

الباب الرابع

دوائر عملية للمذبذبات اللامستقرة

obeikandi.com

دوائر عملية للمذبذبات اللامستقرة

١ / ٤ - مقدمة

يمكن تقسيم المذبذبات عديمة الاستقرار إلى :

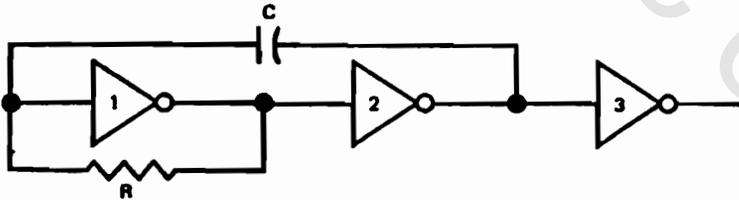
- ١ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار مرتكزة على الترانزستورات .
- ٢ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على عواكس .
- ٣ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على بلورات بيروكهربية . Piezo electric crystals

- ٤ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على مكبرات عمليات .
- ٥ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على بوابة Schmitt NAND .
- ٦ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على المؤقت 555 (راجع الفقرة : ١-٤-٣) .

وفي هذه الفقرة سنلقى الضوء على عمل بعض هذه الأنواع .

١ / ١ / ٤ - المذبذبات عديمة الاستقرار التى تحتوى على عواكس

الشكل (٤ - ١) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار مستخدماً دائرة متكاملة رقمية تحتوى على ستة عواكس طراز 7404



شكل (٤ - ١)

$$F = 1/3RC$$

وتردد هذا المذبذب يساوي

$$150 : 220\Omega$$

علماً بأن المقاومة R تتراوح ما بين

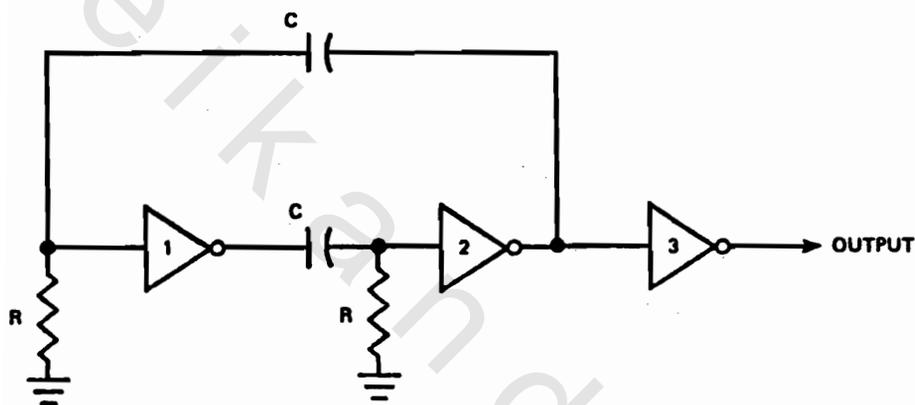
$$C = 170 \mu F, R = 200 \Omega$$

فإن

فإذا كان

$$F = 10^6 / 3 \times 200 \times 170 = 10 \text{ HZ}$$

كما يعرض الشكل (٤-٢) دائرة مذبذب عديم الاستقرار يستخدم فيها الدائرة المتكاملة 7404 والتي تحتوي على ستة عواكس من النوع TTL.



شكل (٤-٢)

وتردد هذا المذبذب يساوي:

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

$$C = 4 \mu F, R = 230 \Omega$$

فإن

فإذا كان

$$F = 10^6 / 2 \times 230 \times 4 = 54.4 \quad \text{HZ}$$

$$(200 : 1000\Omega)$$

علماً بأن المقاومة R تتراوح ما بين

والجددير بالذكر أنه يمكن استبدال العواكس ببوابات NAND مداخلها مقصورة معاً.

٤ / ١ / ٢ - المذبذبات عديدة الاستقرار التي تحتوى على بلورات بيزوكهربية

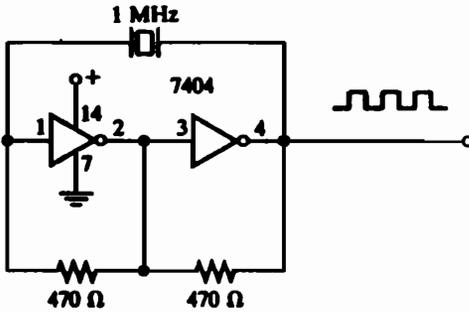
تستخدم بلورات البيزو الكهربية Piezo electric crystals المصنوعة من الكوارتز فى عمل هذه المذبذبات .

ويعرف تأثير البيزو الكهبرى بأنه عند تسليط جهد متردد على هذه البلورات فإنها تهتز بنفس تردد المصدر الكهبرى .

وتستخدم بلورات الكوارتز عادة فى بناء المذبذبات وذلك لقوتها الميكانيكية العالية وبساطتها فى التصنيع . وكل بلورة لها تردد طبيعى وتتواجد بلورات الكوارتز بترددات طبيعية تتراوح ما بين (5M : 25k)HZ . وحتى تستخدم بلورات الكوارتز فى الدوائر الإلكترونية توضع بين لوحين من المعدن فيتشكل مكثف له عزل بلورى . وبتعريض لوحى البلورة لجهد كهبرى تهتز بتردد يساوى تردد المصدر الكهبرى فإذا كان تردد المصدر الكهبرى يساوى التردد الطبيعى للبلورة نحصل على رنين وتهتز البلورة بأعلى معدل اهتزاز .

وتتميز المذبذبات البلورية بدقتها المتناهية ويعاب على هذه المذبذبات استخدامها فى دوائر القدرة الصغيرة لعدم انهيائها . كما أن تردد المذبذبات من هذا النوع لا يمكن تغييره ذلك لأنه يساوى التردد الطبيعى للبلورة .

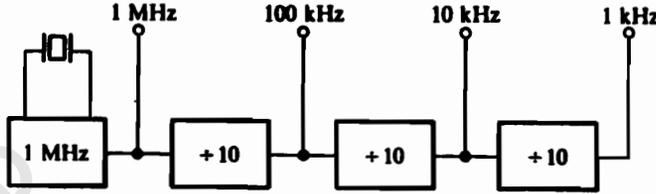
والشكل (٤ - ٣) يعرض دائرة مذبذب بلورى يتكون من بلورة كوارتز ترددها الطبيعى 1MHz . ودائرة متكاملة TTL تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 ومقاومتين متساويتين قيمة كل منهما 470Ω



شكل (٤ - ٣)

وتردد الموجات المربعة (خرج المذبذب) 1MHz تقريباً . كما أنه يمكن تغيير تردد هذا الخرج وذلك للحصول على أى تردد باستخدام بلورة كوارتز ترددها الطبيعى يساوى التردد المطلوب .

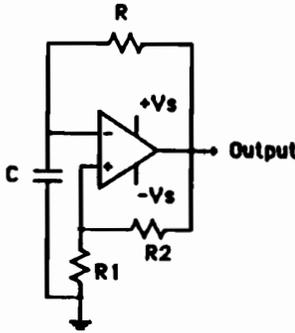
كما أنه يمكن الحصول على ترددات منخفضة من المذبذب الموضح في شكل (٤ - ٣) وذلك باستخدام عناصر تقسيم مناسبة مثل العدادات العشرية المكوّدة ثنائياً طراز 74192 والشكل (٤ - ٤) يوضح ذلك.



شكل (٤ - ٤)

٤ / ١ / ٣ - المذبذبات عديدة الاستقرار التي تحتوي على مكبرات عمليات

الشكل (٤ - ٥) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار يحتوي على مكبر



شكل (٤ - ٥)

عمليات. وهذه الدائرة تعمل كمقارن حيث إن المكثف C هو مصدر جهد الدخل على المدخل العاكس والمقاومات R1, R2 تعمل كمجزئ جهد يقوم بعمل تغذية عكسية بجزء من جهد الخرج Vo للدخل. وسوف ندرس هذه الدائرة في حالتين:

أولاً: عندما يكون Vo مساوياً لجهد التشبع

الموجب +Vsat:

يسمى الجهد على الطرف غير العاكس (+) للمكبر في هذه الحالة بجهد الركبة

العلوية VUT ويساوى:

$$V_{UT} = V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

ويكون الجهد على الطرف العاكس (-) للمكبر مساوياً للجهد على طرفي المكثف C والذي يزداد تدريجياً نتيجة شحن المكثف C من خلال المقاومة R حتى يصبح أكبر من جهد الرتبة العلوية V_{UT} حينئذ يصبح جهد الخرج V_O يساوي $-V_{sat}$ ثانياً: عندما يكون V_O مساوياً لجهد التشبع السالب $-V_{sat}$:

يسمى الجهد على الطرف غير العاكس (+) للمكبر في هذه الحالة بجهد الرتبة السفلية VLT:

$$V_{LT} = -V_{sat} \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

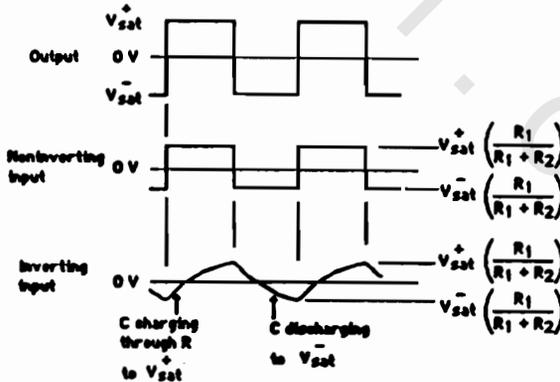
ويكون جهد الرجل العاكسة للمكبر مساوياً لجهد أطراف المكثف C والذي يقل تدريجياً نتيجة تفريغ المكثف شحنته من خلال المقاومة R.

وعندما يكون جهد المكثف أكثر سالبية من الجهد VLT يتغير خرج المكبر من $-V_{sat}$ إلى $+V_{sat}$ وهكذا.

ويكون تردد المذبذب مساوياً

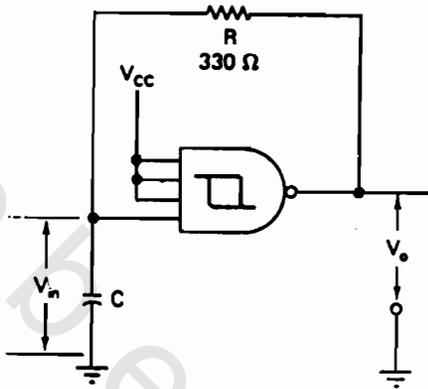
$$F = 1/2RC \quad \text{HZ}$$

ويبين الشكل (٤ - ٦) شكل نبضات جهد الخرج وجهد المدخل العاكس والمدخل غير العاكس.



شكل (٤ - ٦)

٤ / ١ / ٤ - المذبذبات عديمة الاستقرار التي تحتوي على بوابة Schmitt NAND



شكل (٤ - ٧)

الشكل (٤ - ٧) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام بوابة Schmitt NAND مع مقاومة ومكثف خارجيين R, C .

وتردد المذبذب يتراوح ما بين

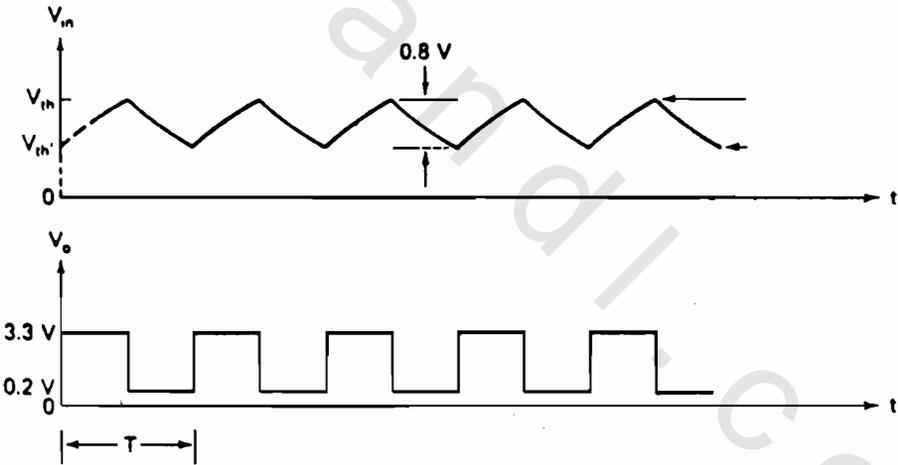
$0.1 \text{ Hz} : 10 \text{ MHz}$ ويأتي من العلاقة:

$$F = 0.9 / RC$$

وعند استخدام الدائرة المتكاملة

فيأن R تساوي 330Ω

والشكل (٤ - ٨) يعرض شكل موجة الدخل والخرج لهذا المذبذب.



شكل (٤ - ٨)

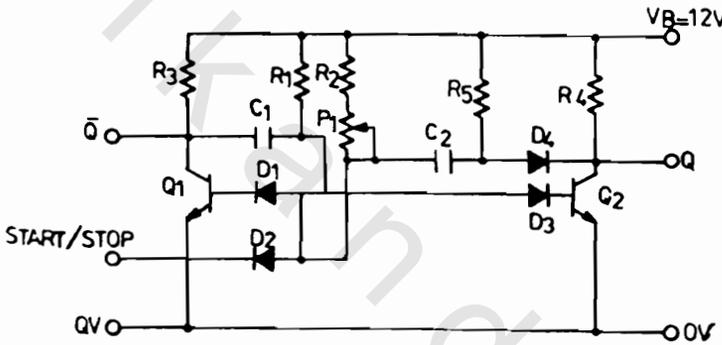
ويلاحظ من الشكل (٤ - ٨) أن جهد الدخل يتأرجح بين العتبة العلوية وجهد العتبة السفلية وذلك لشحن وتفريغ المكثف C علماً بأن جهد العتبة العلوية 1.7 V بينما جهد العتبة السفلية يساوي 0.9 V والفرق بينهما 0.8 V .

أحياناً يحدث تشوه لخرج هذا المذبذب نتيجة لأن المقاومة R تمثل حملاً على خرج بوابة المذبذب وللحصول على خرج ثابت وغير مشوه تستخدم بوابة أخرى من النوع (Schmitt NAND) تستخدم كبوابة NOT وتوصل بمخرج المذبذب.

٤ / ٢ - الدوائر العملية للمذبذبات عديمة الاستقرار المرتكزة على ترانزستورات

الدائرة رقم (١٠)

الشكل (٤ - ٩) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام ترانزستورين NPN.



شكل (٤ - ٩)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 33kΩ
R2	مقاومة كربونية 10kΩ
R3, R4	مقاومة كربونية 510Ω
R5	مقاومة كربونية 5.1kΩ
P1	مقاومة كربونية متغيرة 50kΩ

* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W

C1 , C2

مكثف سيراميكى سعته 22 nF

D1 : D4

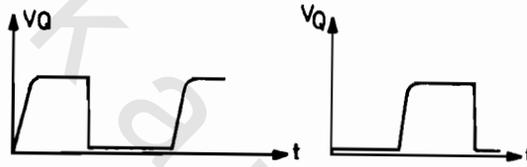
موحد سليكونى طراز 1N 4001

Q1 , Q2

ترانزستور NPN طراز BC 238

نظرية عمل الدائرة:

المذبذب عديم الاستقرار المبين بالشكل (٤ - ٩) يتكون من مرحلتين تكبير وله خرجان (Q , \bar{Q}) عبارة عن موجة مربعة وكلاهما عكس الآخر. والشكل (٤ - ١٠) يوضح شكل الخرجين.



شكل (٤ - ١٠)

ولدائرة المذبذب عديم الاستقرار حالتان لعدم الاستقرار هما:

الحالة الأولى: عندما يكون الترانزستور Q1 فى وضع ON و Q2 فى وضع OFF.

الحالة الثانية: عكس الحالة الأولى أى يكون Q1 OFF أما Q2 فيكون ON.

الحالة الأولى: عندما يكون Q2 (OFF) فإن المقاومة بين المجمع والباعث RCE2 تكون عالية وتقاس بالميجا أوم وحيث إن R4 متصلة على التوالى مع مجمع Q2 مما يعنى أن الجهد VB يقع تقريباً بأكمله على المقاومة RCE2 ويكون الخرج $Q \equiv V_B$. وفى نفس الوقت يكون Q1 (ON) مما يعنى انخفاض المقاومة بين المجمع والباعث RCE1 ولانصال R3 بالتوالى مع مجمع Q1 مما يعنى أن VB يقع تقريباً بأكمله على R3 ويكون قيمة الخرج \bar{Q} مساوياً لجهد التشبع VCE1 وتقريباً يساوى ($\bar{Q} \approx 0.1V$). وتظل الدائرة فى هذه الحالة حتى يتم شحن المكثف C1 عن طريق R1 وحتى يصل جهد قاعدة Q2 إلى

حوالى 0.7V وعند ذلك يتحول إلى وضع التوصيل ON ويصبح الجهد بين المجمع والباعث يساوى جهد التشبع $V_{CE2} \cong 0.1V$. ولكن المكثف C2 لن يفقد شحنته على الفور ولكنه يؤثر على قاعدة Q1 بجهد سالب مما يؤدي إلى تحويل Q1 إلى حالة القطع OFF. وعلى ذلك نجد أن الدائرة وصلت إلى حالة عدم الاستقرار الثانية حيث إن (Q1 أصبح OFF) بينما (Q2 أصبح ON) وتظل هذه الحالة حتى يفرغ C2 شحنته ويبدأ في الشحن مرة أخرى في الاتجاه المعاكس من خلال R1, R2 ليرتفع جهد قاعدة Q1 إلى 0.7V وفي هذه الأثناء يشحن C1 من خلال R3 وعلى ذلك يتحول Q1 إلى ON وQ2 إلى OFF لتصل الدائرة إلى حالة عدم الاستقرار الأولى مرة أخرى وتظل الدائرة في هذه الحالة حتى يفرغ C1 شحنته ومن ثم يشحن مرة أخرى في الاتجاه المعاكس عن طريق R1 وهكذا.

وعلى ذلك يتوقف زمن موجة الخرج على زمن تفريغ المكثف من أقصى شحنة له والتي تساوى تقريباً $-V_B$ إلى أقل قيمة للشحن وتساوى تقريباً 0.1V ثم شحنته مرة أخرى في الاتجاه المعاكس إلى 0.7V.

وبواسطة R5 وD4 يمكن الحصول على موجة مربعة ذات حافة حادة وذلك لأن الموحد D4 يقوم بفصل خرج Q2 عند شحن C2 عن طريق R4 وعليه يشحن C2 عن طريق R5 بدلاً من R4.

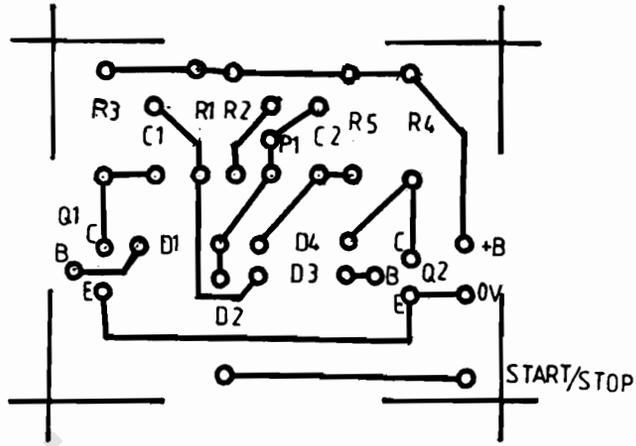
أما الموحدان D3 وD1 فيعملان على حماية الترانزستورين من الدخول السالب على قاعدتيهما.

الموحد D2 يقوم بعمل بدء وإيقاف للدائرة فعند توصيله بأرضى الدائرة (0V) فإنه يكون في الانحياز الأمامى ويصبح جهد الأنود حوالى 0.7V.

وهذا الجهد يوقف الترانزستور Q1 عن العمل وذلك لأن الترانزستور Q1 يحتاج أن يكون جهد آنود D1 يساوى 1.4V لكي يعمل.

بينما إذا وصل D2 بجهد موجب ليصبح في الانحياز العكسى أو عدم توصيله بأرضى الدائرة فإنه لا يؤثر على عمل الدائرة.

والشكل (٤ - ١١) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة التى نحن بصدد استخدامها باستخدام لوحة مطبوعة أبعادها 7X6 Cm.



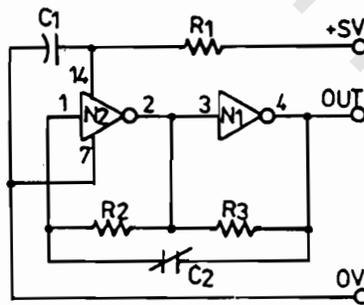
شكل (٤ - ١١)

٣ / ٤ - الدوائر العملية للمذبذبات اللامستقرة المرتكزة على بوابات منطقية TTL

الدائرة رقم (١١)

الشكل (٤ - ١٢) يعرض دائرة مذبذب لامستقر باستخدام الدائرة المتكاملة

.74LS04



شكل (٤ - ١٢)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 10 Ω /0.5W
R2, R3	مقاومة كربونية 560 Ω /0.5W
C1	مكثف تاتليوم سعته 12V - 1 μ F
C2	مكثف متغير سعته 20 PF : 85 PF
IC1	دائرة متكاملة طراز 74 SL 04 (N1 , N2)

نظرية عمل الدائرة:

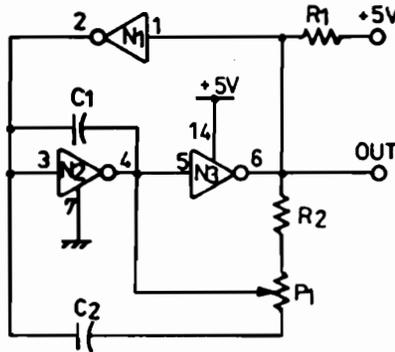
يتميز المذبذب المبين بأنه يمكن التحكم في تردده حيث إن مدى تردد خرجته يتراوح ما بين 800 KHZ إلى ما يقرب من 12 MHZ . ويتم التحكم في تردده عن طريق R2 , R3 وبمساعدة مكثف التهذيب C2 .

كما يلاحظ أن قيمة كل من R2 , R3 المعطاة في الدائرة تعطى مدى تردد المذبذب وباستخدام C2 يتم ضبط قيمة التردد المطلوبة بدقة .

أما المقاومة R1 فهي مقاومة حماية للدائرة المتكاملة IC1 وكذلك تعطى جهد التغذية المناسب لها . والمكثف C1 مكثف إمرار يساعد على زيادة استقرار الدائرة .

الدائرة رقم (١٢)

الشكل (٤ - ١٣) يعرض دائرة مذبذب متحكم فيه (50% D. C) .



شكل (٤ - ١٣)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 1K Ω /0.5W
R2	مقاومة كربونية 2.2K Ω /0.5W
P1	مقاومة متغيرة 5K Ω /1W
C1	مكثف كيميائي سعته 10 μ F - 25V
C2	مكثف كيميائي سعته 50 μ F - 25 V
IC1 (N1 : N4)	دائرة متكاملة طراز 7405 (TTL)

نظرية عمل الدائرة :

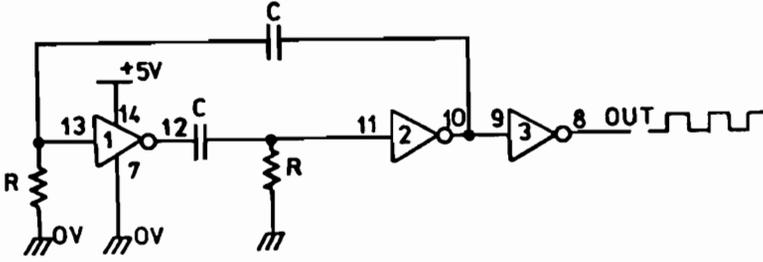
بالتحكم فى قيمة P1 يمكن التحكم فى تيار شحن كل من C1, C2 حيث يتناسب هذا التغيير مع تردد خرج المذبذب .

يمكن التحكم فى دورة التشغيل للمذبذب (D. C) بنسبة 50% خلال مدى تردد المذبذب . قيمة سعة المكثف C2 تحدد أقل قيمة لتردد المذبذب ويتضح أن المذبذب يمكن التحكم فى تردده بواسطة P1 خلال المدى 4HZ إلى 20HZ .

أما إذا أردنا أن يعمل المذبذب خلال أمدية أخرى من الترددات فإنه يجب تغيير قيم كل من C1 والمقاومة R2 حيث إنهما مسئولان عن تحديد أقصى قيمة لتردد المذبذب .

الدائرة رقم (١٣)

الشكل (٤ - ١٤) يعرض دائرة مذبذب لامستقر باستخدام ثلاثة عواكس طراز 7404 .



شكل (٤ - ١٤)

عناصر الدائرة:

R	مقاومة كربونية 220 Ω/0.5W
C	مكثف سيراميكي سعته 4 μF
IC1 (1 : 3)	دائرة متكاملة (ثلاثة عواكس) طراز 7404

فكرة عامة عن الدائرة:

تردد المذبذب يأتي من العلاقة

$$F = 1 / 2RC \text{ HZ}$$

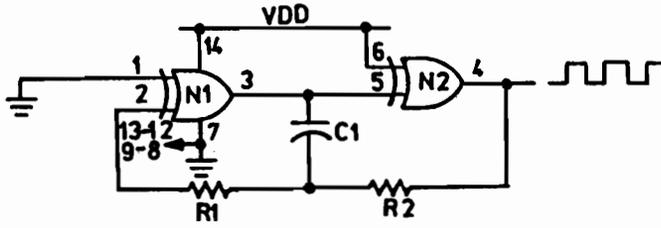
وعليه تكون قيمة تردد المذبذب على أساس القيم المعطاة

$$F = 10^6 / 2 \times 220 \times 4 = 570 \text{ HZ}$$

والجددير بالذكر أن المقاومة R يمكن أن تتراوح قيمتها ما بين 200 : 1000 Ω و تيار خرج المذبذب يكافئ تيار خرج العاكس 7404 وهو حوالي 16 mA عند المستوى المنخفض للخرج ويساوي 0.4 mA عند المستوى العالى للخرج .

الدائرة رقم (١٤)

الشكل (٤ - ١٥) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر يولد نبضات مربعة باستخدام بوابتين XOR عائلة CMOS طراز 4070 .



شكل (٤ - ١٥)

عناصر الدائرة:

R_1, R_2

مقاومة كربونية (انظر الشرح)

C_1

مكثف كيميائي (انظر الشرح)

IC_1

دائرة متكاملة CMOS طراز 4070

نظرية عمل الدائرة:

إذا افترضنا أن حالة الرجل 2 للبوابة N_1 منخفضة فإن خرج البوابة N_1 سيكون منخفضاً هو الآخر في حين يصبح خرج N_2 عالياً. وبالتالي فإن المكثف C_1 سوف يشحن من خلال المقاومة R_2 وبعد تمام شحن C_1 فإن دخل N_1 يصبح عالياً من خلال R_1 فبعكس حالة مخرج N_1 ويصبح خرج N_2 منخفضاً ليفرغ المكثف C_1 شحنته خلال R_1 وبعد تمام تفريغ C_1 يصبح دخل N_1 منخفضاً وتكرر دورة التشغيل.

ويلاحظ الحصول على نبضات مربعة عند مخرج N_2 إذا كان $R_1 = R_2 = R$.

وتردد الخرج في هذه الحالة يساوي $F = 0.6 / RC$ HZ

وعلى ذلك فبتغيير قيمة كل من C و R يمكن تغيير تردد المذبذب علماً بأن

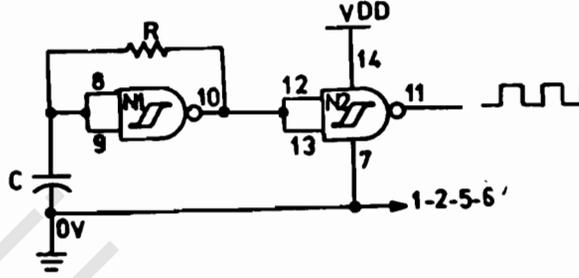
أقصى تيار خرج يمكن أخذه من الدائرة يكافئ تيار خرج البوابة N_2 .

والجددير بالذكر أن الرجل (18) للدائرة المتكاملة IC_1 توصل بجهد تغذية

موجب يتراوح ما بين $18V$: 3 في حين أن الرجل (7) توصل بأرضى الدائرة.

الدائرة رقم (١٥)

الشكل (٤ - ١٦) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار باستخدام بوابتين Schmitt NAND عائلة CMOS طراز 4093.



شكل (٤ - ١٦)

عناصر الدائرة:

R	مقاومة كربونية $1M \Omega$
C	مكثف بوليستر سعته 33 nF
IC1 (N1 , N2)	دائرة متكاملة طراز 4093

فكرة موجزة عن الدائرة:

تردد خرج المذبذب يأتي من العلاقة:

$$F = 0.9 / RC$$

$$= 27 \text{ HZ}$$

ويتراوح الجهد VDD ما بين 18 V : 3.

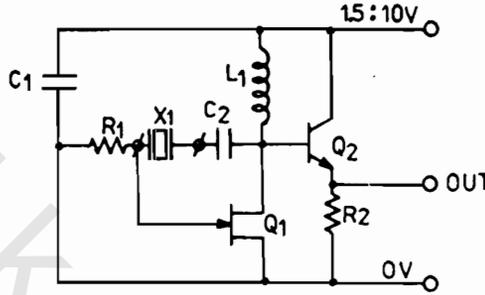
والجددير بالذكر أن خرج البوابة N1 يكون مشوهاً نتيجة تحميل المقاومة R على خرجها ولذلك استخدمت البوابة N2 لإزالة هذا التشويه.

وأقصى تيار يمكن أخذه من هذه الدائرة يكافئ تيار خرج N_2 ويساوى تقريباً
0.5 mA.

٤ / ٤ - الدوائر العملية للمذبذبات اللا مستقرة البلورية

الدائرة رقم (١٦)

الشكل (٤ - ١٧) يعرض دائرة مذبذب بلورى يغذى بجهد منخفض.



شكل (٤ - ١٧)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 4.7 M Ω / 0.5W
R2	مقاومة كربونية 220 Ω / 0.5W
C1	مكثف سيراميكي سعته 22 nF
C2	مكثف سيراميكي سعته 1nF
L1	ملف حثه 1 mH
Q1	ترانزستور (FET) نوع N طراز BF 256
Q2	ترانزستور NPN طراز BC 147 AC
X1	بلورة ذات مدى تردد (100 KHZ: 10 MHZ)

نظرية عمل الدائرة :

يتم توصيل البلورة X_1 ما بين المصرف D والبوابة G للترانزستور Q_1 حيث تعمل ضمن دائرة رنين توازى والتي تشمل أيضاً الملف L_1 والذي يستخدم لتحسين مدى تردد المذبذب. والمكثف C_1 يعمل كمكثف ربط بين X_1 ومرحلة خرج المذبذب.

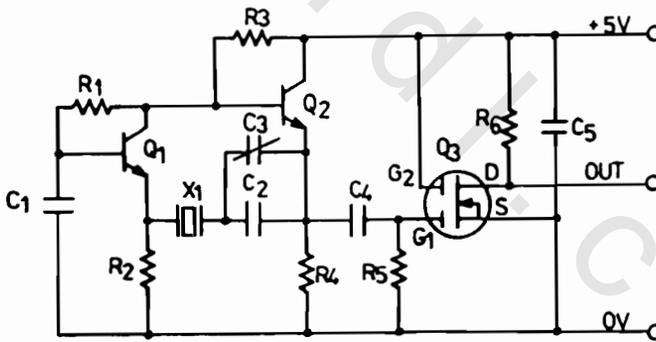
أما التغذية العكسية والإزاحة فى زاوية الوجه والتي تصل إلى 180° فإنها تتوقف على السعة الداخلية لكل من دائرتى دخل وخرج الترانزستور Q_1 . ويعمل الترانزستور Q_2 كمرحلة عزل ما بين مرحلة خرج المذبذب والحمل.

كما أنه يمكن استخدام بلورات ذات مدى تردد مختلف على حسب قيمة التردد المطلوب على ألا يتعدى تردد البلورة النطاق الترددى المسموح به والمحدد ما بين 100 KHZ: 10 MHZ.

ويمكن استخدام الدائرة فى تطبيقات متنوعة وذلك لانخفاض جهد التغذية حيث إن أقل جهد تغذية يمكن أن تعمل عنده الدائرة 1.5V.

الدائرة رقم (١٧)

الشكل (٤ - ١٨) يبين دائرة مذبذب بلورى.



شكل (٤ - ١٨)

عناصر الدائرة :

R_1

مقاومة كربونية 33 K Ω /0.5W

R2, R4	مقاومة كربونية 220 Ω /0.5W
R3, R5	مقاومة كربونية 2.7K Ω /0.5W
R6	مقاومة كربونية $\geq 560 \Omega$ / 0.5W
C1	مكثف سيراميكي سعته 330 nF
C2	مكثف سيراميكي سعته 22 PF
C3	مكثف متغير سعته 20 PF
C4	مكثف سيراميكي سعته 1 nF
C5	مكثف سيراميكي سعته 100 nF
Q1,Q2	ترانزستور NPN طراز BF 494
Q3	ترانزستور (MOSFET) طراز BF 900
X1	بلورة تردددها ما بين (1:30) MHZ

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة يستخدم فيها دائرة رنين توالى حيث يمكن الحصول على استقرار عالٍ لخرج المذبذب عن الدوائر التي يستخدم فيها دائرة رنين توازى. كما أن تصميم الدائرة يتيح الحصول منها على تردد يصل إلى 30 MHZ بدون أى إزاحة فى زاوية الوجه بين الدخل والخرج. كما أن الترانزستورين Q1, Q2 موصلان على شكل دائرة دفع وجذب وتتوصيل البلورة X1 ما بين باعشى الترانزستورين أدى ذلك إلى توفير إعاقه دخل وخرج منخفضة.

والترانزستور Q3 يمثل دائرة عزل فى مرحلة خرج المذبذب مما يؤدي إلى عزل دائرة المذبذب عن أى دائرة توصل عليه.

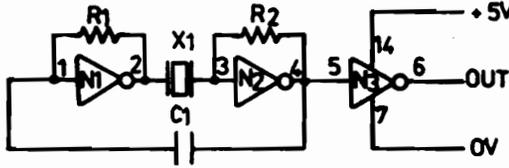
ومما تقدم يتضح أن المذبذب وفر لنا شرطى التشغيل الأمثل للعناصر الفاعلة. والتي تتمثل فى:

١ - الإزاحة فى زاوية الوجه بين الدخل والخرج تساوى صفراً.

٢ - إعاقة دخل وخرج صغيرة لتقليل الفقد .

الدائرة رقم (١٨)

الشكل (٤ - ١٩) يعرض دائرة مذبذب بلورى من النوع TTL .



شكل (٤ - ١٩)

عناصر الدائرة:

R1, R2	مقاومة كربونية 470 Ω / 0-5W
C1	مكثف سيراميكي سعته يمكن أن تأخذ القيم التالية 1nF أو 10 nF أو 100 nF أو 330 nF
IC1 (N1:N3)	دائرة متكاملة TTL طراز 74LS 04
X1	بلورة كوارتز ترددها ما بين (400K: 10 M) HZ

نظرية عمل الدائرة:

باستخدام الدائرة المتكاملة IC1 والتي تحتوى على ستة عواكس وكذلك البلورة X1 على أساس الدائرة المبينة أمكن الحصول على مذبذب بلورى خرجة مناسب للمعالجات الدقيقة والتي تحتاج إلى ترددات ذات قيم محددة .

والدائرة يمكن الحصول منها على ترددات تتراوح ما بين 400 KHZ إلى ما يقرب من 10MHZ وهو ما يحدده تردد البلورة المستخدمة كما أنه يمكن التحكم فى تردد المذبذب بواسطة اختيار قيم المكثف C1 . فعندما تكون سعة C1 تساوى 100nF فإن تردد المذبذب يكون أقل من 500 KHZ أما إذا كانت سعة C1 تساوى 10 nF فإن تردد المذبذب يتراوح ما بين 500 KHZ إلى ما يقرب من 2MHZ . وإذا قلت سعة C1

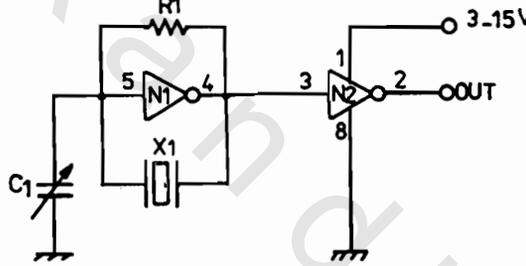
إلى 1nF فإن تردد المذبذب يرتفع ليصبح خلال مدى ترددي يتراوح ما بين 2MHz إلى 8MHz وباختبار سعة المكثف C_1 لتكون 330 nF فإن تردد المذبذب يصل إلى أقصى مدى ترددي له حيث يتراوح ما بين 8MHz إلى ما يقرب من 10 MHz .

ويجب ملاحظة أنه عندما يستخدم هذا النوع من المذبذبات عند ترددات أعلى من 10 MHz يتم إبدال سلسلة 74LS للدائرة المتكاملة بالسلسلة 74H لتكون مناسبة لتلك الترددات العالية .

كما أنه يجب عدم استخدام بوابات قاذح شميت في هذا النوع من المذبذبات لأنها تتأثر بالسعات الشاردة مما يؤثر على استقرار تردد المذبذب .

الدائرة رقم (١٩)

الشكل (٤ - ٢٠) يعرض دائرة مذبذب بلورى من نوع CMOS .



شكل (٤ - ٢٠)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 1MΩ/ 0.5W
C1	مكثف متغير سعته ما بين 65 PF : 5.5
IC1 (N1, N2)	دائرة متكاملة CMOS طراز 4048
X1	بلورة كوارتز ترددها (1M : 14) MHz

نظرية عمل الدائرة:

باستخدام الدائرة المتكاملة IC₁ من عائلة CMOS طراز 4048 والتي تحتوى على ستة عواكس يمكن تكوين مذبذب بلورى له مدى ترددى يتراوح ما بين (1M: 14M) HZ وذلك بمساعدة البلورة X₁ والتي تحدد ذلك التردد.

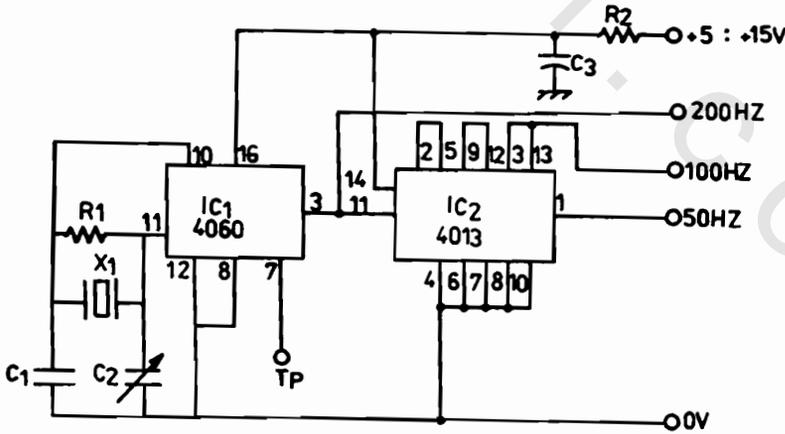
كما أنه باستخدام المكثف C₁ يمكن وبالتحكم فى سعته يتم تأكيد قيمة تردد المذبذب خلال المدى المتاح حيث إن القيم الأكبر لسعة المكثف يقابلها الترددات المنخفضة لخرج المذبذب والعكس بالعكس.

ولما كانت الدائرة المتكاملة من عائلة CMOS فإن مدى التغذية المتاح للمذبذب يتراوح ما بين V(3:15).

كما أنه يمكن استخدام مكثف ثابت السعة حيث تتراوح سعته ما بين (22PF:68PF) مع الأخذ فى الاعتبار القيمة المناسبة لتلك السعة على أساس التردد المطلوب استرشادا بمكثف متغير فى بادئ الأمر.

الدائرة رقم (٢٠)

الشكل (٤ - ٢١) يعرض دائرة مذبذب بلورى مع دائرة متكاملة من النوع CMOS.



شكل (٤ - ٢١)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 10 MΩ/0.5W
R2	مقاومة كربونية 100Ω/0.5W
C1	مكثف سيراميكى سعته 22PF
C2	مكثف متغير سعته ما بين 2:22 PF
C3	مكثف كيميائى سعته 10 μF - 16V
IC1	دائرة متكاملة CMOS طراز 4060
IC2	دائرة متكاملة CMOS طراز 4013
X1	بلورة ترددها 3.2768 MHZ

نظرية عمل الدائرة:

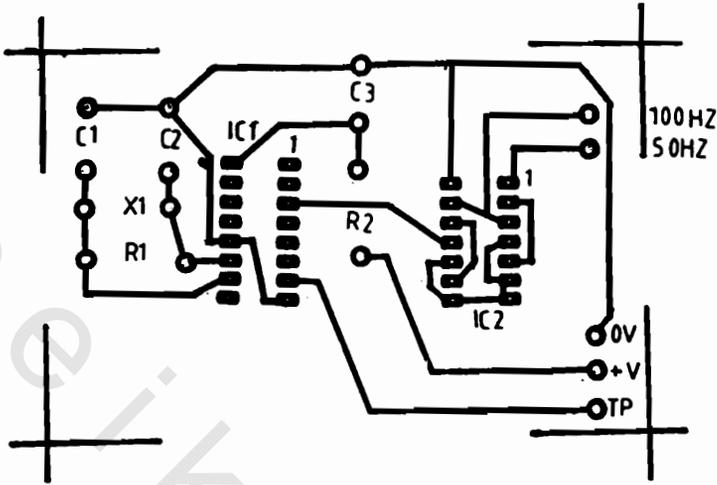
الدائرة المبينة مكونة من دائرتين متكاملتين من النوع CMOS وبلورة X1 ويمكن من الدائرة أخذ ترددات مختلفة 50, 100, 200HZ حيث يمكن استخدام التردد 50 HZ كنبضات الساعة فى بعض الدوائر وكذلك فى أجهزة قياس التردد. ونظراً لاتساع نطاق جهد التغذية الخاص بالدائرة 5:10 V فإنه يمكن استخدامها كنبضات ساعة فى الساعات الرقمية الخاصة بالسيارات.

الدائرة المتكاملة IC1 تحتوى على مذبذب ومقسم تردد يصل إلى المستوى 2^{14} . وعن طريق المكثف C2 يمكن ضبط إطار تردد المذبذب حيث يمكن الحصول على موجة مربعة ذات تردد 200 HZ من الطرف رقم (3).

وبمساعدة المذبذب الداخلى للدائرة المتكاملة IC2 يمكن تقسيم الموجة المربعة تلك على (2) ومن ثم على (4) وبذلك يمكن الحصول على الترددات 50 HZ و 100 HZ على كل من الاطراف (1,13) للدائرة IC2 بالترتيب.

كما أنه يمكن ضبط تردد المذبذب باستخدام جهاز قياس التردد حيث يوصل على الطرف 7 للدائرة IC1 ومن ثم يتم ضبط المكثف C2 حتى يعطى جهاز القياس 204.8. HZ والجدير بالذكر أن جهد التغذية المتاح للدائرة يتراوح ما بين 5:15 V وتيار 0.5:2.5 mA.

والشكل (٤ - ٢٢) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة باستخدام لوحة مطبوعة أبعادها 9X7 سم وجه واحد.

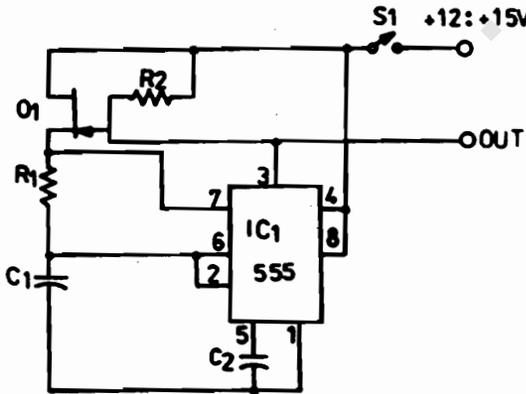


شكل (٤ - ٢٢)

٤ / ٥ - الدوائر العملية للمذبذبات اللا مستقرة المرتكزة على المؤقت الزمني 555

الدائرة رقم (٢١)

الشكل (٤ - ٢٣) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر يعطى نبضات لها معامل خدمة 50% باستخدام المؤقت الزمني 555.



شكل (٤ - ٢٣)

عناصر الدائرة :

R1	مقاومة كربونية 100K Ω /0.5W
R2	مقاومة كربونية 4.7K Ω /0.5W
C1	مكثف كيميائي سعته 6800PF-25V
C2	مكثف كيميائي سعته 0.01 μ F-25V
Q1	ترانزستور FET طراز 2N4861
IC1	مؤقت زمني طراز 555
S	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة :

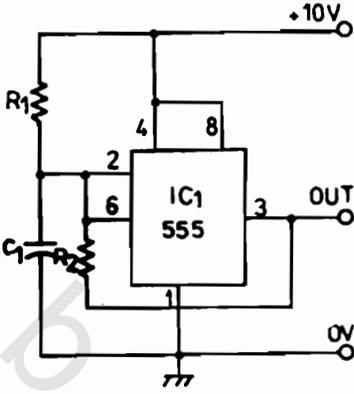
المؤقت الزمني IC1 يعمل فى الدائرة كمولد موجة مربعة وعناصر التوقيت الموجودة بالدائرة هى R1, C1 كما يلاحظ أن الترانزستور Q1 موصل فى الدائرة بدلاً من مقاومة التوقيت الثانية وبالتالي فإن عنصرى التوقيت يتصلان بجهد التغذية عن طريق Q1 والذى يعمل كمفتاح والذى يتوقف خرجه على الخرج الأساسى للمذبذب وذلك لاتصال قاعدته بالطرف رقم 3 للمذبذب IC1 وهو طرف خرج المذبذب كما أن المقاومة R2 تغذى الترانزستور بالجهد الكافى لجعله فى حالة ON عندما يكون خرج المذبذب فى المستوى العالى (H).

وعليه فإننا نحصل من المذبذب على خرج ذى دورة تشغيل تساوى 50%.

الدائرة رقم (٢٢)

الشكل (٤ - ٢٤) يعرض دائرة مذبذب نبضات الساعة تردده 60 HZ وله معامل خدمة 50%.

عناصر الدائرة:



R1 مقاومة كربونية 75K Ω /0.5W

R2 مقاومة كربونية 10 K/0.5W

C1 مكثف كيميائي سعته 1 μ F - 25V

IC1 مؤقت زمني طراز

555

نظرية عمل الدائرة:

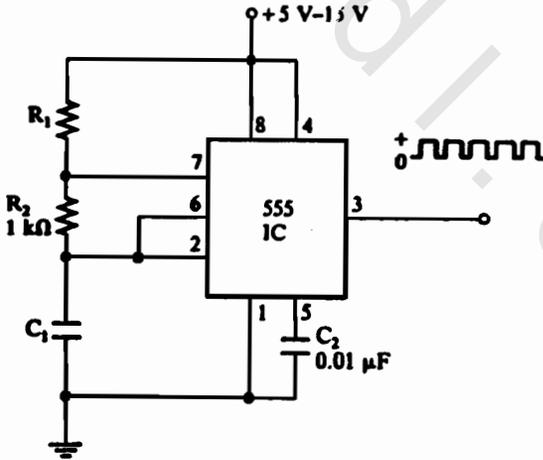
شكل (٢٤-٤)

الدائرة تعطى موجة مربعة ترددها 60HZ

عند القيم المذكورة للعناصر المستخدمة. وباستخدام R2 والتي تعمل كدائرة تغذية عكسية تحصل من خرج المذبذب على دورة تشغيل بنسبة 50%.

الدائرة رقم (٢٣)

الشكل (٢٥ - ٤) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر باستخدام المؤقت 555.



شكل (٢٥ - ٤)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W
R2	مقاومة كربونية 20KΩ/0.5W
C1	مكثف بوليستر سعته 2nF
C2	مكثف بوليستر سعته 0.01 μF
IC	مؤقت زمني طراز 555

نظرية عمل الدائرة:

تردد خرج المذبذب يساوي

$$F = \frac{1.44}{(R_1 + 2R_2)C_1} = 14400 \text{ HZ}$$

كما أن معامل دورة الخدمة للمذبذب يساوي

$$D = \frac{R_1 + R_2}{R_1 + 2R_2} = 0.6$$

وتتراوح قيمة المقاومة الكربونية R1, R2 ما بين 1.5 KΩ: 3.3 MΩ.

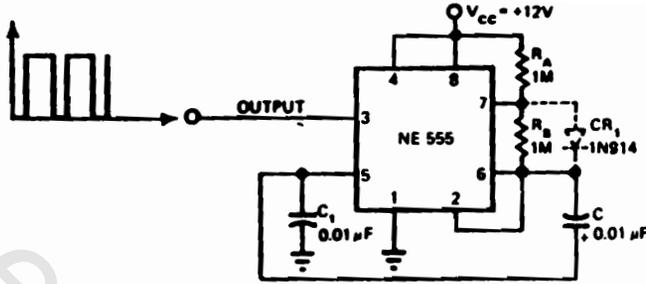
وقيمه المكثف C1 ما بين 470μF: 470PF.

كما أنه لا يجب أن يتعدى تيار الخرج 200 mA والجدير بالذكر أنه لا يمكن الحصول على معامل خدمة أقل من 0.5 باستخدام هذه الدائرة مهما كانت قيم R1, R2

الدائرة رقم (٢٤)

الشكل (٤ - ٢٦) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر باستخدام المؤقت NE555

والثنائي CR1 للحصول على موجة مربعة ومعامل دورة الخدمة 50%.



شكل (٤ - ٢٦)

عناصر الدائرة:

R_A, R_B	مقاومة كربونية $1M\Omega$
C_1, C	مكثف كيميائي سعته $0.01 \mu F - 16V$
CR_1	ثنائي طراز 1N914
IC_1	مؤقت زمني طراز NE 555

نظرية عمل الدائرة:

يشحن المكثف C من خلال المقاومة R_A ثم الثنائي CR_1 في حين يفرغ المكثف C شحنته خلال R_B .

وعلى ذلك فإن:

زمن بقاء الخرج عالياً T_H يأتي من العلاقة

$$T_H = 0.7 R_A C$$

زمن بقاء الخرج منخفضاً T_L يأتي من العلاقة

$$T_L = 0.7 R_B C$$

وعليه يكون زمن الدورة الكاملة T يساوى

$$T = T_H + T_L = 0.7 (R_A + R_B) C$$

تردد المذبذب F يساوى

$$F = \frac{1}{T} = \frac{1.43}{(R_A + R_B) C} \quad \text{HZ}$$

النسبة المئوية لمعامل دورة الخدمة DC% يساوى

$$\text{DC}\% = \frac{T_H}{T_H + T_L} \times 100 = \frac{R_A}{R_A + R_B} \times 100$$

فإذا كان $R_A = R_B = 1M\Omega$ فإن التردد يساوى 71 HZ أما إذا كانت $R_A < R_B$ نحصل على معامل دورة خدمة أصغر من 50%.

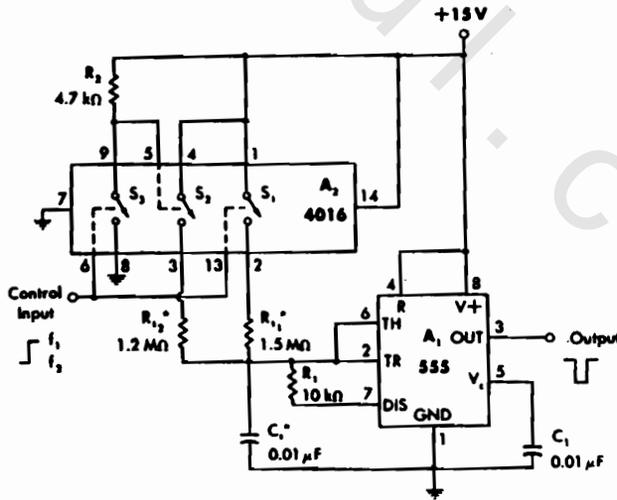
فمثلاً: إذا كان $R_A = 30 K\Omega$ ، $R_B = 300 K\Omega$ فإن

$$\text{DC}\% = 9\%$$

$$F = 433 \text{ HZ}$$

الدائرة رقم (٢٥)

الشكل (٤ - ٢٧) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر مبرمج باستخدام المؤقت NE555 وكذلك المفتاح الثنائى الاتجاه CMOS 4016.



شكل (٤ - ٢٧)

عناصر الدائرة:

R1	مقاومة كربونية 10 KΩ
R2	مقاومة كربونية 4.7KΩ
Rt1	مقاومة كربونية 1.5 MΩ
Rt2	مقاومة كربونية 1.2 MΩ
C1, Ct1	مكثف كيميائي سعته 0.01 μF - 16V
A1	دائرة متكاملة المؤقت الزمني طراز NE555
A2	دائرة متكاملة طراز 4016

نظرية عمل الدائرة:

عندما يكون الجهد عند الأرجل 13 و 6 للدائرة المتكاملة 4016 مرتفعاً يغلق المفتاح S1, S3 فيصبح تردد الموجة الخارجة على الرجل 3 مساوياً:

$$F = 1.44 / R_{t1} C_t = 100 \text{ HZ}$$

حيث إن:

$$. R_1 \ll R_{t1}$$

وعندما يكون الجهد عند الأرجل 13 و 6 للدائرة المتكاملة 4016 منخفضاً يغلق المفتاح S2 ويصبح تردد موجة الخرج للمذبذب مساوياً:

$$F = 1.44 / R_{t2} C_t = 120 \text{ HZ}$$

حيث إن:

$$. R_1 \ll R_{t2}$$