الباب الأول
مفاهـيم أساسـية

obeikandl.com

obeikandl.com

مفاهيم أساسية

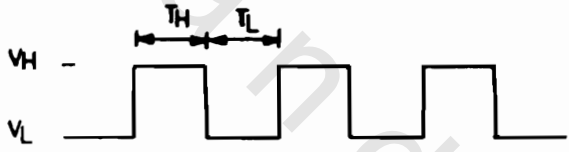
١ / ١ - المذبذبات Multivibrators

تعتبر المذبذبات هى القلب النابض فى معظم أنظمة التحكم الرقمية فبعض أنظمة التحكم الرقمية تحتاج إلى نبضات مربعة حتى يحدث تزامن لعملياتها، والبعض الآخر يحتاج هذه النبضات لإجراء بعض القياسات الزمنية فى حين تحتاج بعض الأنظمة الرقمية لنبضة واحدة بزمن محدد لإجراء بعض العمليات وهكذا.

أولا: المذبذبات العديمة الاستقرار Astable Multivibrators

وتسمي هذه المذبذبات أحياناً بالمذبذبات الحرة Free Running M.V .

وتقوم هذه المذبذبات بتوليد موجات مربعة كما بالشكل (١ - ١).



شكل (١ - ١)

حيث يتغير جهد هذه الموجات بين قيمتين ثابتتين وهما الجهد العالى V high والجهد المنخفض V low ويكون زمن بقاء الجهد عالياً TH وزمن بقاء الجهد منخفضاً TL ويعرف معامل دورة الخدمة Service Duty cycle بالمعادلة التالية :

$$D = \frac{T_H}{T_H + T_L} \qquad (1 - 1)$$

ويكون زمن الدورة مساويًا:

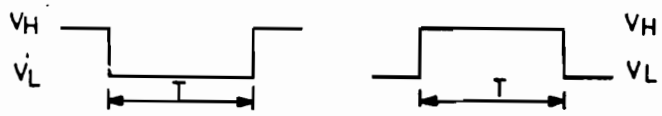
$$T = T_H + T_L \quad Sec \qquad (1 - 2)$$

ويكون تردد المذبذب العديم الاستقرار مساويًا:

$$F = \frac{1}{T} \quad HZ \qquad (1\text{-}3)$$

ثانيًا : المذبذبات الأحادية الاستقرار Monostable Multivibrator

وتقوم هذه المذبذبات بتوليد نبضة واحدة عالية أو منخفضة كما بالشكل (١ – ٢).



(ب) (أ)

شكل (١ – ٢)

ففي الشكل (أ) نبضة عالية زمنها T ، وفي الشكل (ب) نبضة منخفضة زمنها T .

فبعض المذبذبات الأحادية الاستقرار يكون خرجها منخفضًا Vlow في الحالة الطبيعية وعند قدحها تخرج نبضة عالية زمنها (T) أى يصبح جهد خرجها عاليًا Vhigh لمدة زمنية (T).

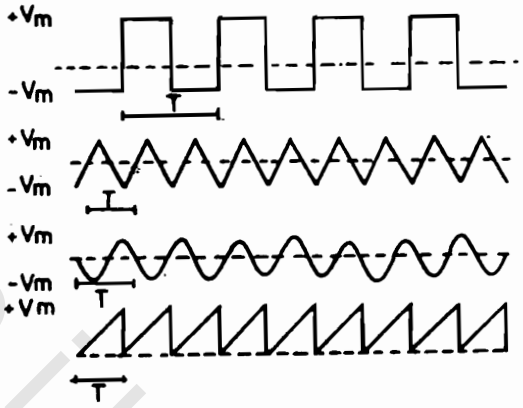
وبعض المذبذبات الأحادية الاستقرار يكون خرجها عاليًا Vhigh في الحالة الطبيعية، وعند قدحها تخرج نبضة منخفضة زمنها (T) أى يصبح جهد خرجها منخفضًا Vlow لمدة زمنية (T).

ولعل من أكثر التطبيقات التى تستخدم فيها المذبذبات الأحادية الاستقرار هى المؤقتات الزمنية والتى تكون مزودة عادة بريلاى في المخرج حيث يقوم الريلاى بعكس حالة ريشته عند قدح المؤقت لمدة زمنية (T).

١ / ٢ – مولدات الدوال Function Generators

تقوم مولدات الدوال بتوليد موجات لها أشكال مختلفة كالموجات المربعة والموجات المثلثة والموجات الجيبية . . . إلخ والتى نحتاج إليها في اختبار وإصلاح ومعايرة الأجهزة الإلكترونية والشكل (١ – ٣) يعرض نماذج مختلفة للموجات التى يمكن الحصول عليها من مولدات الدوال وهى كما يلى :

موجة مربعة – موجة مثلثة – موجة جيبية – موجة على شكل أسنان المنشار.



شكل (١ – ٣)

حيث إن:

القيمة القصوى لسعة الموجة Vm

زمن الموجة الكاملة T

ويكون تردد الموجة مساويًا:

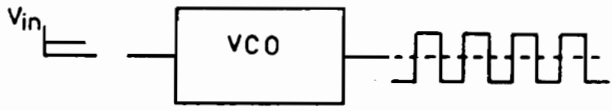
$$F = \frac{1}{T} \quad HZ \qquad (1 - 4)$$

وتتميز مولدات الدوال بإمكانية تغيير كلٍّ من شكل الموجة، وتردد الموجة، والقيمة القصوى للموجة.

١ / ٢ / ١ – محولات الجهد المتردد VCO

هذه المحولات تعمل على تحويل إشارة الجهد إلى تردد مكافئ بنسبة معينة كما هو مبين بالشكل (١ – ٤) .. وفيما يلى العلاقة بين قيمة الجهد الداخل وتردد الموجة الخارجة.

$$V_{in} = KF_o \qquad (1-5)$$



شكل (١ – ٤)

حيث إن :

الجهد العالى	V_{in}
ثابت	K
تردد الموجة الخارجة	F_o

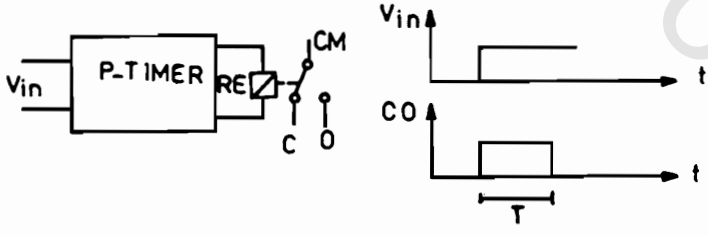
ويختلف شكل الموجة الخارجة من محول جهد من لتردد لآخر. فمنها ما يكون خرجه موجة مربعة، ومنها ما يكون خرجه موجة جيبية ومنها ما يكون خرجه موجة مثلثة . . . . . إلخ.

أما سعة الموجة الخارجة فتكون قيمة ثابتة عند أى قيمة للجهد الداخل.

١ / ٣ – المؤقتات الزمنية

تنقسم المؤقتات الزمنية حسب خواصها إلى ثلاثة أنواع وهى :

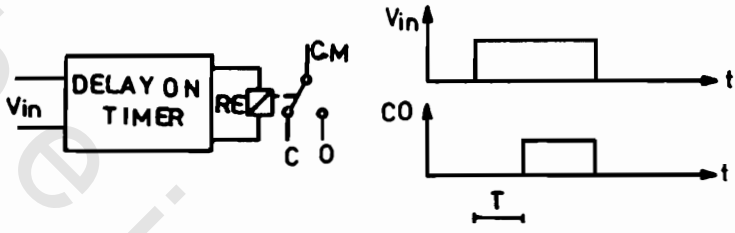
١ – مؤقتات زمنية نبضية Pulse Timer، والشكل (١ – ٥) يبين خواص هذه المؤقتات.



شكل (١ – ٥)

فـعند دخـول إشـارة الدخل Vin على المؤقت الزمنى تنعكس حـالة ريش ريلاى الخرج القلاب CO للمؤقت RE فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة والمفتوحة مغلقة مدة زمنية مقدارها T، ثم بعد ذلك ترجع ريش ريلاى الخرج لوضعها الطبيعى.

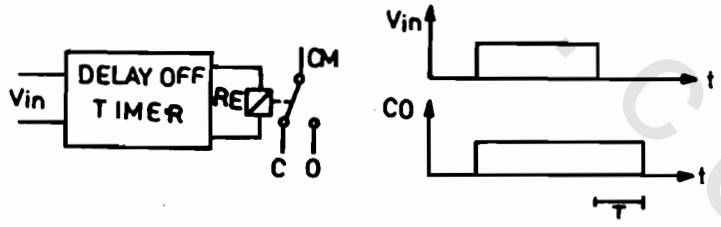
٢ – مـؤقـتـات تؤخـر عند التـوصـيل Delay ON Timer والشكل (١ – ٦) يبين خواص هذه المؤقتات.



شكل (١ – ٦)

فـعند دخـول إشـارة الدخل Vin على المؤقت الزمنى تنعكس حـالة ريش ريلاى الخرج RE بعد تأخير زمنى T، فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة والريشة المفتوحة مغلقة، وتظل على هذا الحال لحين انقطاع التيار الكهربى عن دخل المؤقت.

٣ – مـؤقـتـات تؤخـر عند الفـصل Delay OFF Timer . والشكل (١ – ٧) يبين خواص هذه المؤقتات.



شكل (١ – ٧)

فعند وصول التيار الكهربى لدخل هذه المؤقتات تنعكس حالة ريش ريلاى خرج المؤقت RE فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة،والريشة المفتوحة مغلقة وتظل حالة ريش

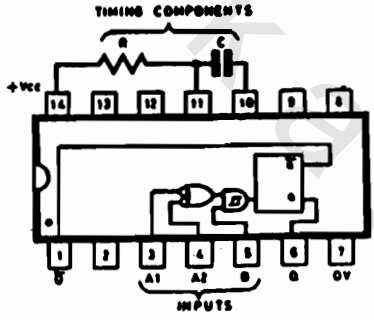
المؤقت على هذه الحالة حتى بعد انقطاع التيار الكهربى عن دخل هذه المؤقتات لمدة زمنية مقدارها T .

١ / ٤ – الدوائر المتكاملة للمذبذبات

١ / ٤ / ١ – الدوائر المتكاملة TTL للمذبذبات أحادية الاستقرار

يوجد أنواع مختلفة من الدوائر المتكاملة TTL تعمل كمذبذبات أحادية الاستقرار مثل: 74123 - 74122 - 74121 ، والاختلاف بين هذه الدوائر يكمن فى طريقة إشعالها، فبعضها (محدد الإشعال) Retriggerable حيث يمكن تكبير زمن نبضة الخرج بإرسال نبضتى إشعال للدخل، الزمن بينهما أقل من زمن نبضة الخرج عند إرسال نبضة إشعال واحدة.

والبعض الآخر (غير محدد الإشعال) Not Retriggerable أى لا يمكن تغيير زمن نبضة الخرج بإرسال نبضات دخل متلاحقة.



وتعتبر الدائرة المتكاملة 74121 من النوع غير محدد الإشعال. والشكل (١–٨) يبين طريقة توصيل مكثف C ومقاومة R معها للحصول على مذبذب أحادى الاستقرار، وكذلك جدول الحقيقة لها والمداخل B و A2 و A1 هى مداخل الإشعال.

INPUTS			OUTPUTS	
$\bar{A}_1$	$\bar{A}_2$	B	Q	$\bar{Q}$
L	X	H	L	H
X	L	H	L	H
X	X	L	L	H
H	H	↑	⎍	⎎
H	↓	H	⎍	⎎
↓	H	↑	⎍	⎎
↓	↓	H	⎍	⎎
L	X	↑	⎍	⎎
X	L	↑	⎍	⎎

H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level
X = Don't care
↑ = LOW-to-HIGH transition
↓ = HIGH-to-LOW transition

شكل (١ – ٨)

وهناك ثلاثة طرق مختلفة لإشعال تلك الدائرة وهى:

١ – بتوصيل A2 و A1 بجهد منخفض L، وبالتالى يتم إشعال المذبذب عند وصول نبضة للمدخل B وذلك عند الحافة الصاعدة.

٢ – بتوصيل B و A1 بجهد عال H،

وبالتالى يتم إشعال المذبذب عند الحافة الهابطة لإشارةالمدخل A2 .

٣ – بتوصيل B و A2 بجهد عال H، ويتم إشعال المذبذب عند الحافة الهابطة لإشارة المدخل A1 .

زمن النبضة الخارجة $t = 0.693\ RC$

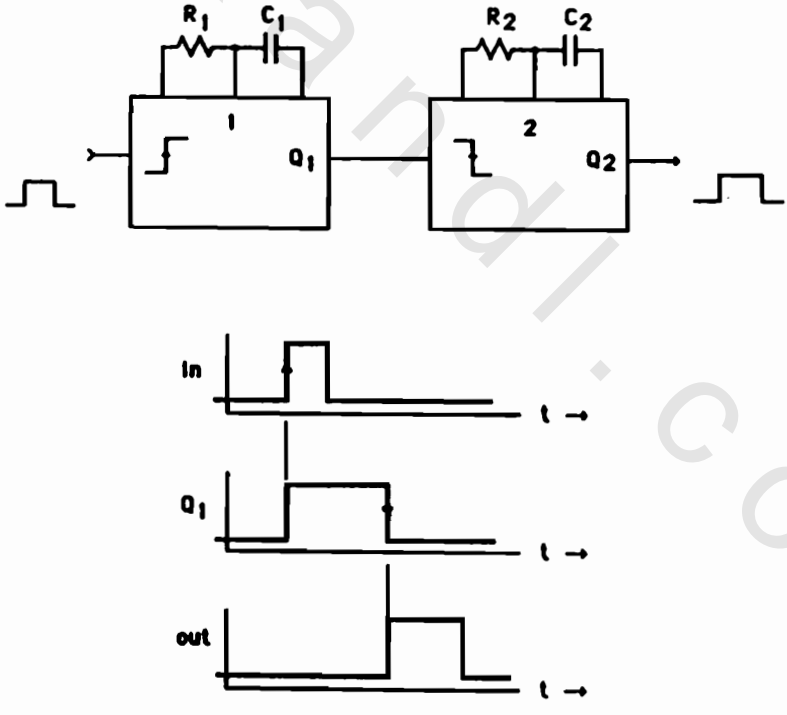
حيث إن :

R تتراوح ما بين (1.5 : 40) KΩ

و C يتراوح ما بين (30PF : 1000μF)

ويتراوح الزمن t ما بين (30 ns : 28S)

وتستخدم هذه الدائرة في زيادة زمن النبضات القصيرة ولعمل إزاحة زمنية لنبضة ما . والشكل (١ – ٩) يبين دائرة الإزاحة الزمنية لنبضة ما، وكذلك نبضات الدخل والخرج.



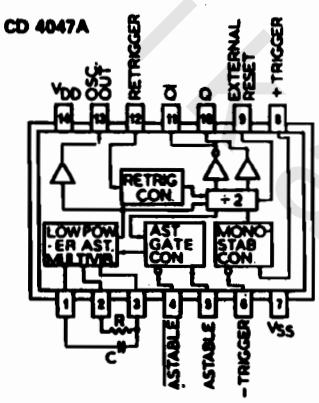
شكل (١ – ٩)

توصل نبضة الدخل إلى المدخل B مع توصيل المدخلين A2 و A1 بجهد منخفض، بينما يوصل خرج الدائرة المتكاملة الأولى إلى المدخل A2 للدائرة المتكاملة الثانية مع توصيل المدخلين B و A1 بجهد عال.

١ / ٤ / ٢ - الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات

من أشهر الدوائر المتكاملة CMOS للمذبذبات هى الدائرة المتكاملة CD 4047A حيث يمكن استخدامها كمذبذب لامستقر، وكذلك كمذبذب أحادى الاستقرار. والشكل (١ - ١٠) يعرض المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة المذكورة.

وتمتاز هذه الدائرة بأنها لا تحتاج إلا لمكثف خارجى واحد غير كيميائى ومقاومة واحدة ولها ثلاثة مخارج وهى: Q و $\overline{Q}$ وخرج المذبذب (الطرف رقم 13).



شكل (١ - ١٠)

أولا: استخدام الدائرة المتكاملة 4047A كمذبذب لامستقر:

يتم توصيل الأطراف 6 و 5 و 4 و 14 بالجهد VDD والأطراف 12 و 9 و 8 بالجهد Vss ونأخذ تردد الخرج على الطرفين 10 (Q) ، 11 ($\overline{Q}$) ويساوى.

$$F_Q = F_{\overline{Q}} = \frac{0.23}{RC} \longrightarrow (1 - 6)$$

أما تردد الخرج على مخرج المذبذب (13) فيساوى

$$F_o = 2F = \frac{0.46}{RC} \longrightarrow (1 - 7)$$

كما أنه يمكن تحرير خرج المذبذب في أى لحظة عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير (9).

ثانيًا : استخدام الدائرة المتكاملة 4047A كمذبذب أحادى الاستقرار :

يتم توصيل الأطراف 14 و 4 بالجهد VDD، والأطراف 12 و 9 و 7 و 6 و 5 بالجهد Vss وعند الحافة الصاعدة للجهد على مدخل الإشعال 8 تظهر نبضة الخرج على كل من $\overline{Q}$ و Q وزمنها يساوى:

$$T = 2.5\ RC$$

ويمكن تحرير خرج المذبذب عند وصول إشارة عالية على الطرف (9).

١ / ٤ / ٣ - المؤقت 555

يتواجد المؤقت 555 في صورة دائرة متكاملة تبنى من دائرة رقمية وتناظرية حيث تحتوى على عناصر رقمية وعناصر تناظرية.

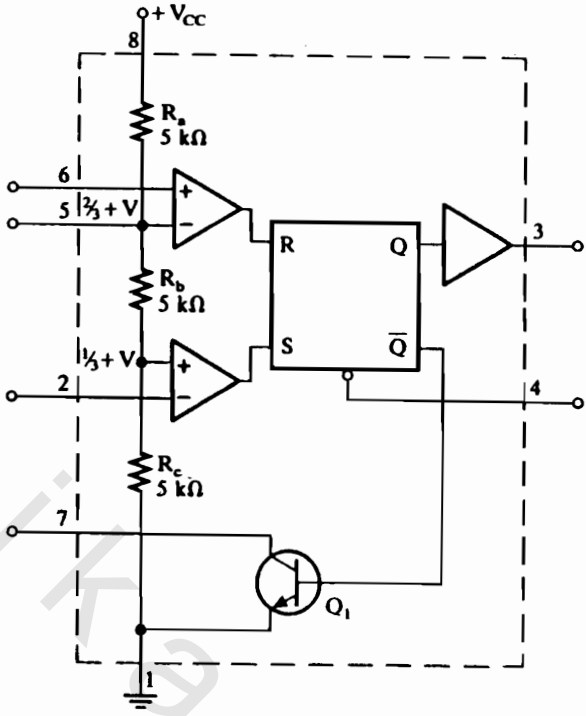
فهى تحتوى على عدد اثنين مكبر عمليات OP- Amp يستخدمان كمقارنات وعلى قلاب R - S بالإضافة إلى عازل للخرج buffer حيث يقوم بزيادة مستوى تيار الخرج للمؤقت. وتحتوى أيضًا على ترانزستور يعمل كمفتاح.

التعريف بأطراف المؤقت 555 :

الأرضى	1
طرف الإشعال	2
طرف الخرج للمؤقت	3
طرف التحرير	4
طرف التحكم	5
مدخل جهد العتبة	6
تفريغ المكثف	7
الجهد الموجب Vcc +	8

والشكل (١ - ١١) يبين التركيب البنائى للمؤقت NE555.

obeikandl.com



شكل (١ - ١١)

عائلة المؤقت 555:

أ - المؤقت 555 القياسى طراز NE 555:

يوجد فى صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL ذى ثمانية أطراف، ويعمل خلال مدى واسع من جهد التغذية (4.5 : 18V) وتيار دخله (3 : 10mA) وتيار خرجه يصل إلى 200mA.

ب - المؤقت 555 القليل القدرة CMOS طراز ICM 7555 IPA:

يوجد على صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف ذى ثمانية أطراف، ويصل مدى جهد التغذية (2 : 18V) وتيار دخله 120μA وتيار خرجه صغير، ولكنه قادر على تغذية دائرتين متكاملتين من عائلة TTL.

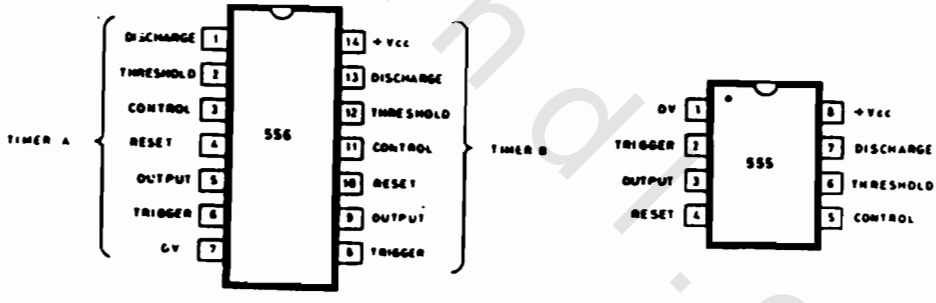
جـ - المؤقت المزدوج طراز NE556A :

يحتوى على مؤقتين 555 قياسيين وهو على شكل دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL ذى أربعة عشر طرفًا، ويمكن استعمال كل مؤقت بشكل منفصل.

د - المؤقت 555 المزدوج والقليل الطاقة CMOS طراز ICM 7556 IPA :

يحتوى على مؤقتين 555 قليلا الطاقة. يمكن استعمال كل مؤقت بشكل منفصل والمؤقت ذو أربعة عشر طرفًا متراصة على شكل مزدوج الصفوف DIL ويتمتع بنفس الخواص الكهربية للمؤقت ICM 7555 IPA .

والشكل (١ - ١٢) يعرض المسقط الأفقى للمؤقت 555 (أ) والمؤقت 556 (ب).

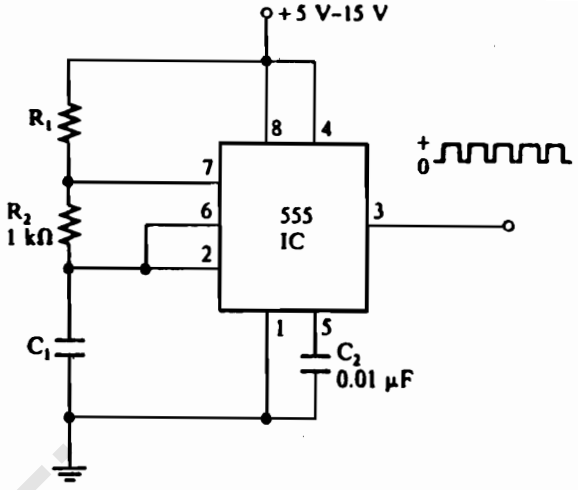


(ب) (أ)

شكل (١ - ١٢)

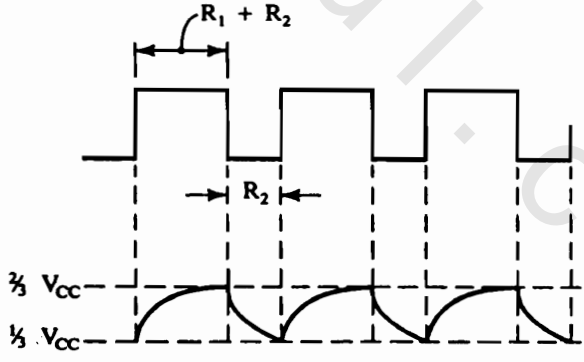
المذبذب عديم الاستقرار باستخدام المؤقت 555 :

الشكل (١ - ١٣) يبين دائرة المذبذب اللامستقر باستخدام المؤقت 555.



شكل (١ – ١٣)

كما يبين الشكل (١ – ١٤) شكل موجة الخرج Vo وكذلك الجهد على طرفى المكثف C1 .



شكل (١ – ١٤)

زمن بقاء خرج المؤقت عاليًا TH يساوى:

$$TH = 0.7\ (R_1 + R_2)\ C \qquad (1 - 8)$$

زمن بقاء خرج المؤقت منخفضًا TL يساوى:

$$TL = 0.7 R_2 C \qquad (1 - 9)$$

وعليه فإن الزمن الكلى للدورة T يساوى:

$$T = TH + TL \qquad (1 - 10)$$

$$= 0.7\ (R_1 + 2R_2)\ C$$

تردد خرج المذبذب F يساوى:

$$F = \frac{1}{T}$$

$$= \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)\ C_1} \qquad (1\text{-}11)$$

معامل دورة الخدمة D يساوى:

$$D = \frac{TH}{TH + TL} \qquad (1\text{-}12)$$

$$= \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} \qquad (1\text{-}13)$$

حيث تتراوح قيم المقاومات R_2 , R_1 ما بين (1KΩ : 1MΩ) وقيمة المكثف C_1 ما بين (10 nF : 10 µF).

كما يمكن جعل خرج المذبذب موجة مربعة (D= 0.5) وذلك بتوصيل ثنائى على التوازى مع R_2، بحيث يكون مهبطه متصل بالطرف 7 للمؤقت 555 ، وتظل $R_1 = R_2$ وفي هذه الحالة يكون:

$$TH = 0.7\ R_1 C \qquad (1\text{-}14)$$

$$TL = 0.7 R_2 C \qquad (1\text{-}15)$$

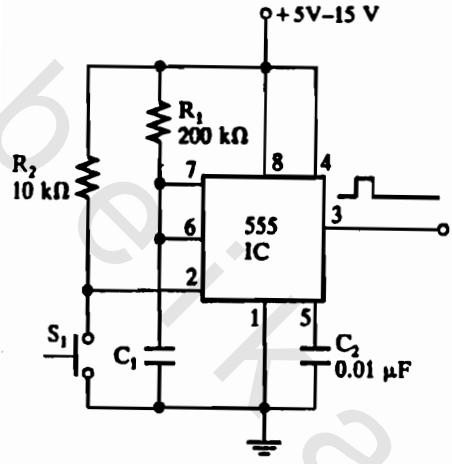
obeikandl.com

$$F = \frac{1.44}{(R_1 + R_2)\, C} \qquad (1\text{-}16)$$

المذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت 555 :

الشكل (١ – ١٥) يبين دائرة المذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت 555.

نظرية عمل المذبذب :



شكل (١ – ١٥)

بالضغط على المفتاح S1 ينخفض الجهد الواقع على الطرف (2) للمؤقت، ويصبح خرج المذبذب فى المستوى العالى (H) عند الطرف (3) للمؤقت.

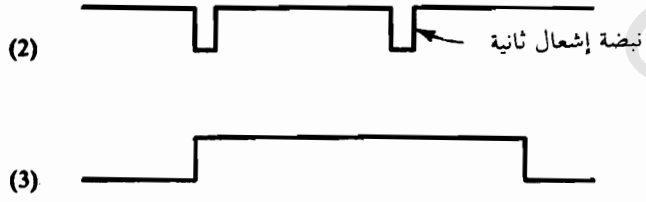
يشحن المكثف C1 خلال R1 ويتحول خرج المذبذب إلى المستوى المنخفض (L)، ويظل حتى الضغط على S1 مرة أخرى.

زمن نبضة الخرج يساوى :

$$T = 1.1 C_1 R_1 \qquad (1\text{-}17)$$

علمًا بأن R1 تتراوح ما بين (1.5KΩ : 3.3 MΩ) أما سعة المكثف C1 فتتراوح ما بين (470P : 470μ) كما يتراوح زمن النبضة ما بين (1 mS : 30 min).

ويوضح الشكل (١ – ١٦) جهد الإشعال للطرف (2)، وجهد الخرج المقابل.



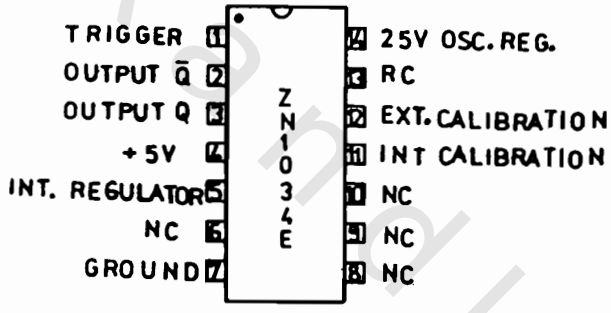
شكل (١ – ١٦)

والجدير بالذكر أنه يمكن تحرير خرج المذبذب بوصول نبضة تحرير عند الحافة الهابطة (تحول الجهد من عال إلى منخفض) لمدخل التحرير حتي ولو لم ينته زمن النبضة .

١ / ٤ / ٤ - المؤقت الدقيق ZN 1034E

باستخدام المؤقت الدقيق ZN 1034E أمكن حل مشاكل المؤقت الزمنى 555 ذلك لأنه يتميز بأن له زمن تأخير طويل يتراوح ما بين (50ms: 22 weeks) كما أنه عالى الدقة . كما تصل شدة تياره سواء الخارج أو الداخل لمخارجه إلى 25 mA ويحتاج لجهد تغذية 5Vdc + بنسبة تفاوت 0.25V ± .

والشكل (١ – ١٧) يبين المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة ZN 1034E .



شكل (١ – ١٧)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة :

إشعال	1
المخرج $\bar{Q}$	2
المخرج Q	3
جهد التغذية 5V+	4
منظم الجهد الداخلى	5

N.C لا يستخدم	10, 9, 8, 6
الأرضى	7
معايرة داخلية	11
معايرة خارجية	12
توصل مع R,C الخارجيين	13
منظم المذبذب عند 2.5V	14

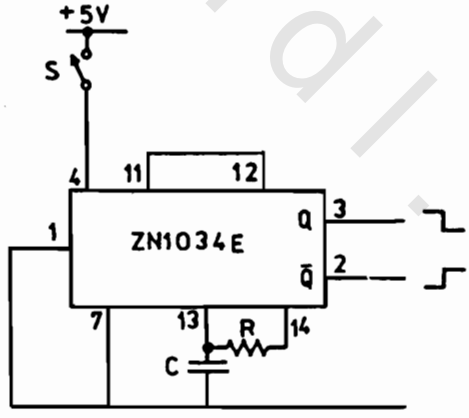
كما يبين الشكل (١ – ١٨) كيفية استخدام المؤقت الدقيق ZN 1034E للحصول على زمن تأخير من لحظة غلق المفتاح S1 يساوى :

$$t = 2735\ CR \qquad (1 - 18)$$

حيث إن :

R تتراوح ما بين 5KΩ : 5MΩ

و C تتراوح ما بين 3.3 nF : 1000 µF



شكل (١ – ١٨)

obeikandl.com

كما أنه يمكن تغذية المؤقت الدقيق من مصدر جهد يتراوح ما بين (+6 : 450 Vdc) وذلك بتوصيل مقاومة على التوالى مع الرجلين 5 و 4 حيث يمكن إيجاد قيمة تلك المقاومة من العلاقة:

$$R = \frac{Vcc - 5}{I_L + 7} \qquad (1 - 19)$$

حيث إن :

Vcc جهد المصدر.

I_L تيار الحمل بالملى أمبير (mA).

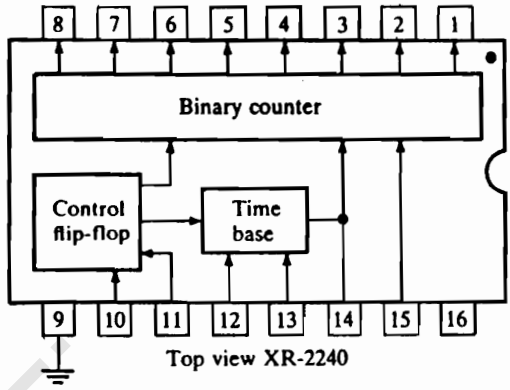
١ / ٤ / ٥ – المؤقت الزمنى المبرمج XR - 2240

للمؤقت الزمنى المبرمج XR-2240 زمن تاخير يتراوح ما بين (1μS: 1 month) ويعمل عند مدى واسع لجهد التغذية يتراوح ما بين (4:15V) ويستخدم مع كل من دوائر TTL، CMOS. كما أن له زمن تاخير مبرمج يتراوح ما بين (1RC: 255 RC)، حيث إنه يتم توصيل كل من C و R خارجياً مع المؤقت.

والشكل (١ – ١٩) يبين المسقط الأفقى للدائرة المتكاملة XR-2240.

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة XR-2240:

مخارج المؤقت وخرجها ثنائى (1:255)	1:8
جهد المنبع السالب GND	9
تحرير	10
إشعال	11
تضمين Modulation	12
R,C	13
أساس الزمن الخارج	14
خرج منظم الجهد الداخلى	15



1 = 1T	9 = V -
2 = 2T	10 = Reset
3 = 4T	11 = Trigger
4 = 8T	12 = Modulation
5 = 16T	13 = Timing R, C
6 = 32T	14 = Time base output
7 = 64T	15 = Regulator output
8 = 128T	16 = V+ (15 V max.–4 V min.)

شكل (١ – ١٩)

ويحسب أساس زمن المؤقت من العلاقة :

$$T_B = RC \quad \text{Sec} \qquad (1\text{-}20)$$

حيث إن

R تتراوح ما بين 1kΩ: 10 MΩ .

و C تتراوح ما بين 10 nF: 1000 µF .

ويصل شدة تيار خرج المؤقت إلى 15 mA .

والشكل (١ – ٢٠) يبين طريقة استخدام المؤقت المبرمج XR-2240 كمذبذب أحادى الاستقرار مبرمج، حيث يمكن تغيير زمن تأخيره بواسطة المفاتيح S1:S8 فإذا تم غلق المفاتيح S1, S2, S3 مثلا فإن زمن تأخير المذبذب عند وصول نبضة عالية عند المدخل 11 يساوى:

$$T = nT_B \quad Sec \qquad (1\text{-}21)$$

حيث إن:

n مجموع رتب المفاتيح المغلقة

T_B أساس الزمن للمؤقت

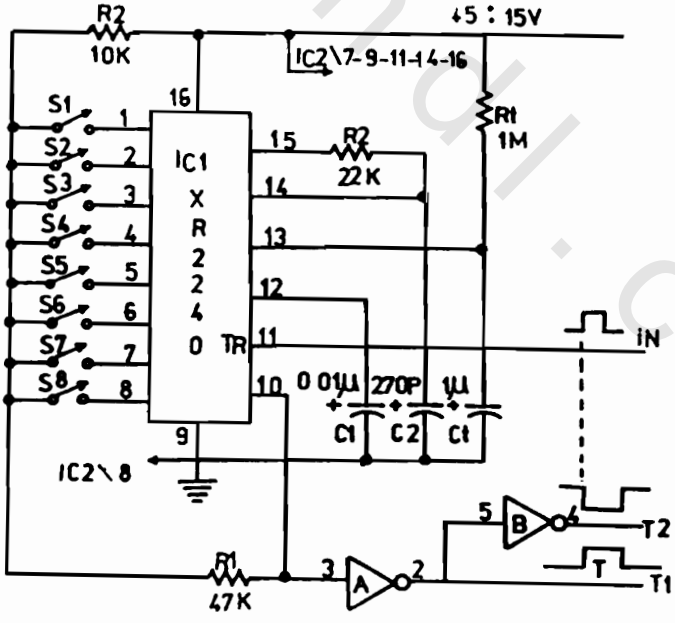
وبالتالى فإن:

$$n = 1 + 2 + 2^2 = 7$$

$$T_B = Rt\ Ct = 1S$$

$$T = 7 \times 1 = 7\ Sec$$

فتخرج نبضة منخفضة من المخرج T2، فى حين تخرج نبضة عالية من المخرج T1، ويكون زمنها مساويا 7 Sec .



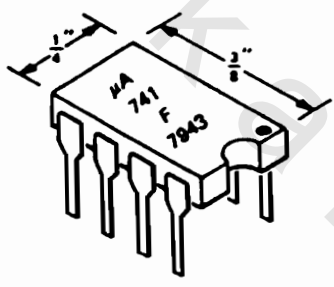
شكل (١ – ٢٠)

١ / ٥ – مكبرات العمليات OP - AmP

يعتبر مكبر العمليات دائرة متكاملة خطية، ويتميز مكبر العمليات بالقدرة العالية فى تكبير إشارات المداخل المستمرة والمترددة. كما أنه يمكن استخدام مكبر العمليات لأداء العديد من الوظائف بمساعدة مجموعة قليلة من العناصر الخارجية.

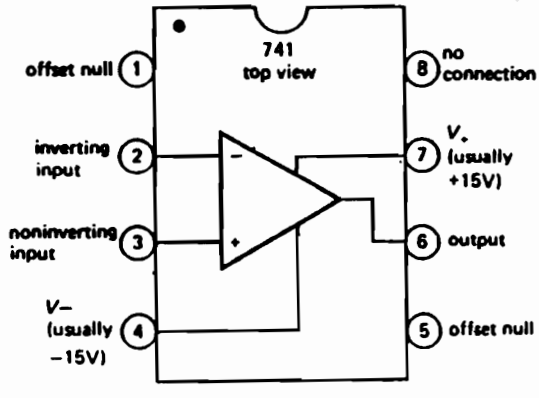
والشكل (١ – ٢١) يبين نموذجًا لمكبر عمليات طراز 741 وكذلك مسقطا أفقيا لأطرافه موضحاً عليه وظيفة كل منها.

ويلاحظ وجود تجويف نصف دائرى على أحد جانبى مكبر العمليات الذى يعتبر بمثابة الدليل للتعرف على ترتيب أرجل المكبر حيث إن الرجل الأولى للمكبر تعتبر هى أعلى رجل على اليسار من الدليل، ويكون ترتيب الأرجل بعد ذلك فى اتجاه عكس عقارب الساعة على التوالى.



التعريف بأرجل مكبر العمليات:

ضبط الخرج عند الصفر	1,5
المدخل العاكس	2
المدخل غير العاكس	3
طرف التغذية السالب	4
طرف الخرج	6
طرف التغذية الموجب	7
طرف لا يوصل NC	8



شكل (١ – ٢١)

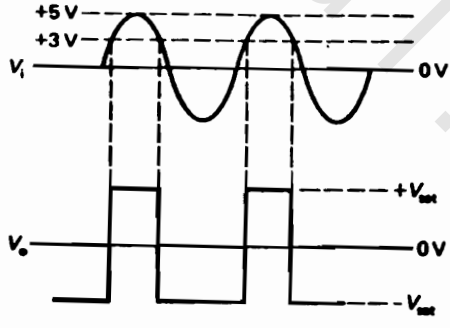
وسوف نتناول عمل مكبر العمليات كمقارن للجهد، حيث يعرض الشكل (١ – ٢٢) دائرة مقارن جهد بسيط فى (أ) مقارن غير عاكس، وفى (ب) مقارن عاكس.

ب أ

شكل (١ – ٢٢)

ونظرية عمل المقارن غير العاكس يمكن إيضاحها ببساطة فى أنه لو كان الدخل على الطرف غير العاكس (+) للمكبر عبارة عن موجة جيبية جهدها Vmax=5V ، ووصل على الطرف العاكس (–) بطارية جهدها 3V + فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع الموجب للمكبر Vsat + (جهد المصدر الموجب) ذلك عندما يكون جهد الدخل على الطرف غير العاكس أكبر من 3V + فى حين أنه عندما يكون الجهد على الطرف غير العاكس للمكبر أقل من 3V+ فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع السالب Vsat - ويساوى جهد المصدر السالب تقريباً .

والشكل (١– ٢٣) يوضح ذلك .

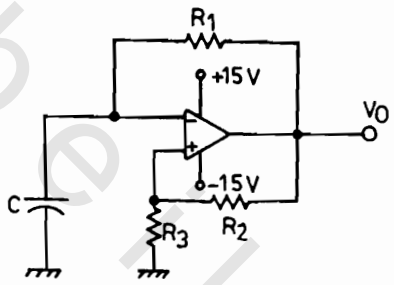


شكل (١ – ٢٣)

١ / ٥ / ١ - المذبذبات المرتكزة على مكبرات العمليات

أولاً: مولدات الموجة المربعة.

الشكل (١-٢٤) يعرض دائرة مولد موجة مربعة. حيث يعمل المكبر A كمكبر فرقي فعند توصيل التيار الكهربى للدائرة يكون جهدالمدخل العاكس (-) فى بادئ الأمر مساوياً 0V، ويكون جهد المدخل غير العاكس (+) أعلى من 0V نتيجة لمرور التيار الانحيازى عبر المقاومة R3 فيصبح خرج المكبر Vsat+ ويبدأ المكثف C فى الشحن عبر R1 كما يصبح جهد المدخل غير العاكس (+) مساوياً جهد العتبة VT والذى يأتى من العلاقة:



شكل (١ - ٢٤)

$$V_T = + V_{sat} \left(\frac{-R_3}{R_2 + R_3} \right) \quad (1\text{-}22)$$

وعندما يصبح جهد المدخل العاكس (-) أكبر من جهد المدخل غير العاكس (+) والذى يساوى جهد العتبة VT ففى هذه الحالة يصبح خرج المكبر Vsat-، وتباعاً يصبح جهد المدخل غير العاكس (+)، مساويًا $-V_T$ - حيث يبدأ المكثف C فى تفريغ شحنته ثم الشحن في الاتجاه المعاكس وعند وصول الجهد على المكثف C إلى أقل من VT- يصبح خرج المكبر Vsat + وتتكرر دورة التشغيل ويمكن حساب تردد الخرج من العلاقة التالية:

$$F = 1/2R_1C \ HZ \qquad (1\text{-}23)$$

وذلك عندما يكون:

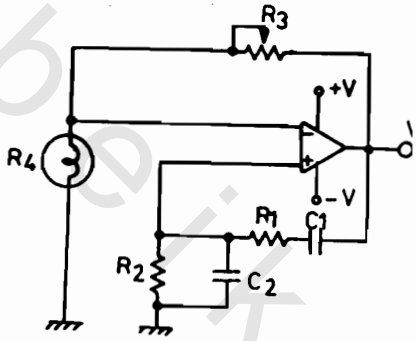
$$R_3 = 0.86\ R_2$$

ثانياً: مولدات الموجة الجيبية

يعتبر مذبذب قنطرة وين wien والذى يرتكز على مكبر العمليات من أهم مولدات الموجة الجيبية. والشكل (١ - ٢٥) يعرض مذبذب قنطرة وين wien.

حيث نلاحظ أن R3,R4 يمثلان ذراعان من قنطرة وين، فى حين أن الذراع الثالث يمثله R1, C1 والذراع الرابع يمثله R2, C2 . وتوفر المقاومتان R3, R4 مسار التغذية المرتدة السالبة عند جميع الترددات، فى حين أن R1, C1, R2, C2 مجتمعة توفر مسار التغذية المرتدة الموجبة.

وعادة تكون R4 عبارة عن مصباح متوهج للمحافظة على جهد خرج ثابت، ذلك لأن المصباح ذا الفتيلة (المتوهج) عبارة عن مقاومة لها معامل حرارى موجب (PTC)، حيث تزداد مقاومة فتيلة المصباح بزيادة درجة الحرارة. أى بزيادة جهد الخرج تزداد مقاومة المصباح وعليه يزداد جهد التغذية المرتدة السالبة فيقل جهد الخرج والعكس بالعكس.



شكل (١ – ٢٥)

ويمكن حساب تردد المذبذب من العلاقة:

$$F = \frac{1}{2\Pi \sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}} \quad HZ \qquad (1\text{-}24)$$

كما يمكن التحكم فى جهد الخرج باستخدام المقاومة المتغيرة R3.

١ / ٦ – مصادر القدرة المنتظمة

تستخدم أكثر الأجهزة الإلكترونية مصادر القدرة الخطية والتى تتكون من:

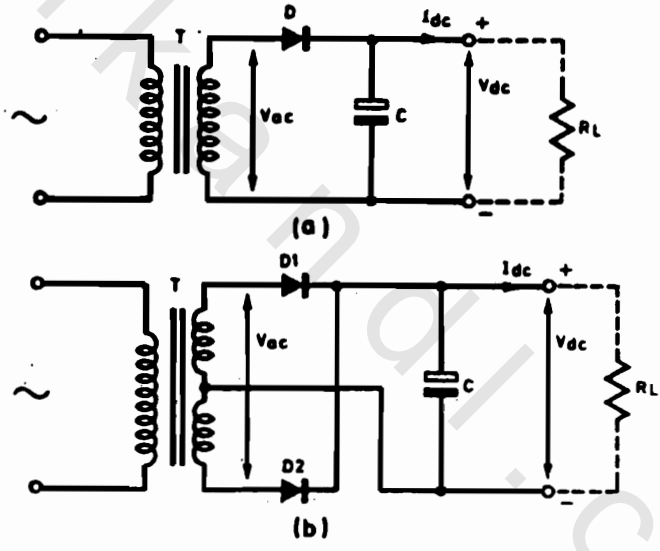
١ – مصدر قدرة غير منتظم.

٢ – منظم جهد.

ويتكون مصدر القدرة غير المنتظم من :

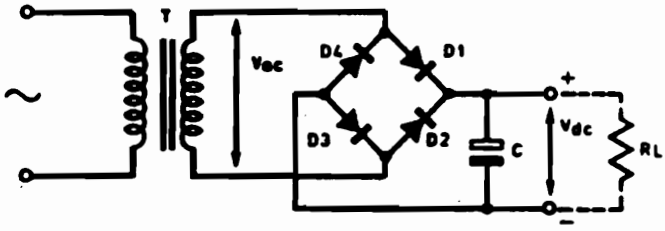
- محول خافض لجهد مصدر التيار المتردد
- دائرة توحيد لتوحيد التيار المتردد
- مرشح (مكثف) للحصول على خرج مستمر بدون ذبذبات .

والشكل (١ – ٢٦) يعرض ثلاث دوائر لمصادر القدرة غير المنتظمة والتى تختلف فيما بينها فى دائرة التوحيد المستخدمة فى كل منها . فيتم التوحيد فى (أ) بواسطة موحد D . أما فى (ب) فيتم التوحيد بواسطة الموحدين D_1, D_2 .



شكل (١ – ٢٦) أ، ب

أما الشكل (١ – ٢٦) جـ فيتم استخدام قنطرة توحيد تتكون من D1:D4 .



شكل (١ – ٢٦) جـ

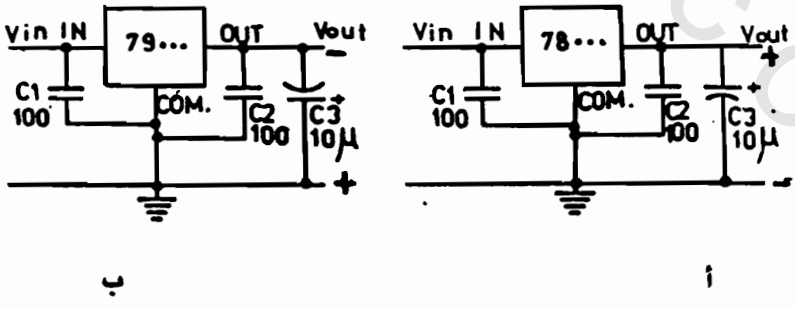
كما أن هناك ثلاثة أنواع من الدوائر المتكاملة لمنظمات الجهد وهى :

١ – منظمات الجهد ذات الخرج الثابت غير القابل للمعايرة، ومن أمثلة هذا النوع من المنظمات عائلة ..78 وعائلة ..79 .

٢ – منظمات الجهد ذات الخرج القابل للمعايرة، ومن أمثلة هذا النوع من المنظمات الدوائر 317K و 338K .

٣ – منظمات الجهد ذات جهد خرج قابل للمعايرة وتيار خرج أقصى قابل للمعايرة كمثل الدائرة المتكاملة L200C .

والشكل (١ – ٢٧) يبين طريقة توصيل كل من العائلة ..78 و ..79، ففى (أ) يمكن الحصول على جهد خرج 5V+ بتيار 1A إذا تم استخدام الدائرة المتكاملة 7805، وفى (ب) يمكن الحصول على جهد خرج 12V - بتيار 1A باستخدام الدائرة المتكاملة 7912 .



ب أ

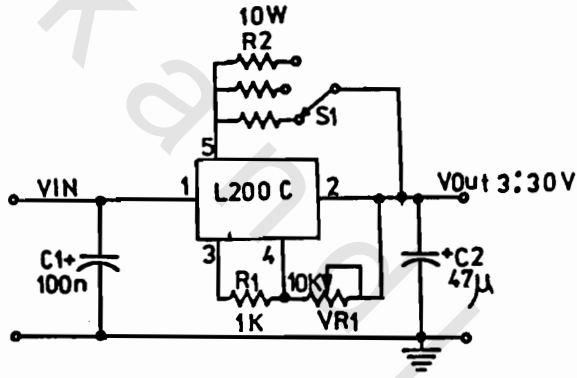
شكل (١ – ٢٧)

كما يبين الشكل (١ – ٢٨) طريقة توصيل الدائرة المتكاملة L200C .

والعلاقات التالية توضح جهد الخرج وتيار الخرج الأقصى Iout و Vout لهذه الدائرة .

$$V_{out} = 2.77 \left(1 + \frac{VR_1}{R} \right) \quad V \qquad (1\text{-}25)$$

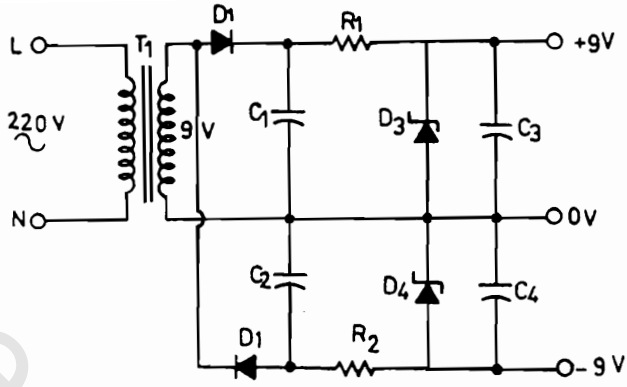
$$I_{out} = \frac{0.45}{R_2} \quad A \qquad (1\text{-}26)$$



شكل (١ – ٢٨)

وتحتاج مكبرات العمليات القياسية لمصادر قدرة مزدوجة لها جهود تتراوح ما بين (±5: ± 20V) وأكثر الجهود المتعارف عليها هى 15V ± والشكل (١ – ٢٩) يعرض مصدر قدرة مزدوج ومنتظم يعطى جهد خرج (+9V, OV, - 9V) .

obeikandl.com



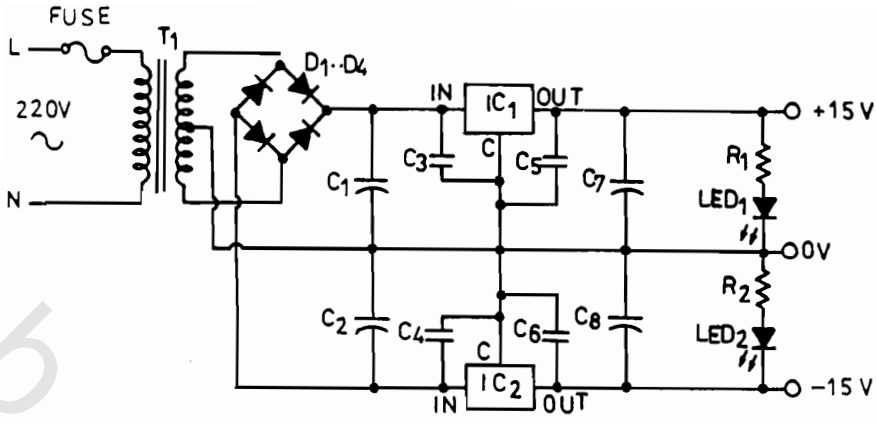
شكل (١ – ٢٩)

عناصر الدائرة :

مقاومة 120 Ω/5W	R_1, R_2
مكثف كيميائى 100µF-25V	C_1, C_2
مكثف كيميائى 470µF-16V	C_3, C_4
موحد سليكونى طراز EM 400S	D_1, D_2
مـــوحـــد زينر طراز BZX70	D3, D4
محول خافض 220V/9V-1A	T_1

والشكل (١ – ٣٠) يعرض مصدر قدرة منتظم لمكبرات العمليات القياسية يعطى الجهود الآتية V(15 - ,0 ,15) وتياراً أقصى 1A .

obeikandl.com



شكل (١ – ٣٠)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1.2 KΩ	R_1, R_2
مكثف كيميائى 4700µF-40V	C_1, C_2
مكثف سيراميكى (قرص) 100 nF	$C_3: C_6$
مكثف كيميائى 10 µF - 40V	C_7, C_8
موحد سليكونى طراز 1N 5401	$D_1:D_4$
دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز 7815	IC_1
دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز 7915	IC_2
محول خافض بنقطة منتصف 1A - (18-0-18)/220	T_1
مصهر بالقاعدة 50 mA	FUSe
موحد باعث للضوء (قياسى) 10mA	LED_1, LED_2

مشتت حرارى لمنظمات الجهد سمك 2mm - (1.5 X 1 cm)

obeikandl.com