الباب السادس

المؤقتـات الزمنيـــة

المؤقتـــات الزمنيـــة

٦-١- مقدمة :

يمكن القول بأنه لا توجد أى عملية صناعية لا تحتوى بداخلها على بعض المراحل التى تجرى خلال أزمنة محددة ، ومن هنا جاءت الحاجة الماسة للمؤقتات الزمنية. والجدير بالذكر أنه يوجد عدة أنواع من المؤقتات الزمنية حسب خواص تشغيلها أهمها ما يلى

١- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل Delay on Timer ، فعند وصول التيار الكهربى لهذا المؤقت ينعكس وضع ريش تلامس المؤقت بعد تأخير زمنى مقدار t (وهو الزمن المعاير عليه المؤقت)، فتصبح الريش المفتوحة طبيعيا NO مغلقة، والريش المغلقة طبيعياً NC مفتوحة، وبمجرد انقطاع التيار الكهربى عن المؤقت الزمنى تعود ريش التلامس للمؤقت الزمنى لوضعها الطبيعى .

٢- المؤقت النبضى Pulse Timer وهو يعكس حالة ريشه عند وصول التيار الكهربى له وتعود ريشه لوضعها الطبيعى بعد انتهاء الزمن المعاير عليه أو عند انقطاع التيار الكهربى عنه .

٦-٢ الدوائر العملية للمؤقتات الزمنية

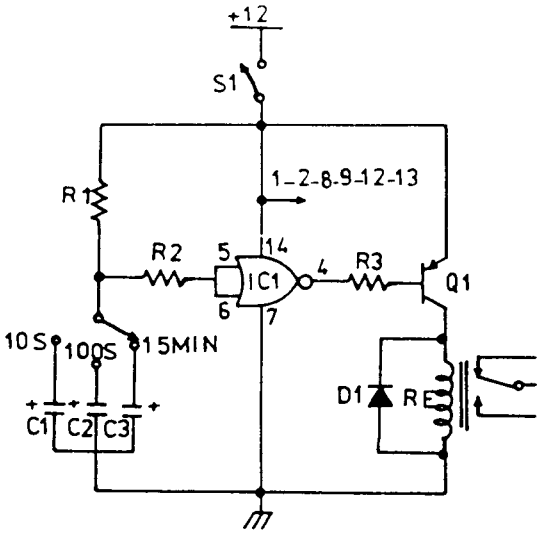
يمكن تقسيم المؤقتات الزمنية حسب أزمنة تاخيرها إلى :

- مؤقتات زمنية لها زمن تأخير واحد مثل : (10s)
- مؤقتات زمنية لها عدة أزمنة تأخير مثل : (1s, 10s, 10min)
- مؤقتات زمنية لها عدة أمدية للتأخير فمثلاً : المدى الأول يتراوح مابين (1:12min)، والمدى الثانى يتراوح مابين (10min:2hr)، والمدى الثالث يتراوح مابين (100min:20hr).

وسوف نتناول الدوائر العملية لهذه الأنواع فى هذه الفقرة.

الدائرة رقم 1:

الشكل (٦-١) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل وله ثلاثة أزمنة تأخير وهى (10s, 100s, 15min)



الشكل (٦ – ١)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 2.2M Ω .

R_2 مقاومة كربونية 10K Ω .

R_3 مقاومة كربونية 1K Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 10µF وجهده 16V

C_2 مكثف كيميائى سعته 100µF وجهده 16V .

C_3 مكثف كيميائى سعته 1000µF وجهده 16V .

Q_1 ترازستور PNP طراز 2N3906 .

D_1 ثنائى سليكونى طراز 1N4001 .

RE ريلاى يعمل عند جهد 12V ومقاومته 160 Ω .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

S_2 مفتاح بثلاثة أوضاع تشغيل .

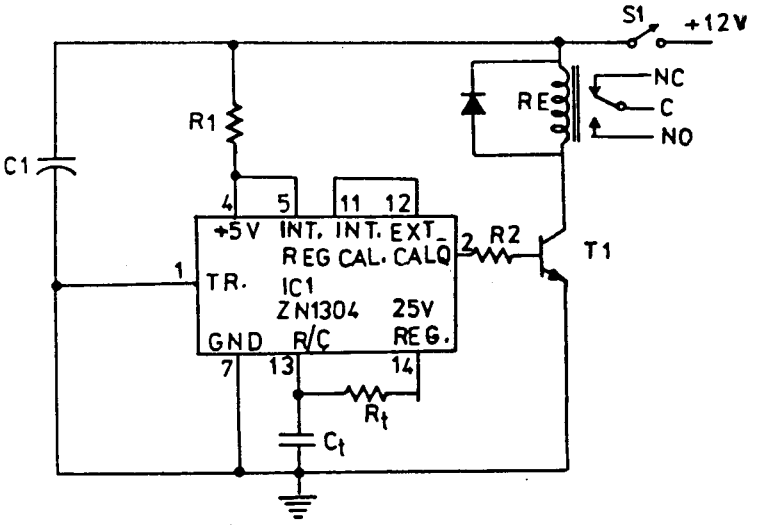
IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز 4001.

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 ووضع المفتاح S_2 على وضع 10S يمر التيار الكهربى عبر المقاومة R_1 والمكثف C_1 ، فيشحن المكثف C_1 وبعد 10S تقريبا يصبح الجهد على أطراف المكثف C_1 كافياً لجعل دخل البوابة عالياً ويصبح خرج البوابة منخفضاً فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل، ويمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE ، فينعكس وضع الريشة القلاب للريلاى، وعند فتح المفتاح S_1 فإن المكثف C_1 يفرغ شحنته خلال المقاومة R_2 فى زمن صغير جداً فيصبح الجهد عند مدخل البوابة منخفضاً، وتباعاً يصبح خرج البوابة عالياً ،فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع، وينقطع التيار الكهربى عن ملف الريلاى RE ، وتعود الريشة القلاب CO للريلاى لوضعها الطبيعى وبنفس الطريقة يمكن الحصول على زمن تأخير 100 S وذلك يوضع المفتاح S_2 على وضع 100 S وغلق المفتاح S_1 وكذلك يمكن الحصول على زمن تأخير (15 min) بوضع المفتاح S_2 على وضع 15 min وغلق المفتاح S_1 وهكذا .

الدائرة رقم 2 :

الشكل(٦-٢) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل وله زمن تأخير واحد .



الشكل (٦ - ٢)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 680 Ω .

R_t انظر الجدول (٦ – ١) .

C_1 مكثف كيميائى سعته 1μf وجهده 16V .

C_t انظر الجدول (٦ – ١)

T_1 ترانزستور NPN طراز 2N3053 .

D_1 ثنائى سليكونى طراز 1N 4001 .

IC_1 دائرة متكاملة لمؤقت دقيق طراز ZN 1034 .

RE ريلاى يعمل عند جهد 12V ومقاومة لا تقل عن 110 Ω .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يقوم المؤقت الزمنى IC_1 بتغير حالة المخرج $\overline{Q}$ من منخفض إلى عالٍ بعد مرور فترة زمنية مقدارها t تعتمد على قيمة كل من C_t, R_t . والجدول (٦ – ١) يبين قيمة الزمن t عند قيم مختلفة من R_t, C_t .

الجدول (٦ – ١)

R_t	39 k Ω	22 k Ω	100 k Ω	1.2 M Ω	3.3 M Ω	2.2 M Ω
C_t (μf)	0.01	1	1	1	10	100
t	1 S	1 min	5 min	1 hr	1 day	1 week

حيث إن :

أسبوع: week – يوم : Day – ساعة : hr – دقيقة : min – ثانية : S .

ويمكن الحصول على زمن تأخير الدائرة المتكاملة ZN 1034 من المعادلة التالية مباشرة :

$$t = 2735\ C_t R_t\ (s)$$

وبعد مرور الزمن t يتحول الترانزستور T_1 لحالة التشبع (الوصل) فيعمل الريلاى RE على عكس ريشته القلاب CO ، ولكن بمجرد فتح المفتاح S_1 تعود حالة المخرج $\overline{Q}$ للمؤقت الدقيق ZN 1034 للحالة المنخفضة ، فيتحول الترانزستور T_1 لحالة القطع وينقطع التيار الكهربى عن الريلاى RE ، فتعود ريشته القلاب CO لوضعها الطبيعى .

والجـديـر بالذكـر أن زمن تأخـيـر الدائرة المتكاملة ZN1034 يتـراوح مـا بين (50 ns : 1 week) .

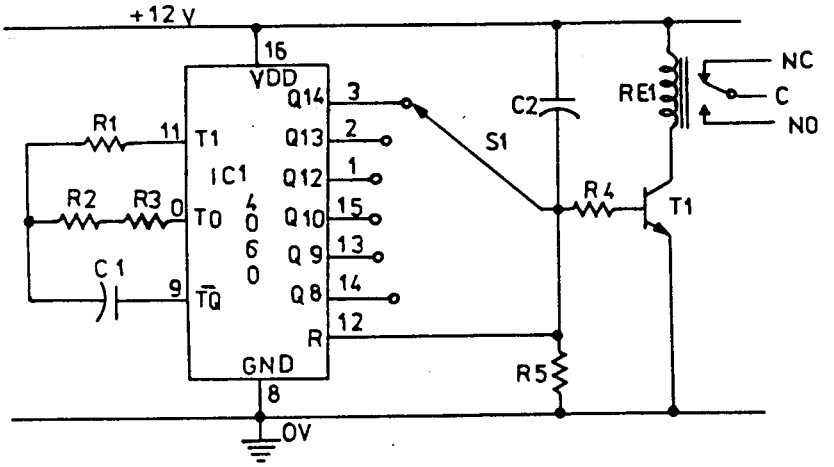
حيث إن :

$$(R_t = 5\ k\Omega : 5\ M\Omega \quad ; \quad C_t = 3.3\ \mu f : 100\ \mu f)$$

علماً بأن خرج المخرج $\overline{Q}$ (الرجل 2) هو معكوس خرج المخرج Q (الرجل 3) ، وتصل شدة التيار الداخل والخارج من هذا المؤقت 25 mA .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٦ – ٣) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل وله ستة أزمنة تأخير يمكن اختيار أحدها بواسطة المفتاح S_1 .



الشكل (٦ – ٣)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 1.8 M Ω .

R_2 مقاومة كربونية 4.7 M Ω .

R_3 مقاومة كربونية 100 K Ω .

R_4 مقاومة كربونية 1 k Ω .

R_5 مقاومة كربونية 470 k Ω .

C_1 مكثف كيميائى سعته 0.5 µf وجهده 16V .

C_2 مكثف كيميائى سعته 0.022 µf وجهده 16V .

T_1 ترانزستور NPN طراز BC 147 .

IC_1 دائرة متكاملة لعداد ثنائى بمذبذب ويعمل العداد كمقسم لتردد المذبـــذب طراز 4060

RE_1 ريلاى يعمل عند جهد 12V + وله مقاومة 500 Ω .

S_1 مفتاح دوار له ستة مواضع مختلفة .

نظرية التشغيل :

عند وصول التيار الكهربى لهذه الدائرة يعمل مذبذب الدائرة المتكاملة IC_1 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1}{2.2\, C_1\, (R_2 + R_3)}$$

$$F = 0.19\ HZ$$

وبالتالى فإن زمن الدورة الواحدة يساوى :

$$T = \frac{1}{F} = \frac{1}{0.19} = 5.3\ sec$$

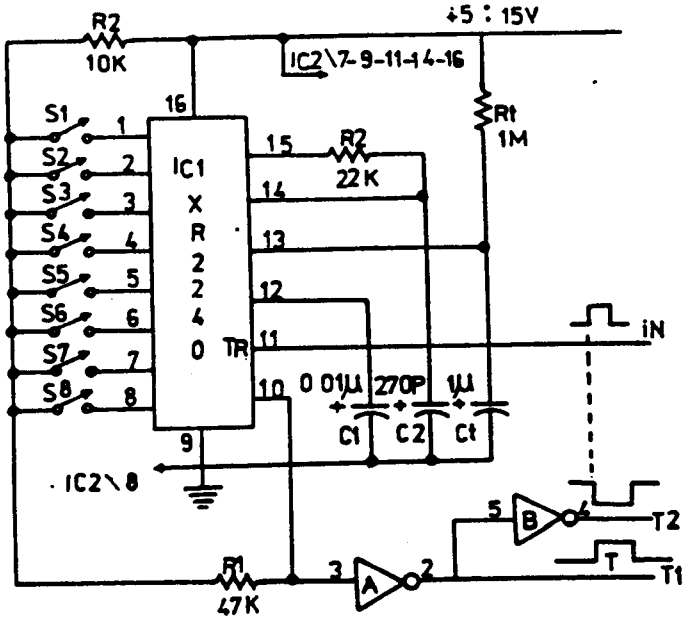
وتقوم الدائرة المتكاملة أيضاً بعد النبضات الخارجة من هذا المذبذب الداخلى وإخراج عدد النبضات فى صورة ثنائية من المخارج Q_4 - Q_{13} ، فمثلاً تصبح حالة المخرج n عالية بعد مرور زمن مقداره Tn يساوى :

$$Tn = 2^n T$$

على سبيل المثال :إذا كان المفتاح S_1 موضوعاً على الرجل 3 ، والتى تقابل المخرج Q_{14} فإن حالة هذا المخرج ستصبح عالية بعد زمن يساوى (2^{14} x 5.3 sec) أى : بعد حوالى 24 hr فيتحول الترانزستور T_1 لحالة الوصل ويمر التيار الكهربى فى الملف الريلاى RE_1 ، فيقوم الريلاى بعكس حالة ريشته القلاب .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٦ – ٤) يعرض الدائرة العملية لمؤقت زمنى نبضى يمكن برمجته بواسطة المفاتيح $S_1 - S_8$.



الشكل (٦ – ٤)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 47 K Ω

R_2 مقاومة كربونية 10 k Ω

R_t مقاومة كربونية 1 MΩ

C_1 مكثف كيميائى سعته 0.01 µf وجهده 16V .

C_2 مكثف كيميائى سعته 270 Pf وجهده 16V .

Ct مكثف كيميائى سعته 1 µf وجهده 16V .

IC_1 دائرة متكاملة لمؤقت مبرمج طراز XR 2240 .

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 4049 .

$S_1 - S_8$ ثمانية مفاتيح قطب واحد سكة واحدة .

نظرية التشغيل :

يعتمد زمن النبضة العالية التى تخرج من T_1 ، والذى يساوى زمن النبضة المنخفضة التى تخرج من T_2 على أوضاع المفاتيح $S_1 - S_8$.

فمثلاً عند غلق المفاتيح S_8 , S_2 , S_1 ووصول نبضة عالية لمدخل الدائرة المتكاملة XR2240 (الرجل 11) فإن زمن النبضات الخارجة من T_1, T_2 يساوى .

$$T = NT_B$$

حيث إن :

N هو مجموع رتب المفاتيح المغلقة .

T_B زمن أساس المؤقت الزمنى XR 2240 والذى يساوى :

$$T_B = Rt\,Ct$$

علماً بأن رتبة المفتاح رقم n تساوى 2^{n-1} فمثلاً رتبة المفتاح رقم 1 تساوى 2^0 وهكذا أى أن :

$$N = 2^0 + 2^1 + 2^5 = 35$$

وبالتالى فإن :

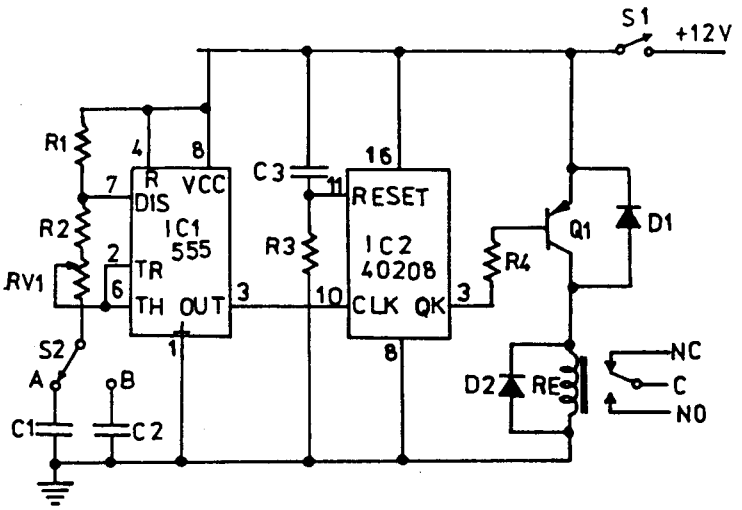
$$T = n\,Rt\,Ct$$

$$= 35 \times 10^{-6} \times 10^{6} = 35\ S$$

والجدير بالذكر أنه يمكن تحرير الدائرة المتكاملة XR 2240 ، وإعادة حالة المخرج T_1 للحالة المنخفضة ، وحالة المخرج T_2 للحالة العالية وذلك عند وصول نبضة عالية لمدخل التحرير (الرجل 10) .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (٦ – ٥) يعرض الدائرة العملية لمؤقت نبضي له عدد 2 مدى زمني، المدى الأول : يتراوح ما بين 1 : 10 min والمدى الثاني : 10 : 100 min .



الشكل (٦ – ٥)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 2.2 k Ω

R_2 مقاومة كربونية 39 k Ω

R_3 مقاومة كربونية 1 M Ω

R_4 مقاومة كربونية 6.8 k Ω

RV_1 مقاومة متغيرة 470 k Ω

C_1 مكثف بوليستير سعته 100 nf .

C_2 مكثف بوليستير سعته 1 µf .

C_3 مكثف بوليستير سعته 100 nf .

D_1, D_2 ثنائى سليكونى طراز 1N 4001 .

T_1 ترانزستور PNP طراز 2 N 3906 .

IC_1 دائرة متكاملة لمؤقت 555 .

IC_2 دائرة متكاملة لعداد ثنائى له 14 مخرجاً ثنائياً طراز 4020 B .

RE ريلاى يعمل عند جهد12V ومقاومته أكبر من 120 Ω .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

S_2 مفتاح قطب واحد سكتين .

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يعمل المؤقت 555 كمذبذب لا مستقر تردده يعتمد على وضع المفتاح S_2 ، فعند وضع المفتاح S_2 على الوضع A فإن التردد الخارج من المؤقت 555 يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_1 + 2 (R_2 + RV_1)]}$$

$$= 10 \text{ Hz} : 125 \text{ HZ}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

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

$$= 0.008 : 0.1S$$

أما عند وضع المفتاح S_2 على الوضع B فإن التردد الخارج من المؤقت 555 يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_2 [R_1 + 2 (R_2 + RV_1)]}$$

$$F = 10 : 12.5 \text{ Hz}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

$$T = \frac{1}{F} = 0.08 : 1S$$

ويقوم العداد IC_2 كمقسم للتردد يكون حالة المخرج Q_{14} عالياً بعد تأخير زمنى يساوى

$$t = 8192\,T$$

حيث إن T هو زمن الدورة الكاملة النبضات الخارجة من المؤقت 555 ، ويتحول الترانزستور Q_1 لحالة الوصل بمجرد غلق المفتاح S_1 ، ويمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE ، وتنعكس وضع الريشة القلاب الخاصة به .

وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى t يصبح خرج العداد IC_2 عالياً ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع ، وينقطع التيار الكهربى عن ملف الريلاى RE ، وتعود الريشة القلاب للمؤقت الزمنى لوضعها الطبيعى .

والجدير بالذكر أنه يمكن تغير الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى فى المدى الأول ، وكذلك فى المدى الثانى بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 ، ويعمل المؤقت على المدى الأول عند وضع S_2 على الوضع 1 ، وعلى المدى الثانى عند وضع S_2 على الوضع 2 .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (٦ – ٦) يعرض الدائرة العملية لمؤقت نبضى له ثلاثة أمدية زمنية المدى الأول : 1: 12 min والمدى الثانى 2hr : 100 min والمدى الثالث 20hr : 100 min

عناصر الدائرة :

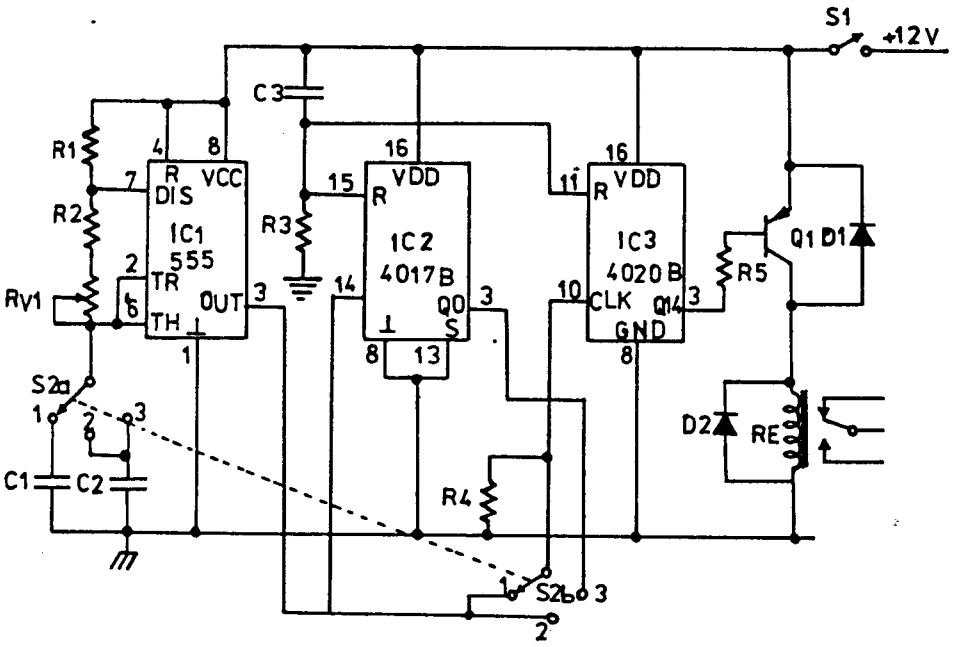
R_1 مقاومة كربونية 2.2 k Ω

R_2 مقاومة كربونية 39 k Ω

R_3 مقاومة كربونية 1 M Ω

R_4 مقاومة كربونية 27 k Ω

R_5 مقاومة كربونية 6.8 k Ω



الشكل (٦ – ٦)

RV_1	مقاومة متغيرة 470 k Ω
C_1	مكثف بوليستير 120 nF
C_2	مكثف بوليستير 1 µf
C_3	مكثف بوليستير سعته 100 nf
D_1 , D_2	ثنائى سليكونى طراز 1N 4001
Q_1	ترانزستور NPN طراز 2N 3906
IC_1	دائرة متكاملة لمؤقت 555
IC_2	دائرة متكاملة لعداد عشرى طراز 4017 B
IC_3	دائرة متكاملة لعداد ثنائى له 14 مخرجاً طراز 4020 B
S_1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة
S_2	مفتاح قطبين بثلاث سكك

نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يعمل المذبذب 555 كمذبذب لا مستقر تردده يعتمد على وضع المفتاح S_2 ، فعند وضع المفتاح S_2 على الوضع 1 فإن التردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_1 + 2 (R_2 + RV_1)]}$$

$$= 0.83 : 104 \text{ HZ}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

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

$$= 0.096 : 1.2 \text{ S}$$

فى حين أنه عند وضع المفتاح S_2 على الوضع 2,3 فإن التردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 [R_1 + 2 (R_2 + RV_1)]}$$

$$= 8.3 : 10.4 \text{ HZ}$$

ويكون زمن الدورة الكاملة مساوياً :

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

$$= 0.096 : 0.12\text{S}$$

ويعمل العداد العشرى IC_2 على تقسيم التردد الخارج من المؤقت الزمنى 555 على 10 ويكون خرج العداد IC_3 عالياً بعد تأخير زمنى :

$$t = 8192\ T$$

حيث إن :

Tهو زمن الدورة الكاملة الخارجة من المؤقت 555 ، عندما يكون المفتاح S_2 على الوضع 1, 2 ، أما T فتساوى 1/10 (عشر) زمن الدورة الكاملة الخارجة من المؤقت 555 عندما يكون المفتاح S_2 على الوضع 3 .

وعند غلق المفتاح S_1 يمر التيار الكهربى فى ملف الريلاى RE ، وينعكس وضع الريشة القلاب له وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى يصبح خرج العداد IC_3 عالياً ، فيتحول الترانزستور Q_1 لحالة القطع ، وينقطع التيار الكهربى عن ملف الريلاى RE ، وتعود الريشة القلاب للمؤقت الزمنى لوضعها الطبيعى .

والجدير بالذكر أنه يمكن تغيير الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى فى المدى الأول والثانى والثالث ، بواسطة المقاومة المتغيرة RV_1 .

ويعمل المؤقت الزمنى على المدى الأول عند وضع S_2 على الوضع 1 ، ويعمل المؤقت على المدى الثانى عند وضع S_2 على الوضع 2 ، فى حين يعمل المؤقت على المدى الثالث عند وضع S_2 على الوضع 3 .