

الباب الثامن

دوائر الإنذار الصوتي والضوئي

دوائر الإنذار الصوتي والضوئي

٨ / ١ - مقدمة :

تعمل دوائر الإنذار المستخدمة في الصناعة على تنبيه المشغلين Operators عن وجود مشكلة بالعملية الصناعية ، وذلك بإطلاق صفارة إنذار ، وكذلك إضاءة لمبة الإنذار الدالة على وجود مشكلة بالنظام ، ولمبة الإنذار الخاصة بمكان المشكلة ، وبذلك ينتبه المشغل إلى وجود مشكلة بالنظام ، ويقوم بإسكات صوت صفارة الإنذار بضغط يسمى بضغط المعرفة Acknowledge ، ثم بعد ذلك يحدد مكان المشكلة بالاستعانة بلمبة الإنذار المخصصة لذلك ، ثم بعد ذلك يقوم المشغل باستدعاء فريق الصيانة لعمل الصيانة اللازمة ، وبعد انتهاء فريق الصيانة من الإصلاحات والصيانات اللازمة ، يقوم المشغل بتحرير الإنذار Reset للعودة للحالة الطبيعية .

٨ / ٢ - دوائر الإنذار الصوتية والضوئية العملية :

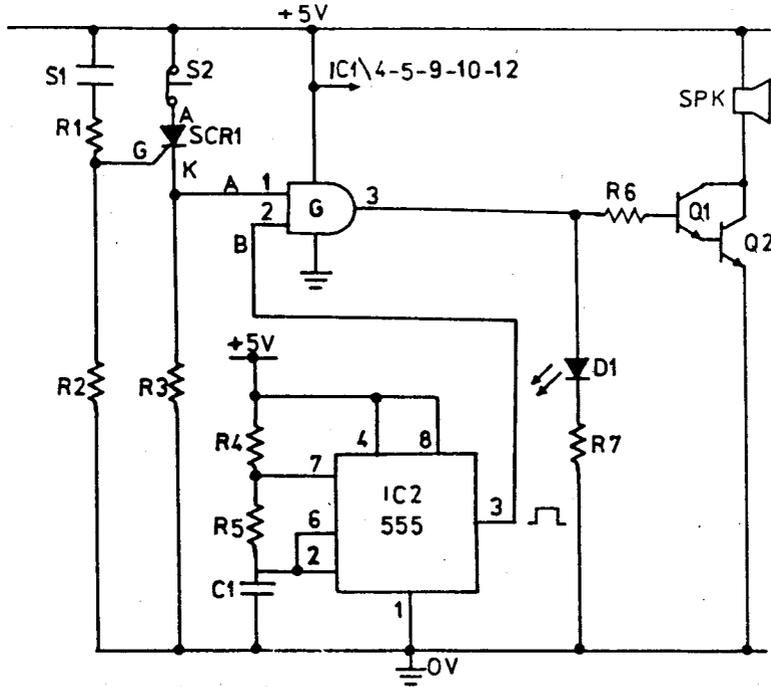
سنتناول في هذه الفقرة مجموعة مختلفة لدوائر الإنذار الصوتية والضوئية المستخدمة في الأنظمة الصناعية على سبيل المثال :

- ١ - دوائر إنذار تعمل عند ارتفاع منسوب السائل في أحد الخزانات .
- ٢ - دوائر إنذار تعمل عند انخفاض ضغط الهواء المضغوط في دائرة نيومايتكية .
- ٣ - دائرة إنذار لماكينه ديزل لأحد المولدات .
- ٤ - دوائر إنذار لبعض العمليات الصناعية .

الدائرة رقم 1 :

الشكل (٨ - ١) يعرض دائرة إنذار صوتية وضوئية تعمل عند ارتفاع منسوب الماء في

خزان ماء .



الشكل (٨ - ١)

عناصر الدائرة :

- . مقاومات كربونية $1k \Omega$ R_1, R_2, R_6
- . مقاومات كربونية 330Ω R_3
- . مقاومات كربونية $4.7k \Omega$ R_4
- . مقاومات كربونية $100k \Omega$ R_5
- . مقاومات كربونية 220Ω R_7
- . مكثف سيراميك $0.01 \mu f$ C_1
- . ثايرستور طراز G106 B1 SCR_1
- . ثنائي مشع منخفض القدرة. D_1
- . ترانزستورات NPN طراز 2N 3904 Q_1, Q_2

- IC₁ دائرة متكاملة تحتوي على أربع بوابات AND طراز 7408 .
- IC₂ دائرة متكاملة لمؤقت NE 555 .
- S₁ ريشة مفتوحة طبيعياً NO لمجس ماء الكترونى .
- S₂ ضاغط بريشة مغلقة NC .
- SPK سماعة مقاومتها 8 Ω .

نظرية التشغيل :

عند ارتفاع مستوى الماء فى الخزان وصولاً لمستوى المجس S₁ تغلق ريشة المجس ، فيصبح جهد البوابة G للثايرستور SCR₁ موجباً بالنسبة لجهد المهبط K فيحدث إشعال للثايرستور ، ويمر التيار من المصعد A للمهبط K ، ويصبح جهد المهبط يساوى تقريباً +5V ، وبالتالى تصبح حالة المدخل I للبوابة G عالية ، فتخرج نبضات الساعة القادمة من خرج المؤقت 555 ، والذي يعمل كمذبذب لاستقر عبر البوابة G ، فيضىء الثنائى المشع D₁ بضوء متقطع بينما يتحول ترانزستور « دار لنجتون » ، والمؤلف من Q₁ , Q₂ لحالة الوصل والفصل بنفس تردد نبضات الساعة ، فتصل نبضات كهربية مشابهة لخرج البوابة G للسماعة SPK ، وينتج عن ذلك صفارة الإنذار .

وعند قيام المشغل بالضغط على ضاغط إزالة الإنذار Reset (S₂) ينقطع مسار التيار للثايرستور SCR₁ ، ويتحول الثايرستور لحالة القطع وتصبح حالة المدخل I للبوابة G منخفضة، وتباعاً تصبح حالة خرج البوابة G منخفضة فينطفئ الثنائى المشع D₁ ، ويتحول الترانزستور Q₁ , Q₂ لحالة القطع وتتوقف السماعة عن إصدار صوت الإنذار .

وعند إزالة الضغط عن S₂ هناك احتمالان :

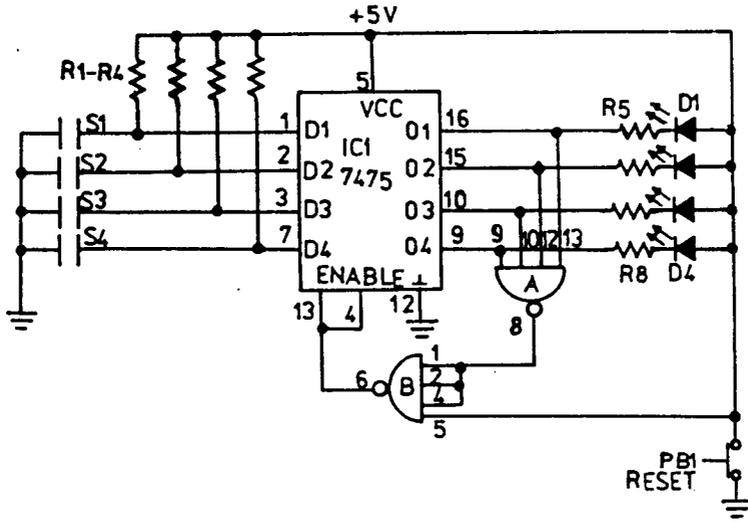
الأول : هو تكرر ما حدث سابقاً أى إضاءة الثنائى المشع D₁ وعمل السماعة وذلك إذا كانت ريشة المجس S₁ مازالت مغلقة .

والثاني : هو أن يظل الثنائى المشع D₁ معتماً ، وتظل السماعة SPK متوقفة عن إصدار صوت الإنذار ، وذلك عند عودة ريشة المجس S₁ لحالتها الطبيعية (مفتوحة) .

والجددير بالذكر أنه يمكن استخدام هذه الدائرة مع مجموعة خزانات ، وذلك بتوصيل الريشة المفتوحة لمجسات الخزانات بالتوازي معاً .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (٨ - ٢) يبين دائرة إنذار ضوئية لأربعة خزانات سوائل تعمل عند انخفاض مستوى السائل في أحد الخزانات .



الشكل (٨ - ٢)

عناصر الدائرة :

- $R_1 - R_4$ مقاومات كربونية 680Ω .
- $R_5 - R_8$ مقاومات كربونية $1k \Omega$.
- $D_1 - D_4$ ثنائيات مشعة .
- IC_1 دائرة متكاملة تحتوي على أربعة قلايات D طراز 7475 .
- IC_2 دائرة متكاملة تحتوي على بوابتين NAND بأربعة مداخل طراز 7420 .
- $S_1 - S_4$ أربعة مجسات ماء لكل منها ريشة مفتوحة طبيعياً NO .
- PB_1 ضاغط تحرير بريشة مفتوحة NO .

نظرية التشغيل :

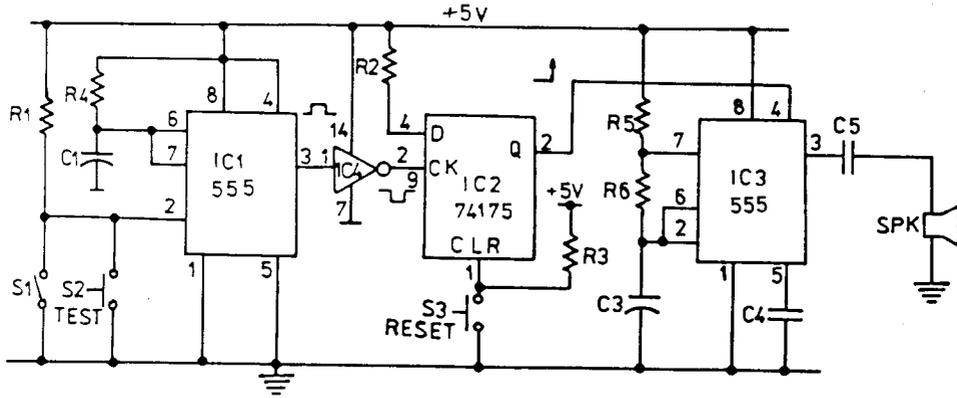
فى الوضع الطبيعى (أى : عندما يكون مستوى الماء فى الخزانات الأربعة منخفضاً عن مستوى المجسات $S_1 - S_4$ تكون حالة المخارج $Q_1 - Q_4$ للدائرة المتكاملة IC_1 عالية ، وبالتالى فإن خرج البوابة A يكون منخفضاً ، ومن ثم يكون خرج البوابة B عالياً ، فتصل إشارة عالية لمداخل التمكين لدائرة الإمساك IC_1 (الأرجل 13, 4) .

فتنتقل حالة المداخل $D_1 - D_4$ العالية إلى المخارج الأربعة $Q_1 - Q_4$ ، وتظل حالة هذه المخارج عالية وبمجرد ارتفاع منسوب الماء فى أحد الخزانات لمستوى مجسه تغلق الريشة المفتوحة لمجسه ، ولتكن ريشة المجس S_1 ، فتصبح حالة المدخل D_1 منخفضة ، وتنتقل هذه الحالة المنخفضة إلى المخرج Q_1 ، فيضئ الثنائى المشع D_1 ، وفى نفس الوقت يصبح خرج البوابة A عالياً ، وتباعاً يكون خرج البوابة B منخفضاً ، فتصل إشارة منخفضة إلى مداخل التمكين للدائرة المتكاملة IC_1 (الرجل 13, 4) ، وبالتالى فإن حالة جميع المخارج $Q_1 - Q_4$ تظل كما هى مهما تغيرت حالة المداخل $D_1 - D_4$.

فعندما تغلق ريشة مجس آخر فلن يحدث تغيير عما سبق ، وبعد معرفة نوع الخطأ يمكن إزالة هذا الخطأ ، وذلك بالضغط على ضاغط التحرير PB_1 فتصبح حالة خرج البوابة B عالية ، وبالتالى تنتقل الحالة الراهنة للمداخل $D_1 - D_4$ ، للمخارج $Q_1 - Q_4$ ، وطالما أن جميع المجسات فى الوضع الطبيعى لها ، فإن جميع ريشتها تكون مفتوحة ، وبالتالى تصبح حالة المداخل $D_1 - D_4$ عالية ، وتباعاً تصبح حالة جميع المخارج $Q_1 - Q_4$ عالية ، فتنتطفئ جميع الثنائيات المشعة $D_1 - D_4$ ، وتصبح الدائرة مستعدة لاستقبال مشكلة جديدة .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (٨ - ٣) يعرض دائرة إنذار صوتية تعمل عند انخفاض ضغط الهواء المضغوط فى شبكة نيوماتيكية عن الحد المسموح به ، ويستخدم فى ذلك مفتاح ضغط Pressure Switch ، حيث تغلق ريشة مفتاح الضغط عند انخفاض الضغط فى الشبكة النيوماتيكية .



الشكل (٨ - ٣)

عناصر الدائرة :

- | | |
|---|-----------------|
| مقاومات كربونية $1k \Omega$. | R_1, R_3, R_5 |
| مقاومة كربونية $100 k \Omega$ | R_4 |
| مقاومة كربونية $6.6 k \Omega$. | R_6 |
| مكثف كيميائي $100 \mu f$ وجهد $16V$. | C_1 |
| مكثف سيراميك $0.01 \mu f$. | C_2, C_4 |
| مكثف كيميائي سعته $0.1 \mu f$ وجهد $16V$. | C_3 |
| مكثف سيراميك سعته $10 \mu f$. | C_5 |
| دوائر متكاملة لمؤقت NE 555 . | IC_1, IC_3 |
| دائرة متكاملة لقلاب D طراز 74175 . | IC_2 |
| دائرة متكاملة تحتوي على ستة عواكس طراز 7404 . | IC_4 |
| مفتاح ضغط بريشة مغلقة طبيعياً NC . | S_1 |
| ضواغط بريشة مفتوحة NO . | S_2, S_3 |
| سماعة مقاومتها 8Ω . | SPK |

نظرية التشغيل :

عند انخفاض الضغط فى الشبكة النيوماتيكية يغلق مفتاح الضغط S_1 ريشته ، فيعمل المذبذب الاحادى الاستقرار المؤلف من IC_1 ، وتخرج من المخرج 3 نبضة عالية زمنها يساوى :

$$\begin{aligned} t &= 1.1 R_4 C_1 \\ &= 1.1 \times 100 \times 1000 \times 100 \times 10^{-6} \\ &= 11S \end{aligned}$$

ويقوم العاكس IC_4 بعكس هذه النبضة وعند الحافة الصاعدة أى بعد تأخير زمنى 11S ، تصبح حالة مخرج القلاب D (الدائرة المتكاملة IC_2) عالية ، فيعمل المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت IC_3 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{(R_5 + 2 R_6) C_3} = 1000 \text{ HZ}$$

فتعمل السماعه على إصدار صفارة الإنذار ، ويمكن للمشغل إسكات هذا الصوت بالضغط على ضاغط التحرير S_3 فيحدث تحرير للقلاب D (الدائرة المتكاملة IC_2) ، وتصبح حالة مخرج القلاب Q منخفضة .

والجدير بالذكر أنه يمكن عمل اختبار لهذه الدائرة من مدة لاخرى ؛ للاطمئنان عليها ، وذلك بالضغط على ضاغط الاختبار S_2 ، فتعمل السماعه SPK بعد 11S ، وعند الضغط على ضاغط التحرير S_3 تتوقف السماعه .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (٨ - ٤) يبين دائرة إنذار لماكينة ديزل لأحد المولدات ، تعمل عند حدوث أول مشكلة لإيقاف الماكينة ، وذلك بقطع الوقود عن الماكينة .
عناصر الدائرة :

مقاومات كربونية $1K \Omega$ R_1, R_2, R_{10}, R_{12}

مقاومات كربونية $10k \Omega$ R_3, R_4, R_5, R_{11}

| | |
|--|-----------------|
| مقاومات كربونية 220Ω . | R_6, R_7, R_8 |
| مقاومة كربونية 470Ω . | R_9 |
| مكثفات سيراميك $1.0 \mu f$. | C_1, C_3 |
| مكثف كيميائي سعته $10 \mu f$ وجهده $16V$. | C_2 |
| ثنائيات مشعة قياسية . | $D_1 D_3$ |
| ترانزستورات NPN طراز 2N 2219A . | $T_1 - T_4$ |
| ترانزستور NPN طراز 2 N 3904 . | T_5 |
| دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 . | IC_1 |
| دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 7408 . | IC_2 |
| دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 . | IC_3 |
| دوائر متكاملة تحتوى على قلابين J, K طراز 7476 . | IC_5, IC_4 |
| ضواغط بريشة مفتوحة NO . | S_1, S_2 |
| سماعة 8Ω . | SPK |

نظرية التشغيل :

١ - عند انخفاض ضغط الزيت Low pressure للماكينة تصل إشارة عالية (1) للمدخل رقم (10) للبوابة B فيصبح خرج البوابة B منخفضاً، وبالتالي تصبح حالة المخرج \bar{Q}_2 للقلاب الخاص بانخفاض الضغط عالية، فيضئ الثنائي المشع D_2 والخاص بانخفاض الضغط، وفي نفس الوقت تصبح حالة خرج البوابة D منخفضة، وتباعاً فإن خرج البوابة E يصبح منخفضاً ، وبالتالي تصبح حالة المداخل 1, 9, 13 للبوابات A, B, C منخفضة ، مما يمنع دائرة الإنذار من استقبال مشكلة ثانية في نفس الوقت ، وأيضاً يصبح خرج البوابة J عالياً، فيتحول الترانزستور T_5 لحالة الوصل ، ليعمل الريلاى RE ، فتتغير حالة ريشته القلاب، علماً بأن هذه الريشة توصل بحيث تتحكم فى وصول التيار الكهربى للصمام الكهربى لوقود الماكينة فينقطع وصول الوقود للماكينة وتتوقف .

وعند الحافة الهابطة للجهود الداخل على مدخل النبضات (CK_4) لقلاب السماع SPK تصبح حالة المخرج Q_4 عالية ، وبالتالي تنتقل نبضات الساعة المتولدة من المذبذب المؤلف من البوابات G, H, I بتردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{(R_5 + 2 R_6) C_3} = 700 \text{ Hz}$$

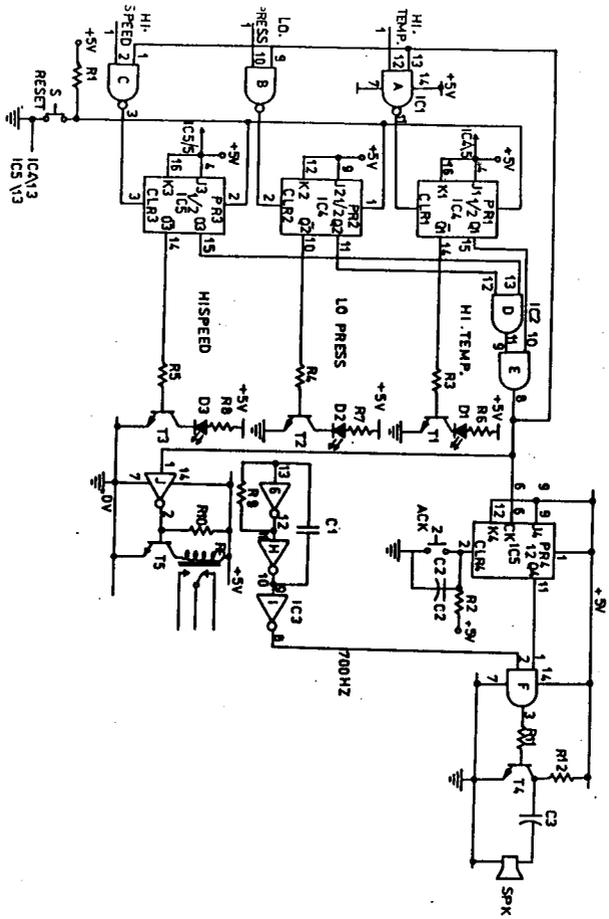
وعندئذ تطلق السماع صفارة الأنداز .

٢ - عند الضغط على ضاغط المعرفة (ACK) "الضاغط S_2 " تصبح حالة المدخل CLR_4 لقلاب السماع منخفضة ، وبالتالي تصبح حالة المخرج Q_4 منخفضة ، وتباعاً يصبح خرج البوابة F منخفضاً ، مما يؤدي إلى إسكات السماع مع بقاء الثنائى D_2 مضيئاً .

٣ - عند الضغط على ضاغط التحرير (Reset) "الضاغط S_1 " تصبح حالة مداخل الإمساك PR_1, PR_2, PR_3 لكل من قلاب زيادة السرعة Hi - Speed وقلاب انخفاض الضغط Low Pressure ، وقلاب ارتفاع درجة الحرارة Hi - Temperature منخفضاً ، وبالتالي تصبح حالة المخرج المعكوسة $\bar{Q}_1, \bar{Q}_2, \bar{Q}_3$ لهذه القلابات منخفضة ، فينطفئ الثنائى المشع D_2 وفى هذه الحالة هناك احتمالان وهما :

١ - تكرار الإنذار الصوتى والضوئى إذا كانت المشكلة مازالت موجودة .

٢ - العودة للحالة الطبيعية .



الشكل (٧ - ٤)

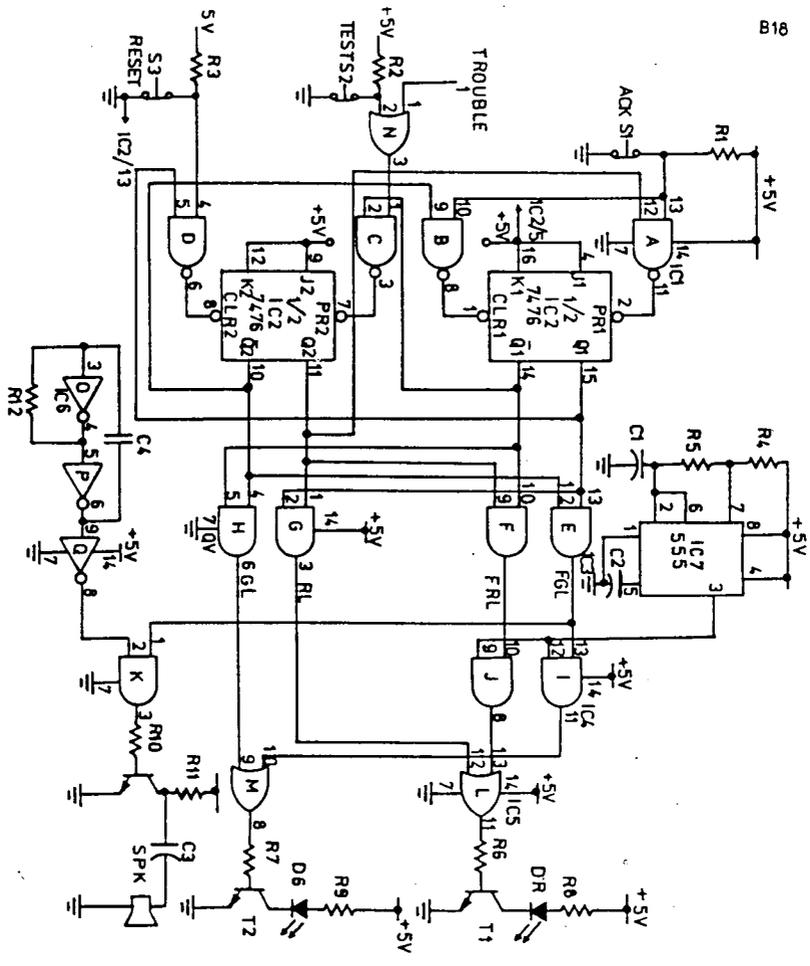
دائرة رقم 5 :

الشكل (٨ - ٥) يعرض دائرة إنذار صوتية ضوئية لها خمس حالات للتشغيل لأحد

العمليات الصناعية .

عناصر الدائرة :

- | | |
|--|--------------------|
| مقاومات كربونية $1k \Omega$. | R_1, R_4, R_{11} |
| مقاومات كربونية $22k \Omega$. | R_5 |
| مقاومات كربونية $10k \Omega$. | R_6, R_7, R_{10} |
| مقاومات كربونية 220Ω . | R_8, R_9 |
| مقاومات كربونية 470Ω . | R_{12} |
| مكثف كيميائي سعته $10\mu f$ وجهدده $16V$. | C_1, C_3 |
| مكثف سيراميك $0.01 \mu f$. | C_2 |
| مكثف سيراميك $1 \mu f$. | C_4 |
| ترانزستورات NPN طراز $2N 2219 A$. | $T_1 - T_4$ |
| ثنائيات مشعة قياسية . | D_R, D_G |
| دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 . | IC_1 |
| دائرة متكاملة تحتوى على قلابين JK طراز 7476 . | IC_2 |
| دوائر متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 7408 . | IC_3, IC_4 |
| دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات OR طراز 7432 . | IC_5 |
| دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 . | IC_6 |
| مؤقت $NE 555$. | IC_7 |
| سماعة 8Ω . | SPK |
| ضواغط بريشة مغلقة NC . | $S_1 - S_3$ |



818

المنطق (A - 0)

نظرية التشغيل :

يوجد خمس حالات لهذه الدائرة وهي كما يلي :

- ١ - حالة التشغيل العادي وفيها يضيئ الثنائي المشع الأخضر D_G .
- ٢ - أثناء وجود مشكلة يضيئ الثنائي المشع الأحمر D_R بضوء متقطع وتنطلق صفارة الإنذار من السماعة .
- ٣ - عند الضغط على ضاغط المعرفة ACK تتوقف السماعة عن إصدار صفارة الإنذار ،
في حين يتحول الضوء المتقطع للثنائي المشع الأحمر D_R لضوء ثابت .
- ٤ - عند الضغط على ضاغط التحرير Reset ينطفئ الثنائي المشع الأحمر D_R في حين يضيئ الثنائي المشع الأخضر D_G بضوء متقطع .
- ٥ - عند الضغط على ضاغط المعرفة ACK يتحول الضوء المتقطع للثنائي المشع الأخضر D_G لضوء ثابت .

وفيما يلي شرح هذه الحالات الخمس بالتفصيل :

١ - في الحالة الطبيعية تكون حالة خرج المخرجين \bar{Q}_1 , \bar{Q}_2 للقلابين عالية ، وبالتالي يكون خرج البوابة H عالياً ، وتباعاً يكون خرج البوابة M عالياً ، فيضيئ الثنائي المشع الأخضر D_G بضوء ثابت .

٢ - عند وصول إشارة عالية للمشكلة Trouble يكون خرج البوابة N عالياً ، وتباعاً يكون خرج البوابة C منخفضاً ، فتصل إشارة منخفضة للمدخل PR_2 ، وبالتالي يحدث إمساك للقلاب السفلي ، وتصبح حالة المخرج Q_2 عالية ، وبالتالي تصبح حالة خرج البوابة F عالية ، ومن ثم تمر نبضات الساعة المتولدة من المذبذب المؤلف من المؤقت 555 عبر البوابة J ، علماً بأن تردد هذه النبضات يساوي :

$$F = \frac{1.44}{C_1 (R_4 + 2 R_5)} = 4 \text{ HZ}$$

وتقوم البوابة L بإمرار هذه النبضات ليضيئ الثنائي المشع الأحمر D_R بضوء متقطع ، وفي نفس الوقت تمر النبضات المتولدة من المذبذب المؤلف من البوابات O, P, Q

بتردد يساوى :

$$F_2 = \frac{1}{3 R_{12} C_4} = 700 \text{ HZ}$$

وذلك عبر البوابة K ، فتصل هذه النبضات إلى السماعة SPK عبر الترانزستور T₃ وتنطلق صفارة الإنذار الصوتى .

٣ - عند الضغط على ضاغط المعرفة (ACK) "الضاغط S₁" يصبح خرج البوابة A منخفضاً، وبالتالي تصبح حالة المدخل PR₁ للقلاب العلوى منخفضة ، فيحدث إمساك لهذا القلاب وتصبح حالة خرج البوابة G عالية ، ومن ثم يصبح خرج البوابة L عالياً وثابتاً ، فيضىء الثنائى المشع الأحمر D_R بضوء ثابت فى حين يصبح خرج البوابة K منخفضاً، فتتوقف السماعة عن إصدار صفارة الإنذار الصوتى .

٤ - عند قيام فريق الصيانة بإزالة المشكلة تصبح حالة الإشارة التى تصل لمدخل المشكلة Trouble منخفضة ، وعند الضغط على ضاغط التحرير S₃ يصبح خرج البوابة D منخفضاً ، فتصبح حالة مدخل التحرير (CLR₂) للقلاب السفلى منخفضة ، فيتحرر هذا القلاب ، وبالتالي يصبح خرج البوابة E عالياً، وتباعاً يكون خرج البوابة I عبارة عن نبضات ترددها 4 HZ ، ومن ثم تقوم البوابة M بإمرار هذه النبضات فيضىء الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء متقطع .

٥ - عند قيام المشغل بالضغط على ضاغط المعرفة (ACK) "الضاغط S₁"، مرة أخرى بعد التأكد من ازالة المشكلة ، يصبح خرج البوابة B منخفضاً ، ومن ثم تصبح حالة مدخل التحرير (CLR₁) للقلاب العلوى منخفضة ، فيحدث تحرير للقلاب العلوى فيصبح خرج البوابة H عالياً، وبالتالي يكون خرج البوابة M عالياً ، ويضىء الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء أخضر ثابت ، وتعود الدائرة للحالة الطبيعية .