الباب الثالث

المشاريع العمليه باستخدام
مكبرات العمليات

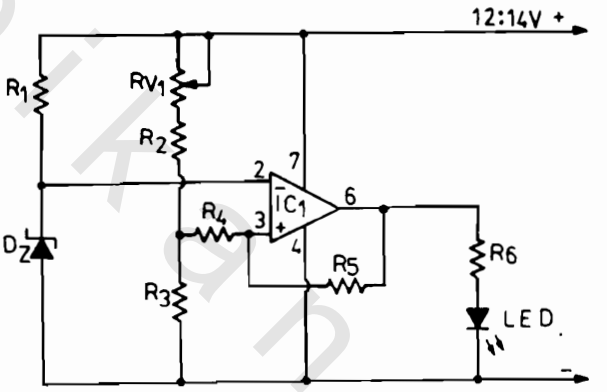
obeikandl.com

obeikandl.com

المشاريع العمليه 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:

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

موحد زيز 6.2V/400mw	ZD
دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز 741	IC1

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 الزينرZD والذى يساوى 6.2V . ففى حالة انخفاض جهد البطارية عن 10V فإن خرج IC1 يصبح منخفضاً ويضيء الموحد الباعث للضوء LED .

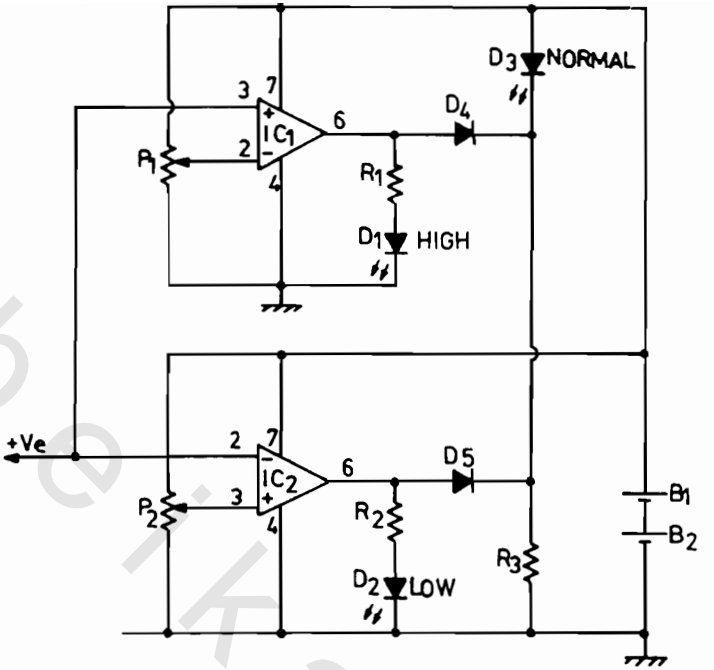
وبمجرد شحن البطارية ووصول جهد أطرافها إلى 12V فإن خرج المكبر يصبح عاليا ويضيء الموحد الباعث للضوء LED .

وبمجرد شحن البطارية ووصول جهد أطرافها إلى 12V فإن خرج المكبر يصبح عاليا 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 ينطفيء الموحد الباعث للضوء LED فى 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 هى مشحونة جيداً (جهدها أكبر من 13V) أم أنها تحتاج لشحن (جهدها أقل من 11V) .



الشكل (٣ - ٢)

عناصر الدائرة:

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

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.

obeikandl.com

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 وهى كما يلى :

١ – إذا كان جهد البطارية أكبر من 12V فإن خرج كلاً من IC_1, IC_2 يكون صفراً، وبالتالى فإن D_1, D_2 سيكونان فى حالة إعتام أما الموحد D_3 سيكون مضيئًا .

٢ – عندما يكون جهد البطارية أقل من 11V فإن خرج IC_2 سيصبح عاليًا وبالتالى يضىء D_2 أما D_1 فيسكون فى حالة إعتام نظراً لأن خرج IC_1 سيصبح منخفضاً وكذلك فإن D_3 سيكون فى حالة إعتام لأن الموحد D_5 تحول لحالة الوصل نظراً لأن خرج IC_2 عاليًا فأصبح الجهد عند مهبط ومصعد D_3 متساويًا .

٣ – عندما يكون جهد البطارية أكبر من 13V فإن خرج IC_1 سيصبح عاليًا وبالتالى يضىء D_1 أما D_2 فيكون فى حالة إعتام نظراً لأن خرج IC_2 يكون منخفضاً، وكذلك فإن D_3 سيكون فى حالة إعتام نظراً لأن الموحد D_4 يتحول لحالة الوصل لأن خرج IC_1 سيكون مرتفعًا فيصبح الجهد عند مهبط ومصعد D_3 متساويًا .

لذلك يمكن كتابة كلمة Normal بجوارD_3 وكلمة Low بجوار D_2 وكلمة High بجوار D_1 .

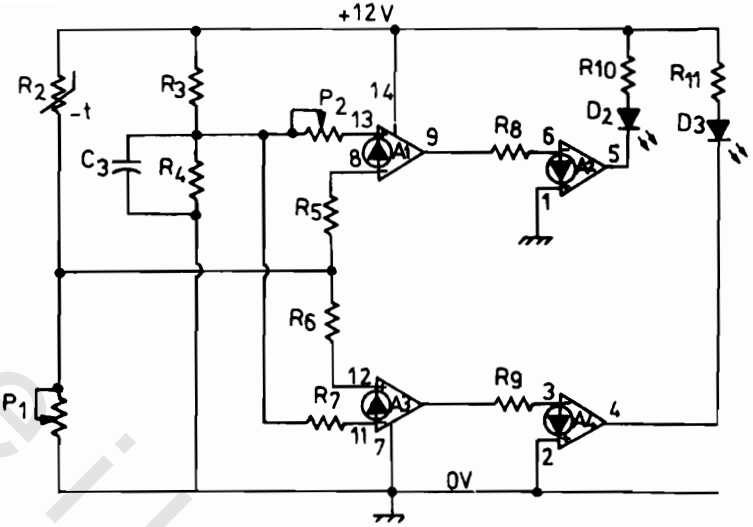
حيث إن :

عادى	Normal
منخفض	Low
عالى	high

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 .

obeikandl.com



الشكل (٣ – ٣)

عناصر الدائرة:

P_1	مقاومة متغيرة 22KΩ
R_2	مقاومة حرارية لها معامل حرارى سالب 10KΩ NTC
R_3, R_4	مقاومة كربونية 1KΩ
R_5, R_6, R_7	مقاومة كربونية 390KΩ
R_8, R_9	مقاومة كربونية 56KΩ
R_{10}, R_{11}	مقاومة كربونية 560Ω
P_2	مقاومة متغيرة 470KΩ
C_3	مكثف كيميائى 10μF/10V
D_2, D_3	موحدات مشعة 20mA
A_1, A_4	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات نورتون طراز LM3900

obeikandl.com

نظرية التشغيل:

هذه الدائرة مفيدة فى بعض التطبيقات الخاصة مثل مزارع الأسماك والتى تحتاج لدرجة حرارة تتراوح ما بين (20:25°C).

وتعمل المكبرات A1, A3 كمقارنات فى حين تعمل المكبرات A2, A4 كعواكس وتشكل المقاومات R1, R4 مجزىء جهد للحصول على جهد الأساس وكذلك تشكل المقاومة الحرارية R2 والمقاومة المتغيرة P1 مجزئ 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 وبالتالى يصبح خرج A3 موجبًا ويقوم A4 بعكس خرج A3 ليصبح صفراً فيضىء الموحد المشع D3.

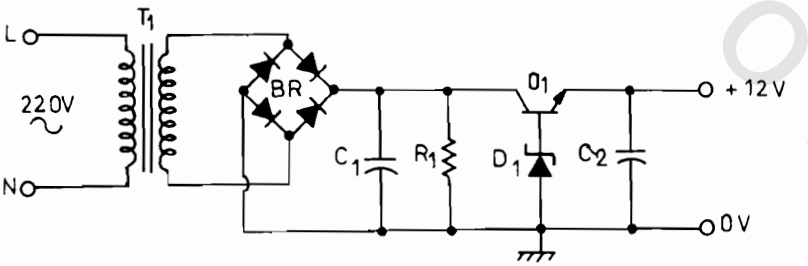
وعند انخفاض درجة الحرارة عن 20°C فإن الجهد عند الوصلة بين R2,P1 يكون أقل من جهد الأساس، وبالتالى يصبح خرج المكبر A1 عاليًا ومن ثم يقوم المكبر A2 بعكس خرج المكبر A1 فيصبح خرج A2 منخفضًا ويضىء الموحد المشع D2.

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.

علمًا بأن الوصلات التى توضع فى الماء يجب أن تكون معزولة.

والشكل (٣ – ٤) يعرض مصدر القدرة المستخدم لهذه الدائرة.



الشكل (٣ – ٤)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1.5KΩ	R_1
محول له نسبة تخفيض 220/12V وتياره 1A	T_1
قنطرة توحيد طراز B40 C100	BR
ترانزستور NPN طراز BC 140	Q_1
مكثف كيميائى 470µF/25V	C_1
مكثف كيميائى 100µF/15V	C_2
موحد زيز 10V	D_1

الدائرة رقم (٤) مبين انقطاع المصدر الكهربى:

إن معظم الدوائر الرقمية تحتاج لمصدر كهربى لا ينقطع فانقطاع المصدر الكهربى عنها قد يؤدى 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.

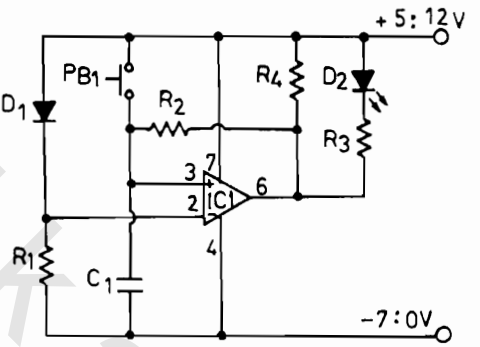
والشكل (٣-٥) يعرض دائرة مبين انقطاع المصدر الكهربى

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 100KΩ	R_1
مقاومة كربونية 10KΩ	R_2, R_4
مقاومة كربونية 1KΩ	R_3
مكثف بوليستير 10 nF	C_1

obeikandl.com

موحد سليكونى طراز 1N4148	D_1
موحد مشع 5mA	D_2
دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز 741	IC_1
ضاغط بريشة مفتوحة	PB_1



الشكل (٣ – ٥)

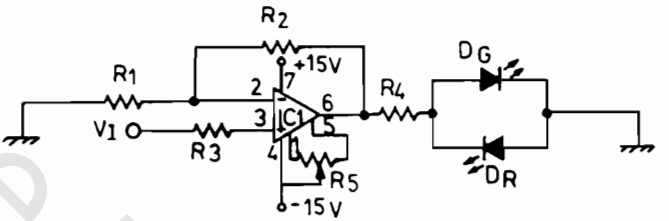
نظرية عمل الدائرة:

عند توصيل التيار الكهربى للدائرة فإن جهد المدخل العاكس للمكبر IC_1 سيكون مساويًا (Vcc-0.6V) حيث إن Vcc هو جهد المصدر الكهربى وعند الضغط على الضاغط PB_1 فإن المدخل غير العاكس للمكبر IC_1 سيتصل بجهد المصدر Vcc وبالتالى يصبح خرج المكبر عاليًا، وتظل حالة المدخل غير العاكس عالية نتيجة للتغذية المرتدة الموجبة بواسطة المقاومة R_2 حتى بعد إزالة الضغط عن الضاغط PB_1.

ويكون الموحد المشع D_2 فى حالة إعتام. وعند انقطاع التيار الكهربى ثم عودته من جديد يصبح جهد المدخل العاكس مساويًا (Vcc-0.6V) ويصبح جهد المدخل غير العاكس صفرًا. ومن ثم يصبح خرج المكبر منخفضًا فيضىء الموحد المشع D_2 ويظل فى حالة إضاءة إلى أن يقوم المستخدم بالضغط على ضاغط التحرير PB_1 فتتكرر الدورة من جديد.

الدائرة رقم (٥) مبين قطبية الجهد المستمر

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



الشكل (٣ – ٦)

عناصر الدائرة:

R_1	مقاومة كربونية 680Ω
R_2	مقاومة كربونية 100KΩ
R_3	مقاومة كربونية 10KΩ
R_4	مقاومة كربونية 2.2KΩ
R_5	مقاومة متغيرة 10KΩ
IC_1	مكبر عمليات طراز 741
D_G	موحد مشع 5mA أخضر
D_R	موحد مشع 5mA أحمر

نظرية عمل الدائرة:

عند تسليط جهد مستمر غير معلوم قطبيته على المدخل غير عاكس للمكبر فإذا كان هذا الجهد موجبًا يصبح خرج المكبر العاكس موجبًا فيصبح الموحد المشع الأخضر D_G منحازًا أماميًا فيضيء.

obeikandi.com

أما إذا كان جهد الدخل ذا قطبية سالبة يصبح خرج المكبر سالبًا فيضيء الموحد المشع الأحمر DR، حيث يكون منحازًا أماميًا. وتعمل المقاومة R3 على منع زيادة تيار الدخل. أما المقاومة R5 فتعمل على ملاشاة جهد انحياز الدخل Input offset voltage عندما يكون جهد الدخل Vin مساويًا الصفر. لذلك يجب ضبط هذه الدائرة فى بادئ الأمر بواسطة المقاومة المتغيرة R5 بحيث يكون كلاً من DR, DG فى حالة إعتام.

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

$$Vo = Vin \left(1 + \frac{R2}{R1} \right)$$
$$= 148\ Vin$$

علمًا بأن Vo لا تتعدى جهد التشبع Vsat ∓ والذى يساوى تقريبًا ±13V.

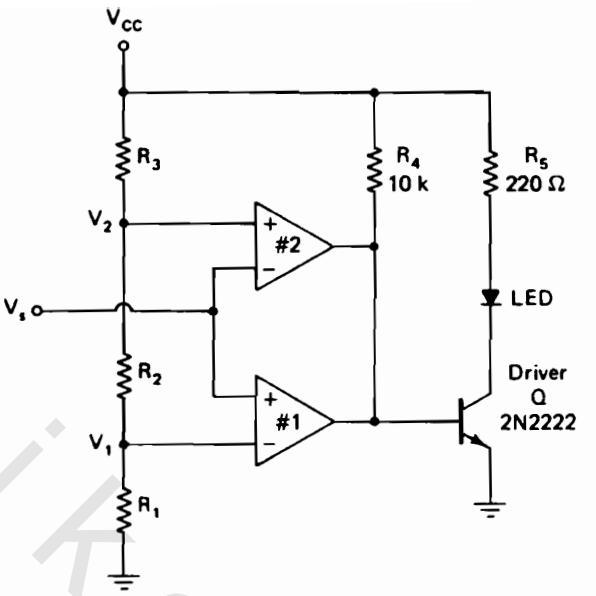
الدائرة رقم (٦) الكاشف الحدى للجهد

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

عناصر الدائرة:

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

obeikandl.com



الشكل (٣ – ٧)

نظرية عمل الدائرة:

فإذا كان جهد الدخل Vs محصور بين الجهد V1 والجهد V2 يضيء الموحد المشع LED.

فإذا كان جهد المصدر Vcc مساويًا 6V فإن $V_1 = 2V, V_2 = 4V$.

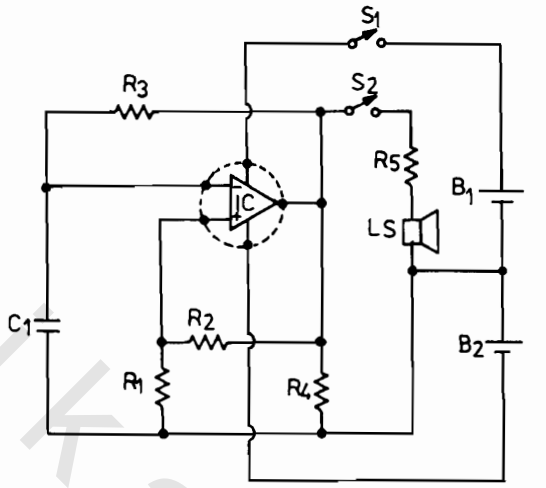
ثم تم ملامسة الطرف Vs بجهد أكبر من 2V وأقل من 4V فإن خرج المقارن #1 سيكون عاليًا ويتحول الترانزستور Q لحالة الوصل ON ومن ثم يضيء الموحد المشع LED.

أما إذا كان جهد الدخل Vs أقل من 2V يصبح خرج المقارن #1 منخفضًا (0V) فتتصل مقاومة الجذب R4 بالأرضى ويتحول الترانزستور Q لحالة القطع فينقطع مرور التيار الكهربى فى LED ويتحول لحالة الأعتام.

وعندما يكون جهد الدخل Vs أكبر من 4V يصبح خرج المقارن #2 منخفضًا 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 :

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

قاعدة دائرة متكاملة بثمانية أرجل نوع DIL

obeikandl.com

نظرية عمل الدائرة:

هذه الدائرة التى بصددها 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 C_1 (جهد الدخل على المدخل العاكس) مع الجهد المشكل على المقاومة R_1 (جهد الدخل على المدخل غير العاكس).

والجدير بالذكر أن المقاومات R_1, R_2 تعمل كمجزئ جهد يقوم بعمل تغذية عكسية بجزء من جهد الخرج Vo للدخل. وسوف نتناول عمل هذه الدائرة فى حالتين.

ففى البداية نغلق المفتاح S_1 لتوصيل التيار الكهربى للدائرة ونغلق S2 لتوصيل السماعة LS بخرج المكبر IC

أولاً: عندما يكون Vo مساويًا لجهد التشبع الموجب Vsat+: يطلق على الجهد على الرجل غير العاكسة + فى هذه الحالة بجهد الركبة العلوية ويساوى

$$Vut = Vsat \left(\frac{R_1}{R_2 + R_1}\right)$$
$$= 3.7V$$

ويكون الجهد على الرجل العاكسة (−) للمكبر مساويًا الجهد على أطراف المكثف C_1 والذى يزداد تدريجيًا نتيجة لشحن المكثف عبر المقاومة R_3 حتى يصبح الجهد على أطراف المكثف أكبر من جهد الركبة العلوية Vut حينئذ يصبح جهد الخرج Vo مساويًا Vsat−.

ثانيًا: عندما يكون Vo مساويًا لجهد التشبع السالب Vsat−: يسمى الجهد على الرجل غير العاكسة (+) للمكبر عندما ما يكون Vo مساويًا Vsat- بجهد الركبة السفلية VLT ويساوى

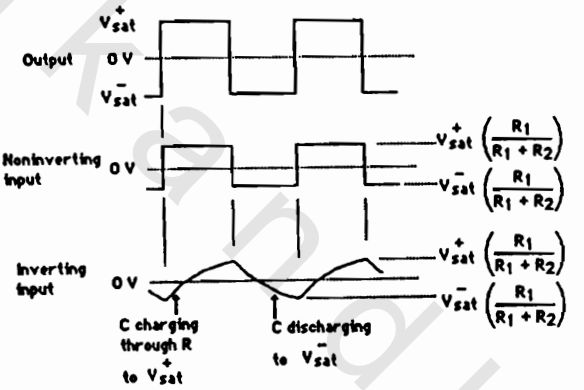
$$VLT = -Vsat \left(\frac{R_1}{R_2 + R_1}\right)$$
$$= -3.7V$$

openkandil.com

ويكون الجهد على أطراف الرجل العاكسة (-) للمكبر مساويًا لجهد أطراف المكثف C والذى يقل تدريجيًا نتيجة لتفريغ شحنة المكثف C1 من خلال المقاومة R3 . وعندما يكون جهد المكثف C1 أكثر سالبية من الجهد VLT يتغير خرج المكبر من Vsat- إلى Vsat+ وهكذا .

فعندما يكون المكبر سليما تسمع نغمة صوتية تخرج من السماعة، أما إذا كان المكبر تالفًا 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 .

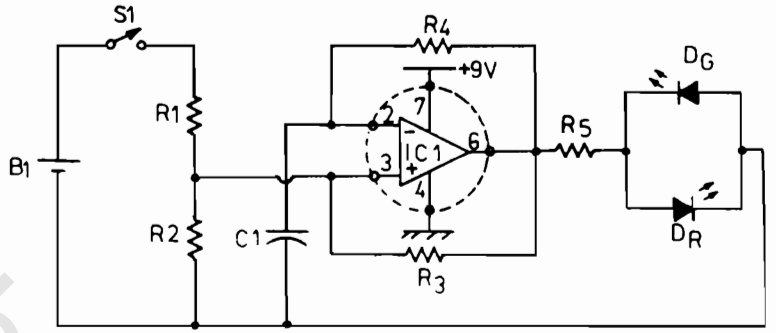


الشكل (٣ - ٩)

ولفحص مكبر العمليات يوضع مكبر العمليات فى القاعدة المخصصة له ثم يقاس الجهد المشكل على المقاومة R4 بواسطة فولتميتر فيجب أن يكون جهد الخرج مساويًا على الأقل 12V . وعند غلق المفتاح S2 يسمع صوت صفارة صادرة من السماعة وينخفض الجهد على أطراف R4 ليصبح مساويًا 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:

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

نظرية العمل:

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

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

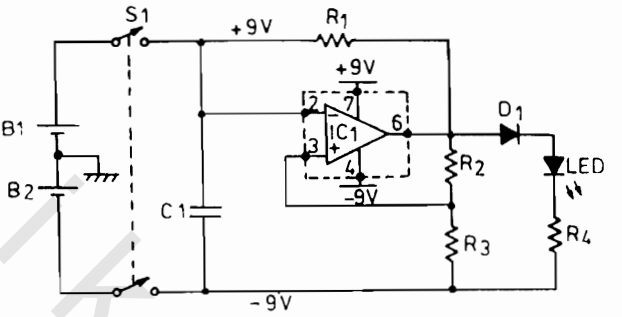
ويضىء الموحد المشع الأخضر DG ثم الموحد المشع الأحمر DR بطريقة تبادلية.

obeikandi.com

وفى حالة عدم إضاءة كلاً من DG, DR 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:

مقاومة كربونية 220KΩ	R1, R3
مقاومة كربونية 680KΩ	R2
مكثف كيميائى 2.2µF/12V	C1
موحد طراز 1N914 أو 1N4001	D1, D2
قاعدة دائرة متكاملة DIL بثمانية أرجل	
موحد مشع 20mA	LED
بطاريات جافة 9V	B1, B2
مفتاح قطبين بسكة واحدة	S1

نظرية عمل الدائرة:

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

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

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام هذه الدائرة فى اختبار مكبرات العمليات والتى تكون على هيئة شريحة مزدوجة بأربعة عشر رجلاً أو بثمانى أرجل أو غلاف معدنى TO5، وذلك بتوصيل ثلاثة قواعد مختلفة على التوازى وفيما يلى مكبرات العمليات التى يمكن اختبارها بهذه الدائرة.

عائله 741 مثل:

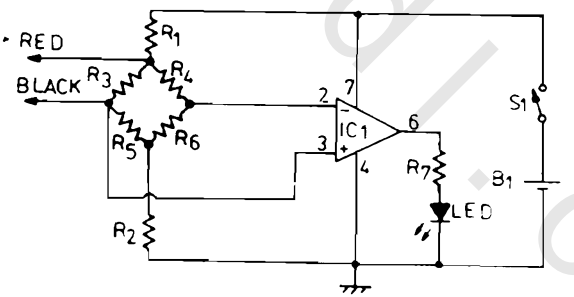
SSD741, CA 3100S, MC1556, SN5 2770, 8007, NE536, AD503

عائلة 709 مثل:

SSD709,LM101, µA 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:

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

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

نظرية عمل الدائرة:

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

حيث إن:

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

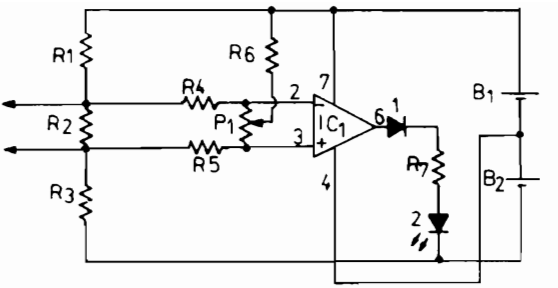
وبالتالى سيتواجد فرق جهد بين مدخلى القنطرة وهذا الفرق يجعل جهد المدخل العاكس (−) أعلى من جهد المدخل غير العاكس (+) وبالتالى يكون خرج المكبر صفراً (لأن المكبر يغذى من مصدر قدرة أحادى).

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.

obeikandl.com



الشكل (٣ – ١٢)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 22KΩ	R1, R3
مقاومة كربونية 10KΩ	R2
مقاومة كربونية 1KΩ	R4, R5
مقاومة كربونية 470KΩ	R6
مقاومة كربونية 470 Ω	R7
مقاومة متغيرة 10KΩ	P1
دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز 709	IC
موحد طراز 1N4148 أو 1N914	D1
موحد مشع 5mA	D2
بطاريات جافة 9V	B1, B2

نظرية التشغيل:

عادة فإن اختبار الاتصال بين النقاط المختلفة بواسطة الأوميتر لا يعطى نتائج صحيحة فى حالة وجود أشباه موصلات فى 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 الذى بصدده أن يحل هذه المشاكل حيث

obeikandl.com

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

ويمكن ملاشاة حيود مكبر العمليات المستخدم فى هذه الدائرة بواسطة المقاومة المتغيرة P1.

ويعمل مكبر العمليات IC كمقارن، ففى الوضع الطبيعى يكون جهد المدخل العاكس (−) للمكبر أعلى من جهد المدخل غير العاكس (+) وبالتالى يكون خرج المكبر سالبًا الأمر الذى يؤدى إلى عدم إضاءة الموحد المشع D2.

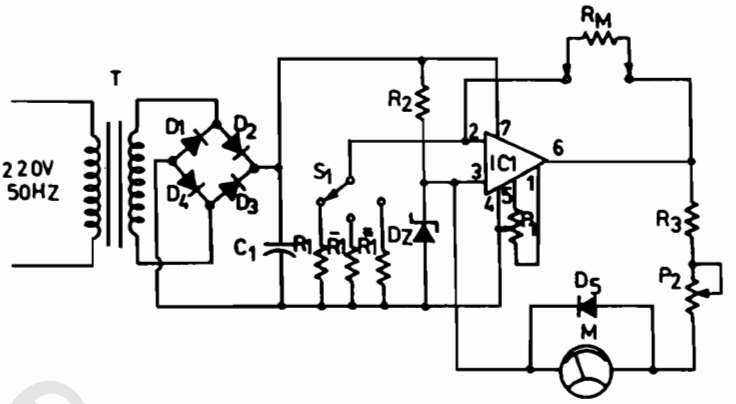
ولكن بمجرد توصيل أطراف الجهاز مع نقطتين المقاومة بينهما أقل من 1Ω يصبح جهد المدخل غير العاكس أعلى من جهد المدخل العاكس فيصبح خرج المكبر عاليًا ويضىء الموحد وبمجرد رفع أطراف الجهاز عن مسار الاتصال يعود الموحد المشع D2 لحالة الأعتام.

ويمكن ضبط الجهاز وذلك بملامسة أطراف الجهاز لنقطتين فى مسار واحد فى دائرة مطبوعة ثم معايرة المقاومة المتغيرة P1 حتى يضىء الموحدالمشع D2.

دائرة رقم (١٢) جهاز الأوميتر

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

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



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 مساويًا:

$$Vo = \left(\frac{Rx}{R2} + 1\right) 3.9$$

وحيث إن:

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

$$V_{M1} = Vo - Vi$$

$$= \left(\frac{Rx}{R2} .3.9 + 3.9\right) - 3.9$$

$$= \frac{Rx}{R2} .3.9$$

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

$$V_{M1} = \frac{Rx}{1K\Omega} \quad .3.9$$

وبالتالى فإن أقصى قراءة للجهاز هى Rx = 1KΩ وبالمثل فعند وضع المفتاح S1 على وضع R2 فإن أقصى قراءة للجهاز هى Rx = 10KΩ وأيضًا عند وضع المفتاح S1 على وضع R2 فإن أقصى قراءة للجهاز هى R1 = 100 KΩ . ويمكن استخدام جهاز أميتر لقياس (0:1mA) ويوصل معه على التوالى مقاومة 3.9KΩ وبالتالى فإن أقصى جهد يكون على أطراف الجهاز والمقاومة سيساوى 3.9V .

ويتم توصيل الموحد D2 بالتوازى مع الجهاز لحماية الجهاز من زيادة الحمل. ولضبط الدائرة يجب تصفير خرج المكبر وذلك بإحداث قصر بين طرفى الجهاز وبعد ذلك يمكن ضبط الجهاز وذلك بتوصيل مقاومة Rx قيمتها 100KΩ 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 10MΩ باستخدام مقاومة أخرى R2 تساوى 10MΩ .

الدائرة رقم (١٣) جهاز قياس الجهد والتيار

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

حيث إن

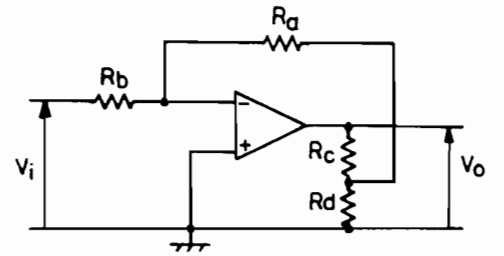
$$V_o = -V_i \left(\frac{Ra}{Rb} - \frac{Rc + Rd}{Rd} \right)$$

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

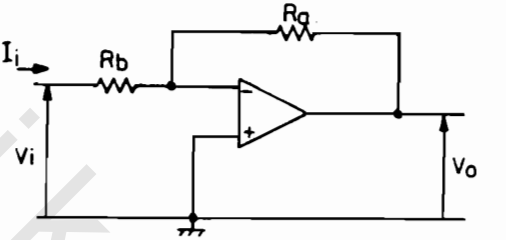
$$V_o = -I_i \, Ra$$

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

obeikandl.com



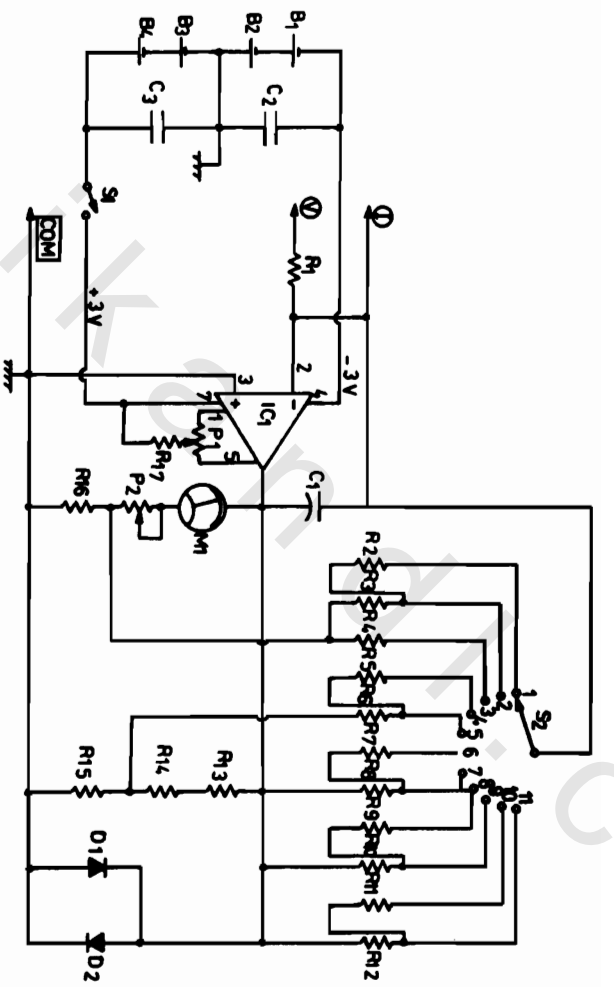
(أ)



(ب)

الشكل (٣ - ١٤)

obeikandl.com


B1
B2
B3
B4
C3
C2
S1
COM
+3V
-3V
R1
IC1
P1
R17
P2
R16
M1
C1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
S2
R15
R14
R13
D1
D2

الشكل (٣ – ١٥)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10MΩ	R_1
مقاومة كربونية 8MΩ	R_2
مقاومة كربونية 2MΩ	R_3
مقاومات كربونية 1MΩ	R_4, R_5, R_6
مقاومات كربونية 470KΩ	R_7, R_8
مقاومات كربونية 4.7 KΩ	$R_9, R_{10}, R_{11}, R_{12}, R_{17}$
مقاومات كربونية 1KΩ	R_{13}, R_{15}
مقاومة كربونية 2.7KΩ	R_{14}
مقاومة كربونية 100Ω	R_{16}
مقاومة متغيرة 100KΩ	P_1
مقاومة متغيرة 2.2KΩ	P_2
مكثف بوليستير 2.2nF	C_1
مكثف بوليستير 10nF	C_2, C_3
موحد سيلكونى 1N4148	D_1, D_2
مكبر عمليات LF356	IC_1
جهاز أميتر 100mA	M
بطاريات جافة 1.5V	$B_1 : B_4$
مفتاح قطبين سكه واحدة	S_1
مفتاح قطب واحد بأحد عشر موضعاً	S_2

نظرية التشغيل:

بواسطة المفتاح S_2 يمكن تحديد مدى القياس سواء كان عند قياس التيار أو عند

obeikandl.com

قياس الجهد .

والجدير بالذكر أن جميع المقاومات يجب ألا يزيد تفاوتها عن 1% ويستخدم P_1 لضبط حيود خرج مكبر العمليات IC_1 وذلك بقصر أطراف الجهاز معاً .

أما P_2 فتستخدم لمعايرة الجهاز وذلك بوضع المفتاح S_2 على مدى جهد معلوم ثم نوصل أطراف الجهاز بهذا الجهد ونغلق المفتاح S_1 ونبدأ بمعايرة الجهاز بواسطة P_2 وصولا لقراءة تساوى الجهد المقاس .

والجدول (٣ – ١) يبين أمدية القياس المختلفة لهذا الجهاز والتى يمكن تحديدها بواسطة المفتاح S_2 .

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)

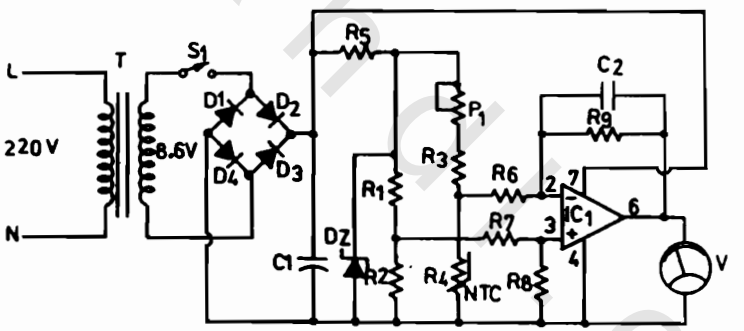
الشكل (٣ – ١٦) يعرض دائرة بسيطة لجهاز قياس درجة الحرارة .

عناصر الدائرة :

مقاومات كربونية 10 KΩ	R_1, R_2, R_3, R_5
مقاومة متغيرة 10 KΩ	P_1

obeikandl.com

مقاومات حرارية لها معامل حرارى سالب NTC ومقاومتها 10K	R_4
مقاومة كربونية 100KΩ	R_6, R_7
مقاومة كربونية 680Ω	R_8, R_9
مكثف كيميائى 1000µF وجهده 16V	C_1
مكثف بوليستير 1nF	C_2
موحد زينر 6.8V/400mW	DZ
مكبر عمليات طراز 741 أو 3130	IC_1
فولتميتر 0-12V	M_1
موحدات سليكونية طراز 1N4001	$D_1 : D_4$
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
محول 1A, 220/8.6V	T_1



الشكل (٣ - ١٦)

نظرية عمل الدائرة:

هذه الدائرة تستخدم لقياس درجات الحرارة وهى تعطى خرجاً من مكبر العمليات IC_1 مقداره 500mV/°C ويمكن إعادة تدريج الفولتميتر ليعطى قراءة تتراوح ما بين 0:24°C ليصبح بالدرجة المئوية بدلاً من الفولت.

وتستخدم هذه الدائرة مقاومة لها معامل حرارى سالب R_4 وذلك من أجل تبسيط

obeikandl.com

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

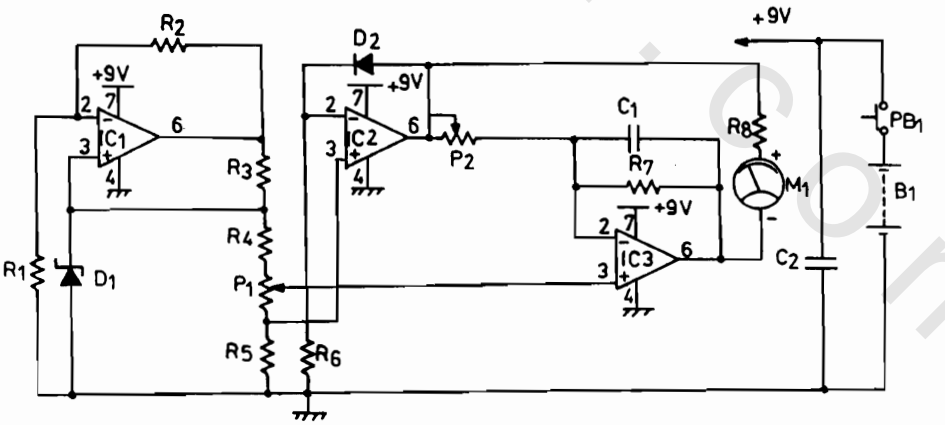
ويكون الجهد فى الوصلة R1, R2 حوالى 3.4V فعندما تكون درجة الحرارة صفراً يتم ضبط مكبر العمليات بواسطة P1 بحيث يكون خرجه صفراً.

وهذا سيحدث عندما يكون الجهد عند الوصلة بين R3, P1 مع R4 مساوياً 3.4V أيضًا. 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 خرجه موجباً ويقرأ 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 بصدده.



الشكل (٣ – ١٧)

عناصر الدائرة:

مقاومات متغيرة 10KΩ	P_1, P_2
مقاومة كربونية 47KΩ	R_1
مقاومة كربونية 1KΩ	R_2, R_8
مقاومة كربونية 100Ω	R_3
مقاومة كربونية 10KΩ	R_4
مقاومة كربونية 27KΩ	R_5
مقاومة كربونية 4.7KΩ	R_6
مقاومة كربونية 33 KΩ	R_7
مكثف بوليستير 47nF	C_1, C_2
موحد زينر 5.6V وقدرته 400mW	D_1
موحد سليكونى 1N4148	D_2
مكبرات عمليات طراز 741	IC_1, IC_2, IC_3
ضاغط بريشة مفتوحة	PB_1
جهاز أميتر 1mA	M
بطارية جافة 9V	B_1

نظرية التشغيل:

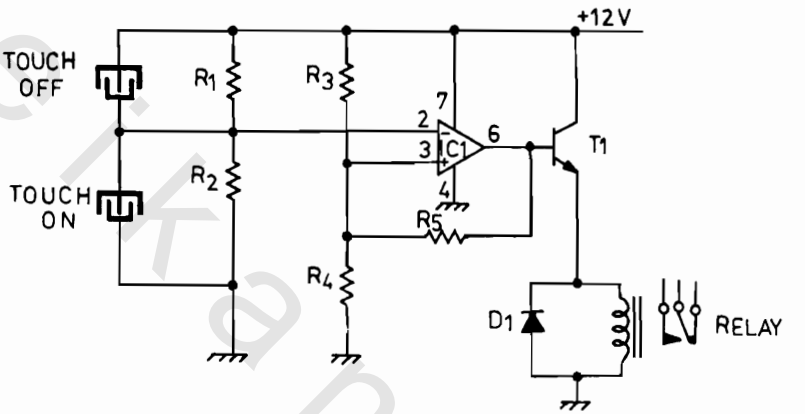
يعمل D_1 لتوفير جهد أساسى ثابت وتقوم الدائرة المتكاملة IC_1 بضمان ثبات التيار المار فى موحد الزينر D_1؛ لذلك فإن الزينر لن يتأثر بتغير جهد المصدر. وعندما تتغير درجة حرارة الموحد D_2 المستخدم فى الإحساس بدرجة الحرارة فإن خرج المكبر IC_2 سيتغير بمعدل ($2mV/^oC$) وهذا الجهد يكبر بواسطة IC_3 ويتم تغذية الجهد المكبر إلى جهاز القياس. ويتم معايرة الجهاز عند الصفر (0^oC) بواسطة P_1 ويتم معايرة الجهاز عند التدريج الكامل بواسطة P_2.

obeikandl.com

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:

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

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 بالتوازى مع مقاومة الأصبع والتى تكون أقل من 5MΩ وبالتالى 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 الكهربية 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 تضيىء عند فتح أحد البابين الأماميين.

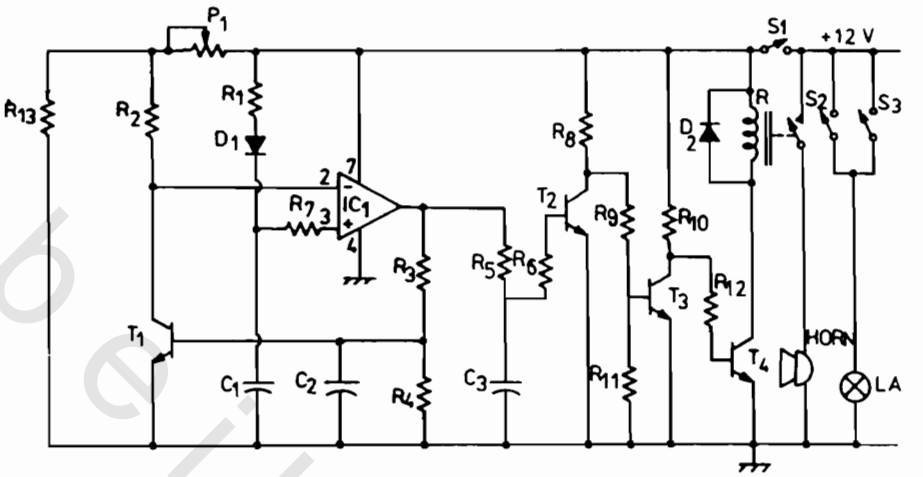
والشكل (٣ – ١٩) يعرض دائرة الإنذار التى بصددها.

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1KΩ	R1, R14
مقاومة كربونية 3.3KΩ	R2

مقاومة كربونية 4.7KΩ	R_3, R_8, R_{10}
مقاومة كربونية 560 Ω	R_4
مقاومة كربونية 680 KΩ	R_5
مقاومة كربونية 47KΩ	R_6, R_7
مقاومة كربونية 22KΩ	R_9
مقاومة كربونية 27KΩ	R_{11}
مقاومة كربونية 2.2KΩ	R_{12}
مقاومة كربونية 5.6KΩ	R_{13}
مقاومات متغيرة 470Ω	P_1
مكثف كيميائى 22µF/15V	C_1
مكثف كيميائى 2.2µF/3V	C_2
مكثف تنتاليوم 100µF/3V	C_3
موحد طراز OA85 أو AA116	D_1
موحد طراز 1N4148 أو 1N914	D_2
ترانزستور NPN طراز BC107	T_1, T_2, T_3, T_4
ريلاى جهده 12V ومقاومته أكبر من 120Ω	RE
مكبر عمليات طراز 741	IC_1
بوق السيارة	BZ
لمبات الإضاءة الداخلية بالسيارة	LA
مفاتيح نهاية مشوار موجودة فى الأبواب الأمامية وتكون مفتوحة عند غلق هذه الأبواب	S_2, S_3
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

obeikandl.com



الشكل (٣ - ١٩)

نظرية التشغيل:

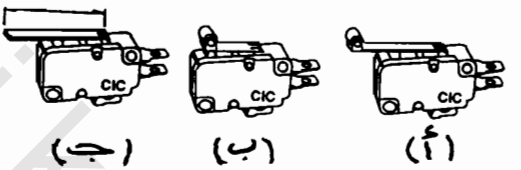
عند خروج صاحب السيارة من السيارة يقوم بغلق المفتاح S1 فى هذه الحالة يصبح جهد المدخل العاكس للمكبر IC1 مساوياً 10V من خلال R2 ويشحن المكثف C1 عبر R1, D1 إلى أن يصبح جهد المدخل غير العاكس أقل قليلاً من جهد المدخل العاكس نتيجة لفقد الجهد على الموحد D1.

وبالتالى 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 وبالتالى يصبح خرج المكبر عالياً ومن ثم يعمل T1 مما يجعل جهد المدخل العاكس صفراً، الأمر الذى يجعل الدائرة فى حالة إمساك علىٰ هذه الحالة.

وتعمل R3, C2 كمرشح يمرر 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 فيتحول T4 لحالة الوصل ويعمل الريلاى RE ومن ثم يعمل بوق السيارة. ويمكن إيقاف البوق فى هذه الحالة بفتح المفتاح S1.

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

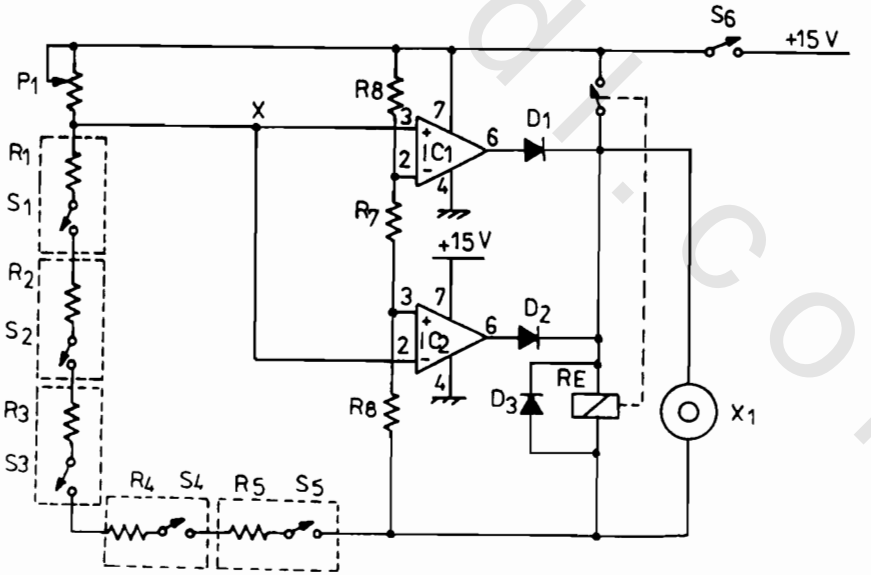
والشكل (٣ – ٢٠) يعرض ثلاثة نماذج مختلفة لمفاتيح نهايات المشوار Limit Switches فالشكل أ يعرض نموذجاً لمفتاح نهاية مشوار ببكرة بذراع تشغيل طويل والشكل ب يعرض نموذجاً لمفتاح نهاية مشوار ببكرة بذراع تشغيل قصير والشكل (جـ) يعرض نموذجاً لمفتاح نهاية مشوار بذراع.



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:

مقاومات كربونية 10KΩ	$R_1 : R_5$
مقاومات كربونية 100KΩ	R_6, R_8
مقاومة كربونية 1 KΩ	R_7
مقاومة متغيرة 100KΩ	P_1
مكبرات عمليات 741	IC_1, IC_2
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_1, D_2, D_3
مفاتيح نهايات مشوار صغيرة	$S_1 : S_5$
مفتاح قطب واحد بريشة واحدة	S_6
جرس يعمل عند جهد 12V	X_1
ريلاى يعمل عند جهد 15V ومقاومته أكبر من 200Ω	RE

نظرية عمل الدائرة:

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

ويجب أن يكون مجموع المقاومات $R_1 : R_5$ 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 الشبابيك والأبواب بغلق المفاتيح $S_1 : S_5$ ثم نضبط المقاومة المتغيرة P_1 حتى يتوقف جرس الإنذار. وعند خروج أهل المنزل يتم غلق المفتاح S_6 **فعند محاولة لص دخول المنزل فهناك احتمالين وهما:**

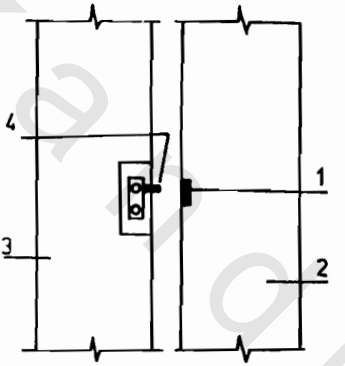
١ – محاولة قطع الحلقة الأمنية المؤلفة من المفاتيح $S_1 : S_5$ والمقاومات $R_1 : R_5$، وذلك عند فتح أحد الأبواب أو الشبابيك فى هذه الحالة يصبح جهد النقطة X مساوياً 15V فيصبح خرج IC_1 عالياً وبالتالى يصبح خرج بوابة OR المؤلفة من خرج المكبرين IC_1, IC_2 عاليًا فيعمل الريلاى RE ومن ثم يعمل الجرس.

obeikandl.com

٢ – محاولة اللص بإحداث قصر على أحد المفاتيح وأحد المقاومات الخاصة بالحلقة الأمنية مثل عمل قصر على المفتاح S_1 والمقاومة R_1 وبالتالى يقل جهد النقطة X فيصبح خرج المكبر IC_2 عالياً ومن ثم يصبح خرج بوابة OR المؤلفة من خرج المكبرين IC_1 , IC_2 عالياً فيعمل الريلاى ومن ثم يعمل الجرس.

وفى كلتا الحالتين يقوم الريلاى RE بغلق الريشة المفتوحة له وبالتالى 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)

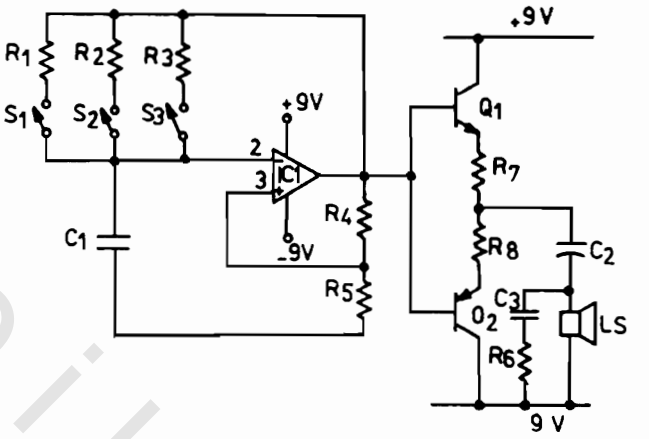
حيث إن:

لوح ضغط	1
الباب	2
حلق الباب	3
خابور أو بكرة مفتاح نهاية المشوار	4

دائرة رقم (١٩) دائرة إنذار تعطى ثلاثة أصوات مختلفة

الشكل (٣ – ٢٣) يعرض دائرة إنذار تعطى ثلاثة أصوات مختلفة.

obeikandl.com



الشكل (٣ – ٢٣)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 22KΩ	R1
مقاومة كربونية 10KΩ	R2
مقاومة كربونية 4.7KΩ	R3
مقاومة كربونية 100KΩ	R4, R5
مقاومة كربونية 27Ω	R6
مقاومة كربونية 1Ω	R7, R8
مكثف سيراميك 0.1µF	C1
مكثف كيميائى 100µF/25V	C2
مكثف سيراميك 0.01µF	C3
ترانزستور NPN طراز AC175	Q1

obeikandl.com

ترانزستور NPN طراز AC117	Q_2
دائرة متكاملة لمكبر عمليات 741	IC_1
سماعة مقاومتها 8Ω	LS

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة التى بصددها تعمل كمذبذب لامستقر فعند غلق المفتاح S1 يعمل المذبذب بتردد يساوى:

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

وعند غلق المفتاح S2 يعمل المذبذب بتردد يساوى:

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

وعند غلق المفتاح S3 يعمل المذبذب بتردد:

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

وفى كل مرة تقوم الترانزستورات Q_1, Q_2 بتكبير خرج المكبر ليكون مناسباً لتشغيل السماعة LS وبالتالى 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) دائرة مكبر الميكروفون

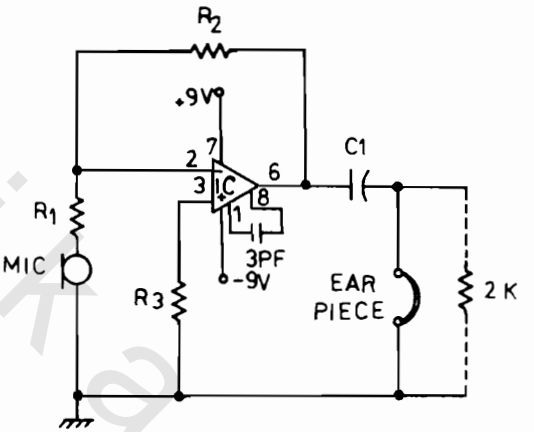
الشكل (٣ – ٢٤) يعرض دائرة عملية بسيطة لمكبر ميكرفون له معاوقه صغيرة حيث يوصل الميكرفون بالمدخل العاكس لمكبر العمليات لصغر معاوقه الدخل لهذا المدخل.

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1.2K	R_1, R_3
مقاومة كربونية 240K	R_2

obeikandl.com

ميكرفون له معاوقة صغيرة	MIC
مكثف كيميائى 10μF/25V	C1
سماعة أذن مقاومتها 2000Ω	EAR PIECE
مكبر عمليات 741	IC1



الشكل (٣ – ٢٤)

نظرية عمل الدائرة:

يعمل المكبر IC1 كمكبر عاكس له كسب جهد يساوى

$$Av = \frac{-R2}{R1} = -200$$

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

ويجب أن تكون مقاومة الميكرفون مساوية لقيمة المقاومة R1 أى 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.

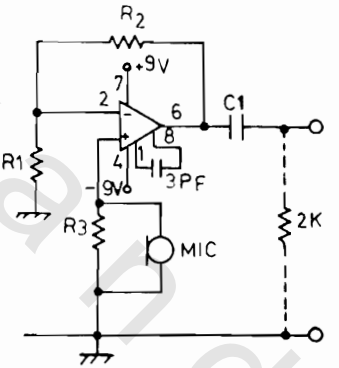
فإذا أردت توصيل سماعة بدلاً من سماعة الأذن يجب أن توصل مقاومة 2KΩ بخرج المكبر (المقاومة المنقطة) وإعادة تكبير خرج المكبر باستخدام دائرة مكبر قدرة

صوتية Audio power Amplifier .

أما فى 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 R3 أصبحت قيمتها 1MΩ .

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)

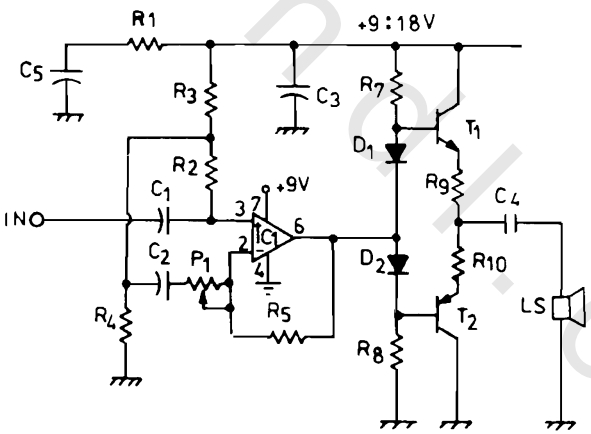
علماً بأن هذه الدائرة تحتاج لمصدر قدرة يتراوح ما بين (+9:18V) .

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 1KΩ
R2, R4	مقاومة كربونية 10KΩ
R3, R5	مقاومة كربونية 100KΩ
R6	مقاومة كربونية 100Ω
R7, R8	مقاومة كربونية 820Ω
R9, R10	مقاومة كربونية 12Ω

obeikandl.com

مقاومة متغيرة 2.2KΩ	P_1
مكثف كيميائى 1μF/25V	C_1, C_2
مكثف كيميائى 200μF/25V	C_3
مكثف كيميائى 220μF/25V	C_4
مكثف كيميائى 100μF/16V	C_5
موحدات سليكونية طراز 1N4148	D_1, D_2
ترانزستور NPN طراز BC141	T_1
ترانزستور PNP طراز BC161	T_2
مكبر عمليات 741	IC_1
سماعة 8Ω	LS



الشكل (٣ - ٢٦)

نظرية عمل الدائرة:

تدخل إشارة الدخل القادمة من مكبر الميكرفون إلى المدخل غير العاكس للمكبر IC_1 والذى له معاوقه دخل كبيرة، وبالتالى يكون تيار الدخل المسحوب صغيراً جداً.

obeikandl.com

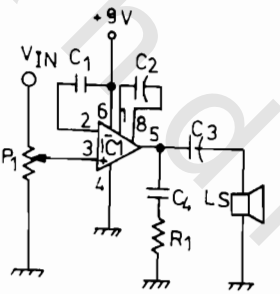
أما المدخل العاكس لمكبر العمليات IC1 فيتم توصيله بكلٍّ من C2, R4 وتعمل C4 كدائرة مقصورة عند الترددات السمعية.

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 يؤدى إلى وشوشة من السماعة لذلك يجب معايرة P1 بحيث لاتسمع أى طنين 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:

(BC161 و BC141) أو (AC128 و AC127) أو (AC117 و AC175).

والجدير 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:

مقاومة متغيرة 10KΩ	P1
مقاومة كربونية 10Ω	R1
مكثف سعته 0.1μF	C1
مكثف كيميائى 10μF/16V	C2

مكثف كيميائى 250µF/25V	C_3
مكثف بوليستير 0.05µF	C_4
مكبر عمليات طراز LM386	IC_1
سماعة مقاومتها 8Ω	LS

والجدير بالذكر أن المكثف C_2 يعطى كسب مقداره 200 للمكبر وتضاف المقاومة R_1 والمكثف C_4 لخمد الترددات العالية التى تحدث فى التأرجح السالب عند سحب تيار عالى من المكبر. أما المكثف C_1 فيعمل على ربط مصدر القدرة مع المكبر إذا كانت المسافة بين مكثف الترشيح لمصدر القدرة والمكبر أكبر من (5 : 8Cm).

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.

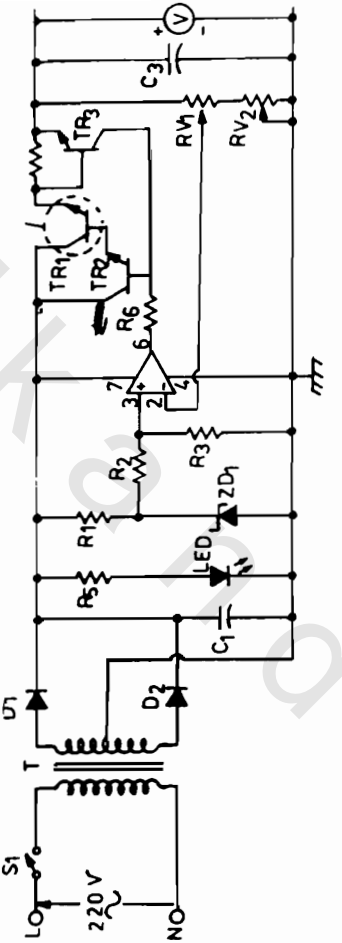
عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 2.7KΩ وقدرتها 1W	R_1
مقاومة كربونية 3.9KΩ وقدرتها 1W	R_2
مقاومة كربونية 2.7KΩ وقدرتها 1W	R_3
مقاومة كربونية 0.5Ω وقدرتها 2W	R_4
أو مقاومة كربونية 0.68Ω وقدرتها 2W	
مقاومة كربونية 680Ω وقدرتها 1W	R_5
مقاومة كربونية 1.5KΩ وقدرتها1W	R_6
مقاومة متغيرة 10KΩ وقدرتها 1W	RV_1, RV_2
مكثف كيميائى 1000µF/25V	C_1
مكثف بوليستير 0.1µF وجهده 160V	C_2

مكثف كيميائى 50µF وجهده 25V	C_3
دائرة متكاملة لمكبر عمليات 741	IC_1
ترانزستور NPN طراز 2N3054	TR_1
ترانزستور NPN طراز 2N3053	TR_2
ترانزستور NPN طراز BC107B أو BC108B	TR_3
موحد سليكونى طراز 1N4001	D_1, D_2
موحد زينر 6.8V وقدرته 400mW	ZD_1
موحد باعث للضوء 5mA	LED
محول 220/12-0-12V وتياره 1A	T
مفتاح سكة واحدة قطب واحد	S_1
صندوق بلاستيك	
مبدد حرارة للترانزستور TR_1	
فولتميتر قياس 0:30V	M

والجدير بالذكر أنه يمكن استبدال الترانزستورات TR_1, TR_2 بترانزستور دارلنجتون طراز NE10009؛ علماً بأن ترانزستور دارلنجتون يحتاج لمبدد حرارة.

obeikandi.com



الشكل (٣-٢٨)

obeikandl.com

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 والذى يساوى ($\frac{R3}{R2+R3}$)Vz مع جهد التغذية المرتدة VFB.

وخرج المكبر يعمل على التحكم فى موصلية الترانزستورات TR1, TR2 واللذان يشكلان ترانزستور دارلنجتون ليبقى 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 والتى 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:

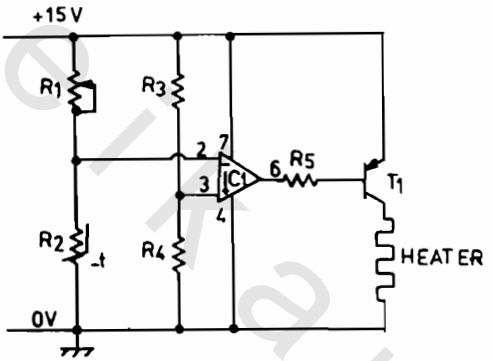
مقاومة متغيرة 10kΩ	R1
مقاومة حرارية لها معامل حرارى سالب ومقاومتها عند الصفر المئوى 12KΩ	R2
مقاومات كربونية 10KΩ	R3, R4
مقاومة كربونية 3.3KΩ	R5

oberkandl.com

T_1	ترانزستور PNP طراز 2N6107 أو BDX34
Heater	سخان حرارى قدرته 150W يعمل عند 15V
IC_1	مكبر عمليات 741

نظرية التشغيل:

يعمل مكبر العمليات IC_1 كمقارن حيث يقارن جهد المدخل العاكس والذى يعتمد على قيمة المقاومة R_1 (جهد الأساس) والمقاومة الحرارية. R_2،والتى قيمتها تعتمد على درجة حرارة الفرن، وذلك مع جهد المدخل غير العاكس وتعمل R_3,R_4 كمجزىء جهد، وحيث إنهما متساويتان لذلك فإن جهد المدخل غير العاكس يساوى نصف جهد المصدر أى 7.5V. فعند ارتفاع درجة حرارة الفرن فإن قيمة المقاومة R_2 ستنخفض، وبالتالى يقل جهد المدخل العاكس عن جهد المدخل غير العاكس، فيصبح خرج المكبر عالياً، وبالتالى يتحول ترانزستور القدرة T_1 لحالة القطع ليفصل السخان.



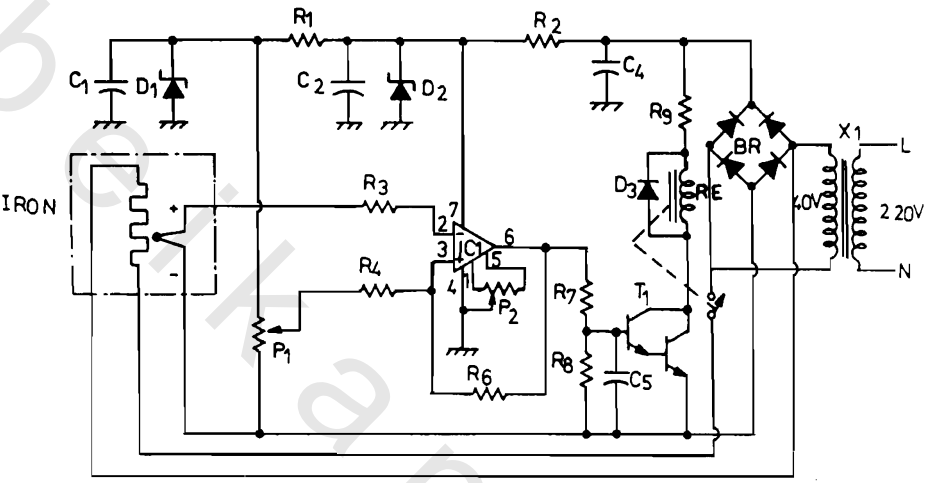
الشكل (٣ - ٢٩)

وعند انخفاض درجة حرارة الفرن، تزداد قيمة المقاومة R_2، وعند انخفاض درجة حرارة الفرن عن القيمة المعاير عليها بواسطة المقاومة المتغيرة R_1 يصبح جهد المدخل العاكس أكبر من جهد المدخل غير العاكس فيصبح جهد المكبر صفراً، ويتحول الترانزستور T_1 لحالة الوصل ويعمل السخان من جديد. والجدير بالذكر أن المقاومة الحرارية يجب أن تكون ملتصقة بعنصر التسخين، وهذه الدائرة مناسبة للتحكم فى 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 :

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

obeikandl.com

مقاومة كربونية 6.8KΩ	R_7
مقاومة كربونية 8.2KΩ	R_8
مقاومة كربونية 470Ω وقدرتها 2W	R_9
مقاومة متغيرة 10KΩ	P_1
مقاومة متغيرة 100KΩ	P_2
مكثف كيميائى 47µF وجهده 16V	C_1
مكثف كيميائى 470µF وجهده 16V	C_2
مكثف بوليستير 10nF	C_3
مكثف كيميائى 100µf/ 63V	C_4
مكثف كيميائى 10µf/16V	C_5
ترانزستور دارلنجتون طراز BC517	T_1
قنطرة توحيد تتكون من أربعة موحدات طراز 1N4002	BR
ريلاى جهده 12V ومقاومته 240Ω	RE
مكبر عمليات طراز CA3130	IC_1
كاوية لحام تعمل عند جهد 40V ومزودة بازدواج حرارى له نسبة تحويل 50mV/100°C	IRON

نظرية عمل الدائرة:

يستخدم مكبر العمليات IC_1 كمقارن حيث يقارن جهد خرج الازدواج الحرارى الداخل على المدخل العاكس مع جهد الأساس المعاير بواسطة المقاومة المتغيرة P_1 والذى يتراوح ما بين (4.7V : 0) والداخل على المدخل غير العاكس.

فعندما يكون جهد خرج الازدواج الحرارى أقل من جهد الأساس فإن خرج المكبر IC_1 سيكون عالياً، وبالتالى يتحول T_1 لحالة الوصل ويعمل الريلاى RE وتكتمل

obeikandl.com

دائرة كاوية اللحام. وعند وصول جهد خرج الازدواج الحرارى لقيمة أعلى من جهد الأساس فإن خرج المكبر IC1 سيصبح منخفضاً (0V) ، وبالتالى 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.

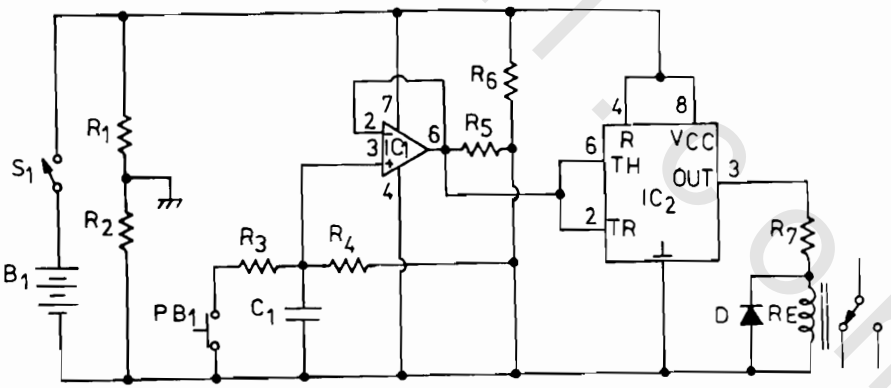
أما الموحدات D1, D2 فتقوم بتثبيت جهد الأساس.

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 والذى 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 للتسربات العالية فى هذه المكثفات. وللتغلب على ذلك يمكن استخدام هذه الدائرة المبينة بالشكل (٣ – ٣١).



الشكل (٣ – ٣١)

عناصر الدائرة:

R_1	مقاومة كربونية 4.7KΩ
R_2	مقاومة كربونية 1.5KΩ
R_3, R_5	مقاومة كربونية 100Ω
R_4	مقاومة كربونية 10MΩ
R_6	مقاومة كربونية 10KΩ
R_7	مقاومة كربونية 60 Ω
C_1	مكثف بوليستير 1µF
IC_1	مكبر عمليات طراز LF356
IC_2	مؤقت 555
PB_1	ضاغط بريشة مفتوحة
S_1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
D_1	موحد طراز 1N4001
RE	ريلاى جهده 12V ومقاومته 240Ω
B_1	بطارية جهدها 9V

نظرية عمل الدائرة:

تستخدم المقاومات R_1, R_2 للحصول على أرضى افتراضى. فعند الضغط على الضاغط PB_1 فإن المكثف C_1 سيفرغ شحنته عبر المقاومة R_3 والضاغط PB_1، وتباعاً فإن خرج مكبر الوحدة IC_1 سيكون منخفضاً، وبالتالى يصبح خرج المؤقت 555 عالياً.

وبعد تحرير الضاغط PB_1 فإن تيار صغير سوف يمر فى المسار R_6, R_4, C_1 ليشحن المكثف C_1 وعند وصول جهد المكثف C_1 إلى حوالى 2/3 جهد البطارية أى 6V فإن

obeikandl.com

خرج المكبر IC1 سيصبح عالياً، ومن ثم يصبح خرج المؤقت 555 منخفضاً.

ويمكن اعادة دورة التشغيل بإعادة الضغط على الضاغط PB1 مرة أخرى.

ويمكن الحصول على زمن خروج النبضة العالية من المؤقت 555 من المعادلة التالية.

$$T = 1.1 C_1 R_4 \left(\frac{R_6}{C_5} \right)$$

$$= 1100 \text{ Sec}$$

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)

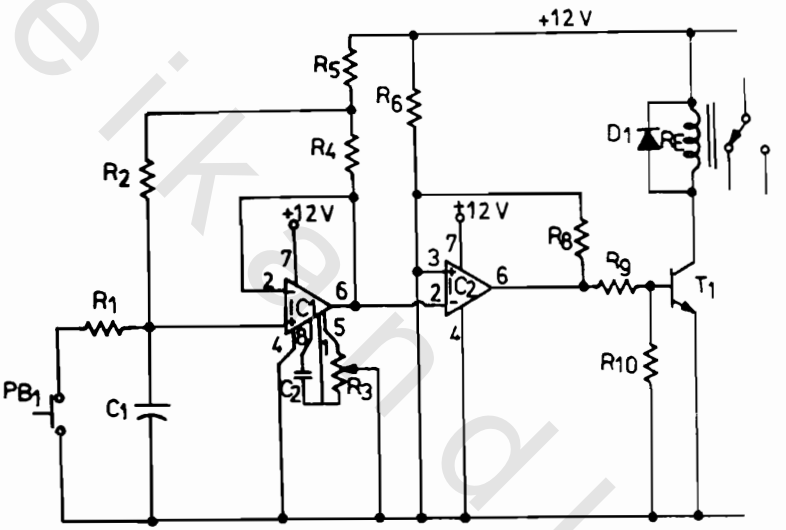
الشكل (٣ – ٣٢) يعرض دائرة مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل زمن يتراوح ما بين (0sec : 1000sec).

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 100Ω	R_1, R_4
مقاومة كربونية 1MΩ	R_2
مقاومة متغيرة 100KΩ	R_3
مقاومة كربونية 10KΩ	R_5
مقاومة كربونية 3.3KΩ	R_6
مقاومة كربونية 5.6KΩ	R_7
مقاومة كربونية 10MΩ	R_8
مقاومة كربونية 4.7KΩ	R_9
مقاومة كربونية 1KΩ	R_{10}
مكثف كيميائى 10µf/16V	C_1

obeikandl.com

موحد طراز 1N4148أو 1N914	D_1
ترانزستور NPN طراز BC107	T_1
مكبر عمليات طراز 3130	IC_1
مكبر عمليات طراز 741	IC_2
ريلاى جهده 12Vومقاومته لا تقل عن 120Ω	RE
ضاغط بريشة مفتوحة	PB_1



الشكل (٣ – ٣٢)

نظرية عمل الدائرة:

عند الضغط على الضاغط PB_1 فإن المكثف C_1سوف يفرغ شحنته ويصبح خرج المكبر IC_1 والموصل كمكبر وحدة صفراً. وبالتالى يكون جهد دخل المدخل العاكس للمكبر IC_2 والموصل كمقارن صفراً، ومن ثم فإن جهد المدخل غير العاكس للمكبر IC_2 والقادم من مجزىء الجهد R_6, R_7 أكبر من جهد المدخل غير العاكس، والنتيجة أن يصبح خرج المكبر IC_2 عالياً.

والجدير بالذكر أن الجهد المشكل على المقاومة R_4 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:

$$T = R_2C_1 \left(1 + \frac{R_5}{R_4} + \frac{R_5}{2}\right) \ln\left(1 + \frac{R_7}{R_6}\right)$$

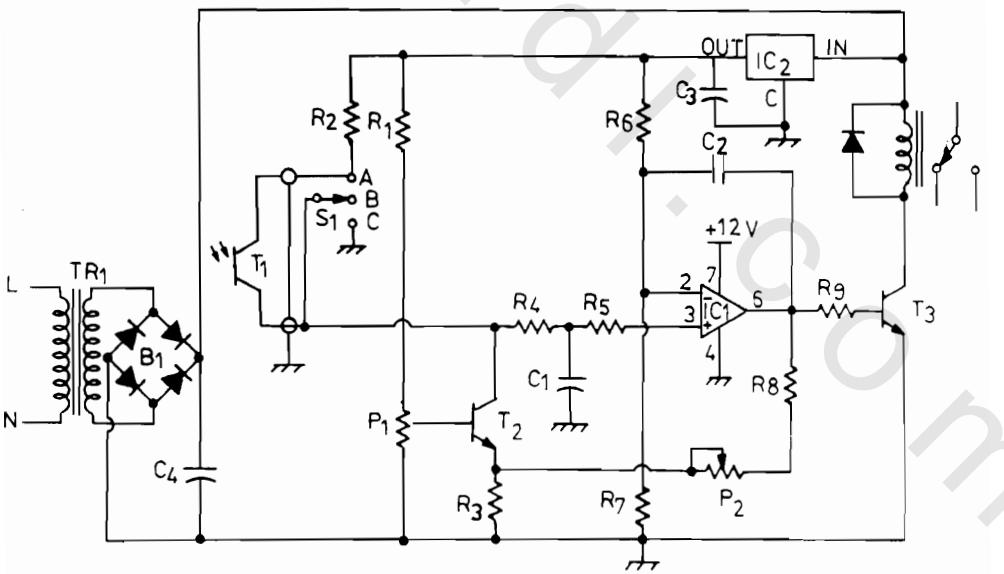
$$= 0.001\ R_2 \qquad (S)$$

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

والجدير بالذكر أن التغذية المرتدة الموجبة للمكبر IC2 بواسطة R8 تمنع حدوث تكبير لأى ضوضاء قادمة من المكبر IC1 بواسطة المكبر 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:

مقاومة كربونية 22KΩ	R_1, R_2
مقاومة كربونية 100Ω	R_3
1MΩ	R_4
مقاومات كربونية 100KΩ	R_5, R_6, R_7
مقاومة كربونية 1KΩ	R_8
مقاومة كربونية 10KΩ	R_9
مقاومة متغيرة 2.5KΩ	P_1
مكثف كيميائى 1µF/16V	C_1, C_3
مكثف بوليستير 10nF	C_2
مكثف كيميائى 470µF/25V	C_4
ترانزستور NIN ضوئى طراز TIL81 أو BP103	T_1
ترانزستور NpN طراز BC547B	T_2, T_3
قنطرة توحيد طراز B80C1500	B_1
دائرة متكاملة لمكبر عمليات طراز CA3130	IC_1
منظم جهد طراز 78L12A	IC_2
ريلاى يعمل عند جهد 20V ومقاومته لا تقل عن 200A	RE_1
محول 220/15V وتياره 1A	TR_1
مفتاح قطب واحد سكتين.	S_1

نظرية عمل الدائرة

عند سقوط ضوء النهار على الترانزستور الضوئى T_1 يتحول الترانزستور لحالة الوصل، فيتوزع التيار المار فى هذا الترانزستور بين الترانزستور T_2 وكل من (R_4, C_1)،

obeikandl.com

وحيث إن الترانزستور T2 يعمل كمصدر تيار، وبالتالى 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 كهربى عبر المقاومات R3, P2, R8، وهذا سيؤدى إلى حدوث تغير طفيف فى التيار المار فى T2 . وبالتالى لو انخفض التيار المار فى T1 فإن ذلك لن يعيد الدائرة لوضعها الطبيعى.

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 العلميات IC1.

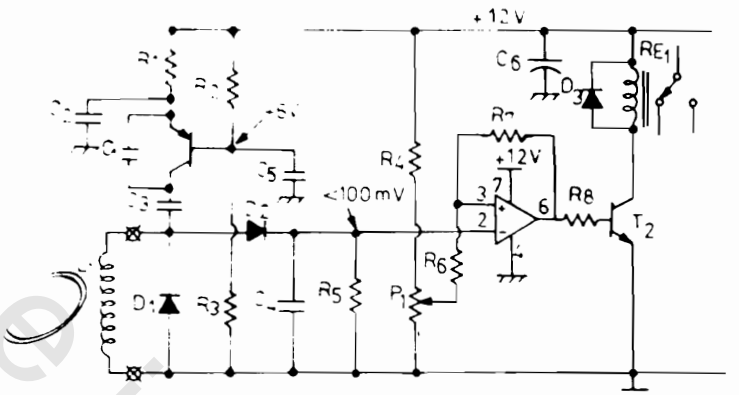
وتسحب الدائرة حوالى 10mA بالإضافة إلى تيار الريلاى.

ولهذه الدائرة ثلاثة أوضاع وهم كالأتى:

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

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

الشكل (٣ – ٣٤) يعرض دائرة مفتاح تقاربى يعمل عند اقتراب الأجسام المعدنية.



الشكل (٣ – ٣٤)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10MΩ	**R1**
مقاومة كربونية 1.5KΩ	**R2, R3**
مقاومة كربونية 4.7KΩ	**R4, R8**
مقاومة كربونية 100KΩ	**R5**
مقاومة كربونية 1KΩ	**R6**
مقاومة كربونية 1MΩ	**R7**
ملف غير محمى بشبكة 100mH	**L1**
مكثف بوليستير 82PF	**C1**
مكثف بوليستير 220PF	**C2**
مكثف بوليستير 8.2PF	**C3**
مكثف بوليستير 47nF	**C4**

obeikandl.com

مكثف بوليستير 180nF	C_5
مكثف كيميائى 10µF/16V	C_6
ترانزستور PNP طراز BC557B	T_1
ترانزستور PNP طراز BC547B	T_2
موحد طراز AA119	D_1, D_2
موحد طراز 1N4148	D_3
ريلاى جهده 12V ومقاومته أكبر من 240Ω	RE_1

نظرية عمل الدائرة:

يقوم هذا المفتاح بإعطاء بيان عند اقتراب جسم معدنى (حديد) منه ويقوم الملف L_1 يمثل أحد عناصر مذبذب كولبيت Colpitt المؤلف من R_1, R_2, R_3, L_1 بتوليد مجال مغناطيسى يتأثر بتقارب الأجسام المعدنية منه. فعند اقتراب جسم معدنى من الملف L_1 ينخفض المجال المغناطيس، مما يؤدى إلى توقف المذبذب والذى يعمل فى الحالة الطبيعية بتردد (70HZ). ويتم توحيد خرج المذبذب بواسطة الموحدات D_1, D_2 ، ويتم مقارنة خرج المذبذب الموحد بواسطة مكبر العمليات IC_1، وجهد الأساس المعاير بواسطة المقاومة المتغيرة P_1، وفى حالة زيادة جهد خرج المذبذب عن جهد الأساس فإن خرج المكبر سيكون منخفضاً. وعندما يكون جهد خرج المذبذب أقل من جهد الأساس وذلك عند اقتراب جسم معدنى يصبح خرج المكبر IC_1 عالياً، فيعمل الترانزستور T_2 ومن ثم يعمل الريلاى RE_1 وتتغير حالة ريشه.

ولضبط الدائرة يجب توصيل التيار الكهربى بالدائرة، ثم ضبط قيمة P_1 عند أقل قيمة بحيث لا يعمل الريلاى RE_1 ولتقليل حساسية الدائرة نزيد قيمة P_1 قليلاً.

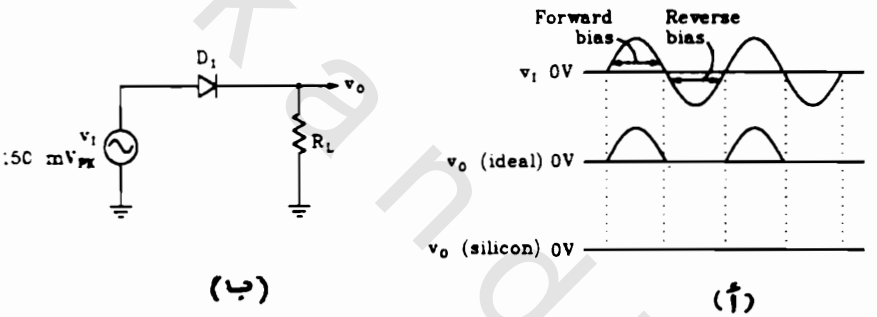
obeikandl.com

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 10MΩ .

الدائرة رقم (٢٩) الموحد المثالى

الشكل (٣ – ٣٥) يعرض دائرة لدائرة توحيد نصف موجة باستخدام الموحد D1 (الشكل أ)، وخرج موجات الدخل والخرج المثالى Vo(Ideal) والخرج الفعلى لموحد السليكون Vo(Silicon) .



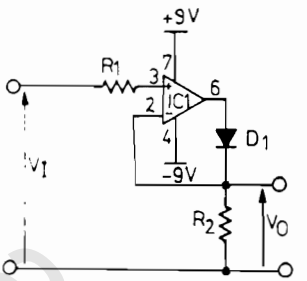
الشكل (٣ – ٣٥)

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

والشكل (٣ – ٣٦) يعرض دائرة موحد مثالى باستخدام مكبر عمليات طراز 741 .

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10KΩ	R_1, R_2
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_1
دائرة متكاملة طراز 741	IC_1



الشكل (٣ – ٣٦)

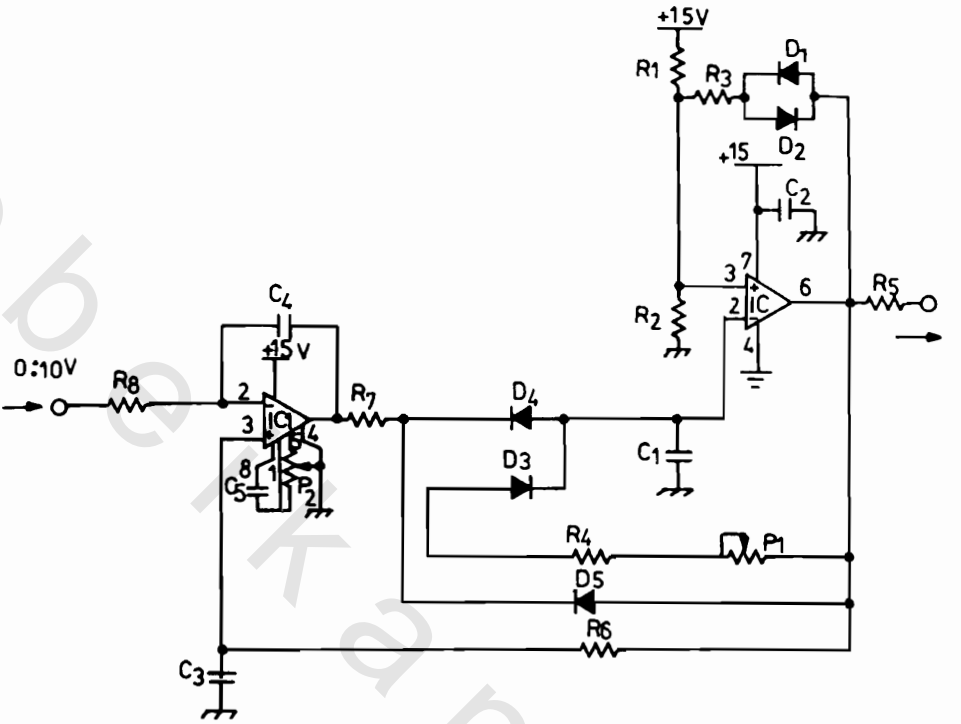
نظرية عمل الدائرة:

يكون دخل مكبر العمليات IC_1 هو الفرق بين إشارة الدخل Vi وإشارة الخرج Vo ويتحول الموحد D_1 لحالة الوصل عندما يكون Av(Vi-Vo) أكبر من جهد الانحياز الأمامى للموحد والذى 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 ملى فولتات (mV).

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

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

obeikandl.com



الشكل (٣ - ٣٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 100KΩ	R1, R2, R3
مقاومة كربونية 180KΩ	R4
مقاومة كربونية 10KΩ	R5
مقاومة كربونية 1MΩ	R6, R8
مقاومة كربونية 1KΩ	R7
مقاومة متغيرة 10KΩ	P1
مقاومة متغيرة 100KΩ	P2
مكثف بوليستير 470PF	C1

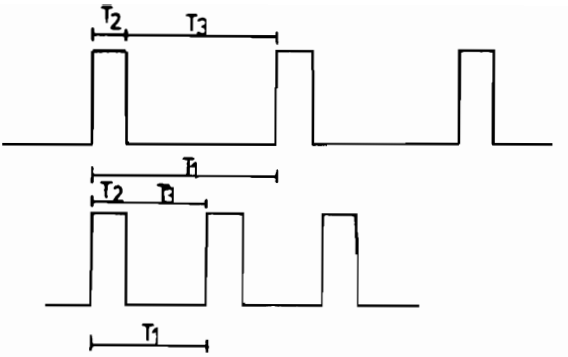
obeikandl.com

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

نظرية عمل الدائرة :

يعمل IC_1 كمحول جهد لتردد بالطريقة التالية، لنفرض أن خرج المكبر IC_1 فى البداية يساوى جهد التشبع Vsat+ أى (+13V)، فى هذه الحالة فإن المكثف C_1 سيشحن عبر D_3, R_4, P_1 فى ثابت زمن مقداره $C_1 (R_4 + P_1)$ 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 سيساوى تقريباً 10V نظراً لأن R_1, R_3, R_4 يعملون كمجزىء جهد لجهد المصدر (+15V)، وبالتالى 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)

والجدير بالذكر أن خرج IC1 يتم ترشيحه لجعله خرج مستمر ثابت بواسطة R6, C3، ويكون قيمة جهد الخرج مساوياً V2 والذى 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 موجباً، 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 V2 = V1، 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).

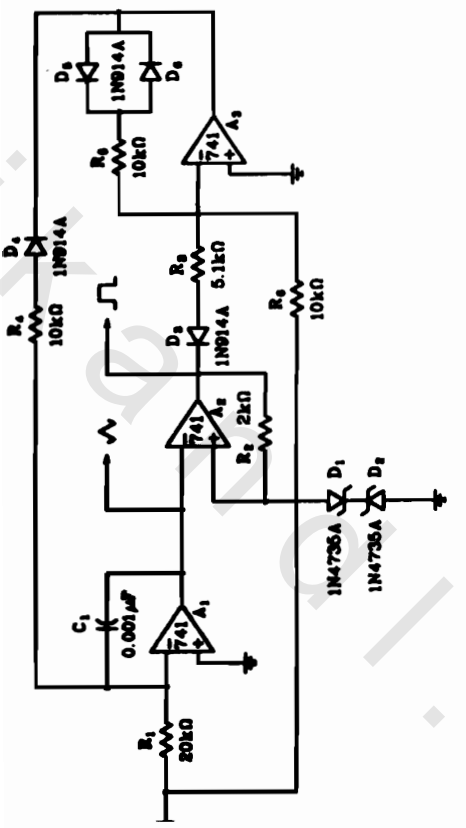
الدائرة رقم (٣١) محول جهد لتردد VCO خرجه موجات مثلثة ومربعة

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

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 20KΩ	R_1
مقاومة كربونية 2KΩ	R_2
مقاومة كربونية 5.1KΩ	R_3
مقاومة كربونية 10KΩ	R_4, R_5, R_6
موحدات زينرطراز 1N4735A	D_1, D_2
موحدات سليكونية طراز 1N914A	$D_3 : D_6$
مكثف كيميائى 0.001F وجهده 16V	C_1
مكبرات عمليات طراز 741	$A_1 : A_3$

obeikandl.com


D6
1N914A
D7
R6
10kΩ
A3
741
D4
1N914A
R4
10kΩ
R5
5.1kΩ
R7
10kΩ
D5
1N914A
A2
741
R2
2kΩ
D1
D2
1N4735A
1N4735A
C1
0.001μF
A1
741
R1
20kΩ

الشكل (٣ – ٣٩)

نظرية التشغيل:

بفرض أن D_4 منحازًا عكسيًا فى البداية، لذلك فإنه يصبح كما لو كان مفتاحًا مفتوحًا ، وبالتالى فإن جهد الدخل V_{IN} والمقاومة R_1 سيحددان تيار التغذية المرتدة للمكبر A_1 والمسار من مخرج إلى المدخل A_1 العاكس (–) عبر المكثف C_1، فيشحن المكثف C_1، علما بأن الجهد على المكثف C_1 سيزداد خطيا لثبات تيار الشحن، وحيث إن الجهة اليسرى للمكثف C_1 موصل بالأرضى الافتراضى، وبالتالى يكون خرج مكبر العمليات موجة خطية متزايدة **Ramp** (موجة مثلثة) ويدخل خرج المكبر A_1 (الموجة المثلثة) إلى المدخل العاكس (–) للمكبر A_2 والذى يعمل كمقارن برجوعية (ارجع للفقرة ١ / ٦ / ٦)، فعندما يكون جهد **Ramp** أعلى من جهد المدخل غير العاكس الأدنى (العتبة السفلى) والذى يساوى:

$$V_{LT} = - V_{ZD1} - V_{FD2}$$

حيث إن:

العتبة السفلية	V_{LT}
جهد انهيار موحد الزينر	V_{ZD1}
فقد لجهد فى موحد الزينر D_2	V_{FD2}

فإن خرج المكبر A_2 يصبح $+V_{sat}$ ويعمل هذا الجهد على إحداث انحياز عكسى للموحد D_3، ويعمل المكبر A_3 كمكبر عاكس بسيط ويكون خرجه مساويًا $-V_{sat}$ ويتواجد جهد مساوى $-V_{IN}$ على يمين المقاومة R_4. وحيث إن قيمة R_4 تساوى نصف قيمة R_1 أو يزيد؛ لذلك فإن التيار المار فى المقاومة R_4 متوقع أن يكون ضعف التيار فى المقاومة R_1، ولكن فى عكس الاتجاه. والتيار المار فى R_4 لن يلاشى التيار فى R_1، ولكن يغذى تيارًا عكسيًا للمكثف C_1، وبالتالى فإن C_1 سوف يشحن بنفس المعدل فى الاتجاه المعاكس، ويظل الجهد على C_1 يزداد إلى أن يتعدى جهد المدخل غير العاكس الأقصى (العتبة العلوية) والذى يساوى:

$$V_{UT} = V_{ZD1} + V_{FD1}$$

obeikandi.com

حيث إن :

العتبة العلوية	V_{UT}
جهد انهيار موحد الزينر D_2	V_{ZD1}
فقد الجهد فى موحد الزينر D_1	V_{FD2}

وبالتالى يصبح خرج المكبر A_2 مساويًا $-V_{sat}$، ومن ثم يصبح خرج $+V_{sat}$ ويصبح الموحد D_4 منحازاً عكسيًا، ونعود للحالة الثانية التى بدأ منها، ويكون تردد الخرج مساويًا

$$F = \frac{V_{IN}}{2R_1C_1 (V_{UT} - V_{LT})}$$

وحيث إن :

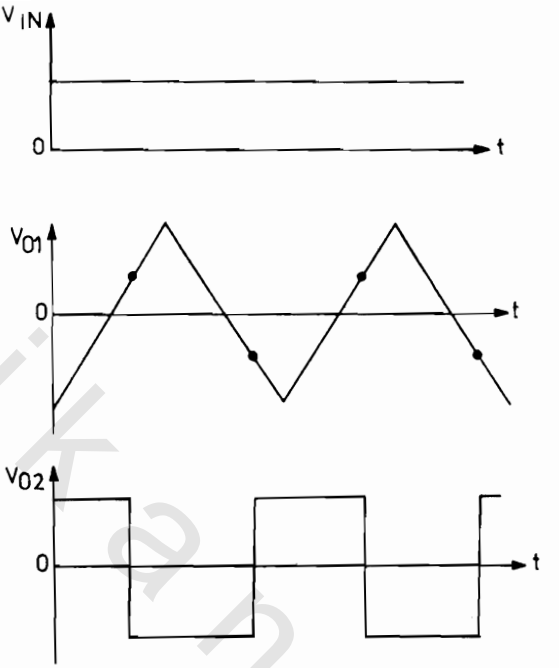
$$V_{UT} = 6.2 + 0.6 = 6.8$$

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

لذلك فإن :

$$F = 1838235\ V_{IN}$$

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



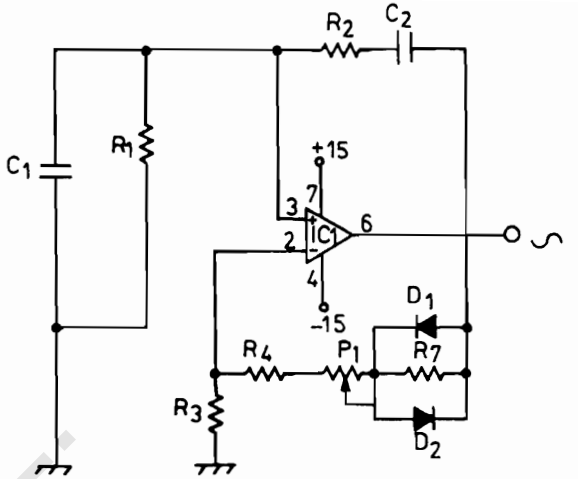
الشكل (٣ – ٤٠)

حيث إن :

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

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:

مقاومة كربونية 10 KΩ	A_1 , A_2 , A_3
مقاومة كربونية 15KΩ	R_4
مقاومة كربونية 1.5KΩ	R_7
مقاومة متغيرة 4.7KΩ	P_1
مكثف بوليستير 15nF	C_1 , C_2
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_1 , D_2
دائرة متكاملة طراز 741	IC_1

نظرية التشغيل:

هذه الدائرة تعطى جهد خرج مقداره 10V من القمة العلوية للقمة السفلية بتشويه لا يزيدعن 0.2%، وتستخدم المقاومة المتغيرة P_1 لضبط قيمة الخرج وتكون قيمة التردد مساويًا:

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

والذى يساوى فى هذه الحالة 1KHZ . ويستخدم D_1 , D_2 بدلاً من استخدام مقاومة لها معامل حرارى سالب، وذلك لأن الموحدات السليكونية لها معامل حرارى سالب.

ودائرة تثبت جهد الخرج تتألف من العناصر التالية D_1 , D_2 , P_1 , R_3 , R_4 , R_7 ويمكن زيادة قيمة جهد الخرج بزيادة قيمة المقاومة R_7، ويتم ضبط المقاومة P_1 حتى تعمل الدائرة وتخرج النبضات الجيبية.

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

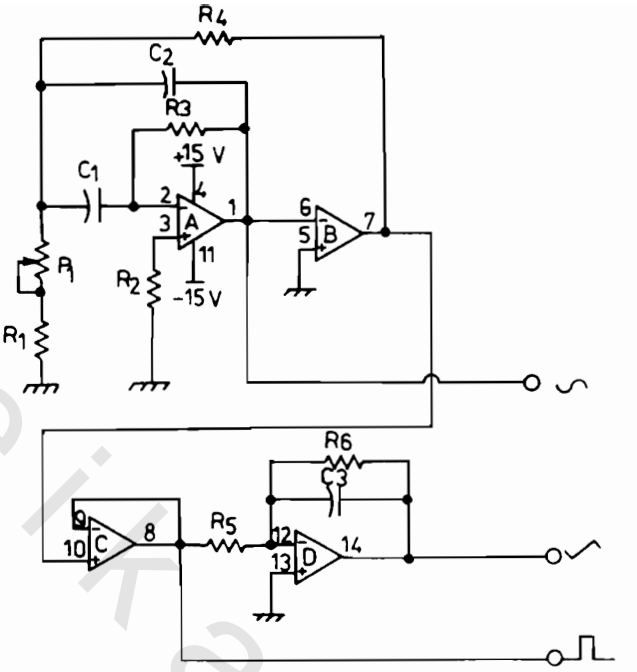
الدائرة رقم (٣٣) مولد الدوال

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:

مقاومة كربونية	100Ω	R_1
مقاومة كربونية	50KΩ	R_2
مقاومة كربونية	1MΩ	R_3 , R_4
مقاومة كربونية	100KΩ	R_5
مقاومة كربونية	470KΩ	R_6
مقاومة متغيرة	50KΩ	P_1
مكثف كيميائى	0.1µF / 16V	C_1 , C_2
مكثف كيميائى	1µF / 16V	C_3
مكبر عمليات طراز	LM324N	A : D



الشكل (٣ – ٤٢)

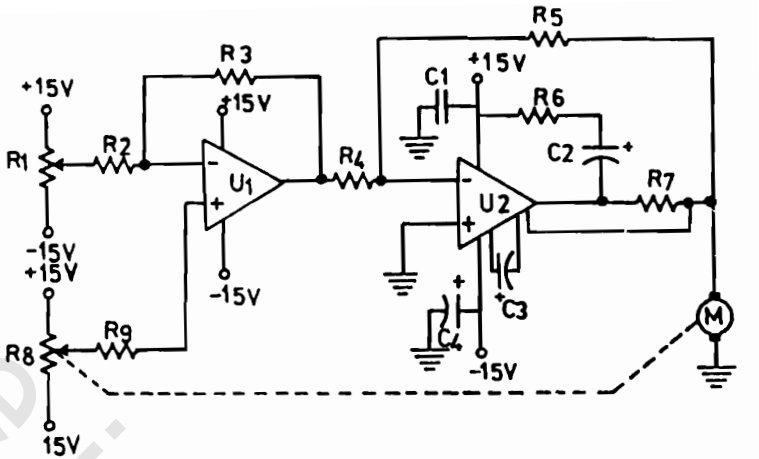
فكرة عن الدائرة:

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

ويمكن زيادة التردد وذلك بتقليل قيم المكثفات C1 , C2.

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

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



الشكل (٣ – ٤٣)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10K Ω	R_1, R_2, R_3, R_9
مقاومة كربونية 5K Ω	R_4
مقاومة كربونية 50K Ω	R_5
مقاومة كربونية 3.9 Ω	R_6
مقاومة كربونية 0.7 Ω	R_7
مجزئ جهد دوار 10K Ω	R_8
مكثف كيميائى 10µF / 16V	C_1, C_4
مكثف كيميائى 3.3nF / 16 V	C_2
مكثف كيميائى 5PF / 16V	C_3
مكبر عمليات طراز µA 741	U_1
مكبر عمليات طراز µA 791	U_2
محرك مؤازر (size 8, isze 9)	M

obeikandi.com

نظرية عمل الدائرة:

يمكن ضبط الموضع الذى يقف عليه المحرك المؤازر بواسطة ضبط المقاومة المتغيرة R1، ويمثل جهد الدخل للمدخل العاكس للمكبر U1 بجهد الأساس المقابل للوضع المطلوب Vw، ويمثل جهد الدخل للمدخل غير العاكس للمكبر U2 بجهد التغذية المرتدة والذى يمثل الوضع الفعلى للمحرك المؤازر والذى نحصل عليه بواسطة مجزئ الجهد الدوار R8، المثبت على عمود الإدارة للمحرك المؤازر Vx وخرج الفارق U1 يمثل جهد الخطأ Ve والذى يساوى :

$$- Ve = Vw - Vx$$

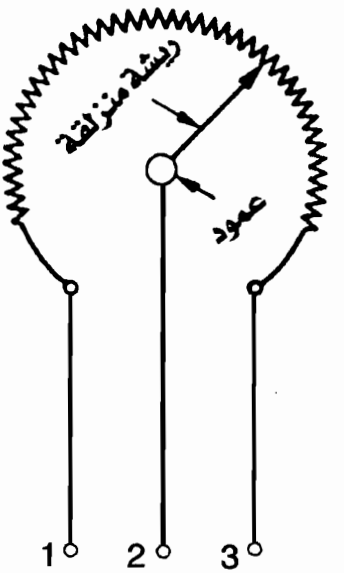
ويعمل المكبر U2 كمكبر عاكس يكون خرجه Vo2 مساويًا :

$$Vo2 = \frac{-R5}{R4} Vo1$$

$$Vo2 = + 10\ Ve$$

فإذا كان هذا الجهد موجبًا فإن المحرك المؤازر سيدور جهة عقارب الساعة إلى أن يصبح جهد التغذية المرتدة Vx مساويًا لجهد الأساس Vw، فى هذه الحالة يصبح جهد خرج المكبر الأول U1 مساويًا صفرًا، وبالتالى يصبح جهد خرج المكبر U2 مساويًا 0V فيتوقف المحرك المؤازر. وعندما يكون جهد خرج المكبر U2 سالبًا، فإن المحرك المؤازر يدور فى عكس عقارب الساعة حتى يصبح جهد التغذية المرتدة Vx مساويًا لجهد الأساس Vw فيتكرر ما سبق فى الحالة السابقة.

والجدير 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 اتجاه 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 خرجه يتناسب طرديًا مع الإزاحة الزاوية.



الشكل (٣ – ٤٤)

obeikandl.com