

الباب الأول
مفاهيم أساسية

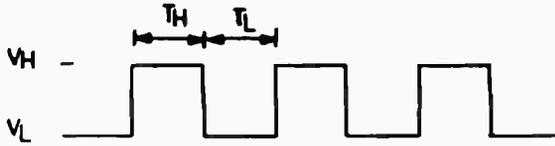
مفاهيم أساسية

١ / ١ - المذبذبات Multivibrators

تعتبر المذبذبات هي القلب النابض في 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 في حين تحتاج بعض الأنظمة الرقمية لنبضة واحدة بزمن محدد لإجراء بعض العمليات وهكذا.

أولاً: المذبذبات العديمة الاستقرار Astable Multivibrators

- وتسمى 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 T_H وزمن بقاء الجهد منخفضاً T_L ويعرف معامل دورة الخدمة **Service Duty cycle** بالمعادلة التالية :

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

ويكون زمن الدورة مساوياً:

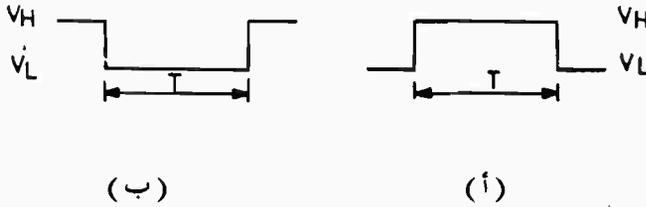
$$T = T_H + T_L \quad \text{Sec} \quad (1 - 2)$$

ويكون تردد المذبذب العديم الاستقرار مساوياً:

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

ثانياً: المذبذبات الأحادية الاستقرار Monostable Multivibrator

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



شكل (١ - ٢)

ففي الشكل (أ) نبضة عالية زمنها T ، وفي الشكل (ب) نبضة منخفضة زمنها T . فبعض المذبذبات الأحادية الاستقرار يكون خرجها منخفضاً V_{low} في الحالة الطبيعية وعند قدها تخرج نبضة عالية زمنها (T) أى يصبح جهد خرجها عالياً V_{high} لمدة زمنية (T) .

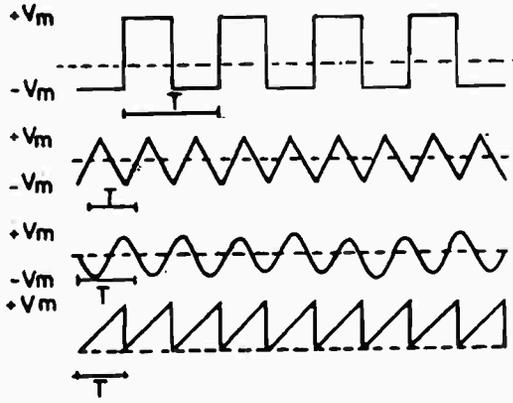
وبعض المذبذبات الأحادية الاستقرار يكون خرجها عالياً V_{high} في الحالة الطبيعية، وعند قدها تخرج نبضة منخفضة زمنها (T) أى يصبح جهد خرجها منخفضاً V_{low} لمدة زمنية (T) .

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

٢ / ١ - مولدات الدوال Function Generators

تقوم مولدات الدوال بتوليد موجات لها أشكال مختلفة كالموجات المربعة والموجات المثلثة والموجات الجيبية ... إلخ والتى نحتاج إليها فى 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 جيبيية - موجة على شكل أسنان المنشار.



شكل (١ - ٣)

حيث إن :

V_m القيمة القصوى لسعة الموجة
 T زمن الموجة الكاملة
 ويكون تردد الموجة مساوياً :

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

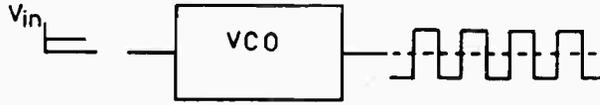
وتتميز مولدات الدوال بإمكانية تغيير كل من شكل الموجة، وتردد الموجة، والقيمة القصوى للموجة.

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 يلي العلاقة بين قيمة الجهد الداخلة وتردد الموجة الخارجة.

$$V_{in} = K F_o$$

(1- 5)



شكل (١ - ٤)

حيث إن:

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

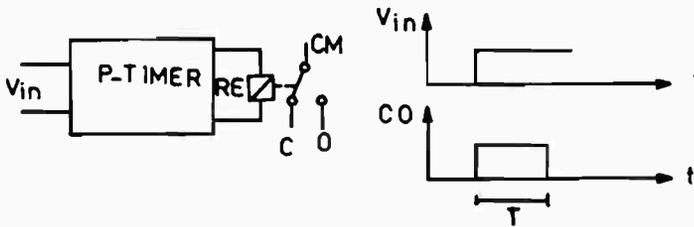
ويختلف شكل الموجة الخارجة من محول جهد من لتردد لآخر. فمنها ما يكون خرجه موجة مربعة، ومنها ما يكون خرجه موجة جيبية ومنها ما يكون خرجه موجة مثلثة..... إلخ.

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

١ / ٣ - المؤقتات الزمنية

تنقسم المؤقتات الزمنية حسب خواصها إلى ثلاثة أنواع وهى:

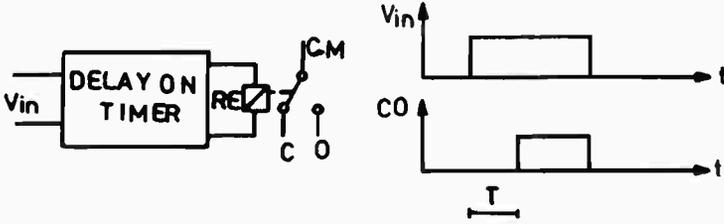
١ - مؤقتات زمنية نبضية Pulse Timer، والشكل (١ - ٥) يبين خواص هذه المؤقتات.



شكل (١ - ٥)

فعند دخول إشارة الدخل V_{in} على المؤقت الزمني تنعكس حالة ريش ريلاي الخرج القلاب CO للمؤقت RE فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة والمفتوحة مغلقة مدة زمنية مقدارها T ، ثم بعد ذلك ترجع ريش ريلاي الخرج لوضعها الطبيعي .

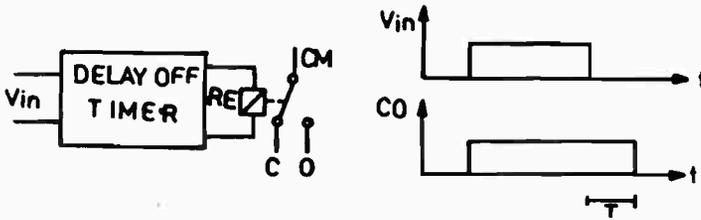
٢ - مؤقتات تؤخر عند التوصيل Delay ON Timer والشكل (١ - ٦) يبين خواص هذه المؤقتات .



شكل (١ - ٦)

فعند دخول إشارة الدخل V_{in} على المؤقت الزمني تنعكس حالة ريش ريلاي الخرج RE بعد تأخير زمني T ، فتصبح الريشة المغلقة مفتوحة والريشة المفتوحة مغلقة، وتظل على هذا الحال لحين انقطاع التيار الكهربى عن دخل المؤقت .

٣ - مؤقتات تؤخر عند الفصل Delay OFF Timer . والشكل (١ - ٧) يبين خواص هذه المؤقتات .



شكل (١ - ٧)

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

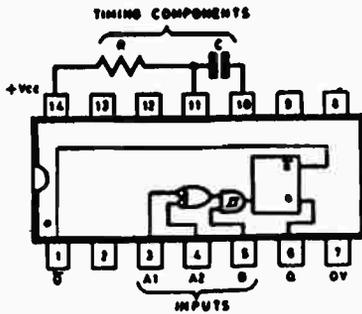
المؤقت على هذه الحالة حتى بعد انقطاع التيار الكهربى عن دخل هذه المؤقتات لمدة زمنية مقدارها T.

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: 74121 - 74122 - 74123 ، 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 (٨-١) بين طريقة توصيل مكثف C ومقاومة R معها للحصول على مذبذب أحادى الاستقرار، وكذلك جدول الحقيقة لها والمدخل A1 و A2 و B هي مدخل 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	X	L	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

وهناك ثلاثة طرق مختلفة لإشعال تلك الدائرة وهى:

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

٢ - بتوصيل B و A1 بجهد عال H،

شكل (٨ - ١)

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

$$t = 0.693 RC$$

زمن النبضة الخارجة

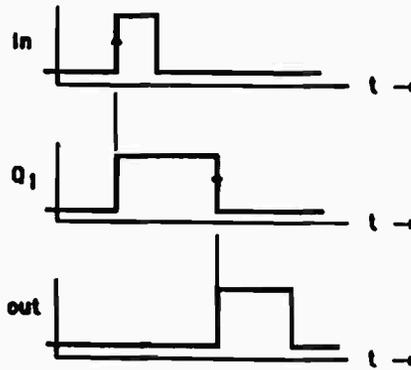
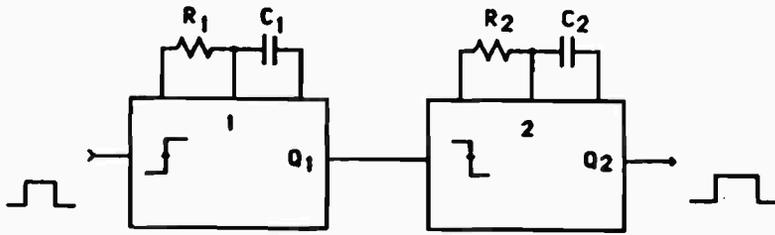
حيث إن :

R تتراوح ما بين (1.5 : 40) KΩ

C و 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 .



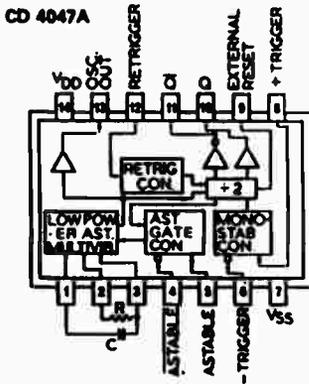
شكل (١ - ٩)

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 هي الدائرة المتكاملة CD 4047A حيث يمكن استخدامها كمذبذب لاستقرار، وكذلك كمذبذب أحادي الاستقرار. والشكل (١ - ١٠) يعرض المسقط الأفقي للدائرة المتكاملة المذكورة.

وتتميز هذه الدائرة بأنها لا تحتاج إلا لمكثف خارجي واحد غير كيميائي ومقاومة واحدة ولها ثلاثة مخرج وهي: Q و \bar{Q} وخرج المذبذب (الطرف رقم 13).



أولاً: استخدام الدائرة المتكاملة 4047A كمذبذب لاستقرار:

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 (\bar{Q}) ويساوى.

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

شكل (١ - ١٠)

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).

ثانياً: استخدام الدائرة المتكاملة 4047A كمذبذب أحادي 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 \bar{Q} و Q وزمنها يساوي:

$$T = 2.5 RC$$

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

١/٤/٣ - المؤقت 555

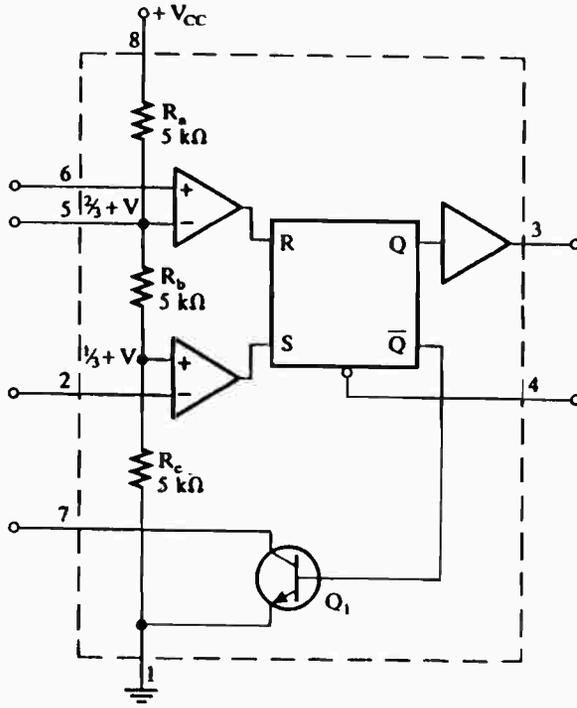
يتواجد المؤقت 555 في صورة دائرة متكاملة تبني من دائرة رقمية وتناظرية حيث تحتوي على عناصر رقمية وعناصر تناظرية.

فهى تحتوي 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 أيضاً على ترانزستور يعمل كمفتاح.

التعريف بأطراف المؤقت 555:

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

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



شكل (١ - ١١)

عائلة المؤقت 555 :

أ - المؤقت 555 القياسي طراز NE 555 :

يوجد في صورة دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL ذي 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 ذي ثمانية أطراف، ويصل مدى جهد التغذية (2 : 18V) وتيار دخله $120\mu A$ وتيار خرجه صغير، ولكنه قادر على تغذية دائرتين متكاملتين من عائلة TTL .

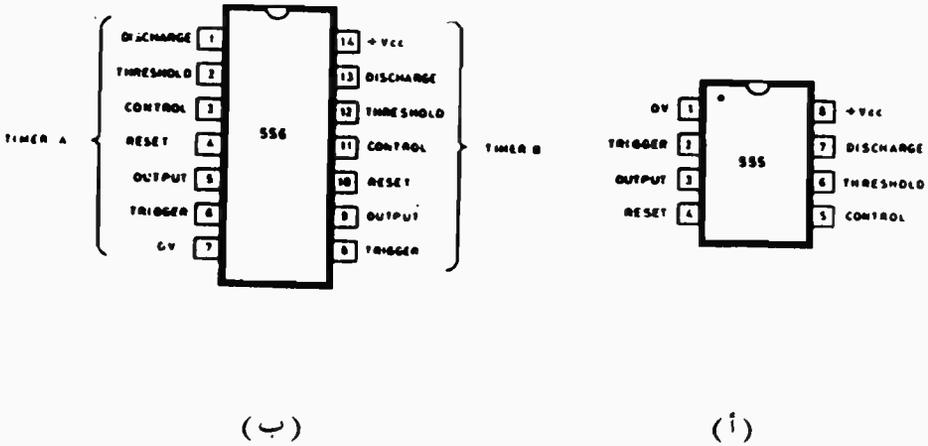
ج - المؤقت المزدوج طراز NE556A :

يحتوى على مؤقتين 555 قياسييين وهو على شكل دائرة متكاملة مزدوجة الصفوف DIL ذى أربعة عشر طرفاً، 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 طرفاً مترابطة على شكل مزدوج الصفوف DIL ويتمتع بنفس الخواص الكهربائية للمؤقت ICM 7555 IPA .

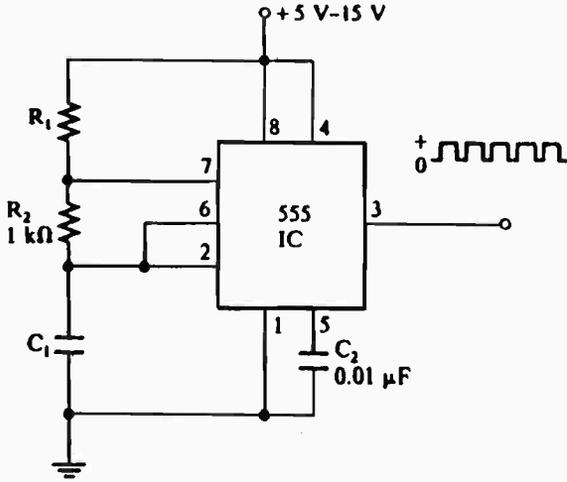
والشكل (١ - ١٢) يعرض المسقط الأفقى للمؤقت 555 (أ) والمؤقت 556 (ب) .



شكل (١ - ١٢)

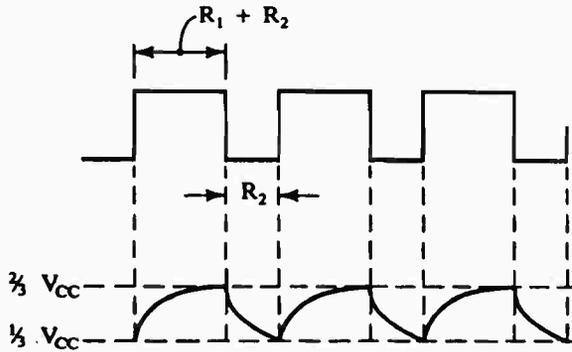
المذبذب عديم الاستقرار باستخدام المؤقت 555 :

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



شكل (١ - ١٣)

كما يبين الشكل (١ - ١٤) شكل موجة الخرج V_o وكذلك الجهد على طرفي المكثف C_1 .



شكل (١ - ١٤)

زمن بقاء خرج المؤقت عالياً T_H يساوى:

$$T_H = 0.7 (R_1 + R_2) C \quad (1 - 8)$$

زمن بقاء خرج المؤقت منخفضاً T_L يساوى:

$$T_L = 0.7 R_2 C \quad (1 - 9)$$

وعليه فإن الزمن الكلى للدورة T يساوى:

$$T = T_H + T_L \quad (1 - 10)$$

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

تردد خرج المذبذب F يساوى:

$$F = \frac{1}{T}$$
$$= \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2) C_1} \quad (1-11)$$

معامل دورة الخدمة D يساوى:

$$D = \frac{T_H}{T_H + T_L} \quad (1-12)$$

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

حيث تتراوح قيم المقاومات R_1 , R_2 ما بين $(1K\Omega : 1M\Omega)$ وقيمة المكثف C_1 ما بين $(10 \mu F : 10 nF)$.

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

$$T_H = 0.7 R_1 C \quad (1-14)$$

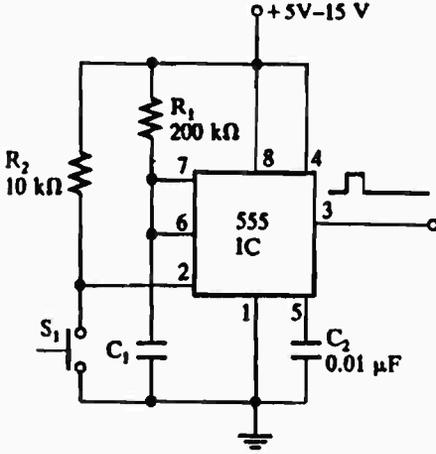
$$T_L = 0.7 R_2 C \quad (1-15)$$

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

المذبذب أحادى الاستقرار باستخدام المؤقت 555 :

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

نظرية عمل المذبذب :



بالضغط على المفتاح S_1 ينخفض الجهد الواقع على الطرف (2) للمؤقت، ويصبح خرج المذبذب فى المستوى العالى (H) عند الطرف (3) للمؤقت .

يشحن المكثف C_1 خلال R_1 ويتحول خرج المذبذب إلى المستوى المنخفض (L)، ويظل حتى الضغط على S_1 مرة أخرى .

زمن نبضة الخرج يساوى :

$$T = 1.1C_1R_1 \quad (1-17)$$

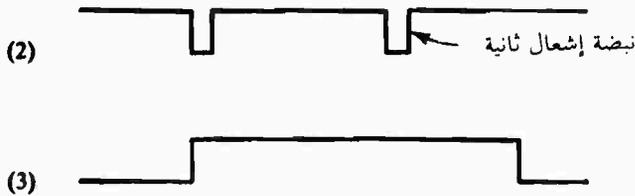
شكل (١ - ١٥)

علمًا بأن R_1 تتراوح ما بين

$(1.5K\Omega : 3.3 M\Omega)$ أما سعة المكثف C_1 فتتراوح ما بين $(470P : 470\mu)$ كما

يتراوح زمن النبضة ما بين $(1 \text{ mS} : 30 \text{ min})$.

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



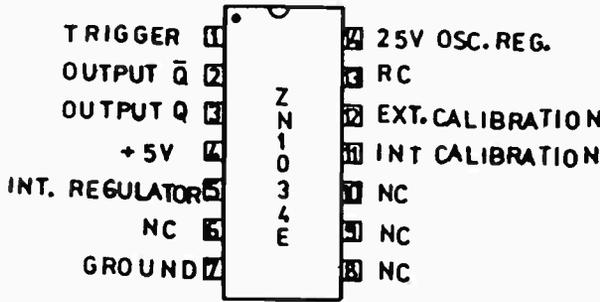
شكل (١ - ١٦)

والجدير بالذكر أنه يمكن تحرير خرج المذبذب بوصول نبضة تحرير عند الحافة الهابطة (تحول الجهد من عالٍ 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 الزمني 555 ذلك لأنه يتميز بأن له زمن تأخير طويل يتراوح ما بين (22 weeks: 50ms) كما أنه عالي الدقة. كما تصل شدة تياره سواء الخارج أو الداخل لمخارجه إلى 25 mA ويحتاج لجهد تغذية + 5Vdc بنسبة تفاوت $\pm 0.25V$.

والشكل (١ - ١٧) يبين المسقط الأفقي للدائرة المتكاملة ZN 1034E.



شكل (١ - ١٧)

التعريف بأرجل الدائرة المتكاملة:

- | | |
|---|--------------------|
| 1 | إشعال |
| 2 | المخرج \bar{Q} |
| 3 | المخرج Q |
| 4 | جهد التغذية +5V |
| 5 | منظم الجهد الداخلي |

10, 9, 8, 6

N.C لا يستخدم

7

الأرضى

11

معايرة داخلية

12

معايرة خارجية

13

توصل مع R,C الخارجيين

14

منظم المذبذب عند 2.5V

كما يبين الشكل (١ - ١٨) كيفية استخدام المؤقت الدقيق ZN 1034E

للحصول على زمن تأخير من لحظة غلق المفتاح S1 يساوى :

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

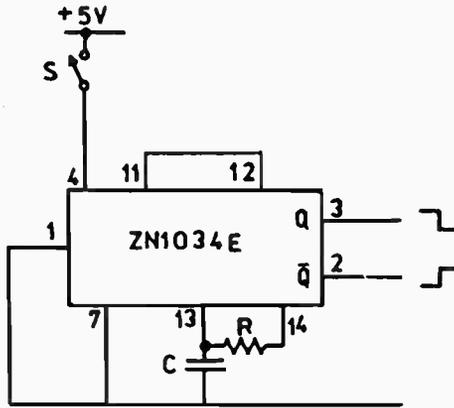
حيث إن :

$5K\Omega : 5M\Omega$

R تتراوح ما بين

$3.3 nF : 1000 \mu F$

و C تتراوح ما بين



شكل (١ - ١٨)

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

$$R = \frac{V_{cc} - 5}{I_L + 7} \quad (1 - 19)$$

حيث إن :

V_{cc} جهد المصدر .

I_L تيار الحمل بالمللي أمبير (mA) .

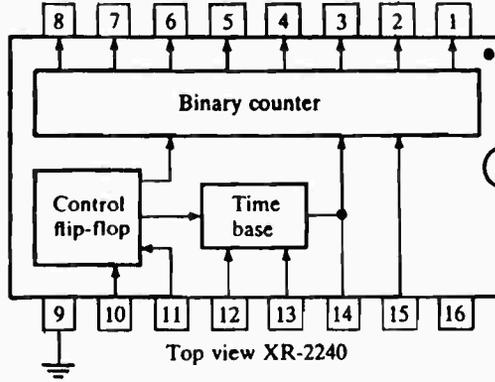
١ / ٤ / ٥ - المؤقت الزمني المبرمج XR - 2240

للمؤقت الزمني المبرمج XR-2240 زمن تأخير يتراوح ما بين (1 month : 1μS) ويعمل عند مدى واسع لجهد التغذية يتراوح ما بين (4:15V) ويستخدم مع كل من دوائر TTL ، CMOS . كما أن له زمن تأخير مبرمج يتراوح ما بين (RC : 255 IRC) ، 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 :

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



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:

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

حيث إن

R تتراوح ما بين $1k\Omega$: $10 M\Omega$.

C و تتراوح ما بين $10 nF$: $1000 \mu F$.

ويصل شدة تيار خرج المؤقت إلى $15 mA$.

والشكل (٢٠ - ١) يبين طريقة استخدام المؤقت المبرمج XR-2240 كمذبذب أحادي 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 II يساوى:

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

حيث إن:

n مجموع رتب المفاتيح المغلقة

T_B أساس الزمن للمؤقت

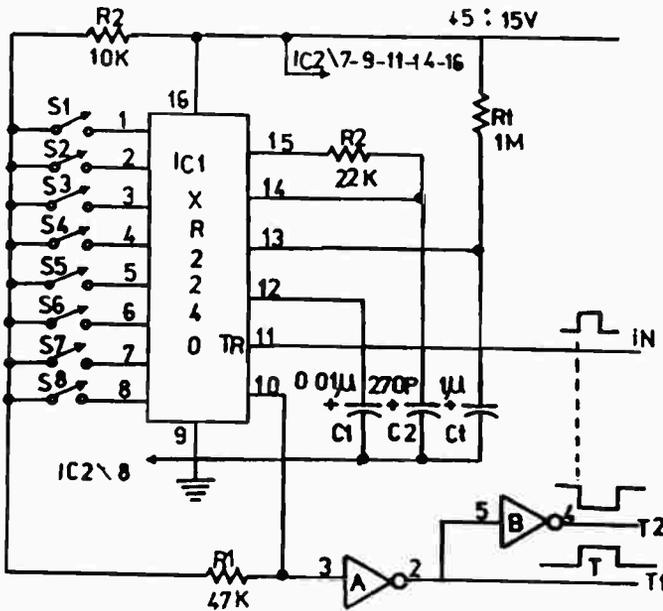
وبالتالى فإن:

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

$$T_B = R_t C_t = 1S$$

$$T = 7 \times 1 = 7 \text{ Sec}$$

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



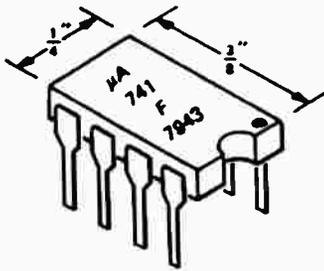
شكل (٢٠ - ١)

٥ / ١ - مكبرات العمليات OP - Amp

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

والشكل (١ - ٢١) يبين نموذجاً لمكبر عمليات طراز 741 وكذلك مسقطاً أفقياً لأطرافه موضحاً عليه وظيفة كل منها.

ويلاحظ وجود تجويف نصف دائري على أحد جانبي مكبر العمليات الذي يعتبر بمثابة الدليل للتعرف على ترتيب أرجل المكبر حيث إن الرجل الأولى للمكبر تعتبر هي أعلى رجل على اليسار من الدليل، ويكون ترتيب الأرجل بعد ذلك في اتجاه عكس عقارب الساعة على التوالي.



التعريف بأرجل مكبر

العمليات :

1,5 ضبط الخرج عند الصفر

2 المدخل العاكس

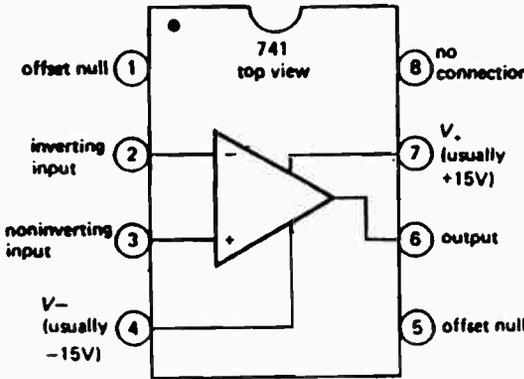
3 المدخل غير العاكس

4 طرف التغذية السالب

6 طرف الخرج

7 طرف التغذية الموجب

8 طرف لا يوصل NC



وسوف نتناول عمل مكبر

العمليات كمقارن للجهد،

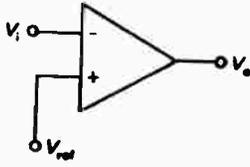
حيث يعرض الشكل (١ -

٢٢) دائرة مقارن جهد بسيط

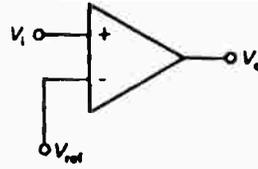
في (أ) مقارن غير عاكس، وفي

(ب) مقارن عاكس .

شكل (١ - ٢١)



ب

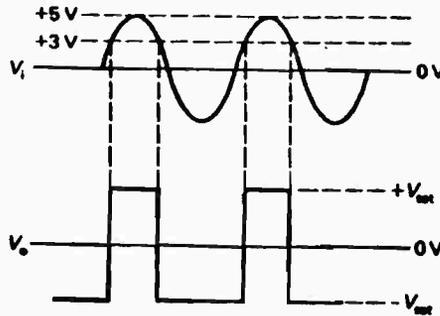


ا

شكل (٢٢ - ١)

ونظرية عمل المقارن غير العاكس يمكن إيضاحها ببساطة في أنه لو كان الدخل على الطرف غير العاكس (+) للمكبر عبارة عن موجة جيبيية جهدها $V_{max}=5V$ ، ووصل على الطرف العاكس (-) بطارية جهدها $3V$ فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع الموجب للمكبر $V_{sat}+$ (جهد المصدر الموجب) ذلك عندما يكون جهد الدخل على الطرف غير العاكس أكبر من $3V$ في حين أنه عندما يكون الجهد على الطرف غير العاكس للمكبر أقل من $3V$ فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع السالب $-V_{sat}$ ويساوى جهد المصدر السالب تقريباً.

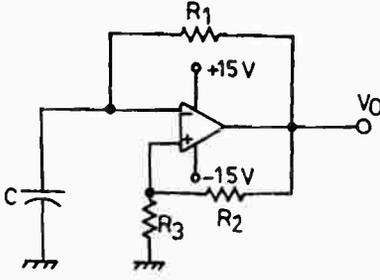
والشكل (٢٣ - ١) يوضح ذلك .



شكل (٢٣ - ١)

أولاً: مولدات الموجة المربعة.

الشكل (١-٢٤) يعرض دائرة مولد موجة مربعة. حيث يعمل المكبر A كمكبر فرقى فعند توصيل التيار الكهربى للدائرة يكون جهد المدخل العاكس (-) فى بادئ الأمر مساوياً 0V، ويكون جهد المدخل



غير العاكس (+) أعلى من 0V نتيجة مرور 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)

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

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

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

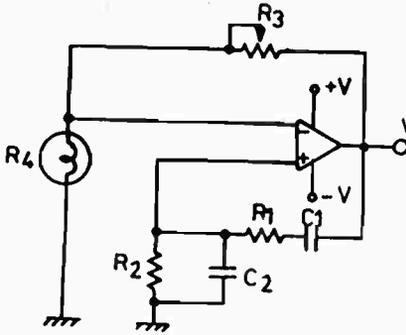
وذلك عندما يكون:

$$R_3 = 0.86 R_2$$

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 R_3, R_4 يمثلان ذراعان من قنطرة وين، في حين أن الذراع الثالث يمثل R_1, C_1 والذراع الرابع يمثل R_2, C_2 . وتوفر المقاومتان R_3, R_4 مسار التغذية المرتدة السالبة عند جميع الترددات، في حين أن R_1, C_1, R_2, C_2 مجتمعة توفر مسار التغذية المرتدة الموجبة.



شكل (١ - ٢٥)

وعادة تكون R_4 عبارة عن مصباح متوهج للمحافظة على جهد خرج ثابت، ذلك لأن المصباح ذا الفتيلة (المتوهج) عبارة عن مقاومة لها معامل حراري 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.

ويمكن حساب تردد المذبذب من العلاقة:

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

كما يمكن التحكم في جهد الخرج باستخدام المقاومة المتغيرة R_3 .

٦ / ١ - مصادر القدرة المنتظمة

تستخدم أكثر الأجهزة الإلكترونية مصادر القدرة الخطية والتي تتكون من:

١ - مصدر قدرة غير منتظم.

٢ - منظم جهد.

ويتكون مصدر القدرة غير المنتظم من:

- محول خافض لجهد مصدر التيار المتردد

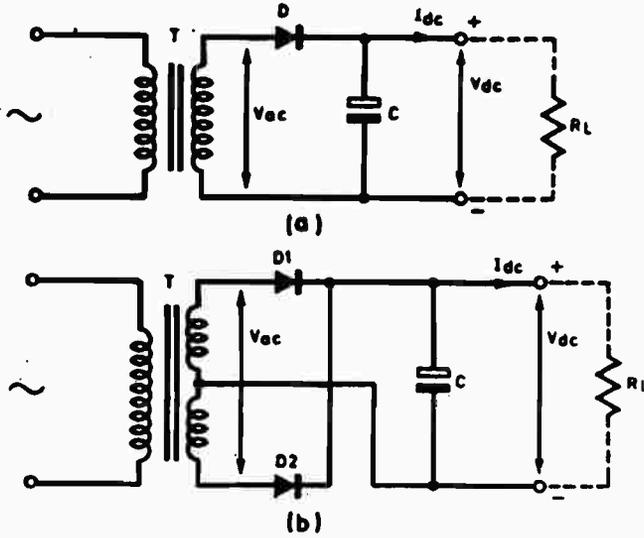
- دائرة توحيد لتوحيد التيار المتردد

- مرشح (مكثف) للحصول على خرج مستمر بدون ذبذبات .

والشكل (١ - ٢٦) يعرض ثلاث دوائر لمصادر القدرة غير المنتظمة والتي

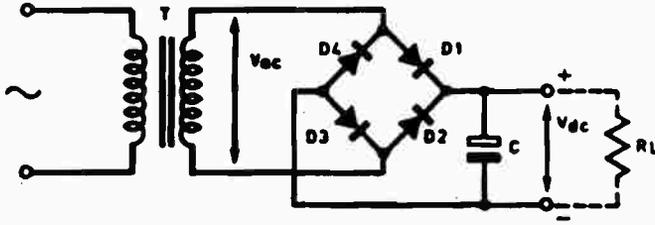
تختلف فيما بينها في دائرة التوحيد المستخدمة في كل منها. فيتم التوحيد في (أ)

بواسطة موحد D . أما في (ب) فيتم التوحيد بواسطة الموحدين $D1, D2$.



شكل (١ - ٢٦) أ، ب

أما الشكل (١ - ٢٦) ج فيتم استخدام قنطرة توحيد تتكون من $D1:D4$.



شكل (١ - ٢٦) →

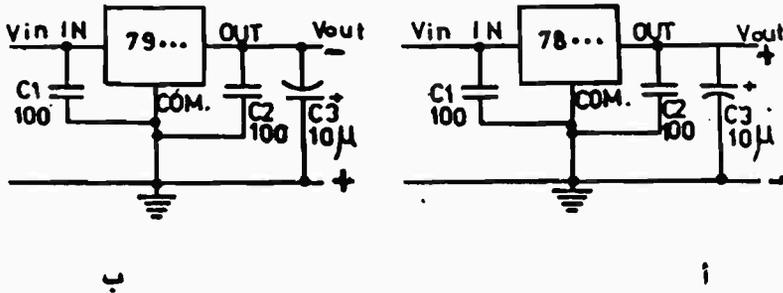
كما أن هناك ثلاثة أنواع من الدوائر المتكاملة لمنظمات الجهد وهي :

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 والتيار خرج أقصى قابل للمعايرة كمثل الدائرة المتكاملة L200C .

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



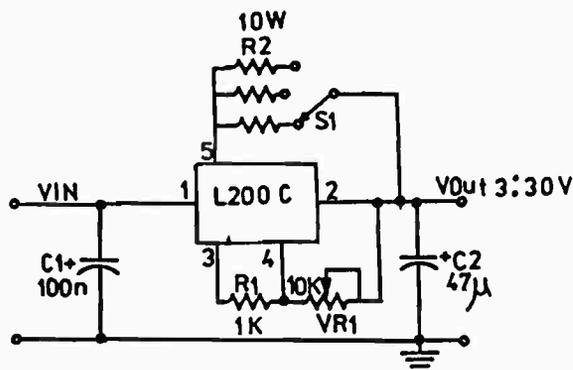
شكل (١ - ٢٧)

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

والعلاقات التالية توضح جهد الخرج و تيار الخرج الأقصى V_{out} و I_{out} لهذه الدائرة .

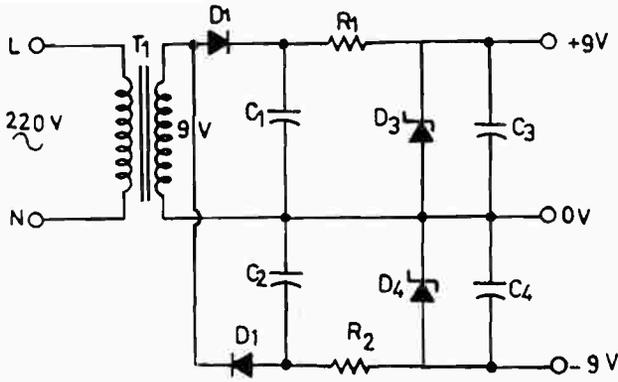
$$V_{out} = 2.77 \left(1 + \frac{VR_1}{R} \right) \quad V \quad (1-25)$$

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



شكل (٢٨ - ١)

وتحتاج مكبرات العمليات القياسية لمصادر قدرة مزدوجة لها جهود تتراوح ما بين $(\pm 5: \pm 20V)$ وأكثر الجهود المتعارف عليها هي $\pm 15V$ والشكل (٢٩ - ١) يعرض مصدر قدرة مزدوج ومنتظم يعطى جهد خرج $(+9V, 0V, -9V)$.

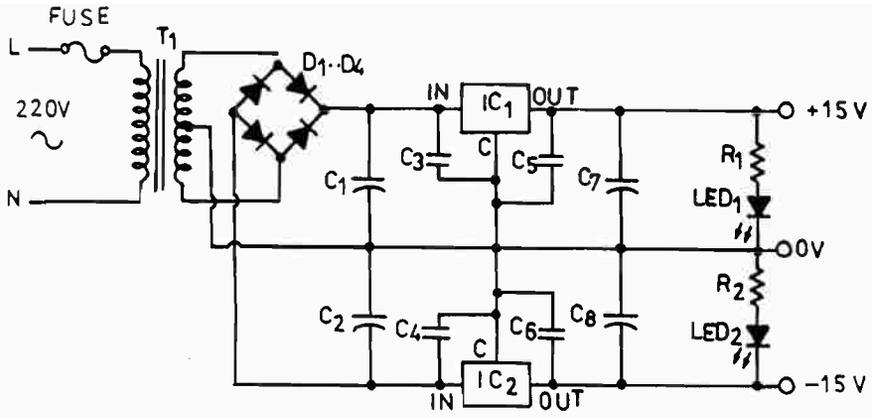


شكل (١ - ٢٩)

عناصر الدائرة :

R_1, R_2	مقاومة $120 \Omega/5W$
C_1, C_2	مكثف كيميائي $100\mu F-25V$
C_3, C_4	مكثف كيميائي $470\mu F-16V$
D_1, D_2	موحد سليكوني طراز EM 400S
D_3, D_4	موحد زينر طراز BZX70
T_1	محول خافض $220V/9V-1A$

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



شكل (١ - ٣٠)

عناصر الدائرة :

R1, R2	مقاومة كربونية 1.2 K Ω
C1, C2	مكثف كيميائي 4700 μ F-40V
C3: C6	مكثف سيراميكي (قرص) 100 nF
C7, C8	مكثف كيميائي 10 μ F - 40V
D1: D4	موحد سليكوني طراز 1N 5401
IC1	دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز 7815
IC2	دائرة متكاملة (منظم جهد) طراز 7915
T1	محول خافض بنقطة منتصف 1A - 220/(18-0-18)
FUSE	مصهر بالقاعدة 50 mA
LED1, LED2	موحد باعث للضوء (قياسي) 10mA

مشنت حراري لمنظمات الجهد سمك 2mm - (1.5 X 1 cm)