

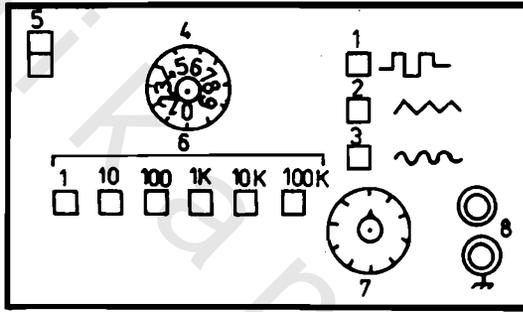
الباب الخامس
مولدات الدوال ودوائرها العملية

obeikandi.com

مولدات الدوال ودوائرها العملية

١ / ٥ - مقدمة

تستخدم مولدات الدوال فى توليد موجات مربعة ومثلثة وجيبية... إلخ، والتي تحتاج إليها فى اختيار وإصلاح ومعايرة الدوائر الإلكترونية، وتتميز مولدات الدوال بإمكانية تغيير كل من التردد والقيمة القصوى للموجة المولدة، والشكل (٥ - ١)، يعرض مخططاً توضيحياً لمولد دوال يعطى ثلاث موجات، وهى مربعة، مثلثة، جيبية.



شكل (٥ - ١)

حيث إن :

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1 | مفتاح اختيار الموجة المربعة |
| 2 | مفتاح اختيار الموجة المثلثة |
| 3 | مفتاح اختيار الموجة الجيبية |
| 4 | مفتاح ضبط التردد |
| 5 | مفتاح الوصل والفصل |
| 6 | مفاتيح مدى الترددات |

7 مفتاح تحديد القيمة القصوى للموجة المولدة

8 مخارج مولد الدوال

طريقة استخدام مولد الدوال :

لاستخدام مولد الدوال الذى نحن بصدده والمبين بالشكل (٥ - ١) لتوليد موجة جيبية ترددها 8KHZ وسعتها 4V نتبع النقاط التالية :

١ - نضع المفتاح 5 فى وضع ON .

٢ - نضغط على مفتاح اختيار الموجة الجيبية 3 .

٣ - نحدد مدى التردد بالضغط على مفتاح 1KHZ ضمن مفاتيح المدى 6 .

٤ - ندير مفتاح ضبط التردد 4 وصولاً للوضع 8 .

٥ - نضبط سعة الموجة المتولدة بواسطة مفتاح ضبط السعة 7 .

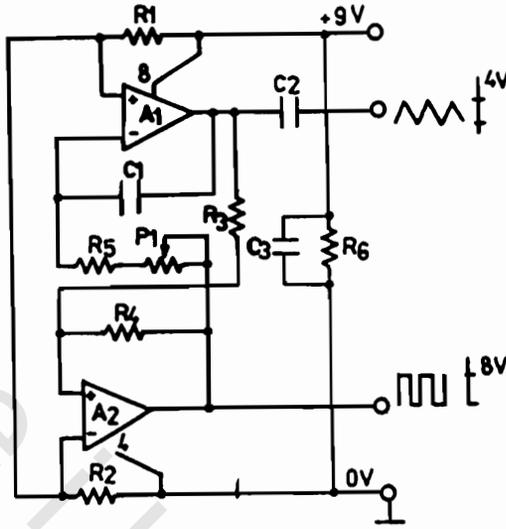
ويمكن الاستعانة بجهاز الأسيلسكوب فى النقاط ٤ ، ٥ .

ويلاحظ عادة عند استخدام مولدات الدوال لتوليد موجات لها قيم قصوى صغيرة تستخدم مقاومة على التوالى مع الطرف الموجب لمولد الدوال تساوى $(100K\Omega : 1M\Omega)$ ، وذلك للتخلص من الضوضاء الشديدة Noise التى تصاحب هذه الموجات .

٥ / ٢ - الدوائر العملية لمولدات الدوال

الدائرة رقم (٢٦)

الشكل (٥ - ٢) يعرض دائرة مولد دوال فى مدى التردد الصوتى (AF) .



شكل (٥ - ٢)

عناصر الدائرة:

R1 , R2, R5	مقاومة كربونية 10K Ω /0.5W
R3	مقاومة كربونية 47K Ω /0.5W
R4 , R6	مقاومة كربونية 100K Ω /0.5W
P1	مقاومة متغيرة 100K Ω /1W
C1	مكثف سيراميكي سعته 4.7 nF
C2 , C3	مكثف سيراميكي سعته 100 nF
IC1 (A1 , A2)	مكبر عمليات مزدوج طراز TLC 272

نظرية عمل الدائرة:

تقوم الدائرة بتوليد موجة مثلثة وأخرى مستطيلة في خلال نطاق التردد الصوتي، والدائرة المتكاملة IC1 عبارة عن مكبر عمليات مزدوج من عائلة CMOS، حيث إنها تتميز باستهلاك تيار صغير وتعمل من خلال مدى واسع من الترددات.

مكبر العمليات A2 يعمل كقدادح شميت ويمثل خرجه موجة مستطيلة ويقوم A1 والموصل على شكل مكامل بتحويل خرج A2 إلى موجة مثلثة.

ويتوقف تردد المولد على العلاقة R/C .

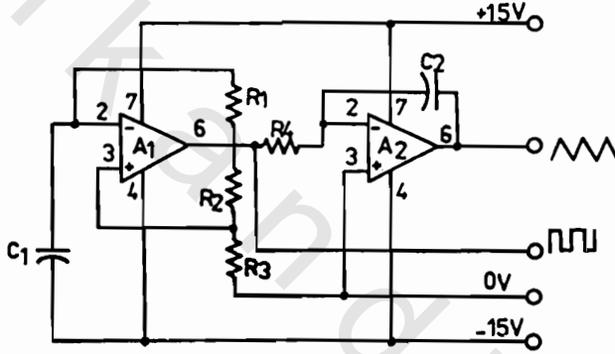
ويمكن حساب تردد المولد من العلاقة

$$F = R4 / 4 [(R5 + P1) (R3C1)]$$

وعليه يمكن التحكم فى تردد المولد بواسطة P1 .

الدائرة رقم (٢٧)

الشكل (٥ - ٣) يعرض دائرة مولد دوال يعطى موجة مربعة وأخرى مثلثة.



شكل (٥ - ٣)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 100KΩ/0.5W
R2	مقاومة كربونية 22KΩ/0.5W
R3 , R4	مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W
C1	مكثف كيميائى سعته 0.2 μF - 25V
C2	مكثف كيميائى سعته 1 μF - 25V
IC1 (A1 , A2)	مكبر عمليات طراز 741

نظرية عمل الدائرة:

– مكبر العمليات A_1 موصل في الدائرة كمذبذب عديم الاستقرار وخرجه يتغير بشكل ثابت من المستوى العالى إلى المستوى المنخفض، كما أن له ممرين للتغذية الخلفية الأولى إلى الطرف غير العاكس (3) عن طريق R_2 , R_3 واللتان تحددان الجهد المرجعى عند ذلك المدخل، أما الممر الثانى إلى الطرف (2) عن طريق C_1 , R_1 ، حيث يقومان بتحديد تردد المذبذب.

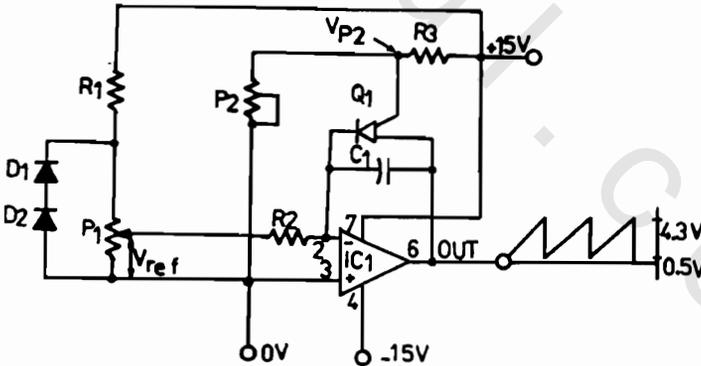
– مكبر العمليات A_2 موصل في الدائرة كمكامل، حيث يقوم بتحويل الموجة المربعة من خرج A_1 إلى موجة مثلثة ترددها يساوي تردد الموجة المربعة. ولعدم تشوه الموجة المثلثة يفضل أن يكون الثابت الزمنى R_4C_2 مساوياً لضعف الثابت الزمنى C_1R_1 .

ويمكن حساب تردد المولد من العلاقة:

$$F = 1 / 2R_1C_1 \quad \text{HZ}$$

الدائرة (٢٨)

الشكل (٥ - ٤) يعرض دائرة مولد موجة سن المنشار.



شكل (٥ - ٤)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 10KΩ / 0.5W
R2, R3	مقاومة كربونية 100KΩ / 0.5W
P1	مقاومة متغيرة 10KΩ / 1W
P2	مقاومة متغيرة 50KΩ / 1W
C1	مكثف كيميائي سعته 0.1μF - 15V
D1, D2	موحد سيليكونى طراز 1N914
Q1	ترانزستور PUT طراز 2N6027
IC1	مكبر عمليات Op - Amp طراز 741

نظرية عمل الدائرة :

يوصل مكبر العمليات بالدائرة كمكامل، وبالتالي فإن جهد الدخل الموصل على الطرف العاكس (2) يؤدي إلى شحن المكثف C1 خطياً إلى جهد التشبع +Vsat، وفي نفس الوقت يظهر في خرج المكامل جهد خطى يزداد فى الاتجاه الموجب والذي يؤدي عند نقطة معينة إلى توصيل الترانزستور Q1 ليصبح (ON)، الأمر الذى يؤدي إلى تفريغ المكثف C1 من خلاله إلى أرضى الدائرة لتكتمل نبضة الخرج الأول للمكامل ثم تعاد دورة شحن وتفريغ المكثف C1 لنحصل على موجة سن المنشار فى خرج المكامل .

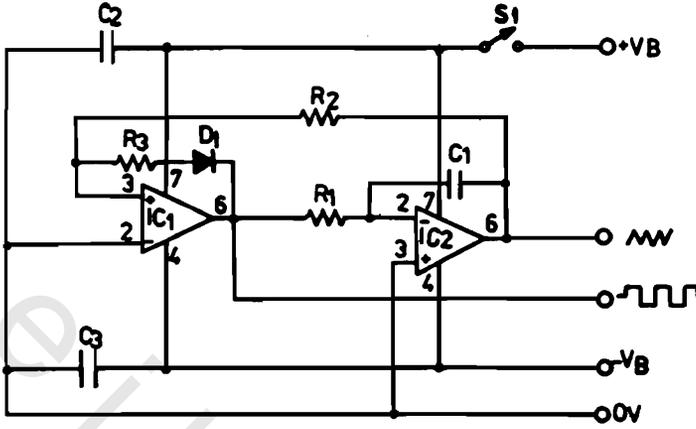
الموحدان D1 , D2 يؤديان إلى استقرار الجهد عبر المقاومة المتغيرة P1 (جهد الدخل)، كما تقوم P2 بتحديد جهد القدح للترانزستور Q1 والذي عنده تبدأ دورة عمل جديدة للمولد .

ويمكن حساب تردد المولد من العلاقة التالية :

$$F = \frac{V_{ref}}{R_2 C_1} \times \frac{1}{V_{p2} - 0.5V} \text{ HZ}$$

الدائرة رقم (٢٩)

الشكل (٥ - ٥) يعرض دائرة مولد إشارة مستطيلة وأخرى مثلثة .



شكل (٥ - ٥)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 120KΩ / 0.5W
R2	مقاومة كربونية 100KΩ / 0.5W
R3	مقاومة كربونية 270KΩ / 0.5W
C1	مكثف سيراميكى سعته 120 nF
C2 , C3	مكثف سيراميكى سعته 100 nF
D1	موحد سليكونى طراز 1N4148
IC1 , IC2	مكبر عمليات Op - Amp طراز 741
VB	جهد التغذية
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة :

بغلق المفتاح S1 واكتمال دائرة المولد بوصول جهد التغذية +VB إليها يبدأ المولد

فى العمل، فإذا فرضنا أن خرج IC1 كان سالباً فإن D1 سيوصل هذا الجهد إلى الطرف غير العاكس (3) ليصبح جهده سالباً أيضاً، ولما كان الطرف العاكس (2) موصل بأرضى الدائرة فإن خرج IC1 سيبقى سالباً، هذا الخرج سيمر من طريق R1 إلى الطرف العاكس (2) لمكبر العمليات IC2، ونظراً لوجود C1 فإن خرج IC2 لن يتغير فجأة، ولكنه سيتغير خطياً هذه الزيادة وعن طريق R2 سيتحول جهد الطرف غير العاكس (3) لمكبر العمليات الأول IC1 إلى الجهد الموجب مما يؤدي إلى تحويل خرج IC1 إلى الموجب وبسرعة ويبقى على هذا الوضع، حيث يبدأ C1 فى الشحن وبانتهاء شحن C1 يبدأ فى التفريغ، مما يؤدي إلى انخفاض خرج IC2 خطياً، ويصبح D1 فى الانحياز العكسى وعندما يصل جهد الطرف غير العاكس (3) للمكبر IC1 إلى 0V فإن الخرج يتحول مرة أخرى إلى السالب لتتكرر العملية مرة أخرى.

وعلى ذلك نحصل من المولد على موجة مربعة متماثلة حول محور الصفر وأخرى مثلثة موجبة، حيث يكون جهد القمة للموجة المثلثة يساوى:

$$V_{pp} = -V_B - 2 \cdot \frac{R_2}{R_3} V$$

أما التردد فيساوى:

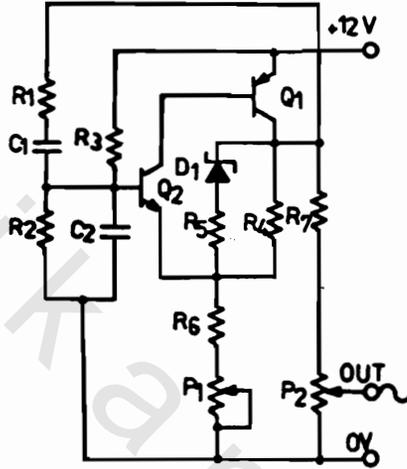
$$F = \frac{1}{2R_1C_1} \cdot \frac{R_3}{R_2} \text{ HZ}$$

حيث إن:

R2, R3 بالأوم وسعة المكثف C1 بالفاراد.

الدائرة رقم (٣٠)

الشكل (٥ - ٦) يعرض دائرة مولد موجة جيبيه ذات تردد منخفض .



شكل (٥ - ٦)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية $220K\Omega$
R2	مقاومة كربونية $270K\Omega$
R3	مقاومة كربونية $1M\Omega$
R4	مقاومة كربونية $1.5 K\Omega$
R5	مقاومة كربونية $2.2 K\Omega$
R6	مقاومة كربونية 330Ω

R7	مقاومة كربونية 10KΩ
	* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W.
P1	مقاومة متغيرة 1KΩ / 1W
P2	مقاومة متغيرة 10KΩ / 1W
C1, C2	مكثف سيراميكى سعته 100 nF
D1	موحد زينر 5V6 - 400 mw
Q1	ترانزستور PNP طراز BC 557C
Q2	ترانزستور NPN طراز BC 549C

نظرية عمل الدائرة:

بتوصيل جهد التغذية إلى الدائرة تبدأ الدائرة فى التذبذب، حيث تحدد العناصر C1, C2, R1, R2 والموصلة على شكل قنطرة تردد المذبذب.

ويحسب تردد المذبذب من العلاقة:

$$F = 1 / 2\pi R_1R_2C_1C_2. \text{ HZ}$$

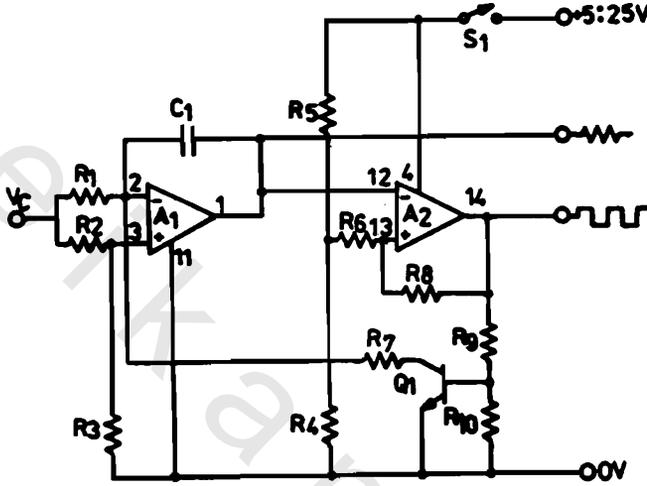
كما أن ثنائى الزينر يقوم بتنظيم جهد خرج المذبذب، فعندما يبدأ جهد خرج المذبذب فى الزيادة يبدأ موحد الزينر بالتوصيل، مما يؤدي إلى خفض كسب مرحلة التكبير، الأمر الذى يؤدي إلى تخميد الذبذبات.

وللمحافظة على إشارة الخرج من التشويه الذى يمكن أن يحدثه موحد الزينر بها، فإنه تم توصيل المقاومة R5 على التوالى مع الزينر، ومعها على التوازي المقاومة R4، فعندما يقترب جهد إشارة الخرج من جهد موحد الزينر، فإن ممانعة الدائرة المكونة من R4, R5, D1 تقل، وبالتالي يتم توليد موجة جيبيه خالية من التشوه.

وباستخدام المقاومة المتغيرة P1 يمكن تجنب قص موجة الخرج، كما يمكن ضبط P2 للتحكم فى جهد الخرج والذي يقع فى المدى من 0V إلى 4V.

الدائرة رقم (٣١)

الشكل (٧ - ٥) يعرض دائرة مذذب متحكم به بالجهد VCO يعمل كمولد للموجة المربعة وأخرى مثلثة.



شكل (٧ - ٥)

عناصر الدائرة:

R1, R6, R8	مقاومة كربونية 100K Ω / 0.5W
R2, R3, R7	مقاومة كربونية 47K Ω / 0.5W
R4, R5, R9, R10	مقاومة كربونية 10K Ω / 0.5W
C1	مكثف سيراميكى سعته 47 nF
Q1	ترانزستور NPN طراز BC547
IC1 (A1, A2)	مكبر عمليات طراز LM324
S1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة:

يعمل المكبر A1 كمكامل، وحيث إن المكثف C1 يعتبر من مكونات دائرة المكامل

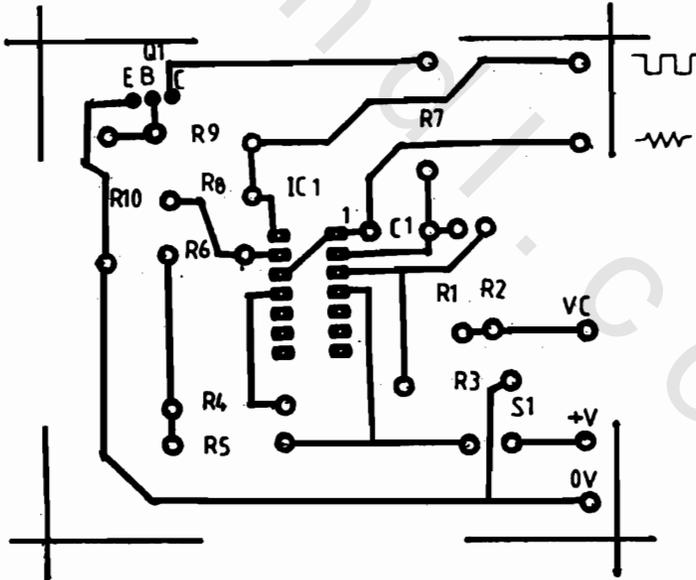
فبجعل المفتاح S1 فى وضع ON يشحن المكثف C1 بتيار ثابت يتوقف على مستوى إشارة جهد التحكم المستخدمة VC، وعلى ذلك فإن خرج المكامل ينخفض خطياً، هذا الانخفاض يؤدي إلى زيادة خرج المقارن A2 والعناصر الملحقه به .

التغير فى خرج المقارن A2 يؤدي إلى تحويل الترانزستور Q1 إلى حالة التوصيل ON، وفى هذه الأثناء يقوم C1 بتفريغ شحنته، مما يؤدي إلى زيادة خرج A1 زيادة خطية هذه الزيادة فى خرج A1 يؤدي إلى انخفاض خرج A2، فيتوقف عمل الترانزستور Q1، ويتحول إلى OFF ليبدأ C1 فى الشحن مرة أخرى .. وهكذا.

وبذلك نحصل على موجة مثلثة من خرج A1، وأخرى مربعة من خرج A2، كما أنه يمكن التحكم فى تردد إشارة الخرج بواسطة جهد التحكم VC خلال مدى يتراوح ما بين 0V إلى ما يقرب من جهد التغذية والذي يتراوح ما بين (5 : 25) V .

دورة عمل إشارة الخرج 50% عندما تكون $R_2 = R_3$ ، وكذلك $R_1 = 2R_7$ ، كما أن العلاقة ما بين R_4 , R_5 تحدد مستوى الجهد المستمر للإشارة المثلثة .

والشكل (٥ - ٨) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصددنا على لوحة نحاسية وجه واحد .

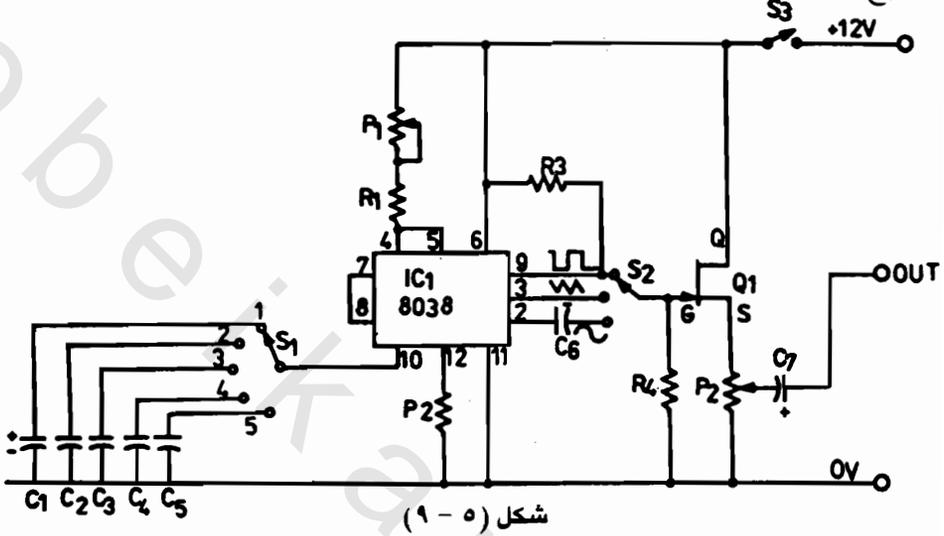


شكل (٥ - ٨)

الدائرة رقم (٣٢)

الشكل (٥ - ٩) يعرض دائرة مولد دوال باستخدام الدائرة المتكاملة (8038) ونحصل منها على موجة مربعة، مثلثة، جيبيية، كما يمكن التحكم في تردد

الخروج.



شكل (٥ - ٩)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 1KΩ / 0.5W
R2, R3	مقاومة كربونية 100KΩ / 0.5W
R4	مقاومة كربونية 1MΩ / 0.5W
P1	مقاومة متغيرة 10KΩ / 1W
P2	مقاومة متغيرة 1KΩ / 1W
C1	مكثف كيميائي سعته 100μF - 40V
C2	مكثف كيميائي سعته 10μF - 40V
C3, C6, C7	مكثف كيميائي سعته 1μF - 40V
C4	مكثف كيميائي سعته 0.1μF - 40V

C5	مكثف كيميائي سعته 0.01μF - 40V
Q1	ترانزستور (FET) طراز 2N5457
IC1	دائرة متكاملة (مولد دوال VCO) طراز 8083
S1	مفتاح اختيار دوار قطب واحد خمس سكك
S2	مفتاح اختيار دوار قطب واحد ثلاث سكك
S3	مفتاح قطب واحد سكة واحدة.

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة المتكاملة 8083 تعتبر مذبذب متحكم بجهدده Voltage Control OSC. (VCO)، له ثلاثة مخارج في نفس الوقت، حيث يعطى ثلاثة أشكال للموجات وهي:

- ١ - موجة مربعة على طرف الخرج (9).
- ٢ - موجة مثلثة على طرف الخرج (3).
- ٣ - موجة جيبية على طرف الخرج (2).

ومجال تردد مولد الدوال هذا يتراوح ما بين أقل من 0.001HZ إلى أكثر من 1MHZ، ومن هنا يتبين مدى دقة تردد مولد الدوال 8083، كما أن تردد المذبذب يأتي من العلاقة:

$$F = \frac{0.15}{RC} = 0.15 / (P1 + R1) C1 : C5 \quad \text{HZ}$$

ومن العلاقة يمكن التحكم في تردد خرج مولد الدوال عن طريق التحكم في كل من سعة المكثف C5 : C1، وذلك باستخدام المفتاح S1، كما يتم ضبط التردد بدقة بواسطة ضبط المقاومة المتغيرة P1.

وعلى أساس قيم العناصر المستخدمة في تلك الدائرة فإن مجال تردد خرج المولد يتراوح ما بين 0.14HZ إلى حوالي 15KHZ.

وبواسطة المفتاح S2 يمكن اختيار شكل الخرج المطلوب .

الترانزستور Q1 يعمل كمرحلة عزل ما بين خرج مولد الدوال والحمل، وذلك لتقليل الفقد في الخرج، أما المقاومة المتغيرة P2 فبواسطتها يتم التحكم في جهد الخرج، وكذلك يمكن زيادة تردد المولد بتقليل قيمة المكثفين C5 : C1 والمقاومة R1 والمتغيرة P1. أما المكثف C7 فيعمل كمكثف ربط وإزالة الجهود المستمرة عن الدائرة المراد تغذيتها بخرج المولد، والمكثف C6 لزيادة نقاء الموجة الجيبية، وكذلك لمنع تشوهها.

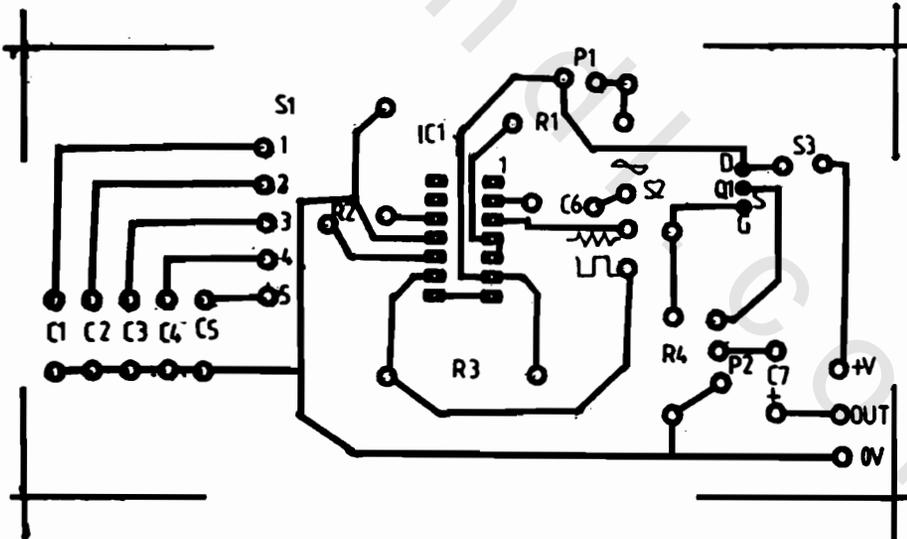
أما عن جهود الموجات التي نحصل عليها من الدائرة وتحت القيم المستخدمة فهي:

١ - الموجة المثلثة $V_{PP} = 4V$.

٢ - الموجة المربعة $V_{PP} = 2V$.

٣ - الموجة الجيبية $V_{PP} = 1V$.

والشكل (٥ - ١٠) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التي نحن بصددنا على لوحة نحاسية وجه واحد .



شكل (٥ - ١٠)