الباب الثالث عشر

فحص وإصلاح أعطال الدوائر الرقمية

فحص وإصلاح أعطال الدوائر الرقمية

١٣/ ١ - أجهزة اختبار الدوائر الرقمية :

يوجد عدة أجهزة تستخدم فى اختبار الدوائر الرقمية مثل :

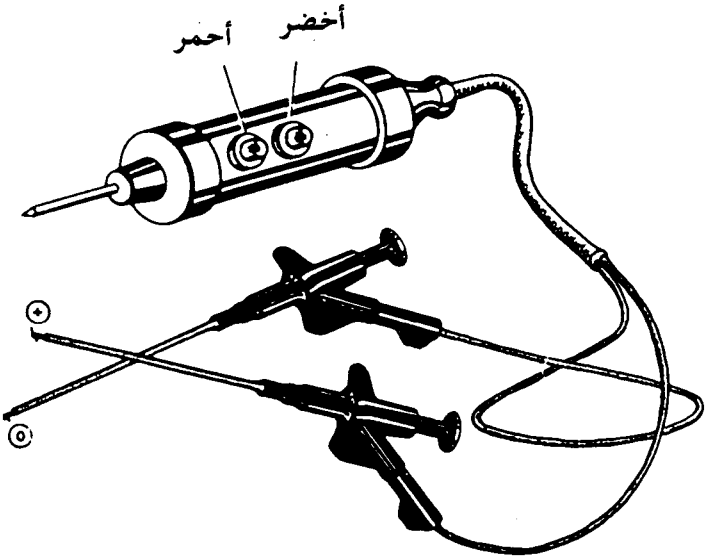
١ - جهاز التحليل المنطقى Logic Analayzer :

ولهذا الجهاز شاشة عرض تشبه شاشة العرض لجهاز الأوسليسكوب ، ويحتوى هذا الجهاز على عدد من المجسات probes ، حيث توصل كل منها مع نقطة فى الدائرة الرقمية ، وتتوفر أجهزة تحليل منطقية قادرة على عرض حالة 16 دخلاً فى آن واحد ، والجدير بالذكر أن أجهزة التحليل المنطقية تتميز بإمكانية الاحتفاظ بالبيانات فى ذاكرتها ، وهى تستخدم عادة لاكتشاف مشاكل التوقيت ، والتى سوف نتناولها فيما بعد ، ولا يمكن استخدام أجهزة التحليل المنطقية فى عرض شكل موجه جهد تناظرية كالأوسليسكوب ؛ لأنها تتعامل مع جهود المداخل إما جهد منخفض (0) أو جهد عالٍ (1) .

٢ - المجس المنطقى Logic probe :

وهو جهاز صغير يحمل باليد قادر على تحديد المستوى المنطقى لأى نقطة فى الدائرة الرقمية (منخفض - عال - نبضات) . والشكل (١٣ - ١) يعرض صورة لأحد المجسات المنطقية ، ويلاحظ أنه يحتوى على ثنائيين مشعين :

الأول : أحمر RED ، **والآخر** : أخضر GREEN ويزود المجس بماسكين يثبتان مع موجب وسالب الدائرة المختبرة .



الشكل (١٣ - ١)

٣ - النابض المنطقى Logic pulser :

ويطلق عليه أحياناً حاقن النبضات Pulse ، حيث يستخدم فى حقن نبضات مربعة عند مداخل البوابات المنطقية والعدادات والمسجلات ، من أجل الفحص والاختبار ، ويتشابه النابض المنطقى والمجس المنطقى فى الشكل لحد كبير .

٤ - كاشف مسار التيار Current tracer :

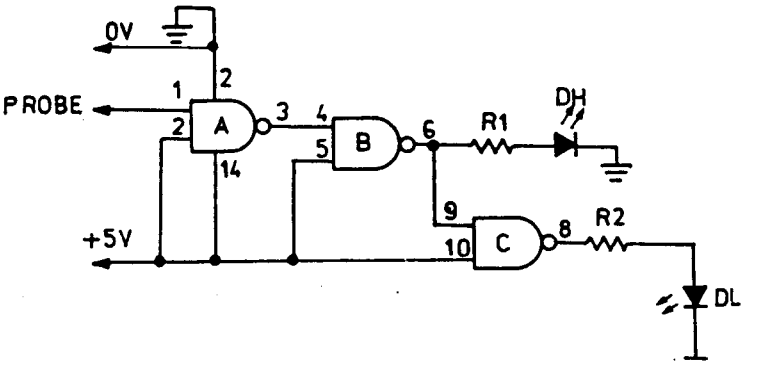
ويستخدم هذا الجهاز فى تتبع مسار التيار المتدفق فى المسارات المختلفة فى اللوحات المطبوعة Printed Circuit ، ونظرية عمل هذا الجهاز تعتمد على الإحساس بالمجال المغناطيس الناشئ بسبب مرور التيار الكهربى ، وتوجد أنواع من كاشفات مسار التيار قادرة على كشف التيارات التى تتراوح شدتها من نانو أمبير حتى ١ أمبير . ويزود كاشف مسار التيار بثنائى مشع LED يضىء عند ملامسة طرف الكاشف لمسار يحمل تياراً كهربياً .

والجدير بالذكر أن كاشف مسار التيار يكون مزوداً بوسيلة لضبط حساسية الجهاز ، علماً بأن كاشف التيار يشبه لحد كبير النابض المنطقى .

١٣ - ٢ الدوائر العملية للمجسات المنطقية :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (١٣ - ٢) يعرض دائرة مجس منطقى يستخدم ثلاث بوابات NAND ويستخدم لفحص دوائر TTL .



الشكل (١٣ - ٢)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 1500 Ω .

R_2 مقاومة كربونية 1500 Ω .

D_H ثنائى مشع أحمر .

D_L ثنائى مشع أخضر .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7400 .

نظرية التشغيل :

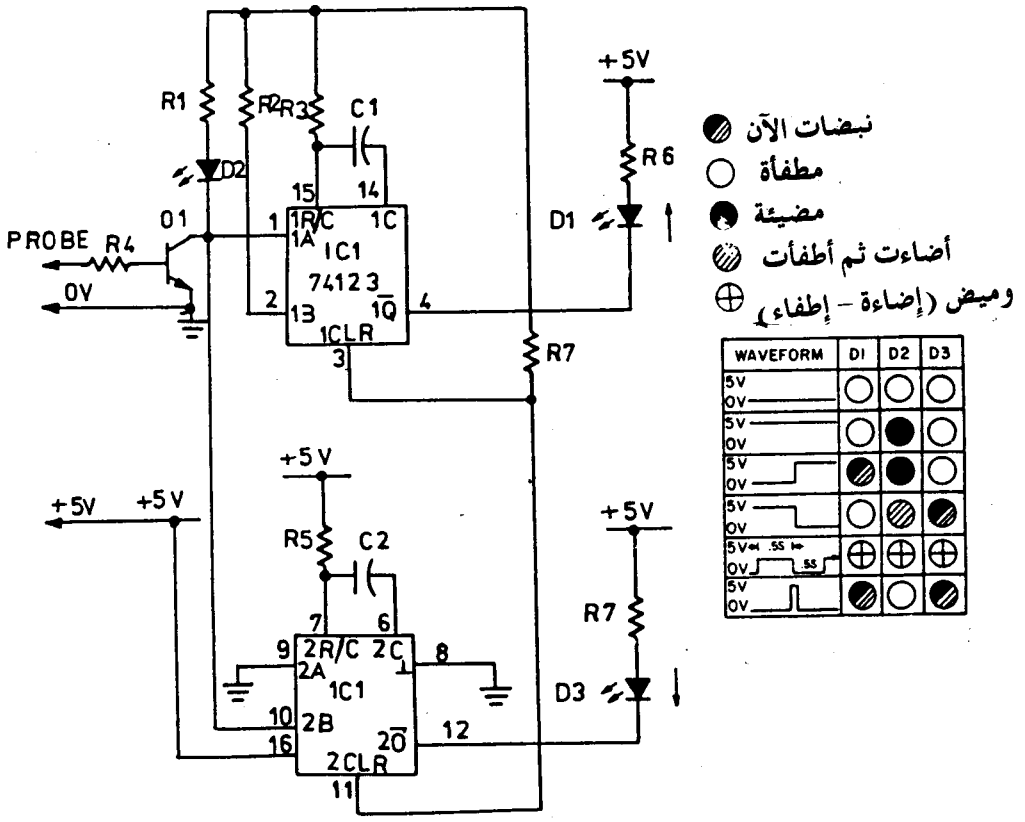
عند ملامسة طرف المجس المنطقى Probe لنقطة لها مستوى منطقى عالٍ فإن خرج البوابة A يصبح منخفضاً وخرج البوابة B يصبح عالياً ؛ فيضىء الثنائى المشع الأحمر D_H . وعند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة لها مستوى منطقى منخفض فإن خرج البوابة A يصبح عالياً وخرج البوابة B يصبح منخفضاً وخرج البوابة C يصبح عالياً فيضىء الثنائى المشع الأخضر D_L .

وعند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة تحمل موجات مربعة فإن كلا الثنائيين الأحمر D_H والأخضر D_L سيضيئان بالتناوب .

والجدير بالذكر أن هذا المجس له ماسكان يوصلان بالجهد الموجب 5V+ وأرضى 0V الدائرة المختبرة .

الدائرة رقم 2 :

الشكل (١٣ – ٣) يعرض دائرة مجس منطقى تستخدم عند الحاجة للتحديد الدقيق للحالة المنطقية ويستخدم لفحص دوائر TTL .



الشكل (١٣ – ٣)

عناصر الدائرة :

R_1 , R_6, R_7 مقاومات كربونية 120 Ω .

R_2 مقاومة كربونية 1.8 kΩ .

R_3, R_5 مقاومات كربونية 27 kΩ .

R_4 مقاومة كربونية 10 kΩ .

C_1 , C_2 مكثفات كيميائية 6 µf وجهدها 25V .

D_1 , D_2 , D_3 ثنائيات مشعة عالية القدرة .

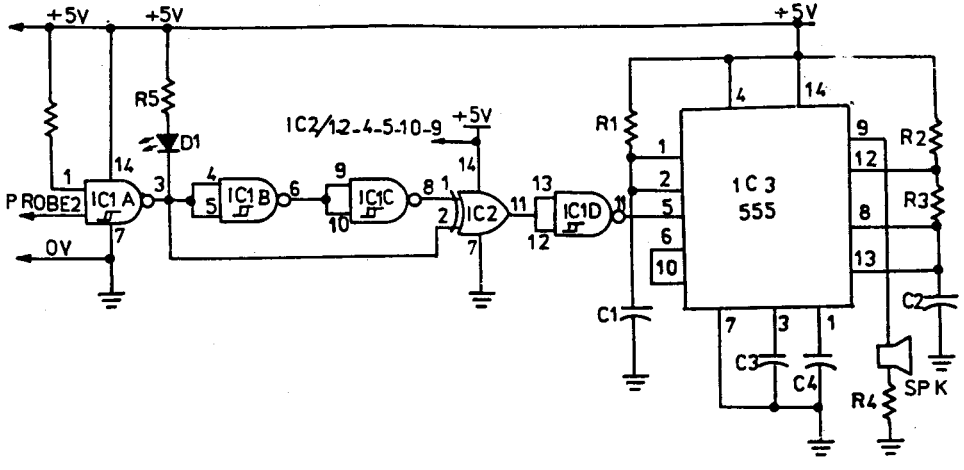
Q_1 ترانزستور NPN طراز 2 N 3904 .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على مذبذبين آحادى الاستقرار طراز 74123 .

والجدول المرفق يبين كيفية تحديد المستوى المنطقى ، ونوع الانتقال من منخفض لعالٍ أو من عالٍ لمنخفض أو نبضات مستمرة كبيرة (0.5 S) أو نبضات قصيرة جداً .

الدائرة رقم 3 :

الشكل (١٣ – ٤) يعرض دائرة مجس منطقى مزود بوسيلة عرض سمعية وضوئية ويستخدم لفحص دوائر TTT .


+5V
+5V
+5V
R5
D1
IC2/12-4-5-10-9
+5V
R1
R2
R3
PROBE2
IC1 A
IC1 B
IC1C
IC2
IC1D
1C 3
555
0V
C1
C2
C3
C4
R4
SPK

الشكل (١٣ – ٤)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 3.3 M Ω .

R_2 مقاومة كربونية 2.7 k Ω

R_3 مقاومة كربونية 6.8 k Ω .

R_4 مقاومة كربونية 39 Ω .

R_5 مقاومة كربونية 330 Ω .

R_6 مقاومة كربونية 1 k Ω .

C_1, C_2 مكثفات كيميائية 0.047µf وجهدها 16V .

C_3 , C_4 مكثفات كيميائية 0.01 µf وجهدها 16V .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 5 N 74132 N .

IC_2 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات XOR طراز 5 N 7486 .

IC_3 مؤقت زمنى مزدوج 556 .

D_1 ثنائى مشع قياس .

SPK سماعة .

نظرية التشغيل :

عند ملامسة طرف المجس المنطقى Probe لنقطة لها حالة منطقية عالية يضىء الثنائى المشع D_1 ، فى حين أنه عند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة لها حالة منطقية منخفضة ينطفىء الثنائى المشع D_1 ، وعند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة لها حالة منطقية تنتقل من عالٍ لمنخفض ، أو العكس تصدر السماعة SPK صوتاً ، حيث تقوم البوابتان IC_{1A} , IC_{1B} بعمل تأخير زمنى مقداره 50 ns ، وتقوم XOR بإخراج نبضة عالية زمنها 50 ns فى حين تقوم البوابة IC_{1D} بإخراج نبضة منخفضة زمنها 50 ns، وعند وصولها لمدخل المؤقت الأيسر للمؤقت المزدوج IC_3 يعمل المؤقت الأيسر كمذبذب أحادى الاستقرار فتخرج منه نبضة عالية من الرجل (6) زمنها .

$$t = 1.1\ R_1\ C_1 = 170\ ms$$

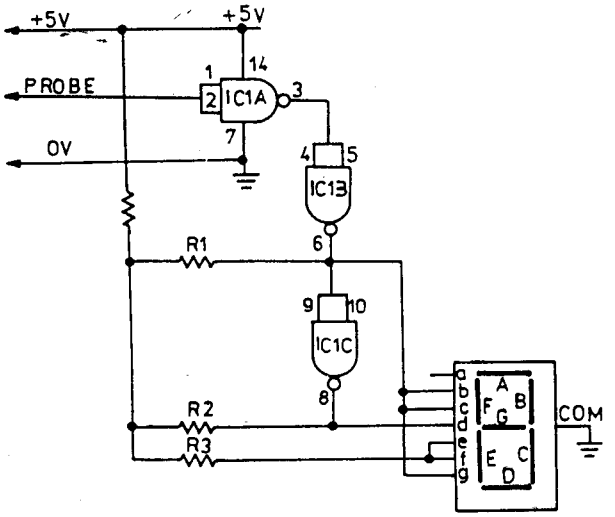
وتدخل هذه النبضة لمدخل المؤقت الأيمن للمؤقت المزدوج IC_3 (الرجل 10) والذى يعمل كمذبذب لامستقر ، فتخرج من (الرجل 9) نبضات ترددها يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_2 (R_2 + 2R_3)} = 1880\ HZ$$

فتصدر السماعة نغمة معينة لمدة 170 ms .

الدائرة رقم 4 :

الشكل (١٣ – ٥) يعرض دائرة مجس منطقى مزود بوحدة عرض رقمية لتحديد الحالة المنطقية للدوائر المتكاملة TTL ، فيظهر الحرف H عندما تكون الحالة المنطقية عالية ، ويظهر الحرف L عندما تكون الحالة المنطقية منخفضة .



الشكل (١٣ – ٥)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 100Ω .

R_2, R_3 مقاومات كربونية 220Ω .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NAND طراز 7437 .

وحدة عرض رقمية بمهبط مشترك Common cathode طراز DL - 704 .

نظرية التشغيل :

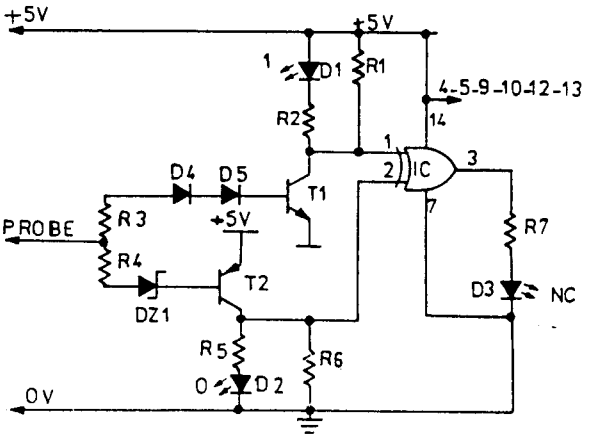
فعند ملامسة طرف المجس المنطقى Probe لنقطة لها مستوى منطقى عال ، فإن خرج البوابة IC_{1A} يكون منخفضاً وخرج البوابة IC_{1B} يكون عالياً فتضىء الشرائح B, C, G وفى نفس الوقت تكون الشرائح E, F مضيئة فيظهر الحرف H .

وعند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة لها مستوى منطقى منخفض فإن خرج البوابة IC_{1A} يكون عالياً وخرج البوابة IC_{1B} يكون منخفضاً ، وخرج البوابة IC_{1C} يكون عالياً فتضىء الشريحة D ، وفى نفس الوقت تكون الشرائح E, F مضيئة فيظهر الحرف L .

والجدير بالذكر أن هذا المجس المنطقى مزود بماسكين : **أحدهما** يوصل بالجهد الموجب، **والآخر** يوصل بأرضى الدائرة المختبرة .

الدائرة رقم 5 :

الشكل (١٣ – ٦) يعرض دائرة مجس منطقى لثلاثة مستويات منطقية وهى كالآتى : الحالة المنخفضة (0) – الحالة العالية (1) – حالة غير محددة محصورة بين الحالة المنخفضة والحالة العالية .



الشكل (١٣ – ٦)

عناصر الدائرة :

R_1	مقاومة كربونية 10 k Ω .
R_2 , R_5	مقاومات كربونية 330 Ω .
R_3 , R_4	مقاومات كربونية 10 K Ω .
R_6	مقاومة كربونية 1k Ω .
R_7	مقاومة كربونية 82 Ω .
D_1, D_2, D_3	ثنائيات مشعة قياسية .
D_4 , D_5	ثنائيات سليكونية طراز 1N 4148 .
DZ_1	ثنائى زينر جهده 3.3 V .
T_1	ترانزستور NPN طراز BC 107 .
T_2	ترانزستور PNP طراز BC 157 .
IC	دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات XOR طراز 7486 .

نظرية التشغيل :

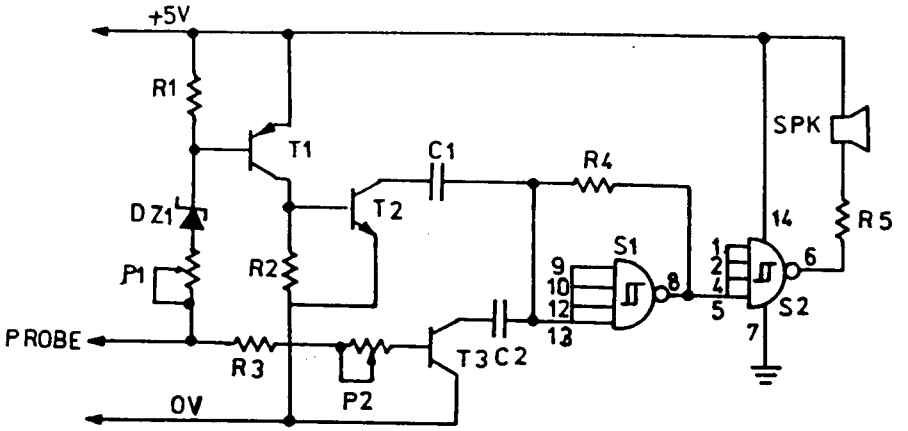
عند ملامسة طرف المجس المنطقى Probe لنقطة لها حالة منطقية عالية فإن الترانزستور T_1 سيتحول لحالة الوصل ON ، فيتصل مهبط D_1 بالأرضى عبر T_1 ويضىء فى حين يصبح خرج البوابة XOR منخفضاً ؛ لأن حالة مدخليها منخفضة ، وعند ملامسة طرف المجس المنطقى Probe ، لنقطة لها حالة منطقية منخفضة فإن الترانزستور T_2 سيتحول لحالة الوصل ON وبالتالى يتصل مصعد الثنائى D_2 بجهد موجب 5V + فيضىء فى حين أن خرج بوابة XOR يكون منخفضاً لأن حالة مدخليها مرتفعاً .

وعند ملامسة طرف المجس المنطقى لنقطة لها حالة منطقية لا هى منخفضة ولا هى عالية أى أصغر من 2V وأكبر من 0.8 V فى هذه الحالة فإن كلا الترانزستورين T_2 , T_1 سيكونان فى حالة قطع ، وبالتالى يصبح خرج بوابة XOR عالياً ، لأن حالة المدخل 1 تكون عالية ، وحالة المدخل 2 تكون منخفضة، ويضىء الثنائى D_3 . علماً بأن هذا الثنائى يضىء أيضاً عند توصيل مجس الجهاز بأحد المداخل العائمة للدوائر المتكاملة الغير موصلة بالجهد Vcc + أو

بالأرضى GND أو عند ترك طرف المجس المنطقى حراً بدون توصيل .

الدائرة رقم 6 :

الشكل (١٣ – ٧) يعرض دائرة مجس منطقى سمعى يستخدم لفحص الدوائر المتكامله TTL، حيث يعطى هذا المجس نغمة ذات تردد عال عند الحالة المنطقية العالية ، ونغمة ذات تردد منخفض عند الحالة المنطقية المنخفضة.



الشكل (١٣ – ٧)

عناصر الدائرة :

R_1, R_2	مقاومة كربونية 1 kΩ .
R_3	مقاومة كربونية 10 kΩ .
R_4, R_5	مقاومات كربونية 330 Ω .
P_1	مقاومة متغيرة 2.2 kΩ .
P_2	مقاومة متغيرة 100 kΩ .
C_1	مكثف سيراميك 1µf .
C_2	مكثف سيراميك 470 nf .

DZ_1 ثنائى زينر جهده 3.3V .

T_1 ترانزستور PNP طراز BC 557 .

T_2 , T_3 ترانزستورات NPN طراز BC 547 .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على بوابتين Schmitt NAND طراز 7413 .

SPK سماعة مقاومتها 8 Ω .

نظرية عمل الدائرة :

عند ملامسة طرفى المجس المنطقى لنقطة لها حالة منطقية عالية (أكبر من أو تساوى 2.4 V) فإن الترانزستور T_3 سيتحول لحالة الوصل وبالتالى يتصل المكثف C_2 بالأرض من خلال T_3 فيعمل C_2 والبوابة S_1 والمقاومة R_4 كمذبذب تردده يساوى :

$$F = \frac{0.9}{R_4 \cdot C_2} = 5800 \text{ HZ}$$

فيصدر صوت نغمة ترددها 5800 HZ من السماعة SPK .

وعند ملامسة طرف المجس لنقطة لها حالة منطقية منخفضة (أصغر من أو تساوى 0.8 V) فإن الترانزستور T_1 يتحول لحالة الوصل ، وتباعاً يتحول T_2 لحالة الوصل نتيجة لفرق الجهد الناشئ على أطراف المقاومة R_2 عند مرور التيار الكهربى عبر T_1 وفى هذه الحالة فإن طرف المكثف C_1 سيتصل بالأرض عبر T_2 وينشأ عن ذلك مذبذب يتكون من المكثف C_1 والمقاومة R_4 والبوابة S_1 ويكون تردده مساوياً .

$$F = \frac{0.9}{R_4 C_1} = \frac{0.9}{330 \times 10^{-6}}$$

$$= 2700 \text{ HZ}$$

ويصدر عن ذلك صوت نغمة ترددها 2700 HZ من السماعة SPK .

ملاحظات :

١ – تقوم البوابة S_2 بملاشاة التشوية الذى يمكن أن يحدث فى الموجة المربعة المتولدة من المذبذب نتيجة لتحميل المقاومة R_4 على الخرج .

٢ – تقوم المقاومة المتغيرة P_2 بضبط قيمة جهد الإشارة العالية التى يعمل عندها المجس المنطقى .

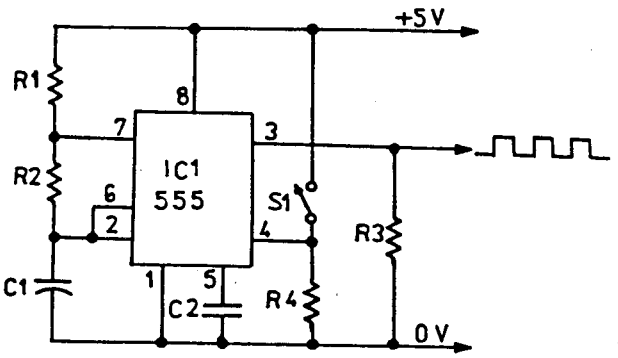
٣ – يقوم المقاومة المتغيرة P_1 بضبط قيمة جهد الإشارة المنخفضة التى يعمل عندها المجس المنطقى .

٤ – يقوم ثنائى الزينر DZ_1 بمنع مرور تيار كهربى فى المقاومات P_2 , P_1 عندما يكون طرف المجس المنطقى Probe موصلاً بنقطة لها حالة منطقية عالية ، وبالتالى يمنع تحول T_1 لحالة الوصل .

٣/١٣ – الدوائر العملية للنوابض المنطقية :

الدائرة رقم 1 :

الشكل (١٣ – ٨) يبين الدائرة الالكترونية لحاقن نبضات Pulse Injector .



الشكل (١٣ – ٨)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 10k Ω.

R_2 مقاومة كربونية 75 k Ω

R_3 مقاومة كربونية 4.7 k Ω

R_4 مقاومة كربونية 1k Ω

C_1 مكثف كيميائى 0.01µf وجهده 10V.

C_2 مكثف سيراميك سعته 0.01µf .

IC_1 مؤقت NE 555 .

S_1 مفتاح قطب واحد سكة واحدة .

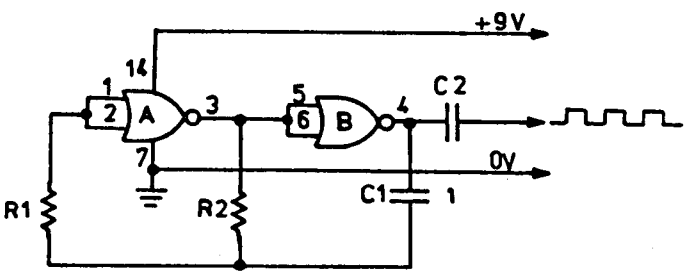
نظرية التشغيل :

عند غلق المفتاح S_1 يعمل المذبذب اللامستقر المؤلف من المؤقت NE 555 بتردد يساوى :

$$F = \frac{1.44}{C_1 (R_1 + 2R_2)} = 900 \text{ HZ}$$

الدائرة رقم **2** :

الشكل (١٣ – ٩) يبين دائرة الكترونية لحاقن نبضات باستخدام بوابات NOR .



الشكل (١٣ – ٩)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 200 k Ω .

R_2 مقاومة كربونية 100 k Ω .

C_1 مكثف سيراميك 7 nf .

C_2 مكثف سيراميك 100 nf .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على أربع بوابات NOR طراز CD 4001 .

ويكون تردد هذا الحاقن مساوياً : $F = \frac{0.69}{C_1 R_2} = 1000 \text{ Hz}$

ويقوم المكثف C_2 بعزل الحاقن من أى جهد مستمر فى الدائرة المطلوب حقنها بالنبضات.

٤/١٣ – مراحل تتبع الأعطال فى الدوائر الرقمية :

١ – فحص الدائرة الرقمية بالعين المجردة للبحث عن وجود انتفاخ، أو تغير فى لون أحد العناصر الالكترونية أو الدوائر المتكاملة .

٢ – باللمس يمكن تحديد العناصر التى ترتفع درجة حرارتها بشكل ملحوظ أثناء العمل فقد يؤدى حدوث قصر داخلى فى الدائرة المتكاملة أن تسحب تياراً زائداً يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارتها .

٣ – وبالشم يمكن التعرف على رائحة احتراق عزل محول أو مكثف أو احتراق ملف أو انصهار بلاستيك ترانزستور ، أو دائرة متكاملة .

٤ – التأكد من صحة قطبية منبع إمداد القدرة الكهربية المستخدمة ، فكثير من الدوائر المتكاملة تنهار عند انعكاس قطبية المصدر الكهربى .

٥ – التأكد من أن جهد منبع إمداد القدرة واصل للدائرة المعنية له بقيمة مناسبة فبالنسبة للدوائر المتكاملة TTL يجب أن يكون Vcc مساوياً 5V + بتفاوت مقداره 0.25 ± V فيجب ألا يزيد عن 5.25 V + ولا يقل عن 4.75V + .

٦ – التأكد من عدم وجود إشارة تيار متردد AC فى خط التيار المستمر DC فإذا زادت مركبة التيار المتردد عن عدة ملى ڤولتات فإنها تدل على وجود مشكلة فى المرشح Filter أو منظم الجهد Voltage Regulator ويمكن تحديدها بواسطة الآفوميتر أو الأوسليسكوب .

٧ – قياس فرق الجهد بين أرض المنبع ، وطرف الأرضى للدوائر المتكاملة فإذا زاد عن عدة ملى ڤولتات دل على وجود فتح فى الخط الواصل بين طرف أرض الدائرة المتكاملة والأرض العام .

٨ – التأكد من وصول جهد الإمداد للمخارج ذات المجمع المفتوح Open Collector .

٩ – ابدأ فى اكتشاف العطل بدءاً من المخارج ، ووصولاً للمداخل مستخدماً :

– المجس المنطقى Logic probe .

- النابض المنطقى Logic puLser .

- كاشف مسار التيار Current tracer .

وبالاستعانة بالمخططات الفنية للدائرة الرقمية التى بها العطل يمكن تتبع العطل وهناك بعض الأمور التى قد تحدث مثل :

أ - تحول الدائرة للعمل بالصورة الصحيحة فجأة عند ملامسة طرف الدائرة المتكاملة بالمجس المنطقى ، وهذا يدل على وجود وصلة لحام ضعيفة تحت طرف المجس المنطقى .

ب - إذا كانت جميع الإشارات اللازمة لتشغيل الدائرة الرقمية موجودة ، وبالرغم من ذلك فإن الدائرة الرقمية لا تعمل بصورة مرضية ، فإن هناك احتمالاً بتلف أحد مداخلها .

جـ - تغير حالة دائرة CMOS عندما تلمس بواسطة المجس المنطقى ، فإن هذا يعنى وجود دخل مفتوح تحت طرف المجس المنطقى .

١٠ - يمكن تبريد الدائرة المتكاملة المشكوك فيها برشها بمبرد دوائر الكترونية لمدة لا تزيد عن ثانيتين ، فإذا عادت الدائرة المتكاملة للعمل الطبيعى ولكن بمجرد ارتفاع درجة حرارتها تعود المشكلة مرة أخرى دل ذلك على أنها مصدر المشكلة ، ويجب الحذر أثناء القيام بالتبريد الجبرى للدوائر المتكاملة من رش المكثفات الكيمائية فقد يؤدى ذلك لتلفها .

١١ - يمكن وضع دائرة متكاملة سليمة فوق الدائرة المتكاملة المشكوك فيها بحيث تتلامس الأرجل المتماثلة للدائرتين المتماثلتين ، ثم ملاحظة أداء الدائرة فإن تحسن الأداء تنزع الدائرة المتكاملة التالفة ، وتستبدل بالأخرى السليمة ، والجدير بالذكر أن هذه الطريقة عادة تستخدم فى حالة عدم استخدام قواعد تثبيت Sockets للدوائر المتكاملة .

والجدير بالذكر أنه لا ينصح بإعادة تركيب الدوائر المتكاملة المنزوعة من الدائرة بعد ثبوت صلاحيتها ؛ لأن ذلك يقلل من عمرها وكفاءتها ، ونلفت نظر القارئ إلى أن استخدام عنصر

مشكوك فيه يسبب حدوث بلبلة للقائم بعملية الإصلاح كما يجب التأكد من سلامة الجهد عند كل نقطة من نقاط تثبيت أرجل الدائرة المتكاملة حتى لا يتلف العنصر الجديد عند تثبيته .

١٣/ ٥ - أنواع الأعطال وطرق اكتشافها :

هناك عدة أنواع من الأعطال الممكنة وهى كما يلى :

أ - دائرة مفتوحة Open circiut وتمثل % 75 من أعطال الدوائر الرقمية المتكاملة ، وهناك احتمالان وهما :

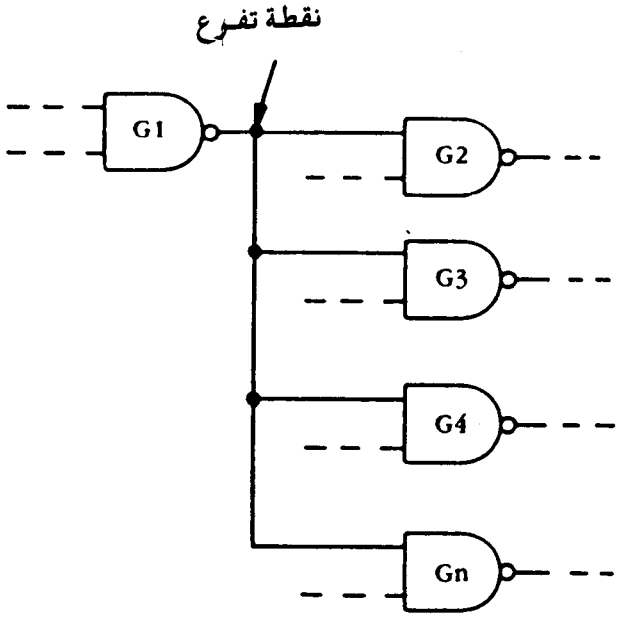
- فتح فى مخرج بوابة قائدة ، وهذه المشكلة تعمل على فقدان الإشارة عن مداخل جميع البوابات المنقادة .
- فتح فى مدخل بوابة أحد البوابات المنقادة ، وهذه المشكلة لا تؤثر فى باقى البوابات المتصلة معها .

ب - دائرة مقصورة وتمثل 25% من أعطال الدوائر الرقمية المتكاملة وهناك احتمالان وهما:

- قصر فى خرج البوابة القائدة، وهذا يؤدى إلى انخفاض المستوى المنطقى لنقطة التفرع Node ، وبالفعل هذا يؤثر على باقى البوابات المنقادة .
- قصر فى أحد مداخل البوابات المنقادة ، وهذه المشكلة تؤدى إلى انخفاض المستوى المنطقى لنقطة التفرع ، وبالفعل هذا يؤثر فى باقى البوابات المنقادة .

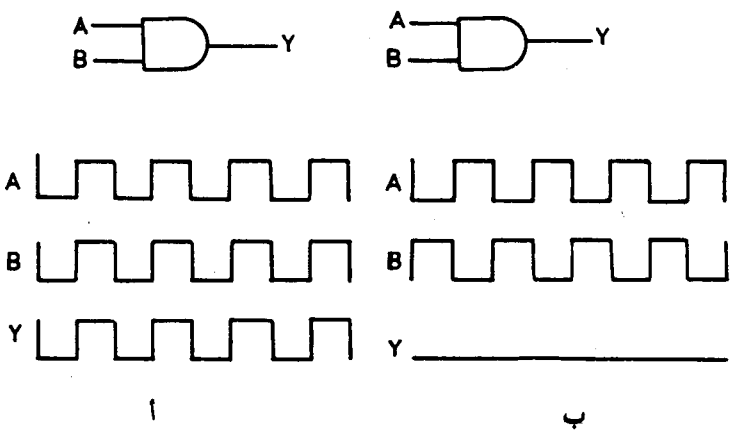
والشكل (١٣ - ١٠) يبين دائرة مركبة تحتوى على بوابة قائدة G_1 ، وبوابات منقادة $G_2 : G_n$.

وعادة يتم اكتشاف الدوائر المفتوحة Open circuits بواسطة أجهزة الاختبار التى تعمل على أساس الجهد مثل المجس المنطقى فى حين يتم اكتشاف الدوائر المقصورة Short cir-cuits بواسطة أجهزة الاختبار التى تعمل على أساس التيار مثل كاشف مسار التيار .



الشكل (١٣ - ١٠)

جـ - مشكلة توقيت timing trouble، وهى كثير ما تحدث فى العدادات والمسجلات . .إلخ ، وحتى يتسنى لنا استيعاب هذا النوع من الأعطال سنأخذ بوابة NAND بمدخلين A, B ولها مخرج Y فى حالتين مختلفتين كما بالشكل (١٣ - ١١) .



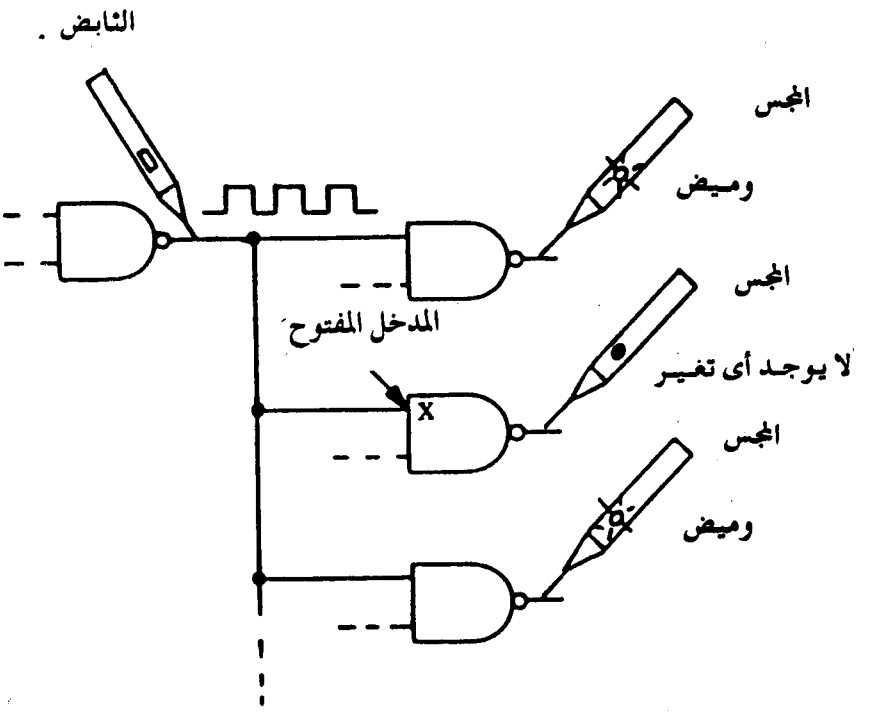
الشكل (١٣ - ١١)

ففى الشكل (أ) يوجد تزامن بين الإشارتين الداخلتين على المدخلين A, B ، فى حين أنه فى الشكل (ب) حدث إزاحة للإشارة B ؛ لعيب فى التوقيت فاختلف شكل الخرج Y وحتى يمكن اكتشاف مشاكل التوقيت نحتاج لجهاز تحليل منطقى Logic AnaLayzer .

وفى البداية يجب تحديد نوع الدوائر المتكاملة المستخدمة فى الدائرة المطلوب اكتشاف العطل بها هل CMOS أم TTL ؟ وعندئذ يجب استخدام مجس منطقى يتناسب مع الدائرة المعنية ، فهناك أنواع من المجسات المنطقية لاتستخدم إلا مع نوع واحد من الدوائر المتكاملة TTL أو CMOS فى حين توجد أنواع أخرى يمكن استخدامها مع كلا النوعين ، ولكنه يحتوى على مفتاح يتم ضبطه على نوع الدوائر المتكاملة TTL أو CMOS ففى حالة الدوائر المتكاملة TTL فإن الحالة المنخفضة تكون عند جهد أقل من أو يساوى : 0.8V والحالة العالية عند جهد أكبر من أو يساوى 2.2V أما فى حالة الدوائر المتكاملة CMOS فإن الحالة المنخفضة عند جهد أقل من أو يساوى : $0.3\ V_{DD}$ والحالة العالية عند جهد أكبر من أو يساوى $0.7V_{DD}$.

١٣/٥ / ١ - طرق اكتشاف الدوائر المفتوحة والدوائر المقصورة :

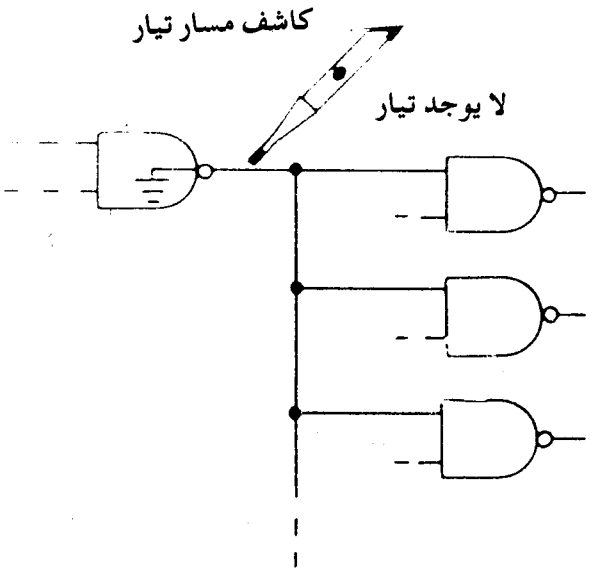
باستخدام المجس المنطقى والنابض المنطقى يمكن اكتشاف الدائرة المفتوحة فى الدوائر الرقمية ، والشكل (١٣ - ١٢) يبين طريقة اكتشاف البوابة التى لها مدخل مفتوح باستخدام النابض المنطقى Logic pulser والمجس المنطقى Logic probe فى دائرة مركبة .



الشكل (١٣ – ١٢)

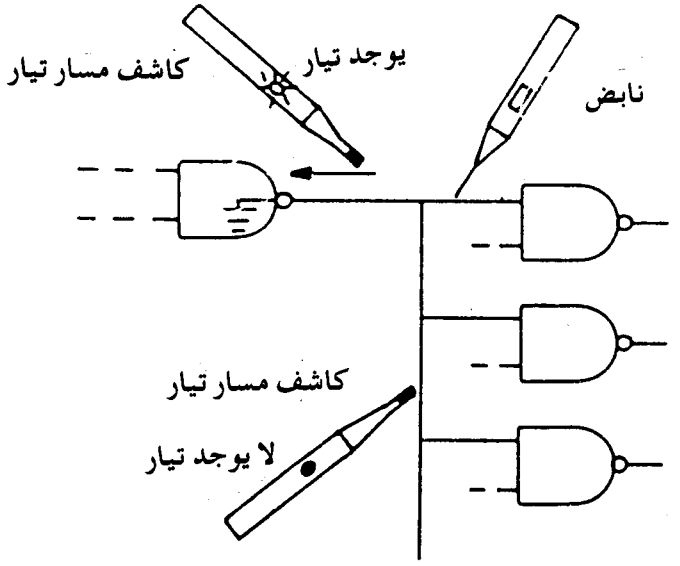
فعند حقن مداخل البوابات المنقادة بنبضات من حاقن نبضات ثم اختبار خرج هذه البوابات، فإن البوابة التى لا يحدث لخرجها تغير فى الحالة – عن ذى قبل – تكون بمدخل مفتوح .

والشكل (١٣ – ١٣) يبين طريقة التأكد من عدم مرور تيار فى الأفرع المختلفة لنقطة التفرع Node مما يدل على وجود قصر على خرج البوابة القائدة بالأرضى ، ويستخدم فى ذلك كاشف مسار التيار Current tracer .



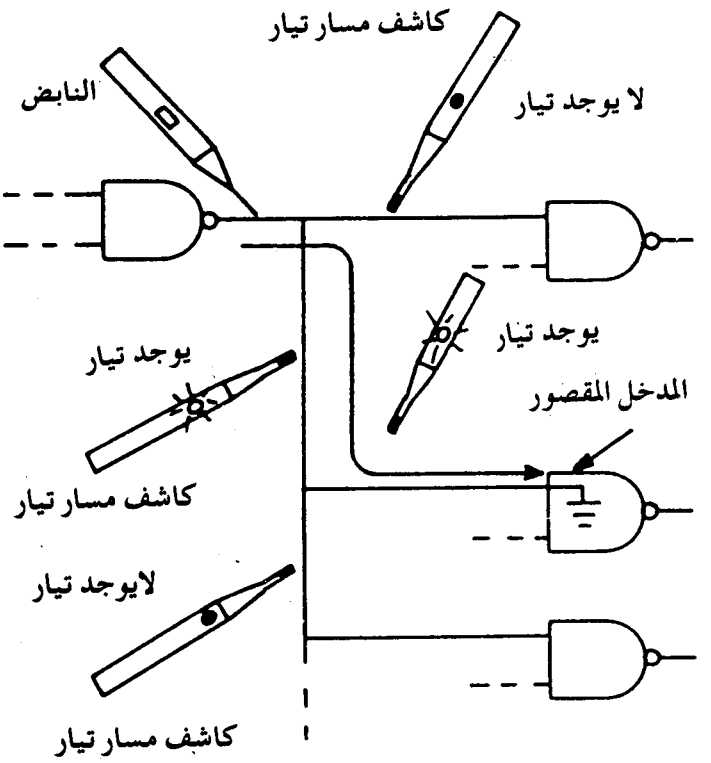
الشكل (١٣ – ١٣)

فى حين أن الشكل (١٣ – ١٤) يبين طريقة استخدام كاشف مسار التيار والنابض المنطقى فى تحديد مكان التسريب (القصر) إذا كان عند مخرج البوابة القائدة .



الشكل (١٣ – ١٤)

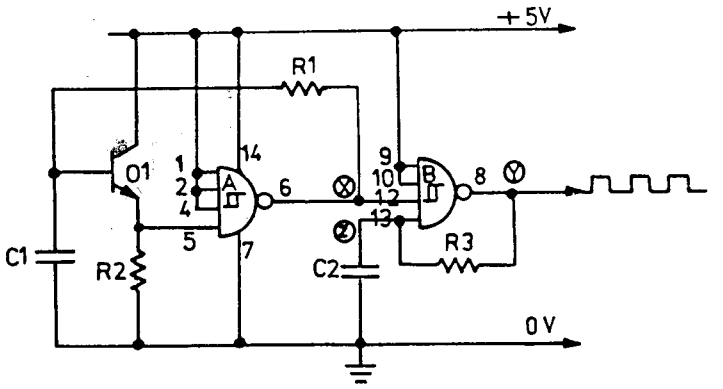
والشكل (١٣ – ١٥) يبين كيفية استخدام كاشف مسار التيار ، وكذلك النابض المنطقى فى تحديد مكان تسرب التيار (القصر) عند أحد مداخل البوابات المنقادة .



الشكل (١٣ – ١٥)

١٣/ ٦ – تطبيق عملى على اكتشاف الأعطال فى الدوائر الرقمية :

الشكل (١٣ – ١٦) يعرض دائرة مذبذب يتألف من بوابتين Schmitt NAND .



الشكل (١٣ – ١٦)

عناصر الدائرة :

R_1 مقاومة كربونية 3.3 .

R_2 مقاومة كربونية 390 Ω .

R_3 مقاومة كربونية 390 Ω .

C_1 مكثف بوليستير سعته 330 nf .

C_2 مكثف بوليستير سعته 100 nf .

Q_1 ترانزستور NPN طراز BC 108 .

IC_1 دائرة متكاملة تحتوى على بوابتين Schmitt NAND طراز 7413 .

نظرية التشغيل :

عندما يكون خرج البوابة A مرتفعاً يشحن المكثف C_1 وصولا للجهد 1.7V عند الرجل 5 للبوابة A حينئذ يصبح خرج البوابة A منخفضاً ، فيفرغ المكثف C_1 شحنته فى المقاومة R_1 وصولاً للجهد 0.9V عند الرجل 5 للبوابة A فيصبح خرج البوابة A مرتفعاً ، وتتكرر دورة التشغيل مرة أخرى ، ويكون تردد خرج البوابة A مساوياً .

$$F = \frac{0.9}{R_1 C_1} = 800 \text{ HZ}$$

والجدير بالذكر أن معامل دورة الخدمة لهذا المذبذب يساوى : 0.55 ، ويوصل خرج البوابة A بالرجل 12 للبوابة B ، ويكون خرج البوابة B ذبذبات ترددها .

$$F = \frac{0.9}{R_3 C_2} = 23 \text{ k HZ}$$

عندما يكون خرج البوابة A عالياً ، فى حين يكون خرج البوابة B عالياً ، عندما يكون خرج البوابة A منخفضاً .

والجدول (١٣ – ١) يبين الظواهر التى تحدث عند أنواع مختلفة من الأعطال .

الجدول (١٣ - ١)

العطـــل	الظاهـــرة
* فتح في المقاومة R_3	حالة المخرج Y هو معكوس حالة X بمعني أن المخرج Y يتذبذب بتردد 800 HZ .
* فتح في المكثف C_2	خرج المخرج Y موجه ترددها حوالي 800 HZ تحتوي بداخلها علي موجة ترددها 10 MHZ
* R_1 مفتوحة وقصر في C_1 أو فتح في دائرة قاعدة - باعث Q_1	تردد المخرج Y حوالي 20 KHZ في حين أن حالة النقطة X مرتفعة .
* C_1 مفتوحة	تردد المخرج X , Y حوالي 10 MHZ .
* يوجد قصر بين قاعدة وباعث Q_1 أو قصر بين مجمع وباعث Q_1	حالة المخرج X منخفضة في حين أن حالة Y عالية .
* فتح في الخط الواصل بين مخرج البوابة A ومدخل البوابة B	تردد المخرج Y حوالي 20KHZ .

١٣/ ٧ - اكتشاف أعطال دوائر مصادر القدرة :

عند إصلاح دوائر مصادر القدرة يجب أولاً : تحديد مكان العطل والذى يمكن أن يكمن فى أحد العناصر التالية :

١ - الفيشة . ٢ - المصهرات . ٣ - المحول . ٤ - دائرة التوحيد .

٥ - المرشح (مكثفات - ملفات - مقاومات) .

٦ - المنظم (دائرة متكاملة - ترانزستور - ثنائى زينر - مقاومات ... إلخ)

والجدول (١٣ - ٢) يبين بعض الظواهر التى تفيد فى تحديد مكان العطل .

الجدول (١٣ - ٢)

العطـــل	الظاهـــرة
* يوجد فتح في ملف المحول الابتدائى أو الثانوى .	خرج مصدر القدرة صفر، والجهد الثانوى للمحول صفر، ومقاومة ملف المحول الابتدائى أو الثانوى واللا نهاية .
* يوجد قصر فى ملف المحول الابتدائى أو الثانوى .	المصهر الرئيسى محترق – جهد الخرج منخفض مع ارتفاع درجة حرارة المحول لزيادة التيار المسحوب .
* يوجد قصر بين ملفات المحول وجسمه .	المصهر محترق – مقاومة صغيرة بين الملفات والأرضى .
* أحد ثنائيات القنطرة مفتوح	خرج قنطرة التوحيد نصف موجة مع انخفاض الجهد المستمر وتنظيم سيئ ، وزيادة جهد الذبابات .
* أحد ثنائيات القنطرة به قصر	المصهر الرئيسى محترق ، حيث يحدث قصر على أطراف الملف الثانوى فى أحد نصفى كل دورة من دورات التيار المتردد .
* المكثف مفتوح	جهد خرج مستمر منخفض وقيمة عالية للذبذبات فى الخرج .
* المكثف مقصور	المصهر محترق ومقاومة أطراف الدائرة غير المنتظمة منخفضة جداً فى كل الاتجاهين .
* منظم الجهد به مشكل	جهد الخرج عال كما لو كان غير منظم .

الملحق رقم (١)

الرموز الالكترونية المستخدمة تبعًا للنظام الأمريكى (ANSI)

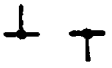
١ - الموصلات :

كابل يحتوى على خمسة موصلات

كابل يحتوى على خمسة موصلات وله غلاف معدنى مؤرض

موصل بغلاف معدنى مؤرض

تقاطع بدون اتصال كهربى


وصلة بين موصلين مع وجود اتصال كهربى

وصلة مزدوجة

٢ - رموز عامة :

يعمل بالتيار المستمر

يعمل بالتيار المتردد

يعمل بالتيار المتردد والمستمر

بطارية بخلية واحدة

بطارية بخلايا متعددة

سلك متصل بجسم الجهاز

وصلة مع جسم الجهاز

طرف مشترك يمكن أن يكون موجبًا أو أرضيًا

بلورة كريستال نوع بيزو

مكبر عمليات

٣ - اللمبات :

مكبر صوت (سماعة)

مولد

محرك

مصهر

مصهر

قاطع

لمبة متوهجة

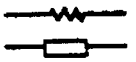
لمبة بيان (إشارة)

لمبة بيان

لمبة نيون تعمل بالتيار المستمر

لمبة نيون تعمل بالتيار المتردد

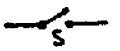
٤ - المقاومات :


مقاومة ثابتة

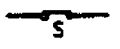
مقاومة بنقط تفرع

مجزئ جهد

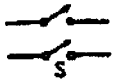
٨ – المفاتيح والضواغط :



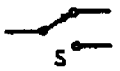
مفتاح بريشة مفتوحة



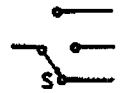
مفتاح بريشة مغلقة



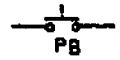
مفتاح قطبين بسكتين



مفتاح اختبار بوضعين ويسمى مفتاحًا قطبيًا واحدًا بسكتين



مفتاح اختبار بثلاثة مواضع ويسمى مفتاحًا دوارًا



ضاغط بريشة مفتوحة

ضاغط بريشة مغلقة

٩ – أجهزة القياس :

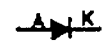
جهاز أميتر لقياس التيار

جهاز فولتميتر لقياس الجهد

جهاز أميتر لقياس المقاومة

١٠ – أشباه الموصلات :

أ – الثنائيات والترانزستورات :

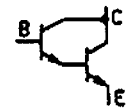


ثنائي ويسمى موحداً أو دايوداً

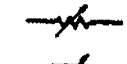
ثنائي زينر

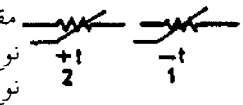
ترانزستور NPN

ترانزستور PNP



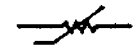
ترانزستور دارلنجتون NPN


ريوستات



مقاومة حرارية
نوع PTC (الرمز 1)
نوع NTC (الرمز 2)

مقاومة ضوئية


مقاومة تعتمد على الجهد

٥ – المكثفات :

مكثف عام

مكثف كيميائي

مكثف يمكن تغيير سعته

٦ – الملفات :

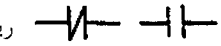
ملف ثابت الحث

ملف بقلب مغناطيسي

ملف له نقاط تفرع

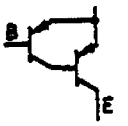
٧ – الرليهات المغناطيسية :

ملف الريلاى

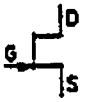

ريشة مفتوحة–ريشة مغلقة

ريشة قلاب

ترانزستور دارلنجتون PNP



ترانزستور FET بقناة N



ترانزستور FET بقناة P

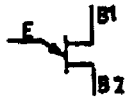
ترانزستور MOSFET
بقناة N نوع النضوب

ترانزستور MOSFET
بقناة P نوع النضوب

ترانزستور MOSFET
بقناة N نوع التعزيز

ترانزستور MOSFET
بقناة P نوع التعزيز

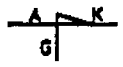
ترانزستور أحادى الوصلة
UJT



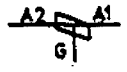
ب – عناصر القدرة :

ثايرستور SCR

مفتاح سليكونى أحادى
الاتجاه SUS (موحد رباعى
الطبقات)



مفتاح سليكونى ثنائى
الاتجاه SBS



دياك

ترياك

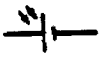
جـ – العناصر الضوئية :

ثنائى مشع – ثنائى ضوئى

ثايرستور ضوئى LASCR

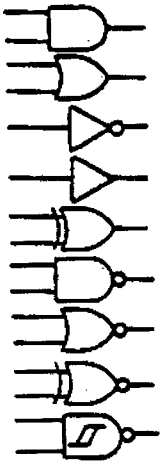
ترانزستور ضوئى

ترياك ضوئى



خلية ضوئية

١١ – البوابات المنطقية :



بوابة AND

بوابة OR

بوابة NOT (عاكس)

عازل BUFFER

بوابة XOR

بوابة NAND

بوابة NOR

بوابة XNOR

بوابة SChmitt NAND