

## ورشة إلكترونيات أساسية

دوائر استقرار الجهد ومصادر تزويد القدرة

دوائر استقرار الجهد ومصادر تزويد القدرة



**الجدارة:** فهم مخططات ودوائر استقرار الجهد الثابتة والقابلة للتعديل واختبارها وإتقان تجميعها على اللوح المطبوع .

### الأهداف:

عندما تكمل هذه الوحدة تكون قد تعرّفت على:

١. كيفة قراءة وفهم مخططات دوائر استقرار الجهد.
٢. بعض العناصر الإلكترونية الشهيرة والمستخدمة في دوائر إستقرار الجهد .
٣. بناء ، اختبار وتشخيص أعطال دوائر استقرار الجهد .
٤. عملية تجميع عناصر الدائرة على اللوحة المطبوعة PCB .

**مستوى الأداء المطلوب:** أن لا تقل نسبة إتقان هذه الجدارة عن ٩٠٪ .

**أوقات المتوقع للتدريب :** ٢٤ ساعة .

### أوسائل المساعدة:

سوف تحتاج إلى الرجوع إلى التعليمات الخاصة ببرامج رسم مخطط اللوحة المطبوعة ، والتعليمات الخاصة باستخدام وحدات التصوير الفوتوغرافي ، و وحدات التتميش ( Etching ) .

### متطلبات الجدارة :

تحتاج إلى التدرّب على مهارة اللحام في مقرّر " ورشة تأهيلية " قبل دراسة هذه الوحدة التدريبية .

## مقدمة

في هذه الوحدة سنتعرض إلى ثلاثة مواضيع : الموضوع الأول يتعلق بالسلامة في التعامل مع الكهرباء وهو من المواضيع الأساسية والمهمة التي يجب الانتباه لها ، حيث يمضي فني الإلكترونيات جل وقته في العمل وهو إما يستخدم أو يقوم بصيانة الأجهزة الكهربائية التي تحتوي جزءا كبيرا منها على دوائر إلكترونية الموضوع الثاني يستعرض التقنيات المختلفة لإنتاج اللوحات المطبوعة وميزة كل تقنية عن الأخرى وهو من المواضيع الأساسية أيضا لك كفتي إلكترونيات أثناء دراسة هذه الورشة وفي حياتك العملية أيضا . حيث تضطر أحيانا لبناء بعض الدوائر الأساسية والتي تحتاجها في عملك لغرض تشغيل وفحص بعض العناصر أو تفحص اللوحات الإلكترونية . وتحتاج أحيانا لبناء بعض الدوائر البسيطة لتحل مكان دوائر معقدة من الصعب صيانتها خاصة التي تستخدم تقنيات بالغة في التعقيد والتي يمكن أن تعطل عملية الإنتاج مثلا في مصنع بسبب الوقت الذي تحتاجه لاستيرادها من الخارج وتستطيع أنت كفتي حل المشكلة بدون أن تكلف المصنع الخسائر الناتجة من التعطيل وبدائرة بسيطة جدا .

الموضوع الثالث في هذه الوحدة يهتم في شرح وتقديم لوحات تزويد القدرة بالتيار المستمر ويشتمل على الدوائر الأساسية المكونة من عناصر منفصلة أو من دوائر متكاملة ثابتة الجهد أو يمكن تعديل خرجها ، ولا شك أنك ستحتاج لبناء أو استخدام مثل هذه الدوائر في عملك كفتي إلكترونيات في مجال تشغيل وصيانة وتغذية معظم الدوائر الإلكترونية .

وعادة ما يعتبر مغذي الطاقة موجود أو متوفر ولا يؤخذ على محمل الجد النظر إليه ومحاولة فهمه ، وما من شك أن هذا اعتقاد خاطئ ، إذ أن المدخل لفهم مختلف الدوائر الإلكترونية هو فهم وحدات تغذية الطاقة ليستطيع الفني عمل وحدة بنفسه تناسب حاجته وبشكل سهل أو حتى إمكانية إصلاح وحدة تغذية الطاقة كجزء من عملية إصلاح الدوائر الإلكترونية .

## الفصل الأول

### الأمن والسلامة

في هذه الورشة ستتعامل مع الكهرباء وبالتالي يجب أن تعرف كيف تحمي نفسك والآخرين من مخاطر الكهرباء ، وستتعامل أيضاً مع الأدوات اليدوية وغير اليدوية مثل المقصّ والمثقاب الكهربائي ولابدّ من الانتباه واتباع إجراءات السلامة عند التعامل مع مثل هذه العدد والأدوات وغيرها ، وكذلك ستتعامل مع بعض المواد الكيميائية مثل كلوريد الحديدك وهيدروكسيد الصوديوم وبالتالي من الضروري معرفة مخاطر مثل هذه المواد وكيفية التعامل معها بشكل آمن ولتقوم بتنبيه الآخرين الذين لا يعيرون اهتماماً لأهمية الأمن والسلامة وتذكّر دائماً أثناء دراستك وبعد التخرج والعمل في الشركات أو المؤسسات فالأمان أولاً .

ولكيّ تصبح فنيّ إلكترونيات على درجة جيّدة من المعرفة لا بد من معرفة المعلومات الصحيحة حول الأجهزة والمواد التي تستخدمها في عملك لتتقي خطرها أنت ومن معك من الزملاء ولحماية الأجهزة والممتلكات العامة أيضاً .

#### الكهرباء :

وهي مصدر مهم للطاقة في جميع مجالات الحياة خاصة الصناعية منها ولضمان استخدامها بأمان فإنّه يجب ألا يكون هناك عيوب فنية بالأجهزة والمعدّات الكهربائيّة ، وهناك نوعان من الكهرباء :

- الكهرباء الديناميكية : وهي الناتجة من المولّدات الكهربائيّة والبطاريّات ، وتكون على شكلين : تيار متردّد كالذي يأتي من شركة الكهرباء أو تيار مستمر كالذي توفره البطاريّات أو يمكن توفيره باستخدام المقوّمات ( الموحدّات ) التي تحوّل التيار المتردّد إلى تيار مستمر .
- الكهرباء الساكنة : وتنشأ عن احتكاك جسمين موصلين للكهرباء أو جسم موصل وآخر غير موصل وتتولّد على شكل شحنات مختلفة تتجمّع على أسطح هذه الأجسام .

### خطر الكهرباء على الإنسان :

تشكل الكهرباء خطراً على الإنسان عند ملامسته لها حيث يكمل جسمه الدائرة الكهربائية ويسري التيار الكهربائي في جسمه ، ويمكن أن تصنّف الإصابة نتيجة لذلك إلى :

- **الصدمة الكهربائية :** يتعرض الإنسان لصدمة نتيجة تعرضه للكهرباء ، وتكون هذه الصدمة خفيفة إذا كانت شدة التيار من (١ - ٨ مللي أمبير) ، وقد تكون متوسطة يصاحبها تقلصات بالعضلات وصعوبة في التنفس إذا وصلت شدة التيار إلى ٥٠ مللي أمبير ، وتكون شديدة تؤدي إلى حدوث اضطرابات في القلب ويمكن أن تؤدي إلى الوفاة عندما يصل التيار من ٥٠ إلى ١٠٠ مللي أمبير .
- **الحروق :** وقد تكون بسيطة أو شديدة تؤدي إلى إبادة معظم طبقات الجلد وذلك حسب شدة التيار .
- **انبهار العين :** ويؤدي إلى عتامة في العدسة نتيجة التعرض للكهرباء مباشراً أو بعد الإصابة تظهر كمضاعفات .

تتحدّد كمية التيار المار في الجسم حسب الجهد الكهربائي ، حسب مقاومة الجسم ، وحسب تردد التيار ، فالجلد الجاف يمتلك مقاومة أكبر للكهرباء من الجلد الرطب ، والتيار المستمر يكون أكثر خطراً من التيار المتردد .

### خطر الكهرباء على المعدات والتجهيزات :

قد تؤدي عيوب في الأجهزة والتوصيلات الكهربائية إلى حدوث قصر ينتج عنه شرارة تؤدي إلى حرائق وتلف في هذه المعدات .

وينتج القصر بسبب تلف العزل في أسلاك التوصيلات نتيجة تعرضها للعوامل الجوية من الحرارة والرطوبة أو نتيجة صدمة ميكانيكية أو بسبب تحميل الأجهزة أكثر من طاقة الدائرة .

### إجراءات الأمن والسلامة من الكهرباء :

- ✗ اختيار أماكن مناسبة ومأمونة لتركيب الأجهزة الكهربائية مثل المحولات ولوحات التوزيع ، وتكون بعيدة عن احتمال وصول الأفراد إليها أو ملامستها .
- ✗ يجب وضع لوحات تحذيرية قرب التوصيلات والأجهزة الكهربائية .
- ✗ يجب أن تكون الأسلاك والكابلات المستخدمة في التوصيلات مناسبة للتيار .
- ✗ يجب تأريض الهياكل المعدنية للأجهزة الكهربائية .
- ✗ يجب استخدام قاطعات أوتوماتيكية لقطع التيار في حالات الخطر .

- ✗ عدم لمس الأسلاك والتوصيلات والدائرة مغلقة .
- ✗ الفهم الجيد للدائرة التي تعمل بها .
- ✗ يجب التعامل مع الكهرباء بيد واحدة ويجب أن تكون جافة غير مبللة ، واليد الأخرى يجب أن تكون بعيدة وحرّة .
- ✗ لاتعتقد أن الدائرة مفصولة إلاّ بعد اختبارها بأي جهاز تثق به .
- ✗ اتبع تعليمات مصنّعي المكونات والدوائر الكهربائيّة والإلكترونيّة .
- ✗ تأكد أن المكثفات مفرّغة قبل أن تلمسها .
- ✗ لا تعمل في إضاءة خافتة .
- ✗ تقيّد بلمس الملابس المناسبة للعمل .
- ✗ لا تستخدم الماء في إطفاء الحرائق الناتجة عن الكهرباء .
- ✗ تأكد من صحة التوصيلات .
- ✗ تأكد من الاتجاه الصحيح للعناصر في الدائرة .
- ✗ قم بتأريض نفسك قبل التعامل مع دوائر CMOS .

### الإسعافات الأولى :

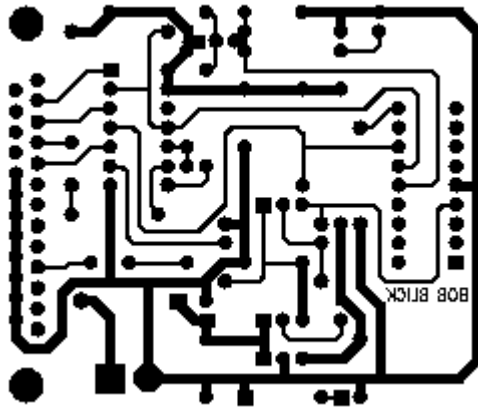
- اتبّع الخطوات التالية في حالة تعرض أحد زملائك لا قدر الله للصدمة الكهربائيّة :
- دفع الرأس إلى الخلف والمصاب نائم على ظهره والرقبة على نحو مستقيم .
- افتح فكيّ المصاب بيديك .
- اضرب على المنطقة بين لحي الكتف للمصاب عدّة ضربات إذا كان مجرى التنفس مغلقاً .
- انفخ في فم المصاب بفمك مع إغلاق أنفه .
- انفخ الهواء إلى رئتي المصاب ولا حظ ارتفاع الصدر ثم ارفع فمك واسمح بخروج الزفير ، وإذا لم يرتفع الصدر تأكد من الخطوة السابقة .
- الاستمرار بعملية نفخ الهواء بمعدل ١٢ مرّة في الدقيقة إلى أن يستعيد المصاب تنفسه الطبيعي .

## الفصل الثاني

### تقنيات اللوحات المطبوعة

في هذا الجزء سنشرح الخطوط العريضة التي تُمكنك من بناء الدائرة الإلكترونية وإنتاجها على اللّوح المطبوع وستكون كدليل ومرجع لك في هذا الصدد .

أول خطوة من بناء الدائرة الإلكترونية هو عملية رسم مخطّط الدائرة بالشكل الذي ستبدو عليه على اللّوح المطبوع ، بمعنى أن التوصيلات المستخدمة في الرسم يجب أن تكون هي نفسها التوصيلات على اللّوح المطبوع ، كذلك بالنسبة لرسم العناصر الإلكترونية ، فإنك سترسم نقاط تمثل أرجل هذه العناصر بشكل أساسي آخذاً بعين الاعتبار ترتيب الأرجل والمسافات على الواقع ، ولا يهم كثيراً شكل العنصر، فمثلاً إذا أردنا استخدام ترانزستور من نوع BD135 فإننا سنلجأ إلى إحدى دلائل العناصر المتوفرة في السوق ، أو بالرجوع إلى الدليل المبسط الموجود في نهاية هذه الوحدة ، وستجد عندئذٍ أن أرجل هذا الترانزستور مرتّبة بحيث إذا نظرت إلى واجهته الأمامية فإن الرّجل على اليسار ستكون هي الباعث



شكل رقم (١ - ١) مخطّط للوحة مطبوعة

والوسطى هي المجمع ( الذي يكون عادة موصولاً مع الجزء الخلفي المعدني للترانزستور المعدّ لتثبيت المبرد الحراري عليه ) ، أمّا الرجل اليمنى فستكون هي القاعدة ولذلك ستمثل هذا الترانزستور في الرسم بثلاثة نقاط متباعدة بشكل كافٍ ( ٢٥ ، إلى ٥٠ سم ) ويكون قطر هذه النقاط كافٍ لتستطيع في المراحل النهائية وبعد أن يتم نقل الرسم إلى اللّوح أن تعمل ثقوباً في مركز هذه النقاط باستخدام ريشة قياس ٨ ، أو ملم واحد مثلاً .

فيما يتعلق بالعناصر المكوّنة من طرفين ( المقاومة ، المكثّف ، الدايمود ..... ) تمثل في الرسم بنقطتين متباعدتين بشكل كافٍ يتناسب مع طول وحجم العنصر ، فإذا أردت تمثيل مكثّف صغير فيمكن أن



تباعداً بين النقطتين بحدود ٥،. أو واحد سم مثلاً ، فإذا كان حجم المكثف كبيراً كالنوع الذي يستخدم في دوائر التنعيم ( مكثف إلكتروني ) ، فالمسافة يمكن أن تكون بحدود ٣سم أو ٤سم إذا اخترت أن تضع المكثف بشكل نائم على اللوح المطبوع .

هذه العملية تقريبية وتأتي بالممارسة والخبرة ، وتضطر إلى إتباعها إذا كان الرسم يدوياً على الورق أو مباشرة على اللوح المطبوع أو يدوياً على الحاسوب باستخدام أي برنامج رسم متوفر .

أمّا إذا استخدمت برنامج رسم مخصص لعمل الدوائر المطبوعة ، فيمكنك اختيار القالب ( Package ) المخصص لكل عنصر من القائمة التي توفرها عادة مثل هذه البرامج . هذه القوالب هي التي تختارها الشركات الصانعة لتصنيع العناصر أو الدوائر المتكاملة ( Integrated Circuits ) بداخلها وعادة ما يعتمد اختيارها على حجم العنصر أو الدائرة المتكاملة كذلك القدرة التي تعمل عليها ، فمثلاً ترانزستور BD135 عادةً ما يصنع في قالب على شكل TO220 أو المقاومة مثلاً يمكن أن تختار لها شكل ( Axial 0.4 أو أي قالب مناسب .

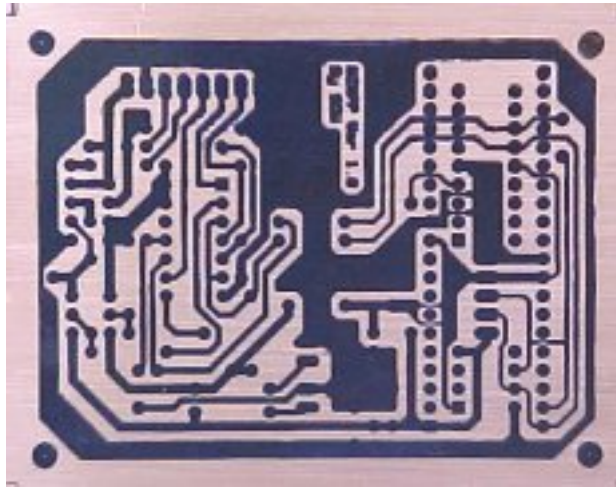
فيما يتعلق بالدوائر المتكاملة فإنه من السهل باستخدام برامج الحاسوب هذه اختيار القالب المناسب بمجرد النقر على الفأرة ( mouse ) ، فمثلاً إذا أردت أن تمثل دائرة متكاملة لها ثماني أرجل فيجب أن تختار من القائمة قالب DIP 8 و DIP 16 إذا كانت لها ستة عشر رجلاً وهكذا دواليك .

في حالة الرسم اليدوي يجب أن ترسم نقاط بعدد الأرجل في كل طرف من طرفي المتكاملة وبالأبعاد الصحيحة والدقيقة لأنه لا يوجد مجال أن تنشي أي من الأرجل للمتكاملة كما هو الحال مع العناصر الأخرى ( الترانزستور ، الداود ، المقاومة ..... ) ، ومن المعروف أن المسافات بين الأرجل غالباً ما تكون ١،. إنش أو ١٠٠ مللي إنش ( 100 mil ) والتي تساوي تقريباً ٢٥٤،. سم . ومن المهم أن نعرف أيضاً أن الخطوط ( التوصيلات ) أو المسارات بين النقاط المختلفة والتي تمثل أرجل العناصر يجب أن تكون بسماكة متناسبة أيضاً تبعاً للتيار المار فيها فكل واحد أمبير تقريباً يحتاج إلى سماكة واحد مللم تقريباً . وبشكل عام هناك ثلاثة طرق يمكن اتباعها لرسم مخطط للوحة المطبوعة :

❖ الرسم اليدوي مباشرة على اللوح النحاسي باستخدام قلم خاص مُعبأ بحبر مقاوم للتميش ، ولاستخدام هذه الطريقة بشكل فعال ، فيجب البدء بعملية الرسم على ورقة خارجية (مسودة) من أجل تخيل الرسمة بشكل صحيح مع الأخذ بعين الاعتبار مواقع العناصر المختلفة والتوصيلات بينها كذلك مواقع المخارج والمداخل ، وتستطيع بذلك مراجعة الرسم على المسودة وتصحيح الأخطاء الممكنة ومن ثم محاولة نقل ما رسمته على المسودة إلى اللوح النحاسي .

إنّ هذه الطريقة سهلة وعملية ويمكن اتباعها إذا كان الهدف هو عمل لوح مطبوع واحد من أجل الاختبار ، ولكن إذا احتجت لإنتاج عدد كبير من نفس اللّوح ، فإنّه من الصعب عليك أن ترسم كل مرّة نفس الدائرة على كل لوح ، ولهذا يجب استخدام الطريقة التالية:

❖ طريقة الرسم باستخدام أحد برامج الرسم الخاصة باللوحات المطبوعة بواسطة الحاسوب ، مثل trax maker و Protel وغيرها ، وهذه الطريقة فعّالة لأنها تسمح بتعديل الرسمة في أيّ وقت وتخزينها على الحاسوب ومن طباعتها على ورقة شفّافة باستخدام طابعة ليزريّة مثلاً. ومن الجدير ذكره أنه يمكن القيام بعملية رسم المخطّط (layout) والذي يتكوّن بشكل أساسي من النقاط التي تمثّل أرجل العناصر (Pads) والتوصيلات بين هذه النقاط (tracks) مباشرة باستخدام هذه البرامج أو يمكن رسم مخطّط الدائرة الإلكترونيّة (Schematic) أولاً ، ومن ثمّ عمل قائمة شبكيّة (net list) عندما تقرّر البدء بعمل مخطّط للوحة المطبوعة ، وبعد ذلك سوف يقوم البرنامج بعمل التوصيلات (tracks) بين نقاط الأرجل بشكل أوتوماتيكي ، ولتعلّم كيفية استخدام مثل هذا البرنامج يجب الرجوع لتعليمات الشركة المنتجة له .



شكل رقم (١ - ٢) مخطّط للوحة مطبوعة كما يظهر على ورقة شفّافة

ملاحظة : احرص دائماً أن تستغل أكبر قدر ممكن من اللّوح النحاسي في عملية توصيل الخطوط لأنّ هذا سيقطّل من الزمن الذي يحتاجه اللّوح في عملية إزالة النحاس (etching) من المساحات غير المستغلة في التوصيلات وغيرها .

الخطوة التي تلي عملية الرسم وطباعته على ورقة شفّافة هي عملية التصوير الفوتوغرافي والتي بواسطتها يمكنك نقل الرسمة من الورقة الشفّافة إلى اللّوح النحاسي .

### تقنية التصوير الفوتوغرافي :

هي تقنية تُعنى بعملية نقل المخطط ( layout ) من الورقة الشفافة إلى اللوح النحاسي والذي يجب أن يكون مطلياً بمادة حساسة للضوء ، وللقيام بهذه العملية يجب أن تتوفر وحدة إنارة بالأشعة فوق البنفسجية ، هذه الوحدة هي عبارة عن صندوق غير منفذ للضوء يحتوي على لامبات إنارة فوق بنفسجية ، ويمكن لبعض هذه الوحدات أن تزود بمؤقت زمني لضبط وقت التعريض المطلوب .

وتتلخص طريقة استعمال هذه التقنية بضرورة وضع الورقة الشفافة التي توجد عليها الرسمة على لوح الزجاج المقابل للامبات إنارة الأشعة فوق البنفسجية ، ومن ثم وضع اللوح النحاسي (بعد أن تتم عملية نزع الطبقة البلاستيكية غير المنفذة للضوء عن جانب اللوح الحساس للضوء) فوق الورقة الشفافة ، بحيث تكون الطبقة الحساسة للضوء من أسفل والجانب الآخر من اللوح ( والذي هو جانب المكونات ) يجب أن يكون من أعلى.



شكل رقم (١ - ٣) وحدة إنارة فوق بنفسجية

بعد ذلك يتم إغلاق الوحدة ويضبط الوقت المناسب لعملية تعريض اللوح للأشعة وتكون عادةً بحدود أربع دقائق أو أكثر ( يرجى الرجوع إلى تعليمات الصانع بهذا الصدد ) .

**ملاحظة :** يجب أن تلبس نظارات شمسية غامقة لوقاية العينين من الأشعة أثناء القيام بهذه العملية ويجب أن لا تنظر مباشرة إلى مصدر هذه الأشعة .

**التظهير :** بعد الانتهاء من عملية التعريض تأتي عملية التظهير وهي عملية غمر اللوح في محلول هيدروكسيد الصوديوم والذي يجب أن يكون طازجاً ، ويمكن الحصول على المحلول بالتركيز المطلوب بإذابة ٥٠٠ ملي ليتر من الماء تقريباً مع ملعقة كبرى من بلورات هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة الغرفة في صينية بلاستيكية ، ومن المهم أن تعرف الأمور التالية :

✚ يجب القيام بعملية التظهير مباشرة بعد عملية التعريض .

✚ يجب تحريك اللوح داخل الصينية بلطف وغمره بالمحلول لمدة تتراوح بين ٣٠ و ٤٠ ثانية .

✚ يجب أن لا يتعرض اللوح أثناء هذه العملية لأي مصدر للضوء ( مصابيح كهربائية وخلافه ) .

✚ يجب غسل اللوح بعناية تحت صنوبر الماء مع تجنب لمسه أو محاولة حكّه .

ملاحظة : يجب ارتداء قفازات مطاطية أثناء عملية التظهير .

التميش : هو عملية إزالة طبقة النحاس من المساحات غير المغطاة بالمادة المقاومة . تتم هذه العملية عن طريق وضع اللوح في محلول التتميش والذي هو محلول كلوريد الحديد ، حيث يتوفر عادةً على شكل حبيبات .

ولتشكيل المحلول يمكن إضافة الماء عند درجة حرارة الغرفة بحدود ٧٥٠ مللي ليترًا من الماء إلى ٥٠٠ غرام من بلورات كلوريد الحديد .



شكل رقم (١ - ٤) وحدة تنميش اللوحات المطبوعة

ولتقليل زمن عملية التتميش يمكن تسخين المحلول بحدود ٤٠ درجة مئوية للحصول على فترة تنميش بين ١٠ إلى ١٥ دقيقة ، ولا بدّ أيضاً من تحريك اللوحة داخل المحلول لتقليل الزمن بشكل أكبر ، وهناك تتوفر وحدات خاصة للتميش يتم فيها تسخين المحلول وتنظيم الحرارة داخله بالإضافة إلى إمكانية تحريك اللوح داخل هذه الوحدة ، ومن المهمّ أيضاً مراقبة اللوحة باستمرار حتى يتمّ إزالة المنطقة غير المغطاة بالمادة المقاومة للتميش تماماً ، ولا يجب بقاء اللوحة داخل المحلول أكثر من ذلك .

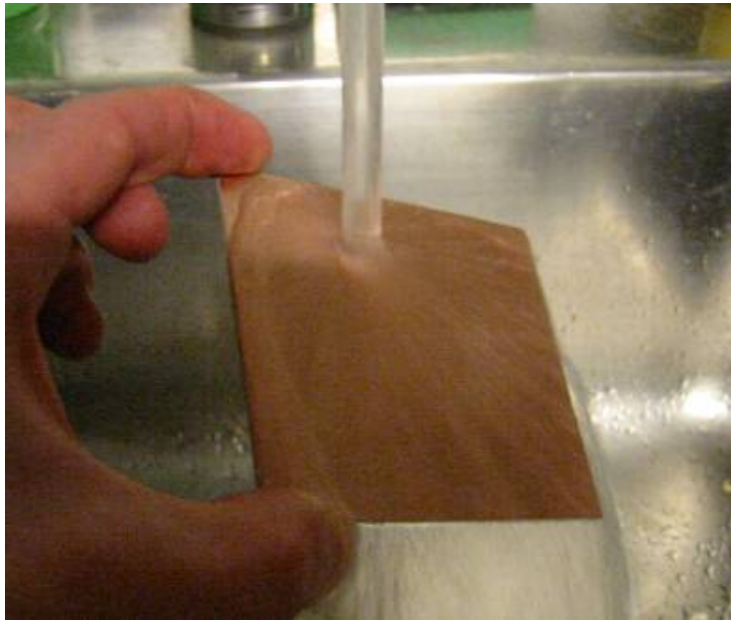
تنبيه : يجب الحذر عند التعامل مع كلوريد الحديد ، حيث يلزم ارتداء قفازات مطاطية ونظارات واقية لحماية العينين ، وعند تعرض الجلد إلى نقاط من المحلول يجب غسل المناطق المتعرضة بالماء مباشرة .

من الجدير ذكره أن كمية من المحلول بحدود ٧٥٠ مللي ليتر تكفي لتميش ست أو أكثر من اللوحات من القياس المتوسط ، ولهذا يجب حفظ المحلول بعد الانتهاء من عملية التتميش في وعاء خاص مكتوب عليه اسم المحلول والهدف منه كإجراء من إجراءات السلامة .

ومن الجدير ذكره أنه يمكن استخدام آلة رقمية متحكم بها عن طريق الحاسوب ( CNC Machine ) ، أو تسمى أحيانا بالآلة الحفر ( engraving machine ) ، وهذه الآلة تُغنيك عن استخدام تقنية التصوير الفوتوغرافي لنقل رسمة اللوحة المطبوعة إلى اللوح النحاسي والذي يجب أن يكون من النوع الحساس للضوء ، وتُغنيك أيضاً عن عملية التتميش والتي يُصاحبها استخدام مواد كيميائية تحتاج إلى عناية خاصة . وكذلك ستغنيك هذه الآلة عن القيام بعملية التثقيب اليدوي .

يتم استخدام هذه الآلة بعد أن يتم رسم مخطط اللوحة المطبوعة ( layout ) باستخدام الحاسوب ، بعد ذلك يتم نقلها إلى الآلة على شكل ملف من نوع جيرير ( Gerber file ) ، ونقاط التثقيب تنقل أيضاً من الحاسوب في ملف خاص لذلك ( drilling file ) . بعد الانتهاء من عملية التحميل ، تقوم الآلة بحفر وإزالة النحاس من المناطق الفارغة من اللوح ، وتبقى التوصيلات وأماكن أرجل العناصر بدون إزالة . إن هذه الآلة جيدة وعملية لإنتاج اللوحات على أساس التجريب والاختبار ( Proto - type ) .

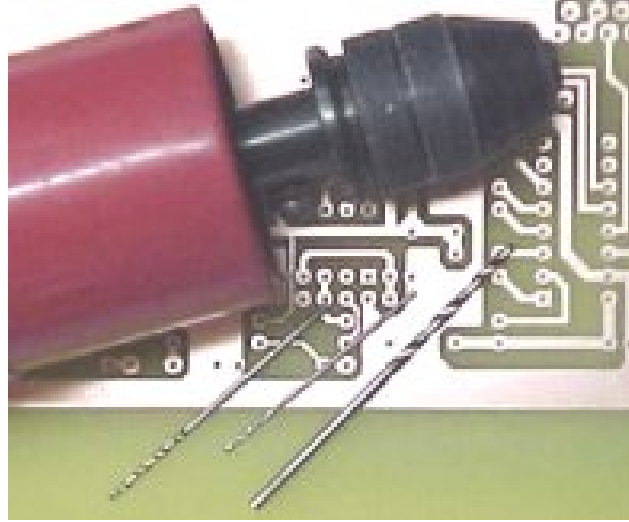
غسل اللوحة: بعد الانتهاء من عملية التتميش يتم غسل اللوح بالماء عند درجة حرارة الغرفة وتركه بعد ذلك حتى يجف .



شكل رقم (١ - ٥) عملية غسل اللوحة بالماء

**عملية التثقيب :** في هذه العملية تتم عملية التثقيب في مركز النقاط التي تم رسمها في مواقع أرجل العناصر المختلفة حسب المخطط ، وعادةً ما تستخدم ريشة قياس ٨ ، ملم للدوائر المتكاملة والعناصر الأخرى إلا إذا كان العنصر هو عنصر قدرة ، فمثلاً قد تحتاج إلى ريشة ١ ، ملم أو أكثر ، وبالإضافة إلى ذلك ستحتاج إلى مثقاب كهربائي خاص باللوحات المطبوعة أو أي مثقاب كهربائي أو يدوي عادي يستطيع أن يقبل ريشاً من هذا القياس .

ومن الضروري توخّي عملية الدقّة في عملية التثقيب بحيث تكون الثقوب في منتصف النقاط ( Pads ) المرسومة لتحديد مكان وضع أرجل العناصر على اللّوح .



شكل رقم (١ - ٦) صورة للوح مطبوع مع مثقاب وریش

## الفصل الثالث

### دوائر استقرار الجهد ومصادر تزويد القدرة

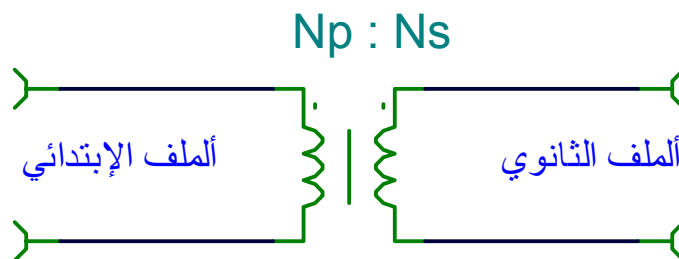
إنّ أجهزة تغذية الجهد أو القدرة هي عبارة عن دوائر إلكترونية تقوم بتحويل الطاقة المتاحة المتغيرة ( AC ) إلى جهد مستمر ( DC ) يلزم لتشغيل الدوائر الإلكترونية المختلفة . ومن المتطلبات الأساسية لأيّ وحدة تغذية هو توفير خرج مستقر مقاوم للتغيرات التي تحدث سواء في الحمل أو مستوى الدخل . ووحدة التغذية يمكن أن تكون بسيطة ذات قيمة واحدة ، ويمكن أن تكون معقدة كتلك التي تمدّ الجهاز الإلكتروني بقيم مختلفة من الجهد المستمر حيث تقوم كل قيمة بتشغيل جزء من أجزاء الدائرة الإلكترونية .

وتُصنّف أجهزة أو وحدات تغذية الطاقة بمدى دقة الجهود التي تُخرجها وكلّما زادت الدقة المطلوبة زاد تعقيد هذه الوحدات .

وتتكوّن هذه الأجهزة من عدّة وحدات فرعية تقوم كلّ واحدة منها بوظيفة معينة وسنستعرض في هذا الفصل هذه الوحدات بشيء من التفصيل .

#### المحول:

يتكوّن المحوّل بشكل أساسي من ملفّين مشتركين بقلب مغناطيسي مصنوع من رقائق حديدية . الملفّ الأوّل هو الملفّ الابتدائي والذي يوصل بالتغذية المتغيرة والملفّ الثاني هو الملفّ الثانوي والذي يُؤخذ الخرج منه حسب ما يوضح الشكل رقم (١ - ٧) .



شكل رقم (١ - ٧) رسمة توضيحية للمحوّل



ويتناسب جهد الملف الثانوي مع جهد الملف الابتدائي حسب العلاقة التالية :

$$V_s/V_p = N_s/N_p$$

حيث  $N_s$  : عدد لفات الملف الثانوي .

و  $N_p$  : عدد لفات الملف الابتدائي .

**ملاحظة :** لا يمكن توصيل المحوّل مع مصدر تغذية جهد مستمر مباشرة حيث يعمل المحوّل في هذه الحالة كمقاومة ، ولأن مقاومة الملف الابتدائي تكون قليلة فإنه يتولّد تيار عال يؤدي إلى تلف الملفات .

### التوحيد ( Rectification ) :

من أهمّ وظائف وحدة التغذية هو تحويل التيار المتردّد والذي يسري في اتجاهين إلى تيار مستمر يسري في اتجاه واحد ، وتستخدم الموحدّات لهذا الغرض كونها تمرر التيار في اتجاه واحد من المصعد (الأنود) إلى المهبط (الكاثود) .

وهناك نوعان من دوائر التوحيد : موحدّ نصف موجة وموحدّ موجة كاملة والذي يستخدم بكثرة كونه يعطي قيمة للجهد المستمر أكبر من موحدّ نصف الموجة ولهذا سنتطرق هنا فقط لتوحيد موجة كاملة .

### موحدّ موجة كاملة ( Full - Wave Rectification ) :

يتمّ باستخدام القنطرة الموضّحة في شكل رقم (١ - ٨ - أ) والتي تتكوّن من أربعة من الدايودات توحيد التيار المتردّد الذي يأتي من المحوّل حيث يمر التيار في الحمل الموصل مع القنطرة في اتجاه واحد ، كذلك الجهد يكون دائماً موجبا على الحمل بالرغم من تغيّر الموجة على الدخل ويكون شكل موجة جهد الخرج كما هو واضح في شكل رقم (١ - ٨ - ب) حيث تتكوّن من جزأين جزء يكون نتيجة نصف الموجة الموجب والجزء الآخر يكون نتيجة نصف الموجة السالب .

في النصف الموجب من الموجة يكون  $D_1$  ،  $D_2$  في حالة توصيل مع الحمل بينما يكون  $D_3$  ،  $D_4$  في حالة توصيل في النصف السالب من الموجة .



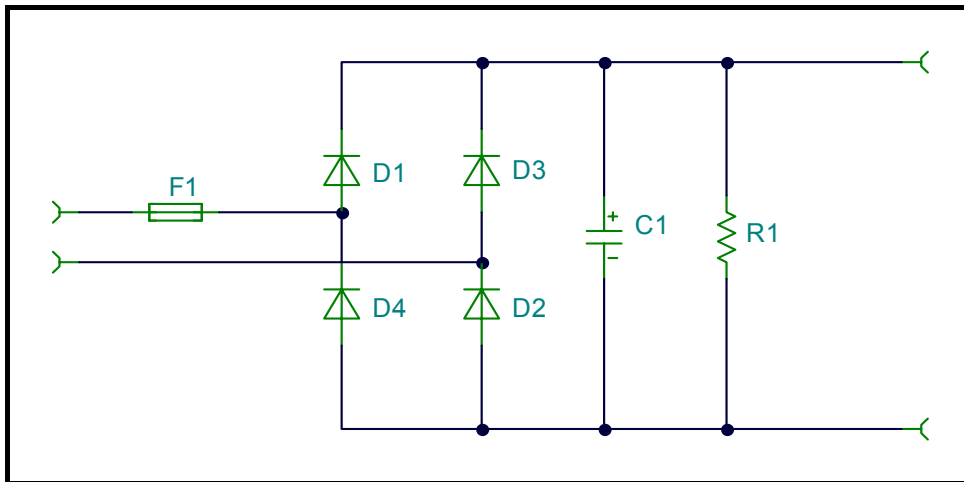
ويمكن الاستعاضة عن استخدام أربع دايودات منفصلة استخدام قنطرة عبارة عن قطعة واحدة والتي تتوفر بعدة أحجام وأشكال حسب مقدار التيار المسحوب وحسب الجهد العكسي الذي يمكن أن تتحمّله الدايودات المستخدمة ، والشكل رقم (١- ٨ - ج) يوضّح واحدة من هذه القطع الشائعة الاستخدام .

ولقياس الجهد المستمر على الحمل الموصول مع القنطرة ، فإنه يجب التمييز بين التيار المستمر المطلق والتيار المستمر الناتج عن دوائر التوحيد ، ففي حالة التيار المطلق فإنّ جهاز الأفوميتر يستقر عند قيمة الجهد المستمر، بينما في حالة الجهد الناتج عن دوائر التوحيد فإنه يتأرجح بين قيمتين ( الصفر والذروة ) ثم يثبت عند قيمة بينهما هي القيمة المتوسطة .

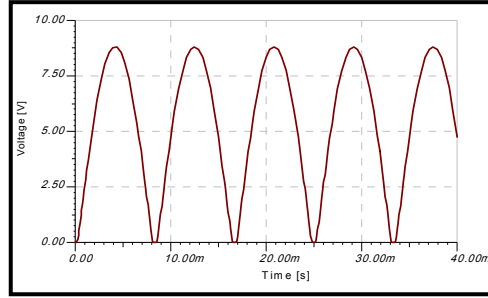
كذلك يجب أن نعرف أن الجهد المتردد الذي تزوده شركة الكهرباء هو القيمة الفعّالة ( الجذر التربيعي المتوسط ) أو ال ( RMS ) ، بينما قيمة الذروة للجهد المتردد هي القيمة الفعّالة مضروبة بالجذر التربيعي للرقم اثنين . فمثلا إذا كان المنبع يزود بهذا قيمته ١١٠ فولت قيمة فعّالة ( وهي القيمة التي يقرأها جهاز الأفوميتر ) فإنّ قيمة الذروة تساوي ١٥٤ فولت ( والتي يمكن قراءتها بواسطة جهاز راسم الإشارة ) والمعادلة التالية مفيدة جدا لحساب القيمة المتوسطة الخارجة من القنطرة إذا كانت القيمة الفعّالة للجهد المتردد الداخل للقنطرة معروفاً .

$$V_{av} = 0.9 * V_{rms} \dots\dots\dots(1-1)$$

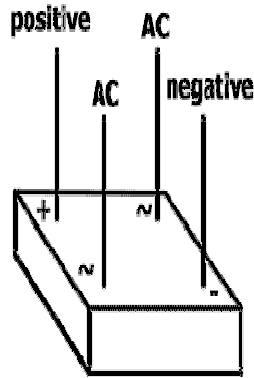
وتكون القيمة المتوسطة في حالة موحد نصف الموجة نصف هذه القيمة تماما .



شكل رقم (١- ٨ - أ) دائرة توحيد موجة كاملة (قنطرة) مع مصفي مكون من مقاومة ومكثف



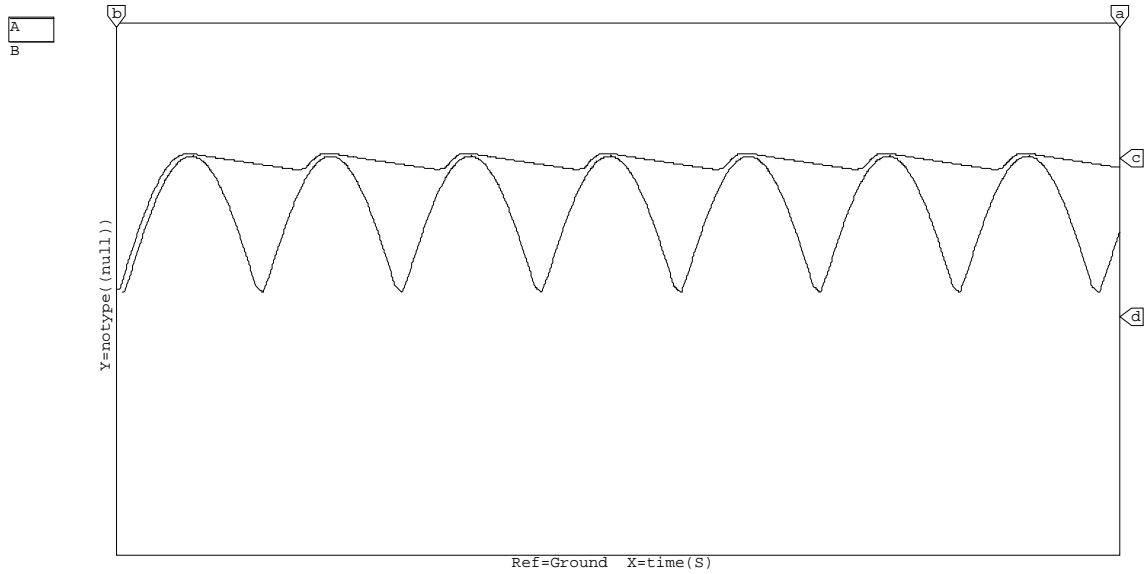
شكل رقم (١ - ٨ - ب) موجة الجهد الناتج عن دائرة توحيد موجة كاملة



شكل رقم (١ - ٨ - ج) قنطرة مدمجة في قطعة واحدة

وليتّم الحصول على موجة مستمرة بقليل من التعرّجات فإنّه يمكن أن يوصل مكثّف شحن أو تنعيم على التوازي مع مقاومة الحمل حيث يبدأ عملية الشحن من الصفر حتى قمّة الموجة وعندما تبدأ الموجة بالهبوط فإنّ المكثّف يبدأ بالتفريغ من شحنته عبر مقاومة الحمل وقبل أن تتمّ عملية التفريغ الكامل (الوصول إلى الجهد صفر) ، تأتي الموجة التالية متصاعدة نحو القمّة ليتّم شحن المكثّف من جديد وتكرّر هذه العملية مع تكرار صعود وهبوط الموجة ، وبهذه الطريقة نحصل على موجة مستمرة مع بعض التعرّجات كما هو موضح في شكل رقم (١ - ٩) ، وبكلمات أخرى فإن المكثّف قام بوظيفة المرشّح أو المصفّي حيث عمل على إزالة التغيّرات الكبيرة في موجة الجهد أو التيار وأنتج تياراً مستمراً تقريباً (نقيّاً) ، وكلّما كانت السعة الكهربائية للمكثّف أكبر فإنّ التعرّجات تكون أقل .

Xa: 60.00m Xb: 0.000 a-b: 60.00m  
Yc: 15.33 Yd: -2.833 c-d: 18.17  
Units/Div X: 10.000m Y: 10.00



شكل رقم (١ - ٩) خرج دائرة توحيد موجة كاملة مع مكثف وبدون مكثف

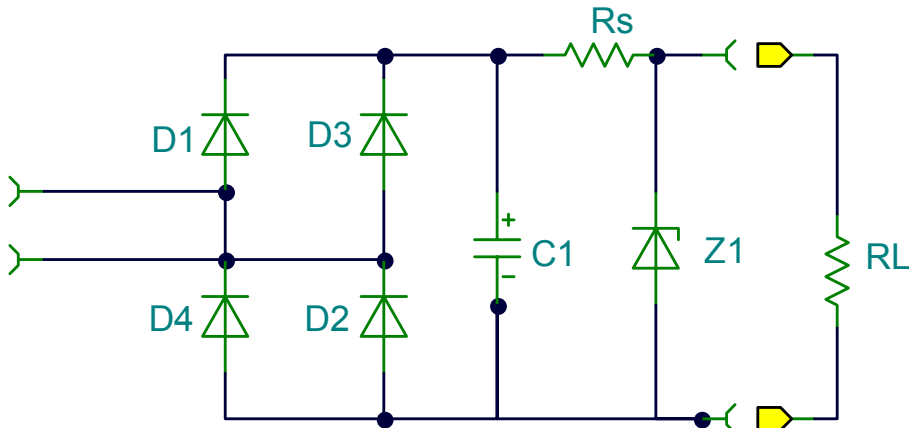
والجدير ذكره أن الجهد الخارج من دوائر التوحيد بوجود مصفّي هو أكبر من الجهد الخارج من دوائر التوحيد بدون مصفّي ، ويمكن التأكد من ذلك بقياس القيمة المتوسطة للجهد قبل التنعيم باستخدام الأفوميتر حيث إن العلاقة رقم (١ - ١) هي التي تحكم الحالة بدون مصفّي (مكثف).

وبعد التنعيم أي بعد إضافة المكثف فإن قيمة الجهد الذي سيقاسه الأفوميتر هو جهد الذروة ( القمة ) تقريبا إذا كانت سعة المكثف كبيرة حيث :

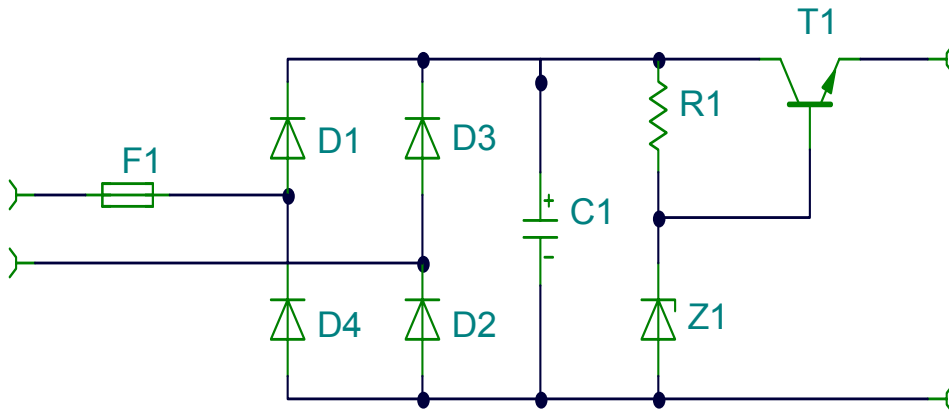
$$V_p = 1.414 * V_{rms} \dots\dots\dots(1-2)$$

## تنظيم الجهد باستخدام دايود زينر وترانزستور:

الشكل رقم (١ - ١٠) يبين دائرة مقوم القنطرة مع مكثف التنعيم ودايود الزينر الموصول بطريقة يجعله يعمل في منطقة الانحياز العكسي . في هذه الحالة يأخذ دايود الزينر جهداً ثابتاً تقريباً . وإذا ازداد جهد الدخل فإن جهد الخرج سيبقى ثابتاً ولكن سيمرّ تيار أكبر خلال دايود الزينر . من ناحية أخرى إذا ازداد تيار الحمل لسبب ما ، فإن التيار في دايود الزينر سيقول ، وذلك ليبقى التيار المار في المقاومة ثابتاً تقريباً ولكن إذا ازداد تيار الحمل بشكل كبير بحيث يقل التيار في دايود الزينر بشكل كبير فإن هذا الأخير سيخرج من منطقة التنظيم ويصبح عديم الفائدة ، ولكي يصبح بالإمكان سحب تيارات أعلى فإنه يمكن استخدام ترانزستور موصول على شكل تابع الباعث (Emitter Follower) في الدائرة كما هو موضح في الشكل رقم (١ - ١١) .



شكل رقم (١ - ١٠) دائرة تنظيم جهد باستخدام دايود زينر



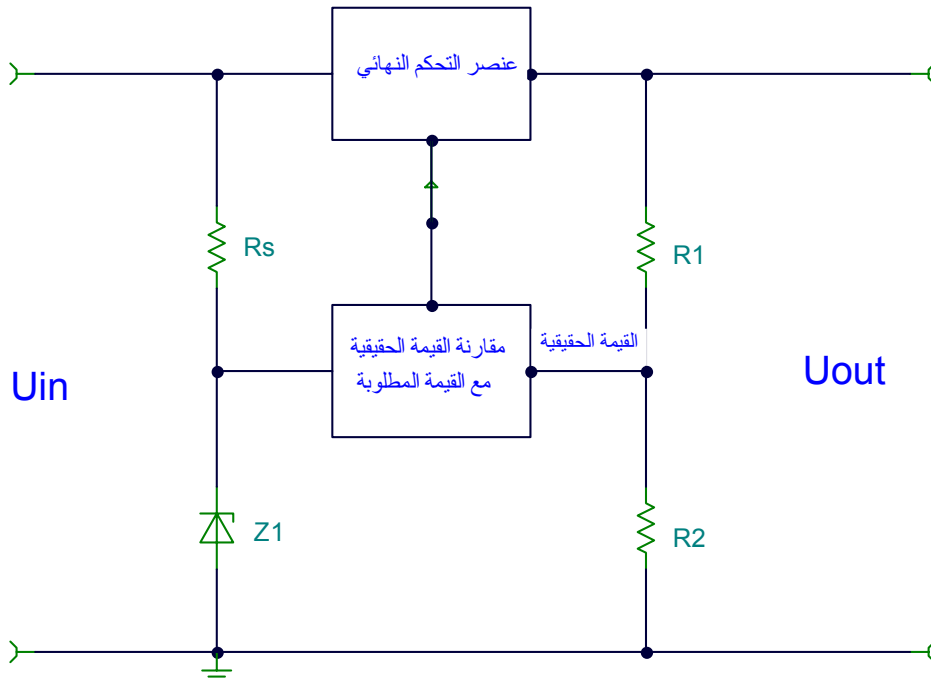
شكل رقم (١ - ١١) دائرة تنظيم جهد مكوّنة من دايود زينر وترانزستور

والجدير ذكره أن المقاومة الداخلية لهذه الدائرة تتراوح بين واحد أوم وواحد مللي أوم بعكس الدائرة السابقة والتي تستخدم فقط دايود الزينر والتي تكون مقاومتها ما بين واحد أوم ومئة أوم .  
ويساوي جهد الخرج المنظم في هذه الحالة :

$$U_{out} = U_z - U_{BE} \quad \dots\dots\dots (1-3)$$

$$U_{out} = U_{IN} - U_{CE} \quad \dots\dots\dots (1-4)$$

ولو فرضنا أنه إذا قلت مقاومة الحمل ، فإنه تبعاً لقانون أوم سيقول جهد الخرج ، وحيث إن الجهد على قاعدة الترانزستور ثابت (بسبب دايود الزينر) ، فإن الجهد بين القاعدة والباعث للترانزستور سيزداد وبهذا يصبح الأخير أكثر توصيلاً من ذي قبل ، أي أن الجهد بين الجامع والباعث سيقول ، وبذلك فإن جهد الخرج سيزداد ( أي سيعود لقيمته الأصلية التي كان عليها )  
ولتطوير هذه الدائرة ليصبح بالإمكان تعديل جهد الخرج لأية قيمة ضمن مجال واسع فإنه يجب استخدام المبدأ الأساسي لتعديل الجهد و الموضح في المخطط الصندوقي شكل رقم (١ - ١٢) .



شكل رقم (١ - ١٢) المخطط الصندوقي لدائرة تنظيم الجهد قابل للتعديل

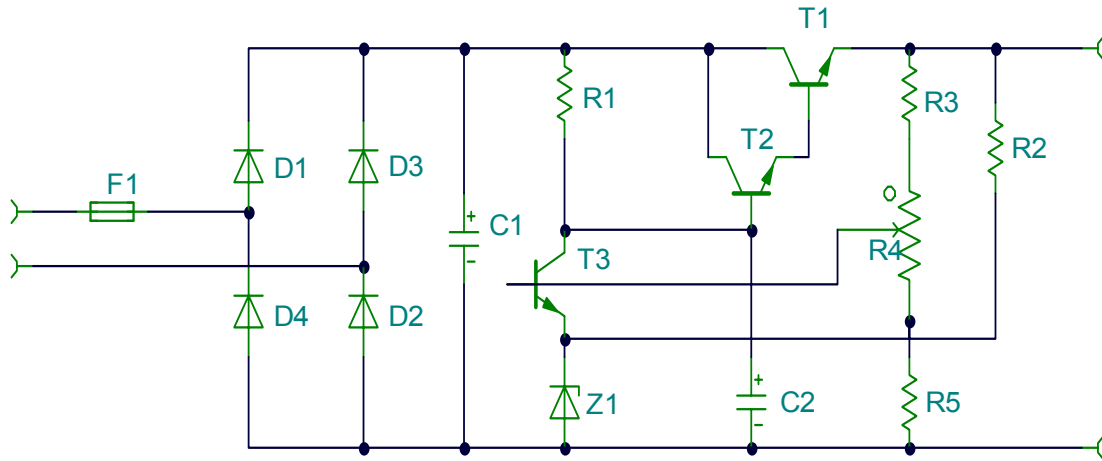
إنّ هذه الدائرة هي دائرة تحكم حلقة مغلقة حيث يتم مقارنة القيمة الحقيقية والتي تعبر عن جهد الخرج في هذه الحالة مع القيمة المطلوبة أو المضبوطة ، فإذا نقص جهد الخرج لسبب ما فإن الفرق بين القيمتين

الحقيقية والمطلوبة ( والذي يقيس مقدار الخطأ ) سيزداد . هذا الخطأ هو عادة ما يكون دخل عنصر التحكم النهائي ، أي إذا ازداد الخطأ فإن دخل عنصر التحكم النهائي سيزداد مما يعمل على زيادة جهد الخرج .

التطبيق العملي لهذا المبدأ توضحه الدائرة في الشكل رقم (١ - ١٣) حيث يتم تعديل الجهد على الخرج بواسطة المقاومة  $R_4$  والتي بتغييرها يتم تعديل الجهد على قاعدة الترانزستور  $T_3$  . فمثلا إذا قمنا بزيادة الجهد على قاعدة  $T_3$  بواسطة  $R_4$  فإن تيار الباعث  $I_{C3}$  سيزداد مؤدياً لجهد أعلى على المقاومة  $R_1$  أي جهد باعث أقل  $U_{C3}$  وهذا يعني جهداً أقل على الخرج  $U_{out}$  . وتحكم المعادلة رقم (١ - ٥) العلاقة بين جهد الخرج والجهد  $U_{C3}$  :

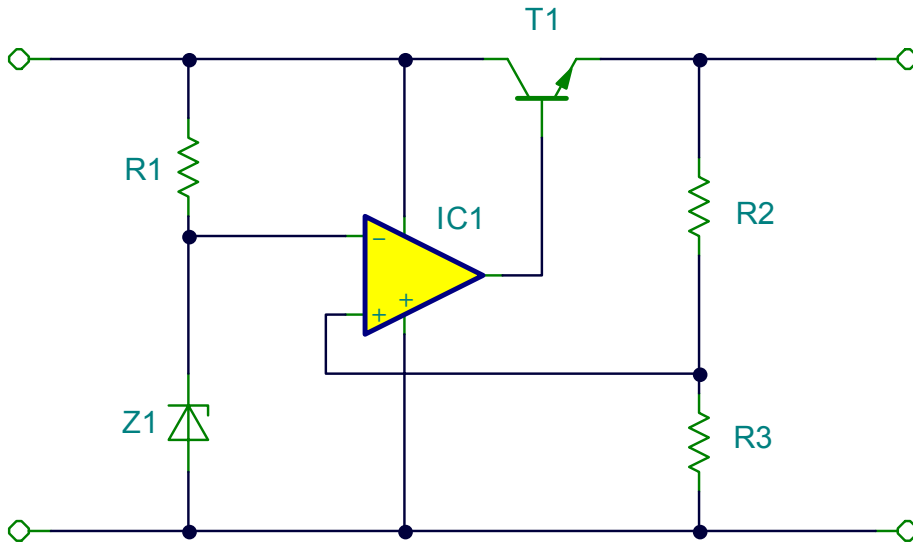
$$U_{out} = U_{C3} - U_{BE2} - U_{BE1} \quad \dots\dots\dots (1-5)$$

وإذا أردنا زيادة جهد الخرج فإنه يجب تقليل الجهد على قاعدة  $T_3$  أي أن العملية تكون عكسية . وأي تغيير أيضاً في تيار الحمل سيعمل على تغيير جهد الخرج ولكن ستقوم دائرة التنظيم بعملها بحيث تحاول تعويض هذا التغيير ، وبنفس الطريقة إذا تذبذب جهد الدخل عن قيمته الاسمية سيتم التعويض في جهد الدخل .



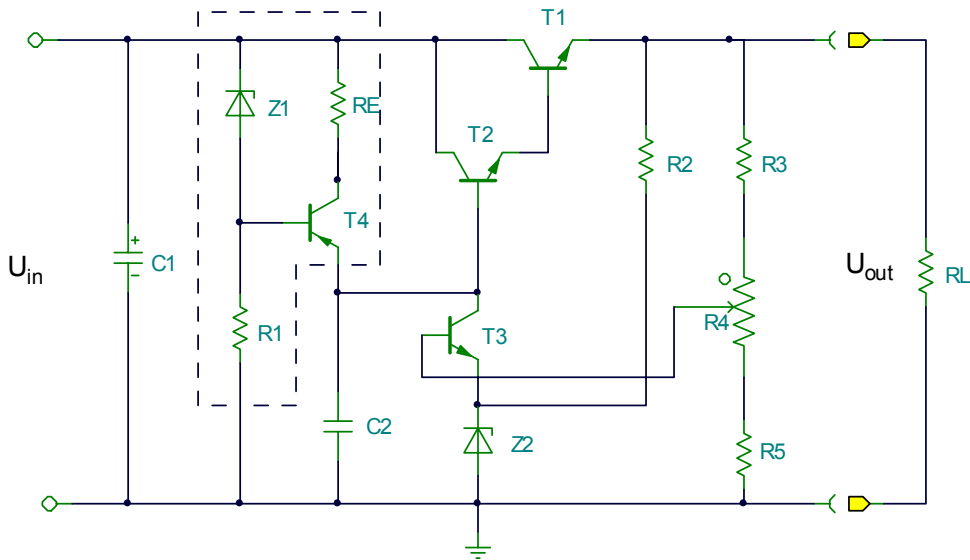
شكل رقم (١ - ١٣) دائرة تنظيم جهد قابل للتعديل

ملاحظة: المكثف  $C_2$  على مجمّع الترانزستور  $T_3$  يعمل على تقليل التفرّجات في جهد  $U_{C3}$  وبالتالي على جهد الخرج ، وفي نفس الوقت يعمل على منع الاهتزازات التي يمكن أن تحصل في دائرة التنظيم . ويمكن استخدام مكبرّ عمليات ليعمل كمقارن بين إشارة الخرج والدخل المرجعي المطلوب والذي تحدده داوود الزينر كما هو واضح في الشكل رقم (١ - ١٤) .



شكل رقم (١ - ١٤) دائرة تنظيم جهد باستخدام مقارن

الدائرة المبينة في الشكل رقم (١ - ١٥) هي تحسين للدائرة السابقة حيث تستخدم ترانزستور إضافي  $T_4$  هو بمثابة مصدر تيار ثابت ، وبالتالي فإن تيار المجمع للترانزستور  $T_3$  سيكون ثابتاً مما يعني جهداً ثابتاً على الخرج .



شكل رقم (١ - ١٥) دائرة تنظيم جهد مضاف إليها وحدة مصدر تيار ثابت

إنّ هذه الدائرة تعطي مقاومة دخل صغيرة جداً مع معامل تنظيم عالٍ يتراوح بين ألف وعشرة آلاف حيث معامل التنظيم يعطى بالعلاقة التالية :

$$S = \frac{\Delta U_{in} \cdot U_{out}}{\Delta U_{out} \cdot U_{in}} \dots\dots\dots (6)$$

يمكن أيضا إضافة عناصر أخرى لهذه الدائرة لتحسين مواصفاتها من حيث معامل التنظيم والمقاومة الداخلية وكمية التيار الذي يمكن سحبه والحماية من فرط التيار الناتج عن القصر ..... إلخ .

### المنظّمات المتكاملة الثابتة الجهد:

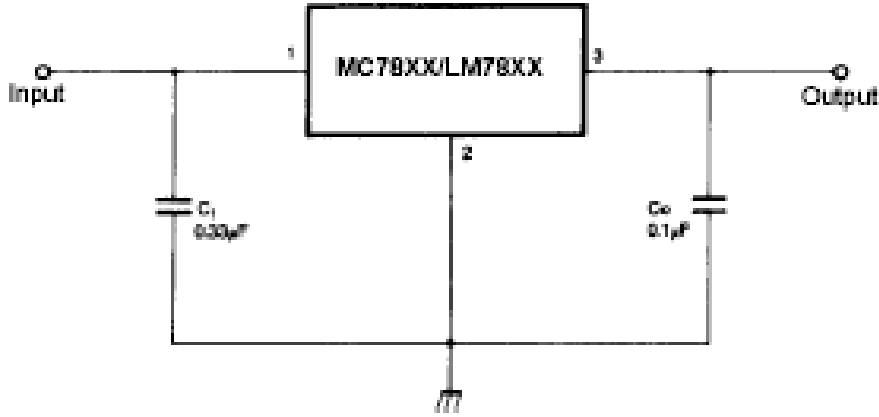
يمكن الاستعاضة عن دوائر تغذية القدرة المكوّنة من عناصر منفصلة ( discrete ) بالدوائر المتكاملة والتي يتمّ صنعها لتكون إمّا دوائر تنظيم جهد ثابت أو متغيّر ، وتحتوي كل من هذه الدوائر على حوالي ٢٠ ترانزستور وعدد من دايودات الزينر وأكثر من عشرين مقاومة متكاملة ، وكلّها تعمل على نفس المبدأ الذي تم شرحه فيما سبق . وغالبا لا يعني الفنيّ أو المهندس الممارس ما بداخل هذه المتكاملات من تفاصيل ولكن ما يعنيه عادة هو وظيفة هذه الدوائر وكيفية إستخدامها . ويكون لدوائر تنظيم الجهد المتكاملة عادة ثلاثة أطراف : طرف الدخل وطرف الخرج وطرف الأرضي أو المرجعي .

الجدير ذكره بشأن هذه المتكاملات هو عدم تجهيزها لتكون قادرة على حماية نفسها من تيار القصر وتيار فرط التحميل لأنّها أصلا خصّصت لعمل دوائر تغذية قدرة بسيطة ، وبإضافة دوائر مناسبة مع هذه المتكاملة يمكن عمل مصادر تغذية قدرة بمواصفات مميزة رخيصة وسهلة .

من أكثر المتكاملات شيوعا في مجال تنظيم الجهد هي سلسلة المتكاملات 78XX لتزويد الجهد الموجب ، وسلسلة 79XX لتزويد الجهد السالب . أن جهد الخرج لهذه المتكاملات يعطى بالأرقام توجد مكان الحرفان XX في الرقم التسلسلي ، فمثلا الرقم التسلسلي 7805 يدل على أن هذه المتكاملة تعطي جهدا موجبا مقداره ٥ فولت ، بينما الرقم التسلسلي 7915 يعطي جهدا سالبا مقداره ١٥ فولت . هذه المتكاملات تعطي تيارات من عشر أمبير حتى ٥ أمبير . والمقاومة الداخلية لها تكون في حدود ٢٠ مللي أوم .

الشكل رقم (١ - ١٦) يوضح الدائرة الأساسية لهذين النوعين من منظّمات الجهد .





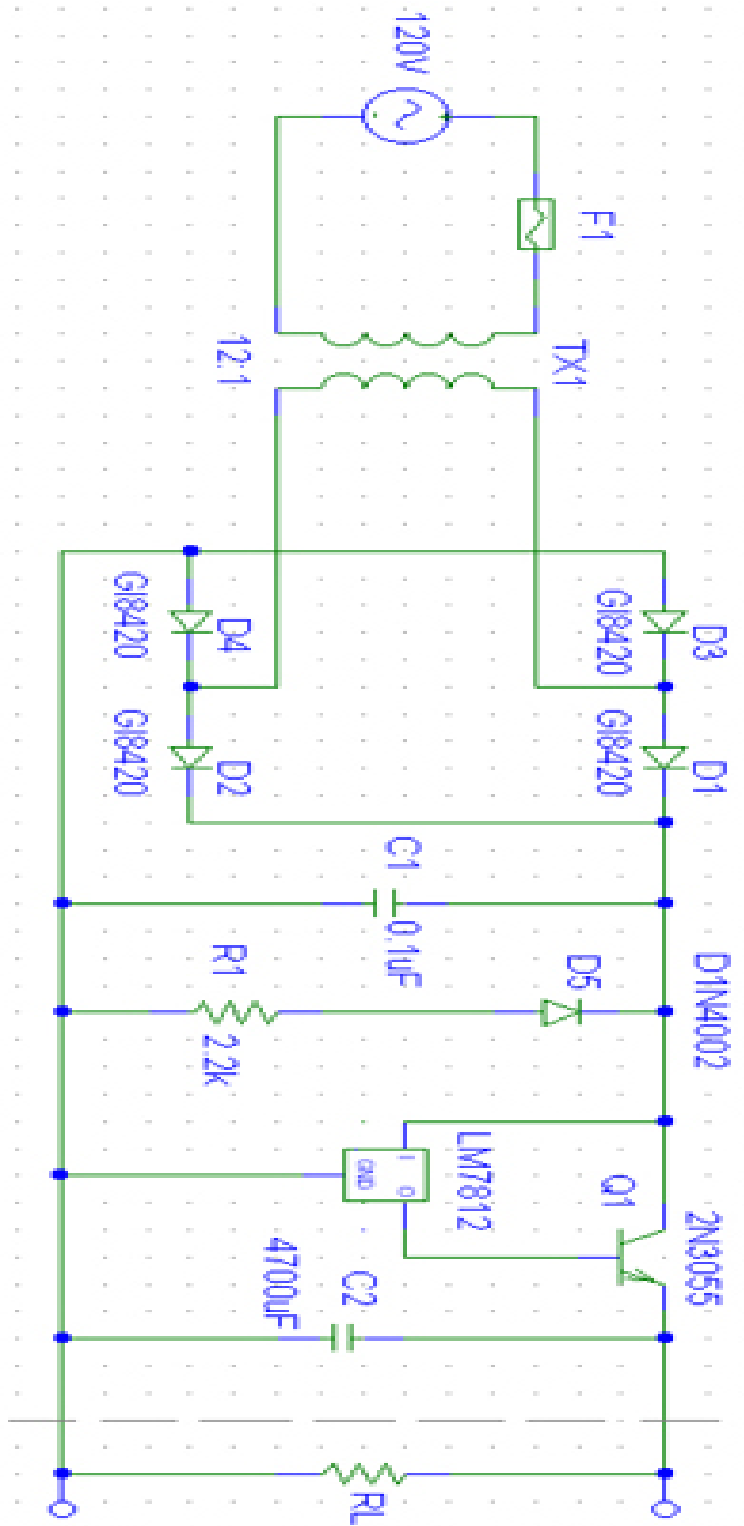
شكل رقم (١ - ١٦) دائرة تنظيم جهد متكامل باستخدام سلسلة المتكاملات 78XX

إنّ كلّ هذه المنظّمات تعمل على أساس أن يكون جهد الدخل أكبر من الجهد المطلوب على الخرج على الأقل بمقدار اثنين فولت .

لاحظ أيضا المكتّفين الموصلين مع المتكاملة حيث  $C_1$  تكون قيمتها عادة ما بين ٤٧٠ مايكروفاراد و ٢٢٠٠ مايكروفاراد بينما  $C_2$  تكون ما بين واحد مايكرو وعشرة مايكروفاراد .

وللحصول على تيّارات أعلى ممّا يمكن أن تعطيه هذه المتكاملات ، فإنه يمكن استخدام ترانزستور قدرة بالطريقة التي يوضّحها الشكل رقم (١ - ٢٠) .

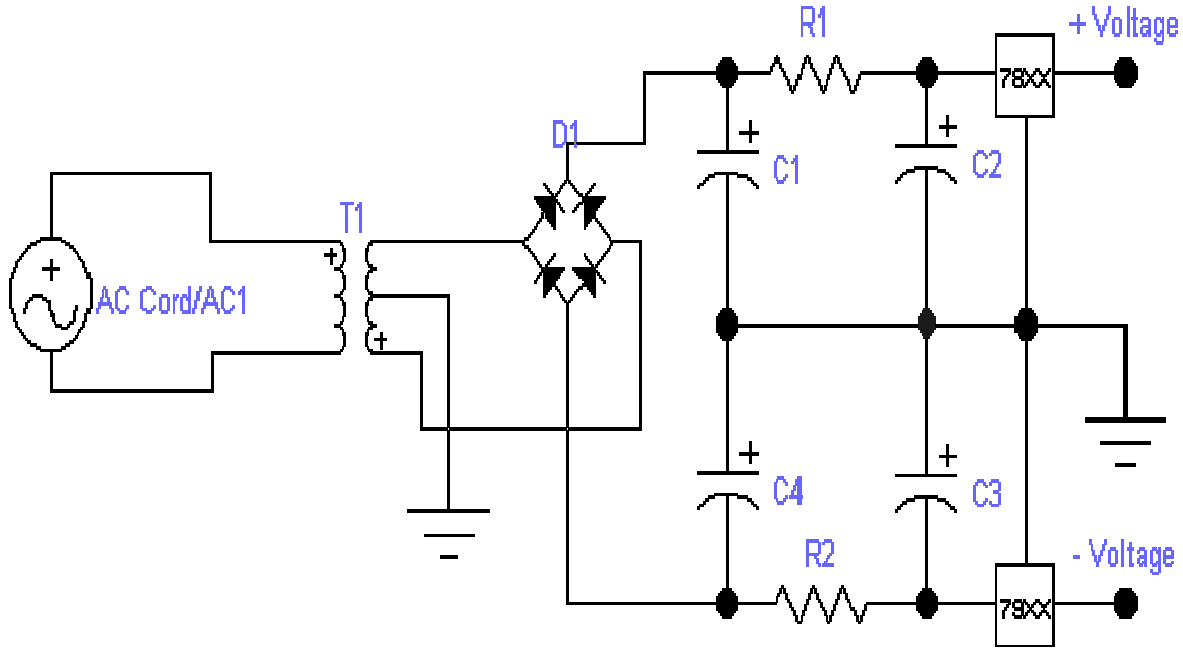
ملاحظة : تستطيع بواسطة هذه الدائرة الحصول على تيّارات كبيرة كما تشاء ، بإضافة أكثر من ترانزستور واحد على التوازي ، فمثلا إذا كان الترانزستور الواحد يتحمّل تيارا أقصى مقداره ١٠ أمبير ، وأردت الحصول على ٣٠ أمبير ، فإنّك ستحتاج توصيل ثلاثة ترانزستورات مع بعضها على التوازي . كذلك من المهمّ تركيب المبرّدات الحراريّة المناسبة حسب التيّار والجهد المطلوبين . ويمكنك الرجوع للملحق رقم (١ - ٣) لمعرفة كيفية اختيار المبرّد المناسب .



شكل رقم (١- ٢٠) دائرة منظم جهد تستخدم ترانزستور قدرة للحصول على تيارات أكبر من إمكانيات المتكاملة

LM7812

والدائرة الموضّحة في الشكل رقم (١ - ٢١) تبين كيفية الحصول على جهد موجب وسالب في نفس الوقت .



شكل رقم (١ - ٢١) دائرة تزويد جهد منظم موجب وسالب

### منظّمات الجهد القابلة للتعديل :

يمكن أن تستخدم منظّمات الجهد الثابتة للحصول على جهود متغيرة فمثلا الدائرة الموضّحة في الشكل رقم (١ - ٢٢) تستخدم مكبرّ عمليّات ، حيث الطرف الأرضي في هذه الحالة لا يوصل مع الأرض ولكن مع الطرف السالب لمكبرّ العمليّات .

باستخدام المبادئ الأساسيّة التي تعرضنا لها في شرحنا لمنظّمات الجهد المنفصلة بيّنا كيف يمكن أن نحصل على جهد متغير ، ويمكن أن تطبّق هذه المبادئ نفسها في متكاملات تعطي جهودا متغيرة بدلا من الجهود الثابتة .

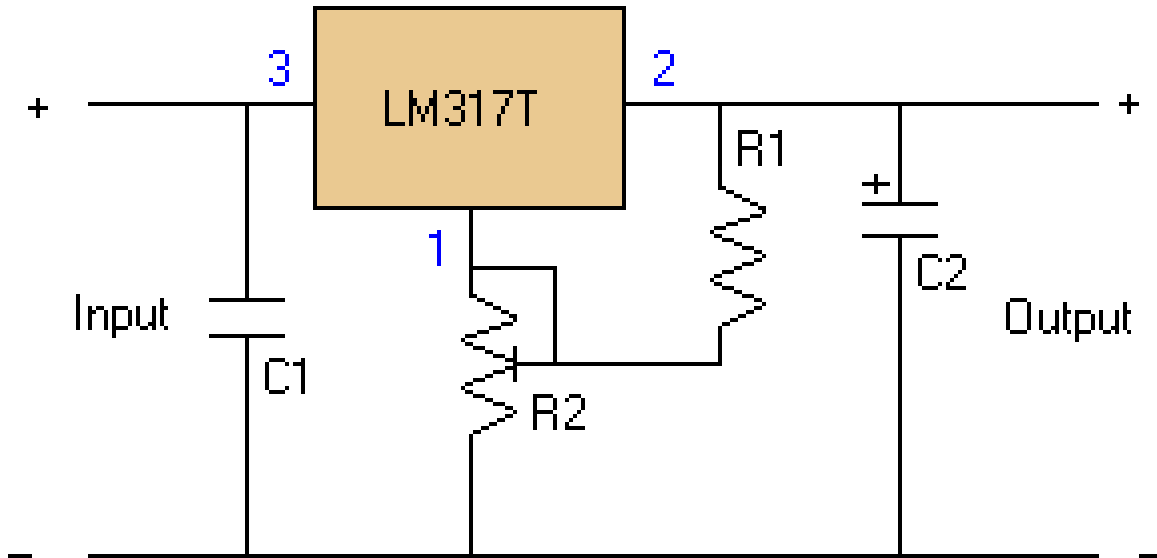
ومن المتكاملات الشائعة المتكاملة LM317 للجهود الموجبة ، و LM337 للجهود السالبة وكذلك المتكاملة L200 و  $\mu A723$  وغيرها كثير .

الشكلان رقم (١ - ٢٣) و (١ - ٢٤) يوضّحان دائرتان تستخدمان LM317 و LM337 حيث باستخدام جهد دخل مقداره أربعون فولت ، وبتعديل مقسم الجهد يمكن ضبط جهد الخرج على أية

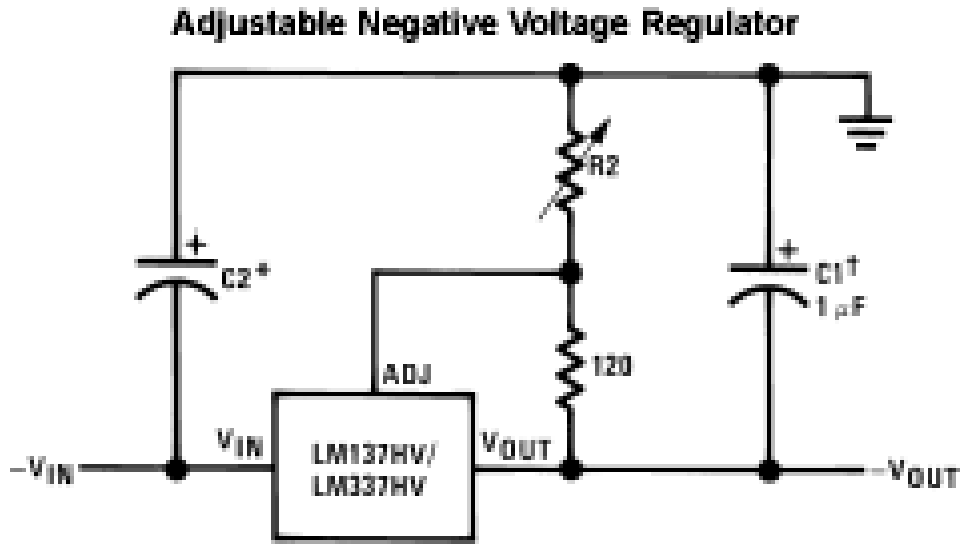
قيمة ما بين ١,٢٥ فولت و ٣٧ فولت ، وحتى يعمل منظّم الجهد بالشكل الصحيح فإنّ جهد الدخل يجب أن يكون أكبر بمقدار ٣ فولت على الأقل من جهد الخرج .  
ويعطى جهد الخرج حسب العلاقة التالية :

$$U_{out} = 1.25(1 + R_2/R_1) \dots \dots \dots (7)$$

تتميّز هذه المتكاملات بإمكانية تحديدها للتيّار المسحوب منها بحيث لا يتجاوز ٢,٢ امبير ، ولكن لا يوجد فيها حماية من زيادة التحميل الحراري ، وبالتالي فإنّ هناك إمكانيّة لاحتراقها بسبب قصر الدائرة .

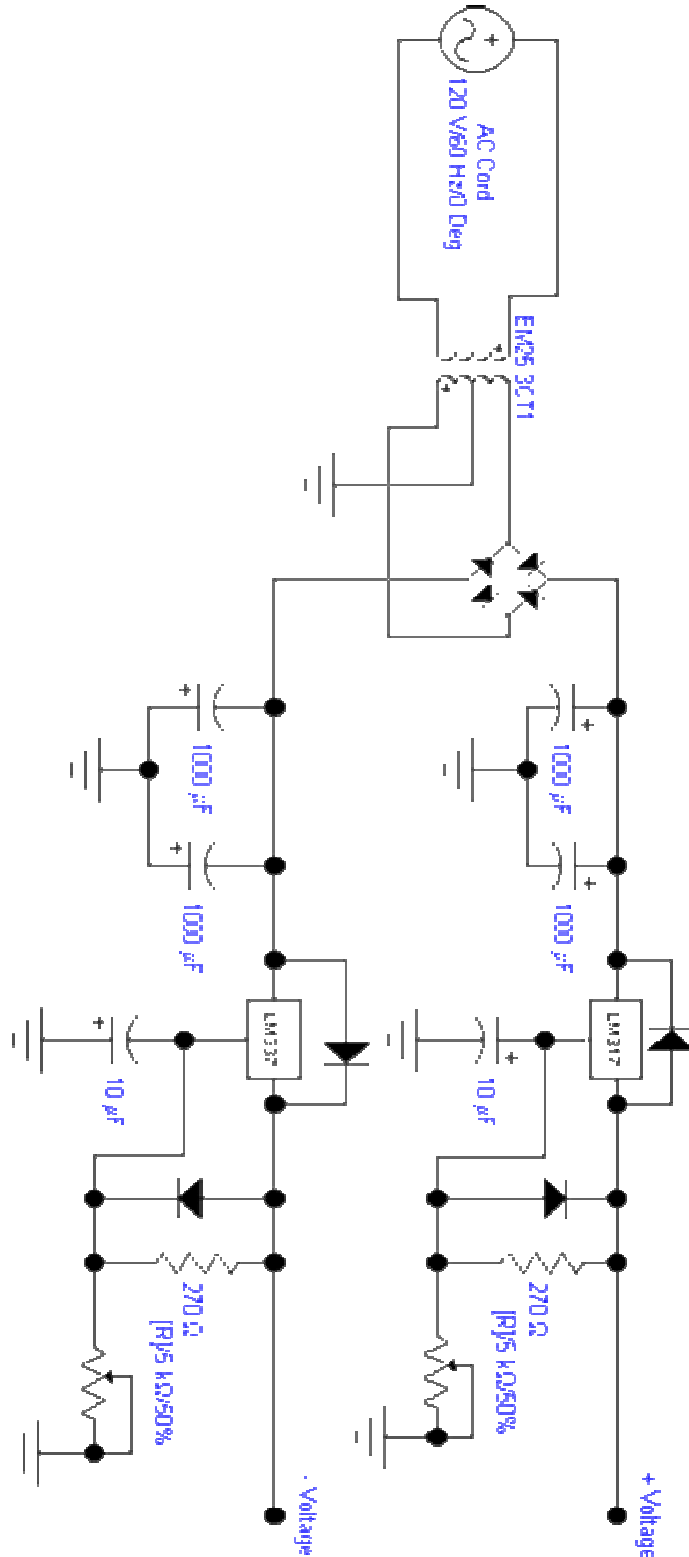


شكل رقم (١ - ٢٣) دائرة تنظيم جهد متغيّر موجب باستخدام المتكاملة LM317



شكل رقم (١ - ٢٤) دائرة تنظيم جهد متغير سالب باستخدام المتكاملة LM137/337

والشكل رقم (١ - ٢٥) يبين دائرة تعطي جهوداً موجبة وسالبة يمكن تعديل قيمتها باستخدام هاتين المتكاملتين .



شكل رقم (١ - ٢٥) دائرة تنظيم جهد موجب وسالب باستخدام المتكاملتين LM317/337

والشكل رقم (١ - ٢٦) يبين دائرة تنظيم جهد متغير تستخدم المتكاملة L200 ذي خمسة أرجل والتي

تمتلك مميزات ممتازة من حيث الحماية من قصر الدائرة وفرط الحمل وتحمل جهد دخل أقصى مقداره

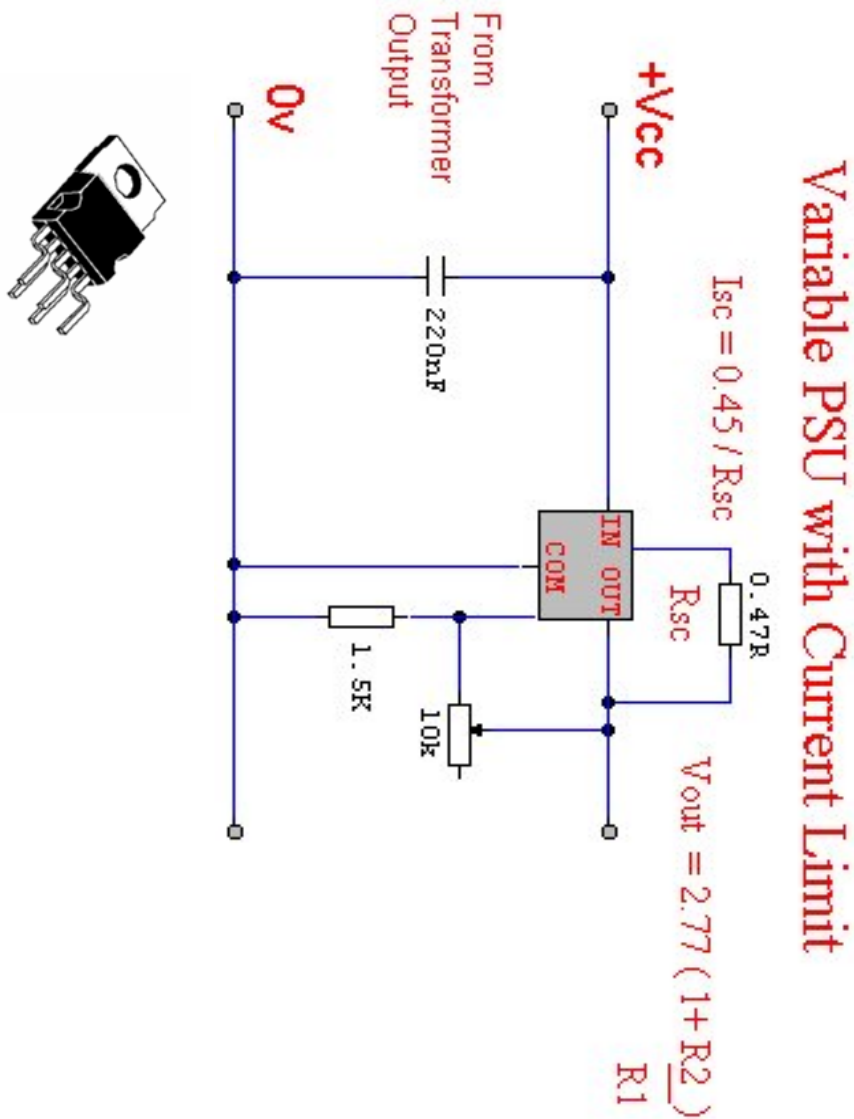
٤٠ فولت وتيار حتى ٢ أمبير ويمكن تغيير الجهد على الخرج من ٣ إلى ٣٧ فولت على أن لا يتجاوز الفرق بين جهد الدخل والخرج عن ٣٢ فولت .  
وجهد الخرج يمكن أن يحسب بناء على العلاقة التالية :

$$U_{out} = 2.77 ( 1 + R_2/R_1 ) V \dots\dots\dots(8)$$

بحيث لا يجوز أن تزيد المقاومة  $R_1$  عن ١٠٠٠ أوم ، ويتم تحديد التيار المسحوب باستخدام المقاومة حيث يتم اختيارها حسب العلاقة التالية :

$$R_3 = 0.45V/I_{out} \dots\dots\dots(9)$$

وإذا كانت  $R_3$  مساوية للصفر فإن أقصى تيار مسحوب هو ٢,٥ أمبير ، ولمنع حدوث اهتزازات يمكن إضافة مكثفات بين الدخل والأرضي والخرج والأرضي .



شكل رقم (١ - ٢٦) دائرة تنظيم متغيرة للجهد المستمر باستخدام المتكاملة L200



وأخيرا فإنه للحصول على مصادر تغذية قدرة متعددة الجهود الموجبة والسالبة الثابتة والمتغيرة فإنه يجب عندئذ استخدام أكثر من متكاملة لتحقيق هذا الغرض .

كذلك فإن كل أنواع مصادر التغذية التي تعرضنا لها هي من النوع الخطّي والذي يستخدم الترانزستور كعنصر تحكم والذي يتصرّف كمقاومة متغيرة ، ومن المعروف أن هذه المصادر تستهلك طاقة ضائعة على شكل حرارة مما يؤدي إلى تقليل الكفاءة لها ، ولحلّ هذه المشكلة فإنه تستخدم حاليا مصادر تغذية قدرة أكثر كفاءة وأصغر حجما ، إنها مصادر تغذية القدرة المفتاحية ( Switching – Mode Power Supplies ) حيث إن العنصر الأساسي فيها هو الترانزستور أيضا ، لكن في هذه الحالة يستخدم كمفتاح وليس كمضخم ، وسوف لن نتطرق لهذا النوع من المصادر حيث إنه يتعدّى الهدف من هذه الورشة .

## تمرين رقم (١ - ١)

## دائرة تغذية قدرة ١٢ فولت مكوّنة من عناصر منفصلة

الجزء الأول : تركيب واختبار دائرة مقوّم قنطرة مع مكثّف تنعيم

في هذا الجزء سيتم توصيل مقوّم قنطرة على لوح اختبار ( bread board ) وفحص الإشارة الداخلة والخارجة منه ، ثم بعد ذلك سيتم وصل مكثّف تنعيم على خرج المقوّم وملاحظة الإشارة الخارجة .

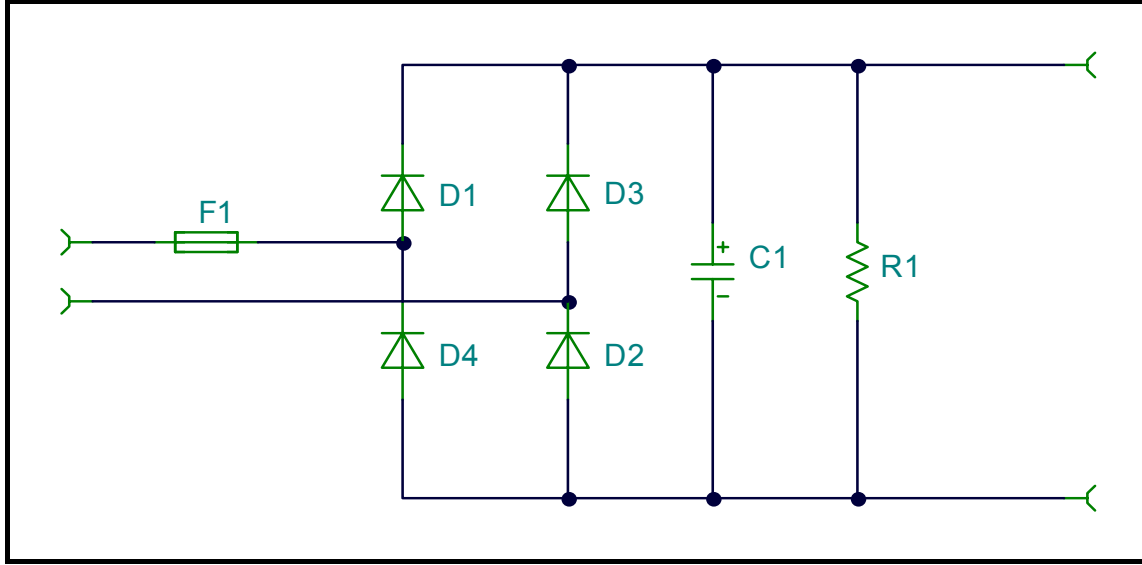
المكوّنات :

الرقم	العنصر	الوصف	الكمية
١	$D_1, D_2, \dots, D_4$	دايود من نوع 1N4001	٤
٢	$R_1$	مقاومة $1K\Omega$	١
٣	$C_1$	مكثف $25\mu F, 250\mu F$	١
٤	$F_1$	مصهر (فيوز) $0.4A$	١
٥	--	حامل المصهر (الفيوز)	١

جدول رقم (١ - ١) قائمة العناصر للتمرين رقم (١ - ١)

خطوات العمل :

- قُم بتوصيل الدائرة المبيّنة في الشكل رقم (١ - ٢٧) بدون مكثّف التنعيم  $C_1$  .
- أعلم المدرّب بالانتهاء من التوصيل ليقوم بالتأكّد من صحّة التوصيل .
- قُم بتوصيل مصدر التيّار المتغيّر للدائرة .
- قُم بتوصيل راسم الإشارة على طرفي المكثّف ، ثم اضبط الراسم بحيث تستطيع أن تلاحظ الإشارة على الشاشة بشكل واضح .
- قُم بتغيير المكثّف من القيمة الأصغر إلى الأكبر ولاحظ الفرق على الخرج .



شكل رقم (١ - ٢٧) دائرة مقوّم (موحد) موجة كاملة مع مصفّ مكون من مقاومة ومكثّف

### الجزء الثاني : دائرة تنظيم جهد مكوّنة من ترانزستور ودايود زينر

في هذا الجزء ستقوم ببناء دائرة تنظيم كاملة مكوّنة من عناصر منفصلة ذات خرج قابل للتعديل عن طريق المقاومة  $R_2$ . ويشكّل الترانزستور  $T_3$  أداة التحكم، حيث يعمل المجمّع ل  $T_3$  على ضبط مسار التحكم الذي يشكّله الترانزستورين  $T_1$ ،  $T_2$  الموصولين بطريقة "دارلنجتون".

#### خطوات العمل :

- قُم بتوصيل الدائرة حسب الشكل رقم (١ - ٢٨).
- أعلم المدرّب لكي يقوم بالتأكّد من التوصيل.
- قُم بتوصيل مصدر تغذية متغيّر
- باستخدام جهاز فولتميتر رقمي، قس الجهد على دايود الزينر ثم قس الجهد على طرفي القاعدة والباعث للترانزستور.
- قس الجهد على الخرج وتحقّق من العلاقة التالية :

$$U_{out} = (U_Z + U_{BE3}) \cdot \left( \frac{R_2 + R_3}{R_3 + \beta R_2} \right) \dots\dots\dots (10)$$

حيث : X معامل يعتمد على ضبط قيمة المقاومة المتغيرة  $R_2$  ويتراوح بين صفر وواحد

- قس الجهد على طرفي الباعث والمجمّع للترانزستور  $T_1$  ، وتحقق من العلاقة التالية :

$$U_{out} = U_{C1} + U_{CE1} \quad \dots\dots\dots(11)$$

حيث  $U_{C1}$  هو الجهد على مكثف التنعيم .

- غير في مقاومة الحمل قليلا ولاحظ جهد الخرج .
- اطلب مساعدة المدرّب ليقوم بالتأكد من التوصيلات .
- قُم بتشغيل الدائرة وباستخدام جهاز فولتميتر رقمي قس جهد الخرج على الحمل.
- قس الجهد على مكثف التنعيم كذلك الجهد على طرفي الترانزستور  $T_1$  ، و تحقق من العلاقة رقم (١ - ١١) .

- غير في المقاومة المتغيرة  $R_2$  ، ولاحظ تغير الجهد على الخرج .
- قُم بتغيير المقاومة المتغيرة  $R_2$  على كامل مداها ( من أقل قيمة إلى أعلى قيمة ) وسجّل المد الذي يتغير فيه جهد الخرج .

- الآن سوف نرى كيف يتصرّف منظّم الجهد في حال تغير جهد الدخل .
- قس جهد داوود الزينر والجهد على قاعدة ومجمّع  $T_3$  كذلك جهد الخرج  $U_{out}$  عند كل قيمة لجهد الدخل ( على طرفي المكثف  $C_1$  ) المبينة في الجدول رقم (١ - ٤) ، حيث الجهد بين ١٨ و ٢٢ فولت يمثل ترنّحاً في الجهد مقداره ١٠٪ من القيمة المتوسطة ٢٠ فولت .

جهد الدخل	$U_{Z1}$ (فولت)	$U_{B3}$ (فولت)	$U_{C3}$ (فولت)	$U_{BE1} + U_{BE2}$	$U_{out}$ (فولت)
١٨ فولت					
٢٠ فولت					
٢٢ فولت					

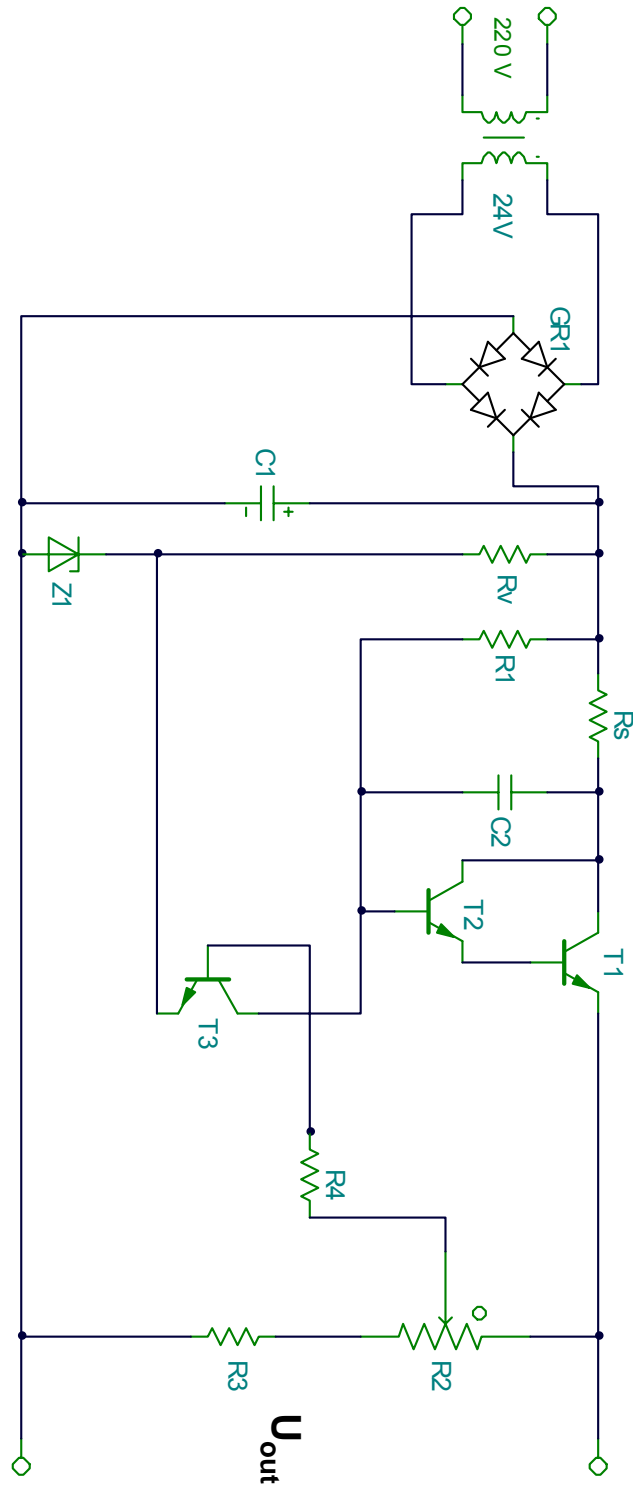
جدول رقم (١ - ٤)

الآن قم بإجراء القياسات التالية في حالة تحميل المنظم :

- اضبط جهد الخرج عند ١٥ فولت بدون حمل. ثم قم بتحميل الدائرة بالمقاومة المتغيرة (١٠٠ أوم) ، واضبط تيار الحمل عند ٠,٣ أمبير .
- قس الجهود الموجودة بالجدول التالي :

$I_L$	$U_{out}$	$U_{C1}$	$U_{Z1}$	$U_{BE1} + U_{BE2}$	$U_{BE3}$	$U_{CE1}$
0.3 A						

جدول رقم (١ - ٥) قياسات الدائرة تحت التحميل



شكل رقم (١ - ٢٨) دائرة تنظيم جهد قابل للتعديل باستخدام عناصر منفصلة

## مشروع رقم (١ - ١)

## دائرة تنظيم جهد مكوّنة من عناصر منفصلة

في هذا المشروع ستقوم ببناء دائرة تنظيم الجهد التي قمت باختبارها على مراحل باستخدام لوح اختبار في التمرين السابق ، هذه المرة ستستخدم تقنية اللّوحات المطبوعة لتصنيع هذه الدائرة .

## المكوّنات :

الوصف	العنصر
مقوم قنطرة	GR <sub>1</sub>
دايود زينر	Z <sub>1</sub>
ترانزستور BD 435 - 10 مع مبرّد	T <sub>1</sub>
ترانزستور BC337 - 25	T <sub>2</sub>
ترانزستور BC 237 B	T <sub>3</sub>
مكثّف إلكتروليتي ٢٢٠٠ مايكرو فاراد / ٣٥ فولت	C <sub>1</sub>
مكثّف ٢,٢ نانوفاراد / ١٠٠ فولت	C <sub>2</sub>
مقاومة ٦,٨ كيلو أوم / ٠,٣ واط	R <sub>1</sub>
مقاومة متغيّرة	R <sub>2</sub>
مقاومة ٢,٢ كيلو أوم / ٠,٣ واط	R <sub>3</sub>
مقاومة ١٠٠ أوم / ٠,٣ واط	R <sub>4</sub>
مقاومة ٢,٧ كيلو أوم / ٠,٥ واط	R <sub>V</sub>
مقاومة ١٠ أوم / ١ واط	R <sub>S</sub>
مقاومة متغيّرة ١٠٠ أوم / ٠,٥ أوم	R <sub>L</sub>

- المطلوب في هذا المشروع عمل تخطيط للدائرة في الشكل رقم (١ - ٢٨) ، مع الأخذ بعين الاعتبار توصيل المحوّل خارج إطار اللّوح ليكون هناك إمكانيّة إمّا لتغذية الدائرة بجهد متغيّر مقداره ٢٤ فولت مباشرة أو بتوصيل محوّل خارجي مع اللّوح لهذا الغرض . وبعد ذلك ستقوم بطبع الرسم ( التخطيط ) على اللّوح النحاسي أو رسمه يدويًا ، ومن ثمّ القيام بالخطوات اللازمة والمشروحة في الوحدة الأولى ليتمّ إنتاج اللّوح المطبوع بشكله النهائي قبل البدء بعملية التثقيب وذلك أيضا يجب أن تتمّ بناء على التعليمات الواردة بالوحدة الأولى بهذا الشأن .
- قُم بتثبيت المكوّنات على اللّوح المطبوع ومن ثمّ لحامها .
- تأكّد من سلامة التوصيلات واللّحام في كل أجزاء اللّوح بمساعدة المدرّب .
- قُم بلحام أسلاك المخارج والمداخل .
- قُم بتوصيل كهرباء الشبكة العموميّة إلى الدائرة إذا قمت باستخدام محوّل تخفيض ، أو قُم بتوصيل مصدر جهد متغيّر مقداره ٢٤ فولت مباشرة للدائرة .
- قُم بقياس الجهد على الخرج ولاحظ تغيّره مع ضبط المقاومة  $R_2$  عند قيم مختلفة .



## مشروع رقم (١ - ٢)

## وحدة تغذية متغيرة وثابتة للطاقة بالتيار المستمر

الجزء الأول:

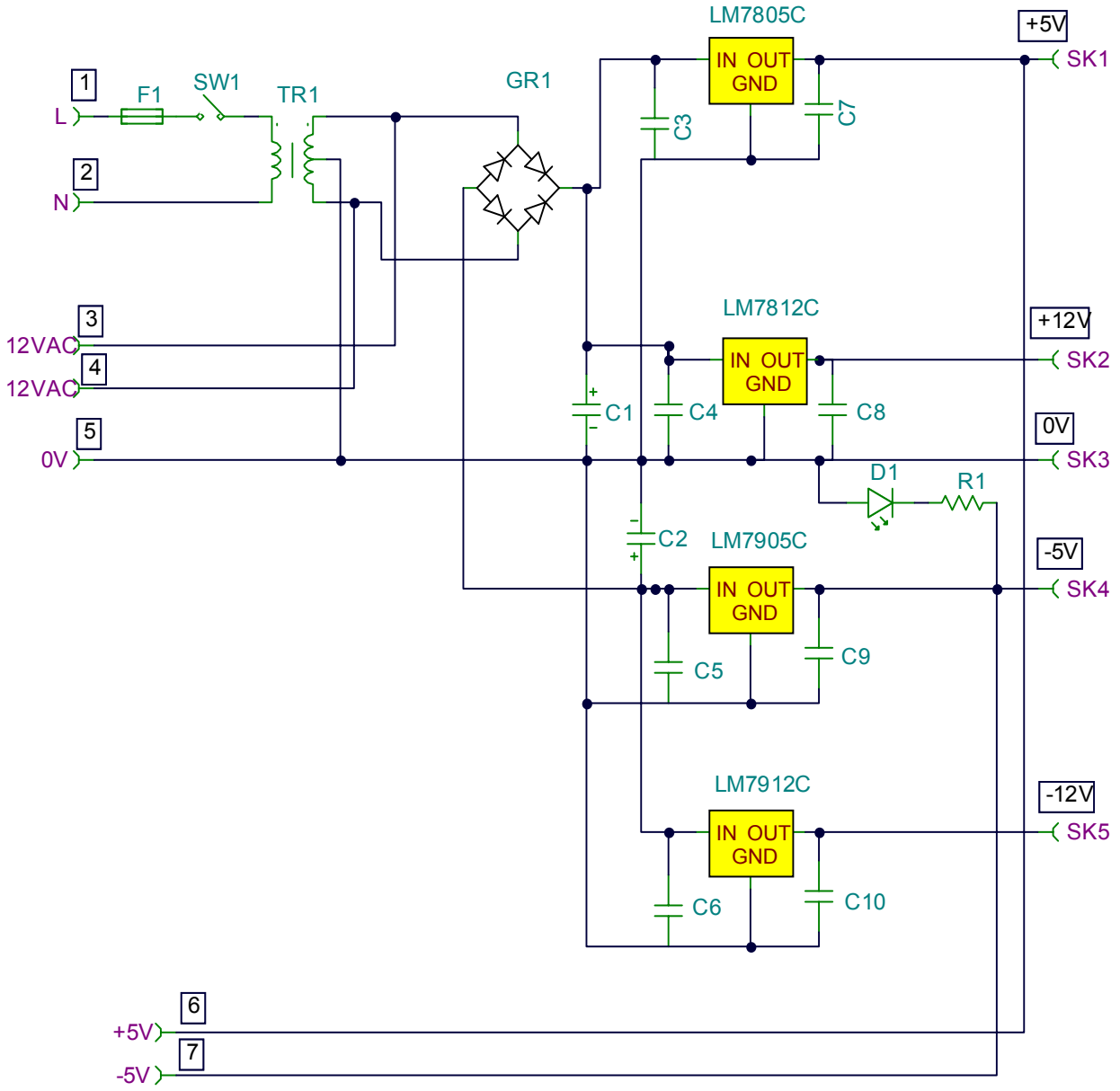
في هذا الجزء من المشروع سيتم بناء وحدة تغذية الطاقة بالتيار المستمر باستخدام الدوائر المتكاملة .

المكونات :

الوصف	العنصر
مقاومة ١ كيلو اوم ٤/١ واط ٥٪	$R_1$
مكثف إلكتروني ٢٢٠٠ مايكرو فاراد / ٢٥ فولت	$C_2, C_1$
مكثف بوليستر ١٠ نانوفاراد	$C_3$ إلى $C_5$
مكثف إلكتروني ١٠ مايكرو فاراد / ١٦ فولت	$C_7$ إلى $C_{10}$
قنطرة	$GR_1$
منظم جهد ١٢+ فولت من نوع 7812	$IC_1$
منظم جهد ٥+ فولت من نوع 7805	$IC_2$
منظم جهد - ٥ فولت من نوع 7905	$IC_3$
منظم جهد - ١٢ فولت من نوع 7912	$IC_4$
دايود ضاو	$D_1$
مقابس ٢ ملم ( بألوان مناسبة )	$SK_1$ إلى $SK_5$
فيوز ١ أمبير	$F_1$
مفتاح لقطع ووصل كهرباء الشبكة العمومية	$SW_1$
محول حلقي مفتوح الأسلاك ٣٠ فولت أمبير	$T_1$

الشكل رقم (١ - ٢٩) يبين دائرة المشروع والتي تحتوي على القنطرة  $GR_1$  والمتكاملات الأربعة التي تعطي الجهود  $12+$  فولت ،  $5+$  فولت ،  $5-$  فولت ، و  $12-$  فولت .

- المطلوب في هذا المشروع عمل تخطيط للدائرة وطبعها أو رسمها يدويًا على لوحة نحاسية ومن ثم القيام بالخطوات اللازمة والمشروحة في الوحدة الأولى ليتم إنتاج اللوح المطبوع بشكله النهائي قبل البدء بعملية التثقيب وذلك أيضا يجب أن تتم بناء على التعليمات الواردة بالوحدة الأولى بهذا الشأن .
- قُم بتثبيت المكونات على اللوح المطبوع ومن ثم لحامها .
- تأكد من سلامة التوصيلات واللحام في كل أجزاء اللوح بمساعدة المدرب .
- قُم بلحام أسلاك المخارج والمداخل .
- قُم بتوصيل كهرباء الشبكة العمومية إلى الدائرة .
- أغلق المفتاح  $SW_1$  ، ومن ثم أجر عملية الفحص لما يلي:
  - الجهود المتغيرة على أطراف ملفات المحوّل الابتدائي والثانوي .
  - الجهد على الطرف الموجب للقنطرة مع الجهد المرجعي (  $0V$  ) .
  - الجهد على الطرف السالب للقنطرة مع الجهد المرجعي (  $0V$  ) .
  - جهد المخارج  $SK_1$  ،  $SK_2$  ، ..... إلى  $SK_5$  .



شكل رقم (١ - ٢٩) دائرة تزويد جهد متعدد القيم

الجزء الثاني: وحدة تغذية متغيرة للطاقة بالتيار المستمر: في هذا الجزء ستقوم ببناء وحدة تغذية متغيرة للطاقة بالتيار المستمر والتي سيتم إدماجها بالوحدة السابقة متعددة الجهود مع وحدة إظهار رقمية لتكون جهاز تغذية قدرة متكامل .

## المكونات:

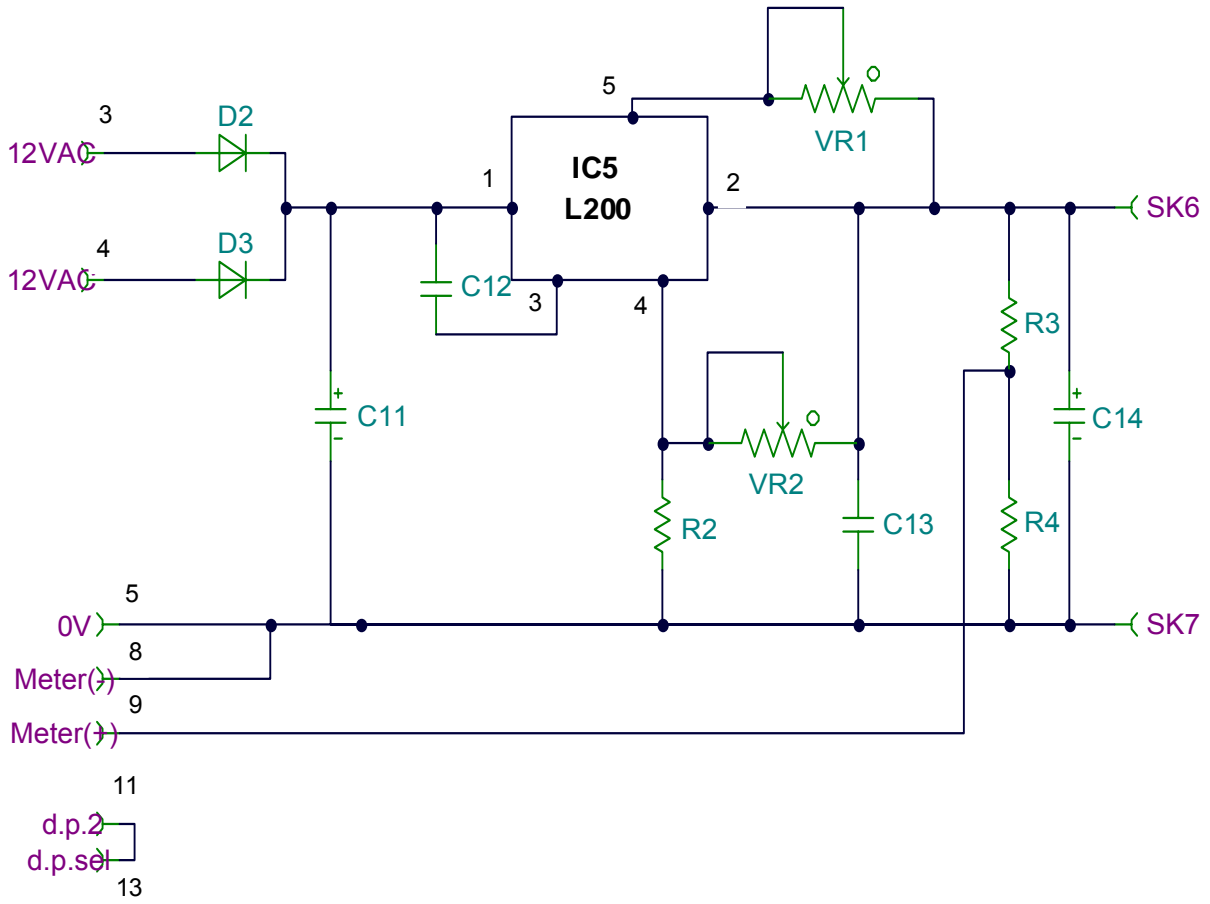
العنصر	الوصف
R <sub>2</sub>	مقاومة ٨٢٠ أوم ٤/١ واط ٥٪
R <sub>3</sub>	مقاومة ١ ميجا أوم ٤/١ واط ٥٪
R <sub>4</sub>	مقاومة ١٠ كيلو أوم ٤/١ واط ٥٪
V <sub>R1</sub>	مقاومة متغيرة ٥٠ أوم
V <sub>R2</sub>	مقاومة متغيرة ٥ كيلو أوم
C <sub>11</sub>	مكثف إلكتروني ٢٢٠٠ مايكرو فاراد / ٢٥ فولت
C <sub>13</sub> ، C <sub>12</sub>	مكثف بوليستر ١٠٠ نانوفاراد
C <sub>14</sub>	مكثف إلكتروني ١٠٠ مايكرو فاراد / ٢٥ فولت
C <sub>16</sub> ، C <sub>15</sub>	مكثف إلكتروني ١٠ مايكرو فاراد / ١٦ فولت
C <sub>17</sub>	مكثف إلكتروني ٤.٧ مايكرو فاراد / ٣٥ فولت
D <sub>3</sub> ، D <sub>2</sub>	دايود من نوع 1N5401
D <sub>5</sub> ، D <sub>4</sub>	دايود من نوع 1N4148
IC <sub>5</sub>	متكاملة منظّم جهد متغيّر من نوع L200
SK <sub>7</sub> ، SK <sub>6</sub>	مقابس ٢ ملم ( حمراء وسوداء )
PCB	لوح نحاسي قياس ١٠ x ٥ سم
HS	مبدّد حرارة TO220
DPM	مقياس عرض رقمي بالبلور السائل LCD مثل RS/Stock no. 313 - 479

الشكل رقم (١ - ٣٠) يبيّن دائرة المشروع والتي تحتوي على الموحدين D<sub>1</sub> و D<sub>2</sub> والمتكاملة L200 ذي خمسة الأرجل التي بإمكانها تزويد جهد متغيّر من ٢.٧ فولت إلى ١٦.٥ فولت وتيار

حتى ٢ أمبير وتتضمن الدائرة أيضاً وسيلة لتحديد التيار من ١٠ مللي أمبير و ١,١ أمبير بواسطة المقاومة المتغيرة  $VR_1$  ، ويتم الحصول على الخرج على طريقتي القابسين  $SK_1$  و  $SK_2$  .  
يوضح الشكل نفسه أيضاً كيفية توصيل الدائرة مع وحدة مقياس العرض الرقمي ( الأطراف ٨ و ٩ )

المطلوب في هذا المشروع عمل تخطيط للدائرة وطبعها أو رسمها يدوياً على لوحة نحاسية ومن ثم القيام بالخطوات اللازمة والواردة في الفصل الثاني ليتم إنتاج اللوح المطبوع بشكله النهائي قبل البدء بعملية التثقيب.

- قم بتثبيت المكونات على اللوح المطبوع ومن ثم لحامها .
- تأكد من سلامة التوصيلات واللحام في كل أجزاء اللوح بمساعدة المدرب .
- قم بلحام أسلاك المخارج والمداخل .
- قم بتوصيل كهرباء الشبكة العمومية إلى الدائرة .
- أغلق المفتاح  $SW_1$  ، ومن ثم أجر عملية الفحص لما يلي:
- الجهد على مدخل المتكاملة ( الطرف رقم ١ ) مع الجهد المرجعي ( 0V ) .
- جهد المخرج بين المقبسين  $SK_1$  و  $SK_2$  .



شكل رقم (١ - ٣٠) دائرة تنظيم متغيرة للطاقة بالتيار المستمر

### الجزء الثالث: بناء دائرة الإظهار الرقمي ( إختياري )

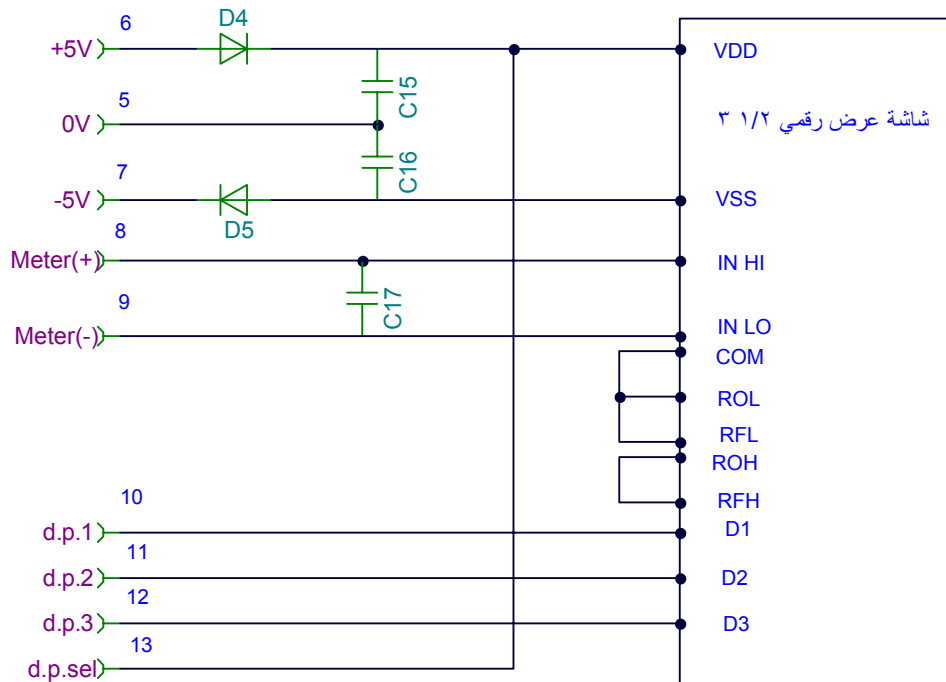
في هذا الجزء ستقوم ببناء دائرة إظهار رقمي تعتمد على وحدة المقياس الرقمي الجاهزة والتي يمكن الحصول عليها من موردين كثيرين ، ونحن هنا اخترنا واحدة توفرها شركة RS والتي تعطي مقياساً رقمياً  $3 \frac{1}{2}$  خانة ، أي مقياساً له أربع خانات ، الخانة الأخيرة إلى اليسار تحتل حالتين صفر أو واحد ولهذا سُميت بنصف خانة .

كامل المقياس ( Full scale ) لجهد الدخل لهذه الوحدة هو ٢٠٠ مللي فولت ، ولهذا تم أخذ الجهد لهذه الوحدة من مقسم الجهد المكون من المقاومتين  $R_2$  و  $R_3$  واللّتان تُقسمان جهد الخرج على مئة بحيث إذا كان جهد الخرج عند أعلى قيمة له وهي ١٦,٥ فولت ، فإنّ الجهد الذاهب لوحدة الإظهار سيكون ١,٦٥ . فولت أي ( 0.165 Volts ) ، وإذا تمّ توصيل الطرف ١١ مع الطرف ١٣ كما يتضح في الشكل رقم (١ - ٣١) ، فإنّ الفاصلة العشرية ستكون بين الخانة الثانية والثالثة وبالتالي ستظهر القراءة الصحيحة على الشاشة وهي ( 16.50 Volts ) .

من المهمّ معرفة أن هذا الجزء هو إختياري ، ويمكن أن يتم اختيار مجموعة من الطلاب لإتمام المشروع بأجزائه الثلاثة وليظهر بشكله النهائي كجهاز متكامل لتزويد جهد ثابت ومتغيّر . المطلوب في هذا المشروع عمل تخطيط للدائرة وطبعها أو رسمها يدوياً على لوحة نحاسية ومن ثمّ القيام بالخطوات اللازمة والواردة في الفصل الثاني ليتمّ إنتاج اللّوح المطبوع بشكله النهائي قبل البدء بعملية التثقيب.

- قم بتثبيت المكونات على اللّوح المطبوع ومن ثمّ لحامها .
- تأكد من سلامة التوصيلات واللّحام في كل أجزاء اللّوح بمساعدة المدرب .
- قم بلحام أسلاك المداخل وتوصيلها بأطراف المخارج المقابلة لها على اللّوح الذي تم تصنيعه في الجزء الثاني .

- بعد التأكد من صحّة التوصيلات ، قم بوضع وتثبيت الألواح الثلاثة داخل صندوق مناسب مع مراعاة تثبيت وحدة الإظهار الرقمية على واجهة الصندوق ، وحفر ثقب لتثبيت مقابس المخارج المختلفة عليها أيضاً في واجهة الصندوق ، كما يجب حفر مكان من خلف الصندوق لتوصيل كهربياء الشبكة العمومية إلى الدائرة .



شكل رقم (١ - ٣١) دائرة شاشة عرض رقمي ٣ ١/٢



### امتحان ذاتي رقم (١ - ١)

أجب على الأسئلة التالية ثم تأكد من صحة إجابتك بالنظر إلى الحل في نهاية الحقيبة .  
أكمل الجمل التالية :

- تستخدم مصادر تغذية القدرة لتحويل التيار المتردد إلى .....
- كل دورة في التيار المتردد لها قيمتان .....
- في دوائر التوحيد تيار الحمل لا يتغير.....
- قنطرة التوحيد تغني عن الحاجة إلى .....
- إذا كان جهد الدخل ١٢٠ فولت وكان عدد لفات الملف الابتدائي لمحول خمس مرات لفات الملف الثانوي فإن جهد الخرج.....
- إذا كان دخل دائرة توحيد موجة كاملة ٢٠ فولت فإن مقياس جهد مستمر سيقراً ..... على الخرج .
- التيار المستمر النقي لا يحتوي على .....
- تستخدم المرشحات ( المصفيات ) في مصادر التغذية للتخلص من .....
- يكون جهد الخرج عند استخدام المرشحات أكبر ..... مرة من جهد الدخل ( r.m.s ) .
- يجب أن تتحمل الموحدات تياراً ..... مما يسحبه الحمل .
- نسبة تنظيم الجهد تُعد مقياساً لمقدرة جهاز تغذية القدرة على تثبيت جهد الخرج بالرغم من تغيرات .....

أجب بصح أو خطأ فيما يلي :

- يستخدم الدايمود في دوائر التوحيد من أجل تخفيض الجهد .
- يتم توليد التيار في دوائر توحيد نصف الموجة ٥٠٪ من الوقت .
- التيار الذي يمر في اتجاه واحد يعتبر تياراً متردداً .
- الوظيفة الرئيسية للدايمود في دوائر التوحيد هي السماح للتيار بالمرور في اتجاه واحد .
- وظيفة المحول في دوائر تغذية القدرة هو خفض الجهد المتردد الداخل للدائرة .

## سؤال :

في الشكل رقم ( ١ - ٢٨ ) في التمرين الأول دائرة تنظيم جهد متغير تستخدم دايود زينر  $3,3$  فولت ، المقاومة  $R_2$  تساوي  $120$  أوم ، و  $R_3$  تساوي  $1$  كيلو أوم ، أما المقاومة المتغيرة  $R_4$  فتساوي  $2,2$  كيلو أوم .  
احسب نطاق تغير الجهد على الخرج .

## امتحان ذاتي رقم (١ - ٢)

أكمل الجمل التالية :

- ✓ في الشكل رقم (١ - ١٤) نسبة  $R_2$  ،  $R_3$  تحدّد قيمة جهد ..... .
- ✓ في الشكل رقم (١ - ١٤) الجهد المرجعي للمضخم يتحدد بجهد ..... .
- ✓ في الشكل رقم (١ - ٢٩) نطاق جهد الخرج تحدّده ..... ، ..... و..... .
- ✓ إذا تلف أحد مكثّفات التنعيم ( الإلكتروليتيّة ) فإنّ جهد الخرج سيعاني من ..... .
- ✓ في المنظّمات المتكاملة يستخدم ترانزستور قدرة وذلك ل ..... .
- ✓ تتميز منظّمات الجهد النبضيّة عن الخطيّة ب ..... .

أجب بصح أو خطأ عن ما يلي :

- ❖ لزيادة قدرة المنظّمات المتكاملة على سحب التيّار فإنّه يستخدم دايود على التوالي لهذا الغرض .
- ❖ تتوفّر المنظّمات المتكاملة بجهد وتيّارات مختلفة .
- ❖ الفرق بين متكاملتين تعطيان نفس الجهد ونفس التيّار هو قدرتها على تنظيم الجهد .
- ❖ تعاني المنظّمات الخطية من مشكلة قلّة كفاءتها .
- ❖ يُمكن للمتكاملة التي تعطي جهداً ثابتاً أن يتم تعديلها لتعطي جهداً متغيراً .

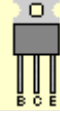







سؤال :

إذا كان جهد الخرج لدائرة تنظيم يساوي ١٢ فولت ( في حالة اللا حمل ) ، وتمّ توصيل مقاومة ١٠٠ أوم على الحمل حيث هبط جهد الخرج إلى ١١ فوات ، فما هي مقاومة دائرة الخرج ، وكم سيكون الجهد في حال تغيّرت مقاومة الحمل لتصبح ٢٠٠ أوم .

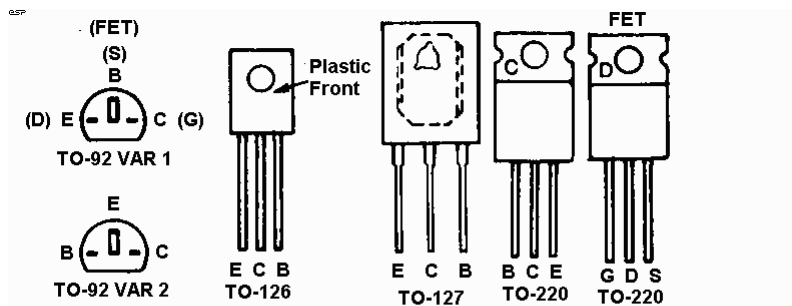
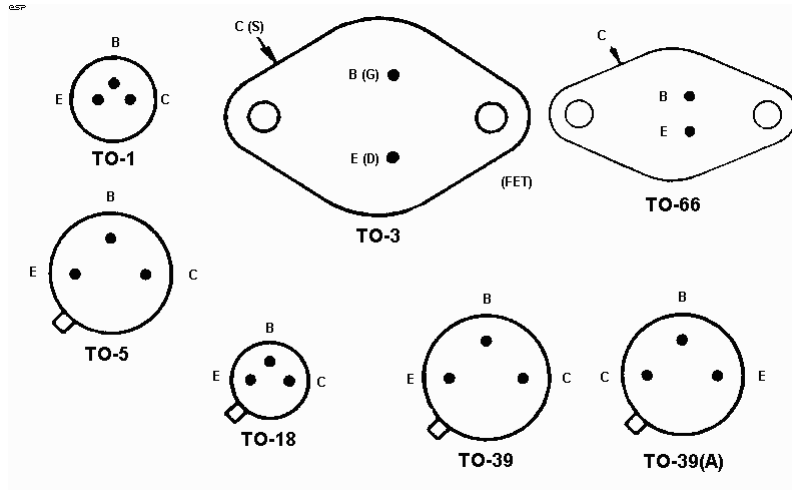
## ملحق رقم (١ - ١)


## أطراف وقوالب الترانزستورات الشائعة

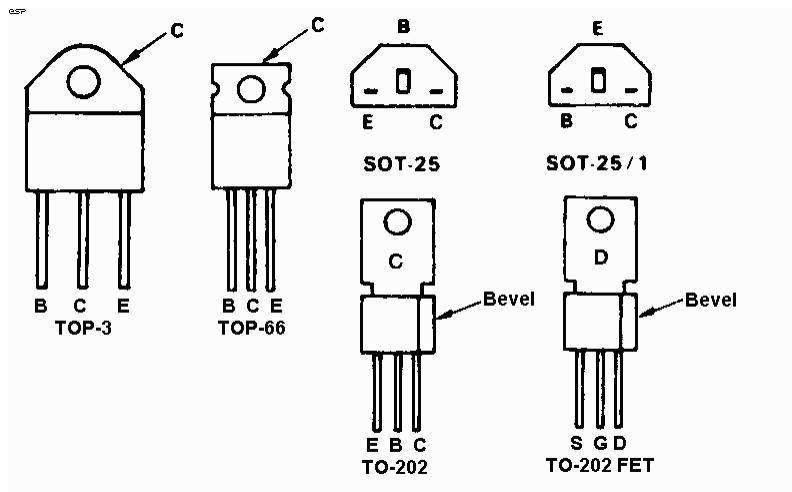
الشكل	PNP	NPN	الشكل	PNP	NPN
	BC157 BC158 BC159	BC147 BC148 BC149		BC177 BC178 BC179	BC107 BC108 BC109
	BC251 BC252 BC253 BC212 BC213 BC214	BC171 BC172 BC173 BC182 BC183 BC184		BC257 BC258 BC259	BC167 BC168 BC169
	BC307 BC308 BC309	BC237 BC238 BC239		BC204 BC205 BC206	BC207 BC208 BC209
	BC417 BC418 BC419	BC407 BC408 BC409		BC320 BC321 BC322 BC327 BC350 BC351 BC352	BC317 BC318 BC319 BC337 BC347 BC348 BC349 BC382 BC383 BC384
		BC437 BC438 BC439		BC415 BC416	BC413 BC414
	BC557 BC558 BC559 BC512 BC513 BC514	BC547 BC548 BC549 BC582 BC583 BC584			BC467 BC468 BC469
	2N3905 2N3906	2N3903 2N3904		BC261 BC262 BC263	
	TIP2955	TIP3055		9012 9015	9013 9014
	MJE 2955T BD266A TIP32A TIP42A	MJE 3055T BD267A TIP31A TIP41A		BD132 BD140 BD262	BD131 BD139 BD263
		2N3054		MJ2955	2N3055

	Darlington TIP126 TIP137	Darlington TIP121 TIP132			2N2222A
		Negative Voltage Regulator 1amp  7905 7912		Positive Voltage Regulator 1amp  7805 7812 LM2940	
		Positive Voltage Regulator 100mA 78L05 78L12		Positive Voltage Regulator Adjustable  LM317 (1.5amp) LM350 (3amp)	
	Darlington TIP146	Darlington TIP141			Negative Voltage Regulator 100mA  79L05 79L12

## قوالب الترانزستورات المختلفة



 TO-92	PIN	71	72 (Std)	74	76	77
		C G E D B S	C G B S E D	B S C G E D	C D E G B S	E D B S C G



## ملحق رقم (١ - ٢)

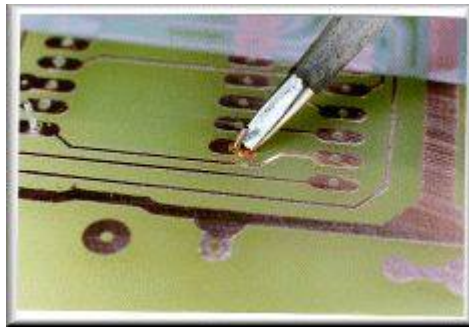
## الخطوط الأساسية لعملية لحام العناصر الإلكترونية

إن عملية لحام العناصر الإلكترونية بشكل جيّد ومتقن يعتمد على اتّباع عدد من الخطوات البسيطة والمهمّة في نفس الوقت وهي :

- ١ - قُم بإحماء الكاوي لمدة خمس دقائق تقريباً ، ثمّ قُم بتنظيف رأس الكاوي بواسطة قطعة رطبة من الإسفنج بحيث يغدو رأس الكاوي لامعاً وبرّاقاً . قُم بمسح رأس الكاوي فوق قطعة الإسفنج المبلولة هذه من حين لآخر وذلك لإزالة القصدير المحروق العالق على رأس الكاوي وأيضاً بهدف الحفاظ على النقل الحراري المناسب .



- ٢ - قُم بوضع رأس الكاوي المدبّب على جانب طرف العنصر المراد تلحيمة وذلك لفترة خمس ثواني .

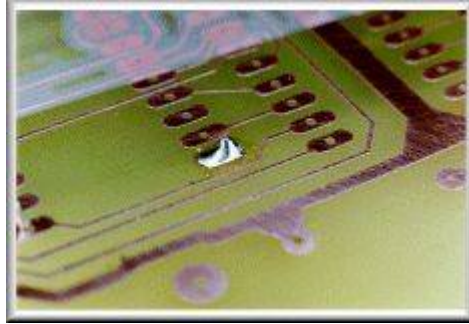


- ٣ - ضع سلك القصدير من الجانب الآخر لطرف العنصر المراد تلحيمة واسمح للقصدير بالانصهار بحيث يحيط بنقطة اللحام من كل جانب . لا تدع سلك القصدير يلتصق برأس الكاوي مباشرة .



٤ - بعد ذلك أبعد القصدير ثم رأس الكاوي عن مكان نقطة اللحام . يجب الالتزام بالترتيب المذكور لأن إبعاد الكاوي قليلاً قد يؤدي على نشوء نقطة لحام باردة. اترك وقتاً كافياً لنقطة اللحام كي تبرد قبل أن تحرك العنصر لأن ذلك سيؤدي إليها.

٥ - ينبغي أن تظهر نقطة اللحام الجيدة بشكل لامع ومتناسق .





## ملحق رقم (١ - ٣)

## المبرّدات الحرارية

## الاستطاعة والحرارة :

يستطيع أن يتحمّل ترانزستور السيليكون حتى ١٠٠ درجة مئوية . ولكن فعلياً تعمل معظم الترانزستورات عند درجات حرارة أعلى لكن لا يمكن اعتبارها تعمل بشكل اعتيادي .  
لنأخذ مثلاً حالة وحدة تغذية تولّد ٣ أمبير لإعطاء ١٢ فولت عن طريق ترانزيستور منظمّ جهد من ١٨ فولت إلى ١٢ فولت ، إذا الحمل يستهلك :

$$\text{الطاقة} = ١٢ \times ٣ = ٣٦ \text{ واط}$$

إن الترانزيستور المنظمّ للجهد سيستهلك :

$$١٨ - ١٢ = ٦ \text{ فولت}$$

و كذلك بمرور تيار بشدة ٣ أمبير عبره ، سوف يحوّل هذا الترانزستور الـ ١٨ واط إلى حرارة . أيّ :

$$١٨ = ٣ \times ٦ \text{ واط}$$

والآن إذا جعلنا جهد الخرج للوحدة ينخفض إلى ٣ فولت فإنّ الوضع يصبح أسوأ ، لأنّ الحمل وقتها يأخذ :

$$٩ = ٣ \times ٣ \text{ واط}$$

والترانزيستور يبدّد ٤٥ واط كحرارة بدلاً من ٣٦ واط كما في الحالة الأولى :

$$(١٨ - ٣) \times ٣ = ٤٥ \text{ واط}$$

ما العمل الآن بكل هذه الحرارة المتولّدة ؟ .. بالتأكيد الحل هو استخدام مبرّد حراري ، ولكن ماهي أبعاده ؟

## خواص المبرّدات الحرارية :

من خواص المبرّدات الحرارية خاصية " درجة مئوية / واط " فمثلاً يبدّد غلاف الترانزستور TO5 بدون استخدام مبرّد حراري تقريباً بحدود ٢٢٠ درجة مئوية لكل واط ، إذن كل واط يصرفه هذا الترانزستور

يؤدي إلى رفع درجة حرارته بمقدار ٢٢٠ درجة مئوية أو من ٢٤٠ درجة مئوية إلى ٢٥٠ درجة مئوية وذلك في درجة حرارة الغرفة العادية .. و درجة الحرارة هذه كافية لإذابة القصدير .

المبرد الحراري المثبت على الترانزستور والذي له نسبة (٤٠ درجة مئوية / واط) سوف يحدّد درجة حرارة هذا العنصر ب ٤٠ درجة مئوية بالإضافة إلى ٣٠ درجة مئوية هي درجة حرارة الغرفة أي ستكون حرارته بحدود ٧٠ درجة مئوية .

إنّ استخدام المبرد الحراري يطيل من عمر الترانزستور ، و المبرد الحراري بكل بساطة ينقل الحرارة بعيداً عن العنصر ويشعّها في الغرفة ، و بالتالي المبرد الحراري ذو المساحة الأكبر يعطي نسبة "درجة مئوية / واط" أقل (وهذا هو الأفضل).

### أبعاد المبرد الحراري :

الترانزستور الذي نعمل عليه في وحدة التغذية يبدّد حوالي ٤٥ واط ، و للحفاظ على درجة حرارته أقل من ١٠٠ درجة يتوجب علينا حساب أصغر مساحة لسطح المبرد الحراري اللازم . نعتبر درجة حرارة الغرفة بحدود ٣٠ درجة ، وبالتالي لا يمكن أن ترتفع درجة حرارة الترانزستور بأكثر من ٧٠ درجة ، أي لدينا :

$$\frac{70}{45} = 1.555$$

أي نحتاج لمبرد حراري له نسبة ١,٥٥٥ .

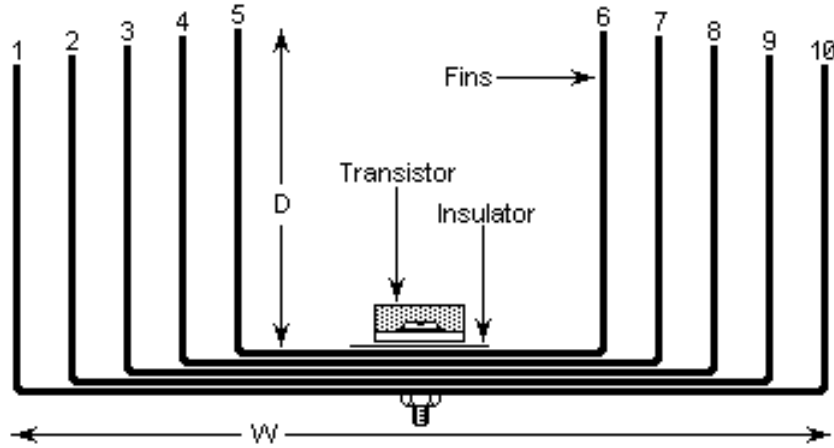
### صنع المبرد الحراري :

يمكن تقدير أبعاد المبرد الحراري الذي سنصنعه بنفسنا باستخدام هذه المعادلة البسيطة والتقريبية :

$$\frac{50}{\sqrt{A}} = ^\circ\text{C/watt} \quad A = \text{area (square CM)}$$

حيث  $A > \text{المساحة بالسم}^2$

كمثال لنصمّم مبرد حراري باستخدام صفيحة ألومنيوم من نوع ١٨ SWG ، الموزّعة على الشكل التالي:  
(المنظر من الأعلى)



عرض المبرّد الحراري ٢٠ سم و عمقه ١٠ سم و ارتفاعه ١٢ سم (غير ظاهر في الشكل ) ، مساحة كل زعنفة  $10 \times 12 = 120$  سم<sup>٢</sup> و لكلّ زعنفة وجهين بالتالي مساحتها : ٢٤٠ سم<sup>٢</sup> و لدينا ١٠ زعانف بالتالي تكون مساحتها هي ٢٤٠٠ سم<sup>٢</sup> ، ويوجد للوحة التثبيت وجهان :  $12 \times 20 = 240$  ، بالتالي المساحة الكلية :  $2400 + 240 = 2640$  سم<sup>٢</sup> ، و لدينا :

$$\frac{50}{\sqrt{A}} = ^\circ\text{C/watt} \quad A = \text{area (square CM)}$$

الجذر التربيعي لـ ٢٨٨٠ هو ٥٣,٦٦ بهذا يكون لدينا  $50 \div 53,66 = 0,932$  "درجة / واط" هذا يعطي مبرد حرارياً مرتفع الثمن .

استخدام مبرّدات حراريّة موجودة لدينا :

إنّه من العملي استخدام غطاء (جسم) الجهاز كمبرّد حراري ، أو جزء منه . أن صندوق الألمنيوم ذا الأبعاد  $10 \times 10 \times 5$  مساحته الخارجية تساوي إلى  $10 \times 10 \times 5 = 50$  و لدينا الجذر التربيعي لـ ٥٠٠ يساوي إلى ٢٢,٣٦ بذلك هذا الغلاف سيكون له تبديد حراري بمقدار  $(22,36 \div 50) \times 2640$  ، و بما أننا نحتاج إلى ١,٥٥٥ لدائرتنا السابقة ، فإنّ هذا غير كافٍ ، لذا يمكن اقتطاع المقاس الذي نريده من الغلاف لاستخدامه كمبرّد حراري ، لاحظ أن السطح الداخلي للغلاف لم يؤخذ بالحسبان ، ذلك أن الغلاف عبارة عن صندوق مغلق ، أي لن يبدد داخله أي شيء من الحرارة بدون استخدام مروحة (نظام تحريك الهواء) .

### ما هو مقياس المبرد المطلوب ؟

لا بأس أن نعمل بشكل تراجعي و نعود إلى ترانزستور تنظيم وحدة التغذية الذي ما زال يبدد أكثر من ٤٥ واط بدون مبرد حراري ، لنربطه بالقطعة ذات الأبعاد ١٠×١٠×٥ التي صممناها في الأعلى ، بإجراء تحويل على الصيغة الرياضية التي لدينا نحصل على :

$$A = \left( \frac{50}{^{\circ}\text{C/watt}} \right)^2$$

نعلم أننا نحتاج مبرد حراري له نسبة ١,٥٥٥ بوضع هذه القيمة في العلاقة نحصل على ١٠٣٤ سم<sup>2</sup> وهي مساحة المبرد الحراري المطلوب .

لدينا فعلياً ٥٠٠ سم<sup>2</sup> من الغلاف ، بالتالي يجب إضافة الـ ٥٣٤ الباقية كزعانف تركب على الخلفية ؛ أن ٦ زعانف بمساحة ٩٦ سم<sup>2</sup> (٤٨ سم<sup>2</sup> لكل وجه) سوف تؤدي المطلوب وزيادة ، بالتالي يمكن أن تكون مساحة كل زعنفة ١٠×٥ ، بإهمال السطح الخلفي الذي يعتبر جزءاً من الغطاء ، فإن المساحة ١٠×٥ تعتبر كبيرة ، و لكن عمق الغطاء يساوي ٥ سم إذن هذه القيمة معقولة .

### تثبيت العناصر :

العناصر التي نريد تثبيتها على مبرد حراري دوماً تمتلك سطحاً معدنياً يمكنها من نقل الحرارة عبره ، هذا السطح عادةً يكون مربوط كهربائياً إلى أحد أطراف العنصر ، بهذا نحتاج لوضع عازل بين العنصر و المبرد الحراري . ففي حالة الترانزستور يأخذ العازل شكل حلقة أو قرص ، و القرص مغطى بزيت ناقل للحرارة و لا يجوز أبداً إهمال الزيت و الحلقة عند القيام بحماية العنصر .

إنّ الألمنيوم ليس أفضل ناقل للحرارة في العالم ! لذا عادة ما توضع شريحة من النحاس على امتداد طول المبرد الحراري ، بالتالي يثبت العنصر على النحاس الذي يقوم بدوره بتوزيع الحرارة للأجزاء الباقية من المبرد الحراري .

## ملحق رقم (١ - ٤)

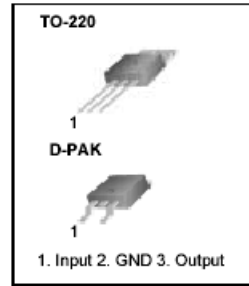
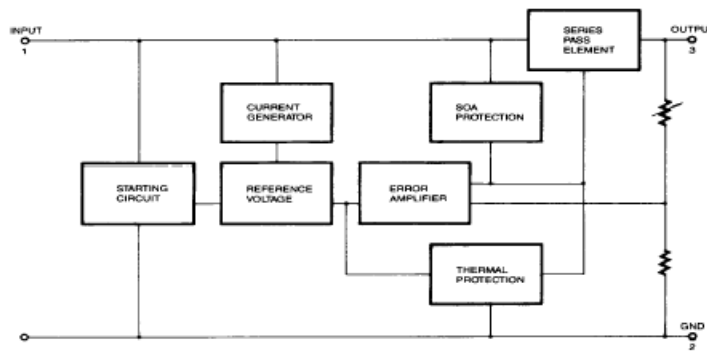
## صفحات المعلومات ( DATA SHEETS )

**MC78XX/LM78XX/MC78XXA****3-Terminal 1A Positive Voltage Regulator****Features**

- Output Current up to 1A
- Output Voltages of 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 24V
- Thermal Overload Protection
- Short Circuit Protection
- Output Transistor Safe Operating Area Protection

**Description**

The MC78XX/LM78XX/MC78XXA series of three terminal positive regulators are available in the TO-220/D-PAK package and with several fixed output voltages, making them useful in a wide range of applications. Each type employs internal current limiting, thermal shut down and safe operating area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

**Internal Block Diagram**

Rev. 1.0.1

©2001 Fairchild Semiconductor Corporation

## Typical Applications

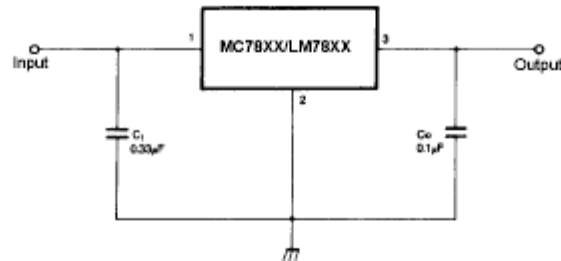


Figure 5. DC Parameters

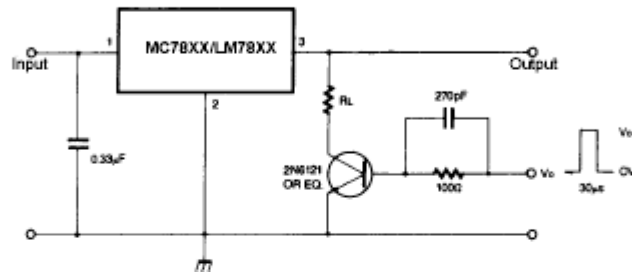


Figure 6. Load Regulation

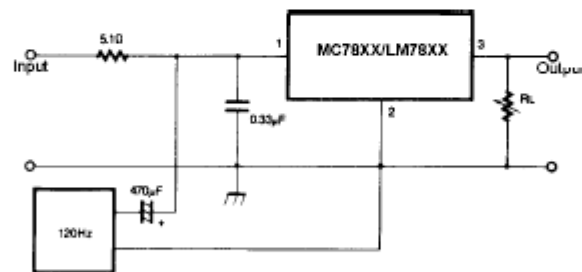


Figure 7. Ripple Rejection

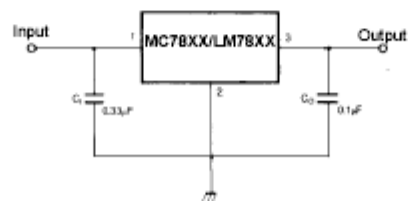


Figure 8. Fixed Output Regulator

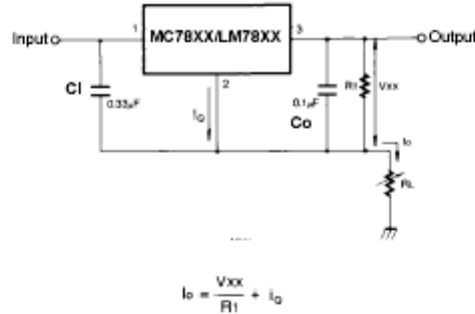
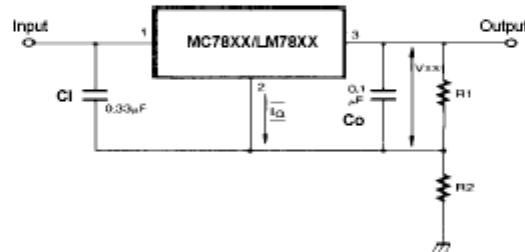


Figure 9. Constant Current Regulator

**Notes:**

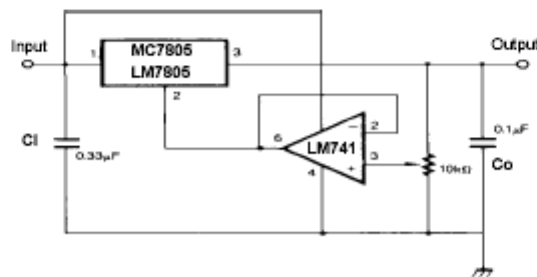
- (1) To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX." A common ground is required between the input and the Output voltage. The input voltage must remain typically 2.0V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.
- (2) C<sub>1</sub> is required if regulator is located an appreciable distance from power Supply filter.
- (3) C<sub>0</sub> improves stability and transient response.



$$I_{R1} \geq 5I_Q$$

$$V_O = V_{XX}(1+R_2/R_1) + I_Q R_2$$

Figure 10. Circuit for Increasing Output Voltage



$$I_{R1} \geq 5I_Q$$

$$V_O = V_{XX}(1+R_2/R_1) + I_Q R_2$$

Figure 11. Adjustable Output Regulator (7 to 30V)

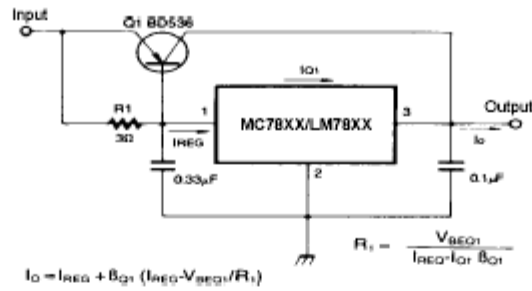


Figure 12. High Current Voltage Regulator

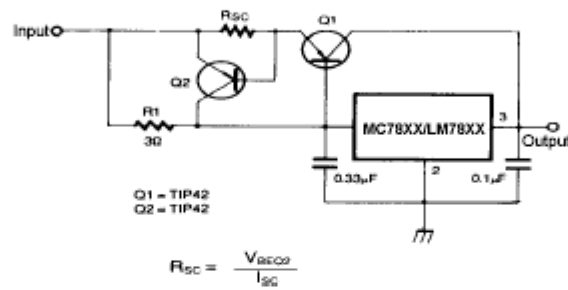


Figure 13. High Output Current with Short Circuit Protection

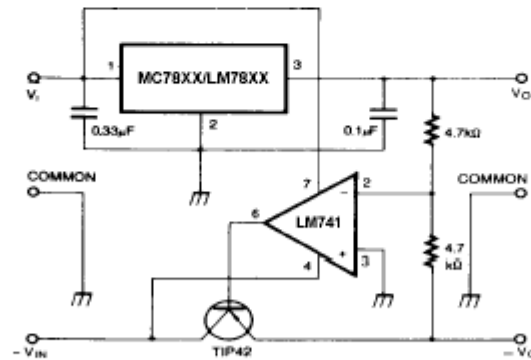


Figure 14. Tracking Voltage Regulator



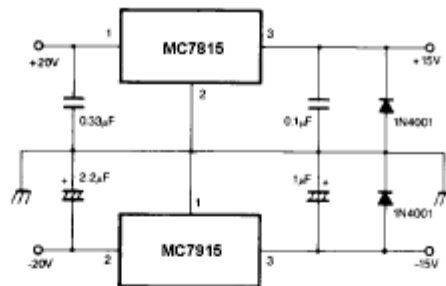


Figure 15. Split Power Supply ( ±15V-1A)

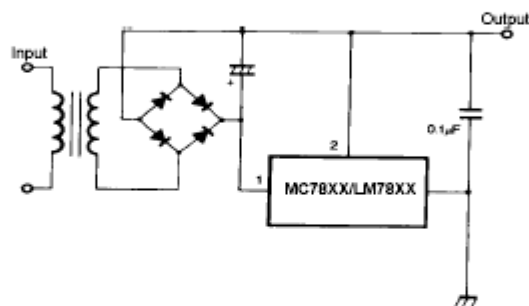


Figure 16. Negative Output Voltage Circuit

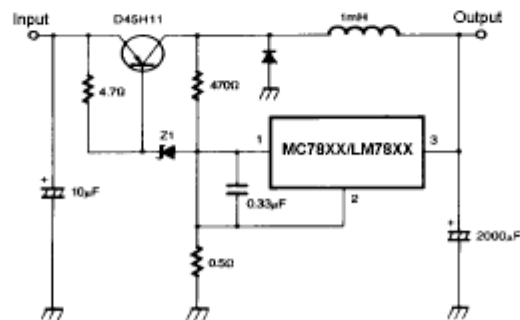


Figure 17. Switching Regulator



August 1999

## LM117/LM317A/LM317 3-Terminal Adjustable Regulator

### General Description

The LM117 series of adjustable 3-terminal positive voltage regulators is capable of supplying in excess of 1.5A over a 1.2V to 37V output range. They are exceptionally easy to use and require only two external resistors to set the output voltage. Further, both line and load regulation are better than standard fixed regulators. Also, the LM117 is packaged in standard transistor packages which are easily mounted and handled.

In addition to higher performance than fixed regulators, the LM117 series offers full overload protection available only in IC's. Included on the chip are current limit, thermal overload protection and safe area protection. All overload protection circuitry remains fully functional even if the adjustment terminal is disconnected.

Normally, no capacitors are needed unless the device is situated more than 6 inches from the input filter capacitors in which case an input bypass is needed. An optional output capacitor can be added to improve transient response. The adjustment terminal can be bypassed to achieve very high ripple rejection ratios which are difficult to achieve with standard 3-terminal regulators.

Besides replacing fixed regulators, the LM117 is useful in a wide variety of other applications. Since the regulator is "floating" and sees only the input-to-output differential volt-

age, supplies of several hundred volts can be regulated as long as the maximum input to output differential is not exceeded, i.e., avoid short-circuiting the output.

Also, it makes an especially simple adjustable switching regulator, a programmable output regulator, or by connecting a fixed resistor between the adjustment pin and output, the LM117 can be used as a precision current regulator. Supplies with electronic shutdown can be achieved by clamping the adjustment terminal to ground which programs the output to 1.2V where most loads draw little current.

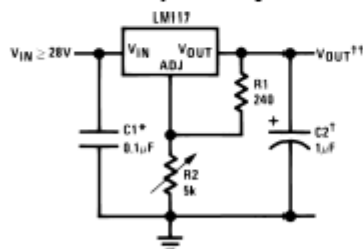
For applications requiring greater output current, see LM150 series (3A) and LM138 series (5A) data sheets. For the negative complement, see LM137 series data sheet.

### Features

- Guaranteed 1% output voltage tolerance (LM317A)
- Guaranteed max. 0.01%/V line regulation (LM317A)
- Guaranteed max. 0.3% load regulation (LM117)
- Guaranteed 1.5A output current
- Adjustable output down to 1.2V
- Current limit constant with temperature
- P\* Product Enhancement tested
- 80 dB ripple rejection
- Output is short-circuit protected

### Typical Applications

#### 1.2V-25V Adjustable Regulator



DS000963-1

Full output current not available at high input-output voltages.

\*Needed if device is more than 6 inches from filter capacitors.

†Optional—improves transient response. Output capacitors in the range of 1  $\mu$ F to 1000  $\mu$ F of aluminum or tantalum electrolytic are commonly used to provide improved output impedance and rejection of transients.

$$1.2V_{OUT} = 1.25V \left( 1 + \frac{R2}{R1} \right) + I_{ADJ}(R2)$$

### LM117 Series Packages

Part Number Suffix	Package	Design Load Current
K	TO-3	1.5A
H	TO-39	0.5A
T	TO-220	1.5A
E	LCC	0.5A
S	TO-263	1.5A
EMP	SOT-223	1A
MDT	TO-252	0.5A

### SOT-223 vs D-Pak (TO-252) Packages



Scale 1:1

LM117/LM317A/LM317 3-Terminal Adjustable Regulator

### Application Hints

In operation, the LM117 develops a nominal 1.25V reference voltage,  $V_{REF}$ , between the output and adjustment terminal. The reference voltage is impressed across program resistor  $R1$  and, since the voltage is constant, a constant current  $I_1$  then flows through the output set resistor  $R2$ , giving an output voltage of

$$V_{OUT} = V_{REF} \left( 1 + \frac{R2}{R1} \right) + I_{ADJ} R2$$

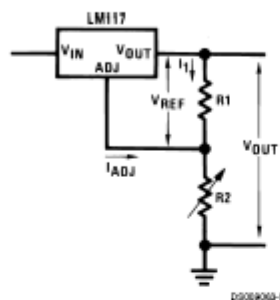


FIGURE 1.

Since the 100  $\mu$ A current from the adjustment terminal represents an error term, the LM117 was designed to minimize  $I_{ADJ}$  and make it very constant with line and load changes. To do this, all quiescent operating current is returned to the output establishing a minimum load current requirement. If there is insufficient load on the output, the output will rise.

#### External Capacitors

An input bypass capacitor is recommended. A 0.1  $\mu$ F disc or 1  $\mu$ F solid tantalum on the input is suitable input bypassing for almost all applications. The device is more sensitive to the absence of input bypassing when adjustment or output capacitors are used but the above values will eliminate the possibility of problems.

The adjustment terminal can be bypassed to ground on the LM117 to improve ripple rejection. This bypass capacitor prevents ripple from being amplified as the output voltage is increased. With a 10  $\mu$ F bypass capacitor 80 dB ripple rejection is obtainable at any output level. Increases over 10  $\mu$ F do not appreciably improve the ripple rejection at frequencies above 120 Hz. If the bypass capacitor is used, it is sometimes necessary to include protection diodes to prevent the capacitor from discharging through internal low current paths and damaging the device.

In general, the best type of capacitors to use is solid tantalum. Solid tantalum capacitors have low impedance even at high frequencies. Depending upon capacitor construction, it takes about 25  $\mu$ F in aluminum electrolytic to equal 1  $\mu$ F solid tantalum at high frequencies. Ceramic capacitors are also good at high frequencies; but some types have a large decrease in capacitance at frequencies around 0.5 MHz. For this reason, 0.01  $\mu$ F disc may seem to work better than a 0.1  $\mu$ F disc as a bypass.

Although the LM117 is stable with no output capacitors, like any feedback circuit, certain values of external capacitance can cause excessive ringing. This occurs with values between 500 pF and 5000 pF. A 1  $\mu$ F solid tantalum (or 25  $\mu$ F

aluminum electrolytic) on the output swamps this effect and insures stability. Any increase of the load capacitance larger than 10  $\mu$ F will merely improve the loop stability and output impedance.

#### Load Regulation

The LM117 is capable of providing extremely good load regulation but a few precautions are needed to obtain maximum performance. The current set resistor connected between the adjustment terminal and the output terminal (usually 240  $\Omega$ ) should be tied directly to the output (case) of the regulator rather than near the load. This eliminates line drops from appearing effectively in series with the reference and degrading regulation. For example, a 15V regulator with 0.05  $\Omega$  resistance between the regulator and load will have a load regulation due to line resistance of  $0.05 \Omega \times I_L$ . If the set resistor is connected near the load the effective line resistance will be  $0.05 \Omega (1 + R2/R1)$  or in this case, 11.5 times worse.

Figure 2 shows the effect of resistance between the regulator and 240  $\Omega$  set resistor.

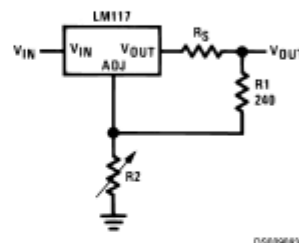


FIGURE 2. Regulator with Line Resistance in Output Lead

With the TO-3 package, it is easy to minimize the resistance from the case to the set resistor, by using two separate leads to the case. However, with the TO-39 package, care should be taken to minimize the wire length of the output lead. The ground of  $R2$  can be returned near the ground of the load to provide remote ground sensing and improve load regulation.

#### Protection Diodes

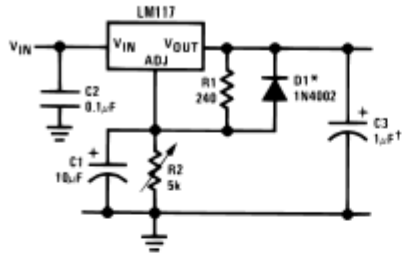
When external capacitors are used with any IC regulator it is sometimes necessary to add protection diodes to prevent the capacitors from discharging through low current points into the regulator. Most 10  $\mu$ F capacitors have low enough internal series resistance to deliver 20A spikes when shorted. Although the surge is short, there is enough energy to damage parts of the IC.

When an output capacitor is connected to a regulator and the input is shorted, the output capacitor will discharge into the output of the regulator. The discharge current depends on the value of the capacitor, the output voltage of the regulator, and the rate of decrease of  $V_{IN}$ . In the LM117, this discharge path is through a large junction that is able to sustain 15A surge with no problem. This is not true of other types of positive regulators. For output capacitors of 25  $\mu$ F or less, there is no need to use diodes.

The bypass capacitor on the adjustment terminal can discharge through a low current junction. Discharge occurs when either the input or output is shorted. Internal to the LM117 is a 50  $\Omega$  resistor which limits the peak discharge current. No protection is needed for output voltages of 25V or

## Typical Applications (Continued)

Adjustable Regulator with Improved Ripple Rejection

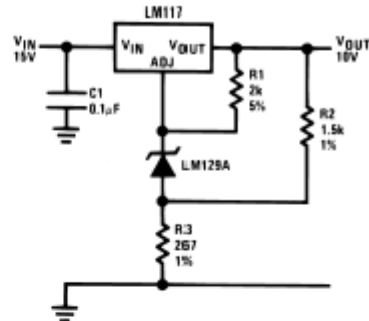


DS09063-10

†Solid tantalum

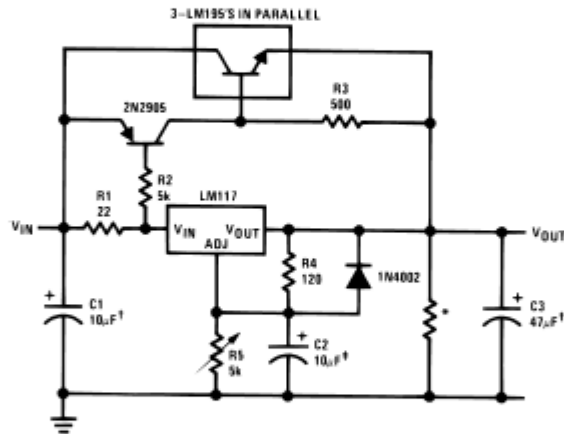
\*Discharges C1 if output is shorted to ground

High Stability 10V Regulator



DS09063-11

High Current Adjustable Regulator



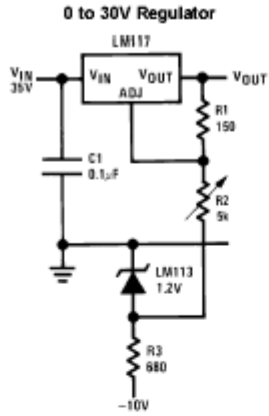
DS09063-12

†Optional — improves ripple rejection

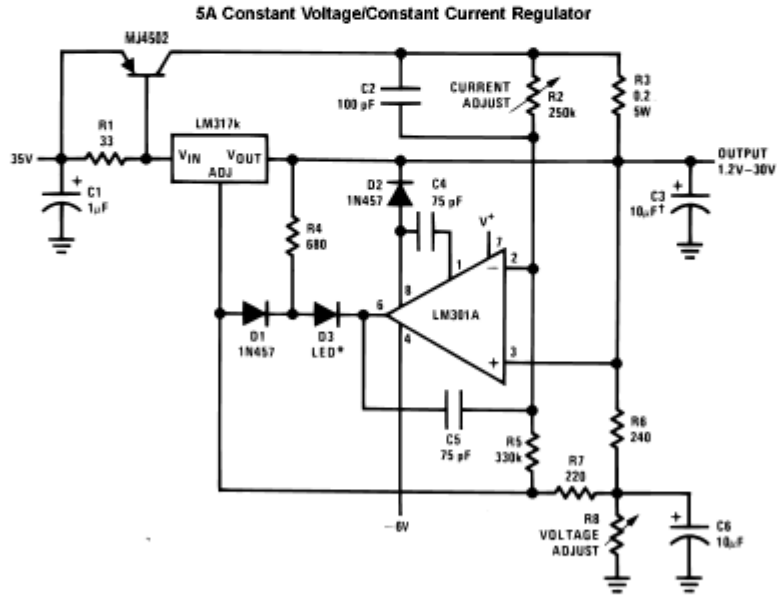
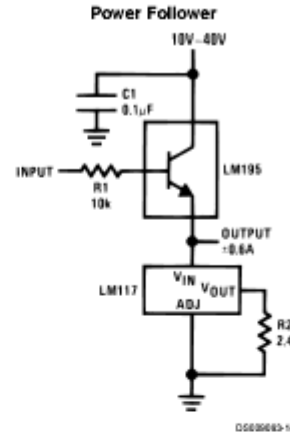
†Solid tantalum

\*Minimum load current = 30 mA

## Typical Applications (Continued)



Full output current not available at high input-output voltages



†Solid tantalum

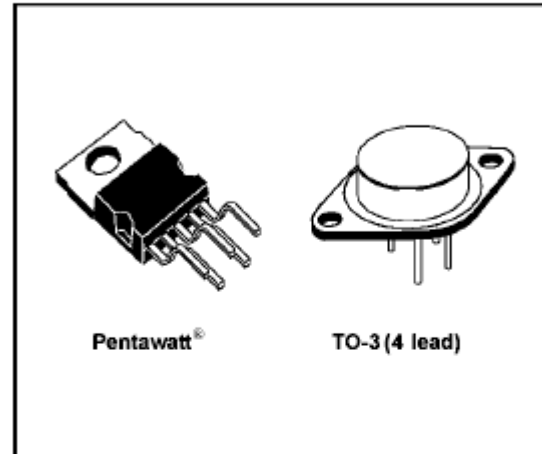
\*Lights in constant current mode



L200

## ADJUSTABLE VOLTAGE AND CURRENT REGULATOR

- ADJUSTABLE OUTPUT CURRENT UP TO 2 A (GUARANTEED UP TO  $T_j = 150^\circ\text{C}$ )
- ADJUSTABLE OUTPUT VOLTAGE DOWN TO 2.85 V
- INPUT OVERVOLTAGE PROTECTION (UP TO 60 V, 10 ms)
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSISTOR S.O.A. PROTECTION
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- LOW BIAS CURRENT ON REGULATION PIN
- LOW STANDBY CURRENT DRAIN



## DESCRIPTION

The L200 is a monolithic integrated circuit for voltage and current programmable regulation. It is available in Pentawatt® package or 4-lead TO-3 metal case. Current limiting, power limiting, thermal shutdown and input overvoltage protection (up to

60 V) make the L200 virtually blow-out proof.

The L200 can be used to replace fixed voltage regulators when high output voltage precision is required and eliminates the need to stock a range of fixed voltage regulators.

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_i$	DC Input Voltage	40	V
$V_i$	Peak Input Voltage (10 ms)	60	V
$\Delta V_{i-o}$	Dropout Voltage	32	V
$I_o$	Output Current	internally limited	
$P_{tot}$	Power Dissipation	internally limited	
$T_{stg}$	Storage Temperature	-55 to 150	$^\circ\text{C}$
$T_{op}$	Operating Junction Temperature for L200C	-25 to 150	$^\circ\text{C}$
	for L200	-55 to 150	$^\circ\text{C}$

## THERMAL DATA

			TO-3	Pentawatt®
$R_{th\ j-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max	4 $^\circ\text{C/W}$	3 $^\circ\text{C/W}$
$R_{th\ j-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max	35 $^\circ\text{C/W}$	50 $^\circ\text{C/W}$

## APPLICATIONS CIRCUITS

Figure 19. - Programmable Voltage Regulator

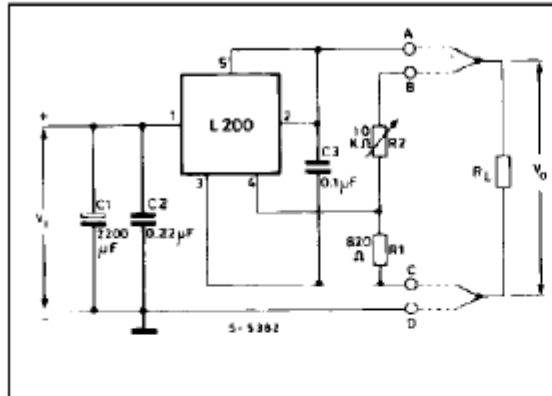


Figure 20. - P.C. Board and Components Layout of Figure 19.

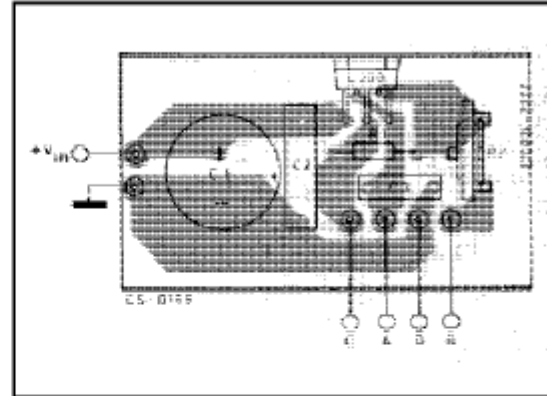


Figure 21. - High Current Voltage Regulator with Short Circuit Protection.

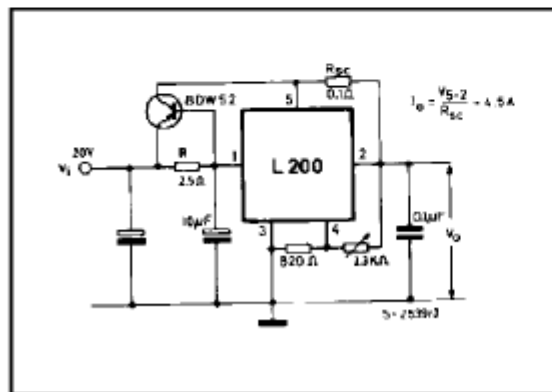


Figure 22. - Digitally Selected Regulator with Inhibit.

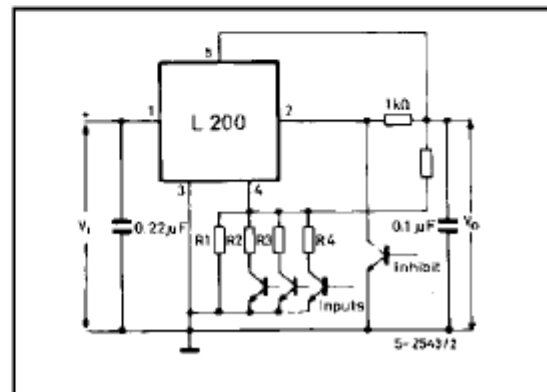


Figure 26. High Input and Output Voltage.

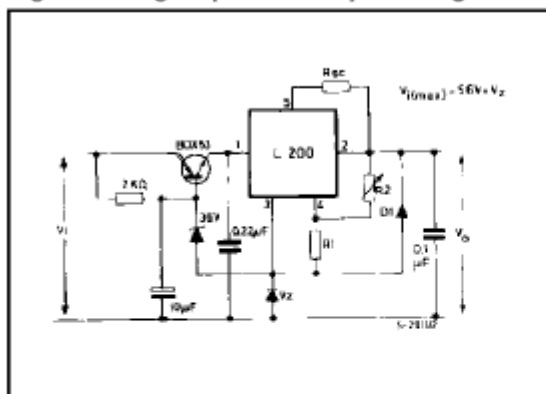
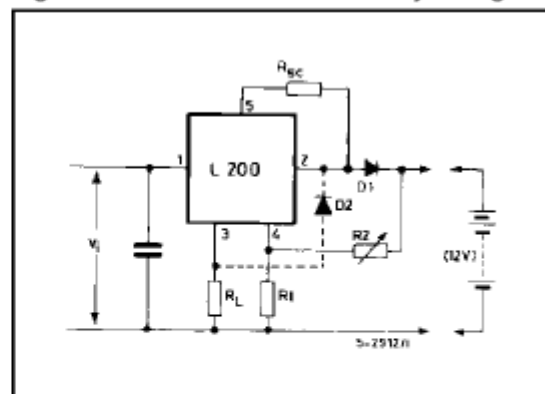


Figure 27. Constant Current Battery Charger.

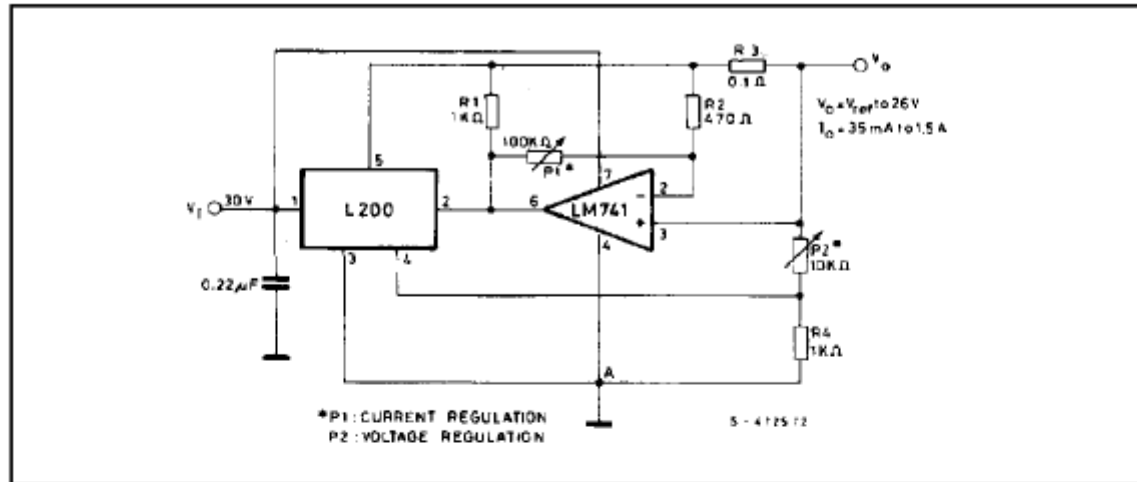


The resistors  $R_1$  and  $R_2$  determine the final charging voltage and  $R_{SC}$  the initial charging current.  $D_1$  prevents discharge of the battery through the regulator.

The resistor  $R_L$  limits the reverse currents through the regulator (which should be 100 mA max) when the battery is accidentally reverse connected. If  $R_L$  is in series with a bulb of 12 V/50 mA rating this will indicate incorrect connection.

## L200

Figure 23. Programmable Voltage and Current Regulator.



Note: Connecting point A to a negative voltage (for example - 3V/10 mA) it is possible to extend the output voltage range down to 0 V and obtain the current limiting down to this level (output short-circuit condition).

Figure 24. High Current Regulator with NPN Pass Transistor.

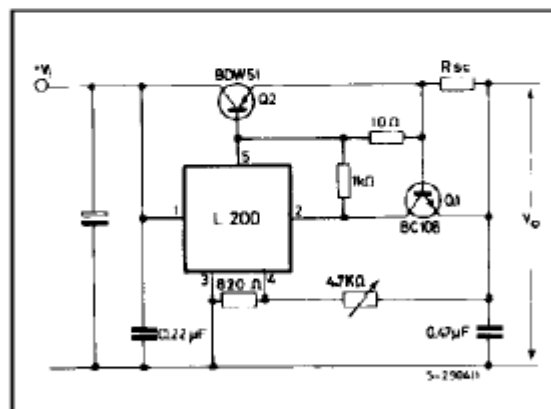


Figure 25. High Current Tracking Regulator.

