الباب الرابع

دوائر عملية للمذبذبات اللامستقرة

دوائر عملية للمذبذبات اللامستقرة

٤ / ١ - 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 بيزوكهربية Piezo electric crystals.

٤ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على مكبرات عمليات.

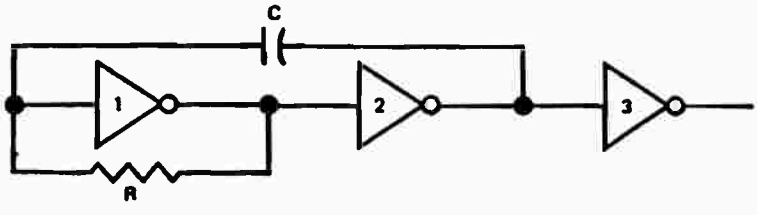
٥ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على بوابة Schmitt NAND.

٦ - دوائر مذبذبات عديمة الاستقرار تحتوى على المؤقت 555 (راجع الفقرة: ١-٤-٣).

وفى هذه الفقرة سنلقى الضوء على عمل بعض هذه الأنواع.

٤ / ١ / ١ - 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)

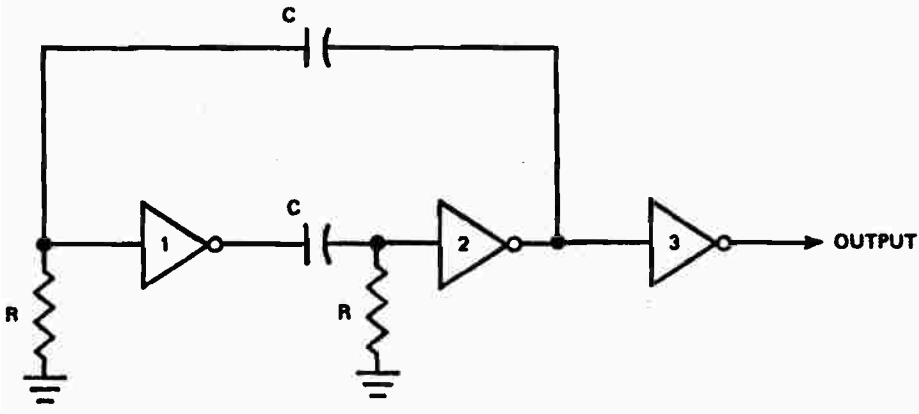
وتردد هذا المذبذب يساوى $F = 1/3RC$

علماً بأن المقاومة R تتراوح ما بين $150 : 220\Omega$

فإذا كان $C = 170\ \mu F\ ,\ R = 200\ \Omega$ فإن

$F = 10^6 / 3x200x170 = 10\ HZ$

كما يعرض الشكل (٤ –٢) دائرة مذبذب عديم الاستقرار يستخدم فيها الدائرة المتكاملة 7404 والتى تحتوى على ستة عواكس من النوع TTL.



شكل (٤ – ٢)

وتردد هذا المذبذب يساوى:

$F = 1/2RC$ HZ

فإذا كان $C = 4\ \mu F\ ,\ R = 230\ \Omega$ فإن

$F = 10^6 / 2x230x4 = 54.4$ HZ

علماً بأن المقاومة R تتراوح ما بين $(200 : 1000\Omega)$

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

٤ / ١ / ٢ - المذبذبات عديمة الاستقرار التى تحتوى على بلورات بيزوكهربية

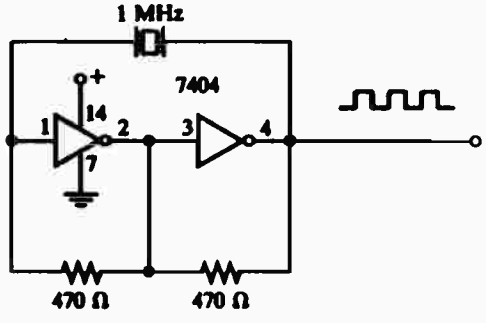
تستخدم بلورات البيزوالكهربية Piezo electric crystals المصنوعة من الكوارتز فى عمل هذه المذبذبات.

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

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 (25k : 5M)HZ. وحتى تستخدم بلورات الكوارتز فى الدوائر الإلكترونية توضع بين لوحين من المعدن فيتشكل مكثف له عزل بلورى. وبتعريض لوحى البلورة لجهد كهربى تهتز بتردد يساوى تردد المصدر الكهربى فإذا كان تردد المصدر الكهربى 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 انهيارها. كما أن تردد المذبذبات من هذا النوع لا يمكن تغييره ذلك لأنه يساوى التردد الطبيعى للبلورة.

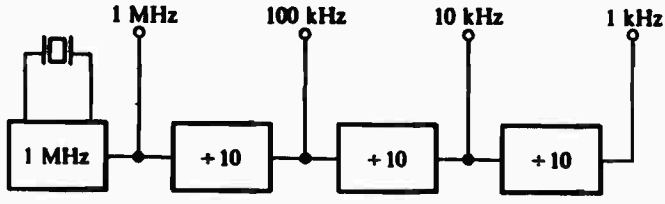
والشكل (٤ - ٣) يعرض دائرة مذبذب بلورى يتكون من بلورة كوارتز ترددها الطبيعى 1MHZ. ودائرة متكاملة TTL تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 ومقاومتين متساويتين قيمة كل منهما 470Ω



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.

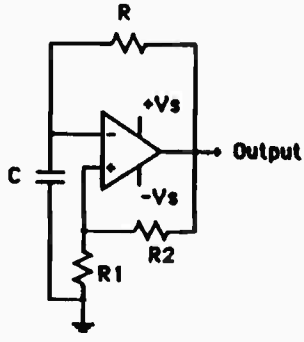
كما أنه يمكن الحصول على ترددات منخفضة من المذبذب الموضح فى شكل (٤ – ٣) وذلك باستخدام عناصر تقسيم مناسبة مثل العدادات العشرية المكودة ثنائياً طراز 74192 والشكل (٤ – ٤) يوضح ذلك.



شكل (٤ – ٤)

٤ / ١ / ٣ – المذبذبات عديمة الاستقرار التى تحتوى على مكبرات عمليات

الشكل (٤ – ٥) يعرض دائرة مذبذب عديم الاستقرار يحتوى على مكبر 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 فى حالتين:



شكل (٤ – ٥)

أولاً: عندما يكون Vo مساوياً لجهد التشبع الموجب +Vsat:

يسمى الجهد على الطرف غير العاكس (+) للمكبر فى 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 طرفى المكثف C والذى يزداد تدريجياً نتيجة شحن المكثف C من خلال المقاومة R حتى يصبح أكبر من جهد الركبة العلوية VUT حينئذ يصبح جهد الخرج Vo يساوى Vsat-

ثانياً: عندما يكون Vo مساوياً لجهد التشبع السالب Vsat- :

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

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

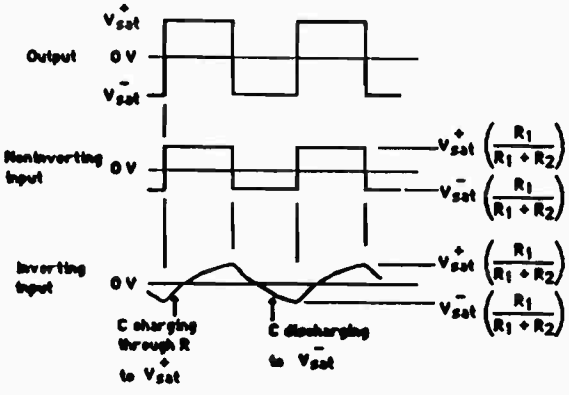
ويكون جهد الرجل العاكسة للمكبر مساوياً لجهد أطراف المكثف C والذى يقل تدريجياً نتيجة تفريغ المكثف شحنته من خلال المقاومة R.

وعندما يكون جهد المكثف أكثر سالبية من الجهد VLT يتغير خرج المكبر من Vsat- إلى Vsat+ وهكذا.

ويكون تردد المذبذب مساوياً

$$F = 1/2RC \qquad HZ$$

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



شكل (٤ - ٦)

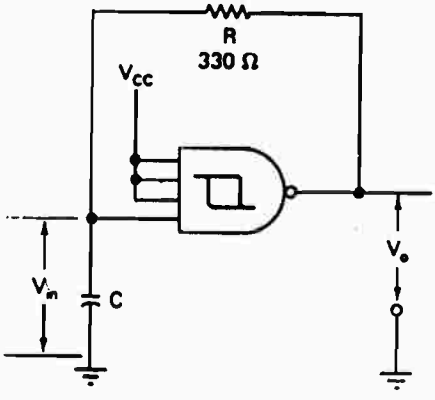
٤ / ١ / ٤ - المذبذبات عديمة الاستقرار التى تحتوى على بوابة Schmitt NAND

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 HZ: 10 MHZ ويأتى من العلاقة :

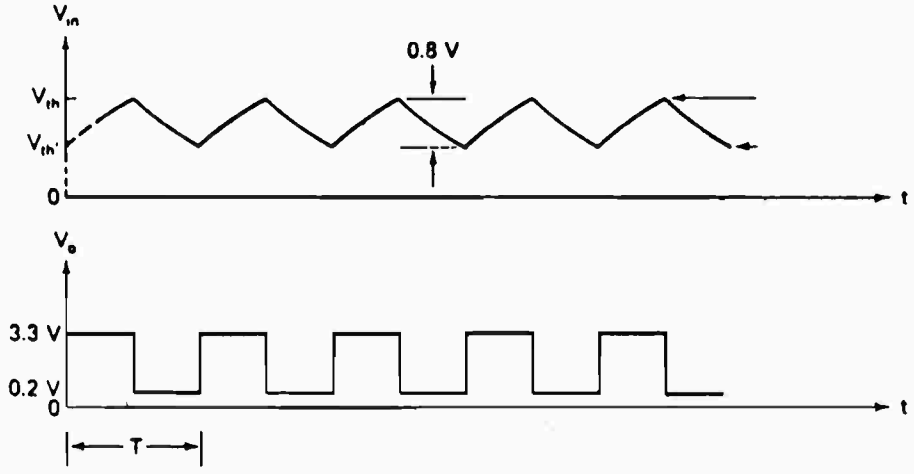
$$F = 0.9 /RC$$

وعند استخدام الدائرة المتكاملة 7413 فإن R تساوى 33Ω



شكل (٤ – ٧)

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



شكل (٤ – ٨)

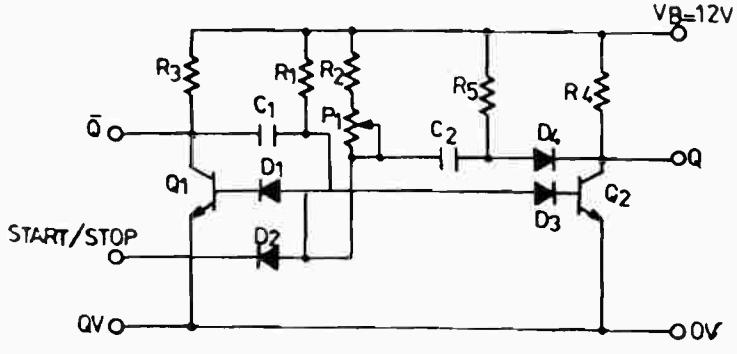
ويلاحظ من الشكل (٤ – ٨) أن جهد الدخل يتأرجح بين العتبة العلوية وجهد العتبة السفلية وذلك لشحن وتفريغ المكثف C علماً بأن جهد العتبة العلوية 1.7V بينما جهد العتبة السفلية يساوى 0.9V والفرق بينهما 0.8V .

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

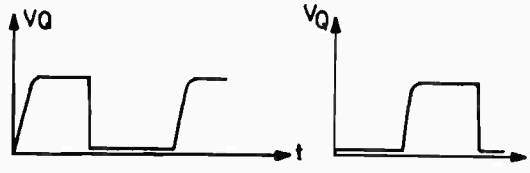
* جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W

مكثف سيراميكى سعته 22 nF	C_1 , C_2
موحد سليكونى طراز 1N 4001	$D_1 : D_4$
ترانزستور NPN طراز BC 238	Q_1 , Q_2

نظرية عمل الدائرة:

المذبذب عديم الاستقرار المبين بالشكل (٤ – ٩) يتكون من مرحلتين تكبير وله خرجان ($\bar{Q}$, 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 Q_1 فى وضع ON و Q_2 في وضع OFF.

الحالة الثانية: عكس الحالة الأولى أى يكون Q_1 OFF أما Q_2 فيكون ON.

الحالة الأولى: عندما يكون Q_2(0FF) فإن المقاومة بين المجمع والباعث R_{CE2} تكون عالية وتقاس بالميجا أوم وحيث إن R_4 متصلة على التوالى مع مجمع Q_2 مما يعنى أن الجهد V_B يقع تقريباً بأكمله على المقاومة R_{CE2} ويكون الخرج $Q \cong V_B$. وفى نفس الوقت يكون Q_1(ON) مما يعنى انخفاض المقاومة بين المجمع والباعث R_{CE1} ولاتصال R_3 بالتوالى مع مجمع Q_1 مما يعنى أن V_B يقع تقريباً بأكمله على R_3 ويكون قيمة الخرج $\bar{Q}$ مساوياً لجهد التشبع V_{CE1} وتقريباً يساوى ($\bar{Q} \cong 0.1V$). وتظل الدائرة فى هذه الحالة حتى يتم شحن المكثف C_1 عن طريق R_1 وحتى يصل جهد قاعدة Q_2 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 C_2 لن يفقد شحنته على الفور ولكنه يؤثر على قاعدة Q_1 بجهد سالب مما يؤدى إلى تحويل Q_1 إلى حالة القطع OFF . وعلى ذلك نجد أن الدائرة وصلت إلى حالة عدم الاستقرار الثانية حيث إن (Q_1 أصبح OFF) بينما (Q_2 أصبح ON) وتظل هذه الحالة حتى يفرغ C_2 شحنته ويبدأ فى الشحن مرة أخرى فى الاتجاه المعاكس من خلال R_1, R_2 ليرتفع جهد قاعدة Q_1 إلى 0.7V وفى هذه الأثناء يشحن C_1 من خلال R_3 وعلى ذلك يتحول Q_1 إلى ON وQ_2 إلى OFF لتصل الدائرة إلى حالة عدم الاستقرار الأولى مرة أخرى وتظل الدائرة فى هذه الحالة حتى يفرغ C_1 شحنته ومن ثم يشحن مرة أخرى فى الاتجاه المعاكس عن طريق R_1 وهكذا .

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

وبواسطة R_5 وD_4 يمكن الحصول على موجة مربعة ذات حافة حادة وذلك لأن الموحد D_4 يقوم بفصل خرج Q_2 عند شحن C_2 عن طريق R_4 وعليه يشحن C_2 عن طريق R_5 بدلاً من R_4 .

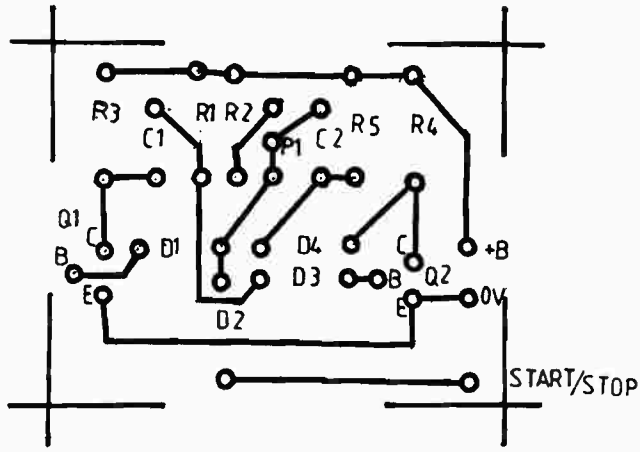
أما الموحدان D_3 وD_1 فيعملان على حماية الترانزستورين من الدخل السالب على قاعدتيهما .

الموحد D_2 يقوم بعمل بدء وإيقاف للدائرة فعند توصيله بأرضى الدائرة (0V) فإنه يكون فى الانحياز الأمامى ويصبح جهد الأنود حوالى 0.7V .

وهذا الجهد يوقف الترانزستور Q_1 عن العمل وذلك لأن الترانزستور Q_1 يحتاج أن يكون جهد آنود D_1 يساوى 1.4V لكى يعمل .

بينما إذا وصل D_2 بجهد موجب ليصبح فى الانحياز العكسى أو عدم توصيله بأرضى الدائرة فإنه لا يؤثر على عمل الدائرة .

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

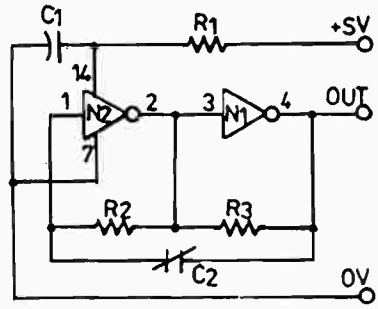


شكل (٤ - ١١)

٤ / ٣ - 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:

مقاومة كربونية 10 Ω/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 560 Ω/0.5W	R_2 , R_3
مكثف تانتاليوم سعته 1μF - 12V	C_1
مكثف متغير سعته 20 PF : 85 PF	C_2
دائرة متكاملة طراز 74 SL 04 (N_1 , N_2)	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

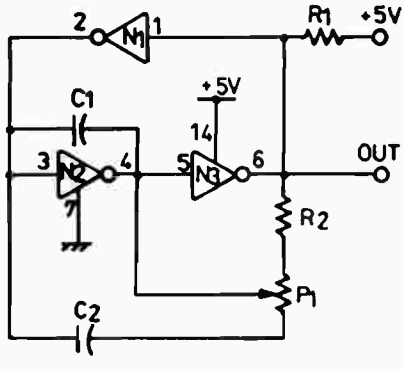
يتميز المذبذب المبين بأنه يمكن التحكم فى تردده حيث إن مدى تردد خرجه يتراوح ما بين 800 KHZ إلى ما يقرب من 12 MHZ . ويتم التحكم فى تردده عن طريق R_2 , R_3 وبمساعدة مكثف التهذيب C_2 .

كما يلاحظ أن قيمة كل من R_2 , R_3 المعطاة فى الدائرة تعطى مدى تردد المذبذب وباستخدام C_2 يتم ضبط قيمة التردد المطلوبة بدقة .

أما المقاومة R_1 فهى مقاومة حماية للدائرة المتكاملة IC_1 وكذلك تعطى جهد التغذية المناسب لها . والمكثف C_1 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:

مقاومة كربونية 1K Ω/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 2.2K Ω/0.5W	R_2
مقاومة متغيرة 5K Ω/1W	P_1
مكثف كيميائى سعته 10 µF - 25V	C_1
مكثف كيميائى سعته 50 µF - 25 V	C_2
دائرة متكاملة طراز (TTL) 7405	IC_1 (N_1 : N_4)

نظرية عمل الدائرة:

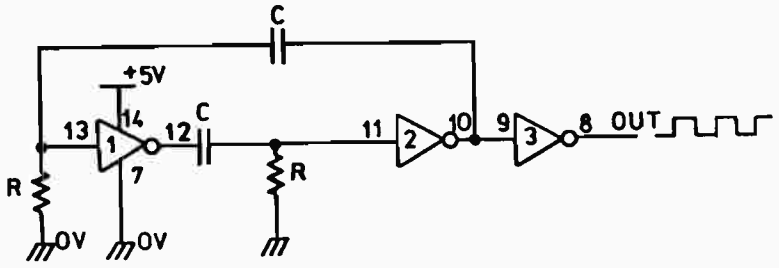
بالتحكم فى قيمة P_1 يمكن التحكم فى تيار شحن كل من C_1, C_2 حيث يتناسب هذا التغير مع تردد خرج المذبذب.

يمكن التحكم فى دورة التشغيل للمذبذب (D. C) بنسبة 50% خلال مدى تردد المذبذب. قيمة سعة المكثف C_2 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 C_1 والمقاومة R_2 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:

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

فكرة عامة عن الدائرة:

تردد المذبذب يأتى من العلاقة

$$F = 1 / 2RC \quad HZ$$

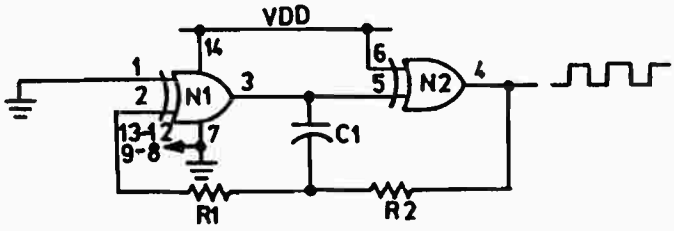
وعليه تكون قيمة تردد المذبذب على أساس القيم المعطاة

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

والجدير بالذكر أن المقاومة R يمكن أن تتراوح قيمتها ما بين 200 : 1000 Ω وتيار خرج المذبذب يكافئ تيار خرج العاكس 7404 وهو حوالى 16 mA عند المستوى المنخفض للخرج ويساوى 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:

مقاومة كربونية (انظر الشرح)	R_1 , R_2
مكثف كيميائى (انظر الشرح)	C_1
دائرة متكاملة CMOS طراز 4070	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

إذا افترضنا أن حالة الرجل 2 للبوابة N_1 منخفضة فإن خرج البوابة N_1 سيكون منخفضًا هو الآخر فى حين يصبح خرج N_2 عالياً. وبالتالى 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 وتتكرر دورة التشغيل.

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

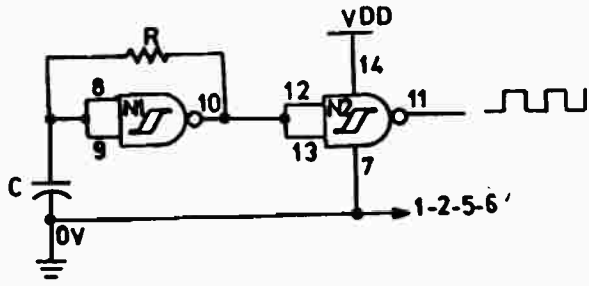
وتردد الخرج فى هذه الحالة يساوى HZ $F = 0.6/ RC$.

وعلى ذلك فبتغيير قيمة كل من C وR يمكن تغيير تردد المذبذب علماً بأن أقصى تيار خرج يمكن أخذه من الدائرة يكافئ تيار خرج البوابة N_2.

والجدير بالذكر أن الرجل (18) للدائرة المتكاملة IC_1 توصل بجهد تغذية موجب يتراوح ما بين V 18 : 3 فى 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:

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

فكرة موجزة عن الدائرة:

تردد خرج المذبذب يأتى من العلاقة:

$$F = 0.9 / RC$$

$$= 27 \quad HZ$$

ويتراوح الجهد V_{DD} ما بين 18 V : 3.

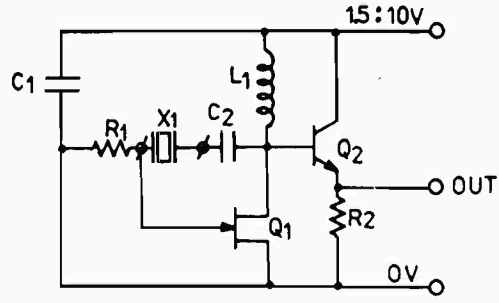
والجدير بالذكر أن خرج البوابة N_1 يكون مشوهًا نتيجة تحميل المقاومة R على خرجها ولذلك استخدمت البوابة N_2 لإزالة هذا التشويه.

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

٤ / ٤ - الدوائر العملية للمذبذبات اللامستقرة البلورية

الدائرة رقم (١٦)

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



شكل (٤ – ١٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 4.7 MΩ/ 0. 5W	R_1
مقاومة كربونية 220 Ω/ 0. 5W	R_2
مكثف سيراميكى سعته 22 nF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 1nF	C_2
ملف حثه 1 mH	L_1
ترانزستور (FET) نوع N طراز BF 256	Q_1
ترانزستور NPN طراز BC 147 AC	Q_2
بلورة ذات مدى تردد (100 KHZ: 10 MHZ)	X_1

نظرية عمل الدائرة :

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

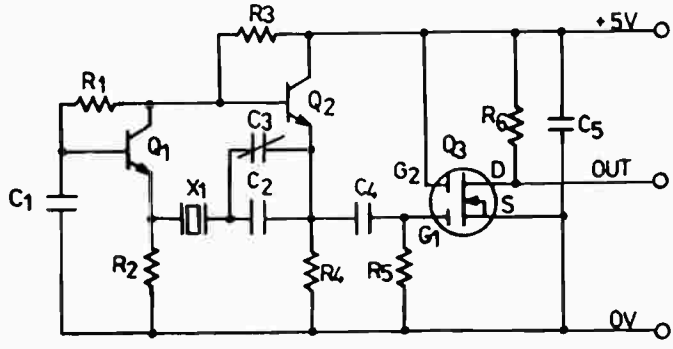
أما التغذية العكسية والإزاحة فى زاوية الوجه والتى تصل إلى 180^o فإنها تتوقف على السعة الداخلية لكل من دائرتى دخل وخرج الترانزستور Q_1. ويعمل الترانزستور Q_2 كمرحلة عزل ما بين مرحلة خرج المذبذب والحمل.

كما أنه يمكن استخدام بلورات ذات مدى تردد مختلف على حسب قيمة التردد المطلوب على ألايتعدى 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 KΩ/0.5W

مقاومة كربونية 220 Ω/0.5W	R_2, R_4
مقاومة كربونية 2.7KΩ/0.5W	R_3, R_5
مقاومة كربونية ≥ 560 Ω/ 0.5W	R_6
مكثف سيراميكى سعته 330 nF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 22 PF	C_2
مكثف متغير سعته 20 PF	C_3
مكثف سيراميكى سعته 1 nF	C_4
مكثف سيراميكى سعته 100 nF	C_5
ترانزستور NPN طراز BF 494	Q_1, Q_2
ترانزستور (MOSFET) طراز BF 900	Q_3
بلورة ترددها ما بين MHZ (1:30)	X_1

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة يستخدم فيها دائرة رنين توالى حيث يمكن الحصول على استقرار عال لخرج المذبذب عن الدوائر التى يستخدم فيها دائرة رنين توازى. كما أن تصميم الدائرة يتيح الحصول منها على تردد يصل إلى MHZ 30 بدون أى إزاحة فى زاوية الوجه بين الدخل والخرج. كما أن الترانزستورين Q_1, Q_2 موصلان على شكل دائرة دفع وجذب وبتوصيل البلورة X_1 ما بين باعثى الترانزستورين أدى ذلك إلى توفير إعاقة دخل وخرج منخفضة.

والترانزستور Q_3 يمثل دائرة عزل فى مرحلة خرج المذبذب مما يؤدى إلى عزل دائرة المذبذب عن أى دائرة توصل عليه.

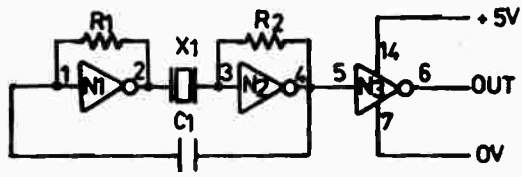
ومما تقدم يتضح أن المذبذب وفر لنا شرطى التشغيل الأمثل للعناصر الفاعلة. والتى تتمثل فى:

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 :

مقاومة كربونية 470 Ω/ 0-5W	R_1, R_2
مكثف سيراميكى سعته يمكن أن تأخذ القيم التالية	C_1
330 nF أو 100 nF أو 10 nF أو 1nF	
دائرة متكاملة TTL طراز 74LS 04	IC_1 (N1:N3)
بلورة كوارتز ترددها ما بين (400K: 10 M) HZ	X_1

نظرية عمل الدائرة :

باستخدام الدائرة المتكاملة IC_1 والتى تحتوى على ستة عواكس وكذلك البلورة X_1 على أساس الدائرة المبينة أمكن الحصول على مذبذب بلورى خرجه مناسب للمعالجات الدقيقة والتى 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 C_1. فعندما تكون سعة C_1 تساوى 100nF فإن تردد المذبذب يكون أقل من 500 KHZ أما إذا كانت سعة C_1 تساوى 10 nF فإن تردد المذبذب يتراوح ما بين 500 KHZ إلى ما يقرب من 2MHZ. وإذا قلت سعة C_1

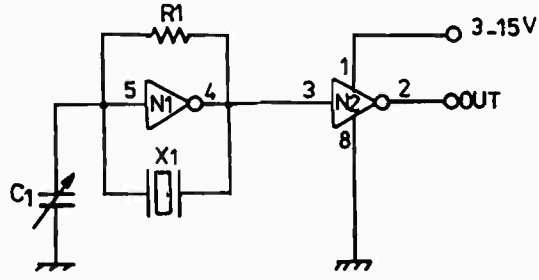
إلى 1nF فإن تردد المذبذب يرتفع ليصبح خلال مدى ترددى يتراوح ما بين 2MHZ إلى 8MHZ وباختبار سعة المكثف C_1 لتكون 330 nF فإن تردد المذبذب يصل إلى أقصى مدى ترددى له حيث يتراوح ما بين 8MHZ إلى ما يقرب من 10 MHZ .

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 قادح شميت فى 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 :

مقاومة كربونية 1MΩ/ 0.5W	R_1
مكثف متغير سعته ما بين 5.5: 65 PF	C_1
دائرة متكاملة CMOS طراز 4048	IC_1 (N_1, N_2)
بلورة كوارتز ترددها MHZ (1M : 14)	X_1

نظرية عمل الدائرة:

باستخدام الدائرة المتكاملة IC_1 من عائلة CMOS طراز 4048 والتى تحتوى على ستة عواكس يمكن تكوين مذبذب بلورى له مدى ترددى يتراوح ما بين (1M: 14M) HZ وذلك بمساعدة البلورة X_1 والتى تحدد ذلك التردد.

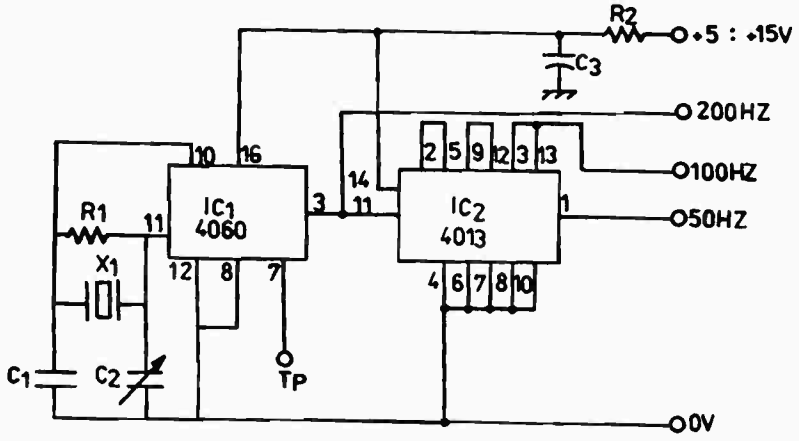
كما أنه باستخدام المكثف C_1 يمكن وبالتحكم فى سعته يتم تأكيد قيمة تردد المذبذب خلال المدى المتاح حيث إن القيم الأكبر لسعة المكثف يقابلها الترددات المنخفضة لخرج المذبذب والعكس بالعكس.

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

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:

مقاومة كربونية 10 MΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 100Ω/0.5W	R_2
مكثف سيراميكى سعته 22PF	C_1
مكثف متغير سعته ما بين 2:22 PF	C_2
مكثف كيميائى سعته 10 µF - 16V	C_3
دائرة متكاملة CMOS طراز 4060	IC_1
دائرة متكاملة CMOS طراز 4013	IC_2
بلورة ترددها 3.2768 MHZ	X_1

نظرية عمل الدائرة:

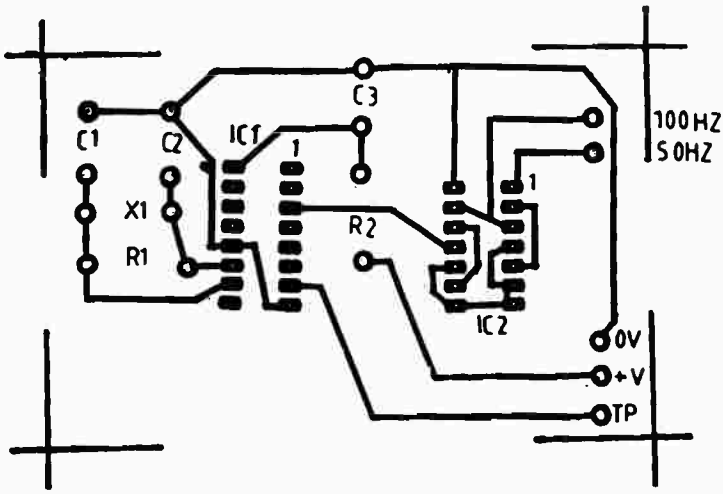
الدائرة المبينة مكونة من دائرتين متكاملتين من النوع CMOS وبلورة X_1 ويمكن من الدائرة أخذ ترددات مختلفة 50, 100, 200HZ حيث يمكن استخدام التردد 50 HZ كنبضات الساعة فى بعض الدوائر وكذلك فى أجهزة قياس التردد. ونظراً لاتساع نطاق جهد التغذية الخاص بالدائرة 5:10 V فإنه يمكن استخدامها كنبضات ساعة فى الساعات الرقمية الخاصة بالسيارات.

الدائرة المتكاملة IC_1 تحتوى على مذبذب ومقسم تردد يصل إلى المستوى 2^{14}. وعن طريق المكثف C_2 يمكن ضبط إطار تردد المذبذب حيث يمكن الحصول على موجة مربعة ذات تردد 200 HZ من الطرف رقم (3).

وبمساعدة المذبذب الداخلى للدائرة المتكاملة IC_2 يمكن تقسيم الموجة المربعة تلك على (2) ومن ثم على (4) وبذلك يمكن الحصول على الترددات 50 HZ و 100 HZ على كل من الأطراف (13,1) للدائرة IC_2 بالترتيب.

كما أنه يمكن ضبط تردد المذبذب باستخدام جهاز قياس التردد حيث يوصل على الطرف 7 للدائرة IC_1 ومن ثم يتم ضبط المكثف C_2 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 Cμ وجه واحد .

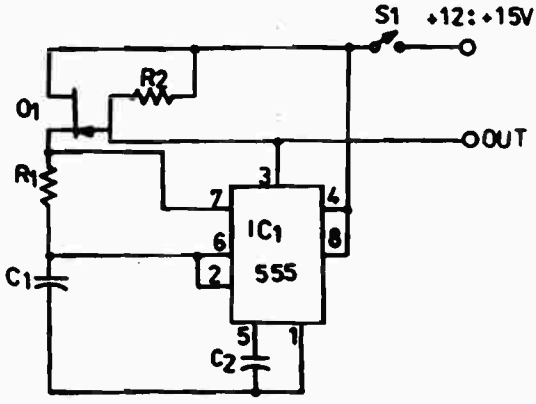


شكل (٤ – ٢٢)

٤ / ٥ – الدوائر العملية للمذبذبات اللا مستقرة المرتكزة على المؤقت الزمنى 555

الدائرة رقم (٢١)

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



شكل (٤ – ٢٣)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 100KΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 4.7KΩ/0.5W	R_2
مكثف كيميائى سعته 6800PF-25V	C_1
مكثف كيميائى سعته 0.01μF-25V	C_2
ترانزستور FET طراز 2N4861	Q_1
مؤقت زمنى طراز 555	IC_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S

نظرية عمل الدائرة:

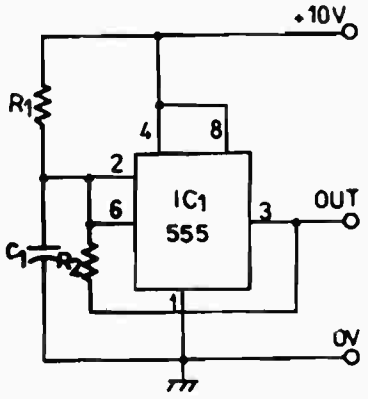
المؤقت الزمنى IC_1 يعمل فى الدائرة كمولد موجة مربعة وعناصر التوقيت الموجودة بالدائرة هى R_1, C_1 كما يلاحظ أن الترانزستور Q_1 موصل فى الدائرة بدلاً من مقاومة التوقيت الثانية وبالتالى فإن عنصرى التوقيت يتصلان بجهد التغذية عن طريق Q_1 والذى يعمل كمفتاح والذى يتوقف خرجه على الخرج الأساسى للمذبذب وذلك لاتصال قاعدته بالطرف رقم 3 للمذبذب IC_1 وهو طرف خرج المذبذب كما أن المقاومة R_2 تغذى الترانزستور بالجهد الكافى لجعله فى حاله 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:



مقاومة كربونية 75KΩ/0.5W	R_1	
مقاومة كربونية 10 K/0.5W	R_2	
مكثف كيميائى سعته 1μF - 25V	C_1	
مـــؤقت زمنى طراز 555	IC_1	

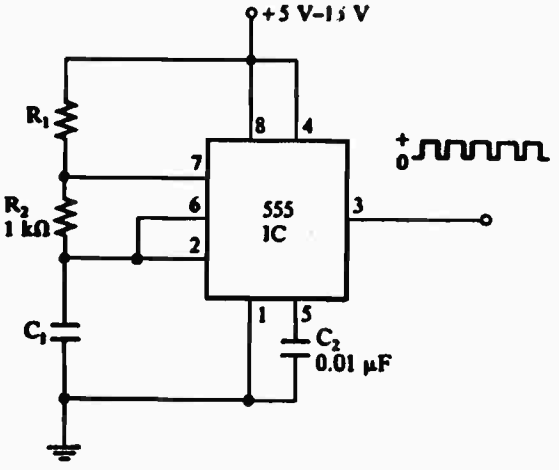
نظرية عمل الدائرة:

الدائرة تعطى موجة مربعة ترددها 60HZ عند القيم المذكورة للعناصر المستخدمة. وباستخدام R2 والتى تعمل كدائرة تغذية عكسية تحصل من خرج المذبذب على دورة تشغيل بنسبة 50%.

شكل (٤-٢٤)

الدائرة رقم (٢٣)

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



شكل (٤ - ٢٥)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10KΩ/0.5W	R_1
مقاومة كربونية 20KΩ/0.5W	R_2
مكثف بوليستر سعته 2nF	C_1
مكثف بوليستر سعته 0.01 µF	C_2
مؤقت زمنى طراز 555	IC

نظرية عمل الدائرة:

تردد خرج المذبذب يساوى

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

كما أن معامل دورة الخدمة للمذبذب يساوى

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

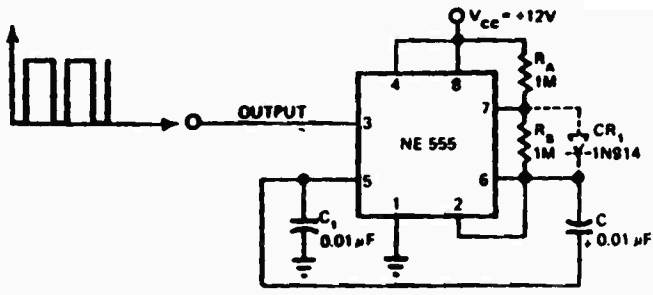
وتتراوح قيمة المقاومة الكربونية R_1,R_2 ما بين 1.5 KΩ: 3.3 MΩ .

وقيمه المكثف C_1 ما بين 470PF: 470µF .

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 R_1, R_2

الدائرة رقم (٢٤)

الشكل (٤ – ٢٦) يعرض دائرة مذبذب لا مستقر باستخدام المؤقت NE555 والثنائى CR_1 للحصول على موجة مربعة ومعامل دورة الخدمة 50% .



شكل (٤ - ٢٦)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1MΩ	R_A, R_B
مكثف كيميائى سعته 0.01 µF - 16V	C_1, C
ثنائى طراز 1N914	CR_1
مؤقت زمنى طراز NE 555	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

يشحن المكثف C من خلال المقاومة R_A ثم الثنائى CR_1 فى حين يفرغ المكثف C شحنته خلال R_B.

وعلى ذلك فإن:

زمن بقاء الخرج عالياً T_H يأتى من العلاقة

$$T_H = 0.7\ R_A\ C$$

زمن بقاء الخرج منخفضاً T_L يأتى 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

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

النسبة المئوية لمعامل دورة الخدمة DC% يساوى

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

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%.

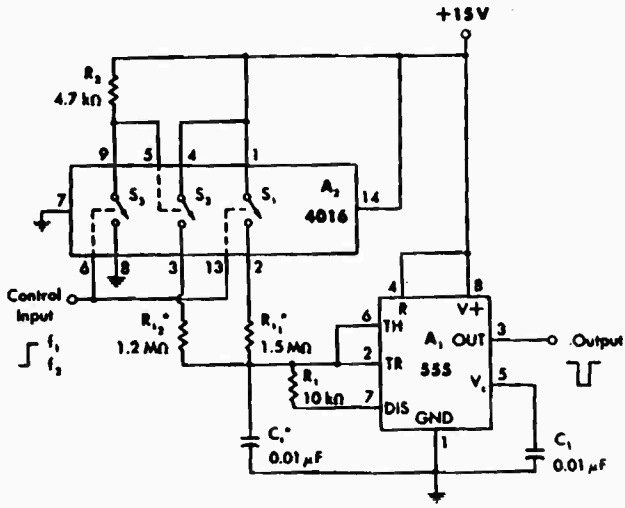
فمثلا: إذا كان $R_A = 30\ K\Omega$ ، $R_B = 300\ K\Omega$ فإن

$DC\% = 9\%$

$F = 433\ HZ$

الدائرة رقم (٢٥)

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



شكل (٤ – ٢٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10 KΩ	R_1
مقاومة كربونية 4.7KΩ	R_2
مقاومة كربونية 1.5 MΩ	Rt_1
مقاومة كربونية 1.2 MΩ	Rt_2
مكثف كيميائى سعته 0.01 µF - 16V	C_1, Ct_1
دائرة متكاملة المؤقت الزمنى طراز NE555	A_1
دائرة متكاملة طراز 4016	A_2

نظرية عمل الدائرة:

عندما يكون الجهد عند الأرجل 13 و 6 للدائرة المتكاملة 4016 مرتفعًا يغلق المفتاح S_1,S_3 فيصبح تردد الموجة الخارجة على الرجل 3 مساوياً:

$$F = 1.44/Rt_1\ C_t = 100 \qquad HZ$$

حيث إن:

$R_1 << Rt_1$.

وعندما يكون الجهد عند الأرجل 13و 6 للدائرة المتكاملة 4016 منخفضاً يغلق المفتاح S_2 ويصبح تردد موجة الخرج للمذبذب مساوياً:

$$F = 1.44 / Rt_2\ C_t = 120 \qquad HZ$$

حيث إن:

$R_1 << Rt_2$.