الباب الثالث

مصادر القدرة المستمرة

DC Power Supplies

مصادر القدرة المستمرة DC Power Supplies

٣/ ١ – مقدمة :

فى هذا الباب سنتعرض لمصادر التيار المستمر، والتى تتألف من محول وعناصر توحيد .

وهذه المصادر تكون إما منتظمة Regulated أو غير منتظمة Unregulated ، وتتميز مصادر القدرة المنتظمة بثبات الجهد الخارج أو تيار الحمل ، والجدير بالذكر أنه توجد عدة عوامل تؤثر على الجهد الخارج من مصدر القدرة وهى :

– جهد الخط لمصدر التيار المتردد .

– تيار الحمل .

– درجة الترشيح .

وسوف نقيس أداء مصادر القدرة بالمتغيرات التالية :

١ – معامل طرد التموجات Ripple Rejection Factor : وهو قدرة المرشح أو المنظم على تقليل الذبذبات الموجودة فى الجهد الداخل عليه ، ويعبر عنه بالديسيبل :

$$= 20 \log_{10} \left(\frac{Vri}{Vro} \right) \rightarrow 3.1$$

حيث إن :

قيمة جهد التموج فى الدخل Vri

قيمة جهد التموج فى الخرج Vro

٢ – تنظيم الخط Line Requlation (LR) : وهو تغير قيمة جهد الخرج المستمر ، والناتج عن تغير جهد الخط المتردد مع ثبات باقى المتغيرات ، ويساوى :

$$LR = V_{nL} - V_{fL} \rightarrow 3.2$$

حيث إن :

جهد الخرج عن اللاحمل V_{nL}

جهد الخرج عند الحمل الكامل V_{fL}

٣ – تنظيم الحمل Load Regulation (LDR) : وهو تغير قيمة جهد الخرج ، والناتج عن تغير الحمل مع ثبات باقى المتغيرات ويساوى :

$$LDR = (Vo\ max - Vo\ min) \rightarrow 3.3$$

حيث إن :

جهد الخرج الأقصى Vo max

جهد الخرج الأدنى Vo min

علماً بأ ن Vo max , Vo min يقاسان عند حدود معينة لتيار الخرج Io .

٣/ ٢ – دوائر مصادر القدرة الأساسية الغير منتظمة :

إن أكثر الأجهزة الالكترونية تستخدم مصادر قدرة تقليدية ، والتى تتكون من :

١ – محول خفض يقوم بخفض جهد مصدر التيار المتردد للجهد المطلوب ، كما أنه يقوم بعزل مصدر التيار المستمر عن مصدر التيار المتغير .

٢ – وحدة التوحيد والترشيح ، وتقوم بتحويل الجهد المتردد على الجانب الثانوى للمحول لجهد مستمر ناعم (بدون ذبذبات) .

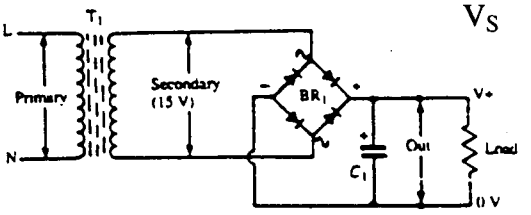
والشكل (٣ – ١) يعرض نموذجاً للدائرة التى يكثر استخدامها كمصدر قدرة غير منتظم، وفيما يلى العلاقة بين جهد الخرج المستمر وجهد الملف الثانوى المتردد للمحول :

$$V_o = 1.41\ V_S \rightarrow 3.4$$

حيث إن :

جهد الخرج المستمر على أطراف الحمل V_O

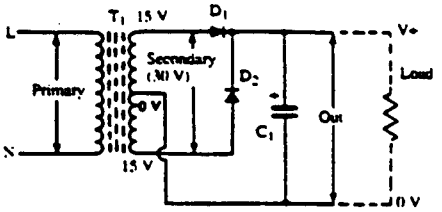
جهد الملف الثانوى المتردد V_S



الشكل (٣ – ١)

والشكل (٣ – ٢) يعرض نموذجاً آخر لدائرة مصدر قدرة مستمر وغير منتظم باستخدام محول بنقطة تفرع فى المنتصف فى ملفه الثانوى، وفيما يلى العلاقة بين جهد الخرج المستمر وجهد الملف الثانوى المتردد للمحول :

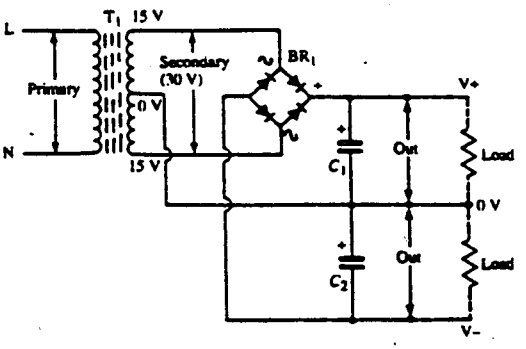
$$V_O = 0.71\ V_S \rightarrow 3.5$$



الشكل (٣ – ٢)

والشكل (٣ – ٣) يعرض نموذجاً آخر لدائرة مصدر قدرة مستمر وغير منتظم ومزدوج ، أى يعطى جهداً موجباً +V وجهداً سالباً -V فى آن واحد حيث إن :

$$+V_O = -V_O = 0.71\ V_S \rightarrow 3.6$$



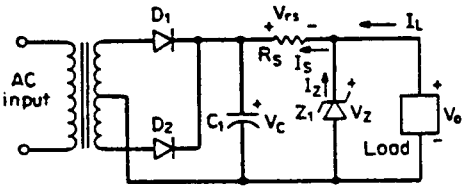
الشكل (٣ –٣)

٣/٣ – مصادر القدرة ذات المنظمات المتوازية Shunt-Regulated Power Supplies

الشكل (٣ – ٤) يعرض مصدر قدرة بمنظم جهد متواز ، عبارة عن موحد زينر ، يوصل بالتوازى مع الحمل ، وهذه الدائرة تستخدم فى التطبيقات التى تحتاج لتيار منخفض لا يتعدى 100 mA ، والمعادلات التالية مفيدة عند اختيار عناصر هذه الدائرة .

$$V_O = V_Z = V_C - I_S R_S \rightarrow 3.7$$

$$I_S = I_Z + I_L \rightarrow 3.8$$



الشكل (٣ – ٤)

حيث إن :

V_O جهد الخرج على أطراف المستمر

V_Z جهد موحد الزينر

الجهد على أطراف المكثف C_1 V_C

تيار موحد الزينر I_Z

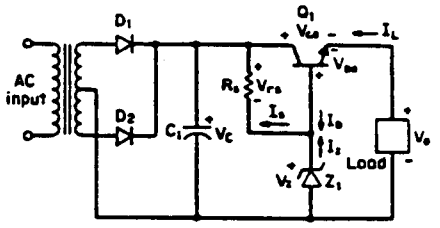
تيار الحمل I_L

التيار المار فى المقاومة R_S I_S

ويقوم موحد الزينر Z_1 بالمحافظة على جهد أطراف الحمل ثابتة .

٤/٣ - مصادر القدرة ذات المنظمات المتوالية Series-Regulated Power Supplies

الشكل (٣ - ٥) يعرض نموذجاً لمصدر قدرة بمنظم جهد متوالٍ ، حيث يستخدم الترانزستور Q_1 لامتصاص الفرق فى الجهد بين جهد الدخل ، وجهد الخرج ولزيادة تيار الحمل، والمعادلات التالية مفيدة عن اختيار العناصر المختلفة لهذه الدائرة .



الشكل (٣ - ٥)

$$V_O = V_C - Vce \rightarrow \quad 3.9$$

$$V_O = V_Z - Vbe \rightarrow \quad 3.10$$

$$I_Z = I_S - I_b \rightarrow \quad 3.11$$

$$I_Z = \frac{V_C - V_Z}{R_S} - \frac{I_L}{H_{FE}} \rightarrow \quad 3.12$$

حيث إن :

V_O . جهد الحمل المستمر

V_C . الجهد على أطراف المكثف

V_Z . جهد ثنائى الزينر

V_{ce} . فرق الجهد بين مجمع وباعث الترانزستور Q_1

V_{be} . فرق الجهد بين قاعدة وباعث الترانزستور Q_1

I_Z . تيار الزينر

I_S . التيار المار فى المقاومة R_S

I_b . تيار قاعدة الترانزستور Q_1

H_{FE} . معامل كسب التيار للترانزستور Q_1

نظرية عمل الدائرة :

من المعروف أنه عند تحول الترانزستور لحالة التشبع ، فإن فرق الجهد بين قاعدة وباعث الترانزستور V_{be} يكون ثابتاً ويساوى تقريباً 0.7V ، وحيث إن جهد ثنائى الزينر V_Z ثابت، لذلك فإن جهد الحمل V_O سيكون بالطبع ثابتاً (المعادلة 3.10) .

وعند تغير جهد الخط المتردد سيتغير الجهد على أطراف المكثف V_C ، مما يؤدى لتغير فرق الجهد بين مجمع وباعث الترانزستور V_{ce} ؛ للمحافظة على بقاء V_O ثابتاً (المعادلة 3.9) .

٣/ ٥ - منظمات الجهد المتكاملة ذات الأطراف الثلاثة 3 Terminal Regulators :

تنقسم منظمات الجهد المتكاملة ذات الأطراف الثلاثة إلى :

١ - منظمات لها خرج ثابت Fixed Voltage Regulators .

٢ - منظمات لها خرج قابل المعايرة Variable Voltage Regulators .

وتتميز منظمات الجهد المتكاملة باحتوائها على نظام داخلى يعمل على قطع جهد الخرج عند تعدى تيار الحمل للقيمة العظمى المسموح بها ، وأيضاً عند ارتفاع درجة حرارتها .

٣/٥ /١ - المنظمات ذات الخرج الثابت :

تنقسم هذه المنظمات إلى عائلتين وهما :

أ - منظمات الجهد الموجبة طراز ...78 .

ب - منظمات الجهد السالبة طراز ... 79 .

علماً بأن هذه المنظمات تتواجد بقيم مختلفة لتيار وجهد الخرج ، ويمكن معرفة الجهد المقنن والتيار الأقصى لمنظم الجهد الثلاثى الأرجل ذات الخرج الثابت من الامتداد ... فالتيار الأقصى يشار إليه بالجزء الأول من الامتداد حيث إن :

$$L = 100\ mA\ ,\ \text{بدون} = 1\ A\ ,\ S = 2A$$

بينما الجهد المقنن يشار إليه بالجزئين التاليين من الامتداد ، وأهم الجهود المقننة القياسية هى (5, 6, 9, 12, 15, 24 v) .

على سبيل المثال :

7805 هو منظم جهد ثلاثى ثابت الخرج يعطى جهد خرج 5V +، وتياراً أقصى 1A ، فى حين الدائرة المتكاملة 79L15 هى منظم جهد ثلاثى ثابت الخرج يعطى جهداً مقنناً 15V - وتياراً أقصى 100 mA وهكذا .

وعادة فإن جهد دخل المنظم نحصل عليه من المعادلة :

$$V_O + 3 \leq V_i \leq V_O + 6$$

حيث إن :

V_O جهد الخرج للمنظم

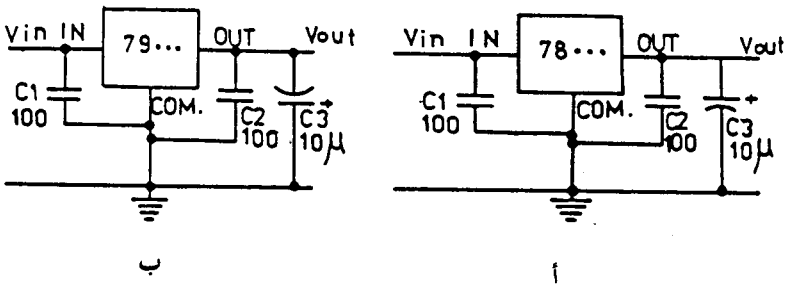
V_i جهد الدخل للمنظم

والجدول (٣ – ١) يعرض خواص منظمات الجهد الثابتة .

الجدول (٣ – ١)

الطـــراز	حدود الدخل	تنظيم الخط	تنظيم الحمل	معامل طرد الذبذبات
MC 7805	7.2 : 35 V	7 mV 7V ≤ vi ≤ 25 V	40 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	68 dB 8 ≤ Vi ≤ 18 V
MC 7812	14.5V: 35 V	13 mV 14.5V≤Vi≤30V	46 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	
MC 7815	17.6V: 35 V	13 mV 27V≤Vi≤38V	52 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	56 dB 18.5 V≤Vi ≤ 28.5V
MC 7905	-7.2V: -35V	35 mV -7V≥Vi≥-25	11 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	70 dB Io = 20 mA
MC 7912	-14.5V:-35V	55 mV -14.5V≥Vi≥-30V	46 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	61 dB Io = 20 mA
MC 7915	-17.6V:-35V	57 mV -17.5≥Vi≥-30V	68 mV 5mA ≤Io ≤1.5A	60 dB Io = 20 mA

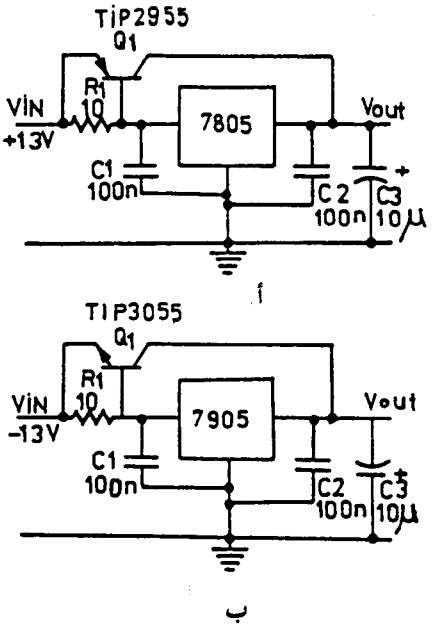
والشكل (٣ – ٦) يعرض دائرتين أساسيتين للمنظمات الثلاثية الأرجل ، الثابتة الجهد الأولى : (أ) صممت للحصول على جهد خرج موجب ، والثانية : (ب) ، صممت للحصول على جهد خرج سالب .



الشكل (٣ – ٦)

والشكل (٣ – ٧) يعرض دائرتين مختلفتين لزيادة تيار المنظمات الثابتة الجهد الثلاثية الأرجل ، فالشكل (أ) يعرض دائرة منظم يعطى تيار خرج 5A وجهد خرج موجباً ، والشكل (ب) يعرض دائرة منظم يعطى تيار خرج 5A وجهد خرج سالباً .

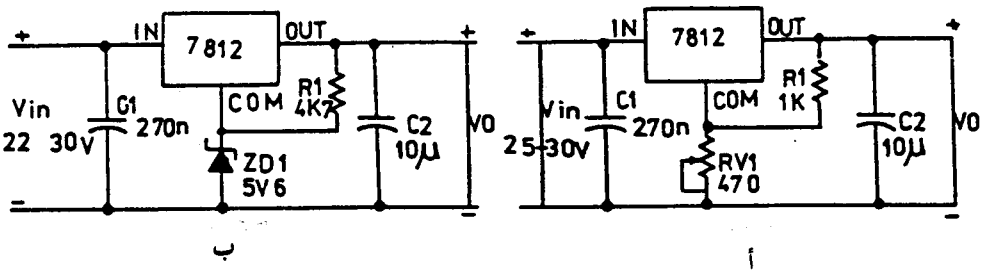
وعادة يتم توصيل مكثفات على التوازى مع مداخل ومخارج المنظمات الثلاثية الأرجل ؛ لتجنب عدم الاتزان عند الترددات العالية، علماً بأن جهد الدخل الغير منظم يجب أن يكون فى الحدود الموصى بها من قبل الشركة والمبينة فى الجدول (٣ – ١) .



الشكل (٣ – ٧)

كما أنه يجب تثبيت هذه المنظمات على مشتتات حرارة Heat sinks بأحجام تعتمد على توصيات الشركات المصنعة .

والشكل (٣ – ٨) يوضح طرق زيادة جهد الخرج للمنظمات الثلاثية الأرجل ذات الخرج الثابت .



الشكل (٣ – ٨)

ففى الشكل (أ) فإن جهد خرج المنظم يعتمد على قيمة المقاومة المتغيرة RV_1 ، ويساوى 12V عندما تكون قيمة المقاومة RV_1 مساوية الصفر، فى حين يساوى 20V عندما تكون قيمة المقاومة RV_1 مساوية 470 Ω .

أما الشكل (ب) فإن جهد خرج المنظم يساوى 17.6 V ، بدلاً من 12 V ، وذلك لأن جهد الخرج يساوى جهد الخرج المعتاد للدائرة المتكاملة 7812 مضافاً إليه جهد الانحياز العكسى لثنائى الزينر ZD_1 أى أن :

$$V_O = 12 + 5.6 = 17.6V$$

٣/٥/ ٢ – المنظمات ذات الخرج القابل للمعايرة :

الجدول (٣ – ٢) يبين المواصفات الفنية لأهم الدوائر المتكاملة للمنظمات ذات الخرج القابل للمعايرة .

الجدول (٣ - ٢)

الطراز / المواصفات الفنية	LM 338 K	LM 317 T	LM 317 K	LM 317 MP	LM 317 LZ
أقصى تيار خرج	+ 5 A	+ 1.5 A	+ 1.5 A	+ 500 mA	+ 100 mA
جهد الخرج	1.2 : 32V	1.2 : 37 V	1.2 : 37 V	(1.2 : 37 V)	(1.2 : 37 V)
حدود جهد الدخل	4 : 35 V	4 : 40 V	4 : 40 V	(4 : 40 V)	(4 : 40 V)

ولهذه المنظمات ثلاثة أرجل وهى رجل الدخل ، Input ، ورجل الخرج Output ، ورجل الضبط Adjust .

وتتميز منظمات الجهد الثلاثية الأرجل ذات الخرج القابل للمعايرة بأن فرق الجهد بين رجل الخرج ورجل الضبط يساوى 1.25V .

والشكل (٣ - ٩أ) يوضح طريقة توصيل منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة 338K , 317K ، ويمكن تعيين جهد الخرج من المعادلة التالية :

$$Vout = 1.25 \left(1 + \frac{RV_1}{R_1} \right) \rightarrow 3.13$$

أى أن :

$$Vout = 1.25 \left(1 + 0 : \frac{5000}{200} \right)$$

$$= (1.25 : 32.5 \text{ V})$$

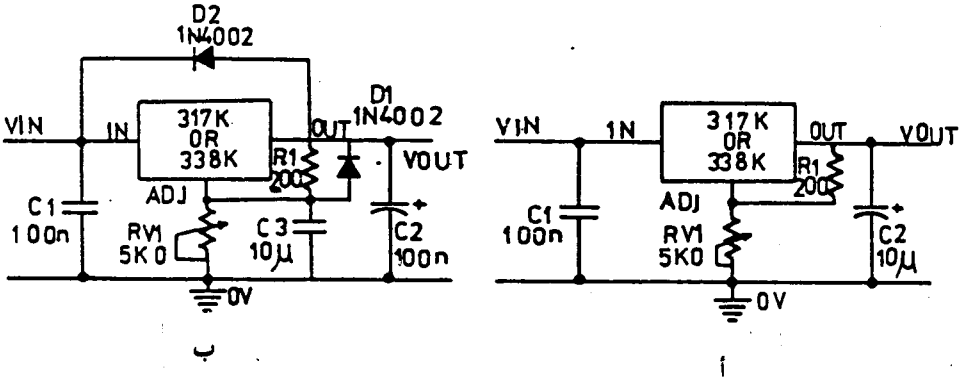
ويمكن الحصول على قيم أخرى لجهد الخرج بتغيير قيم المقاومات R_1, RV_1 بحيث لا تزيد R_1 عن (355 Ω) .

والشكل (٣ - ٩ب) يوضح طريقة توصيل منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة 318k, 317k مع حماية كاملة للمنظم من القصر عند المدخل والقصر عند المخرج .

فعندما يحدث قصر عند المدخل فإن المكثف C_2 سوف يفرغ شحنته فى مخرج المنظم

وهذا قد يسبب لانهيار المنظم ، لذلك يوضح الثنائى D_2 لعمل مسار بديل لمرور شحنة المكثف C_2 خلاله ، ويجب أن يكون D_2 قادراً على تحمل تيار يصل إلى 15A، وهو تيار القصر .

وبالمثل فإن الثنائى D_1 يمرر شحنة المكثف C_3 عند حدوث قصر فى دخل أو خرج المنظم وبالتالى يمنع تفريغ المكثف C_3 فى المنظم .



الشكل (٣ – ٩)

٦/٣ – الدوائر العملية لمصادر القدرة المنتظمة :

الدائرة رقم 1 :

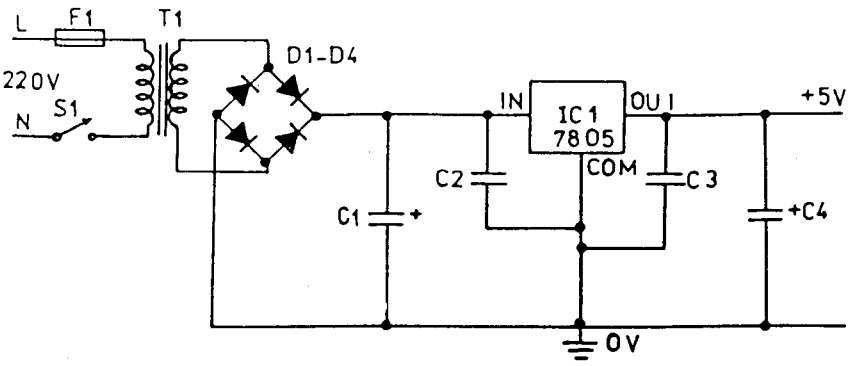
الشكل (٣ – ١٠) يعرض دائرة مصدر قدرة منتظم له جهد خرج +5V ، والحد الأقصى لتيار الخرج يساوى 1A باستخدام منظم الجهد الثلاثى الأطراف 7805 .

عناصر الدائرة :

C_1	مكثف كيميائى سعته 2200 µf ويعمل عند جهد25v .
C_2, C_3	مكثف سيراميك سعته 100 nf .
C_4	مكثف كيميائى سعته 10 µf وجهة 10v
IC_1	دائرة متكاملة لمنظم جهد ثلاثيى الأرجل طراز 7805 .
T_1	محول خفض من 220/6V وسعته 10VA.
$D_1 - D_4$	أربعة ثنائيات سليكونية طراز 1N 4002 .

F_1 مصهر يعمل عند تيار 500 mA .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة SPST .



الشكل (٣ – ١٠)

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٣ – ١١) يعرض دائرة مصدر قدرة منتظم ومزدوج يعطى الجهود 0V , 12V + 12V - , والحد الأقصى لتيار الخرج يساوى 1A مستخدماً محولاً له ملف ثانوى بنقطة تفرع.

عناصر الدائرة :

C_1 , C_5 مكثفات كيميائية سعتها 2200 µf تعمل عند جهد25V .

C_2 , C_3, C_6, C_7 مكثفات بوليستر سعتها 100 µf .

C_4 , C_8 مكثفات كيميائية سعتها 10 µf .

IC_1 دائرة متكاملة لمنظم جهد له خرج موجب12V + طراز 7812 .

IC_2 دائرة متكاملة لمنظم جهد له خرج سالب12V – طراز 7912 .

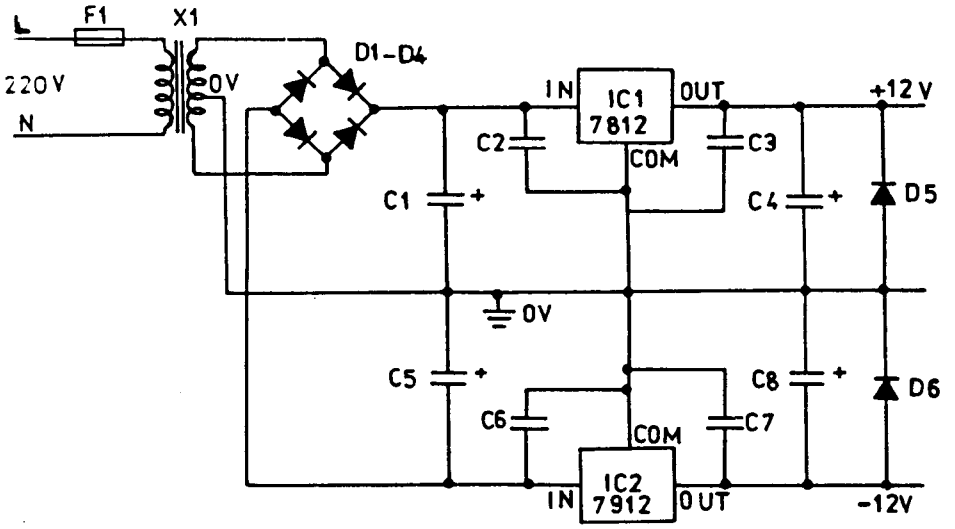
D_1 - D_4 أربعة ثنائيات سليكونية طراز 1N 4002 .

T_1 محول خفض جهد من 12 - 0 - 12/ 220 له نقطة منتصف فى الملف الثانوى وسعته 24VA .

D_5 , D_6 ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .

F_1 مصهر حماية يعمل عند 500 mA .

والجدير بالذكر أن الثنائى D_1 يعمل على حماية المنظم 7812 عند حدوث قصر على مخرجه ، فى حين يعمل D_2 على حماية المنظم 7912 عند حدوث قصر على مخرجه .



الشكل (٣ – ١١)

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٣ – ١٢) يعرض دائرة مصدر قدرة يعطى جهد خرج منظم يساوى +12V ، وتيار يصل إلى 5A مع وجود حماية ضد زيادة تيار الحمل عن 5A .

عناصر الدائرة :

IC_1	منظم جهد ثلاثى الأرجل طراز 7812 .
Q_1	ترانزستور PNP طراز MJE 2955 .
Q_2	ترانزستور PNP طراز TIP 32 A .
F_1 , F_2	مصهرات حماية تعمل عند 500 mA .
T_1	محول خفض 220V / 18V سعته 100VA.
B_1	قنطرة سليكونية مربعة طراز BR6 .

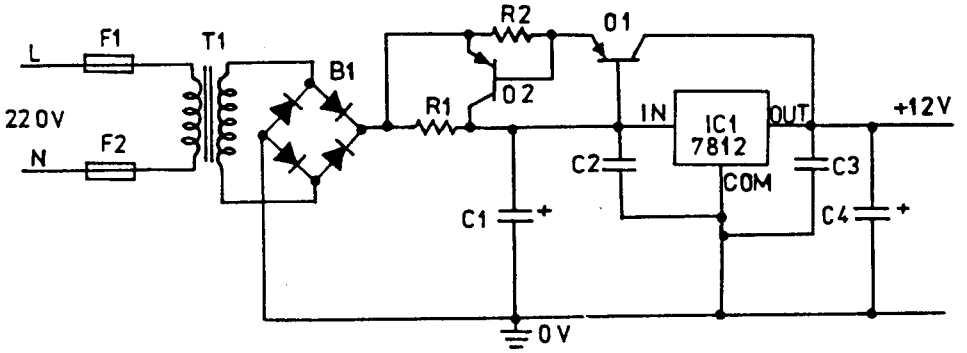
C_1 مكثف كيميائى سعته 1000 µF وجهده 25V .

C_2 , C_3 مكثفات بوليستير سعتها 100 NF .

C_4 مكثف كيميائى سعته 10µF وجهد 16 V .

R_1 مقاومة 10Ω وقدرتها 10W .

R_2 مقاومة 0.12Ω .



الشكل (٣ - ١٢)

نظرية التشغيل :

عند تيارات الحمل الأقل من 600mA فإن فرق الجهد المتولد على أطراف المقاومة R_1 غير كافٍ لتحويل الترانزستور Q_1 لحالة الوصل ON ، ولكن عند زيادة التيار عن 600mA فإن فرق الجهد على أطراف المقاومة R_1 سيكون كافياً لتحويل Q_1 لحالة الوصل ، ويمر التيار عبر الترانزستور Q_1 بدلاً من المرور عبر منظم الجهد IC_1 ، وبالتالى يزداد التيار الذى نحصل عليه من الدائرة إلى 5A .

وعندما يزداد التيار المسحوب عن 5A فإن فرق الجهد المتولد على أطراف المقاومة R_2 والتى قيمتها 0.12Ω سيكون كافياً لتحويل الترانزستور Q_2 لحالة الوصل ، فيعمل هذا الترانزستور على إحداث قصر بين باعث وقاعدة الترانزستور Q_1 ، ويتحول هذا الترانزستور لحالة الفصل .

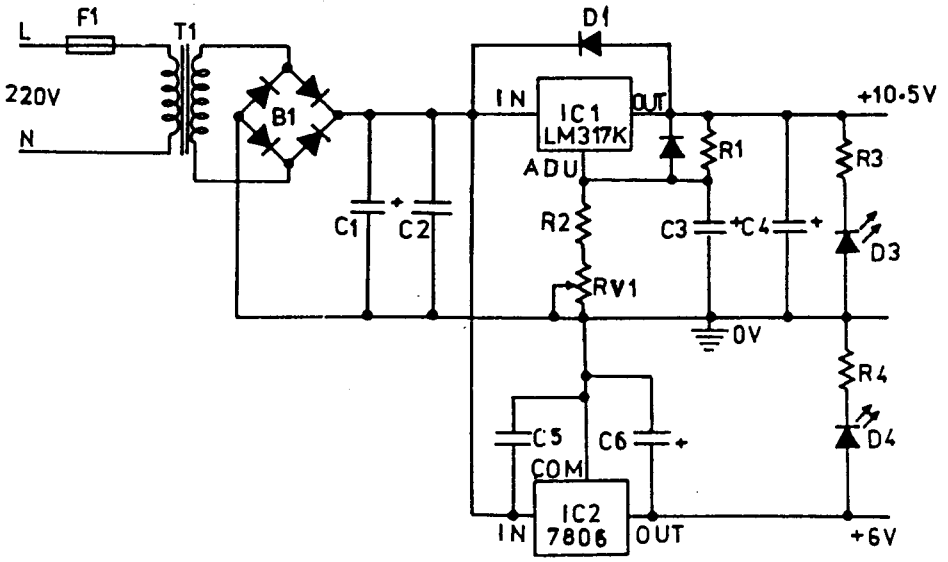
وبهذه الطريقة نحصل على حماية ذاتية من ارتفاع تيار الحمل .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٣ – ١٣) يعرض دائرة مصدر قدرة يعطى جهد خرج منظم وثابت يساوى +6V، وخرج منظم يمكن معايرته بواسطة المقاومة RV_1 يساوى 10.5 V + ، وتستخدم هذه الدائرة كمصدر قدرة لدائرة برمجة ذاكرات Prom ، والتى سنتناولها فى الباب الثامن .

عناصر الدائرة :

IC_1	منظم جهد له خرج يمكن ضبطه طراز LM 317 K .
IC_2	منظم جهد ثابت له جهد خرج 6V طراز 7806 .
R_1	مقاومة كربونية 1KΩ .
R_2	مقاومة كربونية 1.5 KΩ .
R_3	مقاومة كربونية 680Ω .
R_4	مقاومة كربونية 390Ω .
RV_1	مقاومة متغيرة 1KΩ .
C_1	مكثف كيميائى 1500 µF وجهد تشغيله 25V .
C_2	مكثف سيراميك سعته 100 nF .
C_3, C_4, C_6	مكثف كيميائى 10 µF وجهد تشغيله 25V .
C_5	مكثف سيراميك سعته 270 nF .
D_1, D_2	ثنائى طراز 1N 4002 .
D_3, D_4	ثنائى مشع قياسى .
B_1	قنطرة لها تيار أقصى 3A طراز BR3 .
T_1	محول 14V / 220 وسعته 20VA .



الشكل (٣ – ١٣)

والجدير بالذكر أن كلا من D_1 , D_2 تعمل على حماية المنظم LM 317 K من القصر عند المدخل وعند المخرج .

ويضيء D_3 للإشارة عن وجود خرج للمنظم IC_1 فى حين يضيء D_4 للإشارة عن وجود خرج للمنظم IC_2 .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٣ – ١٤) يعرض دائرة لمصدر قدرة يعطى خرجاً منتظماً +12V وتياراً 100 mA .

عناصر الدائرة :

T_1	محول خفض 220 / 12V وسعته 3VA .
D_1 - D_4	ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .
D_5	ثنائى زينر طراز BZY 88C 5V6 .

Q_1 ترانزستور NPN طراز BFY51 .

Q_2 ترانزستور NPN طراز PN 108 .

R_1 مقاومة كربونية 470 Ω .

R_2 مقاومة كربونية 1.2 Ω .

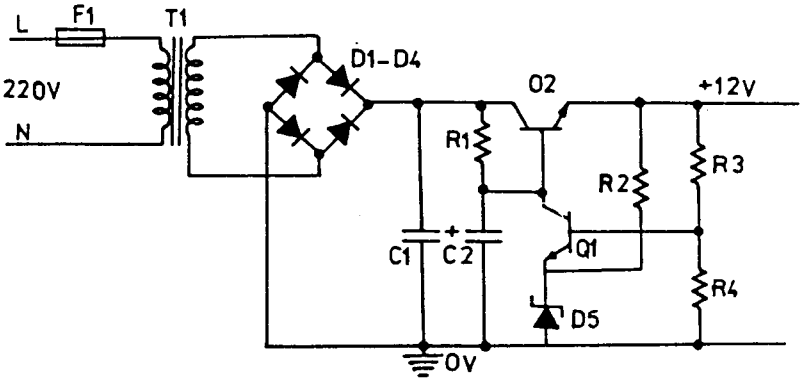
R_3 مقاومة كربونية 820 Ω .

R_4 مقاومة كربونية 1K Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 3300 µF وجهده 25V .

C_2 مكثف بوليستير سعته 0.22 µF .

F_1 مصهر سريع 500 mA .



الشكل (٣ – ١٤)

نظرية التشغيل :

تقوم قنطرة التوحيد المؤلفة من D_1 - D_4 بتوحيد موجة الجهد المتغير الخارج من المحول T_1 توحيداً كاملاً ، وتكون القيمة المتوسطة للجهد المستمر غير المنتظم على أطراف المكثف C_1 مساوية $12\sqrt{2}$ V أى 16 V تقريباً .

ويعمل الترانزستور Q_1 كمقارن يقارن إشارة من جهد الخرج المستمر المتشكل على أطراف المقاومة R_4 مع جهد ثنائى الزينر 5.6V ، وأى فرق بينهما سوف يكبر بواسطة Q_1 فمثلاً : لو

انخفض جهد الخرج المستمر المنظم نتيجة لزيادة التيار فإن جهد قاعدة Q_1 سوف يقل ، وبالتالى فإن Q_1 سوف يمرر تياراً أقل فى حين أن جهد مجمع Q_1 سيزداد وهذا الجهد سينتقل لقاعدة الترانزستور Q_2 ، فيقوم Q_2 بمعاكسة النقص فى جهد الخرج ، أى أن الدائرة ستعمل على تثبيت جهد الخرج عند أى حمل .

وعادة لا يثبت Q_2 على مشتت حرارة لانخفاض التيار المار فيه (100 mA) .

والجدير بالذكر أن هذه الدائرة غير مزودة بمحدد للتيار فعند حدوث قصر على الخرج فإن Q_2 سوف يحترق .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٣ – ١٥) يعرض دائرة لمصدر قدرة جهد خرجه يساوى 9v + وأقصى قيمة لتيار الخرج 0.4 A .

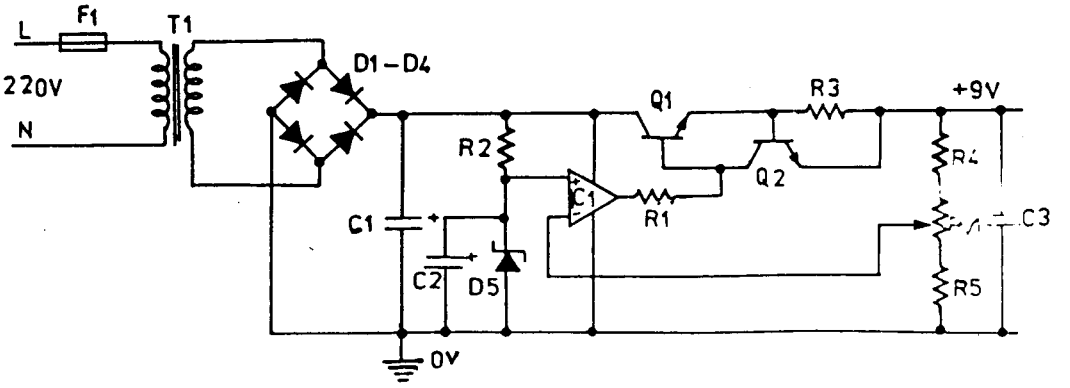
عناصر الدائرة :

T_1	محول خفض 220/12V وسعته 6VA .
D_1 - D_4	أربعة ثنائيات سليكونية طراز 1N 4001 .
D_5	ثنائى زينر طراز C5V6 .
IC_1	دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز 741 .
Q_1	ترانزستور NPN طراز BD131 .
Q_2	ترانزستور NPN طراز BC107 .
R_1	مقاومة كربونية 330 Ω .
R_2	مقاومة كربونية 2.2 K .
R_3	مقاومة كربونية 1.5 Ω .
R_4	مقاومة كربونية 470 Ω .
R_5	مقاومة كربونية 2.2 K Ω .
RV_1	مجزىء جهد 2.2 K Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 3300 µf وجهد تشغيله 25 V .

C_2 مكثف كيميائى سعته 10 µF وجهد تشغيله 10V .

C_3 مكثف بوليستير سعته 0.1µF .



الشكل (٣ – ١٥)

نظرية التشغيل :

هذه الدائرة تعتبر منظم جهد تقليدياً ، حيث يتم تثبيت جهد الرجل غير العاكسة + لمكبر العمليات IC_1 عند جهد 5.6V بواسطة ثنائى الزينر D_5 . فى حين أن الرجل العاكسة – للمكبر توصل بمجزئى الجهد RV_1 وبالتالى يقوم مكبر العمليات بتكبير أى فرق فى الجهد بين الرجل غير العاكسة + والرجل العاكسة – .

فإذا انخفض جهد الخرج نتيجة لزيادة الحمل فإن خرج المكبر سوف يكون موجباً، مما يؤدى لزيادة موصلية الترانزستور Q_1 ، وبالتالى يزداد جهد الخرج ليصل للجهد المطلوب والعكس بالعكس .

والجدير بالذكر أن التغير فى جهد الخرج عند تغير تيار الحمل من الصفر إلى تيار الحمل الكامل يكون صغيراً جداً؛ لأن معامل تكبير مكبر العمليات كبير جداً يصل إلى 100000 .

وإذا زاد تيار الحمل عن 0.4A فإن الجهد المتشكل على أطراف R_3 سيكون قادراً على تحويل Q_2 لحالة الوصل ، وبالتالى ينخفض جهد الخرج نتيجة لحدوث قصر على قاعدة وباعث

الترانزستور Q_1 بواسطة الترانزستور Q_2 فينخفض جهد الخرج . وينصح بتثبيت Q_1 على مشتت حرارة Heat sink .

٣ – ٧ دوائر منظمات الجهد المزودة بحماية ضد زيادة الجهد والتيار :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (٣ – ١٦) يعرض دائرة منظم جهد ومحدد تيار حيث تعمل على تنظيم جهد الخرج مساوياً 6v + أو 7.5v + أو 9v + تبعاً لقيم D_1 , R_1 وتعمل كمحدد لتيار الخرج بحد أقصى 0.3 A .

عناصر الدائرة :

Q_1 ترانزستور NPN طراز AD161 .

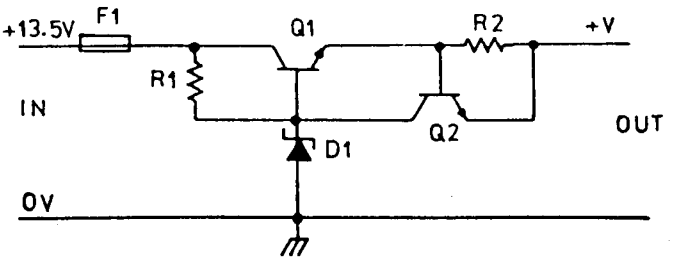
Q_2 ترانزستور NPN طراز BC108 .

D_1 انظر الشرح .

R_1 انظر الشرح .

R_2 مقاومة 1.8 Ω وقدرها 0.5w .

F_1 مصهر حماية 500 mA .



الشكل (٣ – ١٦)

نظرية التشغيل :

تعمل هذه الدائرة كمنظم جهد ، وأيضاً محدداً لتيار الخرج (الحمل) حيث توصل هذه الدائرة مع خرج مصدر قدرة غير منتظم له جهد خرج أصغر من أو يساوى 13.5v ، حيث يعمل الترانزستور Q_1 وثنائى الزينر D_1 على تنظيم جهد الدخل غير المنتظم . وتعتمد قيمة جهد الخرج على قيمة كل من R_1 وجهد ثنائى الزينر D_1 .

والجدول (٣ – ٣) يعطى قيمة R_1 وجهد D_1 للحصول على جهود خرج مختلفة .

الجدول (٣ – ٣)

جهد الخرج (V)	D_1 400 mW	R_1 (Ω)
6V	6.2V	680Ω
7.5V	7.5V	390Ω
9V	9.1V	220Ω

وإذا زاد تيار الخرج عن 330 mA فإن الجهد على أطراف المقاومة R_2 سيكون كافياً لتحويل الترانزستور Q_2 لحالة الوصل ، فيحدث قصر بين قاعدة وباعث Q_1 فيتحول Q_1 لحالة القطع وينقطع خرج الدائرة .

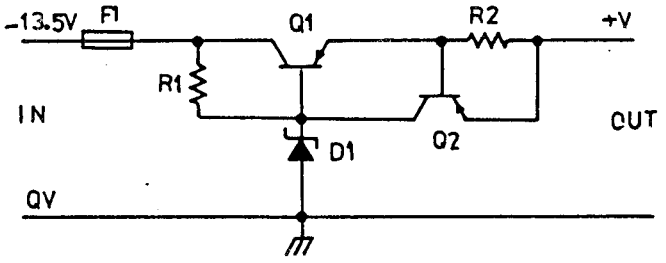
والشكل (٣ – ١٧) يعرض دائرة منظم جهد ومحدد تيار حيث تعمل على تنظيم جهد الخرج مساوياً 6V – أو 7.5V – أو 9V – تبعاً لقيم D_1 , R_1 ، وتعمل كمحدد لتيار الخرج بحد أقصى 0.3 A .

والجدير بالذكر أن جميع مكونات هذه الدائرة لا تختلف عن الدائرة السابقة إلا فى نوع كل من Q_1 , Q_2 .

حيث إن :

Q_1 ترانزستورPNP طراز AD162 .

Q_2 ترانزستور PNP طراز BC 258 .



الشكل (٣ – ١٧)

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٣ – ١٨) يعرض دائرة منظم جهد مزودة بحماية ضد زيادة جهد خرج المنظم عن + 5 V ؛ نتيجة لتلف المنظم، وهذه الدائرة تستخدم فى تغذية الدوائر المتكاملة TTL لمنع زيادة الجهد للحد الذى يؤدى لتلف هذه الدوائر المتكاملة .

عناصر الدائرة :

D_1 ثنائى زينر جهده 4.7 V وقدرته 400 mw .

Q_1 ترانزستور PNP طراز 2N 3702 .

Q_2 ثايرستور تياره 2 A وجهده الأقصى 50V .

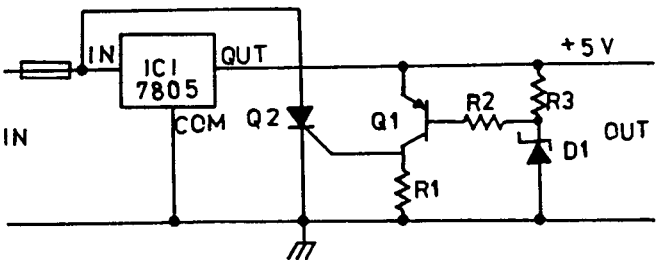
R_1 مقاومة كربونية 1 K Ω

R_2 مقاومة كربونية 47 K Ω .

R_3 مقاومة كربونية 100 Ω .

F_1 مصهر حماية يختار حسب تيار الدائرة الأقصى المسموح به .

IC_1 منظم جهد ثلاثى الأرجل طراز 7805 .



الشكل (٣ – ١٨)

نظرية التشغيل :

عند زيادة جهد الخرج عن جهد ثنائى الزينر بمقدار 0.7V فإن الترانزستور Q_1 سيتحول لحالة الوصل لوجود فرق جهد بين باعث وقاعدة هذا الترانزستور قيمته 0.7V متشكل على أطراف المقاومة R_3 ، فيصبح جهد مجمع الترانزستور Q_1 مساوياً لجهد المصدر ، وينتقل جهد مجمع Q_1 إلى بوابة الثايرستور Q_2 فيتحول الثايرستور لحالة الوصل فيحدث قصر على دخل منظم الجهد IC_1 ، فيزداد تيار دخل المنظم للحد الذى يؤدى لانهيار المصهر F_1 .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٣ – ١٩) يعرض دائرة منظم جهد مزودة بحماية ضد زيادة الجهد لحدود غير آمنة للأحمال :

عناصر الدائرة :

Ic_1 منظم جهد ثلاثى الأرجل طراز 7812 .

Q_1 ثايرستور طراز BT 108 .

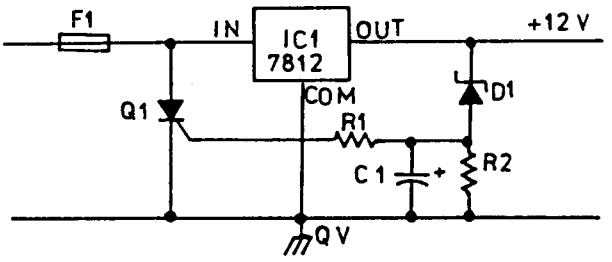
D_1 ثنائى زينر جهده 13V .

R_1 مقاومة كربونية 10 Ω .

R_2 مقاومة كربونية 100 Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 1μF وجهده 16V .

F_1 مصهر حماية يختار حسب تيار الدائرة الأقصى المسموح به .



الشكل (٣ – ١٩)

نظرية التشغيل :

توصل هذه الدائرة مع خرج مصدر قدرة غير منتظم له جهد خرج أكبر من 15V وأصغر من 18V، وتعمل هذه الدائرة على تنظيم جهد الخرج ليصبح مساوياً 12V + ، وعند زيادة جهد الخرج ليصبح 13V ينهار ثنائى الزينر D_1 فيزداد الجهد على أطراف المقاومة R_2 فينتقل جهد المقاومة R_2 لبوابة الثايرستور Q_2، فيشتعل الثايرستور Q_1 ويحدث قصر على أطراف دخل المنظم IC_1 ، فينهار مصهر الحماية F_1 .