كلية التعليم الصناعي

الفرقة الأولى

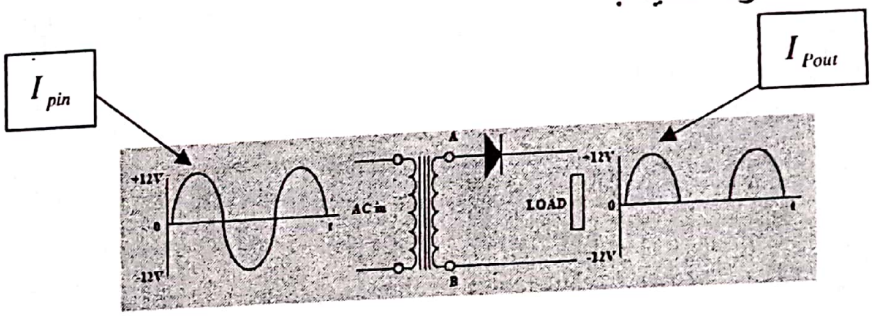
ورشة الكترونيات

م/ هبة الله حسين

أولاً: مراجعة على بوردة الاختبار Test board وكيفية التوصيل عليها؟!

ثانياً: دوائر مقوم نصف موجه.

نعلم أن الدايود يمرر التيار الكهربي في إتجاه واحد فقط وهو الإتجاه الذي يجعله متصلا توصيلا أماميا ، لذلك فإن الدايود إذا اتصل بمصدر تيار متردد فإنه سوف يمرر إتجاه واحد فقط من الإشارة الإتجاه الموجب أو السالب حسب توصيله ، إنظر الدائرة التالية :



نلاحظ هنا أن الإتجاه الموجب للإشارة هو الذي جعل الدايود يتصل بشكل أمامي ، لذلك مرره ، في حين أن الإتجاه السالب من الإشارة ،يجعل الدايود يتصل بشكل عكسي أو خلفي ، لذا فلم يمر ، وهذا هو المسمى بـتوحيد نصف الموجة او مقوم نصف الموجه.

نلاحظ أيضا أن المحول المستخدم هنا هو للربط فقط .

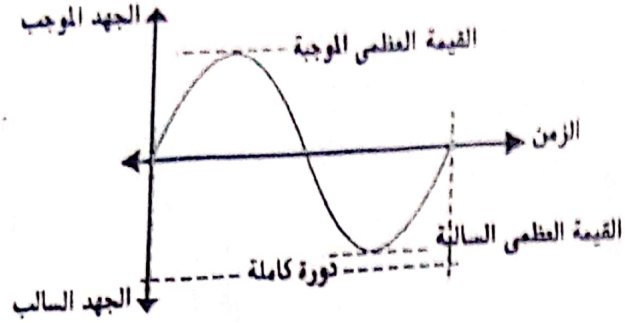
دائرة مقوم موجة كاملة .

يمكن توحيد الإشارة توحيد موجة كاملة باستخدام طريقتين :

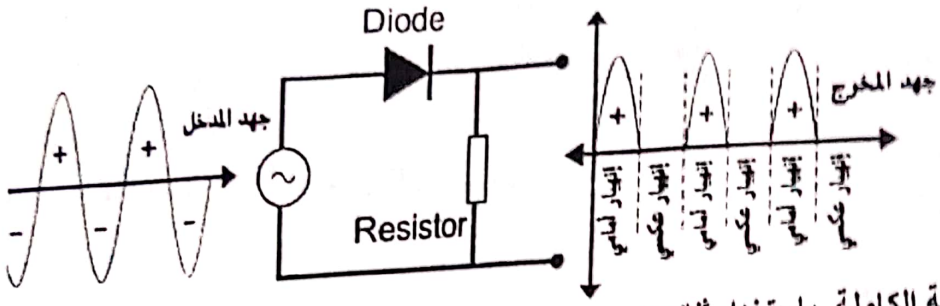
١) باستخدام دائرة القنطرة Bridge Circuit

إنظر الدائرة التالية :

Scanned with CamScanner

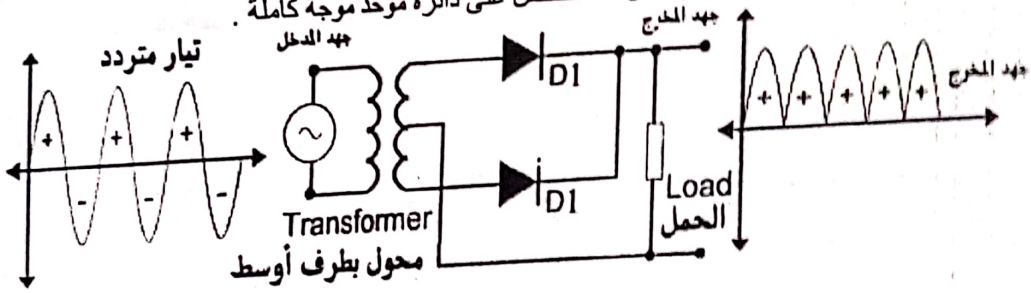


فاذا وصل الثنائي على التوالي مع حمل كما في الشكل فإنه يكون بمثابة مفتاح مغلق ومن ثم سيمرر التيار وذلك في نصف الموجة الموجبة للجهد فقط أي عندما يكون الجهد المسلط على الثنائي في الاتجاه الأمامي
أما في نصف الموجة السالب فان الثنائي سوف لا يمرر التيار لأن الجهد المسلط علية يكون في اتجاه الانحياز العكسي والشكل يوضح دائرة موحد نصف موجة وكذلك شكل اشارتي الدخل والخرج.



٢- موحد الموجة الكاملة باستخدام ثنائيين :

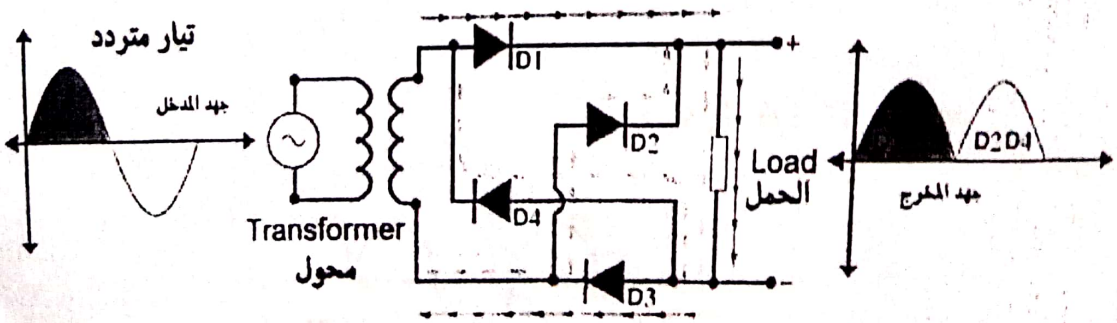
اذا وصلنا ثنائيين بالكيفية الموضحة بالشكل فاننا نحصل على دائرة موحد موجة كاملة .



أثناء النصف الموجب من الموجة: يكون الثنائي العلوى موصلا توصيلا أماميا ، ويسمح بمرور نص ف 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 .

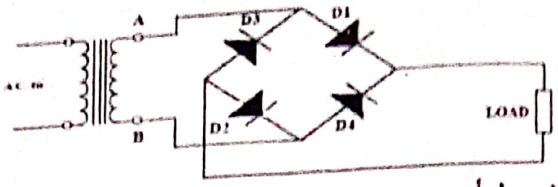
٣- موحد موجبة كاملة باستخدام أربعة ثنائيات على شكل قنطرة :

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

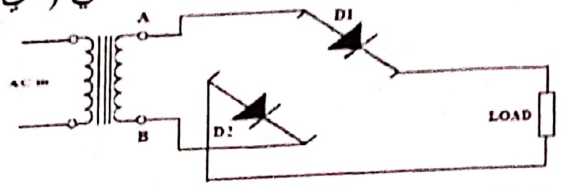


أثناء النصف الموجب من الموجه:
يكون الثنائيات D1 D3 موصلين توصيلا أماميا والثنائيان D2 D4 موصلا توصيلا عكسيا ، وذلك يمر التيار من المحول الى مقاومة الحمل خلال الثنائي D1 ومن مقاومة الحمل الى المنبع مرة أخرى خلال الثنائي Id /> D2 <.

Scanned with CamScanner

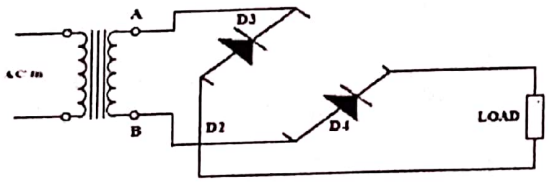


لاحظ أنه عند مرور الإشارة المتغيرة ، فإنه في النصف الموجب سوف تكون الدايودات D1 و D2 متصلين توصيلا أماميا (أي كأنهم مفاتيح مغلقة) ، وباقي الدايودات ستكون متصلة بشكل عكسي (اي كأنهم مفاتيح مفتوحة)



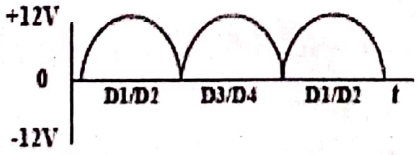
بهذا الشكل سوف يسري التيار للحمل ويكون الموجب في الطرف الأعلى ، والسالب في الطرف الأسفل.

وفي حالة مرور النصف السالب من الموجة ، فإن الدايودات D3 و D4 ، سوف تكون هي المتصلة أماميا وباقي الدايودات ستكون متصلة عكسيا .

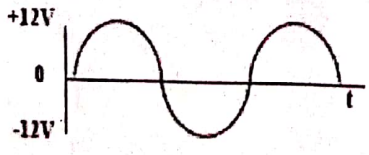


وبهذه الطريقة سوف يسري التيار للحمل ويكون الموجب على الطرف العلوي للحمل أيضا ، والسالب على الطرف السفلي .

فيكون شكل إشارة الخرج (على الحمل) كالآتي :



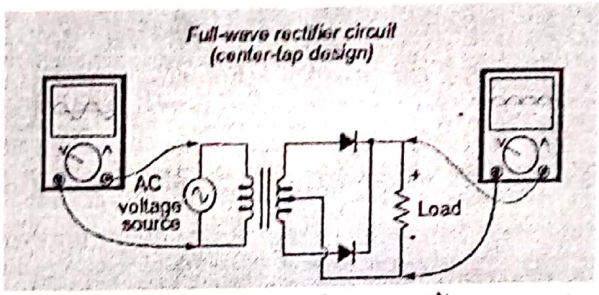
حيث أن إشارة الدخل هي :



Scanned with CamScanner

٢) باستخدام دائرة الـ " Center tapped transformer "

لاحظ الدائرة التالية :



عند مرور النصف الموجب من الموجه ، فإن الدايود الموجود في الأعلى سيكون موصلا توصيلا أماميا ، والدايود السفلي سيكون موصلا توصيلا عكسيا ، وعند مرور النصف السالب من الموجب ، يحدث العكس .
وبالتالي فإن الإشارة الناتجة في الخرج تكون كما هي موضحة في الصورة السابقة.

الآن بعد أن تعرفنا على طرق توحيد الموجة " نصف موجة أو موجة كاملة " ، نريد أن نتعلم كيفية تكوين دائرة تحول التيار الـ AC إلى تيار DC .

التحويل من AC إلى DC .

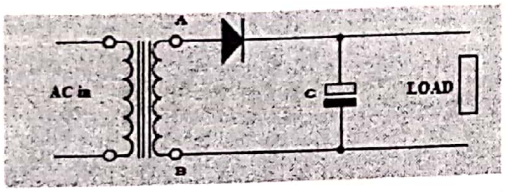
نعلم أن معظم الأجهزة الكهربية في المنازل تعمل بتيار ثابت DC ، ولكن التيار الواصل للمنازل يكون AC ، وهذا لأنه لا يمكن نقل الإشارات الـ AC باستخدام المحولات الكهربائية كما ذكرنا .
لذلك نجد أنه في كل جهاز يعمل بالتيار الثابت ، يوجد دائرة كهربية في بدايته تسمى دائرة الـ Power supply ، وهي الدائرة التي تحول التيار من متغير إلى ثابت .

وظيفة هذه الدائرة بالترتيب ، الآتي :
١) تقوم أولا بخفض قيمة الإشارة إلى الحد المطلوب لعمل الجهاز (٣ فولت ، ٥ فولت ، ١٢ فولت .... إلخ)
٢) تقوم بعد ذلك بتوحيد التيار المتغير (سواء توحيد موجة كاملة أو نصف موجة)
٣) تقوم بتنعيم التيار بعد توحيده
٤) تقوم في النهاية بتثبيت التيار عند القيمة الـ DC المطلوبة

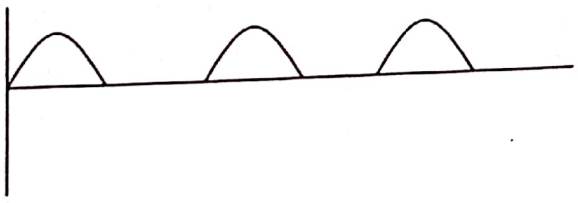
Scanned with CamScanner

مرحلة تنعيم التيار

لاحظ الدائرة التالية:



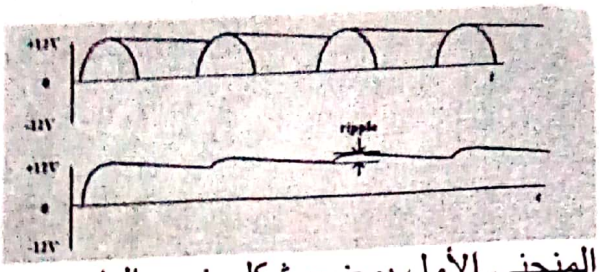
هذه دائرة توحيد نصف موجة ، فلذلك فإن الإشارة إذا خرجت من الموحد على الحمل مباشرة ، فإنها ستكون بالشكل التالي :



ولكن إذا مرت على المكثف الموضح أولا ، فإن كل نصف من هذه الأنصاف ، سوف يعمل على شحن المكثف حتى القيمة العظمى التي تصل إليها الإشارة، وعند هبوط الإشارة ، فإن المكثف سوف يبدأ بالتفريغ ، وهكذا مع كل نصف موجه ، إذا فالسؤال هو ، ما فائدة المكثف في تلك الحالة ؟؟ الإجابة هي ، لا يوجد له فائده في تلك الحالة ، إذا كان يشحن ويفرغ بسرعة عالية جدا، فهوبذلك يمرر الإشارة فقط ، ولكن إذا كان المكثف يشحن بسرعة ، ويفرغ ببطء فهنا تظهر فائدته .

فتكون الإشارة كالآتي :

Scanned with CamScanner



المنحنى الأول يوضح شكل خرج الدايود ، وخرج المكثف ، والمنحنى الثاني يوضح خرج المكثف فقط .

لاحظ كيف قام المكثف بعمل تنعيم للتيار ، ولكن لاحظ أيضا أنه ما زال هناك تذبذب قليل في الإشارة ، فتلك الإشارة لا يمكن أن تدخل على الجهاز الإلكتروني مباشرة بهذا الشكل ، لذا نقوم بعملية التثبيت في النهاية .

إذا توصيل أي مكثف على التوازي يعمل على تنعيم التيار ، ولكن إذا كان المكثف صغير السعة جدا ، فإن عملية التنعيم التي سيقوم بها ستكون غير ملحوظة نهائيا ، ولذلك نستخدم مكثفات ذات سعة كهربائيا عالية في عملية التنعيم ، حتى يكون زمن التفريغ كبير ، لذا نستخدم المكثفات الكيميائية في عمليات تنعيم التيار ، نظرا لسعتها الكبيرة .

وهناك أمر آخر ، نحن قمنا بعمل تنعيم لنصف موجة ، فإذا قمنا بعمل تنعيم لموجة كاملة ، سوف يكون الخرج أكثر ثباتا مما هو موضح .

مرحلة تثبيت التيار .

لابد من التعرف على عنصر إلكتروني هام أولا قبل التحدث عن مرحلة تثبيت التيار ، وهو :

(موحد الزنر) Zener Diod

موحد الزنر هو دايود عادي مثل السابق ، ولكنه heavily dopped ، أي معمول له عملية تطعيم شديدة ، أي به شوائب بكثافة أكبربكثير من الدايود العادي .

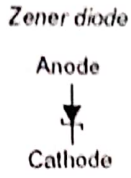
ثنائي زنر صنع خصيصا للعمل في إتجاه التوصيل العكسي ، حيث أن فكرة عمله هي :

إذا تم توصيله أماميا ، فإنه يوصل التيار ، وإذا تم توصيله عكسيا ، فإنه يمنع مرور التيار ، ولكن إذا كان مصدر الجهد في حالة تزايد في القيمة (وزنر متصل عكسيا) ، فإن فرق الجهد المطبق على ثنائي زنر يبدأ يزيد مع زيادة الجهد للمصدر ، حتى

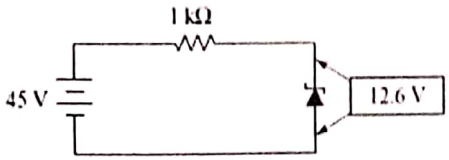
Scanned with CamScanner

يصل إلى قيمة معينة للجهد ،فيثبت فرق الجهد بين طرفيه عند هذه القيمة حتى لو زادت قيمة مصدر الجهد عن ذلك .

إذا ثنائي زنر يوصل عكسيا ، ويعرف بجهد تشغيله ، ويرمز له بالرمز التالي :



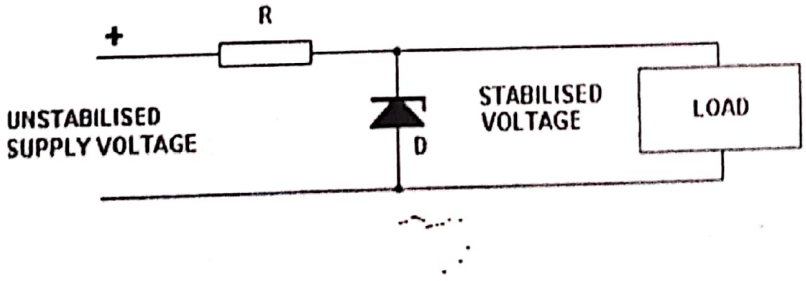
والدائرة التالية توضح عمل ثنائي زنر :



Diode V_{Zener} = 12.6 V

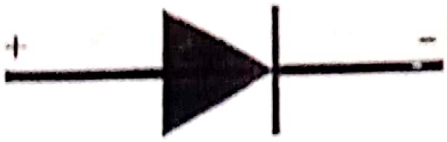
فنلاحظ أن فرق الجهد المطبق على ثنائي زنر ثابت عند القيمة ١٢.٦ فولت ، إذا يمكن اعتبار أن فرق الجهد المطبق على ثنائي زنر هو مصدر جهد ثابت آخر .

الآن في مرحلة التثبيت ، يتم استخدام ثنائي زنر كما قلنا ، فيعمل على تثبيت قيمة التيار في الخرج كالآتي :



Scanned with CamScanner

الثنائي أو الموحد (دايود) Diode

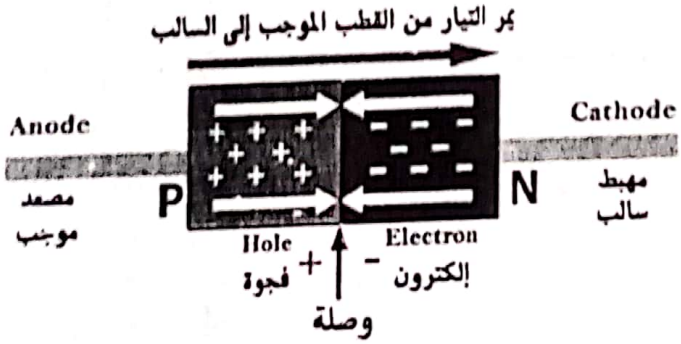


يمر التيار من القطب الموجب إلى السالب

يوصل الثنائي تيارا عندما يكون موصلا في الاتجاه الأمامي ، ولا يوصل تيارا عندما يكون موصلا في الاتجاه العكسي.
وظيفة الدايود: ان الوظيفة الأساسية للدايود هى تحويل التيار المتغير الى تيار مستمر.

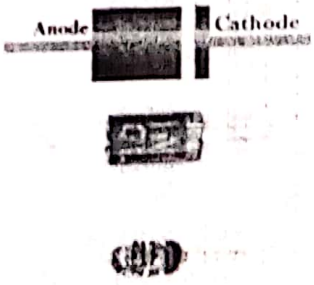
تركيب الثنائي (الدايود):

الثنائي عنصر اليكتروني يحتوي على طرفين (الانود والكاثود) ، يسمح الثنائي بمرور التيار الكهربي في اتجاه واحد وذلك عندما يكون جهد الانود موجب بالنسبة للكاثود (توصيل أمامي) ، ولا يمر الا تيار ضئيل جدا عندما يكون جهد الانود سالبا بالنسبة للكاثود (توصيل عكسي) وهكذا يمكن اعتبار الموحد كمفتاح جهد يوصل في أحد الاتجاهات ولا يوصل في الاتجاه الأخر .
يتكون الثنائي من بلورتين ، احدهما سالبة والأخرى موجبة .
توصل البلورة الموجبة (P) والتي تحتوي على الفجوات الموجبة كحاملات للشحنة مع البلورة 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 .

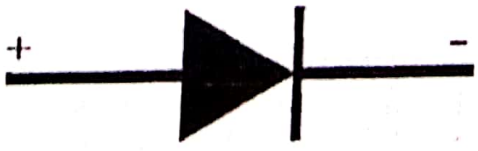


تركيب الثنائي:

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



رمز الثنائي :



يمر التيار من القطب الموجب إلى السالب

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

Scanned with CamScanner

ملاحظة: نظرا لاستخدام 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 .

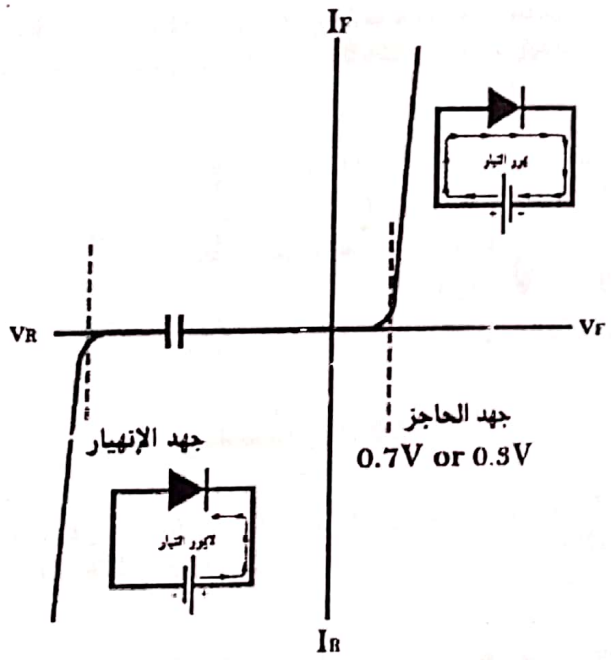
ويوضح الشكل منحنى خواص الثنائي في الحالتين والذي يمكن ايجازه في النقاط التالية :

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 ٠.٧ فولت في ثنائيات السيليكون و ٠.٣ فولت في ثنائيات الجرمانيوم .

لا يمرر 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 شد يد اذا لم يحد يمكنه أن يتلف الثنائي.



التوحيد أو المقوم Rectifier

استخدام الثنائي كموحد للتيار المتغير:

يمكن استخدام الثنائي كموحد أو مقوم للتيار الكهربائي اعتمادا على خواصة اذ أنة يسمح بمرور التيار في الأتجاه الأمامي ولا يسمح بمروره في الاتجاهه العكسي .

أنواع دوائر التوحيد :

١- موحدات نصف الموجة .
٢- موحدات الموجة الكاملة باستخدام ثنائيين .
٣- موحدات الموجة الكاملة باستخدام اربعة ثنائيات .

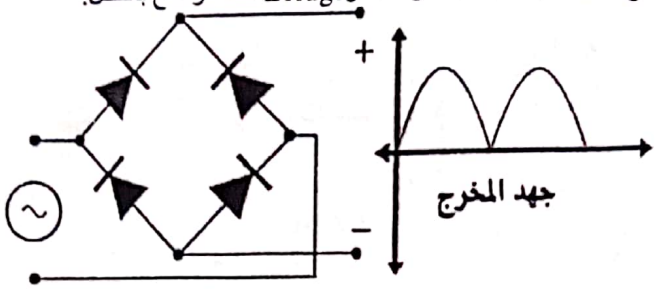
١- موحدات نصف الموجة :

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

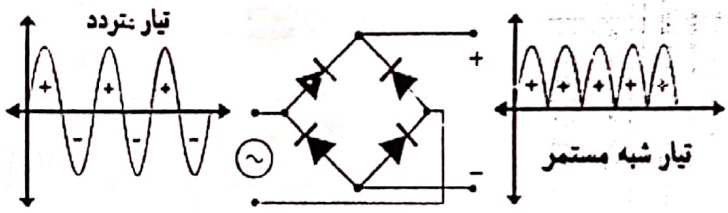
Scanned with CamScanner

أثناء النصف السالب من الموجه:
يكون الثنائيان D١ D٣ موصلين توصيلا عكسيا والثنائيان D٢ D٤ موصلا توصيلا أماميا ، ولذلك يمر التيار من المحول الى مقاومة الحمل خلال الثنائي D٢ ومن مقاومة الحمل الى المنبع مرة اخرى خلال الثنائي D٤ .

ملاحظة:
ترسم قنطرة الثنائيات بطرق كثيرة ولكي نتحاشى حدوث ا لخطأ عند توصيل الثنائيات الأربعة فاننا يجب أن نتذكر دائما أن اتجاهات الأسهم كلها تشير الى الطرف الموجب للخرج. من أشهر الدوائر دائرة الجسر Bridge كما موضح بالشكل.



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)

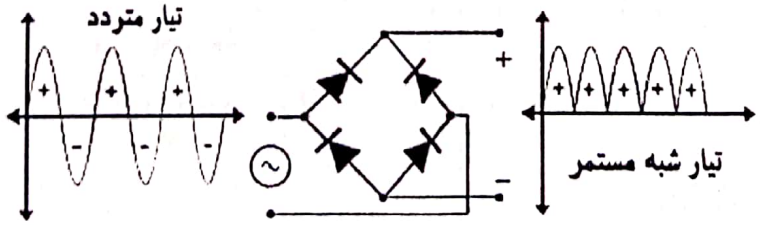


دوائر التنعيم

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) .

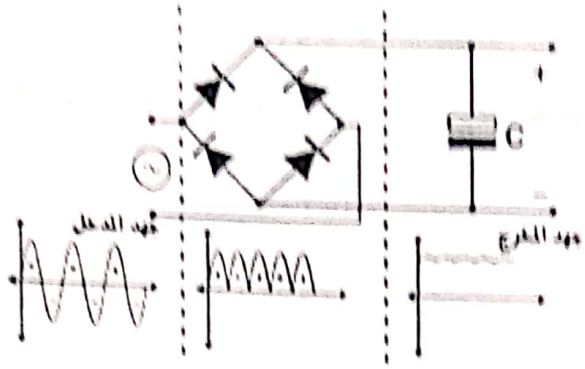
تحتوي دوائر التنعيم على مكثفات وملفات ، تقوم المكثفات باختزان الشحنات أثناء النصف الموجب من الموجة وتفريغ هذه الشحنات أثناء غيابها وبذلك نضمن استمرار مرور شحنات في مقاومة الحمل .

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



Scanned with CamScanner

دائرة تنعيم بسيطة:

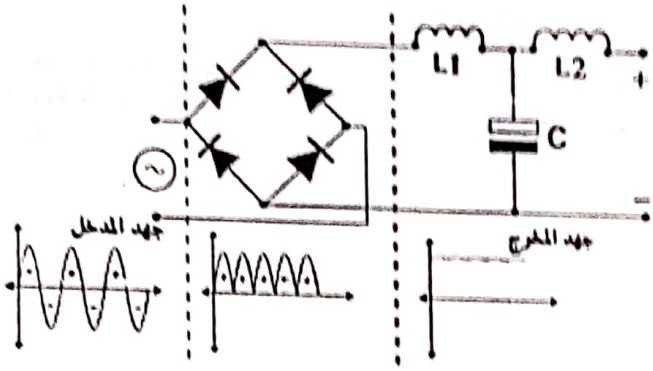


دائرة التنعيم بسيطة
تيار مستمر

دائرة التوحيد
تيار شبه
مستمر

مدخل التيار المتردد

دائرة تنعيم على شكل حرف T:

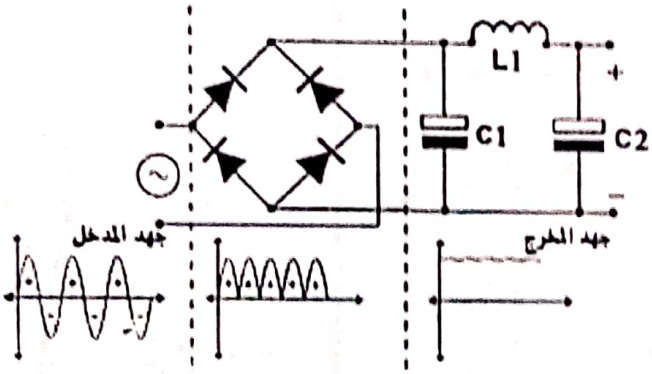


دائرة التنعيم T
تيار مستمر

دائرة التوحيد
تيار شبه
مستمر

مدخل التيار المتردد

دائرة تنعيم على شكل حرف Π



Scanned with CamScanner

أنواع الثنائيات (الدايود) Types Diode

ثنائي الجرمانيوم Ge Diode:

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

هذا ثنائي الجرمانيوم من القطع المشهورة وتستعمل دائما في دوائر القدرة مثل دوائر التقويم Bridge ومن اشهرها (N4001 Power Diode)

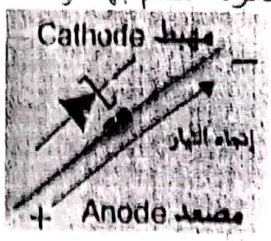
والخط الفضي دائما يدل على الكاثود

ثنائي السيليكون Se Diode:

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

ثنائي الزينر Zener D iode:

هناك مشكلة أساسية في منابع القدرة ال D.C هي ان 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 ثنائي الزينر

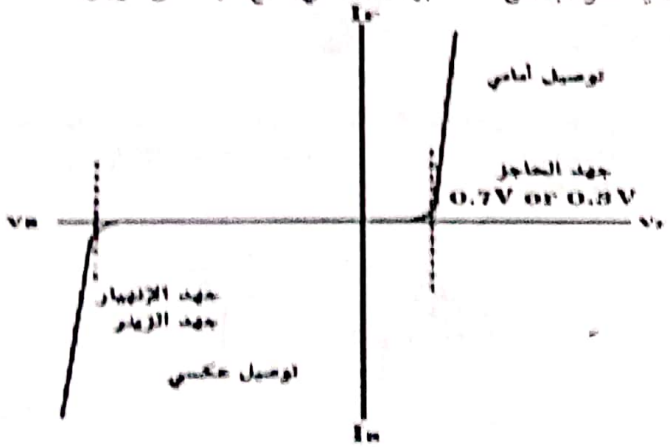


يستخدم ثنائي الزينر عادة في تثبيت جهد الخرج ويكتب عادة الجهد المثبت على قطعة الزينر .

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 الذي يتسبب في حدوث تيار عكسي " جهد الانهيار " أو " جهد الزينر " ، ويعتمد جهد الانهيار أو جهد الزينر أساسا على كمية الشوائب التي طعمت بها المادة التي صنع منها ثنائي الزينر.



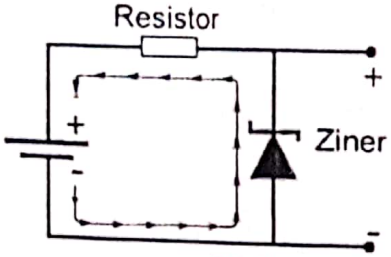
والنقاط التالية جديرة بالذكر:

- يستغل جهد الانهيار العكسي لثنائي الزينر كجهد مرجعي في دوائر تثبيت الجهد .
- يوصل ثنائي 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 التي تسبب تلفه.

Scanned with CamScanner

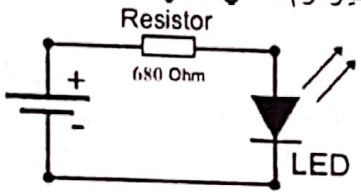
تنظيم الجهد بواسطة موحد الزينر Zener Voltage Regulator:

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 .

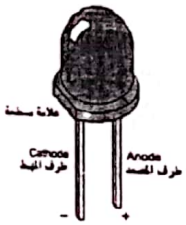


ثنائى الانبعاث الضوئي Light Emitting Diode (LED) :

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 ٦٨٠أوم إلى ١ كيلو أوم لتحمي الثنائي البعث للضوء LED



هذا الشكل العام للثنائي الباعث وله عدة ألوان

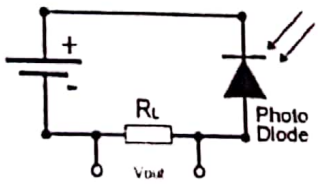


منها البرتقالي والأصفر والأحمر والأخضر .
ولمعرفة طرف الكاثود أو السالب تجد طرف أطول
من الطرف الأخر او تجد كشطة أو سطح عند إحدى الأطراف.

الثنائى الضوئى Diode Photo:

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

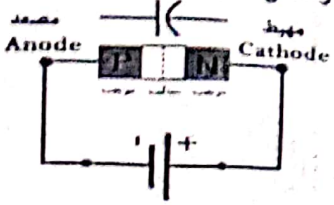
عندما يسقط الضوء على الثنائى الضوئى ، يقوم الضوء بكسر الروابط البلورية ويتحرر عدد من الشحنات التى تسمى بشحنات الأقلية ، يزداد هذا العدد بزيادة الضوء الساقط مكونا تيارا يسمى بتيار التسريب يستخدم في الدوائر الالكترونية .
يوصل الثنائى الضوئى توصيلا عكسيا كما في الشكل



Scanned with CamScanner

الثنائي السعوي Diode Varactor:

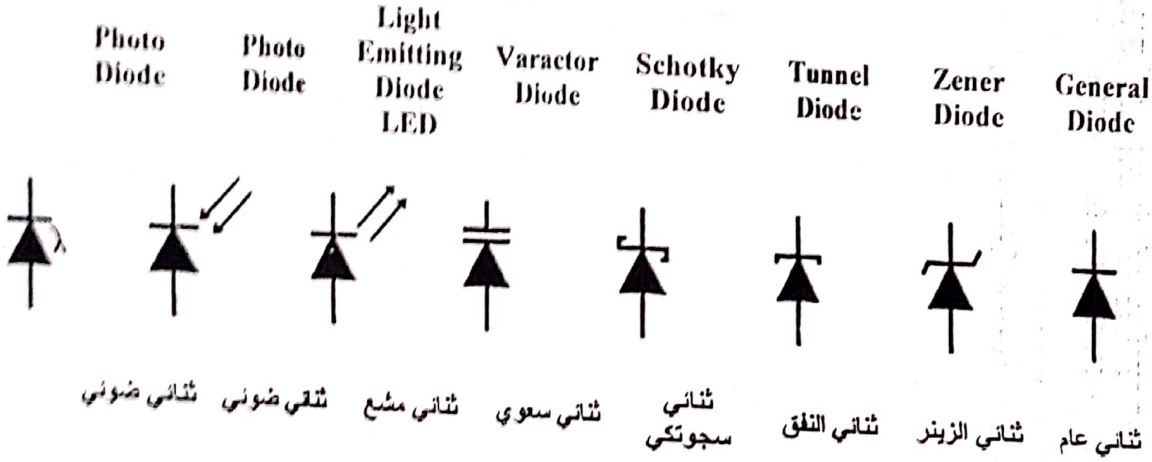
تستخدم الثنائيات السعوية كمكثفات متغيرة اعتمادا على الجهد الواقع عليها.
والثنائي السعوي أساسا عبارة عن وصلة ثنائية موصلة في الاتجاه العكسي وذلك كما في الشكل.



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 كلوحي 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 :



Scanned with CamScanner