الباب الثامن

دوائر الإنذار الصوتى والضوئى

obeikandl.com

obeikandl.com

دوائر الإنذار الصوتى والضوئى

٨ / ١ – مقدمة :

تعمل دوائر الإنذار المستخدمة فى 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 بضاغط يسمى بضاغط 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 فى هذه الفقرة مجموعة مختلفة لدوائر الإنذار الصوتية والضوئية المستخدمة فى الأنظمة الصناعية على سبيل المثال :

١ – دوائر إنذار تعمل عند ارتفاع منسوب السائل فى أحد الخزانات .

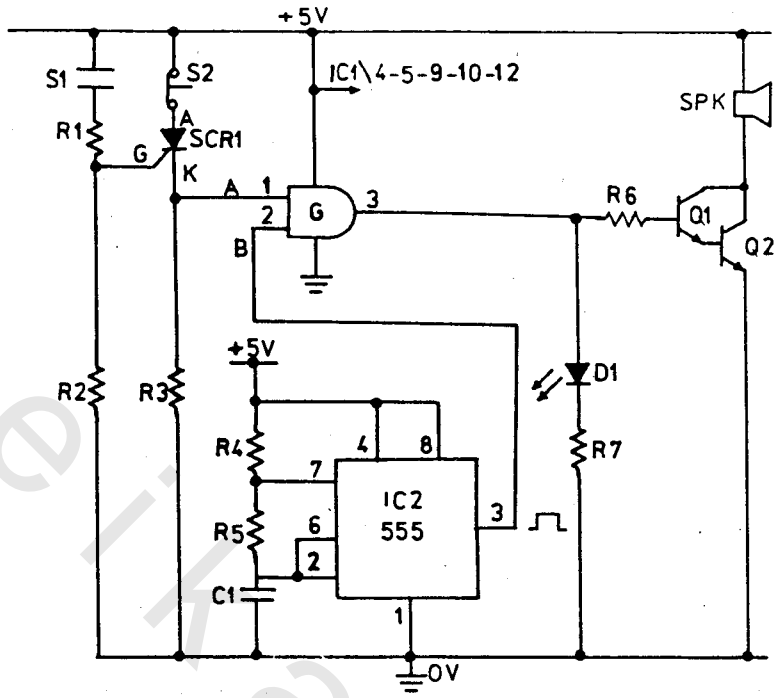
٢ – دوائر إنذار تعمل عند انخفاض ضغط الهواء المضغوط فى دائرة نيومايتكية .

٣ – دائرة إنذار لماكينة 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 فى خزان ماء .



الشكل (٨ – ١)

عناصر الدائرة :

R_1 , R_2 , R_6 مقاومات كربونية 1k Ω .

R_3 مقاومات كربونية 330 Ω .

R_4 مقاومات كربونية 4.7k Ω .

R_5 مقاومات كربونية 100k Ω .

R_7 مقاومات كربونية 220 Ω .

C_1 مكثف سيراميك 0.01 µf .

SCR_1 ثايرستور طراز G106 B1 .

D_1 ثنائى مشع منخفض القدرة.

Q_1 , Q_2 ترانزستورات NPN طراز 2N 3904 .

obeikandl.com

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 7408 .

IC_2 دائرة متكاملة لمؤقت NE 555 .

S_1 ريشة مفتوحة طبيعياً NO لمجس ماء الكترونى .

S_2 ضاغط بريشة مغلقة NC .

SPK سماعة مقاومتها 8 Ω .

نظرية التشغيل :

عند ارتفاع مستوى الماء فى الخزان وصولا لمستوى المجس S_1 تغلق ريشة المجس ، فيصبح جهد البوابة G للثايرستور SCR_1 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 1 للبوابة G عالية ، فتخرج نبضات الساعة القادمة من خرج المؤقت 555 ، والذى يعمل كمذبذب لامستقر عبر البوابة G ، فيضىء الثنائى المشع D_1 بضوء متقطع بينما يتحول ترانزستور « دار لنجتون » ، والمؤلف من Q_2 ، Q_1 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 (S_2) ينقطع مسار التيار للثايرستور SCR_1 ، ويتحول الثايرستور لحالة القطع وتصبح حالة المدخل 1 للبوابة G منخفضة، وتباعاً تصبح حالة خرج البوابة G منخفضة فينطفىء الثنائى المشع D_1 ، ويتحول الترانزستور Q_2 ، Q_1 لحالة القطع وتتوقف السماعة عن إصدار صوت الإنذار .

وعند إزالة الضغط عن S_2 هناك احتمالان :

الأول : هو تكرر ما حدث سابقاً أى إضاءة الثنائى المشع D_1 وعمل السماعة وذلك إذا كانت ريشة المجس S_1 مازالت مغلقة.

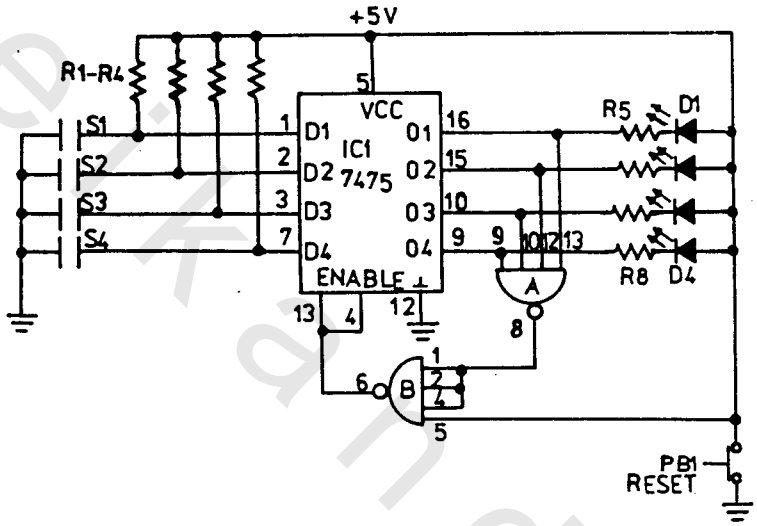
والثاني : هو أن يظل الثنائى المشع D_1 معتماً ، وتظل السماعة SPK متوقفة عن إصدار صوت الإنذار ، وذلك عند عودة ريشة المجس S_1 لحالتها الطبيعية (مفتوحة) .

obeikandl.com

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

الدائرة رقم 2 :

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



الشكل (٨ – ٢)

عناصر الدائرة :

$R_1 - R_4$ مقاومات كربونية 680 Ω .

$R_5 - R_8$ مقاومات كربونية 1k Ω .

$D_1 - D_4$ ثنائيات مشعة .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربعة قلابات D طراز 7475 .

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى 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 :

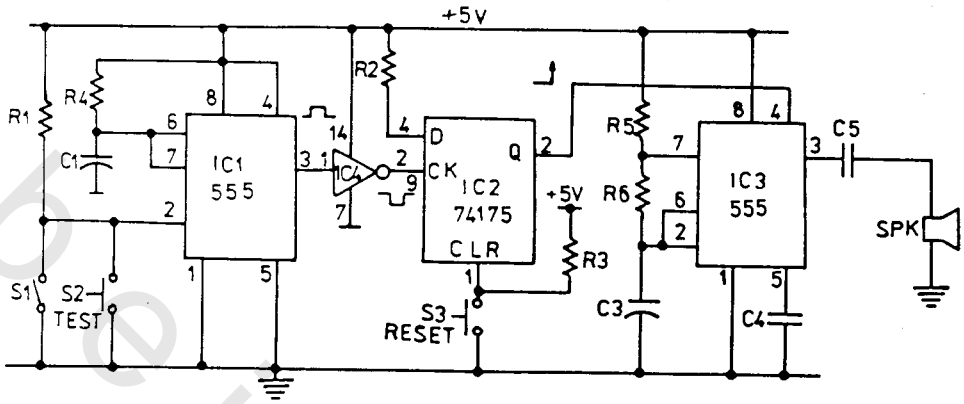
فى الوضع الطبيعى (أى : عندما يكون مستوى الماء فى الخزانات الأربعة منخفضاً عن مستوى المجسات S_1 - S_4 تكون حالة المخارج Q_1 - Q_4 للدائرة المتكاملة IC_1 عالية ، وبالتالى فإن خرج البوابة A يكون منخفضاً ، ومن ثم يكون خرج البوابة B عالياً ، فتصل إشارة عالية لمداخل التمكين لدائرة الإمساك IC_1 (الأرجل 4, 13)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

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 4, 13) ، وبالتالى فإن حالة جميع المخارج Q_1 - Q_4 تظل كما هى مهما تغيرت حالة المداخل D_1 - D_1 .

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 ريشها تكون مفتوحة ، وبالتالى تصبح حالة المداخل D_1 - D_4 عالية ، وتباعاً تصبح حالة جميع المخارج Q_1 - Q_4 عالية ، فتنطفىء 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 :

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

obeikandl.com

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 :

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

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

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

فتعمل السماعة 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 لأخرى ؛ للاطمئنان عليها، وذلك بالضغط على ضاغط الاختبار S_2 ، فتعمل السماعة SPK بعد 11S ، وعند الضغط على ضاغط التحرير S_3 تتوقف السماعة .

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 :

R_1, R_2, R_{10}, R_{12} مقاومات كربونية 1K Ω .

R_3, R_4, R_5, R_{11} مقاومات كربونية 10k Ω .

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

نظرية التشغيل :

١ – عند انخفاض ضغط الزيت Low pressure للماكينة تصل إشارة عالية (1) للمدخل رقم (10) للبوابة B فيصبح خرج البوابة B منخفضاً، وبالتالى تصبح حالة المخرج $\overline{Q}_2$ للقلاب الخاص بانخفاض الضغط عالية، فيضئ الثنائى المشع D_2 والخاص بانخفاض الضغط، وفى نفس الوقت تصبح حالة خرج البوابة D منخفضة، وتباعاً فإن خرج البوابة E يصبح منخفضاً ، وبالتالى تصبح حالة المداخل 1, 9, 13 للبوابات A, B, C منخفضة ، مما يمنع دائرة الإنذار من استقبال مشكلة ثانية فى 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 .

obeikandl.com

وعند الحافة الهابطة للجهد الداخل على مدخل النبضات (Ck_4) لقلاب السماعةSPK تصبح حالة المخرج Q_4 عالية ، وبالتالى تنتقل نبضات الساعة المتولدة من المذبذب المؤلف من البوابات G, H, I بتردد يساوى :

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

وعندئذ تطلق السماعة صفارة الأنذار .

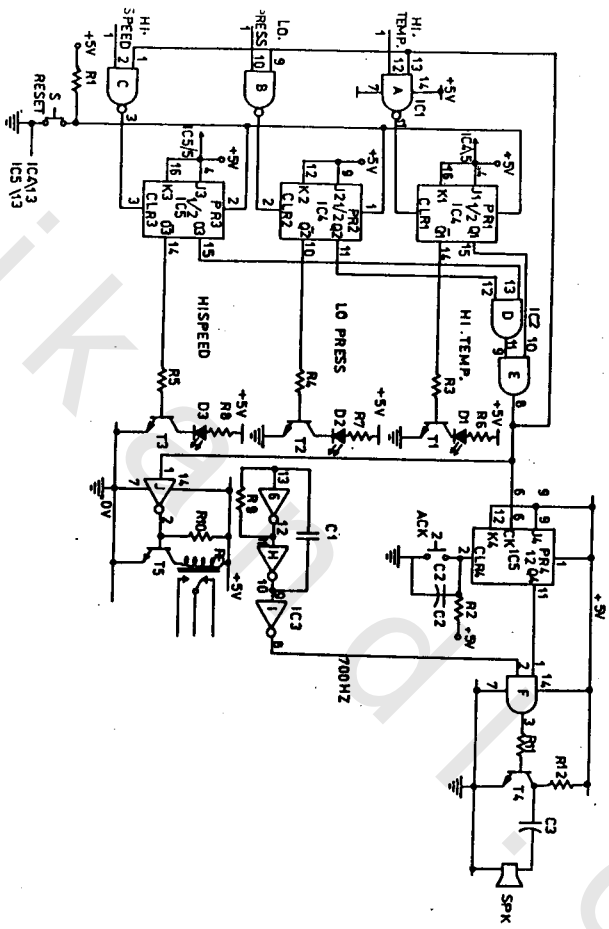
٢ – عند الضغط على ضاغط المعرفة(ACK) "الضاغط S_2" تصبح حالة المدخل CLR_4 لقلاب السماعة منخفضة ، وبالتالى تصبح حالة المخرج Q_4 منخفضة ، وتباعاً يصبح خرج البوابة F منخفضاً، مما يؤدى إلى إسكات السماعة مع بقاء الثنائى D_2 مضيئاً .

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، وبالتالى تصبح حالة المخارج المعكوسة $\overline{Q}_1, \overline{Q}_2, \overline{Q}_3$ 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 .

obeikandl.com



الشكل (٧ – ٤)

obeikandl.com

دائرة رقم 5 :

الشكل (٨ – ٥) يعرض دائرة إنذار صوتية ضوئية لها خمس حالات للتشغيل لأحد العمليات الصناعية .

عناصر الدائرة :

R_1, R_4, R_{11} مقاومات كربونية 1k Ω .

R_5 مقاومات كربونية 22k Ω .

R_6, R_7, R_{10} مقاومات كربونية 10k Ω .

R_8 , R_9 مقاومات كربونية 220 Ω .

R_{12} مقاومات كربونية 470 Ω .

$C_1 C_3$ مكثف كيميائى سعته 10µf وجهده 16V .

C_2 مكثف سيراميك 0.01 µf .

C_4 مكثف سيراميك 1 µf .

$T_1 - T_4$ ترانزستورات NPN طراز 2N 2219 A .

D_R, D_G ثنائيات مشعة قياسية .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على قلابين JK طراز 7476 .

IC_3, IC_4 دوائر متكاملة تحتوى على أربع بوابات AND طراز 7408 .

IC_5 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات OR طراز 7432 .

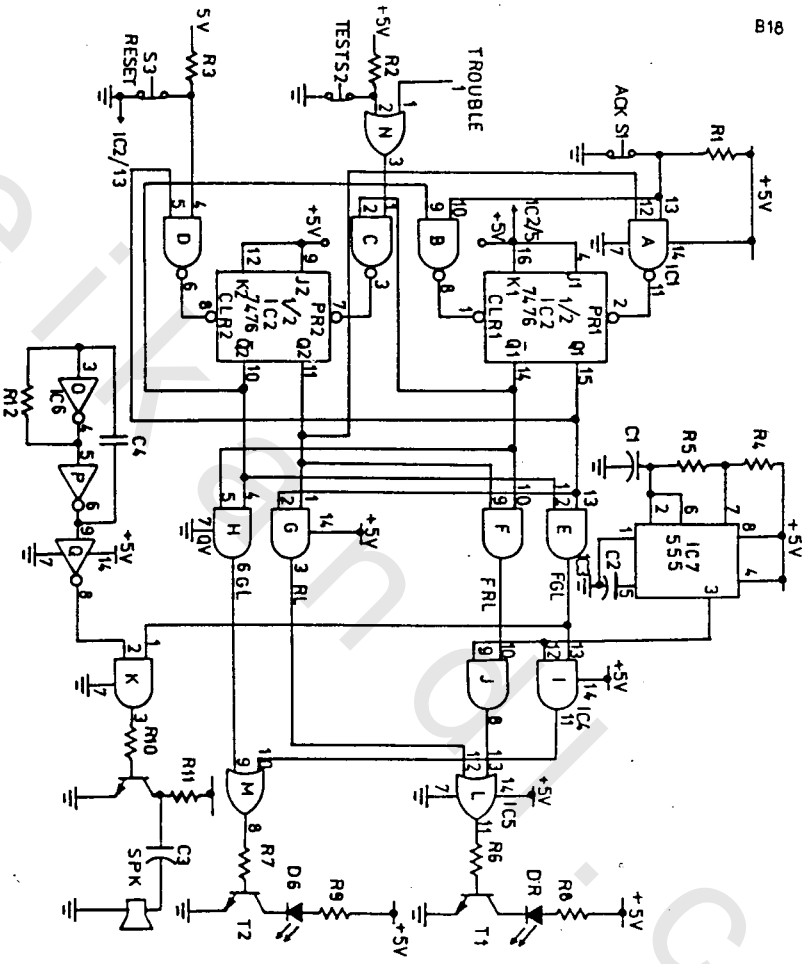
IC_6 دائرة متكاملة تحتوى على ستة عواكس طراز 7404 .

IC_7 مؤقت NE 555 .

SPK سماعة 8 Ω .

$S_1 - S_3$ ضواغط بريشة مغلقة NC .

obeikandi.com


B18
ACK S1
R1
+5V
TROUBLE
TEST2
R2
+5V
5V
R3
RESET
S3
IC2/13
IC1
IC2
7476
IC7
555
R4
R5
C1
C2
C3
C4
R6
R7
R8
R9
R10
R11
R12
D'R
D6
T1
T2
SPK
IC4
IC5
IC6
FGL
FRL
GL
RL

الشكل (٨ – ٥)

نظرية التشغيل :

يوجد خمس حالات لهذه الدائرة وهى كما يلى :

١ – حالة التشغيل العادى وفيها يضئ الثنائى المشع الأخضر D_G .

٢ – أثناء وجود مشكلة يضئ الثنائى المشع الأحمر D_R بضوء متقطع وتنطلق صفارة الإنذار من السماعة .

٣ – عند الضغط على ضاغط المعرفة ACK تتوقف السماعة عن إصدار صفارة الإنذار ، فى حين يتحول الضوء المتقطع للثنائى المشع الأحمر D_R لضوء ثابت .

٤ – عند الضغط على ضاغط التحرير Reset ينطفئ الثنائى المشع الأحمر D_R فى حين يضئ الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء متقطع .

٥ – عند الضغط على ضاغط المعرفة ACK يتحول الضوء المتقطع للثنائى المشع الأخضر D_G لضوء ثابت .

وفيما يلى شرح هذه الحالات الخمس بالتفصيل :

١ – فى الحالة الطبيعية تكون حالة خرج المخرجين $\overline{Q}_1$, $\overline{Q}_2$ للقلابين عالية ، وبالتالى يكون خرج البوابة H عالياً ، وتباعاً يكون خرج البوابة M عالياً ، فيضئ الثنائى 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 ، وبالتالى يحدث إمساك للقلاب السفلى، وتصبح حالة المخرج Q_2 عالية، وبالتالى 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 يساوى :

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

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

بتردد يساوى :

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

وذلك عبر البوابة K ، فتصل هذه النبضات إلى السماعة SPK عبر الترانزستور T_3 وتنطلق صفارة الإنذار الصوتى .

٣ – عند الضغط على ضاغط المعرفة (ACK) "الضاغط S_1 "يصبح خرج البوابة A منخفضاً، وبالتالى تصبح حالة المدخل PR_1 للقلاب العلوى منخفضة ، فيحدث إمساك لهذا القلاب وتصبح حالة خرج البوابة G عالية ، ومن ثم يصبح خرج البوابة Lعالياً وثابتاً ، فيضئ 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 S_3 يصبح خرج البوابة D منخفضاً ، فتصبح حالة مدخل التحرير(CLR_2) للقلاب السفلى منخفضة ، فيتحرر هذا القلاب ، وبالتالى يصبح خرج البوابة E عالياً، وتباعاً يكون خرج البوابة I عبارة عن نبضات ترددها 4 HZ، ومن ثم تقوم البوابة M بإمرار هذه النبضات فيضئ الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء متقطع.

٥– عند قيام المشغل بالضغط على ضاغط المعرفة (ACK) "الضاغط S_1،مرة أخرى بعد التأكد من ازالة المشكلة ، يصبح خرج البوابة B منخفضا ، ومن ثم تصبح حالة مدخل التحرير (CLR_1) للقلاب العلوى منخفضة ، فيحدث تحرير للقلاب العلوى فيصبح خرج البوابةH عاليا، وبالتالى يكون خرج البوابة M عالياً ، ويضئ الثنائى المشع الأخضر D_G بضوء أخضر ثابت ، وتعود الدائرة للحالة الطبيعية .

obeikandi.com