الباب الرابع

مثبتات الجهد المتردد

A.C Voltage Stablizers

obeikandl.com

obeikandl.com

مثبتات الجهد المتردد A.C Voltage Stablizers

٤ / ١ - مقدمة :

إن انخفاض الجهد المتردد أو زيادته له تأثير بالغ الخطورة على الأجهزة الكهربية والالكترونية. فعادة يكون الجهد المتردد فى المنازل المجاورة لمحولات التوزيع بالمناطق السكنية أكبر من المقنن، فى حين يكون الجهد فى المنازل البعيدة عن محولات التوزيع أقل من المقنن؛ علمًا بان الجهد قد يتغير بين لحظة وأخرى تبعًا لأحمال الشبكة. وهذا يعنى أنه إذا كان الجهد المقنن 220V فإنه قد يحدث أحيانًا أن يرتفع الجهد فى بعض المناطق ليصل إلى 270V فى حين أنه قد ينخفض فى بعض المناطق ليصل إلى 160V . ولذلك ينصح باستخدام مثبتات جهد للأجهزة التى قد تتعرض لهذه الظروف.

ويوجد نوعان من مثبتات الجهد المتردد وهما :

١ – مثبتات الجهد اليدوية.

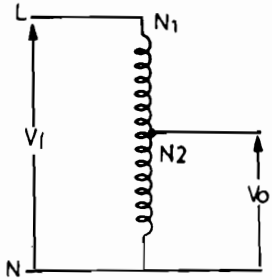
٢ – مثبتات الجهد الأتوماتيكية.

ويعتبر العنصر الأساسى فى مثبتات الجهد هى المحولات الذاتية.

والشكل (٤ – ١) يعرض محولاً ذاتياً ويلاحظ أن للمحول ملفاً واحداً.

وتكون النسبة بين جهد الدخل Vin لجهد الخرج Vout مساوية

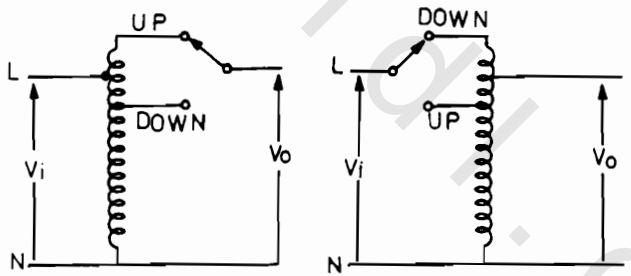
$$\frac{Vout}{Vin} = \frac{N_2}{N_1}$$



الشكل (٤ – ١)

٤ / ٢ – مثبتات الجهد اليدوية :

يتكون مثبت الجهد اليدوى من محول ذاتى له نقاط تفرع مختلفة، إما فى الجانب الابتدائى، أو فى الجانب الثانوى لتغيير نسبة التحويل للمحول. والشكل (٤–٢) يعرض مثبت جهد يدوى بنقطتى تفرع فى الجانب الابتدائى الشكل (أ)، ومثبت جهد يدوى بنقطتى تفرع فى الجانب الثانوى الشكل (ب).

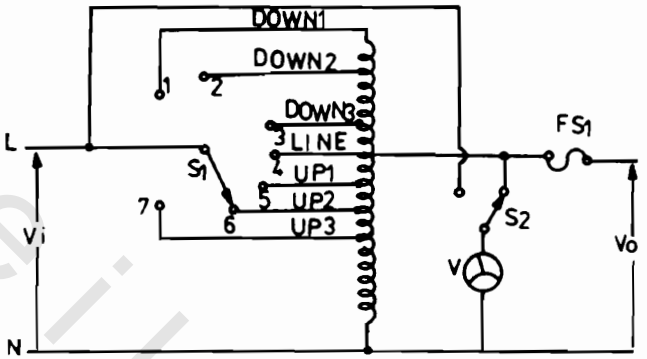


(ب) **(أ)**

الشكل (٤ – ٢)

فعند وضع المفتاح S1 على وضع up يزداد جهد الدخل لقيمة تساوى 30V فى العادة. وعند وضع المفتاح S1 على وضع down يقل جهد الدخل بمقدار 30V تقريبًا.

كما أنه يمكن استخدام محول ذاتى بنقاط تفرع متعددة كما بالشكل (٤ – ٣).



الشكل (٤ – ٣)

فعند وضع المفتاح S_1 على الوضع DOWN 3 : DOWN1 ينخفض جهد الخرج، وعند وضع المفتاح S_1 على الوضع LINE فإنه لا يتغير جهد الخرج، أما إذا وضع المفتاح S_1 على أحد الأوضاع up3 : up1 يزداد جهد الخرج ويمكن قياس جهد الدخل Vi أو جهد الخرج Vo بواسطة المفتاح S_2 وجهاز الفولتميتر V .

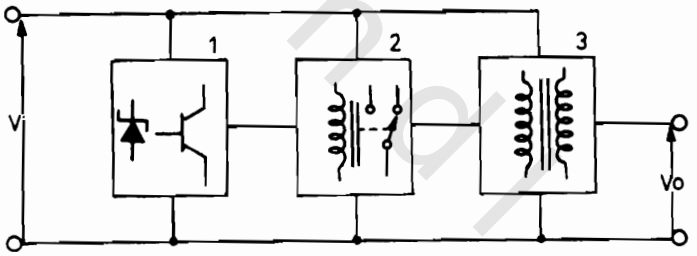
والجدير بالذكر أن استخدام مثبتات الجهد اليدوية تحتاج إلى انتباه كامل، حيث إن التغير المفاجئ فى الجهد قد يؤدى إلى تلف الأجهزة فمثلاً لنفرض أن جهد المصدر كان يساوى 180V وقمنا برفع الجهد وصولاً إلى 220V، وأنه فجأة عاد جهد المصدر للقيمة المقننة فى هذه الحالة يصبح جهد الخرج حوالى 268V، وهذه الحالة غاية فى الخطورة؛ ولذلك ينصح باستخدام مثبتات جهد مزودة بوحدات قطع الكترونية سوف نتناولها فيما بعد بالتفصيل.

٤ / ٣ - مثبتات الجهد الأتوماتيكية :

إن مثبتات الجهد اليدوية التى تناولناها فى الفقرة السابقة تعد رخيصة وبسيطة مقارنة بمثبتات الجهد الأتوماتيكية ولكنها تحتاج إلى انتباه خاص عند استخدامها وذلك بالنظر المستمر على جهاز قياس الجهد (الفولتميتر) لمعرفة جهد الخرج، كما أنه فى حالة حدوث تغير مفاجئ فى الدخل فإن هذا سيؤدى إلى تلف الأحمال قبل أن نقوم بإعادة الضبط؛ ولذلك فإن مثبتات الجهد الأتوماتيكية تعد هى الأفضل.

وتعمل مثبتات الجهد الأتوماتيكية بنفس فكرة عمل مثبتات الجهد اليدوية ولكن باستخدام ريليهات كهرومغناطيسية.

والشكل (٤ - ٤) يعرض العناصر الأساسية فى مثبتات الجهد الأتوماتيكية.



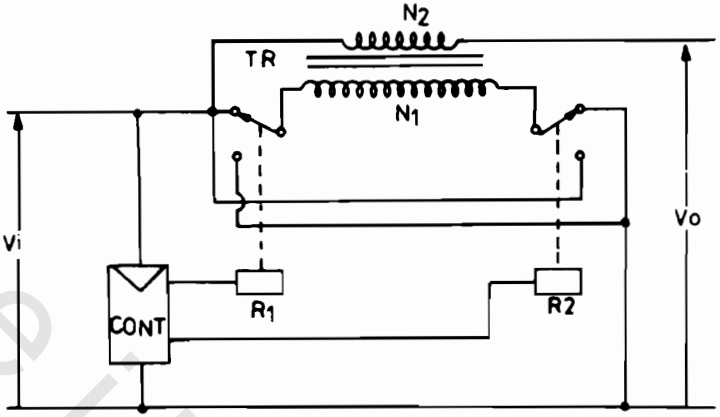
الشكل (٤ - ٤)

حيث إن:

دائرة إحساس لجهد الدخل	1
ريليهات الوصل والفصل	2
محول بنقاط تفرع	3

٤ / ٣ / ١ – مثبتات الجهد من نوع Buck - boost

والشكل (٤ – ٥) يعرض مثبت جهد بسيط من نوع Buck - boost



الشكل (٤ – ٥)

عناصر الدائرة:

وحدة تحكم	CONT
ريلاى يعمل على زيادة الجهد	R_1
ريلاى يعمل على انخفاض الجهد	R_2
محول له نسبة تحويل $\frac{N_1}{N_2} = \frac{6}{1}$	TR

فعندما يكون جهد الدخل 180V تقوم وحدة التحكم Cont بإرسال إشارة تشغيل للريلاى R_1 فيصبح جهد الخرج مساويًا

$$Vout = Vin + \frac{Vin}{6}$$
$$= 180 + 30 = 210\ V$$

وعندما يكون جهد الدخل 210V فإن وحدة التحكم تقوم بإرسال إشارة تشغيل للريلاى R_1 فيصبح جهد الخرج مساويا.

$$Vout = Vin + \frac{Vin}{6}$$
$$= 210 + 35 = 245\ V$$

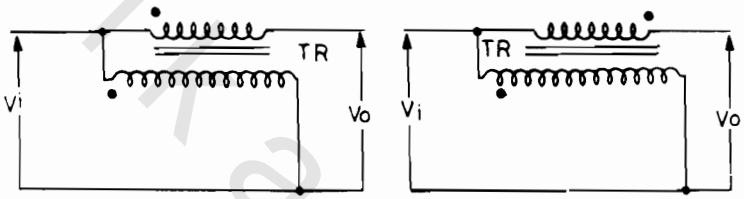
وعندما يصبح جهد الخرج مساويًا 246V فإن وحدة التحكم تقوم بإرسال إشارة تشغيل للريلاى R_2 ليصبح جهد الخرج مساويا:

$$Vout = Vin - \frac{Vin}{6}$$

$$= 246 - 41 = 206\ V$$

والجدير بالذكر أن الريلاى R_1 يعمل على توصيل الملف الثانوى N_2 بطريقة تزيد من جهد الدخل، فى حين أن R_2 يعمل على وصل الملف N_2 بطريقة تقلل من جهد الدخل.

والشكل (٤ – ٦) يوضح فكرة عمل الدائرة.



ب أ

الشكل (٤ – ٦)

ففى الشكل (أ) يكون $Vout = Vin + (Vin / 6)$

نتيجة لتماثل قطبية الملف الابتدائى P والثانوى S

وفى الشكل (ب) يكون $Vout = Vin - (Vin / 6)$

وذلك نتيجة لاختلاف قطبية الملف الابتدائى P والثانوى S

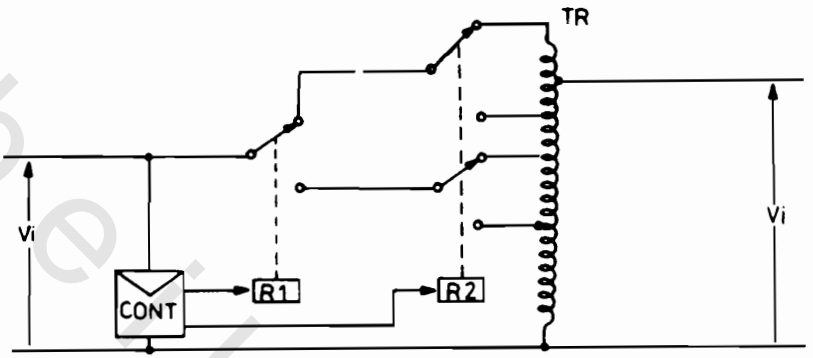
علمًا بأنه لا توجد علامات مميزة للملفات المحولات لمعرفة قطبية المحول.

ولكن يمكن معرفتها بالمحاولة.

obeikandl.com

٤ / ٣ / ٢ - مثبتات الجهد ذات المحولات الذاتية :

الشكل (٤-٧) يعرض المخطط الصندوقى لمثبت جهد بمحول ذاتى .



الشكل (٤ - ٧)

ويتكون من :

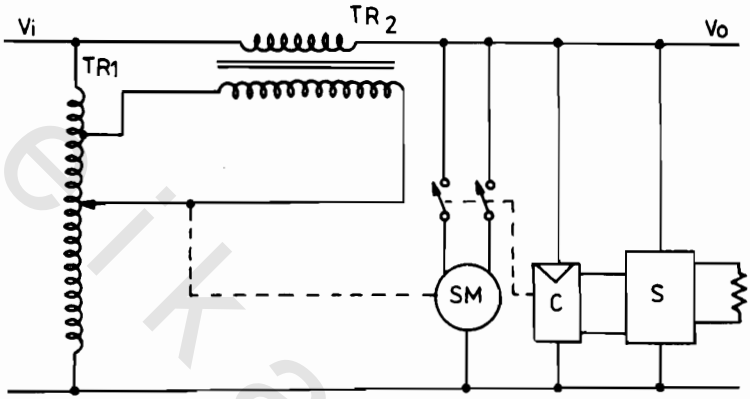
محول ذاتى بعدة نقاط تفرع	TR
وحدة تحكم الكترونية	CONT
ريليهات كهرومغناطيسية	R_1 , R_2

حيث تعمل دائرة التحكم الالكترونية على التحكم في وصل وفصل الريليهات الكهرومغناطيسية . R_2 , R_1 لثبات جهد أطراف الخرج للمحول وذلك بالتحكم في نسبة تحويل المحول الذاتى .

٤ / ٣ / ٣- مثبتات الجهد المزودة بمحرك مؤازر

بدلا من تغيير نقاط التفرع للمحولات باستخدام الريليهات الكهرومغناطيسية يمكن استخدام محرك مؤازر للتحكم بصفة مستديمة فى محول ذاتى متغير Variac، بالإضافة إلى محول (buck- boost) بالطريقة المبينة بالشكل (٤ - ٨)، حيث يتم الإحساس بالجهد بواسطة دائرة إحساس (S) ويتم التحكم فى اتجاه دوران المحرك المؤازر (SM) بواسطة دائرة تحكم (C) حيث يدور المحرك المؤازر SM فى اتجاه زيادة عدد لفات خرج المحول الذاتى TR_1 أوانقاص عدد لفات المحول الذاتى للوصول بجهد

الخرج للقيمة المطلوبة. ويتم توصيل خرج المحول الذاتى المتغيرVariac إلى دخل محول الزيادة والنقص TR2، فإذا كانت الرجل المنزلقة للمحول الذاتى TR2 المتغير في أحد جانبى النقطة الثابتة يزداد جهد خرج محول الزيادة والنقص buck - boost وإذا كانت الرجل المنزلقة للمحول الذاتى المتغير في الجانب الآخر للنقطة الثابتة يقل جهد خرج محول الزيادة والنقصان buck - boost .



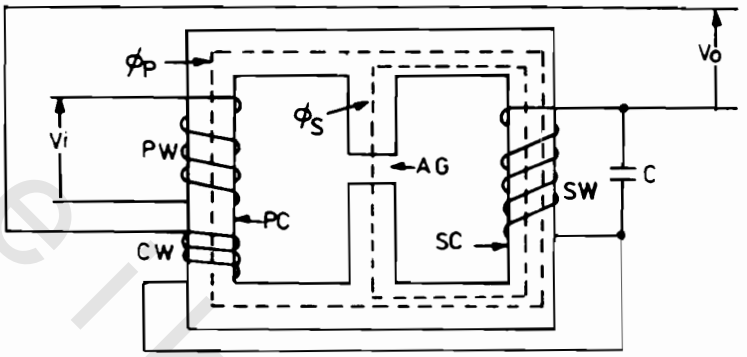
الشكل (٤ – ٨)

٤ / ٣ / ٤ – مثبتات الجهد المغناطيسية :

تعمل مثبتات الجهد المغناطيسية علي تردد واحد مثل: 50HZ أو 60HZ وتتميز مثبتات الجهد المغناطيسية بثبات جهد الخرج بتفاوت ±1% فقط كما أنها لا تحتوى على أى أجزاء متحركة مثل: الريليهات ولا المحركات المؤازرة. ويعاب عليها احتواء خرج هذه المثبتات على توافقيات متعددة الرتبة مثل: توافقيات الرتبة الثالثة، وهذه التوافقيات يكون لهاأحيانًا بعض الآثار الضارة على بعض الأجهزة الكهربية مثل المحركات الكهربية إذ أنه قد يرفع درجة حرارتها. وفيما يلى المواصفات الفنية لأحد مثبتات الجهد المغناطيسية:

جهد الدخل	180 : 250V A.C
تردد الدخل	50 HZ
جهد الخرج	220 V ± 1%

والشكل (٤ – ٩) يعرض الدائرة المغناطيسية ذات الرنين الحديدية (Ferrores-onant Transformer) والتى تشكل العنصر الرئيسى في مثبتات الجهد المغناطيسية



الشكل (٤ – ٩)

الملف الابتدائى	PW
الملف الثانوى	SW
ملف التعويض	CW
القلب المغناطيسي للملف الابتدائى	PC
القلب المغناطيسى للملف الثانوى	SC
المجال المغناطيسى للملف الابتدائى	φP
المجال المغناطيسى للملف الثانوى	φS
ثغرة هوائية	AG
مكثف	C

ويلاحظ أن القلب المغناطيسى للملف الابتدائى PC يكون غير مشبع، أما

obeikandl.com

القلب المغناطيسى للملف الثانوى SC يكون مشبعاً وبالتالي فإن أى تغيير في جهد الدخل Vi لا يقابله تغيير في جهد الخرج Vo. وبتوصيل ملف التعويض CW والمكثف C مع الملف الثانوى SW يؤدى ذلك إلى تشبع القلب المغناطيسى SC. فكلما ازداد المجال المغناطيسى الناتج من ملفات التعويض مثل المجال المغناطيسى المحصل للملف الابتدائى φP وتباعاً يقل المجال المغناطيسى المحصل للملف الثانوى φS فيقل الجهد الثانوى والعكس بالعكس.

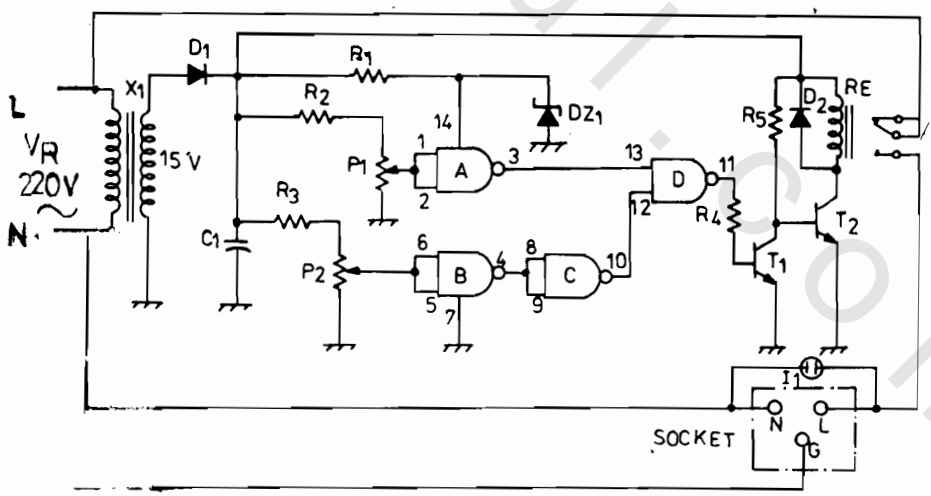
أما المكثف C فيعمل علي توصيل الملف الثانوى SW إلى ما يقرب إلى الرنين وبالتالى يزداد التيار غير الفعال المار في الملف الثانوى SW فتصبح النسبة بين عدد اللفات نتيجة لزيادة المجال المغناطيسى للملف الثانوى والناتج عن وجود المكثف.

وفي الحقيقة فإن خرج المحولات المغناطيسية تحتاج لترشيح حتى يتم تحويله من موجة مربعة إلى موجة جيبية.

٤ / ٤ - دوائر الفصل عند انخفاض أو زيادة الجهد عن المسموح

الدائرة رقم (31)

الشكل (٤ - ١٠) يعرض دائرة الفصل عند زيادة أو انخفاض جهد المصدر عن المسموح باستخدام البوابات المنطقية.



الشكل (٤-١٠)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 2.2 KΩ	R_1
مقاومة كربونية 220 KΩ	R_2 , R_3
مقاومة كربونية 10 KΩ	R_4
مقاومة كربونية 4.7 KΩ	R_5
مقاومة متغيرة 100 KΩ	P_1 , P_2
مكثف كيميائى سعته 25 V / 200µF	C_1
موحد سليكون طراز DR25	D_1
موحد سليكون طراز 1N4002	D_2
موحد زينر 1W / 9V	DZ_1
ترانزستورNPN طراز BC 148	T_1 , T_2
دائرة متكاملة طراز CD 4011	IC_1
ريلاى يعمل عند جهد 15V ومقاومته أكبر من 240 Ω	RE_1
لمبة بيان نيون	I_1
بريزة	SOCKET
محول خافض 0.5A - 220 / 15 V	X_1

نظرية عمل الدائرة :

يوصل الملف الابتدائى للمحول X_1 علي طرفى مصدر الجهد المراد مراقبته VR والذي يساوى 220V (متردد) وعلى ذلك يكون جهد الملف الثانوى للمحول مساويًا 15V . ويتم ضبط P_1 ليكون الجهد عند الطرف المتحرك 4V كما يتم ضبط P_2 ليكون الجهد عند الطرف المتحرك 5.5V .

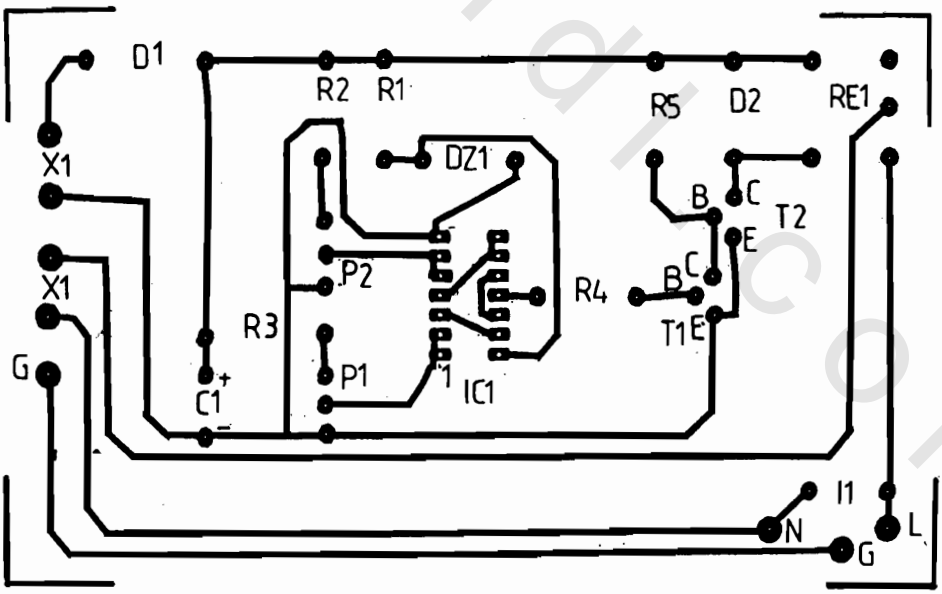
obeikandl.com

وحيث إن جهد التغذية للدائرة المتكاملة IC_1 يساوى 9V بواسطة DZ_1، وحيث إن دخل البوابة A يساوى 4V أى أقل من $\frac{1}{2}$ VDD والذى يساوى 4.5V وبالتالى فإن خرج البوابة A يصبح عاليًا (H)، فى حين يصبح خرج البوابة B منخفضًا (L)، وتباعًا يصبح خرج البوابة C عاليًا (H)، أما خرج البوابة D فيكون منخفضًا (L) وعلى ذلك يكون T_1 في حالة قطع، T_2 يصبح في حالة وصل ويصل التيار الكهربى للبريزة SOCKET .

أما إذا زاد جهد المصدر إلى 270V فإن دخل البوابة A يكون عاليًا وكذلك دخل البوابة B، حيث إن جهد دخلهما أصبح أكبر من $\frac{1}{2}$ VDD ومن ثم يصبح خرج البوابة D عاليًا (H)، فيعمل الترانزستور T_1 في حين يتحول الترانزستور T_2 إلى حالة القطع OFF وبالتالى يتم قطع التيار الكهربى عن البريزة SOCKET .

أما إذا انخفض جهد المصدر ليصبح 170V يؤدى إلى انخفاض دخل كل من البوابتين A , B ويتحول خرج البوابة D إلى المستوي العالى (H) فيعمل T_1، ويتحول T2 إلى حالة القطع OFF وينقطع وصول التيار الكهربى للبريزة SOCKET.

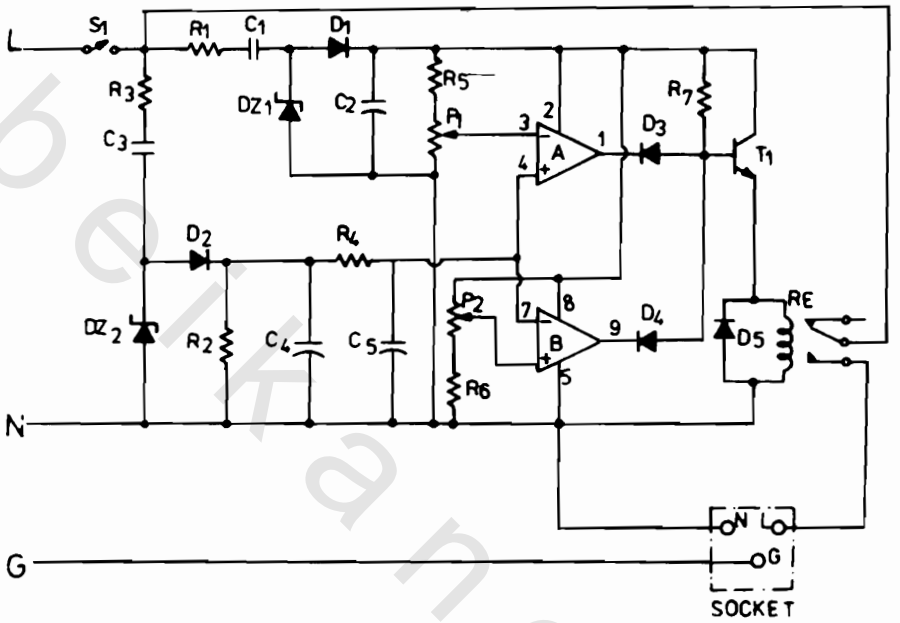
والشكل (٤ – ١١) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (31) منفذًا على لوحة توصيلات نحاسية وجه واحد مقاس 12.5x7cm .



الشكل (٤ – ١١)

الدائرة رقم (32)

الشكل (٤ – ١٢) يعرض دائرة الفصل عند زيادة أو انخفاض جهد المصدر عن الحدود المسموح بها باستخدام مكبرات العمليات .



الشكل (٤ – ١٢)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 2W / 100Ω	R_1 , R_3
مقاومة كربونية 1W / 680Ω	R_2
مقاومة كربونية 0.5W / 5.1KΩ	R_4
مقاومة كربونية 0.5W / 4.7KΩ	R_5 , R_6
مقاومة كربونية 0.5W / 10KΩ	R_7
مقاومة كربونية متغيرة 1W /4.7KΩ	P_1 , P_2
مكثف كيميائى سعته 400V / 1μF	C_1

مكثف كيميائى سعته 25V / 250µF	C_2 , C_4
مكثف كيميائى سعته 400V / 0.3µF	C_3
مكثف كيميائى سعته 25V / 2000µF	C_5
موحد سليكونى طراز DR50	D_1 , D_2
موحد سليكوني طراز 1N4001	D_3 , D_4
موحد سليكونى طراز 1N4002	D_5
موحد زينر 3W / 12V	DZ_1
موحد زينر 1W / 11V	DZ_2
ترانزستور NPN طراز BC 148	T_1
مكبر عمليات طراز 747	IC_1
ريلاى 9V وتياره 20mA	RE
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
بريزة 220V	SOCKET

نظرية عمل الدائرة :

تعمل العناصر C_2 , D_1 , DZ_1 , C_1 , R_1 على توليد جهد منظم 12V لتشغيل مكبر العمليات والريلاى ولإعطاء جهد مرجعى ثابت لأحد مداخل مكبر العمليات A , B، حيث يتم الحصول على الجهد المرجعى بواسطة مجزئ الجهد المؤلف من R_2 , C_3 , R_3 .

ويعمل موحد الزينر DZ_2 على حماية الدائرة من جهد المصدر ويعمل الموحد D_2 علي توحيد جهد المصدر، وبالتالى يعبر الجهد المسلط على المقاومة R_2 على التغيير الحادث في جهد المصدر كما يقوم C_5 بتنعيم الجهد الخارج من الموحد D_2 كما أن

obeikandl.com

الموحدات D_3, D_4 تعمل كبوابة OR، أما الموحد D_5 فيعمل على حماية الترانزستور T_1 من ارتفاع الجهد عند انقطاع التيار الكهربى عن الريلاى RE .

فعندما يكون جهد المصدر في الحدود المسموح بها يكون خرج كل من المكبرين A , B في المستوى العالى (H)، وبالتالى يصبح الترانزستور T_1 في حالة توصيل ON ويصل التيار الكهربى إلى البريزة (SOCKET).

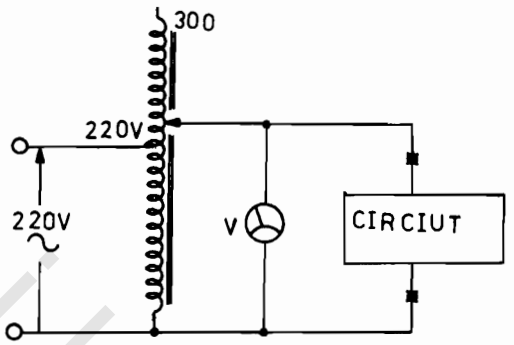
أما إذا كان جهد المصدر أعلى من الحدود المسموح بها (250V) يصبح جهد دخل المدخل العاكس للمكبر B أكبر من جهد المدخل غير العاكس لنفس المكبر فيصبح خرج المكبر B منخفضًا (L) وبالتالى فإن الترانزستور T_1 يتعرض لانحياز عكسى عبر D_4، فيتحول إلى حالة الفصل (OFF) وعليه يكون RE في حالة عدم تشغيل فلا يمر تيار المصدر إلى البريزة.

وعندما يكون جهد المصدر أقل من الحدود المسموح بها (180V) يصبح جهد المدخل العاكس للمكبر A أكبر من جهد المدخل غير العاكس ويكون خرج المكبر في المستوى المنخفض (L)، فيتعرض T_1 لانحياز عكسي عن طريق D_3 ولا يعمل RE وينقطع مرور التيار الكهربى إلى البريزة.

وعلى ذلك نلاحظ أن الريلاى RE يعمل فقط عندما يكون جهد المصدر في الحدود المسموح بها.

المقاومة R_4 والمكثف C_5 يكونان دائرة تأخير زمنى عند انقطاع المصدر الكهربى فإذا عاد المصدر الكهربى فجأة فإن هذه الدائرة لا تتحول لحالة الوصل إلا بعد حوالى نصف دقيقة وذلك للتأكد من أن جهد المصدر مستقر، وبهذه الطريقة يتم حماية الأحمال من التذبذبات الحادثة في المصدر المتردد بعد انقطاع التيار لمدة طويلة.

ولضبط الدائرة تستخدم الدائرة المبينة فى الشكل (٤ – ١٣).



الشكل (٤ – ١٣)

حيث توصل الدائرة التى نحن بصددها (Circuit) مع محول ذاتى (x) وجهاز قياس الجهد الكهربى (V) كما بالشكل.

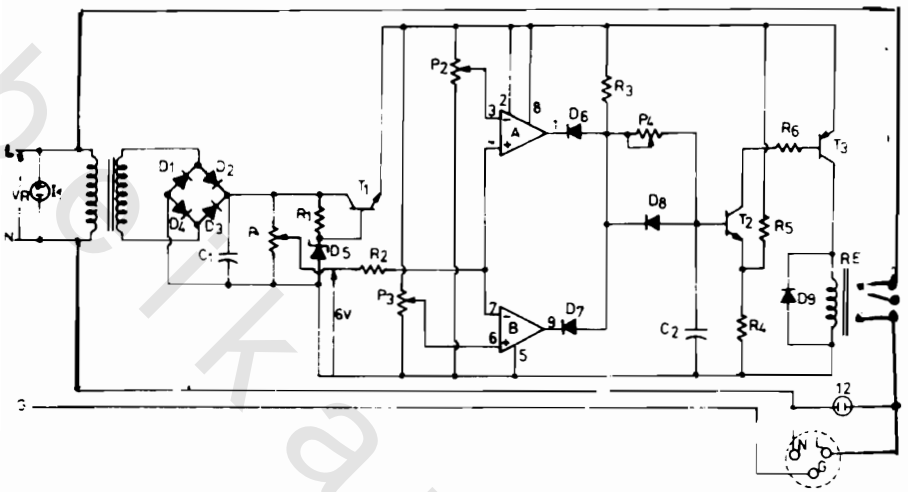
ثم يضبط جهد الملف الثانوى للمحول عند 180V وتضبط P_1 حتى يفصل الريلاى RE.

يضبط جهد الملف الثانوى للمحول الذاتى عند 250V وتضبط P_2 حتى يفصل الريلاى RE .

أما إذا لم يتوافر محول ذاتى فتضبط P_1 للوصول لجهد 5V وتضبط P_2 للوصول لجهد 8V .

الدائرة رقم (33)

الشكل (٤ – ١٤) يعرض دائرة الفصل عند انخفاض أو زيادة الجهد بتأخير زمنى .



الشكل (٤ – ١٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1W / 500 Ω	R_1
مقاومة كربونية 0.5W / 5.1 KΩ	R_2
مقاومة كربونية 0.5W / 10 KΩ	R_3 , R_6
مقاومة كربونية 0.5W / 1KΩ	R_4 , R_5
مقاومة متغيرة 1W / 5 KΩ	$P_1 : P_3$
مقاومة متغيرة 1W / 500 KΩ	P_4
مكثف كيميائى 25 V / 500µF	C_1 , C_2
موحد سليكونى طراز 1N4001	$D_1 : D_4$ و $D_6 : D_8$
موحد سليكونى طراز 1N4002	D_9

obeikandi.com

موحد زينر 1W / 12V	D_5
ترانزستور NPN طراز SL100	T_1
ترانزستور NPN طراز BC148	T_2
ترانزستور PNP طراز BC178	T_3
دائرة متكاملة تحتوى على اثنين مكبر عمليات طراز 747	IC_1
ريلاي 12V ومقاومته أكبر من 120Ω	RE
بريزة 220V	SOCKET
لمبة بيان نيون 220V	I_1 , I_2

نظرية عمل الدائرة :

تعمل العناصر T_2 , C_2 , P_4 علي توفير زمن التأخير اللازم والذى يتراوح ما بين عدة ثوانى إلى عدة دقائق. ولا يختلف عمل هذه الدائرة عن الدائرة السابقة, فعندما يكون الجهد المنظم VR الخارج من مثبت الجهد المراقب بهذه الدائرة في الحدود المسموح بها، فإن خرج كل من المكبرين A , B يكون عاليًا فيشحن C_2 ويتحول T_3 , T_2 لحالة الوصل ويصل التيار الكهربى للبريزة.

وعند انخفاض الجهد المنظم VR عن الحدود المسموح بها (180V) فإن الجهد الداخل من P_2 إلى المدخل العاكس للمكبر A يصبح أكبر من الجهد الداخل إلي المدخل غير العاكس لنفس المكبر فيكون خرج المكبر منخفضًا. وبالتالى يفرغ المكثف C_2 شحنته بسرعة خلال D_8 , D_6 والمكبر A ويتحول T_2 , T_3 إلى حالة القطع OFF فيعود الريلاى RE لحالته الطبيعية وينقطع التيار الكهربي عن البريزة SOCKET .

وفي حالة عودة جهد المصدر لقيمته المقننة يصبح خرج A عاليًا ولكن هذا لن يغير من حالة الريلاى RE؛ لأن C_2 مازال غير مشحون، حيث يبدأ C_2 فى الشحن ببطء ويعتمد زمن الشحن علي قيمة P_4، وعندما يصل الجهد على C_2 للحد اللازم

opeikanol.com

لتحويل T_4 , T_3 لحالة الوصل ON يتحول كذلك RE إلى حالة التوصيل ويصل التيار الكهربى للبريزة .

ويعمل مجزئ الجهد المكون من R_5 , R_4 علي جعل جهد الباعث للترانزستور T_2 عند جهد أعلى من جهد الأرضى، فيشحن C_2 إلى قيمة من الجهد تتعدى الفقد في الجهد على R_4 بحوالى 0.6V والذي يعادل فقد الجهد في وصلة الباعث والقاعدة للترانزستور السليكونى .

أما إذا تعدى الجهد المنظم VR الحدود المسموح بها (270V) فسيصبح خرج المكبر B منخفضًا، ويفرغ C_2 شحنته بسرعة عبر D_8 , D_2 والمكبر B ويتحول , T_2 T_3 لحالة القطع، ومن ثم يتحول RE لحالة القطع فيتم بذلك قطع التيار عن البريزة SOCKET . وإذا عاد جهد المصدر الكهربي إلى الحدود المسموح بها يتكرر ما سبق .

وهذه الدائرة مناسبة جداً للأحمال التى يخشى عليها من قطع التيار الكهربي وتوصيله إليها بسرعة مثل الثلاجات .

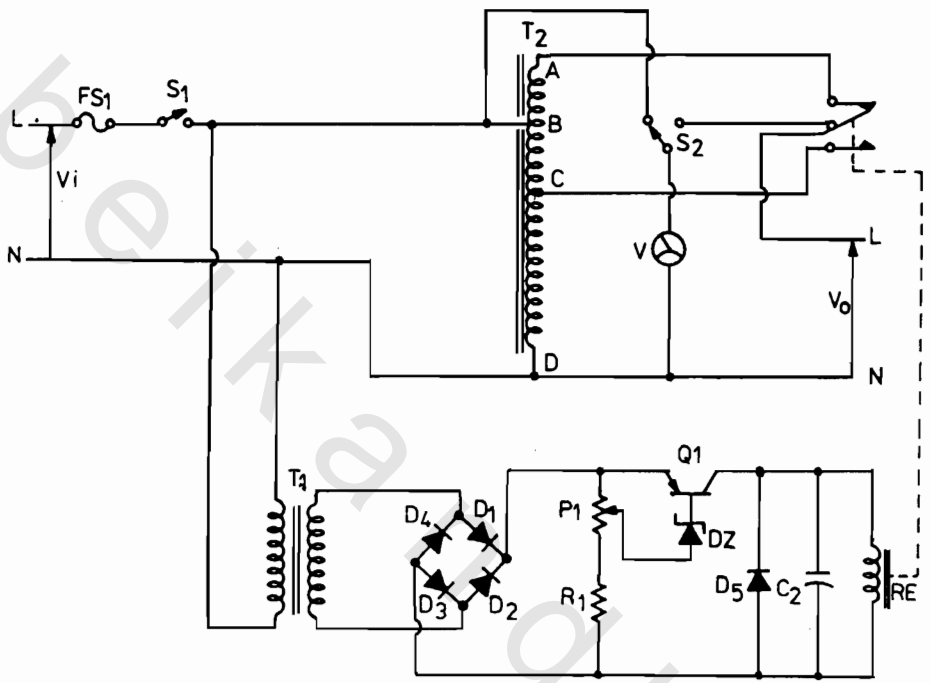
كما أنه يمكن معايرة زمن الفصل بواسطة P_4 . في حين أنه يمكن ضبط الحدود المسموح بها لجهد المصدر بواسطة P_3 , P_2 . فبواسطة P_2 يمكن ضبط أقل جهد مسموح به وعن طريق P_3 يمكن ضبط أعلى جهد مسموح به .

أما المقاومة P_1 فتعطى جهداً يعبر عن التغيرات التى تحدث في الجهد المنظم VR، ويتم ضبطها بحيث يكون جهد الخرج على الرجل المنزلقة يساوي 6V بالنسبة لسالب قنطرة التوحيد (D_1 : D_4) .

٤ / ٥ – دوائر مثبتات الجهد المتردد

الدائرة رقم (34)

الشكل (٤ – ١٥) يعرض دائرة مثبت جهد متردد باستخدام ريلاى واحد .



الشكل (٤ – ١٥)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 0.5W / 2.2 KΩ
P_1	مقاومة متغيرة خطيًا 1W / 5 KΩ
C_1	مكثف كيميائى 25 V / 1000µF
C_2	مكثف كيميائى 15 V / 100µF
$D_1 : D_4$	موحد سليكونى طراز 1N4001

obeikandl.com

موحد سليكونى طراز 1N4148	D_5
موحد زينر 400mw / 7.5V	DZ_1
ترانزستور PNP طراز BC177	Q_1
محول خافض 250mA - 220 / 15 V	T_1
محول ذاتى نسبة تحويل الرفع 8 : 7 ونسبة تحويل الخفض 20 :21	T_2
ريلاى 12V وتياره 200mA	RE
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
مفتاح قطبين سكة واحدة	S_2
منصهر 400mA	FS_1

نظرية عمل الدائرة

الدائرة المبينة عبارة عن دائرة مثبت جهد متردد Va.c يستخدم فيها ريلاى واحد . فعند وضع المفتاح S_1 في وضع توصيل ON يتم خفض جهد المنبع ~220V بواسطة المحول T_1 إلى ~15V ثم يوحد هذا الجهد باستخدام قنطرة توحيد الموجة الكاملة D_1 : D_4 ثم يرشح بواسطة المكثف C_1 .

وبذلك نحصل على جهد مستمر Vd.c يتغير بتغير جهد المصدر المتردد ~220V وهذا الجهد يستخدم فى تشغيل الريلاى RE. وجزء من هذا الجهد المستمر والذى يضبط بواسطة P_1 يطبق على قاعدة الترانزستور Q_1 عن طريق موحد الزينر DZ_1 . فعندما يكون الجهد الواقع على P_1 عند نقطة اتصالها مع DZ_1 يزيد عن جهد ثنائى الزينر بحوالى 0.6V، فإن ذلك الجهد يؤدى إلى تحويل الترانزستور Q_1 إلى وضع التوصيل ON فتنخفض المقاومة الداخلية لوصلة الباعث والمجمع للترانزستور، حيث تقترب من (0Ω) فيمر تيار من خلاله إلى ملف الريلاى مما يؤدى إلى أن يغير الريلاى من حالته التى كان عليها أى يغلق مسار التيار فى وضع (N.O).

obeikandl.com

* المحول T2 محول ذاتى له أربع نقاط تفرع وهى A,B, C, D حيث يوصل منبع الجهد الرئيسى (220V a.c) بين النقطتين BD أما جهد الخرج فيؤخذ بين النقطتين A,D أو بين النقطتين C,D. ويلاحظ هنا أن عدد لفات ملف الدخل (B,D) أقل من عدد لفات ملف الخرج الواصل ما بين (A,D) وأكثر من عدد لفات ملف الخرج الواصل ما بين (C,D)، ومن هنا نلاحظ أن الملف AD يعتبر ملف رفع جهد الخرج بالنسبة للدخل بنسبة 7:8، بينما يكون الملف CD فهو ملف خفض جهد الخرج بالنسبة للدخل بنسبة 21:20.

ففى الوضع العادى يكون الجهد الواقع على P1 عند نقطة اتصالها بموحد الزينر غير كافٍ لتشغيل الريلاى وبالتالى يظل الريلاى فى الوضع (N.C)، ويكون جهد الخرج عبارة عن الجهد الواقع على طرفى ملف الرفع AD.

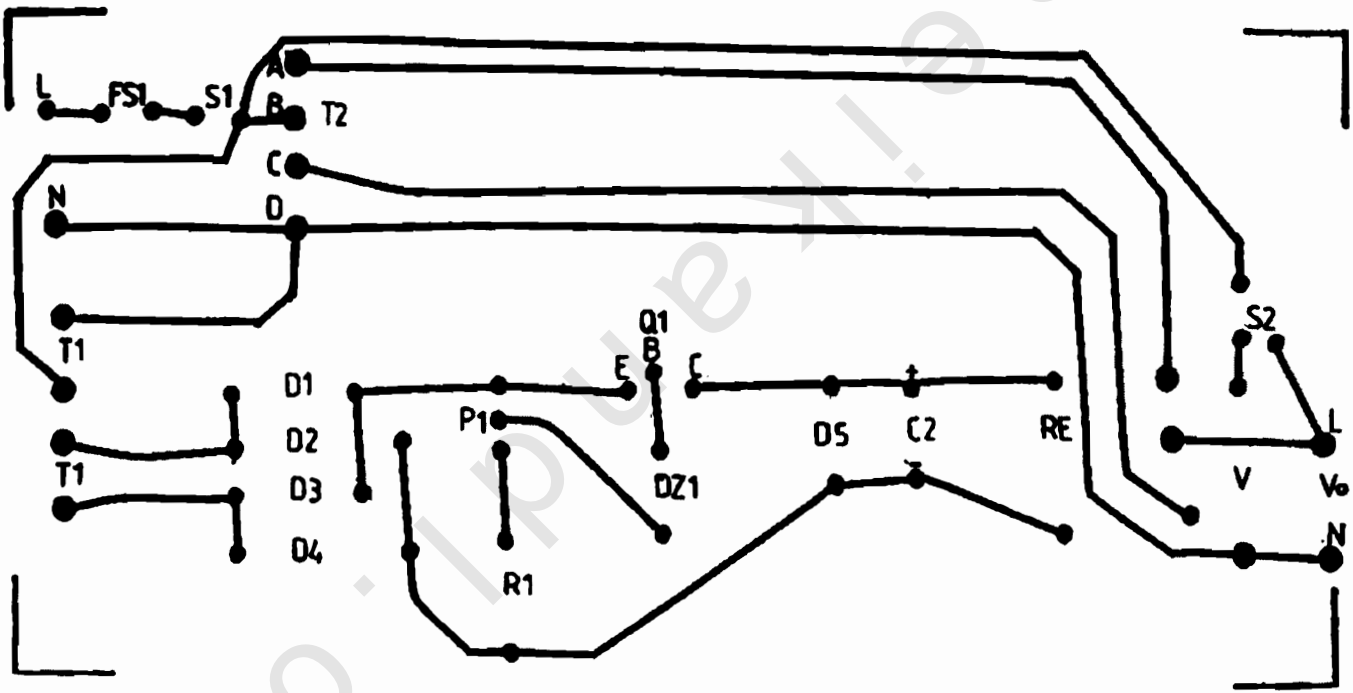
أما إذا زاد جهد المنبع عن الجهد المقنن فإنه يزداد بالتبعية الجهد المستمر المار فى دائرة التوحيد فيرتفع جهد المقاومة P1 عند اتصالها بموحد الزينر بما يزيد عن جهد الزينر بحوالى 0.6V، مما يؤدى إلى توصيل الترانزستور Q1 ومرور تيار في ملف الريلاى RE الذى يجذب حافظته إلى الوضع (N.O)، مما يؤدى إلى تحول الخرج إلى وضع الملف الخافض CD.

ويلاحظ أن دائرة مثبت الجهد لها حدود معينة يعمل خلالها، حيث إن نسبة خفض المحول الذاتى ونسبة الرفع محددة كما أسلفنا، وعلى ذلك نجد أنه إذا كان جهد الدخل للدائرة حوالى 175V يكون جهد الخرج ما بين A,D ما يقرب من 200V أما إذا زاد جهد الدخل إلى 250V فإن جهد الخرج يكون ما بين النقطتين C, D ما يقرب من 240V.

وعلى ذلك نجد أن جهد الخرج محصور ما بين 200V إلى 240V عندما يتغير جهد المنبع ما بين 175V إلى 250V.

وبذلك نلاحظ أن نسبة التغير فى جهد الخرج للدائرة أقل بكثير من التغير فى جهد الدخل، كما أن مدى التغير هذا فى جهد خرج الدائرة مناسب جداً لكثير من الدوائر والأجهزة الالكترونية والكهربية والتى تحتاج فى عملها إلى جهد ثابت أثناء التشغيل.

والشكل (٤-١٦) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (34) منفذاً على لوحة توصيلات نحاسية وجه واحد مقاس 18x10cm.

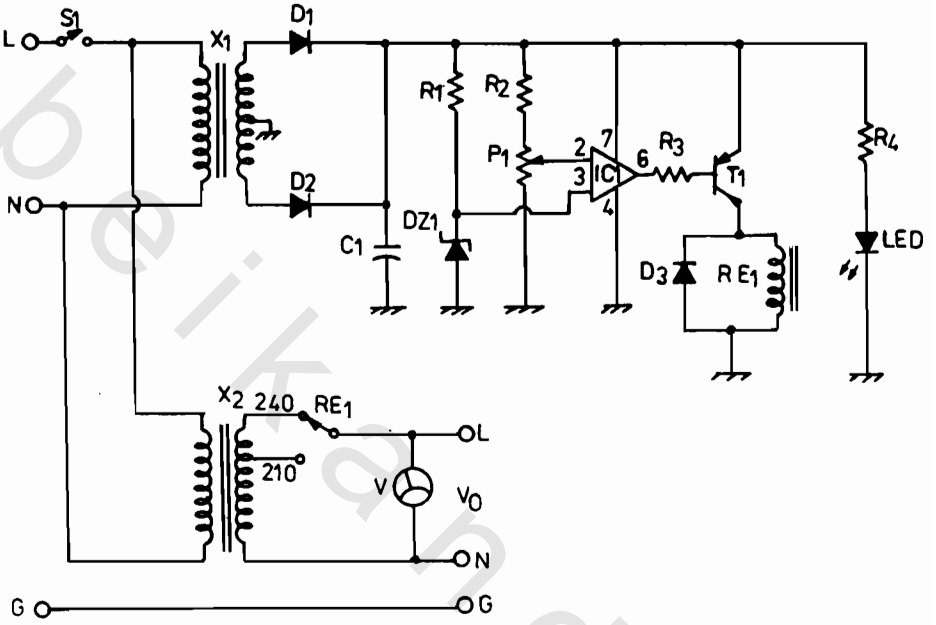


الشكل (٤-١٦)

obeikandl.com

الدائرة رقم (35)

الشكل (٤-١٧) يعرض دائرة مثبت جهد بريلاى واحد يسمح بتثبيت جهد المصدر بتفاوت لايتعدى ±10%.



(الشكل ٤-١٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/680 Ω	R_1
مقاومة كربونية 0.5W/1KΩ	R_2:R_4
مقاومة متغيرة 1W/10KΩ	P_1
مكثف كيميائى سعته 16V/470µF	C_1
موحد سليكونى طراز 1N4001	D_1:D_3
موحد زينر 250 mW - 6.2V	DZ_1

T_1	ترانزستور NPN طراز SK 100 B
IC_1	دائرة متكاملة طراز LM709
LED	موحد باعث للضوء 10 mA
RE_1	ريلاى 6V مقاومته لاتقل عن 300Ω
X_1	محول 1A-220/(9-0-9)V -C.T
X_2	محول 210 - 5A-220/230
V	ڤولتميتر 300V
S_1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة:

يعمل موحد الزينر على تثبيت جهد المدخل غير العاكس للمكبر IC_1 عند 6.2V . أما جهد المدخل العاكس للمكبر فيمثل الجهد المقابل لجهد المصدر فعندما يصبح جهد المصدر 225V يصبح جهد المدخل العاكس أكبر من 6.2V وعليه يكون خرج المكبر منخفضاً (L) ويكون تقريباً (0V) فيتحول الترانزستور T_1 لحالة الوصل ويمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE_1 فتتغير حالة ريشه فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة والعكس بالعكس. وبالتالى يصبح جهد الخرج Vo مساوياً.

$$Vo = 225 \times \frac{210}{220} = 214\ V$$

أما إذا انخفض جهد المصدر إلى 190V مثلاً فسيصبح جهد خرج المكبر عالياً (H) ويتحول الترانزستور T_1 لحالة القطع ومن ثم يتحول الريلاى RE_1 لحالة القطع فتعود ريشه إلى حالتها الطبيعية ويصبح جهد الخرج Vo مساوياً.

$$Vo = 190 \times \frac{240}{220} = 207\ V$$

علماً بأن حدود دخل المثبت التى يعمل عندها (190V:250V) كما يتراوح جهد الخرج ما بين (207V:244V).

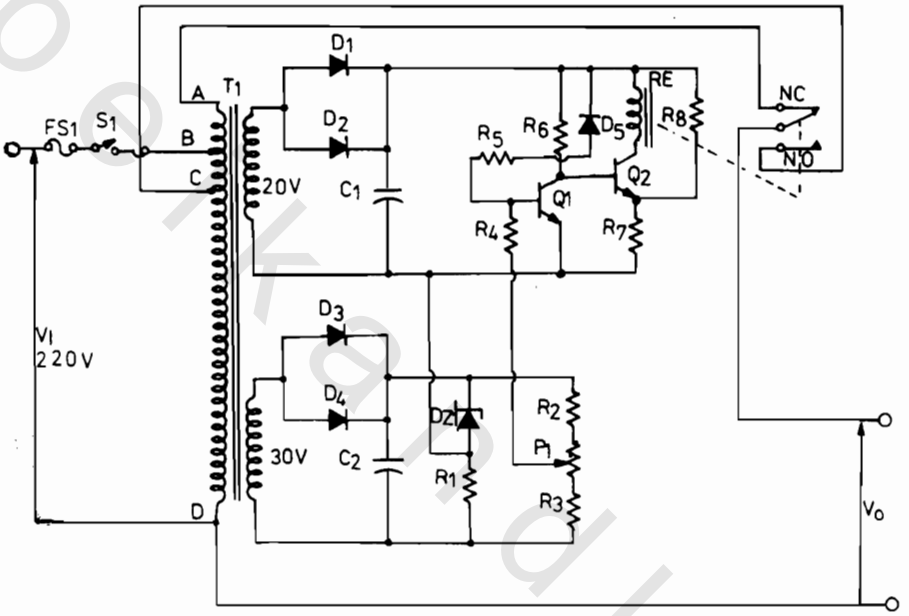
ويمكن ضبط هذه الدائرة باستخدام محول ذاتى متغير Variac حيث يوصل

openkanal.com

دخل هذه الدائرة بخرج المحول ويتم تغيير جهد دخل الدائرة وصولاً إلى 225V حيث يتم ضبط المقاومة المتغيرة P1 حتى يعمل الريلاى RE1.

الدائرة رقم (36)

الشكل (٤-١٨) يعرض دائرة مثبت جهد متردد ~220V باستخدام ريلاى واحد مع حساس لجهد الخرج.



الشكل (٤-١٨)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/6.8 KΩ	R1, R8
مقاومة كربونية 0.5W/3.3 KΩ	R2, R3
مقاومة كربونية 0.5W/1.8KΩ	R4
مقاومة كربونية 0.5W/390 KΩ	R5
مقاومة كربونية 0.5W/4.7 KΩ	R6
مقاومة كربونية 0.5W/47KΩ	R7

مقاومة كربونية متغيرة 1W/2.2KΩ	P_1
مكثف كيميائى سعته 35V/100µF	C_1,C_2
موحد سليكونى طراز 1N4002	$D_1:D_4$
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_5
موحد زينر 400mw/20V	DZ_1
ترانزستور NPN طراز BC 147A	Q_1,Q_2
ريلاى 18V	RE
محول ملفه الابتدائى له أربع نقاط تفرع (A,B,C,D)	T_1
نسبة تحويل الرفع 21:20 = BD:AD	
نسبة تحويل الخفض 7:8 = CD:BD	
كما أن له ملفين ثانويين منفصلين لهما نسبتى تحويل (220/30V),(220/20V)	
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
منصهر حماية 500 mA	FS_1

نظرية عمل الدائرة :

الدائرة عبارة عن دائرة مثبت جهد متردد V a.c باستخدام ريلاى واحد مع محول له ملفان ثانويان منفصلان لتشغيل كل من الريلاى وكذلك لإنتاج حساس للخرج يستشعر انخفاض أو ارتفاع الخرج عن جهد مرجعى محدد.

الملف الثانوى الذى يعطى جهداً قيمته 20V يتم توحيد هذا الجهد بواسطة D_1,D_2 ويرشح بواسطة C_1 حيث يستخدم هذا الجهد لتشغيل الريلاى RE.

أما الملف الثانوى الذى يعطى جهداً 30V فيوحد أيضاً هذا الجهد بواسطة

obeikandl.com

الموحدين D3,D4، ويرشح بواسطة C2، ومن ثم يطبق هذا الجهد على قنطرة المقارنة والمكونة من R1,DZ1,R3,R2,P1 حيث تمثل المقاومات R2,R3,P1 الفرع الأول للقنطرة وتعمل كمقسم لجهد دائرة التوحيد بعد ترشيحه وكذلك وبنفس الكيفية يمثل ثنائى الزينر R1,DZ1 الفرع الثانى للقنطرة ويمثل الجهد (VDZ1) الجهد المرجعى لقنطرة المقارنة. أما الجهد الذى سيتم مقارنته مع جهد موحد الزينر (الجهد المرجعى) فهو الجهد الواقع على المقاومة المتغيرة P1.

وعلى ذلك يكون خرج قنطرة المقارنة يساوى (0V) إذا تساوى الجهد على الطرف المتحرك للمقاومة P1 مع الجهد المرجعى (VDZ1)، أما إذا لم يتساويا فإن قطبية خرج القنطرة يتوقف على قيمة الجهد الواقع على الطرف المتحرك للمقاومة P1 من حيث أقل أو أزيد من الجهد المرجعى.

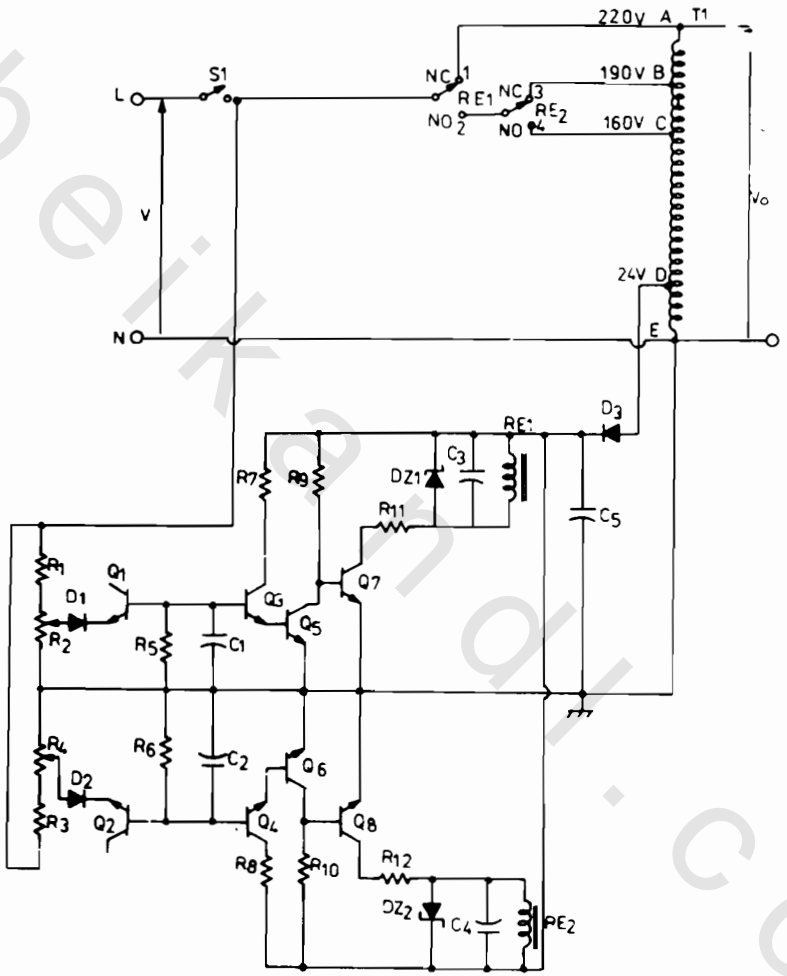
فى بداية تشغيل الدائرة يتم ضبط P1 بحيث يكون الريلاى RE فى وضع N.C وذلك عندما يكون جهد المنبع يساوى 200V.

إذا زاد جهد المنبع فسيزيد بالتبعية الجهد المستمر المتولد فى قنطرة المقارنة ومن ثم يزيد الجهد على الطرف المتحرك للمقاومة P1 ويحول هذا الجهد الترانزستور Q1 لحالة القطع، فيرتفع جهد مجمعه الذى يؤدى إلى زيادة الانحياز الأمامى لقاعدة الترانزستور Q2، فيتحول إلى حالة التوصيل ON فيمر التيار الكهربى بملف الريلاى الذى يحول بدوره وضع الخرج إلى الطرفين C,D للملف الابتدائى فينخفض الخرج.

أما إذا انخفض جهد المنبع فإن ذلك يؤدى إلى انخفاض الجهد المستمر لقنطرة المقارنة. وعليه يقل الجهد على الطرف المتحرك للمقاومة P1. ويؤدى خرج القنطرة إلى تحويل الترانزستور Q1 إلى وضع التوصيل ON، ومن ثم ينخفض الجهد الواقع على مجمعه فيحول بالتبعية الترانزستور Q2 إلى حالة القطع OFF فيتوقف مرور التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE؛ مما يؤدى إلى تحول خرج الدائرة إلى وضع N.C للريلاى ويصل جهد الخرج على طرف الملف الرافع (A.D).

الدائرة رقم (37)

الشكل (٤-١٩) يعرض دائرة مثبت جهد باستخدام عدد اثنين ريلاى، ويمكن الحصول منه على جهد ثابت قيمته (~220V).



الشكل (٤-١٩)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1w/120KΩ	R1,R3
مقاومة كربونية متغيرة 1w/25KΩ	R2,R4
مقاومة كربونية 0.5w/22KΩ	R5,R6
مقاومة كربونية 0.5w/10KΩ	R7:R10

مقاومة كربونية 2w/150Ω	R_{11},R_{12}
مكثف كيميائى سعته 50V/22µF	C_1,C_2
مكثف كيميائى سعته 16V/100µF	C_3,C_4
مكثف كيميائى سعته 50V/470µF	C_5
موحد سليكونى طراز 1N4001	D_1:D_3
موحد زينر طراز 1N4743 أو 1N4742(12V)	DZ_1,DZ_2
ترانزستور NPN طراز 9013	Q_1, Q_2
ترانزستور NPN طراز 2N3904	Q_3: Q_6
ترانزستور قدرة NPN طراز NA51w	Q_7,Q_8
ريلاى 12V وتياره 3A	RE_1,RE_2
محول ذاتى 220V له نقاط تفرع عند 500mA-190,160,24V	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

الشكل (٤-٢٠) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة فى الشكل (أ)، وكذلك توزيع عناصر الدائرة على الوجه الأمامى للوحة التوصيل فى الشكل (ب) مقاس لوحة التوصيل 9x8cm.

obeikandl.com

(أ)

R4
R2
R3
R1
Q2
Q1
C2
C1
D2
D1
R6
R5
Q4
Q3
Q6
Q5
Q7
R8
R10
R9
R7
C4
C5
C3
R11
D4
D5
D3
RELAY2
RELAY1
TO
T1
U
W
Y
220V
INPUT

(ب)

الشكل (٤-٢٠)

نظرية عمل الدائرة:

يمكن تقسيم الدائرة إلى قسمين متماثلين يحتوى كل منهما على:

١ – دائرة التوحيد

٢ – دائرة تشغيل الريلاى

٣ – دائرة المفتاح والريلاى

٤ – المحول الذاتى.

١ – دائرة التوحيد

وتتكون من D_1 , Q_1 , C_1 للقسم الأول من الدائرة ومن D_2,Q_2,C_2 للقسم الثانى من الدائرة، وتقوم دائرة التوحيد بتوحيد الجهد المتردد المطبق على المقاومة R_3,R_4- R_1,R_2 إلى جهد مستمر، وهو الذى نحن بحاجة إليه لتغذية دائرة تشغيل الريلاى، كما أن الترانزستورين Q_1,Q_2 يتم توصيلهما على شكل موحد، حيث يساعدان على ضبط جهد الإعتاق (Tripping voltage) لدائرة تشغيل الريلاى بدقة عالية وذلك بواسطة المقاومتين R_2,R_4. وعادة يتم ضبط المقاومتين R_2,R_4. بحيث يكون كل من RE_1,RE_2 لايعملان عند الجهد المقنن ويكونان فى الوضع N.O، بينما يغير الريلاى RE_1 حالته إلى وضع N.C عند انخفاض جهد المنبع إلى 190V، والريلاى RE_2 تتغير حالته عندما ينخفض جهد المنبع إلى 160V إلى N.C . أى أن RE_1 تتغير حالته قبل RE_2 ولتحقيق ذلك تضبط R_2 عند 6.2KΩ بينما تضبط R_4 عند 7.5KΩ.

٢ – دائرة تشغيل الريلاى

وتتكون الأولى من R_5,R_7,R_9,Q_3,Q_5 أما الثانية فتتكون من R_6,R_8,Q_4,Q_6,R_{10} حيث نرى أن كلاً من (Q_3,Q_5)، (Q_4,Q_6) موصل كل منهما على شكل دائرة دارلنجتون وذلك لإمكان الحصول على تيار عالٍ مؤثر لتشغيل دائرة المفتاح والريلاى التاليتين.

٣ – دائرة المفتاح والريلاى.

وتتركب الأولى من C_3 , D_3 , R_{11} , Q_7 والريلاى RE_1، والثانية تتركب من C_4 , D_4 , R_{12} , Q_8 والريلاى RE_2.

ثنائى الزينر DZ1(12V) والمكثف C3 موصلان معاً على التوازى وعلى ملف الريلاى RE1؛ وذلك لتحديد الجهد المطبق على ملف الريلاى عند 12V . أما المكثف C3 فيعمل على إخماد الارتداد الحثى Inductive Cick الناشئ بواسطة الريلاى عند عمل الترانزستور Q1 . كما أن C4, DZ2 يعملان نفس العمل مع الريلاى RE2 والترانزستور Q8 .

عندما يتحول الترانزستور Q7 إلى حالة التوصيل ON بواسطة خرج دائرة التشغيل فإنه يعمل كدائرة قصر بين وصلتى المجمع والمشع وبالتالى يساعد على مرور التيار خلال ملف الريلاى RE1 والذى يحول وضع ريشته إلى وضع (N.C) وكذلك وبنفس الطريقة تأثير Q8 بالنسبة للريلاى RE2 كما يتم تغذية مرحلتى تشغيل الريلاى، مرحلة الريلاى بجهد قيمته ~24V من النقطة E من المحول T1 حيث يوحد هذا الجهد ويرشح عن طريق الموحد D5 والمكثف C5 .

٤ - مرحلة المحول الذاتى:

المحول الذاتى المستخدم ~220V وله نقاط تفرع أخرى ينقسم على أساسها ملفه إلى ثلاثة ملفات ثانوية الملف الأول (DE)~24V ويستخدم هذا الجهد بعد توحيده وترشيحه بواسطة C5,D3 لتغذية دائرة الريلاى بالجهد المستمر اللازم لتشغيله .

الملف الثانى (CE)~160V ويتم توصيله إلى نقطة N.O للريلاى RE2، أما الملف الثالث (BE)~190V ويتم توصيله إلى نقطة N.C للريلاى RE2 كما يؤخذ الخرج على طرفى المحول كاملاً (AE)~220V .

ولضبط الدائرة قبل التشغيل يتم إدخال جهد قيمته ~190V على الدائرة وتضبط R2 حتى يصبح RE1 فى وضع N.O، ثم يقلل جهد المنبع إلى ~160V وتضبط R4 حتى يصبح RE2 فى وضع N.O، ومن ثم توصل الدائرة على منبع الجهد المستخدم المراد مراقبته .

فعندما يكون جهد المنبع ~220V تماماً فإن RE1,RE2 يكونان فى وضع (N.C) ويكون الدخل عن طريق النقاط (1) للريلاى RE1 وأرضى الدائرة . ويكون هو نفسه الخرج .

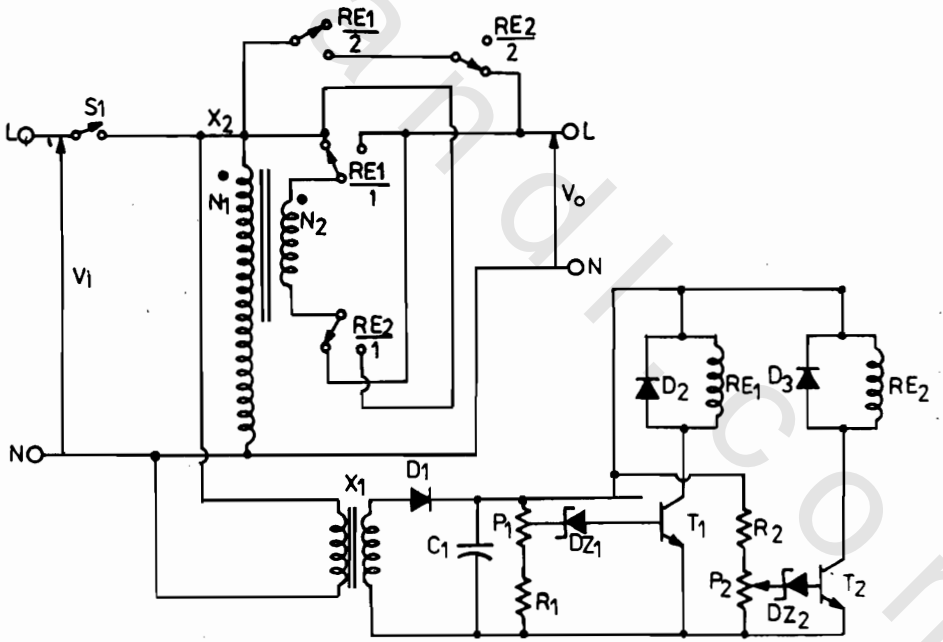
أما إذا انخفض جهد المنبع إلى ~190V فإن RE1 يتحول إلى وضع (N.O) ويرحل الدخل عن طريق النقاط 2 للريلاى RE1، (3) للريلاى RE2 إلى النقطة B حيث يتم رفعه بواسطة المحول T1 إلى ~220V.

إذا انخفض جهد المنبع إلى ~160V فإن الريلاى RE2 يتحول إلى وضع N.O ويتم ترحيل الدخل عن طريق النقاط (2) للريلاى RE1، (4) للريلاى RE2 إلى النقطة (C) على المحول حيث يتم رفع جهد المنبع عن طريق T1 إلى ~220V.

وبهذا نحصل على جهد خرج ثابت القيمة يساوى ~220V عند أى انخفاض لجهد المنبع ما بين 160V:190V.

الدائرة رقم (38)

الشكل (٤-٢١) يعرض دائرة مثبت جهد باستخدام عدد اثنين ريلاى تتحكم فى محول Buck-Boost.



الشكل (٤-٢١)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5w/4.7KΩ	R_1,R_2
مقاومة متغيرة 1w/10KΩ	P_1,P_2
موحد سليكونى طراز 1N4002	$D_1:D_3$
موحد زينر جهده 1w/15V	DZ_1,DZ_2
ترانزستور NPN طراز SL 100	T_1,T_2
ريلاى 24V	RE_1, RE_2
محول خافض 1A-220/18V	X_1
محول 220/70V Buck-Boost	X_2
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة:

يعمل المحول X_1 والموحد D_1 والمرشح C_1 كمصدر جهد تيار مستمر يتناسب طردياً مع جهد المصدر (الدخل).

فعندما يكون جهد الدخل أقل من 210V يكون كل من الريلاى RE_1 و RE_2 فى حالة OFF، وذلك لأن الجهد الخارج من D_1 لن يكون قادراً على تحويل DZ_1, DZ_2 لحالة الانهيار، وبالتالى يصبح كل من T_1,T_2 فى حالة قطع، ومن ثم يقوم المحول X_2 بزيادة جهد الخرج ليصبح:

$$Vout = Vin + \frac{Vin}{6}$$

وذلك لأن الملف الابتدائى والثانوى للمحول X_2 فى هذه الحالة يكونان موصلين لاتفاق قطبيتهما.

obeikandl.com

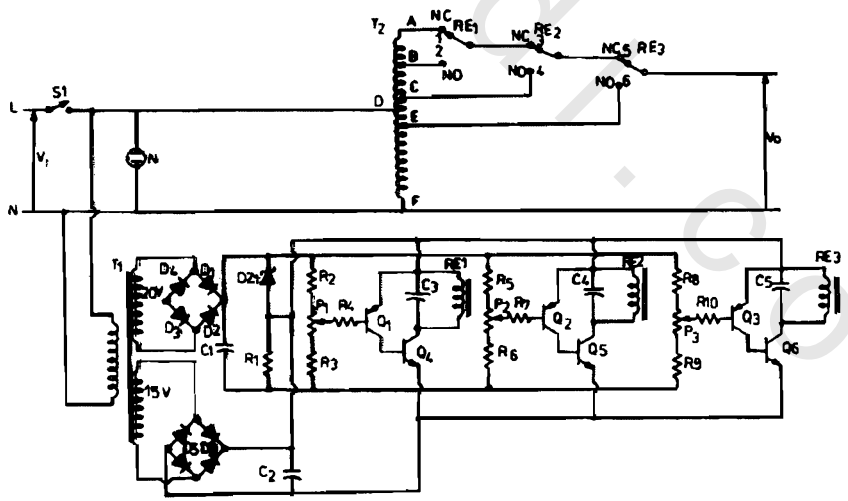
أما عندما يصبح جهد الدخل فى الحدود (210:245V) يتحول T1 لحالة الوصل ON فيعمل الريلاى RE1 فينقطع مرور التيار الكهربى عبر الملف الثانوى للمحول X2 ومن ثم ينتقل جهد المصدر مباشرة للحمل عبر المسار البديل المؤلف من ريشة من $\frac{RE_1}{1}$ وريشة من $\frac{RE_2}{2}$ ولكن إذا زاد جهد الدخل وليكن 246V، يتحول كل من T1,T2 لحالة الوصل ON، فيعمل كل من RE2,RE1 وينعكس اتجاه مرور التيار الكهربى فى الملف الثانوى للمحول X2 ويصبح جهد الخرج مساوياً.

$$Vout = 246 - \frac{246}{6} = 205V$$

والجدير بالذكر أنه يمكن ضبط هذه الدائرة بواسطة محول ذاتى متغير، وضبط P1 ليعمل الريلاى RE1 عند جهد يبدأ من 210V، وكذلك ضبط المقاومة P2 ليعمل الريلاى RE2 عند جهد يبدأ من 246V.

الدائرة رقم (39)

الشكل (٤-٢٢) يعرض دائرة جهاز مثبت جهد متردد ~220V باستخدام عدد ثلاثة ريليهات.



الشكل (٤-٢٢)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/4KΩ	R_1 , R_4 , R_7 , R_{10}
مقاومة كربونية 0.5W/1kΩ	R_2 , R_3 , R_5 , R_6 , R_8 , R_9
مقاومة متغيرة 1W/10KΩ	P_1: P_3
موحد سليكونى طراز 1N4002	D_1: D_8
مكثف كيميائى سعته 64V/100µF	C_1, C_2
مكثف كيميائى سعته 40V/100µF	C_3: C_5
ترانزستور PNP طراز SK100	Q_1: Q_3
ترانزستور NPN طراز SL100	Q_4: Q_6
محول خافض ذو ملفين ثانويين منفصلين (220/20V)(220/15V) - 500mA	T_1
محول ذاتى له خمس نقاط تفرع (A,B,C,D,E,F)	T_2

عدد لفات ملفاته AB = 25 لفة

40 = BC لفة

60 = CD لفة

55 = DE لفة

600 = EF لفة

مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
لمبة بيان نيون ~230V	N
موحد زينر 400mW/12V	DZ_1

opeikandi.com

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة توضح دائرة جهاز تثبيت الجهد المتردد ~220V وذلك باستخدام عدد ثلاثة ريليهات. والمحول الذاتى المستخدم فى الدائرة T_2 عبارة عن محول ملفه ينقسم إلى خمسة ملفات.

ملف الدخل DF وعدد لفاته 655 لفة ويوصل عليه جهد المصدر المتردد المراد تثبيته.

أما ملفات الخرج فتنقسم إلى نوعين النوع الأول ملفات رافعة ويشمل الملف الأول AF، وعدد لفاته 780 لفة، والملف الثانى BF وعدد لفاته 755 لفة أما الملف الثالث CF فعدد لفاته 715 لفة.

والنوع الثانى فهو الملف EF وعدد لفاته 600 لفة وهو الملف الخافض الوحيد

والمحول الآخر T_1 فيتكون من ملف ابتدائى وملفين ثانويين منفصلين أحدهما يخفض جهد المصدر المتردد إلى ~20V، حيث يتم توحيد هذا الجهد بواسطة قنطرة التوحيد (D_1: D_4)، ويرشح بواسطة C_1 ويستخدم فى تغذية قنطرة المقارنة والتى تتكون من DZ_1 و R_1 (الفرع الأول)، R_2 و P_1 و R_3 (الفرع الثانى) وتستخدم كدائرة استشعار لحالة جهد المصدر من حيث انخفاضه أو ارتفاعه عن حد معين. وتتكرر هذه القنطرة ثلاث مرات بالدائرة، حيث إن الفرع (DZ_1 و R_1) مشترك مع كل قناطر المقارنة الثلاث.

أما الملف الثانوى الثانى للمحول T_1 فيخفض جهد المصدر إلى ~15V حيث يوحد هذا الجهد بواسطة قنطرة التوحيد (D_5: D_8) ويرشح بواسطة C_2؛ وذلك للحصول على جهد مستمر لتغذية الريليهات الثلاث المستخدمة فى الدائرة RE_3 و RE_2 و RE_1.

يتم ضبط المقاومات المتغيرة الثلاث P_1: P_3 كى يتم تغذية الريليهات الثلاث على حسب المقاومة المتصلة به بالتيار الكافي لتشغيله، حيث تضبط P_1 ليمر تيار خلال ملف الريلاى RE_1 عندما يكون جهد المصدر 175V، وتضبط P_2 بحيث يمر تيار فى ملف الريلاى RE_2، وعندما يكون جهد المصدر 200V وتضبط P_3 عندما يكون

جهد المصدر يساوى 230V ليمر تيار فى ملف الريلاى RE3.

إذا كان جهد المصدر أقل من ~150V، فإن كل الريليهات الثلاث لا تعمل وتكون جميعها فى وضع (N. C) ،وبالتالي فإن ملف الخرج المستخدم فى هذه الحالة هو الملف AF (780 لفة) ويمر جهد المصدر عن طريق النقاط (1 و 3 و 5) إلى الخرج ويكون هنا المحول عبارة عن محول رافع حيث يقوم برفع جهد المصدر من 150V إلى حوالى 178V على حسب العلاقة.

$$\frac{N_{AF}}{N_{DF}} = \frac{Vo}{Vi}$$

$$\frac{780}{655} = \frac{Vo}{150}$$

$$Vo = (150 \times 780) / 655 = 178 \text{ V}$$

إذا زاد جهد المصدر إلى 175V فإن خرج قنطرة المقارنة الأولى (الجهد على الطرف المتحرك للمقاومة P1) يزداد، وبالتالى يرتفع جهد انحياز الترانزستور Q1 فيتحول إلى ON وبالتالى يتحول Q4 إلى ON فيمر التيار الكهربى خلال ملف الريلاى RE1. عبر Q4 مما يؤدى إلى تغيير وضع ريشة الريلاى إلى النقطة (2).

وبالتالى يمر الخرج عن طريق النقاط (5 و 3 و 2) للريليهات الثلاث ويعتبر فى هذه الحالة الملف (BF) هو ملف الخرج (755 لفة)، وهو كما أسلفنا ملف رافع ويصبح جهد الخرج فى هذه الحالة مساويًا (201V) وذلك من العلاقة:

$$\frac{N_{BF}}{N_{DF}} = \frac{Vo}{Vi}$$

$$\frac{755}{655} = \frac{Vo}{175}$$

$$Vo = (755 \times 175) / 655 = 201 \text{ V}$$

وبنفس الطريقة إذا زاد جهد المصدر إلى 200V فإن RE2 يعمل ويتحول إلى وضع (N. O)، ويمر الخرج عن طريق الملف CF، ومن ثم يمر الخرج عن طريق (4 و 5) لكل من RE3 و RE2 فى حين لا يكون هناك تغير فى حالة RE1، وبنفس الطريقة يتحول جهد المصدر إلى حوالى 218V؛ ذلك لأن الملف CF كما سبق ملف رافع أيضًا.

أما إذا ازداد جهد المصدر إلى ~230V فإن خرج قنطرة المقارنة الثالثة يؤدى إلى ارتفاع الجهد على الطرف المتحرك للمقاومة P3، وبالتالى يرتفع جهد انحياز قاعدة Q3 فيتحول إلىON، وبالتبعية يتحول Q4 إلى ON ويمر تيار خلال ملف RE3 عبر Q4 ومن ثم يتحول وضع ريشة RE3 إلى وضع N.O ويمر الخرج عن طريق الملف EF (600 لفة) وهو ملف خافض كما ذكر. أى يمر الخرج عن طريق النقطة (6) للريلاى RE3 ولا يتأثر كل من RE1,RE2 ، .

وهنا نلاحظ أن الدائرة عملت على خفض جهد الخرج عن جهد الدخل وأصبح جهد الخرج فى حدود 210V وذلك كما يلى:

$$\frac{N_{EF}}{N_{DF}} = \frac{Vo}{Vi}$$

$$\frac{600}{655} = \frac{Vo}{230}$$

$$\therefore Vo = (600 \times 230)/655 = 210V\sim$$

وعلى ذلك نلاحظ أن الدائرة تثبت الجهد فى مدى تغير حوالى 40V فى الخرج، فى حين أن مدى تغير الدخل يصل إلى حوالى 80V .

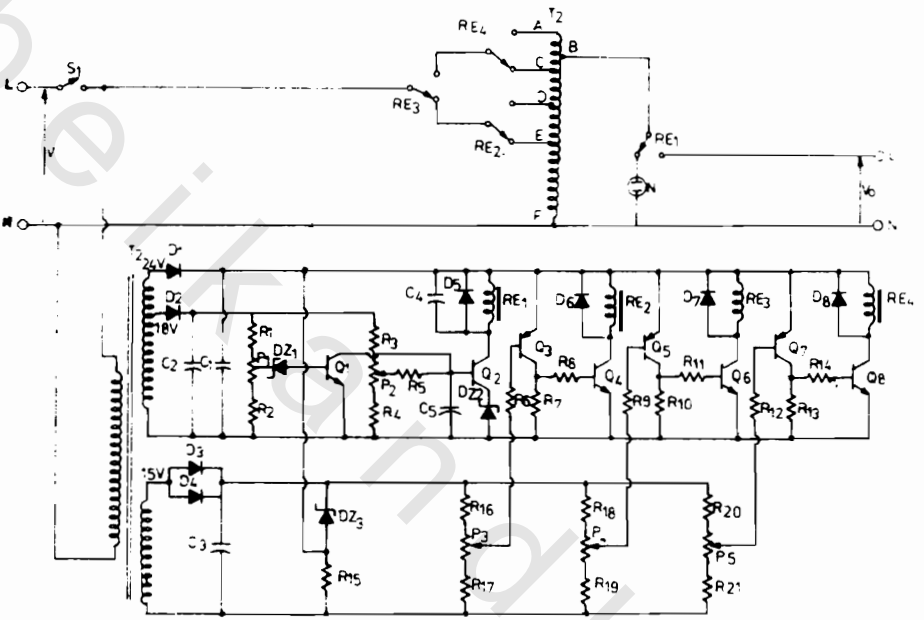
فبينما يتغير الدخل من 150V إلى 230V تقريباً، فإن خرج الدائرة يتغير من 178V إلى 218V ، وهذا المدى مناسب جداً لمعظم الدوائر التى تعمل على جهد متردد حوالى 220V ، حيث إن المدى الفعلى لخرج الدائرة يتراوح ما بين ~201V عند جهد مصدر 175V، وجهد خرج ~210V عند جهد دخل يساوى 230V تقريباً.

ولكن إذا قل جهد المصدر عن 175V فإن هذا يعنى أن المشكلة فى انخفاض جهد المصدر إلى تلك القيمة.

openkandil.com

الدائرة رقم (40)

الشكل (٤-٢٣) يعرض دائرة مثبت جهد ~220V باستخدام أربعة ريليهات، حيث يستخدم أحدهم لتشغيل دائرة قطع عند ارتفاع جهد المنبع ارتفاعًا شديدًا أو عند انخفاض جهد المنبع عن حد معين.



الشكل (٤-٢٣)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 5.6KΩ	R1 , R4
مقاومة كربونية 1.5KΩ (عدد 8)	R2,R3,R6,R9,R12,R16,R18,R20
مقاومة كربونية 1KΩ	R5,R17,R19,R21
مقاومة كربونية 2.2KΩ	R7,R10,R13

obeikandl.com

مقاومة كربونية 4.7 KΩ	R_8,R_{11},R_{14}
مقاومة كربونية 3.9 KΩ	R_{15}
* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها	0.5W
مقاومة متغيرة 1W/2.2KΩ	P_1,P_2
مقاومة متغيرة 1W/4.7KΩ	$P_3:P_5$
مكثف كيميائى سعته 64V/100µF	$C_1:C_3$
مكثف كيميائى سعته 50V/50µF	C_4,C_5
موحد سليكونى طراز 1N4002	$D_1:D_4$
موحد سليكونى طراز 1N4148	$D_5:D_8$
موحد زينر 400mW/9.1V	DZ_1
موحد زينر 400mW/5.1V	DZ_2
موحد زينر 400mW/12V	DZ_3
ترانزستور NPN طراز BC147B	Q_1,Q_2,Q_4,Q_6,Q_8
ترانزستور PNP طراز BC157	Q_3,Q_5,Q_7
ريلاى 24V	$RE_1:RE_4$
محول له نسبة تحويل 100mA-220/15V	T_1
وله ملف ثانوى بنقطة المنتصف	500mA-220/(24,18)V
محول ذاتى ملفه مقسم إلى خمسة ملفات :	T_2
لفة 55 DE ، لفة 25 AB	
لفة 600 EF ، لفة 40 BC	
لفة 60 CD	
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
لمبة نيون 230V	N

obeikandi.com

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة المبينة تستخدم عدد أربعة ريليهات، ثلاثة منها وهى RE2:RE4 تستخدم فى تصحيح جهد الدائرة، بينما يستخدم الرابع RE1 فى فصل الدائرة أتوماتيكيا (آلياً) عندما يقل جهد المنبع أو يزيد عن حد معين.

كما يلاحظ أن المحول الخافض T1 ملفه الثانوى يتكون من ثلاثة ملفات، أحدهم منفصل تماماً وهو الذى يعطى (15V) حيث يتم توحيد هذا الجهد بواسطة D3,D4 وترشيحه بواسطة C3، ويؤخذ هذا الجهد لتغذية دوائر قناطر المقارنة والتى يعتبر DZ3, R15 فرع مشترك مع كل من الفروع الثلاث الأخرى وهى R17,R16,P3 والتى تمثل الفرع الأول، أما الفرع الثانى فيتكون من R18,R19,P4 ،والفرع الثالث ويتكون من P5,R21,R20. ويتم ضبط المقاومات المتغيرة P3, P4, P5 على الجهود 175,200,230V لجهد المنبع على الترتيب، حيث تضبط المقاومة على الجهد المقابل لها بحيث يكون الريلاى الموصل بالترانزستور المتصل بها فى وضع N.C، وعلى ذلك فإن P3 تضبط RE2 ، P4 تضبط RE3، كما أن P5 تضبط الريلاى RE4.

أما الملف الثانوى الثانى للمحول T1 والذى يعطى جهد ~24V، فيتم توحيد هذا الجهد بواسطة D1 وترشيحه بواسطة C1 ، وخرج دائرة التوحيد يغذى الريليهات الأربعة RE1:RE4.

أما الجهد الأخير والذى يتم الحصول عليه من الملف الثانوى الثالث للمحول T1 فيساوى ~18V يوحد هذا الجهد ويرشح بواسطة C2,D2، وبذلك نحصل على جهد غير منظم يستخدم لتغذية دائرة القطع الأتوماتيكى لجهد الخرج والمكون من الترانزستورين Q1,Q2 وملحقاتهما من مقاومات R1:R5، وكذلك P1,P2 وموحدى الزينر DZ1,DZ2 والمكثف C5 حيث يتم ضبط كل من P2,P1 على القيمة الصغرى والعظمى لجهد المنبع الذى يعمل عنده الريلاى RE1 لكى يتم فصل جهد الخرج عن الحمل حتى لايكون هناك خطورة عليه من ارتفاع أو انخفاض جهد الدخل بصورة كبيرة.

فبضبط P1 على القيمة الصغرى لجهد الدخل تجعل الترانزستور Q1 فى حالة (OFF) فى هذه الحالة، أما عند ضبط P2 على القيمة العظمى لجهد الدخل فإن هذا

يعنى أنه فى هذه الحالة يكون Q_2 فى وضع ON، ولايكون للترانزستور Q_1 أى تأثير على كل منR_3,R_4,P_2، بينما يحصل Q_2 على جهد الانحياز الأمامى عن طريق R_3,P_2 ويبقى RE_1 فى وضع التوصيل للخرج أى أن ريشته تكون فى وضع (N.C).

كيفية عمل دائرة القطع الآلى:

١ – عند انخفاض جهد المنبع انخفاضاً شديداً فإن هذا الانخفاض يؤدى إلى خفض جهد انحياز قاعدة الترانزستور Q_2، حيث يصبح أقل من جهد DZ_1، ومن ثم يتحول الترانزستور إلى حالة الفصل OFF وعليه لايمر تيار خلال ملف الريلاى RE_1 فتتغير وضع ريشته إلى (N.O)، وتضاء اللمبة N دلالة على عدم صحة جهد الدخل، ويفصل الخرج عن الحمل الموصل على الدائرة.

٢ – عندما يزداد جهد المنبع زيادة عالية، فإن جهد النقطة المتحركة للمقاومة P_1 يصل بموحد الزينر DZ_1 إلى جهد الانهيار مما يحول الترانزستور Q_1 إلى وضع التوصيل ON.

بتوصيل الترانزستور Q_1 فإن جهد انحياز قاعدة Q_2 يمر من خلاله إلى أرضى الدائرة، فيتحول Q_2 إلى حالة الفصل OFF، وعلى ذلك تفصل ريشة الريلاى RE_1 ويتحول إلى وضع (N.O) مما يؤدى إلى فصل الخرج عن الحمل، وتضاء اللمبة N للدلالة على عدم صحة جهد المنبع.

المقاومة R_5 والمكثف C_5 يساعدان على عدم تكرار فتح وغلق ريشة الريلاى RE_1 عند التغير السريع لجهد المنبع وعلى هذا فإنه يجب فصل المكثف C_5 عند بدء ضبط الدائرة.

كيفية توصيل جهد الخرج للحمل:

يؤخذ خرج الدائرة عن طريق النقطة B للمحول T_1، ومن ثم تعتبر النقطة B فقط موصلة بطرف خرج الدائرة عندما يكون الريلاى RE_1 فى وضع (N.C)، ويحدث ذلك فقط عندما يكون جهد المنبع واقع خلال المدى المضبوط عليه كل من P_1,P_2 فعندما يكون جهد المنبع أقل من القيمة المضبوط عليها P_1 فإن كل الريليهات فى هذه الحالة تكون غير فاعلة ولا يكون هناك خرج.

إذا ارتفع جهد المنبع عن القيمة المضبوط عليها P1 فإن RE1 تصبح ريشته فى وضع N.C وفى نفس الوقت يتم توصيل جهد المنبع إلى النقطة E للمحول T1 وذلك لكون كل من RE2,RE3 فى وضع (N.C).

وعندما يرتفع جهد المنبع عن القيمة المضبوط عليها P3 فإن RE2 يتحول إلى وضع (N.O) وبالتالى يتم ترحيل الدخل إلى نقطة D من النقطة E عن طريق الوضع N.C للريلاى RE3.

وعند زيادة جهد المنبع عن القيمة المضبوط عليها P4 يتحول RE3 إلى الوضع N.O، ويتم ترحيل الدخل إلى النقطة C على المحول T1 عن طريق الوضع N.C للريلاى RE4، والوضع N.O للريلاى RE3 ،وإذا زاد جهد المنبع عند القيمة المضبوط عليها P5 (230V~) فإن الريلاى RE4 يتحول إلى (N.O)، ويتم توصيل الدخل إلى نقطة A من نقطة C وعلى ذلك يبدأ المحول T1 فى العمل كمحول خافض [عن طريق الوضع (N.O) لكل من RE3,RE4]. أما إذا زاد جهد المنبع عن الحد المضبوط عليه P2 فإن RE2 يتحول إلى وضع N.O وتضاء اللمبة (N) دلالة على عدم صحة جهد المنبع وفصل خرج المحول (B) عن أطراف خرج الدائرة المتصلة بالحمل لحمايته.