

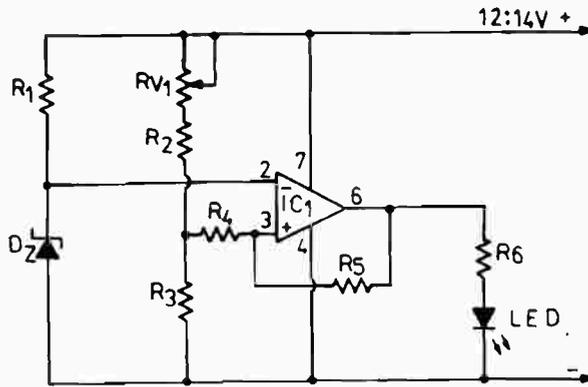
الباب الثالث

المشاريع العمليه باستخدام
مكبرات العمليات

المشاريع العملية باستخدام مكبرات العمليات

الدائرة رقم (١) وحدة مراقبة حالة بطارية النيكل كادميوم

الشكل (٣ - ١) يعرض دائرة وحدة مراقبة بطارية النيكل كادميوم وهذه الدائرة ينصح بإضافتها مع دوائر شحن البطاريات .



الشكل (٣ - ١)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 3.3KΩ
R2	مقاومة كربونية 4.7KΩ
R3,R4	مقاومة كربونية 10KΩ
R5	مقاومة كربونية 100KΩ
R6	مقاومة كربونية 1.5KΩ
RV1	مقاومة متغيرة 22KΩ
LED	موحد باعث للمضوء 20mA

ZD

موحد زيز 6.2V/400mw

IC1

دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز 741

نظرية عمل الدائرة :

يعمل مكبر العمليات IC1 كمقارن حيث يقارن الجهد المسلط على المدخل غير العاكس مع الجهد المسلط على المدخل العاكس والشكل بواسطة موحد الزينر ZD والذي يساوى 6.2V. ففي حالة انخفاض جهد البطارية عن 10V فإن خرج IC1 يصبح منخفضاً ويضيء الموحد الباعث للضوء LED.

وبمجرد شحن البطارية ووصول جهد أطرافها إلى 12V فإن خرج المكبر يصبح عالياً ويضيء الموحد الباعث للضوء LED.

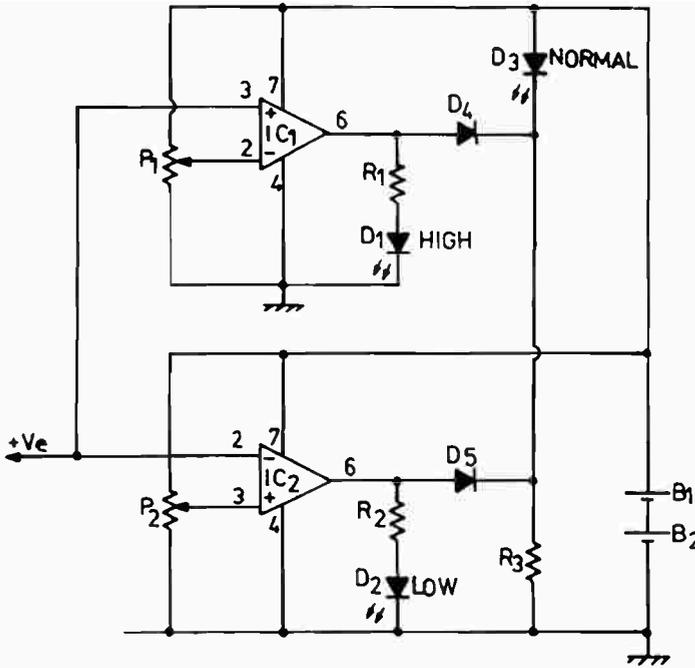
وبمجرد شحن البطارية ووصول جهد أطرافها إلى 12V فإن خرج المكبر يصبح عالياً ويضيء الموحد الباعث للضوء LED.

والجدير بالذكر أنه يمكن ضبط النسبة $\frac{R3}{RV1 + R2}$ ، وذلك بتوصيل الدائرة مع

مصدر جهد 10V ثم تضبط المقاومة المتغيرة RV1 حتى ينطفئ الموحد الباعث للضوء LED في هذه الحالة نكون قد عايرنا الدائرة ويتم تثبيت RV1 على هذا الوضع.

الدائرة رقم (٢) مبين حالة بطارية حمضية :

الشكل (٣ - ٢) يعرض دائرة مبين حالة بطارية حمضية يمكن استخدامها للتعرف على حالة البطارية هل هي مشحونة جيداً (جهدها أكبر من 13V) أم أنها تحتاج لشحن (جهدها أقل من 11V).



الشكل (٣ - ٢)

عناصر الدائرة:

R_1, R_2, R_3	مقاومات كربونية $2.7K\Omega$
P_1, P_2	مقاومات متغيرة $25K\Omega$
D_1, D_2, D_3	مقاومات مشعة $5mA$
D_4, D_5	موحدات سليكونية طراز 1N4148
IC_1, IC_2	مكبرات عمليات طراز 741
B_1, B_2	بطاريتان 9V

نظرية عمل الدائرة:

يتم ضبط الجهد عند المدخل العاكس للمكبر IC_1 عند جهد $13V$ بواسطة المقاومة المتغيرة P_1 . ويتم ضبط الجهد على المدخل العاكس للمكبر IC_2 عند $11V$ بواسطة المقاومة المتغيرة P_2 .

ويتم توصيل البطارية المطلوب اختبار جهدها مع أطراف الجهاز +Ve, -Ve حيث يوصل +Ve مع القطب الموجب للبطارية ويوصل -Ve مع القطب السالب للبطارية:

وهناك ثلاث حالات مختلفة وهي كما يلي:

١ - إذا كان جهد البطارية أكبر من 12V فإن خرج IC1, IC2 يكون صفراً، وبالتالي فإن D1, D2 سيكونان في حالة إعتام أما الموحد D3 سيكون مضيئاً.

٢ - عندما يكون جهد البطارية أقل من 11V فإن خرج IC2 سيصبح عالياً وبالتالي يضيء D2 أما D1 فيسكون في حالة إعتام نظراً لأن خرج IC1 سيصبح منخفضاً وكذلك فإن D3 سيكون في حالة إعتام لأن الموحد D5 تحول لحالة الوصل نظراً لأن خرج IC2 عالياً فاصبح الجهد عند مهبط ومصعد D3 متساوياً.

٣ - عندما يكون جهد البطارية أكبر من 13V فإن خرج IC1 سيصبح عالياً وبالتالي يضيء D1 أما D2 فيكون في حالة إعتام نظراً لأن خرج IC2 يكون منخفضاً، وكذلك فإن D3 سيكون في حالة إعتام نظراً لأن الموحد D4 يتحول لحالة الوصل لأن خرج IC1 سيكون مرتفعاً فيصبح الجهد عند مهبط ومصعد D3 متساوياً.

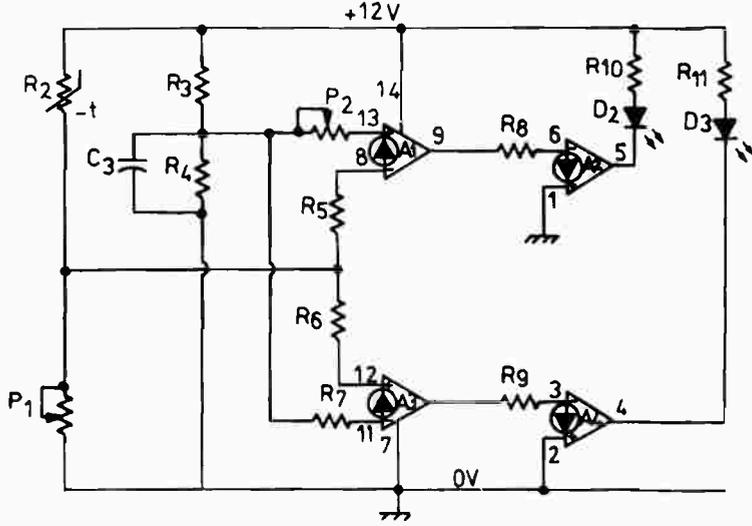
لذلك يمكن كتابة كلمة Normal بجوار D3 وكلمة Low بجوار D2 وكلمة High بجوار D1.

حيث إن:

Normal	عادي
Low	منخفض
high	عالي

الدائرة رقم (٣) مبين درجة الحرارة الدنيا والقصوى:

الشكل (٣ - ٣) يعرض دائرة مبين درجة الحرارة القصوى باستخدام أربعة مكبرات عمليات نورتون طراز LM 3900.



الشكل (٣ - ٣)

عناصر الدائرة:

P1	مقاومة متغيرة $22K\Omega$
R2	مقاومة حرارية لها معامل حراري سالب $10K\Omega$ NTC
R3, R4	مقاومة كربونية $1K\Omega$
R5, R6, R7	مقاومة كربونية $390K\Omega$
R8, R9	مقاومة كربونية $56K\Omega$
R10, R11	مقاومة كربونية 560Ω
P2	مقاومة متغيرة $470K\Omega$
C3	مكثف كيميائي $10\mu F/10V$
D2, D3	موحدات مشعة $20mA$
A1, A4	دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات نورتون طراز LM3900

نظرية التشغيل :

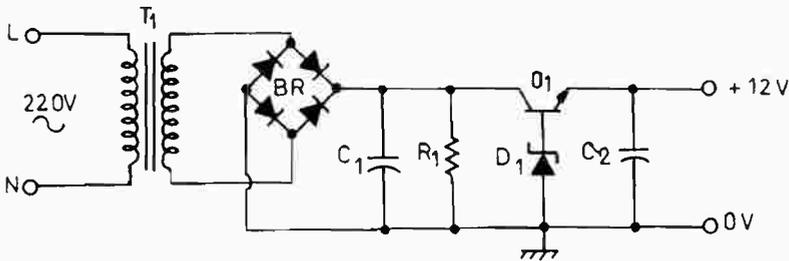
هذه الدائرة مفيدة فى بعض التطبيقات الخاصة مثل مزارع الأسماك التى تحتاج لدرجة حرارة تتراوح ما بين $(20:25^{\circ}\text{C})$.

وتعمل المكبرات A1, A3 كمقارنات فى حين تعمل المكبرات A2, A4 كعواكس وتشكل المقاومات R1, R4 مجزئى جهد للحصول على جهد الأساس وكذلك تشكل المقاومة الحرارية R2 والمقاومة المتغيرة P1 مجزئى جهد ويكون الجهد الموجود عند الوصلة بين P1, R2 معتمداً على درجة حرارة المزرعة. وتقارن المكبرات A1, A3 هذا الجهد مع جهد الأساس فإذا تعدت درجة الحرارة القيمة القصوى 25°C يصبح الجهد عند الوصلة R2-P1 أكبر من جهد الأساس وبالتالي يصبح خرج A3 موجباً ويقوم A4 بعكس خرج A3 ليصبح صفراً فيضئى الموحد المشع D3.

وعند انخفاض درجة الحرارة عن 20°C فإن الجهد عند الوصلة بين R2,P1 يكون أقل من جهد الأساس، وبالتالي يصبح خرج المكبر A1 عالياً ومن ثم يقوم المكبر A2 بعكس خرج المكبر A1 فيصبح خرج A2 منخفضاً ويضئى الموحد المشع D2.

معايرة الدائرة :

توضع المقاومة الحرارية R2 فى الماء وترفع درجة حرارة الماء لأعلى قيمة 25°C ويتم ضبط P1 بحيث يضىء الموحد المشع D3 ثم بعد ذلك يسمح للماء بأن يبرد حتى تصل درجة الحرارة إلى 20°C ثم يضبط P2 حتى يضىء الموحد المشع D2. علماً بأن الوصلات التى توضع فى الماء يجب أن تكون معزولة. والشكل (٣ - ٤) يعرض مصدر القدرة المستخدم لهذه الدائرة .



الشكل (٣ - ٤)

عناصر الدائرة :

R ₁	مقاومة كربونية 1.5K Ω
T ₁	محول له نسبة تخفيض 220/12V وتياره 1A
BR	قنطرة توحيد طراز B40 C100
Q ₁	ترانزستور NPN طراز BC 140
C ₁	مكثف كيميائي 470 μ F/25V
C ₂	مكثف كيميائي 100 μ F/15V
D ₁	موحد زيز 10V

الدائرة رقم (٤) مبين انقطاع المصدر الكهربى :

إن معظم الدوائر الرقمية تحتاج لمصدر كهربى لا ينقطع فانقطاع المصدر الكهربى عنها قد يؤدي إلى فقدان الذاكرات المتطايرة مثل فقدان ذاكرة RAM أو حدوث خلل فى أزمنة الساعات الرقمية .

من أجل ذلك يجب استخدام مبين انقطاع المصدر الكهربى مع الأنظمة الرقمية .

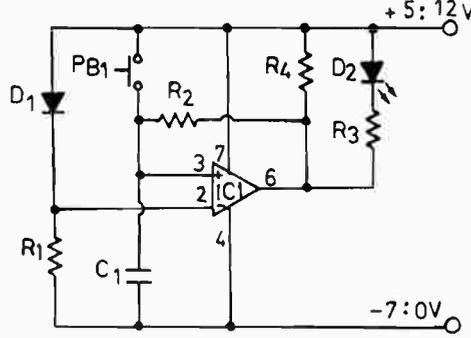
فعند انقطاع المصدر الكهربى وعودته يضىء موحد مشع للإشارة إلى انقطاع المصدر الكهربى وعودته وذلك من أجل تنبيه المستخدم بإعادة الضبط فى حالة الساعات الرقمية أو إعادة إدخال البيانات فى ذاكرات RAM وهكذا .

والشكل (٣-٥) يعرض دائرة مبين انقطاع المصدر الكهربى

عناصر الدائرة :

R ₁	مقاومة كربونية 100K Ω
R ₂ , R _٤	مقاومة كربونية 10K Ω
R ₃	مقاومة كربونية 1K Ω
C ₁	مكثف بوليستير 10 nF

D1	موحد سليكونى طراز 1N4148
D2	موحد مشع 5mA
IC1	دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز 741
PB1	ضاغط بريشة مفتوحة



الشكل (٣ - ٥)

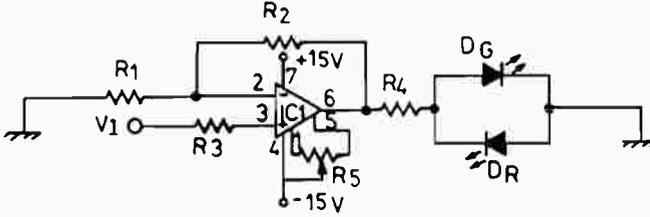
نظرية عمل الدائرة:

عند توصيل التيار الكهربى للدائرة فإن جهد المدخل العاكس للمكبر IC1 سيكون مساوياً ($V_{CC}-0.6V$) حيث إن V_{CC} هو جهد المصدر الكهربى وعند الضغط على الضاغط PB1 فإن المدخل غير العاكس للمكبر IC1 سيتصل بجهد المصدر V_{CC} وبالتالي يصبح خرج المكبر عالياً، وتظل حالة المدخل غير العاكس عالية نتيجة للتغذية المرتدة الموجبة بواسطة المقاومة R2 حتى بعد إزالة الضغط عن الضاغط PB1.

ويكون الموحد المشع D2 فى حالة إعتام. وعند انقطاع التيار الكهربى ثم عودته من جديد يصبح جهد المدخل العاكس مساوياً ($V_{CC}-0.6V$) ويصبح جهد المدخل غير العاكس صفراً. ومن ثم يصبح خرج المكبر منخفضاً فيضئ الموحد المشع D2 ويظل فى حالة إضاءة إلى أن يقوم المستخدم بالضغط على ضاغط التحرير PB1 فتتكرر الدورة من جديد.

الدائرة رقم (٥) مبدن قطبية الجهد المستمر

الشكل (٣ - ٦) يعرض دائرة بسيطة لمبدن قطبية للتعرف على قطبية جهد مستمر موجب أم سالب.



الشكل (٣ - ٦)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 680Ω
R2	مقاومة كربونية 100KΩ
R3	مقاومة كربونية 10KΩ
R4	مقاومة كربونية 2.2KΩ
R5	مقاومة متغيرة 10KΩ
IC1	مكبر عمليات طراز 741
DG	موحد مشع 5mA أخضر
DR	موحد مشع 5mA أحمر

نظرية عمل الدائرة:

عند تسليط جهد مستمر غير معلوم قطبيته على المدخل غير عاكس للمكبر فإذا كان هذا الجهد موجباً يصبح خرج المكبر العاكس موجباً فيصبح الموحد المشع الأخضر DG منحازاً أمامياً فيضيء.

أما إذا كان جهد الدخل ذا قطبية سالبة يصبح خرج المكبر سالباً فيضئء الموحد المشع الأحمر DR، حيث يكون منحازاً أمامياً. وتعمل المقاومة R3 على منع زيادة تيار الدخل. أما المقاومة R5 فتعمل على ملاءمة جهد انحياز الدخل Input offset voltage عندما يكون جهد الدخل Vin مساوياً للصفر. لذلك يجب ضبط هذه الدائرة فى بادئ الأمر بواسطة المقاومة المتغيرة R5 بحيث يكون كلاً من DR, DG فى حالة إعتمام.

والجدير بالذكر أن المقاومة R4 تعمل على منع تعدى تيار الخرج عن 5mA. ويكون جهد الخرج لهذا المكبر مساوياً:

$$V_o = V_{in} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$= 148 V_{in}$$

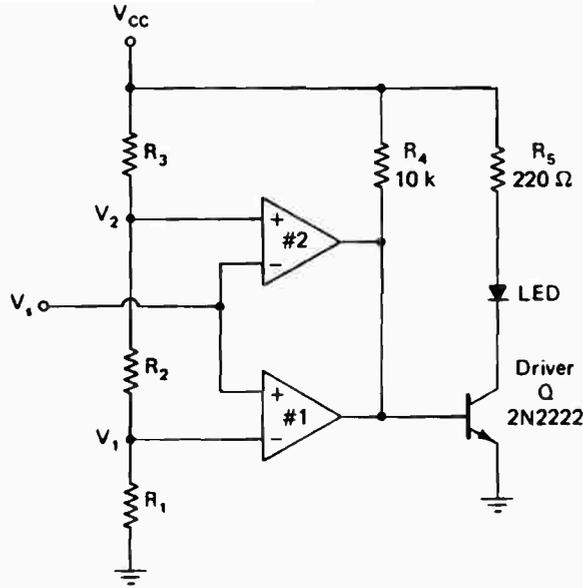
علماً بأن V_o لا تتعدى جهد التشبع $V_{sat} \mp$ والذي يساوى تقريباً $\pm 13V$.

الدائرة رقم (٦) الكاشف الحدى للجهد

الشكل (٣ - ٧) يعرض دائرة كاشف حدى للجهد مرتكزة على دائرة المقارن المتكاملة LM 339A

عناصر الدائرة:

R1, R3	مقاومة كربونية 10KΩ
R4	مقاومة كربونية 10KΩ
R5	مقاومة كربونية 220Ω
LED	موحد مشع 20mA
Q	ترانزستور NPN طراز 2 N2222
IC	دائرة متكاملة تحتوى على 4 مقارنات LM339A



الشكل (٣ - ٧)

نظرية عمل الدائرة:

فإذا كان جهد الدخل V_s محصور بين الجهد V_1 والجهد V_2 يضيء الموحد المشع LED.

فإذا كان جهد المصدر V_{CC} مساوياً $6V$ فإن $V_1 = 2V$, $V_2 = 4V$.

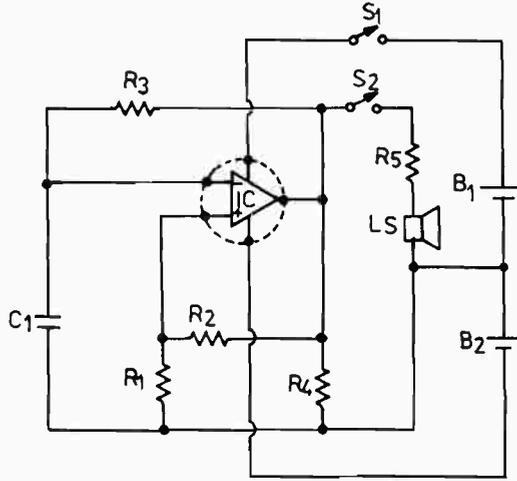
ثم تم ملامسة الطرف V_s بجهد أكبر من $2V$ وأقل من $4V$ فإن خرج المقارن #1 سيكون عالياً ويتحول الترانزستور Q لحالة الوصل ON ومن ثم يضيء الموحد المشع LED.

أما إذا كان جهد الدخل V_s أقل من $2V$ يصبح خرج المقارن #1 منخفضاً ($0V$) فتتصل مقاومة الجذب R_4 بالأرضي ويتحول الترانزستور Q لحالة القطع فينقطع مرور التيار الكهربى فى LED ويتحول لحالة الأعتام.

وعندما يكون جهد الدخل V_s أكبر من $4V$ يصبح خرج المقارن #2 منخفضاً ويتكرر ما سبق فى الحالة السابقة.

الدائرة رقم (٧) دائرة اختبار مكبرات العمليات (الأولى)

الشكل (٣ - ٨) يعرض دائرة اختبار مكبرات العمليات للتأكد من صلاحيتها.



الشكل (٣ - ٨)

عناصر الدائرة:

R1, R3	مقاومة كربونية $270K\Omega$
R2	مقاومة كربونية $680K\Omega$
R4	مقاومة كربونية $2K\Omega$
R5	مقاومة كربونية 330Ω
C1	مكثف سيراميك سعته $0.005\mu F$
B1, B2	بطارية جافة 9V
S1, S2	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
LS	سماعة مقاومتها 8Ω

قاعدة دائرة متكاملة بشمانية أرجل نوع DIL

نظرية عمل الدائرة:

هذه الدائرة التي بصدها تعمل كمذبذب موجات مربعة ترددها يساوى:

$$F = \frac{1}{2R_1C_1} \text{ (HZ)}$$

$$F = 370 \text{ HZ}$$

حيث يعمل مكبر العمليات IC على مقارنة الجهد المتشكل على المكثف C₁ (جهد الدخل على المدخل العاكس) مع الجهد المتشكل على المقاومة R₁ (جهد الدخل على المدخل غير العاكس).

والجدير بالذكر أن المقاومات R₁, R₂ تعمل كمجزئ جهد يقوم بعمل تغذية عكسية بجزء من جهد الخرج V₀ للدخل. وسوف نتناول عمل هذه الدائرة فى حالتين.

ففى البداية نغلق المفتاح S₁ لتوصيل التيار الكهربى للدائرة ونغلق S₂ لتوصيل السماعة LS بخرج المكبر IC

أولاً: عندما يكون V₀ مساوياً لجهد التشبع الموجب +V_{sat}: يطلق على الجهد على الرجل غير العاكسة + فى هذه الحالة بجهد الركبة العلوية ويساوى

$$V_{ut} = V_{sat} \left(\frac{R_1}{R_2 + R_1} \right) \\ = 3.7V$$

ويكون الجهد على الرجل العاكسة (-) للمكبر مساوياً الجهد على أطراف المكثف C₁ والذي يزداد تدريجياً نتيجة لشحن المكثف عبر المقاومة R₃ حتى يصبح الجهد على أطراف المكثف أكبر من جهد الركبة العلوية V_{ut} حينئذ يصبح جهد الخرج V₀ مساوياً -V_{sat}.

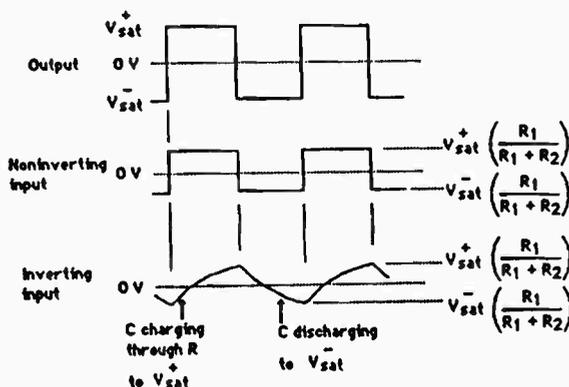
ثانياً: عندما يكون V₀ مساوياً لجهد التشبع السالب -V_{sat}: يسمى الجهد على الرجل غير العاكسة (+) للمكبر عندما ما يكون V₀ مساوياً -V_{sat} بجهد الركبة السفلية V_{LT} ويساوى

$$V_{LT} = -V_{sat} \left(\frac{R_1}{R_2 + R_1} \right) \\ = -3.7V$$

ويكون الجهد على أطراف الرجل العاكسة (-) للمكبر مساوياً لجهد أطراف المكثف C والذي يقل تدريجياً نتيجة لتفريغ شحنة المكثف C1 من خلال المقاومة R3. وعندما يكون جهد المكثف C1 أكثر سالبية من الجهد VLT يتغير خرج المكبر من $-V_{sat}$ إلى $+V_{sat}$ وهكذا.

فعندما يكون المكبر سليماً تسمع نغمة صوتية تخرج من السماعة، أما إذا كان المكبر تالفاً فلا تصدر السماعة أى صوت.

والشكل (٣ - ٩) يعرض شكل نبضات جهد الخرج Output وجهد المدخل غير العاكس Non inverting input وجهد المدخل العاكس Inverting input.

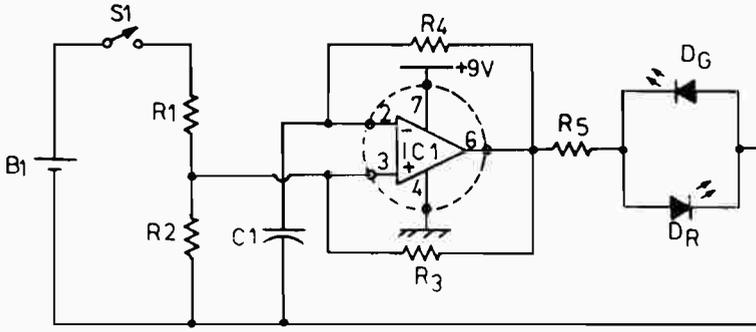


الشكل (٣ - ٩)

ولفحص مكبر العمليات يوضع مكبر العمليات فى القاعدة المخصصة له ثم يقاس الجهد المشكل على المقاومة R4 بواسطة فولتميتر فيجب أن يكون جهد الخرج مساوياً على الأقل 12V. وعند غلق المفتاح S2 يسمع صوت صفارة صادرة من السماعة وينخفض الجهد على أطراف R4 ليصبح مساوياً 6V. فإذا تحقق ما سبق دل على أن مكبر العمليات سليم.

دائرة رقم (٨) دائرة اختبار مكبرات العمليات (الثانية)

الشكل (٣ - ١٠) يعرض دائرة اختبار مكبرات العمليات.



الشكل (٣ - ١٠)

عناصر الدائرة:

R1, R2, R3	مقاومة كربونية 100KΩ
R4	مقاومة كربونية 220KΩ
R5	مقاومة كربونية 1.5KΩ
C1	مكثف كيميائي 1μF/16V
DG	موحد مشع أخضر 5mA
DR	موحد مشع أحمر 5mA
	قاعدة مكبر عمليات DIL بثمانية أرجل
B1	بطارية جافة 9V
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية العمل:

يثبت مكبر العمليات على قاعدته ثم يتم غلق المفتاح S1 فيعمل مكبر العمليات كمولد نبضات مربعة ترددها يساوي:

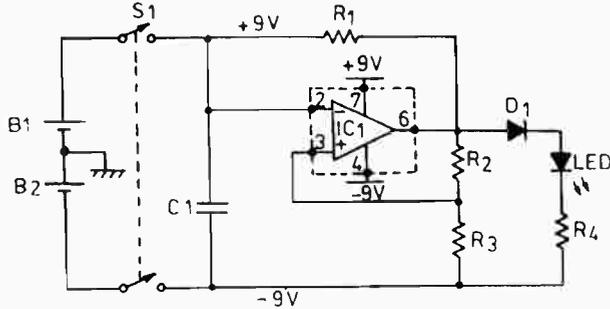
$$F = \frac{1}{2R4 + C1} = 2.5\text{HZ}$$

ويضيء الموحد المشع الأخضر DG ثم الموحد المشع الأحمر DR بطريقة تبادلية.

وفى حالة عدم إضاءة كلاً من DR, DG بطريقة تبادلية فإن هذا يعنى أن مكبر العمليات ليس له كسب وتالف .

دائرة رقم (٩) دائرة اختبار مكبرات العمليات (الثالثة)

الشكل (٣ - ١١) يعرض دائرة لاختبار مكبرات العمليات .



الشكل (٣ - ١١)

عناصر الدائرة:

R₁, R₃ مقاومة كربونية 220KΩ

R₂ مقاومة كربونية 680KΩ

C₁ مكثف كيميائي 2.2μF/12V

D₁, D₂ موحد طراز 1N4001 أو 1N914

قاعدة دائرة متكاملة DIL بثمانية أرجل

LED موحد مشع 20mA

B₁, B₂ بطاريات جافة 9V

S₁ مفتاح قطبين بسكة واحدة

نظرية عمل الدائرة:

لا تختلف نظرية عمل هذه الدائرة عن الدائرتين السابقتين حيث يوضع مكبر العمليات المطلوب اختباراه على قاعدته . وبالتالي يضيء الموحد المشع LED بضوء

متقطع إذا كان المكبر حالته جيدة ويمكن بواسطة جهاز الأفوميتر قياس الجهد المتشكل على LED, D1. فإذا كان الجهد 6V من القمة العظمى العلوية للقمة العظمى السفلية فإن قراءة الفولتميتر تكون 3V.

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام هذه الدائرة في اختبار مكبرات العمليات والتي تكون على هيئة شريحة مزدوجة بأربعة عشر رجلاً أو بثمانى أرجل أو غلاف معدنى TO5، وذلك بتوصيل ثلاثة قواعد مختلفة على التوازي وفيما يلي مكبرات العمليات التي يمكن اختبارها بهذه الدائرة.

عائله 741 مثل :

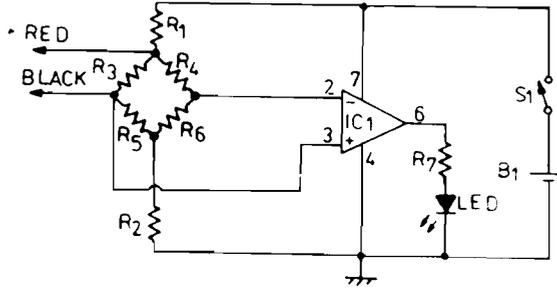
SSD741, CA 3100S, MC1556, SN5 2770, 8007, NE536, AD503

عائلة 709 مثل :

SSD709, LM101, μ A 748, MC 2741, HE PC 6052P

دائرة رقم (١٠) جهاز اختبار الاتصال

الشكل (٣ - ١١) يعرض الدائرة العملية لجهاز اختبار الاتصال بين نقطتين.



الشكل (٣ - ١١)

عناصر الدائرة:

R1, R2	مقاومة كربونية 4.7K Ω
R3, R5, R6	مقاومة كربونية 220 Ω

R4	مقاومة كربونية 100Ω
R7	مقاومة كربونية 1.5KΩ
LED	موحد مشع منخفض القدرة 5mA
IC1	مكبر عمليات طراز 741
B1	بطارية 9V
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة:

عندما تكون المقاومة بين طرفي الجهاز RED, BLACK أقل من 100Ω؛ فإن الموحد المشع LED سيضيء حيث يتم تغذية مدخلى مكبر العمليات IC1 من قنطرة هويتسون المؤلف من المقاومات R3, R4, R5, R6 وصممت هذه المقاومات بحيث تكون غير متزنة .

حيث إن:

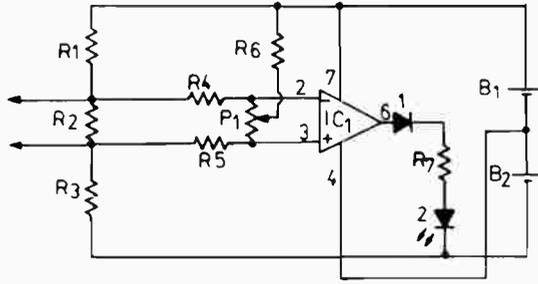
$$\frac{R3}{R4} \neq \frac{R4}{R5}$$

وبالتالى سيتواجد فرق جهد بين مدخلى القنطرة وهذا الفرق يجعل جهد المدخل العاكس (-) أعلى من جهد المدخل غير العاكس (+) وبالتالي يكون خرج المكبر صفراً (لأن المكبر يغذى من مصدر قدرة أحادى).

أما فى حالة ملامسة طرفى الجهاز لنقطتين بينهما اتصال يصبح جهد المدخل العاكس أقل من جهد المدخل غير العاكس فيصبح خرج المكبر عالياً ويضيء الموحد المشع LED.

دائرة رقم (١١) جهاز اختبار الدوائر المطبوعة

الشكل (٣ - ١٢) يعرض الدائرة العملية لجهاز اختبار الاتصال فى الدوائر المطبوعة.



الشكل (٣ - ١٢)

عناصر الدائرة:

R ₁ , R ₃	مقاومة كربونية 22KΩ
R ₂	مقاومة كربونية 10KΩ
R ₄ , R ₅	مقاومة كربونية 1KΩ
R ₆	مقاومة كربونية 470KΩ
R ₇	مقاومة كربونية 470 Ω
P ₁	مقاومة متغيرة 10KΩ
IC	دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز 709
D ₁	موحد طراز 1N914 أو 1N4148
D ₂	موحد مشع 5mA
B ₁ , B ₂	بطاريات جافة 9V

نظرية التشغيل:

عادة فإن اختبار الاتصال بين النقاط المختلفة بواسطة الأوميتر لا يعطى نتائج صحيحة في حالة وجود أشباه موصلات في الدائرة. كما أن جهاز الأوميتر قد يسبب إلى تلف بعض أشباه الموصلات؛ نتيجة لوجود فرق جهد بين أطرافه يساوى جهد البطارية الداخلية له ولقد استطاع الجهاز الذي بصده أن يحل هذه المشاكل حيث

إن هذا الجهاز لا يرى المقاومات الأكبر من 1Ω كما أن جهد القياس لا يتعدى $2mV$ وأقصى تيار قياس أقل من $200\mu A$.

ويمكن ملاحظة حيود مكبر العمليات المستخدم في هذه الدائرة بواسطة المقاومة المتغيرة P1.

ويعمل مكبر العمليات IC كمقارن، ففي الوضع الطبيعي يكون جهد المدخل العاكس (-) للمكبر أعلى من جهد المدخل غير العاكس (+) وبالتالي يكون خرج المكبر سالباً الأمر الذي يؤدي إلى عدم إضاءة الموحد المشع D2.

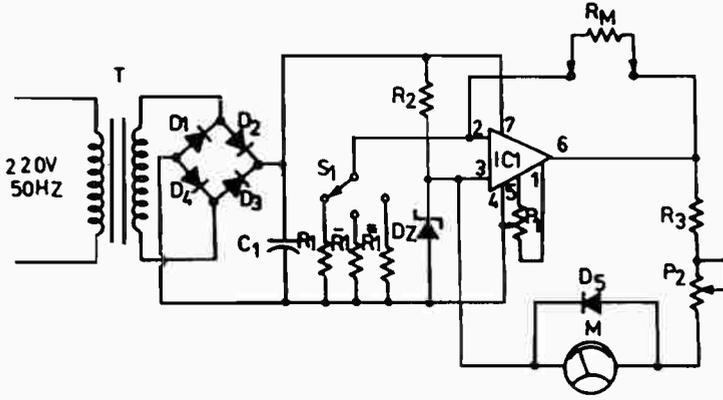
ولكن بمجرد توصيل أطراف الجهاز مع نقطتين المقاومة بينهما أقل من 1Ω يصبح جهد المدخل غير العاكس أعلى من جهد المدخل العاكس فيصبح خرج المكبر عالياً ويضيء الموحد وبمجرد رفع أطراف الجهاز عن مسار الاتصال يعود الموحد المشع D2 لحالة الاعتماد.

ويمكن ضبط الجهاز وذلك بلامسة أطراف الجهاز لنقطتين في مسار واحد في دائرة مطبوعة ثم معايرة المقاومة المتغيرة P1 حتى يضيء الموحد المشع D2.

دائرة رقم (١٢) جهاز الأوميتر

الشكل (٣ - ١٣) يعرض دائرة جهاز أوميتر يرتكز على مكبر عمليات FET طراز CA3140.

D1 - D4	1 N4001	موحّدات طراز	R1	2.7K Ω	مقاومة كربونية
DZ	3.9V/ 400mw	موحد زينر	R2	1K Ω	مقاومة كربونية
D5	CA95	موحد طراز	R2	10K Ω	مقاومة كربونية
IC1	CA3140	مكبر عمليات طراز	R2	100K Ω	مقاومة كربونية
M1	جهاز أميتر mA موصل معه		R3	3.3K Ω	مقاومة كربونية
	مقاومة 3.9K Ω على التوالي		P1	100K Ω	مقاومة متغيرة
T	محول 1A, 220/12V		P2	1K Ω	مقاومة متغيرة
				1000 μF	مكثف كيميائي
			C1	25V	وجهه



الشكل (٣ - ١٣)

نظرية عمل الدائرة :

يوصل مكبر العمليات IC1 ليعمل كمكبر غير عاكس، حيث يغذى المدخل غير العاكس بجهد 3.9V (جهد موحد الزينر DZ) ويكون خرجه مساوياً :

$$V_o = \left(\frac{R_x}{R_2} + 1 \right) 3.9$$

وحيث إن :

أحد أطراف جهاز القياس M1 يرتد للمدخل غير العاكس؛ لذلك فإن فرق الجهد على أطراف جهاز القياس يساوى :

$$\begin{aligned} V_{M1} &= V_o - V_i \\ &= \left(\frac{R_x}{R_2} \cdot 3.9 + 3.9 \right) - 3.9 \\ &= \frac{R_x}{R_2} \cdot 3.9 \end{aligned}$$

وبالتالى فإن جهد القياس يتناسب طردياً مع المقاومة المقاسة والمقاومة R2 ويمكن الحصول على ثلاثة أممية مختلفة باستخدام ثلاث قيم للمقاومة R2 فعند وضع المفتاح S1 على المقاومة R2 فإن جهد القياس يساوى :

$$V_{MI} = \frac{R_x}{1K\Omega} \cdot 3.9$$

وبالتالى فإن أقصى قراءة للجهاز هي $R_x = 1K\Omega$ وبالمثل فعند وضع المفتاح S1 على وضع R2 فإن أقصى قراءة للجهاز هي $R_x = 10K\Omega$ وأيضاً عند وضع المفتاح S1 على وضع R2 فإن أقصى قراءة للجهاز هي $R_1 = 100 K\Omega$. ويمكن استخدام جهاز أميتر لقياس (0:1mA) ويوصل معه على التوالى مقاومة $3.9K\Omega$ وبالتالى فإن أقصى جهد يكون على أطراف الجهاز والمقاومة سيساوى $3.9V$.

ويتم توصيل الموحد D2 بالتوازي مع الجهاز لحماية الجهاز من زيادة الحمل. ولضبط الدائرة يجب تفسير خرج المكبر وذلك بإحداث قصر بين طرفى الجهاز وبعد ذلك يمكن ضبط الجهاز وذلك بتوصيل مقاومة R_x قيمتها $100K\Omega$ بتفاوت 2% على أطراف الجهاز مع وضع المفتاح S1 على وضع R2 ثم ضبط قراءة الأميتر بواسطة المقاومة P2 للوصول إلى أقصى قراءة للجهاز 1mA.

ويمكن إعادة تدريج جهاز الأميتر ليعطى أوم بدلاً من أمبير ويكون للجهاز ثلاثة تدريجات فى هذه الحالة.

كما أنه يمكن زيادة مدى قراءات الجهاز إلى $10M\Omega$ باستخدام مقاومة أخرى R2 تساوى $10M\Omega$.

الدائرة رقم (١٣) جهاز قياس الجهد والتيار

من أجل فهم نظرية عمل هذا الجهاز سنستعرض سوياً النظرية التى يبنى عليها هذا الجهاز والشكل (٣ - ١٤) يعرض دائرتين مختلفتين لمكبر عمليات الأول (الشكل أ) يستخدم لقياس الجهد.

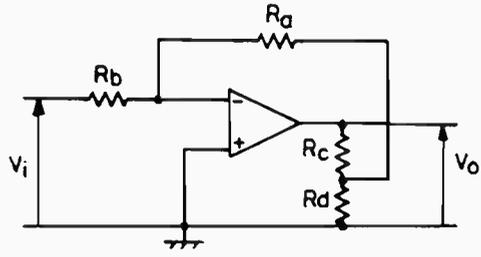
حيث إن

$$V_o = -V_i \left(\frac{R_a}{R_b} - \frac{R_c + R_d}{R_d} \right)$$

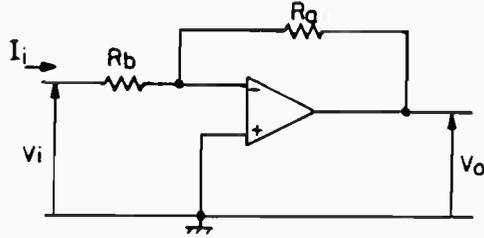
(والشكل ب) يعرض دائرة مكبر عمليات يستخدم لقياس شدة التيار حيث إن:

$$V_o = -I_i R_a$$

والشكل (٣ - ١٥) يعرض دائرة جهاز قياس الجهد والتيار.

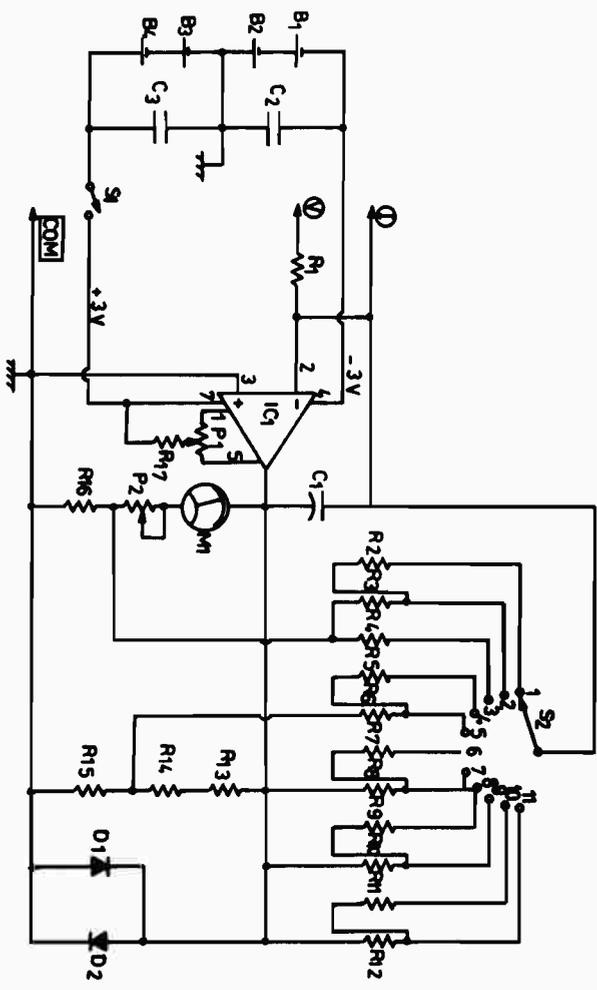


(أ)



(ب)

الشكل (٣ - ١٤)



المشکل (١٥ - ٣)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية $10M\Omega$
R2	مقاومة كربونية $8M\Omega$
R3	مقاومة كربونية $2M\Omega$
R4, R5, R6	مقاومات كربونية $1M\Omega$
R7, R8	مقاومات كربونية $470K\Omega$
R9, R10, R11, R12, R17	مقاومات كربونية $4.7 K\Omega$
R13, R15	مقاومات كربونية $1K\Omega$
R14	مقاومة كربونية $2.7K\Omega$
R16	مقاومة كربونية 100Ω
P1	مقاومة متغيرة $100K\Omega$
P2	مقاومة متغيرة $2.2K\Omega$
C1	مكثف بوليستير $2.2nF$
C2, C3	مكثف بوليستير $10nF$
D1, D2	موحد سيلكوني 1N4148
IC1	مكبر عمليات LF356
M	جهاز أميتر $100mA$
B1 : B4	بطاريات جافة $1.5V$
S1	مفتاح قطبين سكه واحدة
S2	مفتاح قطب واحد بأحد عشر موضعاً

نظرية التشغيل:

بواسطة المفتاح S2 يمكن تحديد مدى القياس سواء كان عند قياس التيار أو عند

قياس الجهد .

والجدير بالذكر أن جميع المقاومات يجب ألا يزيد تفاوتها عن 1% ويستخدم P1 لضبط حيود خرج مكبر العمليات IC1 وذلك بقصر أطراف الجهاز معاً .

أما P2 فتستخدم لمعايرة الجهاز وذلك بوضع المفتاح S2 على مدى جهد معلوم ثم نوصل أطراف الجهاز بهذا الجهد ونغلق المفتاح S1 ونبدأ بمعايرة الجهاز بواسطة P2 وصولاً لقراءة تساوى الجهد المقاس .

والجدول (٣ - ١) يبين أمدية القياس المختلفة لهذا الجهاز والتي يمكن تحديدها بواسطة المفتاح S2 .

الجدول (٣ - ١)

الوضع	جهد الدخل الأقصى	تيار الدخل الأقصى Ii
1	10mV	1nA
2	50mV	5nA
3	100mV	10nA
4	500mV	50nA
5	1V	100nA
6	5V	500nA
7	10	1μA
8	50	5μA
9	100	10μA
10	500	50μA
11	1000	100μA

الدائرة رقم (١٤) جهاز قياس درجات الحرارة (0:24°C)

الشكل (٣ - ١٦) يعرض دائرة بسيطة لجهاز قياس درجة الحرارة .

عناصر الدائرة :

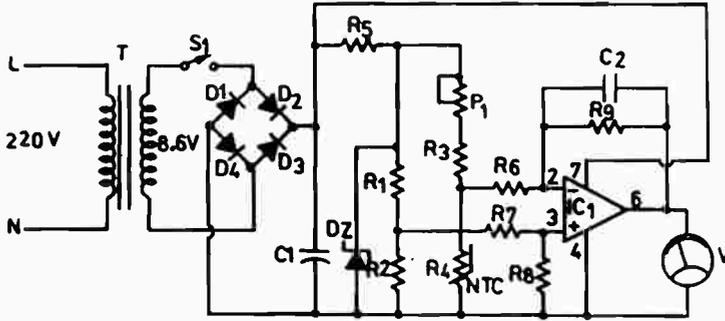
R1, R2, R3, R5

مقاومات كربونية 10 KΩ

P1

مقاومة متغيرة 10 KΩ

R4	مقاومات حرارية لها معامل حرارى سالب NTC ومقاومتها 10K
R6, R7	مقاومة كربونية 100KΩ
R8, R9	مقاومة كربونية 680Ω
C1	مكثف كيميائي 1000μF وجهده 16V
C2	مكثف بوليستير 1nF
DZ	موحد زينر 6.8V/400mW
IC1	مكبر عمليات طراز 741 أو 3130
M1	فولتميتر 0-12V
D1 : D4	موحدات سليكونية طراز 1N4001
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
T1	محول 1A, 220/8.6V



الشكل (٣-١٦)

نظرية عمل الدائرة :

هذه الدائرة تستخدم لقياس درجات الحرارة وهي تعطي خرجاً من مكبر العمليات IC1 مقداره $500\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ ويمكن إعادة تدرج الفولتميتر ليعطي قراءة تتراوح ما بين $0:24^{\circ}\text{C}$ ليصبح بالدرجة المثوية بدلاً من الفولت .

وتستخدم هذه الدائرة مقاومة لها معامل حرارى سالب R4 وذلك من أجل تبسيط

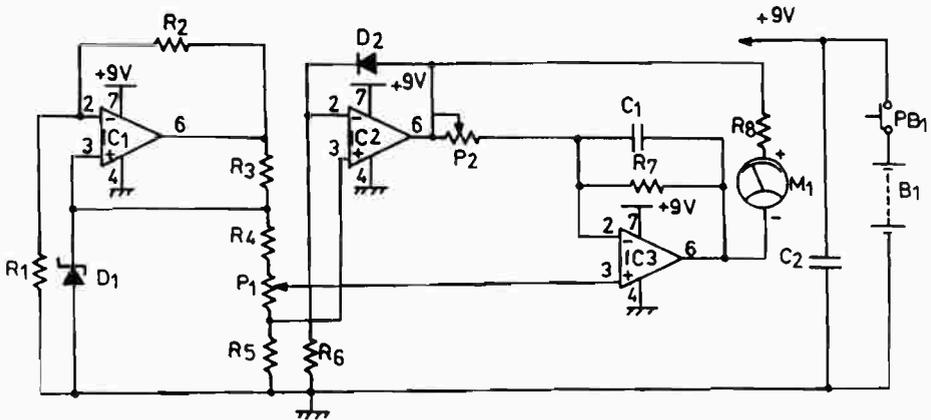
الدائرة. ويوصل مكبر العمليات IC1 كمكبر فرقى مداخلة تغذى من قنطرة مؤلفة من المقاومة R1 كذراع والمقاومة R2 كذراع والمقاومات P1, R3 كذراع والمقاومة R4 كذراع له مقاومة متغيرة.

ويكون الجهد فى الوصلة R1, R2 حوالى 3.4V فعندما تكون درجة الحرارة صفراً يتم ضبط مكبر العمليات بواسطة P1 بحيث يكون خرجة صفراً.

وهذا سيحدث عندما يكون الجهد عند الوصلة بين R3, P1 مع R4 مساوياً 3.4V أيضاً. وعند زيادة درجة الحرارة تقل مقاومة المقاومة R4 فيقل الجهد المشكل عليها، ومن ثم يقل الجهد عند المدخل غير العاكس عن الجهد عند المدخل العاكس ويقوم المكبر بتكبير الفرق فى الجهد بين المدخل العاكس والمدخل غير العاكس ليكون خرجة موجباً ويقراً الفولتميتر.

الدائرة رقم (١٥) جهاز قياس درجات الحرارة (0:100°C)

فى هذه الدائرة يستخدم المعامل الحرارى السالب للموحدات للإحساس بالتغير فى درجة الحرارة. فمن المعروف أنه عند مرور تيار ثابت فى الموحدات فإن فقد الجهد فى الانحياز الأمامى على الموحد يتناسب تناسباً طردياً مع درجة حرارة الموحد. والشكل (٣ - ١٧) يعرض دائرة جهاز قياس درجات الحرارة الذى نحن بصدد.



الشكل (٣ - ١٧)

عناصر الدائرة :

P1, P2	مقاومات متغيرة 10K Ω
R1	مقاومة كربونية 47K Ω
R2, R8	مقاومة كربونية 1K Ω
R3	مقاومة كربونية 100 Ω
R4	مقاومة كربونية 10K Ω
R5	مقاومة كربونية 27K Ω
R6	مقاومة كربونية 4.7K Ω
R7	مقاومة كربونية 33 K Ω
C1, C2	مكثف بوليسثير 47nF
D1	موحد زينر 5.6V وقدرته 400mW
D2	موحد سليكوني 1N4148
IC1, IC2, IC3	مكبرات عمليات طراز 741
PB1	ضاغط بريشة مفتوحة
M	جهاز أميتر 1mA
B1	بطارية جافة 9V

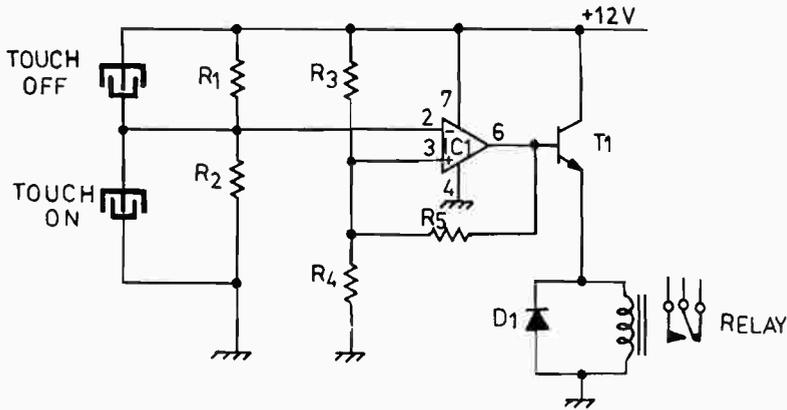
نظرية التشغيل :

يعمل D1 لتوفير جهد أساسى ثابت وتقوم الدائرة المتكاملة IC1 بضمان ثبات التيار المار فى موحد الزينر D1؛ لذلك فإن الزينر لن يتأثر بتغير جهد المصدر. وعندما تتغير درجة حرارة الموحد D2 المستخدم فى الإحساس بدرجة الحرارة فإن خرج المكبر IC2 سيتغير بمعدل (2mV/°C) وهذا الجهد يكبر بواسطة IC3 ويتم تغذية الجهد المكبر إلى جهاز القياس. ويتم معايرة الجهاز عند الصفر (0°C) بواسطة P1 ويتم معايرة الجهاز عند التدرج الكامل بواسطة P2.

ويتم الضغط على الضاغط PB1 فقط عند القياس . ويعطى الجهاز قياسات تتراوح ما بين (0:100°C) . ويمكن قياس درجات الحرارة من (0:-100°C) بعكس أطراف الجهاز M.

الدائرة رقم (١٦) الريلاى الذى يعمل باللمس

الشكل (٣ - ١٨) يعرض دائرة لريلاى يعمل باللمس .



الشكل (٣ - ١٨)

عناصر الدائرة :

R1, R2	مقاومة كربونية 5MΩ
R3, R4, R5	مقاومة كربونية 1MΩ
D1	موحد سليكونى طراز 1N4002
Touch ON, Touch OFF	مفتاحان يعملان باللمس
T1	ترانزستور NPN طراز BC148
RELAY	ريلاى يعمل عند جهد 12V ومقاومته أكبر من 120Ω
IC1	دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز 741

نظرية عمل الدائرة :

يعمل المكبر IC1 كمقارن يقارن الجهد المسلط على المدخل العاكس مع الجهد المسلط على المدخل غير العاكس فعند لمس مفتاح Touch ON فإن مقاومة R2 سوف تكون بالتوازي مع مقاومة الأصبع والتي تكون أقل من $5M\Omega$ وبالتالي يصبح جهد المدخل العاكس أقل من جهد المدخل غير العاكس فيصبح خرج المكبر صفراً ويتحول الترانزستور T1 لحالة القطع.

وعند لمس مفتاح Touch OFF يصبح جهد المدخل غير العاكس أكبر من جهد المدخل العاكس فيصبح خرج المكبر +12V ويعمل T1 وتباعاً يعمل الريلاى RE-LAY.

والجدير بالذكر أن المقاومة R5 تعمل على إحداث إبقاء خرج مكبر العمليات على آخر وضع له بعد تحرير المفاتيح العاملة باللمس Touch OFF و Touch ON. أما الموحد D1 فيعمل على حماية الترانزستور T1 من القوة الدافعة الكهربائية الناتجة من ملف الريلاى عند انقطاع التيار الكهربى عن الريلاى وذلك لحظة لمس مفتاح Touch OFF.

الدائرة رقم (١٧) دائرة الإنذار من سرقة السيارات

هذه الدائرة مصممة لإعطاء إنذار صوتى عند محاولة شخص غريب الدخول للسيارة، وتقوم هذه الدائرة بالإحساس بأى انخفاض فى الجهد على أطراف البطارية، نتيجة لفتح أحد أبواب السيارة وإضاءة لمبات الإضاءة الداخلية بالسيارة. وهذه الدائرة تعطى حماية كاملة للبابين الأماميين فى السيارة والمزودين بلمبات تضيء عند فتح أحد البابين الأماميين.

والشكل (٣ - ١٩) يعرض دائرة الإنذار التى بصدها.

عناصر الدائرة:

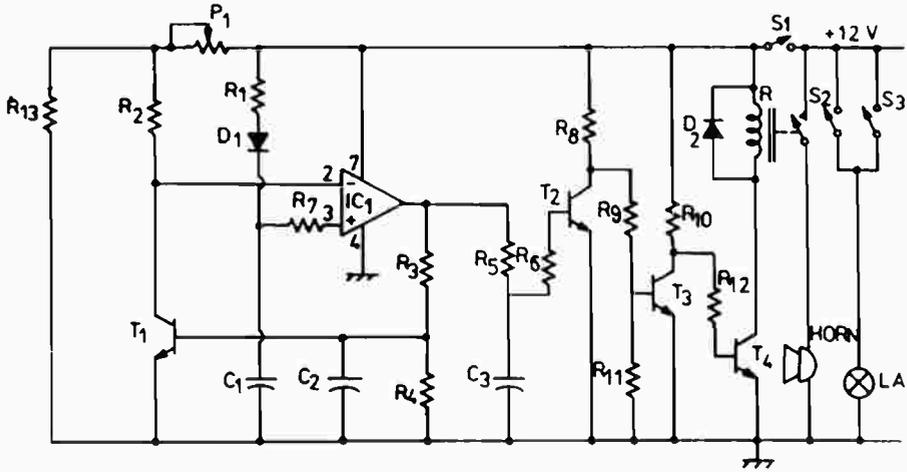
R1, R14

مقاومة كربونية $1K\Omega$

R2

مقاومة كربونية $3.3K\Omega$

R3, R8, R10	مقاومة كربونية 4.7KΩ
R4	مقاومة كربونية 560 Ω
R5	مقاومة كربونية 680 KΩ
R6, R7	مقاومة كربونية 47KΩ
R9	مقاومة كربونية 22KΩ
R11	مقاومة كربونية 27KΩ
R12	مقاومة كربونية 2.2KΩ
R13	مقاومة كربونية 5.6KΩ
P1	مقاومات متغيرة 470Ω
C1	مكثف كيميائي 22μF/15V
C2	مكثف كيميائي 2.2μF/3V
C3	مكثف تانتاليوم 100μF/3V
D1	موحد طراز AA116 أو OA85
D2	موحد طراز 1N914 أو 1N4148
T1, T2, T3, T4	ترانزستور NPN طراز BC107
RE	ريلاي جهده 12V ومقاومته أكبر من 120Ω
IC1	مكبر عمليات طراز 741
BZ	بوق السيارة
LA	لمبات الإضاءة الداخلية بالسيارة
S2, S3	مفاتيح نهاية مشوار موجودة فى الأبواب الأمامية وتكون مفتوحة عند غلق هذه الأبواب
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة



الشكل (٣ - ١٩)

نظرية التشغيل :

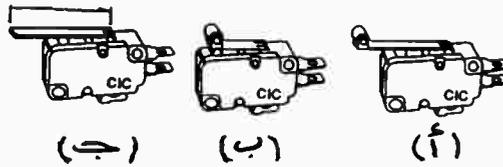
عند خروج صاحب السيارة من السيارة يقوم بفتح المفتاح S1 في هذه الحالة يصبح جهد المدخل العاكس للمكبر IC1 مساوياً 10V من خلال R2 ويشحن المكثف C1 عبر R1, D1 إلى أن يصبح جهد المدخل غير العاكس أقل قليلاً من جهد المدخل العاكس نتيجة لفقد الجهد على الموحد D1.

وبالتالي يصبح جهد خرج المكبر صفراً فإذا انخفض جهد البطارية فجأة نتيجة لفتح أحد الأبواب الأمامية. فإن الجهد عند المدخل العاكس سيصبح أقل من الجهد عند المدخل غير العاكس حيث أن المكثف C1 يحافظ على جهد المدخل غير العاكس وبالتالي يصبح جهد خرج المكبر عالياً ومن ثم يعمل T1 مما يجعل جهد المدخل العاكس صفراً، الأمر الذي يجعل الدائرة في حالة إمساك على هذه الحالة.

وتعمل C2, R3 كمرشح يمر ترددات منخفضة تمنع أى تداخلات قادمة من عمل T1 وبعد فترة قصيرة تعتمد على ثبات الزمن (R5C3) فإن الترانزستور T2 يتحول لحالة الوصل مما يجعل الترانزستور T3 يتحول لحالة القطع فيتحوّل T4 لحالة الوصل ويعمل الريلاى RE ومن ثم يعمل بوق السيارة. ويمكن إيقاف البوق في هذه الحالة بفتح المفتاح S1.

والجدير بالذكر أن المكثف C3 يجب أن يكون تتاليوم ولضبط الدائرة يجب ضبط المقاومة المتغيرة P1 حتى تعمل الدائرة عند غلق المفتاح S1 ثم غلق الأبواب وفتح أحد الأبواب الأمامية. في هذه الحالة يعمل البوق بعد تأخير زمني.

والشكل (٣ - ٢٠) يعرض ثلاثة نماذج مختلفة لمفاتيح نهايات المشوار Limit Switches فالشكل أ يعرض نموذجاً لمفتاح نهاية مشوار ببيكرة بذراع تشغيل طويل والشكل ب يعرض نموذجاً لمفتاح نهاية مشوار ببيكرة بذراع تشغيل قصير والشكل (ج) يعرض نموذجاً لمفتاح نهاية مشوار بذراع.

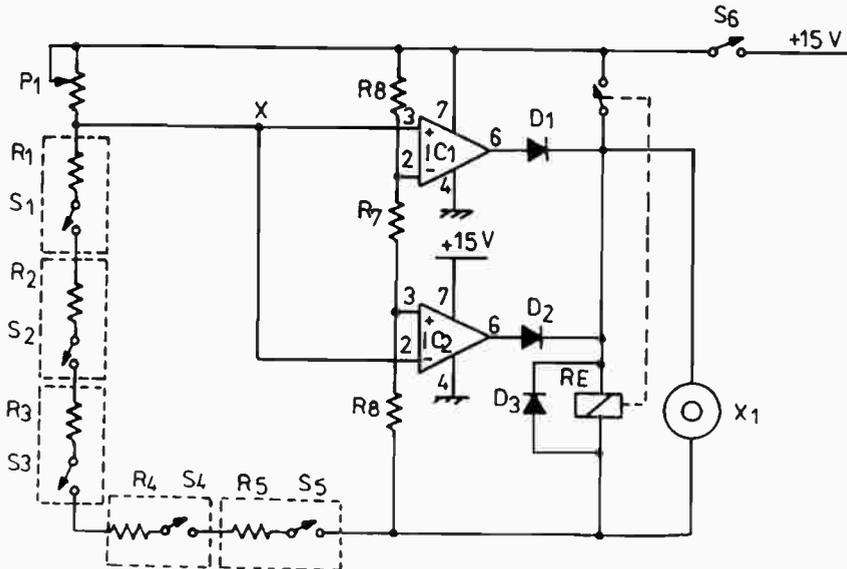


الشكل (٣ - ٢٠)

دائرة رقم (١٨) دائرة الحماية من سرقة المنازل

الشكل (٣ - ٢١) يعرض دائرة حماية من سرقة المنازل باستخدام مكبر عمليات

.741



الشكل (٣ - ٢١)

عناصر الدائرة:

R1 : R5	مقاومات كربونية 10KΩ
R6, R8	مقاومات كربونية 100KΩ
R7	مقاومة كربونية 1 KΩ
P1	مقاومة متغيرة 100KΩ
IC1, IC2	مكبرات عمليات 741
D1, D2, D3	موحد سيليكونى طراز 1N4148
S1 : S5	مفاتيح نهايات مشوار صغيرة
S6	مفتاح قطب واحد بريشة واحدة
X1	جرس يعمل عند جهد 12V
RE	ريلاى يعمل عند جهد 15V ومقاومته أكبر من 200Ω

نظرية عمل الدائرة:

توضع مفاتيح نهايات المشوار فى الشبائيك والأبواب المتوقع دخول أى لص منها وتوصل كما بالدائرة.

ويجب أن يكون مجموع المقاومات R1: R5 مساوياً 50KΩ وفى حالة زيادة عدد مفاتيح نهاية المشوار يجب تقليل قيمة المقاومة الموصلة على التوالى بحيث تصبح قيمة المقاومة الكلية 50KΩ.

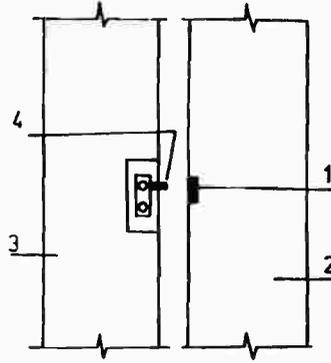
ولضبط الدائرة نغلق جميع الشبائيك والأبواب بغلق المفاتيح S1 : S5 ثم نضبط المقاومة المتغيرة P1 حتى يتوقف جرس الإنذار. وعند خروج أهل المنزل يتم غلق المفتاح S6 فعند محاولة لص دخول المنزل فهناك احتمالين وهما:

١ - محاولة قطع الحلقة الامنية المؤلفة من المفاتيح S1 : S5 والمقاومات R1 : R5، وذلك عند فتح أحد الأبواب أو الشبائيك فى هذه الحالة يصبح جهد النقطة X مساوياً 15V فيصبح خرج IC1 عالياً وبالتالي يصبح خرج بوابة OR المؤلفة من خرج المكبرين IC1, IC2 عالياً فيعمل الريلاى RE ومن ثم يعمل الجرس.

٢ - محاولة اللص بإحداث قصر على أحد المفاتيح وأحد المقاومات الخاصة بالحلقة الأمنية مثل عمل قصر على المفتاح S1 والمقاومة R1 وبالتالي يقل جهد النقطة X فيصبح خرج المكبر IC2 عالياً ومن ثم يصبح خرج بوابة OR المؤلفة من خرج المكبرين IC1, IC2 عالياً فيعمل الريلاى ومن ثم يعمل الجرس .

وفى كلتا الحالتين يقوم الريلاى RE بغلق الريشة المفتوحة له وبالتالي يحدث إمساك للريلاى ويعمل الجرس حتى يحضر أصحاب المنزل ليفتحوا المفتاح S6 .

والشكل (٣ - ٢٢) يوضح طريقة تثبيت مفتاح نهاية مشوار مع الأبواب والشبابيك .



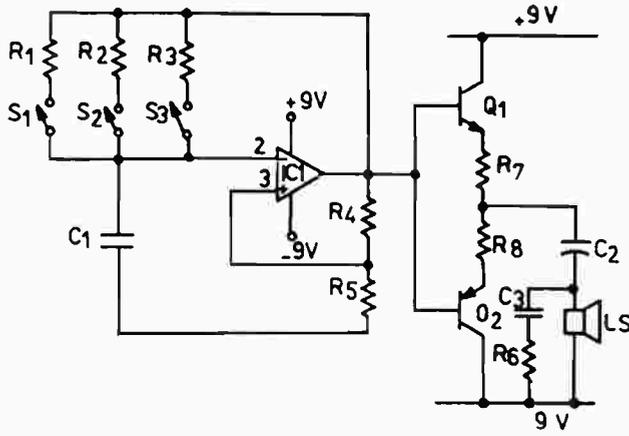
الشكل (٣ - ٢٢)

حيث إن :

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1 | لوح ضغط |
| 2 | الباب |
| 3 | حلقة الباب |
| 4 | خابور أو بكرة مفتاح نهاية المشوار |

دائرة رقم (١٩) دائرة إنذار تعطي ثلاثة أصوات مختلفة

الشكل (٣ - ٢٣) يعرض دائرة إنذار تعطي ثلاثة أصوات مختلفة .



الشكل (٣ - ٢٣)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية $22K\Omega$
R2	مقاومة كربونية $10K\Omega$
R3	مقاومة كربونية $4.7K\Omega$
R4, R5	مقاومة كربونية $100K\Omega$
R6	مقاومة كربونية 27Ω
R7, R8	مقاومة كربونية 1Ω
C1	مكثف سيراميك $0.1\mu F$
C2	مكثف كيميائي $100\mu F/25V$
C3	مكثف سيراميك $0.01\mu F$
Q1	ترانزستور NPN طراز AC175

Q2	ترانزستور NPN طراز AC117
IC1	دائرة متكاملة لمكبر عمليات 741
LS	سماعة مقاومتها 8Ω

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة التي بصدها تعمل كمذبذب لاستقرار فعند غلق المفتاح S1 يعمل المذبذب بتردد يساوى:

$$F = \frac{1}{2R_1C_1} = 227\text{HZ}$$

وعند غلق المفتاح S2 يعمل المذبذب بتردد يساوى:

$$F = \frac{1}{2R_2C_1} = 499\text{ HZ}$$

وعند غلق المفتاح S3 يعمل المذبذب بتردد:

$$F = \frac{1}{2R_3C_1} = 1062\text{HZ}$$

وفى كل مرة تقوم الترانزستورات Q1, Q2 بتكبير خرج المكبر ليكون مناسباً لتشغيل السماعة LS وبالتالي نسمع ثلاثة أصوات مختلفة (صوت لكل تردد).

ويمكن استبدال المفاتيح S1 : S3 بمفاتيح عوامات لثلاثة خزانات مختلفة فبمجرد سماع صوت السماعة يمكن تمييز أى الخزانات قد امتلئت وهكذا. والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام هذه الدائرة فى أغراض مختلفة.

الدائرة رقم (٢٠) دائره مكبر الميكروفون

الشكل (٣ - ٢٤) يعرض دائرة عملية بسيطة لمكبر ميكروفون له معاوقه صغيرة حيث يوصل الميكروفون بالمدخل العاكس لمكبر العمليات لصغر معاوقه الدخل لهذا المدخل.

عناصر الدائرة:

R1, R3	مقاومة كربونية 1.2K
R2	مقاومة كربونية 240K

MIC

ميكرفون له معاوقة صغيرة

C1

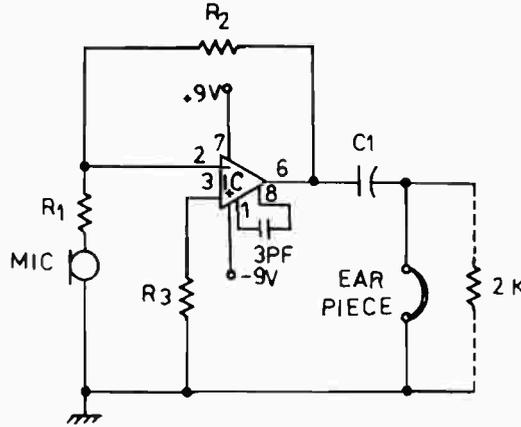
مكثف كيميائي 10μF/25V

EAR PIECE

سماعة أذن مقاومتها 2000Ω

IC1

مكبر عمليات 741



الشكل (٣ - ٢٤)

نظرية عمل الدائرة :

يعمل المكبر IC1 كمكبر عاكس له كسب جهد يساوي

$$A_v = \frac{-R_2}{R_1} = -200$$

والجددير بالذكر أنه يمكن استخدام مكبر عمليات 748 أو 709 بدلاً من مكبر العمليات 741 وفي هذه الحالة يجب توصيل مكثف بوليستير 3PF بين الأرجل 1-8 كما هو مبين بالشكل (٣ - ٢٤).

ويجب أن تكون مقاومة الميكرفون مساوية لقيمة المقاومة R1 أي 1.2KΩ أما إذا استخدم ميكرفون مقاومته 600Ω يجب أن تكون قيمة المقاومة R1 مساوية 600Ω أيضاً. وتباعاً يجب أن تقل قيمة المقاومة R2 لتصبح مساوية 120KΩ.

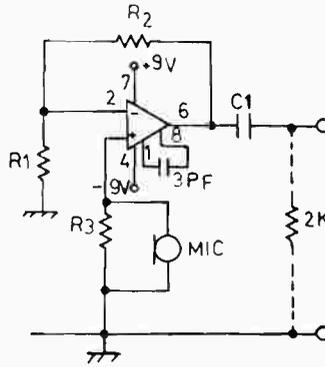
فإذا أردت توصيل سماعة بدلاً من سماعة الأذن يجب أن توصيل مقاومة 2KΩ بخارج المكبر (المقاومة المنقطة) وإعادة تكبير خرج المكبر باستخدام دائرة مكبر قدرة

صوتية Audio power Amplifier .

أما في حالة استخدام ميكرفون له معاوقة كبيرة ومصنوع من الكريستال أو السيراميك يجب استخدام الدائرة المبينة بالشكل (٣ - ٢٥) علماً بأن العناصر المستخدمة لا تختلف عن السابقة عدا أن المقاومة R_3 أصبحت قيمتها $1M\Omega$.

الدائرة رقم (٢١) مكبر القدرة الصوتية

الشكل (٣ - ٢٦) يعرض دائرة مكبر قدرة صوتية حيث يمكن توصيله بخرج دائرة مكبر الميكرفون السابقة.



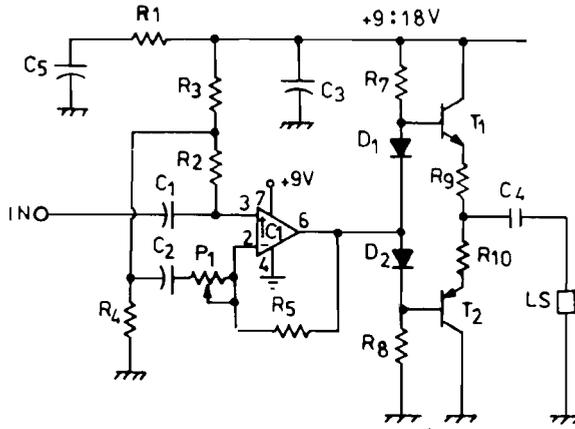
الشكل (٣ - ٢٥)

علماً بأن هذه الدائرة تحتاج لمصدر قدرة يتراوح ما بين (+9:18V).

عناصر الدائرة:

R_1	مقاومة كربونية $1K\Omega$
R_2, R_4	مقاومة كربونية $10K\Omega$
R_3, R_5	مقاومة كربونية $100K\Omega$
R_6	مقاومة كربونية 100Ω
R_7, R_8	مقاومة كربونية 820Ω
R_9, R_{10}	مقاومة كربونية 12Ω

P1	مقاومة متغيرة 2.2K Ω
C1, C2	مكثف كيميائي 1 μ F/25V
C3	مكثف كيميائي 200 μ F/25V
C4	مكثف كيميائي 220 μ F/25V
C5	مكثف كيميائي 100 μ F/16V
D1, D2	موحدات سليكونية طراز 1N4148
T1	ترانزستور NPN طراز BC141
T2	ترانزستور PNP طراز BC161
IC1	مكبر عمليات 741
LS	سماعة 8 Ω



الشكل (٣ - ٢٦)

نظرية عمل الدائرة:

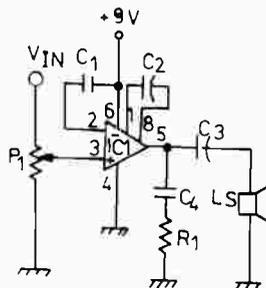
تدخل إشارة الدخل القادمة من مكبر الميكروفون إلى المدخل غير العاكس للمكبر IC1 والذي له معاوقه دخل كبيرة، وبالتالي يكون تيار الدخل المسحوب صغيراً جداً.

أما المدخل العاكس لمكبر العمليات IC1 فيتم توصيله بكل من C2, R4 وتعمل C4 كدائرة مقصورة عند الترددات السمعية .

ويتم التحكم فى مستوى الصوت الصادر من السماعة LS بواسطة المقاومة المتغيرة P1، ويجب الحذر عند ضبط هذه المقاومة حتى لا يحدث حمل زائد على المكبر فالحمل الزائد يؤدي إلى وشوشة من السماعة لذلك يجب معايرة P1 بحيث لاتسمع أى ظنين أو وشوشة فى حالة عدم وصول إشارة من مكبر الميكرفون .

وتعمل الترانزستورات T1, T2 على تكبير خرج المكبر الذى يعمل كمكبر غير عاكس، علماً بأن الترانزستورين T1, T2 يجب أن يكونا متتامين مثل:

(BC141 و BC161) أو (AC127 و AC128) أو (AC117 و AC175) .
والجددير بالذكر أنه يمكن استخدام مكبر العمليات LM386 بدلاً من مكبر العمليات 741، حيث يمكن توصيل السماعة التى مقاومتها 8Ω مباشرة مع خرج المكبر LM386 بالطريقة المبينة بالشكل (٣ - ٢٧) .



الشكل (٣ - ٢٧)

عناصر الدائرة:

P1	مقاومة متغيرة $10K\Omega$
R1	مقاومة كربونية 10Ω
C1	مكثف سعته $0.1\mu F$
C2	مكثف كيميائي $10\mu F/16V$

C3	مكثف كيميائي 250 μ F/25V
C4	مكثف بوليستير 0.05 μ F
IC1	مكبر عمليات طراز LM386
LS	سماعة مقاومتها 8 Ω

والجدير بالذكر أن المكثف C2 يعطى كسب مقداره 200 للمكبر وتضاف المقاومة R1 والمكثف C4 لخمّد الترددات العالية التي تحدث في التارجح السالب عند سحب تيار عالى من المكبر. أما المكثف C1 فيعمل على ربط مصدر القدرة مع المكبر إذا كانت المسافة بين مكثف الترشيح لمصدر القدرة والمكبر أكبر من (8Cm : 5).

الدائرة رقم (٢٢) مصدر قدرة منتظم يعطى جهد (3 : 15V)

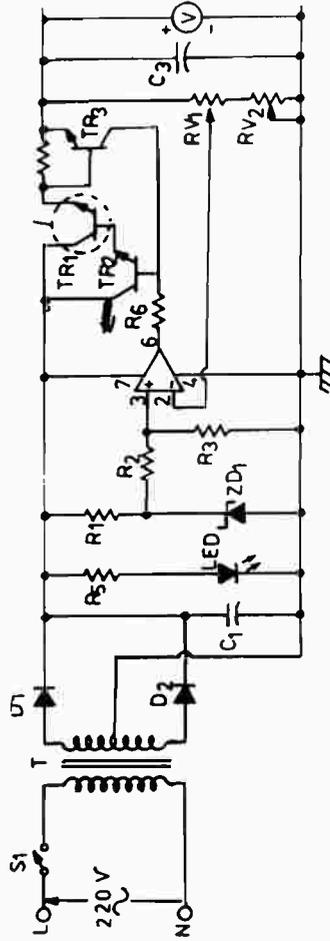
الشكل (٣ - ٢٨) يعرض دائرة مصدر قدرة منتظم يتراوح ما بين 15V : 3 وتياره الأقصى 500mA.

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 2.7K Ω وقدرتها 1W
R2	مقاومة كربونية 3.9K Ω وقدرتها 1W
R3	مقاومة كربونية 2.7K Ω وقدرتها 1W
R4	مقاومة كربونية 0.5 Ω وقدرتها 2W
	أو مقاومة كربونية 0.68 Ω وقدرتها 2W
R5	مقاومة كربونية 680 Ω وقدرتها 1W
R6	مقاومة كربونية 1.5K Ω وقدرتها 1W
RV1, RV2	مقاومة متغيرة 10K Ω وقدرتها 1W
C1	مكثف كيميائي 1000 μ F/25V
C2	مكثف بوليستير 0.1 μ F وجهدده 160V

C3	مكثف كيميائي 50 μ F وجهده 25V
IC1	دائرة متكاملة لمكبر عمليات 741
TR1	ترانزستور NPN طراز 2N3054
TR2	ترانزستور NPN طراز 2N3053
TR3	ترانزستور NPN طراز BC107B، و BC108B
D1, D2	موحد سليكوني طراز 1N4001
ZD1	موحد زينر 6.8V وقدرته 400mW
LED	موحد باعث للضوء 5mA
T	محول 12V-0-12V/220 وتياره 1A
S1	مفتاح سكة واحدة قطب واحد صندوق بلاستيك مبدد حرارة للترانزستور TR1
M	فولتميتر قياس 0:30V

والجددير بالذكر أنه يمكن استبدال الترانزستورات TR1, TR2 بترانزستور دارلنجتون طراز NE10009؛ علماً بأن ترانزستور دارلنجتون يحتاج لمبدد حرارة.



الشكل (٢٨-٣)

نظرية عمل الدائرة:

يعمل مكبر العمليات IC₁ على مقارنة قيمة جهد الخرج بجهد الأساس المشكل بواسطة موحد الزينر ZD₁، ومجزئ الجهد المؤلف من R₂, R₃ ويقوم المكبر بتكبير الفرق بين جهد دخل المكبر غير العاكس والذي يساوى $(\frac{R_3}{R_2 + R_3}) V_Z$ مع جهد التغذية المرتدة V_{FB}.

وخرج المكبر يعمل على التحكم فى موصلية الترانزستورات TR₁, TR₂ واللذان يشكلان ترانزستور دارلنجتون ليقبى جهد الخرج ثابتاً.

ويقوم الترانزستور TR₃ والمقاومة R₄ بالحد من تيار خرج المنظم إذا تعدى 500mA حيث يتحول الترانزستور TR₃ لحالة الوصل، فيحدث قصر بين قاعدة TR₂ وباعث TR₁ فيتحولان لحالة القطع وينقطع خرج المنظم.

ويمكن ضبط جهد الخرج بواسطة المقاومة المتغيرة RV₁ والتي تثبت على وجه صندوق مصدر القدرة.

أما المقاومة المتغيرة RV₂ فتستخدم فى معايرة مصدر القدرة فى البداية لمنع تعدى جهد الخرج +15V.

الدائرة رقم (٢٣) التحكم فى درجة حرارة فرن صغير

الشكل (٣ - ٢٩) يعرض دائرة عملية تستخدم فى التحكم فى درجة حرارة فرن قدرته 150W مثل: فرن كريستالات الكوارتز.

عناصر الدائرة:

R ₁	مقاومة متغيرة 10kΩ
R ₂	مقاومة حرارية لها معامل حرارى سالب ومقاومتها عند الصفر المئوى 12KΩ
R ₃ , R ₄	مقاومات كربونية 10KΩ
R ₅	مقاومة كربونية 3.3KΩ

T1

ترانزستور PNP طراز 2N6107 أو BDX34

Heater

سخان حراري قدرته 150W يعمل عند 15V

IC1

مكبر عمليات 741

نظرية التشغيل :

يعمل مكبر العمليات IC1 كمقارن حيث يقارن جهد المدخل العاكس والذي

يعتمد على قيمة المقاومة

R1 (جهد الأساس)

والمقاومة الحرارية .

R2، والتي قيمتها تعتمد

على درجة حرارة الفرن،

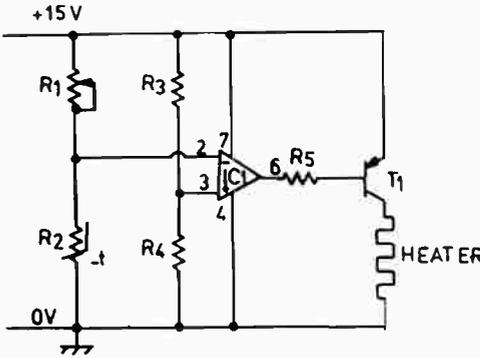
وذلك مع جهد المدخل غير

العاكس وتعمل R3, R4

كمجزئ جهد، وحيث

إنهما متساويتان لذلك فإن

جهد المدخل غير العاكس



الشكل (٣ - ٢٩)

يساوى نصف جهد المصدر أى 7.5V . فعند ارتفاع درجة حرارة الفرن فإن قيمة

المقاومة R2 ستخفض، وبالتالي يقل جهد المدخل العاكس عن جهد المدخل غير

العاكس، فيصبح خرج المكبر عالياً، وبالتالي يتحول ترانزستور القدرة T1 لحالة القطع

ليفصل السخان .

وعند انخفاض درجة حرارة الفرن، تزداد قيمة المقاومة R2، وعند انخفاض درجة

حرارة الفرن عن القيمة المعيار عليها بواسطة المقاومة المتغيرة R1 يصبح جهد المدخل

العاكس أكبر من جهد المدخل غير العاكس فيصبح جهد المكبر صفراً، ويتحول

الترانزستور T1 لحالة الوصل ويعمل السخان من جديد . والجدير بالذكر أن المقاومة

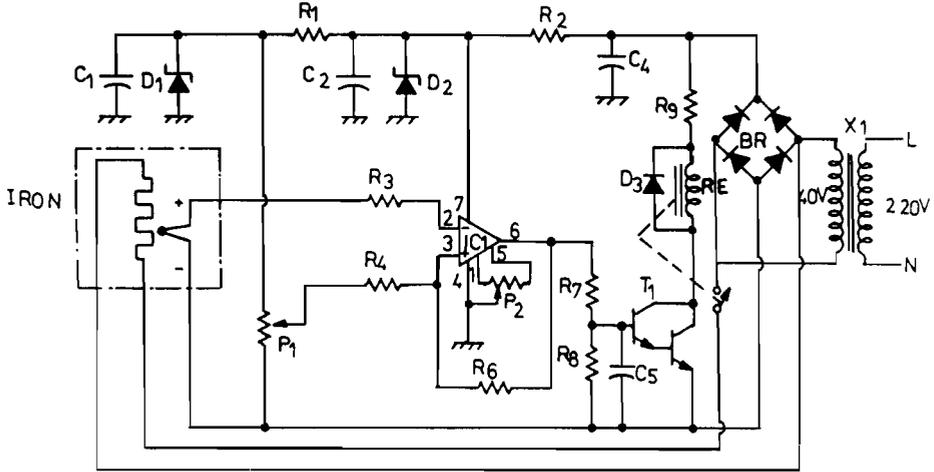
الحرارية يجب أن تكون ملتصقة بعنصر التسخين، وهذه الدائرة مناسبة للتحكم في

درجة حرارة الفرن من (60 : 70°C) عندما تكون درجة الحرارة المحيطة تتراوح ما بين

(0:40°C)

الدائرة رقم (٢٤) كاوية اللحام الالكترونية

الشكل (٣ - ٣٠) يعرض دائرة كاوية اللحام الالكترونية.



الشكل (٣ - ٣٠)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 560Ω
R2	مقاومة كربونية 1.8Ω وقدرتها 2W
R3	مقاومة كربونية 100K
R4	مقاومة كربونية 330K
R5	مقاومة كربونية 1K
R6	مقاومة كربونية 5.6MΩ

R7	مقاومة كربونية 6.8K Ω
R8	مقاومة كربونية 8.2K Ω
R9	مقاومة كربونية 470 Ω وقدرتها 2W
P1	مقاومة متغيرة 10K Ω
P2	مقاومة متغيرة 100K Ω
C1	مكثف كيميائي 47 μ F وجهده 16V
C2	مكثف كيميائي 470 μ F وجهده 16V
C3	مكثف بوليستير 10nF
C4	مكثف كيميائي 100 μ f/ 63V
C5	مكثف كيميائي 10 μ f/16V
T1	ترانزستور دارلنجتون طراز BC517
BR	قنطرة توحيد تتكون من أربعة موحدات طراز 1N4002
RE	ريلاى جهده 12V ومقاومته 240 Ω
IC1	مكبر عمليات طراز CA3130
IRON	كاوية لحام تعمل عند جهد 40V ومزودة بازدواج حرارى له نسبة تحويل 50mV/100 $^{\circ}$ C

نظرية عمل الدائرة:

يستخدم مكبر العمليات IC1 كمقارن حيث يقارن جهد خرج الازدواج الحرارى الداخلى على المدخل العاكس مع جهد الاساس المعايير بواسطة المقاومة المتغيرة P1 والذى يتراوح ما بين (0 : 4.7V) والداخلى على المدخل غير العاكس.

فعندما يكون جهد خرج الازدواج الحرارى اقل من جهد الاساس فإن خرج المكبر IC1 سيكون عالياً، وبالتالي يتحول T1 لحالة الوصل ويعمل الريلاى RE وتكتمل

دائرة كاوية اللحام. وعند وصول جهد خرج الازدواج الحرارى لقيمة اعلى من جهد الأساس فإن خرج المكبر IC1 سيصبح منخفضاً (0V)، وبالتالي يتحول T1 لحالة القطع، ومن ثم يتحول الريلاى RE لحالة القطع وينقطع التيار الكهربى عن الكاوية.

وتقوم المقاومة R6 بتقديم رجوعية لمنع حدوث وصل وفصل سريع للكاوية.

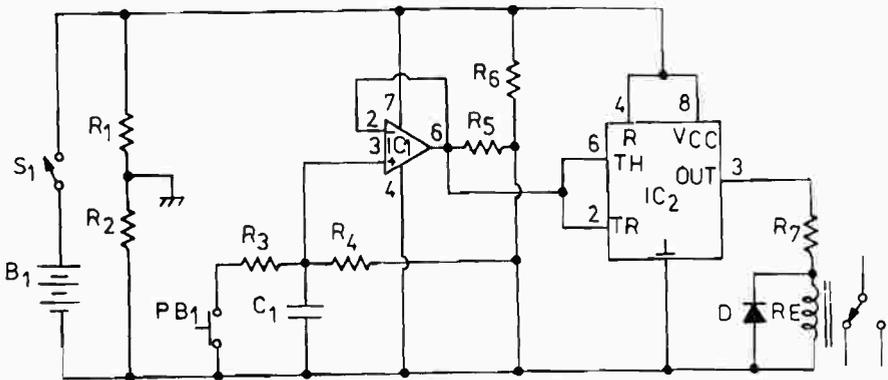
أما الموحدات D1, D2 فتقوم بتثبيت جهد الأساس.

معايرة الكاوية:

فى البداية يتم وضع المقاومة المتغيرة P2 عند أقصى قيمة لها فبمجرد توصيل التيار الكهربى للدائرة يعمل الريلاى RE ويقاس خرج الازدواج الحرارى (مجس الحرارة) بواسطة جهاز قياس ملى فولتميتر mV ويتم ضبط P2 بحيث يفصل الريلاى عند وصول خرج الازدواج الحرارى إلى 20mV والذي يقابل 400°C .

الدائرة رقم (٢٥) المؤقت الذى يؤخر عند التوصيل 1100S

من المعروف أن استخدام مكثفات كيميائية ذات سعات عالية مع المؤقت 555 فإن زمن التأخير يكون غير دقيق نتيجة للتسريبات العالية فى هذه المكثفات. وللتغلب على ذلك يمكن استخدام هذه الدائرة المبينة بالشكل (٣ - ٣١).



الشكل (٣ - ٣١)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية $4.7K\Omega$
R2	مقاومة كربونية $1.5K\Omega$
R3, R5	مقاومة كربونية 100Ω
R4	مقاومة كربونية $10M\Omega$
R6	مقاومة كربونية $10K\Omega$
R7	مقاومة كربونية 60Ω
C1	مكثف بوليستير $1\mu F$
IC1	مكبر عمليات طراز LF356
IC2	مؤقت 555
PB1	ضاغط بريشة مفتوحة
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
D1	موحد طراز 1N4001
RE	ريلاي جهده $12V$ ومقاومته 240Ω
B1	بطارية جهدها $9V$

نظرية عمل الدائرة :

تستخدم المقاومات R1, R2 للحصول على أرضى افتراضى . فعند الضغط على الضاغط PB1 فإن المكثف C1 سيفرغ شحنته عبر المقاومة R3 والضاغط PB1، وتباعاً فإن خرج مكبر الوحدة IC1 سيكون منخفضاً، وبالتالي يصبح خرج المؤقت 555 عالياً.

وبعد تحرير الضاغط PB1 فإن تيار صغير سوف يمر فى المسار R6, R4, C1 لي شحن المكثف C1 وعند وصول جهده المكثف C1 إلى حوالى 2/3 جهد البطارية أى $6V$ فإن

خرج المكبر IC1 سيصبح عالياً، ومن ثم يصبح خرج المؤقت 555 منخفضاً. ويمكن إعادة دورة التشغيل بإعادة الضغط على الضاغط PB1 مرة أخرى. ويمكن الحصول على زمن خروج النبضة العالية من المؤقت 555 من المعادلة التالية.

$$T = 1.1C_1R_4 \left(\frac{R_6}{C_5} \right)$$

$$= 1100 \text{ Sec}$$

وأثناء خروج النبضة العالية من المؤقت فإن مسار الريلاى RE سيكتمل وتتغير حالة ريش الريلاى فتفتح الريشة المغلقة وتغلق الريشة المفتوحة.

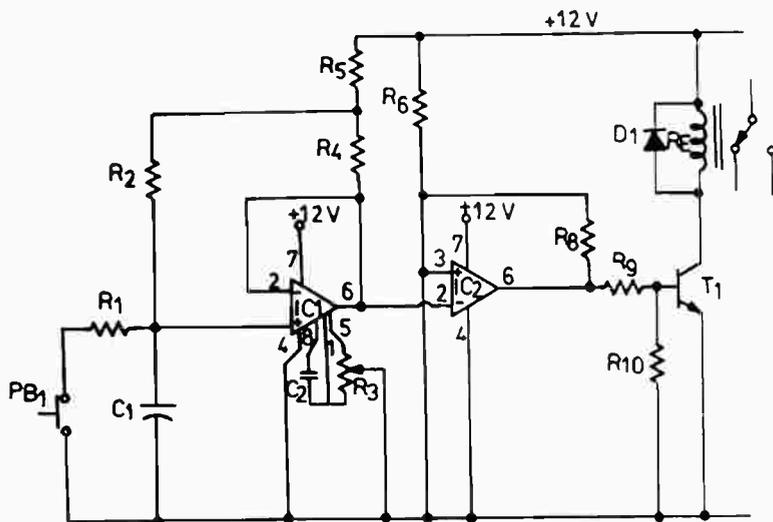
الدائرة رقم (٢٦) المؤقت الذى يؤخر عند التوصيل (0 : 1000S)

الشكل (٣ - ٣٢) يعرض دائرة مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل زمن يتراوح ما بين (0sec : 1000sec).

عناصر الدائرة:

R1, R4	مقاومة كربونية 100Ω
R2	مقاومة كربونية 1MΩ
R3	مقاومة متغيرة 100KΩ
R5	مقاومة كربونية 10KΩ
R6	مقاومة كربونية 3.3KΩ
R7	مقاومة كربونية 5.6KΩ
R8	مقاومة كربونية 10MΩ
R9	مقاومة كربونية 4.7KΩ
R10	مقاومة كربونية 1KΩ
C1	مكثف كيميائى 10μf/16V

D1	موحد طراز 1N914 و 1N4148
T1	ترانزستور NPN طراز BC107
IC1	مكبر عمليات طراز 3130
IC2	مكبر عمليات طراز 741
RE	ريلاى جهده 12V ومقاومته لا تقل عن 120Ω
PB1	ضاغط بريشة مفتوحة



الشكل (٣ - ٣٢)

نظرية عمل الدائرة :

عند الضغط على الضاغط PB1 فإن المكثف C1 سوف يفرغ شحنته ويصبح خرج المكبر IC1 والموصل كمكبر وحدة صفراً. وبالتالي يكون جهد دخل المدخل العاكس للمكبر IC2 والموصل كمقارن صفراً، ومن ثم فإن جهد المدخل غير العاكس للمكبر IC2 والقادم من مجزئ الجهد R6, R7 أكبر من جهد المدخل غير العاكس، والنتيجة أن يصبح خرج المكبر IC2 عالياً.

والجددير بالذكر أن الجهد المشكل على المقاومة R4 يساوى 120mV، لذلك فإن

المكثف C1 سوف يشحن من خلال المقاومة R2 بتيار قيمته 120nA، وعندما يشحن المكثف C1 يصبح خرج المكبر IC1 عالياً، وعندما يتعدى جهد خرج IC1 الجهد 7.5V فإن ذلك يعنى أن جهد المدخل العاكس للمكبر IC2 أكبر من جهد المدخل غير العاكس فيصبح خرج المكبر IC2 منخفضاً (0V).

والمعادلة التالية تعطى زمن التأخير:

$$T = R_2 C_1 \left(1 + \frac{R_5}{R_4} + \frac{R_5}{2} \right) \ln \left(1 + \frac{R_7}{R_6} \right)$$

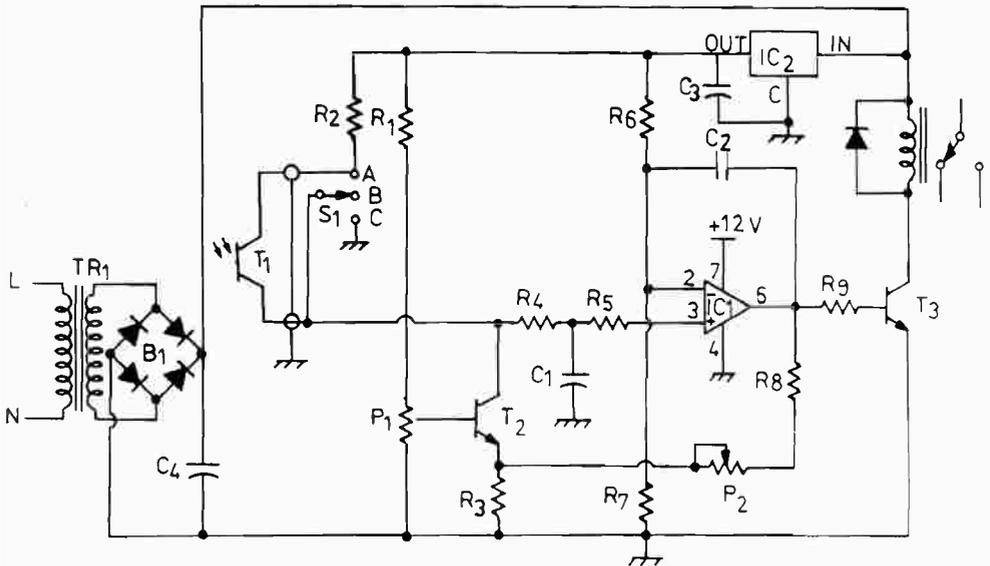
$$= 0.001 R_2 \quad (S)$$

وباستبدال المقاومة R2 بمقاومة متغيرة مقدارها 1MΩ، يمكن تغيير زمن تأخير المؤقت في المدى (0:1000S).

والجدير بالذكر أن التغذية المرتدة الموجبة للمكبر IC2 بواسطة R8 تمنع حدوث تكبير لآى ضوضاء قاده من المكبر IC1 بواسطة IC2.

الدائرة (٢٧) الخلية الضوئية المرتكزة على مكبر عمليات

الشكل (٣-٣٣) يعرض دائرة خلية ضوئية تنعكس حالة ريشها فى ضوء النهار.



الشكل (٣ - ٣٣)

عناصر الدائرة :

R ₁ , R ₂	مقاومة كربونية 22KΩ
R ₃	مقاومة كربونية 100Ω
R ₄	1MΩ
R ₅ , R ₆ , R ₇	مقاومات كربونية 100KΩ
R ₈	مقاومة كربونية 1KΩ
R ₉	مقاومة كربونية 10KΩ
P ₁	مقاومة متغيرة 2.5KΩ
C ₁ , C ₃	مكثف كيميائي 1μF/16V
C ₂	مكثف بوليستير 10nF
C ₄	مكثف كيميائي 470μF/25V
T ₁	ترانزستور NIN ضوئي طراز BP103 أو TIL81
T ₂ , T ₃	ترانزستور NpN طراز BC547B
B ₁	قنطرة توحيد طراز B80C1500
IC ₁	دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز CA3130
IC ₂	منظم جهد طراز 78L12A
RE ₁	ريلاي يعمل عند جهد 20V ومقاومته لا تقل عن 200A
TR ₁	محول 220/15V وتياره 1A
S ₁	مفتاح قطب واحد سكتين.

نظرية عمل الدائرة

عند سقوط ضوء النهار على الترانزستور الضوئي T₁ يتحول الترانزستور لحالة الوصل، فيتوزع التيار المار في هذا الترانزستور بين الترانزستور T₂ وكل من (R₄, C₁)،

وحيث إن الترانزستور T2 يعمل كمصدر تيار، وبالتالي فلن يمر تيار فى كل من R4، (C1) طالما أن التيار المار فى T1 أقل من التيار المار فى T2، وهذا يحدد بواسطة المقاومة المتغيرة P1.

ولكن عندما يكون التيار المار فى T1 أكبر من التيار المار فى الترانزستور T2 فإن بعض التيار المار فى الترانزستور T1 سوف يمر عبر المقاومة R4، ليشحن المكثف C1. وعندما يصبح الجهد المشكل على أطراف المكثف C1 أكبر من 6V يصبح خرج المكبر IC1 عالياً، فيمر تيار كهربي عبر المقاومات R8، P2، R3، وهذا سيؤدى إلى حدوث تغير طفيف فى التيار المار فى T2. وبالتالي لو انخفض التيار المار فى T1 فإن ذلك لن يعيد الدائرة لوضعها الطبيعي.

وتعتمد هذه الرجوعية على ضبط المقاومة المتغيرة P2؛ علماً بأن الرجوعية تمنع حدوث تذبذب للدائرة حول نقطة العمل.

ويمكن استبدال الترانزستور الضوئى بموحد ضوئى أو بمقاومة تعتمد على الضوء، ولكن الترانزستور الضوئى يعطى أداء أفضل خصوصاً إذا كان الفرق بين ضوء وصل وضوء فصل الدائرة صغير.

ويمكن إستبعاد المقاومة R4 والمكثف C1 علماً بأن وجودهم فى الدائرة يعمل على زيادة الرجوعية وذلك بإحداث تأخير فى وصول إشارة الدخل إلى مكبر العمليات IC1.

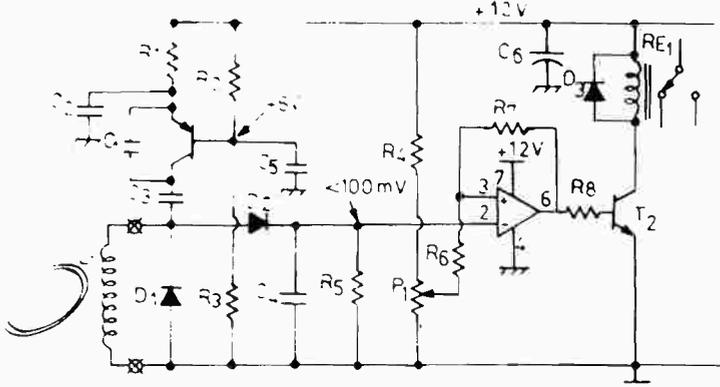
وتسحب الدائرة حوالى 10mA بالإضافة إلى تيار الريلاى.

ولهذه الدائرة ثلاثة أوضاع وهم كالتى:

وضع OFF وذلك بوضع المفتاح S1 على وضع C، ووضع ON بوضع المفتاح S1 على وضع A. ووضع التشغيل الأتوماتيكي Aut وذلك بوضع المفتاح S1 على وضع B.

الدائرة رقم (٢٨) كاشف اقتراب الأجسام المعدنية (المفتاح التقارىبى)

الشكل (٣ - ٣٤) يعرض دائرة مفتاح تقارىبى يعمل عند اقتراب الأجسام المعدنية.



الشكل (٣ - ٣٤)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية $10\text{M}\Omega$
R2, R3	مقاومة كربونية $1.5\text{K}\Omega$
R4, R8	مقاومة كربونية $4.7\text{K}\Omega$
R5	مقاومة كربونية $100\text{K}\Omega$
R6	مقاومة كربونية $1\text{K}\Omega$
R7	مقاومة كربونية $1\text{M}\Omega$
L1	ملف غير محمي بشبكة 100mH
C1	مكثف بوليستير 82PF
C2	مكثف بوليستير 220PF
C3	مكثف بوليستير 8.2PF
C4	مكثف بوليستير 47nF

C5	مكثف بوليستير 180nF
C6	مكثف كيميائي 10μF/16V
T1	ترانزستور PNP طراز BC557B
T2	ترانزستور PNP طراز BC547B
D1, D2	موحد طراز AA119
D3	موحد طراز 1N4148
RE1	ريلاى جهده 12V ومقاومته أكبر من 240Ω

نظرية عمل الدائرة:

يقوم هذا المفتاح بإعطاء بيان عند اقتراب جسم معدنى (حديد) منه ويقوم الملف L1 يمثل أحد عناصر مذبذب كولبيت Colpitt المؤلف من R1, R2, R3, L1 بتوليد مجال مغناطيسى يتأثر بتقارب الأجسام المعدنية منه. فعند اقتراب جسم معدنى من الملف L1 ينخفض المجال المغناطيسى، مما يؤدي إلى توقف المذبذب والذي يعمل فى الحالة الطبيعية بتردد (70HZ). ويتم توحيد خرج المذبذب بواسطة الموحدات D1, D2، ويتم مقارنة خرج المذبذب الموحد بواسطة مكبر العمليات IC1، وجهد الأساس المعايير بواسطة المقاومة المتغيرة P1، وفى حالة زيادة جهد خرج المذبذب عن جهد الأساس فإن المكبر سيكون منخفضاً. وعندما يكون جهد خرج المذبذب أقل من جهد الأساس وذلك عند اقتراب جسم معدنى يصبح خرج المكبر IC1 عالياً، فيعمل الترانزستور T2 ومن ثم يعمل الريلاى RE1 وتتغير حالة ريشه.

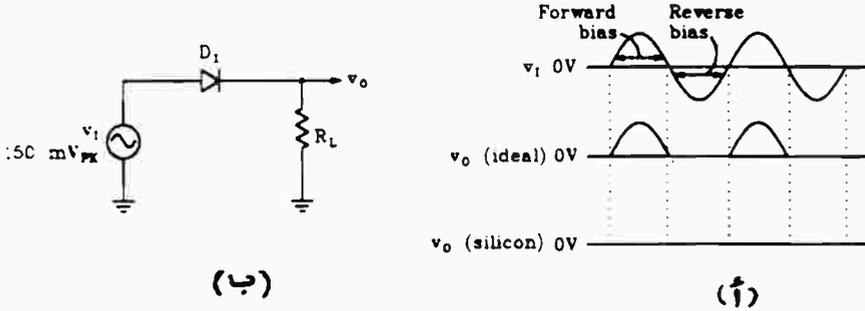
ولضبط الدائرة يجب توصيل التيار الكهربى بالدائرة، ثم ضبط قيمة P1 عند أقل قيمة بحيث لا يعمل الريلاى RE1 ولتقليل حساسية الدائرة نزيد قيمة P1 قليلاً.

ملاحظة:

إذا لم تعمل الدائرة عند أى وضع للمقاومة المتغيرة $P1$ فإن هذا يلزمه تقليل قيمة المقاومة $R1$ ، وهذا يمكن تحقيقه باستبدال المقاومة $R1$ بمقاومة متغيرة $10M\Omega$.

الدائرة رقم (٢٩) الموحد المثالي

الشكل (٣ - ٣٥) يعرض دائرة لدائرة توحيد نصف موجة باستخدام الموحد $D1$ (الشكل أ)، وخرج موجات الدخل والخرج المثالي $V_o(\text{Ideal})$ والخرج الفعلي لموحد السليكون $V_o(\text{Silicon})$.



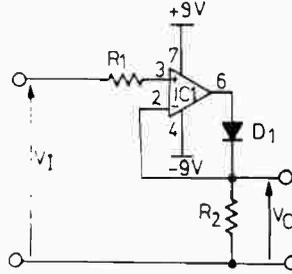
الشكل (٣ - ٣٥)

فيلاحظ أن الموحد المثالي يعمل في هذه الحالة على إمرار نصف الموجة الموجبة، لأن الموحد يمنع مرور نصف الموجه السالبة. وفي الحقيقة هذا الكلام غير صحيح إذا كان جهد إشارة الدخل أقل من $0.7V$ ، وذلك لأن فقد الجهد في الموحد السليكوني يكون مساوياً ($0.6 : 0.7V$) الأمر الذي يجعل خرج الموحد السليكوني صفراً إذا كان أقصى جهد لإشارة الدخل أقل من $0.7V$.

والشكل (٣ - ٣٦) يعرض دائرة موحد مثالي باستخدام مكبر عمليات طراز 741.

عناصر الدائرة :

R_1, R_2	مقاومة كربونية $10K\Omega$
D_1	موحد سليكونى طراز 1N4148
IC_1	دائرة متكاملة طراز 741



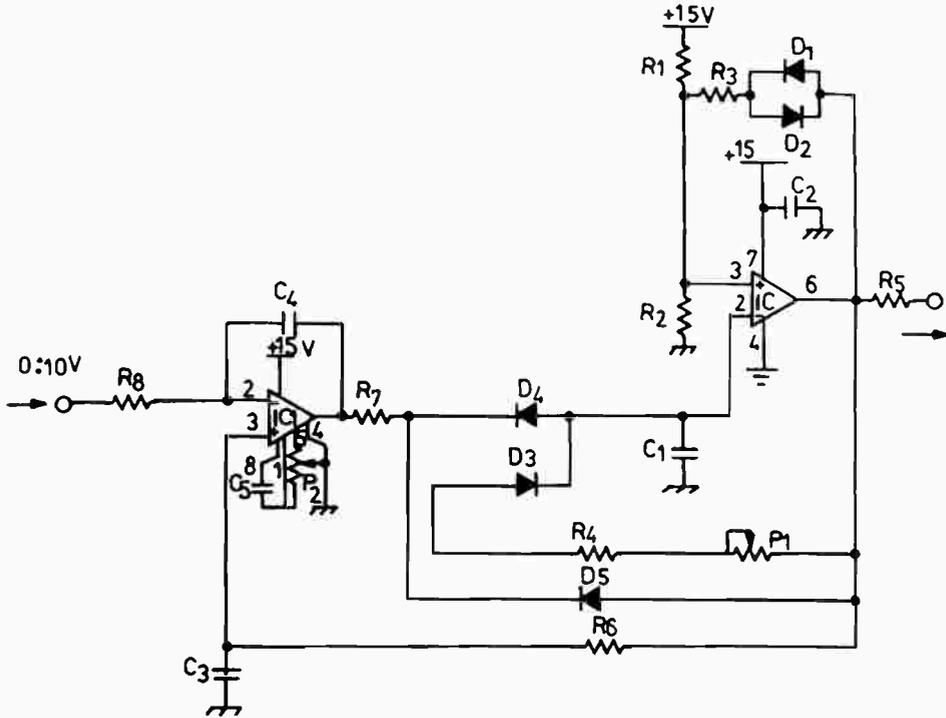
الشكل (٣ - ٣٦)

نظرية عمل الدائرة :

يكون دخل مكبر العمليات IC_1 هو الفرق بين إشارة الدخل V_i وإشارة الخرج V_o ويتحول الموحد D_1 لحالة الوصل عندما يكون $(V_i - V_o)AV$ أكبر من جهد الانحياز الامامى للموحد والذي يساوى $(0.6:0.7V)$ ، وحيث إن معامل كسب الدائرة المفتوحة AV يساوى $100\ 000$ ؛ لذلك فإنه يمكن توحيد أى موجة جهدها الأقصى لا يتعدى ملئ فولتات (mV).

الدائرة رقم (٣٠) محول جهد لتردد VCO خرجه موجات مربعة

الشكل (٣ - ٣٧) يعرض دائرة محول جهد لتردد VCO خرجه موجات مربعة.



الشكل (٣ - ٣٧)

عناصر الدائرة:

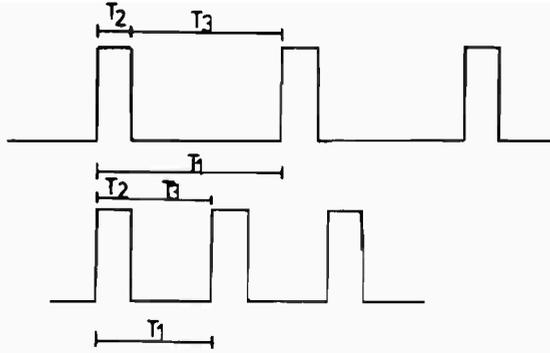
R_1, R_2, R_3	مقاومة كربونية $100K\Omega$
R_4	مقاومة كربونية $180K\Omega$
R_5	مقاومة كربونية $10K\Omega$
R_6, R_8	مقاومة كربونية $1M\Omega$
R_7	مقاومة كربونية $1K\Omega$
P_1	مقاومة متغيرة $10K\Omega$
P_2	مقاومة متغيرة $100K\Omega$
C_1	مكثف بوليستير $470PF$

C_2	مكثف بوليستير 100nF
C_3, C_4	مكثف بوليستير 10nF
C_5	مكثف بوليستير 82PF
IC_1	مكبرات عمليات طراز CA3130
$D_1 - D_5$	موحدات سليكونية طراز 1N4148

نظرية عمل الدائرة:

يعمل IC_1 كمحول جهد لتردد بالطريقة التالية، لنفرض أن خرج المكبر IC_1 فى البداية يساوى جهد التشبع $+V_{sat}$ أى (+13V)، فى هذه الحالة فإن المكثف C_1 سيشحن عبر D_3, R_4, P_1 فى ثابت زمن مقداره $(R_4 + P_1) C_1$ حتى يتعدى الجهد على المدخل العاكس للمكبر IC_1 قيمة الجهد على المدخل غير العاكس. وبإهمال فقد الجهد فى D_1, D_2 فى هذه اللحظة فإن الجهد على المدخل غير العاكس سىساوى تقريباً 10V نظراً لأن R_1, R_3, R_4 يعملون كمجزئ، جهد لجهد المصدر (+15V)، وبالتالي يصبح خرج المكبر IC_1 صفراً (لأن المكبر يغذى من مصدر قدرة أحادى) ويصبح الجهد عند المدخل غير العاكس مساوياً +5V، فيقوم المكثف C_1 بتفريغ شحنته فى مخرج المكبر IC_2 بمعدل يعتمد على قيمة R_7 وجهد خرج IC_2 حتى يصبح جهد المدخل العاكس للمكبر IC_1 أقل من 5V، فى هذه الحالة يصبح خرج IC_1 مساوياً +15V وتتكرر الدورة من جديد.

والشكل (٣ - ٣٨) يعرض شكل موجات خرج المكبر IC_1 عندما يكون التردد صغيراً (الشكل أ)، وعندما يكون التردد كبيراً (الشكل ب).



الشكل (٣ - ٣٨)

والجددير بالذكر أن خرج IC1 يتم ترشيحه لجعله خرج مستمر ثابت بواسطة R6, C3، ويكون قيمة جهد الخرج مساوياً V2 والذي يساوى

$$V_2 = \frac{13 * T_2}{T_1}$$

وحيث إن T2 ثابتة؛ لذلك فإن V2 تتناسب عكسياً من T1، أى أن V2 يتناسب طردياً مع تردد الخرج.

ونظراً لأن جهد الدخل V1 يوصل مع المدخل العاكس للمكبر IC2، فإذا كانت V1 أقل من V2 فإن خرج IC2 يصبح موجياً، أما إذا كان V1 أكبر من V2 يصبح خرج IC2 صفراً، وهذا يجعل المكثف C1 يشحن بسرعة جداً ويقلل من T1. وعند تساوى V2, V1 فإن خرج IC2 يصبح ثابتاً.

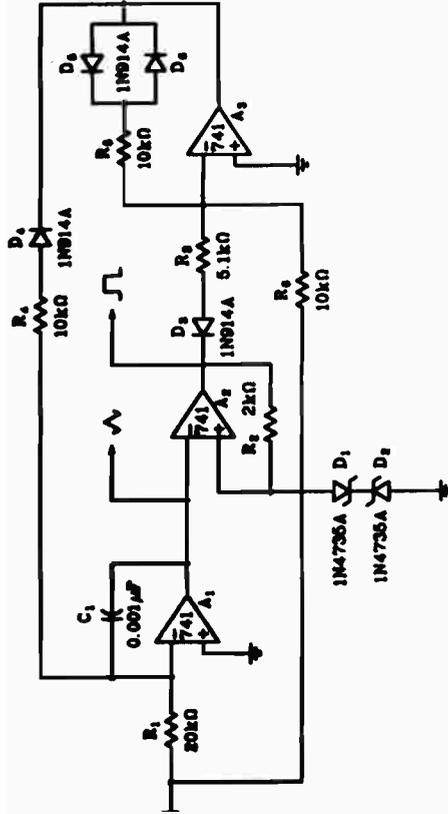
وتصل هذه الدائرة لحالة الإتزان عندما يكون V1 = V2، وحيث إن تردد الخرج يتناسب طردياً مع V2؛ لذلك فإن تردد الخرج يتناسب طردياً مع V1. ويمكن بواسطة المقاومة المتغيرة P1 ضبط النسبة بين (التردد/ الجهد) بقيمة تساوى (1KHZ/Volt).

الدائرة رقم (٣١) محول جهد لتردد VCO خرج موجات مثلثة ومربعة

الشكل (٣ - ٣٩) يعرض دائرة محول جهد لتردد VCO خرج موجات مثلثة وموجات مربعة .

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 20KΩ
R2	مقاومة كربونية 2KΩ
R3	مقاومة كربونية 5.1KΩ
R4, R5, R6	مقاومة كربونية 10KΩ
D1, D2	موحدات زينر طراز 1N4735A
D3 : D6	موحدات سليكونية طراز 1N914A
C1	مكثف كيميائي 0.001F وجهد 16V
A1 : A3	مكبرات عمليات طراز 741



الشكل (٣ - ٣٩)

نظرية التشغيل :

بفرض أن D4 منحازاً عكسياً في البداية، لذلك فإنه يصبح كما لو كان مفتاحاً مفتوحاً ، وبالتالي فإن جهد الدخل VIN والمقاومة R1 سيحددان تيار التغذية المرتدة للمكبر A1 والمسار من مخرج إلى المدخل A1 العاكس (-) عبر المكثف C1، فيشحن المكثف C1، علماً بأن الجهد على المكثف C1 سيزداد خطياً لثبات تيار الشحن، وحيث إن الجهة اليسرى للمكثف C1 موصل بالأرضى الافتراضى، وبالتالي يكون خرج مكبر العمليات موجة خطية متزايدة Ramp (موجة مثلثة) ويدخل خرج المكبر A1 (الموجة المثلثة) إلى المدخل العاكس (-) للمكبر A2 والذي يعمل كمقارن برجوعية (ارجع للفقرة ١/٦/٦)، فعندما يكون جهد Ramp أعلى من جهد المدخل غير العاكس الأدنى (العتبة السفلى) والذي يساوى:

$$VLT = - VZD1 - VFD2$$

حيث إن :

VLT	العتبة السفلية
VZD1	جهد انهيار موحد الزينر
VFD2	فقد الجهد في موحد الزينر D2

فإن خرج المكبر A2 يصبح +Vsat ويعمل هذا الجهد على إحداث انحياز عكسى للموحد D3، ويعمل المكبر A3 كمكبر عاكس بسيط ويكون خرجه مساوياً -Vsat ويتواجد جهد مساوى -VIN على يمين المقاومة R4. وحيث إن قيمة R4 تساوى نصف قيمة R1 أو يزيد؛ لذلك فإن التيار المار فى المقاومة R4 متوقع أن يكون ضعف التيار فى المقاومة R1، ولكن فى عكس الاتجاه. والتيار المار فى R4 لن يلاشى التيار فى R1، ولكن يغذى تياراً عكسياً للمكثف C1، وبالتالي فإن C1 سوف يشحن بنفس المعدل فى الاتجاه المعاكس، ويظل الجهد على C1 يزداد إلى أن يتعدى جهد المدخل غير العاكس الاقصى (العتبة العلوية) والذي يساوى:

$$VUT = VZD1 + VFD1$$

حيث إن :

V_{UT} العتبة العلوية

V_{ZD1} جهد انهيار موحد الزينر D₂

V_{FD2} فقد لجهد في موحد الزينر D₁

وبالتالى يصبح خرج المكبر A₂ مساوياً -V_{sat}، ومن ثم يصبح خرج +V_{sat} A₃ ويصبح الموحد D₄ منحازاً عكسياً، ونعود للحالة الثانية التى بدأ منها، ويكون تردد الخرج مساوياً

$$F = \frac{V_{IN}}{2R_1 C_1 (V_{UT} - V_{LT})}$$

وحيث إن :

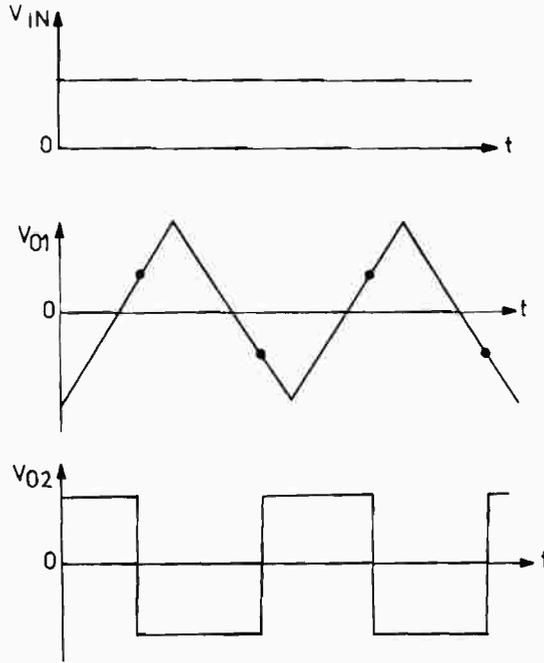
$$V_{UT} = 6.2 + 0.6 = 6.8$$

$$V_{LT} = -6.2 - 0.6 = -6.8$$

لذلك فإن :

$$F = 1838235 V_{IN}$$

والشكل (٣ - ٤٠) يعرض العلاقة بين موجات الدخل والخرج لهذه الدائرة.



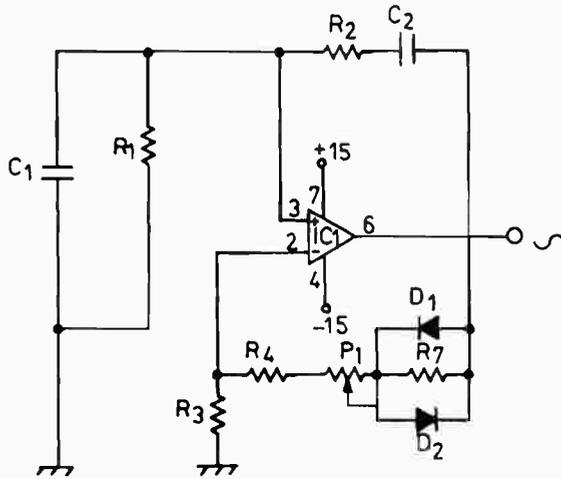
الشكل (٣ - ٤٠)

حيث إن :

V_{IN}	جهد الدخل
V_{O1}	خرج المكبر A1
V_{O2}	خرج المكبر A2

الدائرة رقم (٣٢) مولد الموجات الجيبية

الشكل (٣ - ٤١) يعرض دائرة مذبذب قنطرة وين Wien يعطى موجات جيبية ترددها 1KHZ .



الشكل (٣ - ٤١)

عناصر الدائرة:

A1 , A2 , A3	مقاومة كربونية 10 KΩ
R4	مقاومة كربونية 15KΩ
R7	مقاومة كربونية 1.5KΩ
P1	مقاومة متغيرة 4.7KΩ
C1 , C2	مكثف بوليستير 15nF
D1 , D2	موحد سليكوني طراز 1N4148
IC1	دائرة متكاملة طراز 741

نظرية التشغيل:

هذه الدائرة تعطي جهد خرج مقداره 10V من القمة العلوية للقمة السفلية بتشويه لا يزيد عن 0.2%، وتستخدم المقاومة المتغيرة P1 لضبط قيمة الخرج وتكون قيمة التردد مساوياً:

$$F = \frac{1}{2\pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad (\text{HZ})$$

والذى يساوى فى هذه الحالة 1KHZ . ويستخدم D1 , D2 بدلاً من استخدام مقاومة لها معامل حرارى سالب، وذلك لأن الموحدات السليكونية لها معامل حرارى سالب .

ودائرة تثبت جهد الخرج تتألف من العناصر التالية R4 , R7 , R3 , P1 , D2 , D1 ويمكن زيادة قيمة جهد الخرج بزيادة قيمة المقاومة R7، ويتم ضبط المقاومة P1 حتى تعمل الدائرة وتخرج النبضات الجيبية .

ولمعرفة المزيد عن هذه الدائرة يمكن العودة للفقرة (١ / ١٠ / ١) .

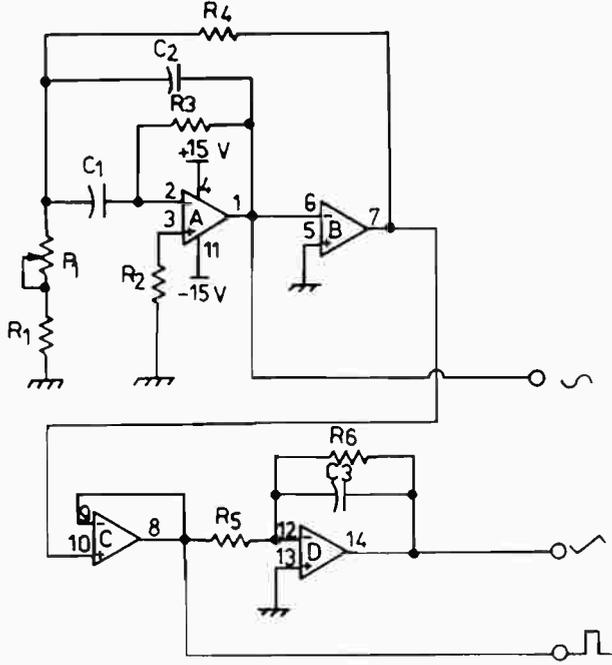
الدائرة رقم (٣٣) مولد الدوال

يمكن بناء الدوال ذات المخارج الثلاثة : موجة جيبية، وموجة مربعة، وموجة مثلثة وذلك باستخدام أربعة مكبرات عمليات لبناء دائرة تمرير حزمة ترددات فعال لتوليد موجة جيبية ودائرة مقارن لتحويل خرج الموجات الجيبية إلى موجة مربعة ودائرة كسب وحدة من أجل منع تحميل المذبذب الأساسى (دائرة تمرير حزمة ترددات فعال)، ودائرة مكامل لتحويل خرج الموجة المربعة إلى موجة مثلثة .

والشكل (٣ - ٤٢) يعرض دائرة مولد الدوال .

عناصر الدائرة:

R1	100Ω	مقاومة كربونية
R2	50KΩ	مقاومة كربونية
R3 , R4	1MΩ	مقاومة كربونية
R5	100KΩ	مقاومة كربونية
R6	470KΩ	مقاومة كربونية
P1	50KΩ	مقاومة متغيرة
C1 , C2	0.1μF / 16V	مكثف كيميائى
C3	1μF / 16V	مكثف كيميائى
A : D	LM324N	مكبر عمليات طراز



الشكل (٣ - ٤٢)

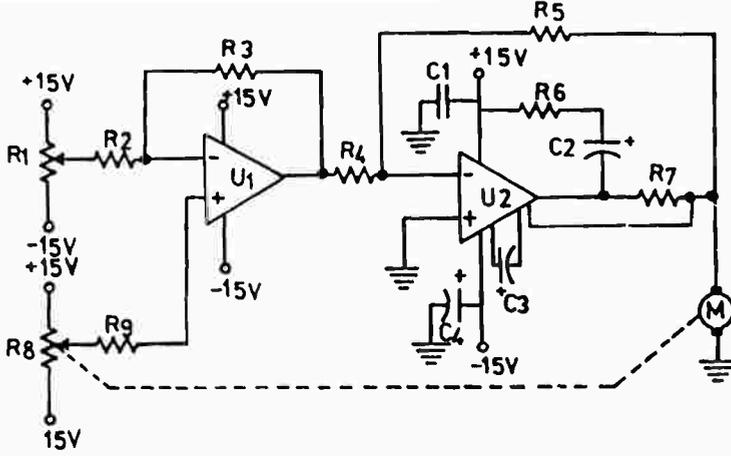
فكرة عن الدائرة:

يتراوح تردد الخرج ما بين 7.5 : 150HZ ويمكن تعديل التردد بواسطة المقاومة المتغيرة P1. وتكون قيمة جهد الموجة المربعة من القمة العلوية للقمة السفلية (p - 26Vp). وتكون قيمة جهد الموجة المثثة من القمة العلوية للقمة السفلية (p - 0.3:6Vp) وتعتمد على قيمة تردد الخرج. وتكون قيمة جهد الموجة الجيبية من القمة الموجبة للقمة السالبة p - 6Vp.

ويمكن زيادة التردد وذلك بتقليل قيم المكثفات C1 , C2 .

الدائرة رقم (٣٤) دائرة التحكم في سرعة محرك مؤازر مستمر

الشكل (٣ - ٤٣). يعرض دائرة تحكم في سرعة محرك مؤازر (size8, size9) ويعمل عند جهد 12 V .



الشكل (٤٣ - ٣)

عناصر الدائرة:

R1, R2, R3, R9	مقاومة كربونية $10K \Omega$
R4	مقاومة كربونية $5K \Omega$
R5	مقاومة كربونية $50K \Omega$
R6	مقاومة كربونية 3.9Ω
R7	مقاومة كربونية 0.7Ω
R8	مجزئ جهد دوار $10K \Omega$
C1, C4	مكثف كيميائي $10\mu F / 16V$
C2	مكثف كيميائي $3.3nF / 16V$
C3	مكثف كيميائي $5PF / 16V$
U1	مكبر عمليات طراز $\mu A 741$
U2	مكبر عمليات طراز $\mu A 791$
M	محرك مؤازر (size 8, isze 9)

نظرية عمل الدائرة :

يمكن ضبط الوضع الذى يقف عليه المحرك المؤازر بواسطة ضبط المقاومة المتغيرة R_1 ، ويمثل جهد الدخل للمدخل العاكس للمكبر U_1 بجهد الأساس المقابل للوضع المطلوب V_w ، ويمثل جهد الدخل للمدخل غير العاكس للمكبر U_2 بجهد التغذية المرتدة والذى يمثل الوضع الفعلى للمحرك المؤازر والذى نحصل عليه بواسطة مجزئ الجهد الدوار R_8 ، المثبت على عمود الإدارة للمحرك المؤازر V_x وخرج الفارق U_1 يمثل جهد الخطأ V_e والذى يساوى :

$$- V_e = V_w - V_x$$

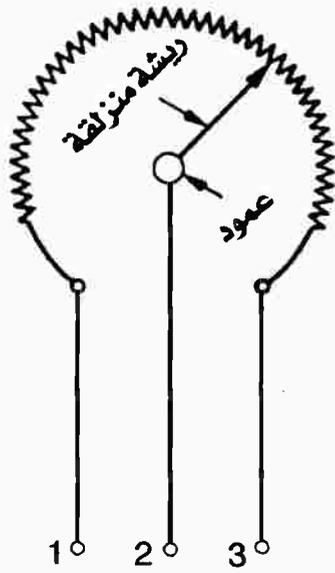
ويعمل المكبر U_2 كمكبر عاكس يكون خرجة V_{O2} مساوياً :

$$V_{O2} = \frac{-R_5}{R_4} V_{O1}$$

$$V_{O2} = + 10 V_e$$

فإذا كان هذا الجهد موجباً فإن المحرك المؤازر سيدور جهة عقارب الساعة إلى أن يصبح جهد التغذية المرتدة V_x مساوياً لجهد الأساس V_w ، فى هذه الحالة يصبح جهد خرج المكبر الأول U_1 مساوياً صفرأ، وبالتالي يصبح جهد خرج المكبر U_2 مساوياً $0V$ فيتوقف المحرك المؤازر. وعندما يكون جهد خرج المكبر U_2 سالباً، فإن المحرك المؤازر يدور فى عكس عقارب الساعة حتى يصبح جهد التغذية المرتدة V_x مساوياً لجهد الأساس V_w فيتكرر ما سبق فى الحالة السابقة.

والجددير بالذكر أنه يمكن الاستفادة بهذه الدائرة فى عمل وحدة توجيه هوائى تليفزيون. والشكل (٣ - ٤٤) يعرض رمز مجزئ الجهد الدوار فعند دوران عمود مجزئ الجهد الدوار فى إتجاه عقارب الساعة تتحرك الريشة المنزلقة بحيث تزداد المقاومة بين 2 و 1، فى حين أنه عند دوران عمود مجزئ الجهد الدوار فى عكس إتجاه عقارب الساعة تتحرك الريشة المنزلقة بحيث تقل المقاومة بين 2 و 1، وعند توصيل جهد مستمر مع النقاط 3 و 1 نحصل على مجزئ جهد دوار خرجة يتناسب طردياً مع الإزاحة الزاوية.



الشكل (٤٤ - ٣)