قطعة الزينر. والخط الأسود دائما يدل على الكاثود.

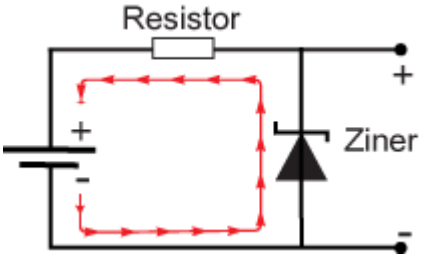
منحنى خصائص ثنائي الزينر :

يعمل الزينر كثنائي عادي اذا وصل توصيلا أماميا أما اذا وصل توصيلا عكسيا فانه عند قيمة معينة في الجهد العكسي سوف يزداد التيار العكسي بصورة مفاجئة وشديدة ، يسمى الجهد العكسي الذى يتسبب في حدوث تيار عكسي " جهد الانهيار " أو " جهد الزينر " ، ويعتمد جهد الانهيار أو جهد الزينر أساسا على كمية الشوائب التى طعمت بها المادة لتي صنع منها ثنائى الزينر.



والنقاط التالية جديرة بالذكر:

- يستغل جهد الانهيار العكسي لثنائى الزينر كجهد مرجعي في دوائر تثبيت الجهد .
- يوصل ثنائى الزينر دائما عكسيا أما اذا وصل توصيلا أماميا فان خواصه تكون مثل الموحد العادي.
- عند دخول ثنائي الزينر منطقة الانهيار فانه لن يتلف أو يحترق حيث أن الدائرة الخارجية الموصلة به تحد التيار ليكون أقل من القيمة التى تسبب تلفه.

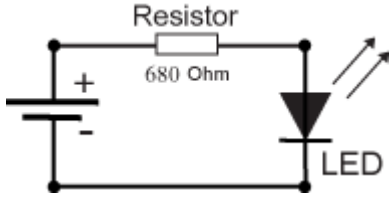


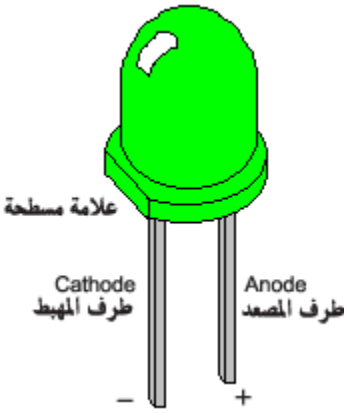
تنظيم الجهد بواسطة موحد الزينر
Zener Voltage Regulator:

يوضح الشكل دائرة بسيطة تشرح كيفية استخدام ثنائى الزينر في تنظيم الجهد ال ODC
المقاومة R تحد من قيمة التيار ، جهد الخرج ثابت ويساوى جهد انهيار الزينر بغض النظر عن تغير جهد الدخل أو تغير التيار المسحوب بواسطة الحمل .

ثنائى الانبعاث الضوئي Light Emitting Diode (LED) :

ثنائي الأنبعاث الضوئي ال L.E.D يشع الضوء عندما يثار باشارة كهربية.
ويوصل ثنائى الأ نبعاث الضوئى كما في الشكل في الاتجاه الأمامي وتعتمد نظرية عمل هذا الثنائي على أن الطاقة الكهربية المعطا ة له بالتوصيل الأمامي تعمل على تحريك حاملات الشحنة مما يؤدي الى تولد فوتونات حرة تنبعث في كل الاتجاهات مسببة اشعاع الضوء .
وتوصل دائما مقاومة قيمتها مابين 680أوم إلى 1 كيلو أوم لتحمي الثنائي البعث للضوء LED





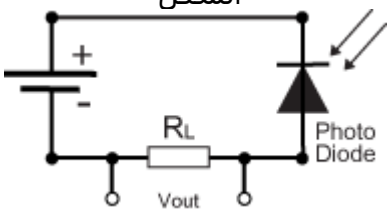
هذا الشكل العام للثتائي الباعث وله عدة ألوان منها البرتقالي والأصفر والأحمر والأخضر .
ولمعرفة طرف الكاثود أو السالب تجد طرف أطول من الطرف الأخر أو تجد كشطة أو سطح عند إحدى الأطراف.

الثنائى الضوئى Diode Photo:

يتكون الثنائى الضوئى من شبه موصل موجب P واخر سالب N ونافذة شفافة منفذة للضوء كما يتضح من الشكل.

عندما يسقط الضوء على الثنائى الضوئى ، يقوم الضوء بكسر الروابط البلورية ويتحرر عدد من الشحنات التى تسمى بـشحنات الأقلية ، يزداد هذا العدد بزيادة الضوء الساقط مكونا تيارا يسمى بتيار التسريب يستخدم في الدوائر الالكترونية .

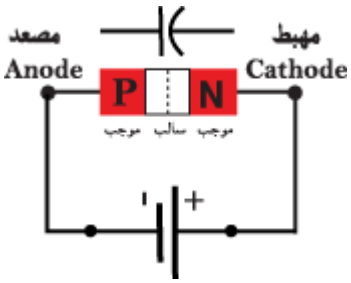
يوصل الثنائى الضوئى توصيلا عكسيا كما في الشكل



الثنائى السعوى Diode Varactor:

تستخدم الثنائيات السعوية كمكثفات متغيرة اعتمادا على الجهد الواقع عليها.

والثنائى السعوى أساسا عبارة عن وصلة ثنائية موصلة في الاتجاه العكسي وذلك كما في الشكل.

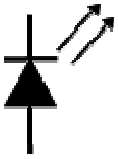
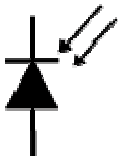


نظرية العمل :

عند توصيل الوصلة الثنائية السعوية عكسيا ، يتكون ما يسمى بمنطقة الاستنفاذ هذه المنطقة تعمل بدلا من عازل المكثف أما المنطقة P ، والمنطقة N فانهما يعملان كلوحى مكثف.

عندما يزداد جهد التغذية العكسي فان منطقة الاستنفاذ تتسع لتزيد بذلك سمك العازل وتنقص السعة ، وعندما يتناقص جهد التغذية العكسي يضيق سمك منطقة الاستنفاذ وبذلك تزداد السعة.

الرموز المعبرة عن الثنائيات :

General Diode	Zener Diode	Tunnel Diode	Schotky Diode	Varactor Diode	Gun Diode	Light Emitting Diode LED	Photo Diode	Photo Diode
								
ثنائي عام	ثنائي الزينر	ثنائي النفق	ثنائي سجوتكي	ثنائي سعوي	ثنائي جان	ثنائي مشع	ثنائي ضوئي	ثنائي ضوئي

الترانزستور Transistors

الترانزستور Transistor:

عندما تضاف طبقة ثالثة للثنائي بحيث يكون وصلتين فان الناتج هو عنصر جديد يطلق علية " الترانزستور "
ويتمتع الترانزستور بقدرة عالية على تكبير الاشارات الالكترونية ، هذا بالرغم من حجمة الصغير .

الترانزستور Transistors

الترانزستور:
عندما تضاف طبقة ثالثة للثنائي بحيث يكون وصلتين فان الناتج هو عنصر جديد يطلق علية " الترانزستور "
ويتمتع الترانزستور بقدرة عالية على تكبير الاشارات الالكترونية ، هذا بالرغم من حجمة الصغير .

أنواع الترانزستور :

هناك نوعيم من الترانزستور يختلف كل واحد في تركيبه وهما كالتالي:

1- **الترانزستور ال** PNP :

يحتوى الترانزستور ال PNP على ثلاثة بللورات اثنتان موجبتان P وبينهما واحدة سالبة N ليتكون بذلك الترانزستور ال PNP .

شكل الترانزستور ال PNP

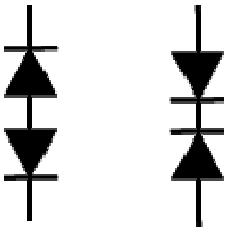
2- **الترانزستور ال** NPN :

يحتوى الترانزستور ال NPN على ثلاثة بللورات اثنتان سا لبتان N وبينهما واحدة موجبة P ليتكون بذلك الترانزستور ال NPN .

شكل الترانزستور ال NPN

تركيب الترنزستور :

يحتوى الترانزستور على وصلتين وبذلك يمكن اعتباره كثنائيين موصل بين ظهرا لظهر او وجها لوجه وذلك كما في الشكل



شكل التعبير عن الترانزستور باستخدام الثنائيات

NPN PNP

يحتوى كل ترانزستور على ثلاث أطراف وهي كما يلي :

1- المشع Emitter : وهوالجزء المختص بامداد حاملات الشحنة (الفجوات في حالة الترانزستور PNP والالكترونات في الترانزستور NPN ويوصل المشع أماميا (forward) بالنسة للقاعدة وبذلك فهو يعطي كمية كبيرة من حاملات الشحنة عند توصيلة .

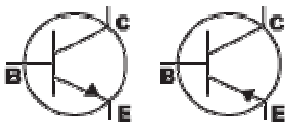
2- المجمع Collector : ويختص هذا الجزء من الترانزستور بتجميع حاملات الشحنة القادمة من المشع ، ويوصل عكسيا (reverse) مع القاعدة .

3- القاعدة Base : وهي عبارة عن الجزء الأوسط بين المشع والمجمع ويوصل أماميا (forward) مع المشع ، وعكسيا (reverse) مع المجمع .

رموز الترانزستور :

هناك رمزين للترنزستور والسهم يدل على نوعه كما بالشكل:

يدل السهم على نوع الترنزستور فالسهم الخارج يدل على ترانزستور NPN والداخل يدل على ترانزستورPNP



NPN PNP

أشكال الترنزستور:

ترانزستور عادي ترانزستور معدني

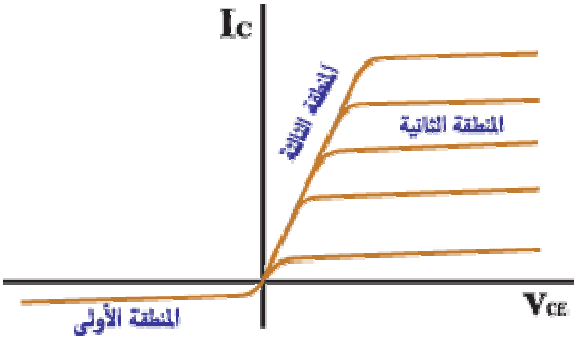
خصائص الترانزستور :

يوصل الترانزستور تيارا في الاتجاه الأمامي ولا يوصل تيارا في الاتجاه العكسي ومنطقة التوصيل تنقسم الى ثلاث مناطق :

المنطقة الأولى: وهى منطقة القطع التي لا يمر فيها تيار في مجمع Base الترانزستور .

المنطقة الثانية: وهى منطقة التكبير أو المنطقة الفعال ة أو منطقة التشغيل الخطية للترانزستور .

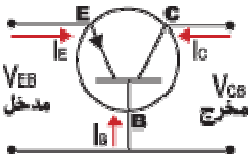
المنطقة الثالثة: وهى منطقة التشبع التى يمر فيها أكبر تيار في مجمع Base الترانزستور في المنطقة الأولى والثالثة يعمل الترانزستور كمفتاح ، وفي المنطقة الثانية يعمل الترانزستور كمكبر .



طرق توصيل الترانزستور Transistor Connection Types

طرق توصيل الترانزستور :

يوصل أحد أطراف الترانزستور باشارة الدخل والطرف الثاني يوصل باشارة الخرج ويشترك الطرف الثالث بين الدخل والخرج ، ولهذا يوصل الترانزستور في الدوائر الالكترونية بثلاث طرق مختلفة .



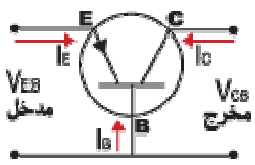
طرق توصيل الترانزستور Transistor Connection Types

طرق توصيل الترانزستور :

يوصل أحد أطراف الترانزستور باشارة الدخل والطرف الثاني يوصل باشارة الخرج ويشترك الطرف الثالث بين الدخل والخرج ، ولهذا يوصل الترانزستور في الدوائر الالكترونية بثلاث طرق مختلفة .

القاعدة المشتركة Common Base:

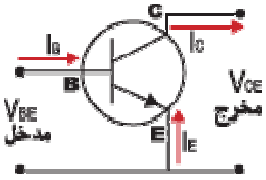
توصيل اشارة الدخل بين المشع والقاعدة Emitter and Base ، وتوصل اشارة الخرج بين المجمع والقاعدة Base Collector and ويلاحظ أن طرف القاعدة Base مشتركا بين الدخل والخرج ، ولهذا سميت طريقة التوصيل هذه بالقاعدة المشتركة Common Base .



الشكل يبين ترانزستور موصل ب طريقة القاعدة المشتركة Common Collector

المشع المشترك Common Emitter:

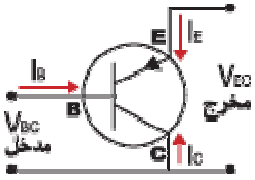
توصل اشارة الدخل بين القاعدة والمشع Emitter and Base ، وتوصل اشارة الخرج بين المجمع والمشع Base and Emitter ويلاحظ أن طرف المشع Emitter مشتركا بين الدخل والخرج ، ولهذا سميت طريقة التوصيل هذه بالمشع المشترك Common Emitter.



الشكل يبين ترانزستور موصل بطريقة المشع المشترك Common Emitter

المجمع المشترك Common Collector:

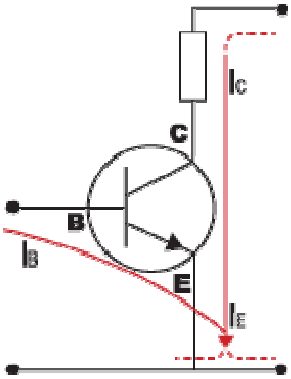
توصل اشارة الدخل بين القاعدة والمجمع Collector and Base، وتوصل اشارة الخرج بين المشع والمجمع and Emitter Base ويلاحظ أن طرف المجمع Collector مشتركا بين الدخل والخرج ، ولهذا سميت طريقة التوصيل هذه بالمجمع المشترك Collector Common.



الشكل يبين ترانزستور موصل بطريقة المجمع المشترك Common Collector

بعض الحقائق عن الترانزستور :

- طبقة القاعدة Baseفي الترانزستور تكون رقيقة جدا يليها المشع Em itter أكبرهم المجمع. Collector
- يكون المشع Emitterمشبعا بحاملات الشحنة بحيث يمكنة امداد عدداً هائلا منها أما القاعدة Base فتكون خفيفة التشبع وتعمل على امرار غالبية الشحنات القادمة من المشع Emitter الى المجمع Collectorويكون المجمع متوسط التشبع.
- وصلة المشع مع القاعدة Emitter-Base



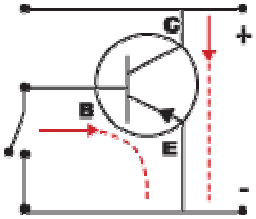
الشكل يبين اتجاهات التيار (الفجوات) في الترنزستورNPN

تكون أمامية Forward دائما أما وصلة المجمع مع القاعدة Collector-Base فتكون عكسية. Reverse

يتميز المشع Emitter عن بقية أطراف الترانزستور بوجود سهم علية ، يشير السهم الى اتجاه التيار (الفجوات) ، ففي نوع PNPنجد أن التيار(الفجوات) يتدفق خارجاً من المشع Emitter أما في النوع NPNنجد أن التيار يتجه داخلا الى المشع Emitter .

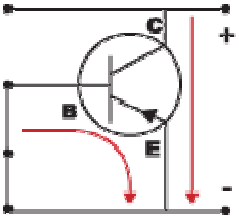
<u>هناك مساران للتيار في دوائر الترانزستور:</u>

<u>المسار الأول</u> : المجمع Collector – المشع Emitter.



فإذا سلط فرق جهد بين مجمع Collector ومشع Emitter ترانزستور من النوع PNP بحيث يكون المجمع Collector موجبا بالنسبة للمشع Emitter وتركت دائرة القاعدة Base – المشع Emitter مفتوحة فسوف لا يمر تيار لا في دائرة المجمع Collector – المشع Emitter ولا في دائرة القاعدة Base – المشع Emitter .

<u>المسار الثاني</u> : القاعدة Base – المشع Emitter.



إذا سلط جهد انحياز أمامي على دائرة القاعدة Base – المشع Emitter قيمتة (0,7) فولت فان عدد من الالكترونات تترك المشع Emitter بسبب جهد الانحياز الأمامى بين القاعدة Base والمشع Emitter متجهة نحو القاعدة Base .

وحيث أن القاعدة Base غير مشبعة بالشحنات ورقيقة جدا (1 1000 من المللى متر) ، لذلك فان عدد الالكترونات التي تتحد بالفجوات فى القاعدة Base يكون قليلا جدا لا يتعدى 1 % من الكترونات المشع Emitter التى تتجه نحو القاعدة Base.

يقوم الجهد الموجب للمجمع Collector بجذب هذه الالكترونات نحوه لتكون r التيار المار في دائرة المجمع – Collector المشع.Emitter

مما سبق نستنتج أن:

يكون الترانزستور فى حالة قطع اذا كان جهد القاعدة – المشع أقل من 0.7 فولت فى حالة ترانزستورات السيليكون ، 0.3 فولت في حالة ترانزستورات الجرمانيوم.

فى الوقت الذى يكون فيه جهد القاعدة –المشع يساوى من 0.7 فولت فى ترانزستورات السيليكون يتزايد تيار المجمع بتزايد تيار القاعدة.

- تيار القاعدة أصغر بكثير من تيار المجمع ولكنه يتحكم فيه ، أى أن النقص القليل فى تيار القاعدة يناظره نقص كبير فى تيار المجمع والزيادة القليلة فى تيار القاعدة يناظرها زيادة كبيرة فى تيار المجمع.
- ولهذا تدخل الاشارة صغيرة الى دائرة القاعدة – المشع وتخرج كبيرة من دائرة المجمع – المشع.