جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

أجهزة قياس

لطلبة الصف الثانى بالمدارس الثانوية الصناعية

(نظام السنوات الثلاث)

تخصص(إلكترونيات – الحاسبات)

إعداد

مهندس
إبراهيم السيد بدوى العرجه
موجه عام
الإدارة العامة للتعليم الصناعي

مهندسة
إيمان السيد محمد الديب
مشرف عام الحاسب
الإدارة العامة للتعليم الصناعى

مراجعة

د . مهندس
إبراهيم محمد شبكة
كلية الهندسة- جامعة القاهرة

الباب الأول

١

جهاز وسيلوسكوب
Cathode-Ray Oscilloscope (CRO)

مراجعة عامة لتركيب ونظرية عمل جهاز الأوسيلوسكوب.

1 -2 الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع- تركيب الجهاز- نظرية عمله

1 -3 الأوسيلوسكوب الرقمى - تركيب الجهاز- نظرية عمله

1 -4 تطبيقات استخدام جهاز الأوسيلوسكوب

جهاز الأوسيلوسكوب

Cathode-Ray Oscilloscope (CRO)

1-1 مراجعة عامة لتركيب ونظرية عمل جهازالأوسيلوسكوب:

سبق أن درسنا جهاز الأوسيلوسكوب بالصف الأول ، وتعرضنا لتركيب الجهاز وطريقة عمله. وسوف نقوم هذا العام بمراجعة ما سبق دراسته بالصف الأول، ثم نتعرض بالتفصيل لتركيب وطريقة العمل الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع ، ثم الأوسيلوسكوب الرقمى وتطبيقات مختلف ة لاستخدام جهاز الأوسيلوسكوب.

تركيب جهاز الأوسيلوسكوب:

كما نعلم أن تركيب جهاز الأوسيلوسكوب كالآتى:

(أ) أنبوبة أشعة المهبط CRT

حيث تظهر على شاشتها أشكال الموجات المطلوب مشاهدتها أو اختبارها . وتتركب كما موضح بالشكل (1-1) من انتفاخ زجاجى مفرغ مخروطى الشكل، ينتهى بعنق يحتوى على:

- **القاذفة الإلكترونية:**

وتشمل الأقطاب التى تولد شعاعا من الإلكترونات، وتزوده بالسرعة اللازمة ليصتدم بالشاشة بسرعةعالية، فيجعل الشاشة تضىء وهذه الاقطاب هى:

- **الفتيلة:**

وتقوم بتوليد طاقة حرارية عند مرور التيار الكهربى بها

- **الكاثود:**

ويصنع من مادة مشعة للإلكترونيات يتم تسخينه بواسطة الفتيلة، فيحرر من مادته عدد كبير من الإلكترونات.

- الشبكة الحاكمة :

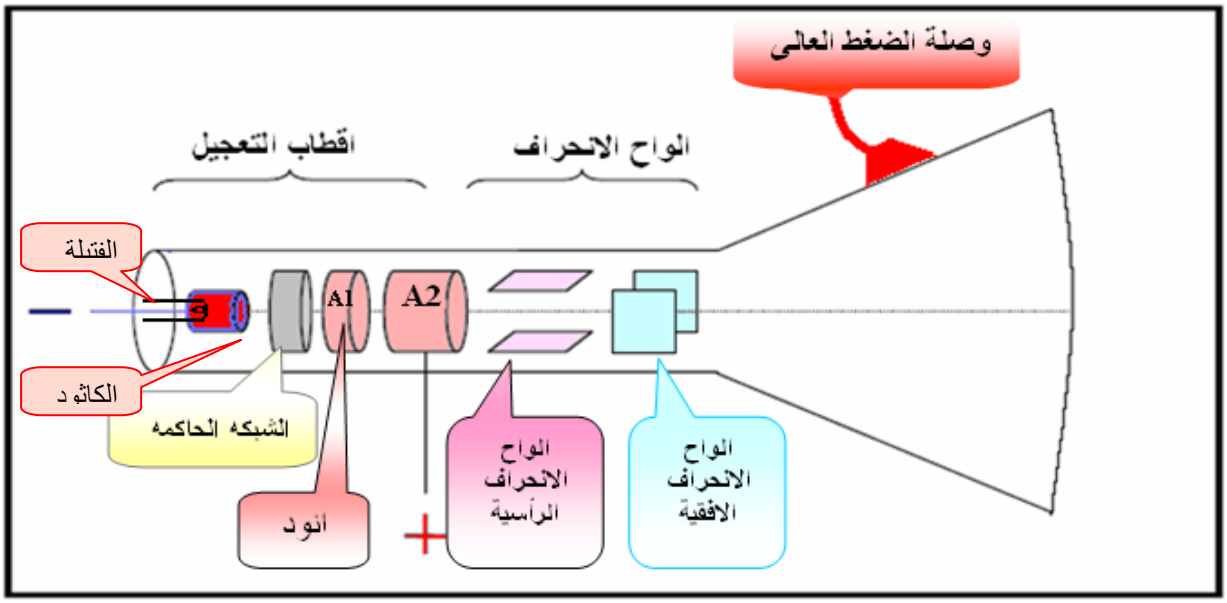
وهى على شكل إسطوانة بها ثقب صغير جدا تمر منه الإلكترونات المنطلقة من الكاثود على هيئة حزمة الكترونية، وتوصل بجهد سالب للتحكم فى كمية الإلكترونات المارة خلالها.

أقطاب التعجيل:

وتتكون من مصعدين A2،A1 وكل منهما على شكل اسطوانة. يوصل المصعد A1 بجهد موجب يجذب الإلكترونات. فتزيد سرعتها، وتصبح على شكل شعاع. أما المصعد الثانى A2 فيوصل بجهد موجب أعلى من جهد A1 عدة مرات (يصل إلى عدة كيلو فولتات). وهو على شكل طبقة جرافيت يدهن بها السطح الداخلى لمخروط الشاشة. ويعمل على تركيز الشعاع الإلكترونى نتيجة لاختلاف الجهد الموجب بين A1، A2.

ألواح الانحراف:

وهى مجموعتان (مجموعة الانحراف الرأسى، و مجموعة الانحراف الأفقى). مجموعة الانحراف الرأسى ، وهى لوحان متوازيان يوضعان فى وضع أفقى ويسببان انحراف رأسى عند توصيل الموج المطلوب مشاهدتها . ومجموعة الانحراف الأفقي، عبارة عن لوحان متوازيان يوضعان فى وضع رأسى و يسببان انحرافا أفقياً.



الشكل (1-1) يبين تركيب أنبوبة أشعة المهبط

الشاشة الفلورية:

وهى تمثل قاعدة المخروط، وتغطى بمادة فلورية لها القدرة على إشعاع ضوء عند اصتدام الإلكترونات بها بسرعة عالية. ويختلف لون الضوء المنبعث منها حسب نوع المادة المستخدمة فى طلاء الشاشة.

(ب) دائرة مكبر الانحراف الرأسى: Y Amp

وهى دائرة مكبر تتكون من مرحلتين : مكبر تمهيدى Pre-Amplifier، ومكبر رئيسى Main Amplifier. تقوم دائرة المكبر الرأسى بتكبير جهد الإشارة المراد إظهارها على الشاشة إلى القيمة التى تؤدى إلى انحراف ظاهر للشعاع الإلكترونى فى الاتجاه الرأسى. ويوصل بدخل دائرة المكبر الرأسى مجزئ جهد يستخدم للتحكم فى جهد الإشارة المراد إختبارها لتظهر فى حدود الشاشة. ويوصل خرج المكبر إلى ألواح الانحراف الرأسية.

(ج) دائرة مكبر الانحراف الأفقى: X Amp

دائرة مكبر الانحراف الأفقى تستخدم لتكبير إشارة نبضات المسح الأفقى (سن المنشار) والتى تولد بواسطة مولدات سن المنشار داخل الجهاز INT أو من خارج الجهاز EXT وتتكون دائرة المكبر من مكبر تمهيدى وآخر رئيسى ويوصل خرج المكبر الأفقى إلى الواح الانحراف الأفقى.

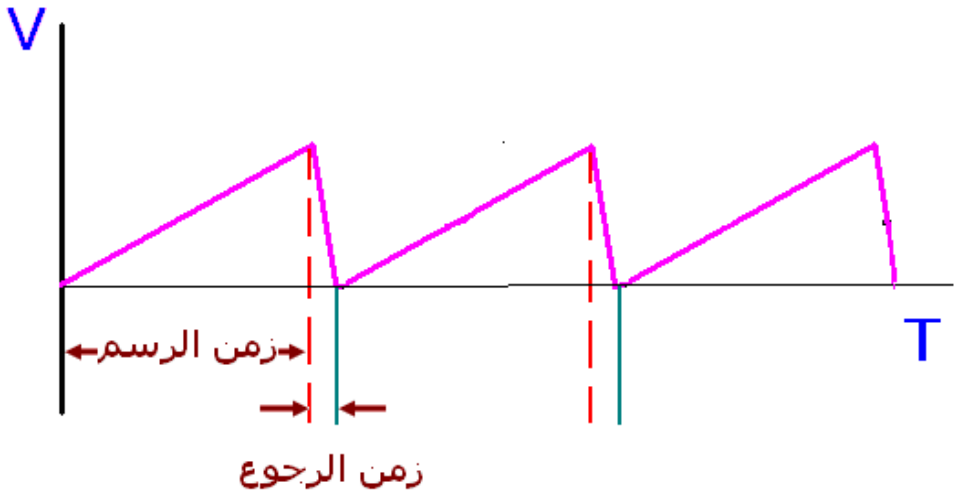
ويجب أن تتوفر فى المكبرات الرأسية والأفقية عدة شروط منها:

- أن يكون التكبير منتظم فى نطاق الترددات المراد اختبارها، ألا يحدث أى نوع من التشويه للإشارة المكررة.
- يجب أن تكون مانعة الدخل لها كبيرة حتى لا يحدث تحميل على الدائرة المراد اختبارها
- أن يكون هناك مجال لتغيير التكبير ليمكن مشاهدة الإشارات ذات الجهد المختلف.

(د) مولد المسح: SG

يقوم بتوليد إشارة على شكل سن المنشار، ويسمى أحيانا بمولد قاعدة الزمن Time base. ويكون شكل الموجة المتولدة بحيث يزداد الجهد خطياً من الصفر إلى قيمة كبيرة مع الزمن ثم يقل فجأة إلى الصفر، كما بالشكل (1-2).

وتغذى هذه الموجات إلى ملفات الانجراف الأفقي بعد تكبيرها لإحداث انحراف أفقي.



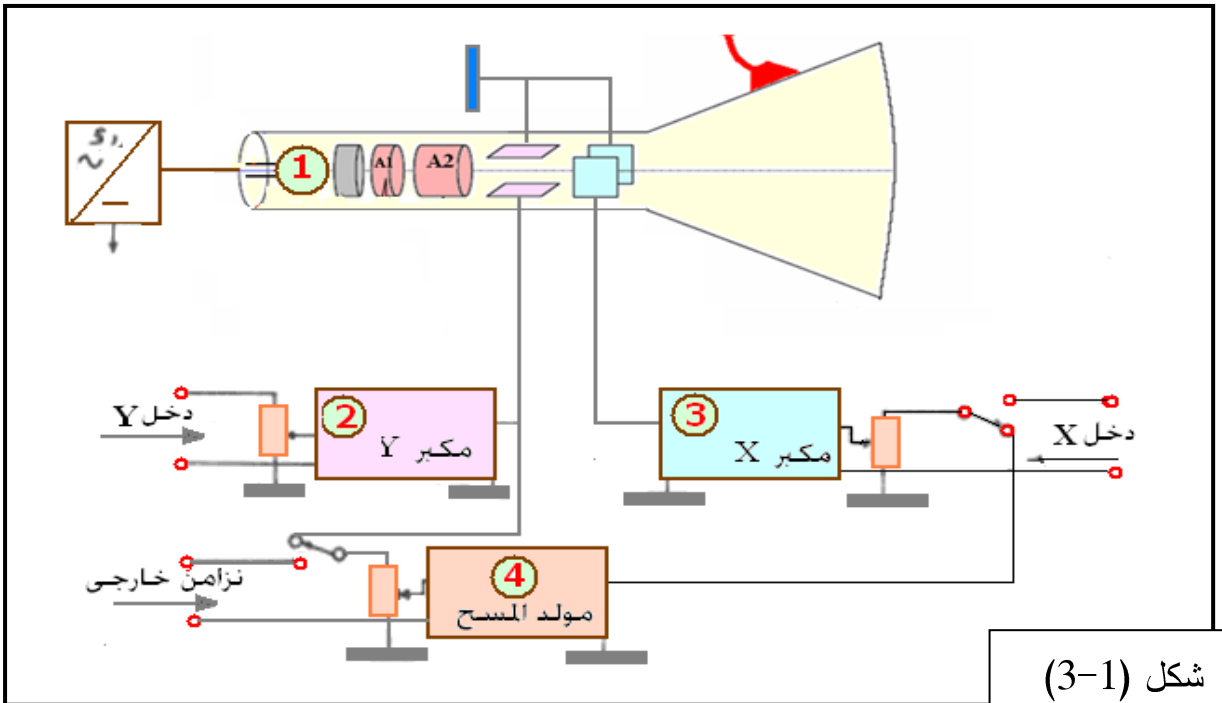
شكل (1-2)

نبضات سن المنشار

(هـ) دائرة التغذية بالتيار: PS

وتقوم بتغذية جميع مراحل جهاز الأوسيلوسكوب بالتيار اللازم لتشغيل كل مرحلة.

والشكل (1-3) يوضح رسم تخطيطي للمراحل الرئيسية لجهاز الأوسيلوسكوب.

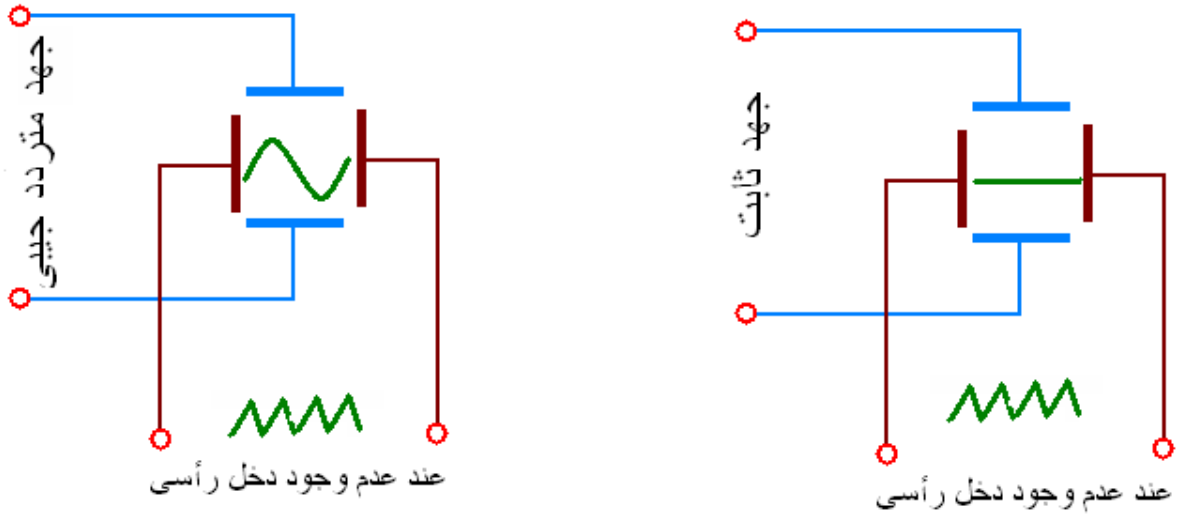


شكل (1-3)

*** نظرية عمل جهاز الأوسيوسكوب:

لتوضيح طريقة عمل جهاز الأوسيلوسكوب نبدأ بتوصيل الإشارة المراد مشاهدتها إلى الدخل الرأسى (y)، بينما يوصل الدخل الأفقى (x) بجهد نبضات المسح Scanning Voltage، وهو عبارة عن نبضات سن المنشار Saw Tooth التى تظهر فى الشكل (1-2) الذى يوضح أنه أثناء فترة الزمن (t_1) يزيد الجهد بإنتظام إلى قيمة معينة من الجهد تساوى زمن مسح الخط الأفقى على الشاشة، وأثناء زيادة الجهد من صفر إلى القيمة العظمى يتحرك الشعاع الإلكترونى أفقياً بت أثير الانحراف الأفقى من اليسار إلى اليمين، هذه الحركة تؤدى إلى ظهور خط مضئ على الشاشة، وأثناء الزمن (t_2) يقل جهد نبضة سن المنشار من قيمة عظمى إلى الصفر، وتكون فترة صغيرة جداً وعندها يعود الشعاع بسرعة فى خط مظلم، يتكرر ذلك بعدد من المرات يساوى تردد نبضات المسح (نبضات سن المنشار).

فى حالة عدم وجود اشارة على الدخل الرأسى (y) لايحدث انحراف رأسى وبالتالى يظهر خط أفقى مضئ فقط على الشاشة يسمى خط الأساس الزمنى أو القاعدة الزمنية (Time Base) كما بالشكل (1-4).



شكل (١-٤)

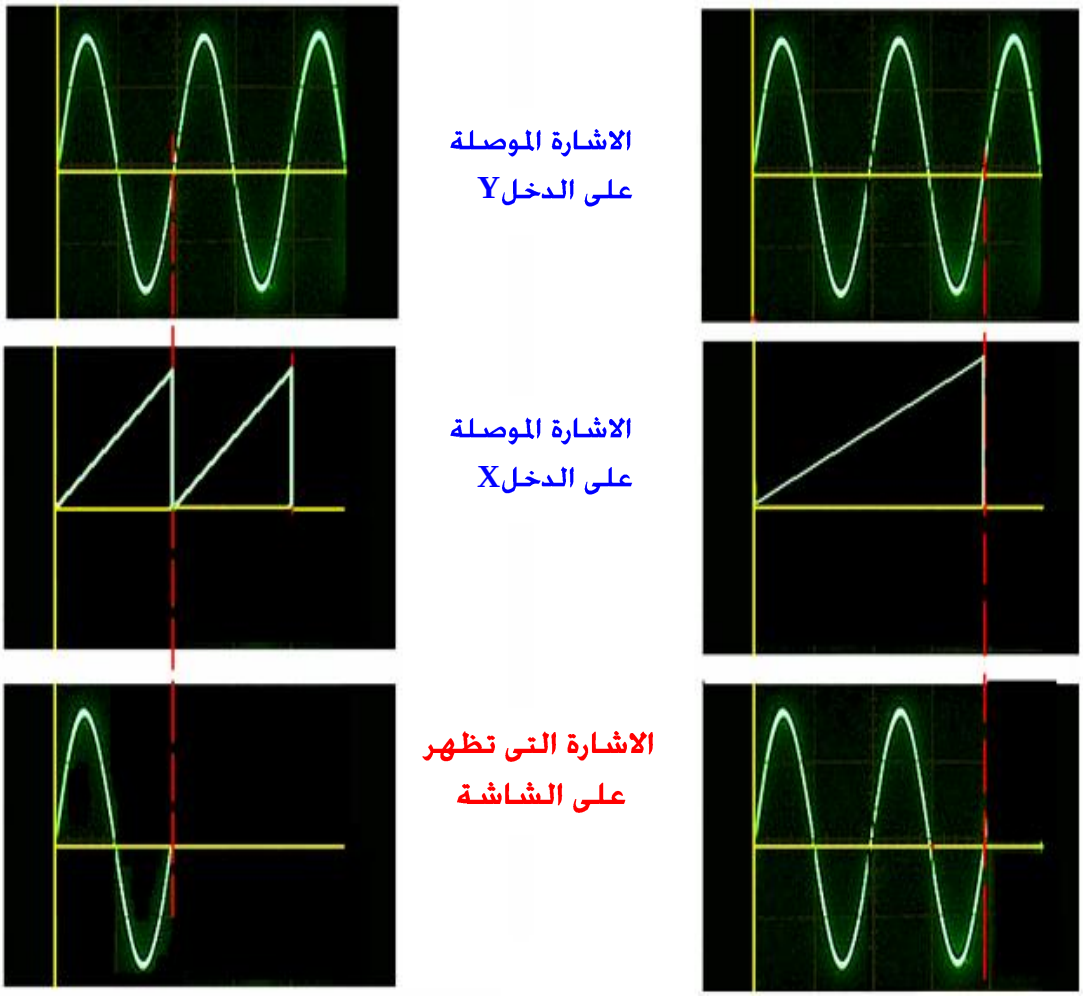
وعند توصيل جهد متغير إلى الألواح الرأسية (y) فإن النقطة المضيئة تؤدى حركتين فى وقت واحد، وتتخذ مساراً على الشاشة يساوى محصلة الحركتين الأفقية والرأسية فتسير فى خط منحنى مضئ يماثل الموجة الداخلة إلى ألواح

الانحراف الرأس ية، وبذلك تظهر الموجة على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب. ولدراسة خواص الموجة يجب أن تكون الموجة ثابتة على الشاشة لا تتحرك . ويتم ذلك بجعل زمن جهد المسح مساوياً لزمن جهد الإشارة تحت الاختبار، أو مضاعفات زمنها.

$$T_{scan} = n\ t$$

حيث n عدد صحيح، وبالتالى يمكن القول بأن تردد المسح F_{scan} يجب أن يكون أقل من تردد الإشارة تحت الاختبار بعدد صحيح من المرات.

وأثناء دورة المسح يمر عدد صحيح من تردد الموجة تحت الاختبار . وفى نهاية دورة المسح تظهر النقطة المضيئة فى نفس المكان الذى بدأت منه والشكل (1-5) يبين الإشارة الموصلة إلى الألواح الرأسية ونبضات المسح. ويلاحظ أنه مع اختلاف تردد المسح يختلف عدد الموجات التى تظهر على الشاشة.

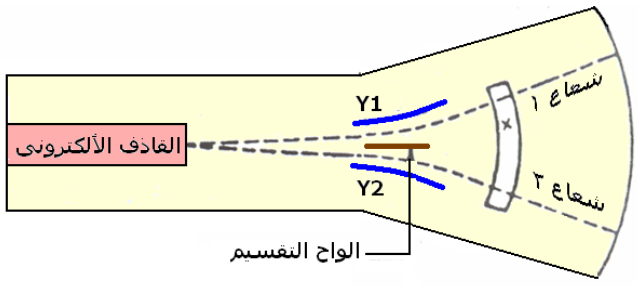


الشكل (1-5)

2-1 الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع:

فى هندسة الإلكترونيات والحاسبات يكون من المهم أحيانا دراسة تغير إشارتين مع الزمن فى وقت واحد بهدف مقارنتهما. فمثلا عند اختبار دوائر المكبرات نحتاج إلى مقارنة إشارة الخرج مع إشارة الدخل لمعرفة قيمة التكبير ومدى التشويه الحادث. ويتم ذلك باستخدام الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع. وهو يشابه الأوسيلوسكوب مفرد الشعاع. ولكنه يختلف عنه فى أن له دخلين رأسيين هما Y_1, Y_2. كما تختلف أنبوبة أشعة المهبط المستخدمة به فى أنها تحتاج شعاعين لرسم موجتى الدخلين. والشكل (1-6) يبين تركيب أنبوبة أشعة المهبط المستخدمة فى الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع. وفيها يتم تقسيم الشعاع الإلكترونى الخارج من القاذفة إلى شعاعين مستقلين. وذلك بواسطة لوح تقسيم. ويتم التحكم فى الانحراف الرأسى باستخدام مجموعتى ألواح انحراف رأسيه. تستخدم إحدى المجموعتين لإحراف أحد الشعاعين بواسطة الجهد المسلط عليه. وتقوم المجموعة الأخرى بإحراف الشعاع الثانى عن طريق الجهد المسلط عليه. ويلاحظ اختلاف الجهد المسلط على كل مجموعة وبالتالى يكون انحراف كل شعاع مختلف عن الآخر. فتظهر على الشعاع نموذجين للموجات مع ملاحظة أن مولد محور الزمن Time base يكون مشترك للشعاعين.

ويمكن استخدام أنبوبة أشعة المهبط المستخدمة فى الأوسيلوسكوب مفرد الشعاع مع استخدام مفتاح إلكترونى يعمل على فصل وتوصيل الإشارتين المراد إختبارهما إلى الألواح الرأسية بالتناوب فيتم رسمها على الشاشة.



شكل (1-6)

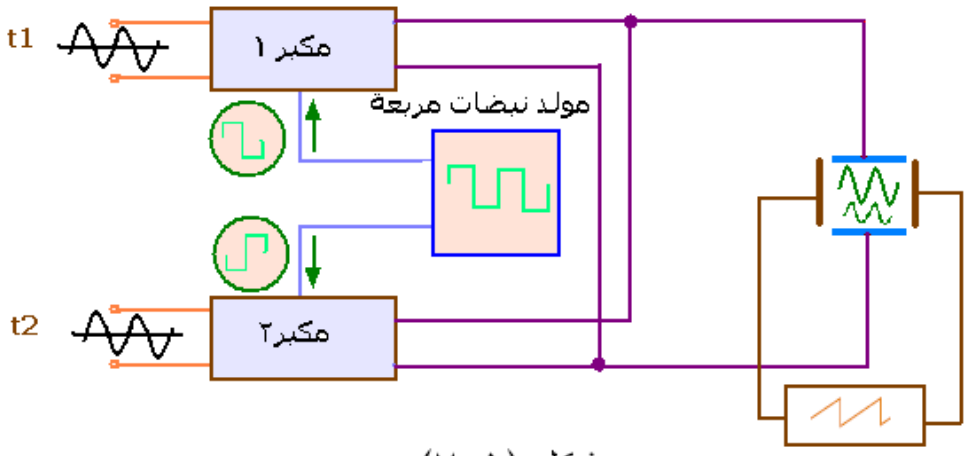
أنبوبة أشعة المهبط المستخدمة فى الأوسيلوسكوب المزدوج الشعاع

1 تركيب جهاز الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع:

يوجد نوعين من أجهزة الأوسيلوسكوب المزدوج الشعاع

- **الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع Dual Beam OSC:** يعتمد على تقسيم الشعاع الإلكترونى الخارج من القاذفة الإلكترونية بواسطة لوح تقسيم . وعلى ذلك يلزم وجود مجموعتين من ألواح الانحراف الرأسية ومكبر رأسى لكل دخل رأسى، ومجموعة انحراف أفقى واحدة للشعاعين تغذى من مولد انحراف أفقى واحد.

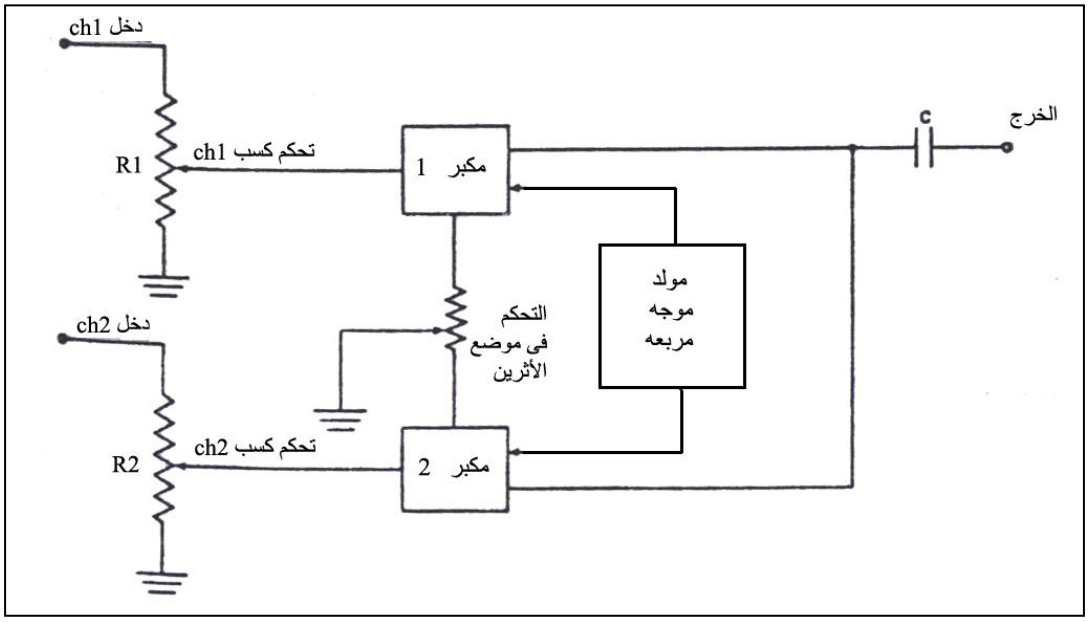
- **الأوسيلوسكوب مزدوج الأثرDual Trace OSC:** عبارة عن أوسيلوسكوب مفرد الشعاع يزود بمفتاح إلكترونى يقوم بفصل أو توصيل الإشارتين المراد اختبارهما بالتناوب إلى ألواح الانحراف الرأسية وتوصل كل إشارة على دخل رأسى منفصل Y_1, Y_2 (ch_1, ch_2)، ثم تكبر كل منها فى مكبر رأسى أولى منفصل . وعن طريق المفتاح الإلكترونى يتم توصيلها إلى مكبر الانحراف الرأسى بالتناوب، ويضيف عليها مركبات تيار مستمر (DC) لكل إشارة، ومركبة التيار المستمر هذه توجه الشعاع بالتناوب إلى أعلى وإلى أسفل فتنتصف الشاشة لرسم الإشارتين. ويجب أن يكون معدل توصيل المفتاح الإلكترونى متزامناً مع معدل تردد المسح لكى ترسم النقطة المضيئة لأنبوبة اشعة المهبط إشارتى القناتين. وشكل (1-7) يبين المراحل الأساسية لهذا النوع.



شكل (١-٧)
الأوسيلوسكوب مزدوج الأثر

المفتاح الإلكترونى:

هو مرحل ة هام ة وهو يمكن إشارتين من أن يظهرا معا على شاشة الأوسيلوسكوب ذى الأثر الواحد. ويتكون المفتاح الإلكترونى أساساً من مولد موج ة مربع ة. وكما سبق تغذى كل إشارة إلى دخل منفصل ch_1,ch_2 ومرحلة تكبير وتحكم منفصل. وبوابة المراحل تغذى بالتناوب من مولد الموجة المربعة . وبالتالى فإن مرحلة واحدة تكون فى حالة عمل لكى تمر إشارتها. بينما المرحلة الأخرى تكون فى حالة توقف. ويوصل خرج المرحلتين إلى مكبر الانحراف الرأسى مباشرة . ويتم التحكم فى جهد الإشارتين عن طريق التحكم فى الكسب (نسبة التكبير) لكل منها. ويتم تحريك الآثار على الشاشة إلى أعلى وأسفل بواسطة مفتاح التحكم فى الوضع. والشكل(1-8) يبين تركيب المفتاح الإلكترونى.



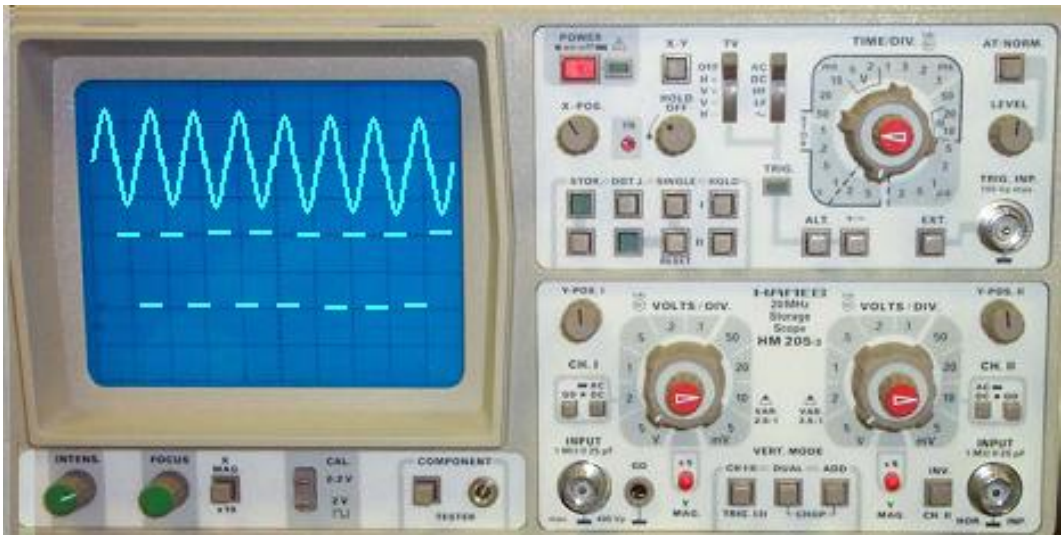
شكل (1-8)

*** نظرية عمل الأوسيلوسكب مزدوج الشعاع:

يستخدم هذا النوع شعاعين إلكترونيين منفصلين ، ومجموعة من ألواح الانحراف الرأسية. ومجموعة ألواح انحراف أفقية للشعاعين ، ومولد القاعد ة الزمنية لهذا النوع يمكن أن يكون عام للشعاعين. أو أن تكون هناك قاعد ة زمنية لكل شعاع. وفى حالة القاعدة الزمنية المشتركة فإن شعاعاً واحد اً فقط يتزامن

مع الوقت. وعلى ذلك يجب أن يكون هناك توافق بين إشارات الدخل حتى يظهر كلا الشعاعين على الشاشة. ويرسم الموجتين على الشاشة .

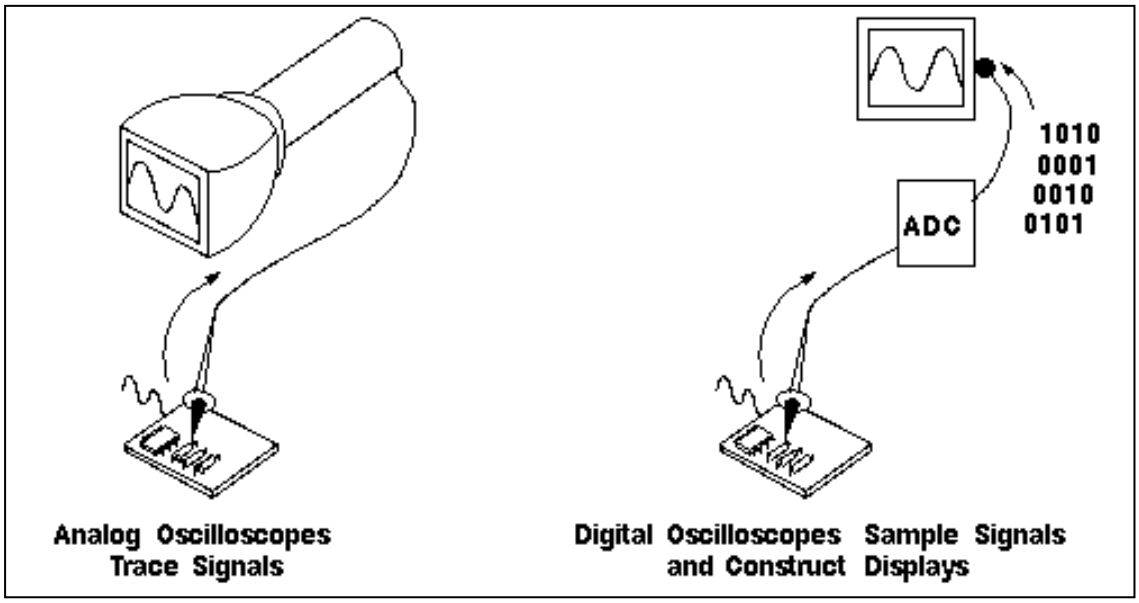
ويوجد نوع آخر من الأوسيلوسكوب المزدوج يسمى مزدوج الأثر. ويستخدم فى هذا النوع شعاع إلكترونى واحد يمكنه رسم إشارتين منفصلتين على الشاش ة. وذلك عن طريق استخدام مفتاح إلكترونى كما سبق شرحه . والشكل (1-9) يبين منظراً عاماً لجهاز الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع.



شكل (1-9) منظر عام لجهازالأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع

1-3- الأوسيلوسكوب الرقمى: Digital Oscilloscope

لكى نفهم عمل الأوسيلوسكوب الرقمى يجب أن نعلم أن الأوسيلوسكوب الرقمى هو جهاز أوسيلوسكوب تماثلى. Analog Osc. له نفس التركيب ويستخدم فى نفس التطبيقات. لكن الاختلاف الأساسى فى تركيب الأوسيلوسكوب الرقمى هو استخدام دائرة Analog to Digital Converter (ADC). لتحويل جهد الإشار ة المراد قياسها أو دراستها إلى معلومات رقمية. ومعالجتها . ثم استخدام المعلومات الرقمية لإظهار شكل الإشارة على نظام إظهار. والشكل (1-10) يبين الفرق بين كل من النظامين.



شكل (1-10) الفرق بين كل من النظامين

أ تركيب جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى:

الشكل (1-11) يبين تركيب جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى ويتكون الجهاز من:

١ -دائرة القسم الرأسى

وتتكون كما فى الأوسيلوسكوب التماثلى من مكبر انحراف رأسى لتكبير الإشارة تحت الاختبار، التى تصل إلى المكبر عندما نوصل طرف القياس y (probe) إلى الإشارة المراد إختبارها . وتوجد دائرة توهين للتحكم فى جهد إشارة الدخل لتظهر الإشارة فى إطار الشاشة.. يوصل خرج هذه المرحلة إلى دائرة ADC (محول تماثلى رقمى) الموجودة فى مرحلة نظام التحصيل . كما يوصل الخرج إلى مرحلة التزامن الأفقى (Trigger).

٢ -دائرة القسم الأفقى.

وتتكون من مؤقت نظام العينات الأفقى . ويحدد غالباً كيف يأخذ المحول التماثلى الرقمى ADC العينة. ومعدل المؤقت عند هذه اللحظات يسمى "معدل العينه" ويقاس بالعينة /ثانية. نقط العينات الواردة من المحول التماثلى الرقمى تخزن فى الذاكرة على شكل نقاط لأكثر من نقطة عينة واحدة يمكن أن تصنع مع بعض

النقاط الموجية موجة واحدة مسجلة، عدد نقاط الأشكال الموجي ة المستخدم ة لرسم شكل الموجة المسجلة تسمى الطول المسجل.
خرج هذه المرحلة يوصل إلى المحول التماثلى الرقمى الموجود بدائرة نظام التحصيل.

٣ -دائرة نظام القدح (Trigger System)

تستخدم لتحديد بداية وتوقف أخذ نقاط التسجيل لنظام العينات الأفقى ، كما تستخدم للتحكم فى التزامن الأفقى، ويوصل إليها خرج المكبر الرأسى لإ حداث توافق بين التزامن الرأسى والأفقى. ويوصل خرج هذه الدائرة إلى دائرة القسم الأفقى.

٤ -دائرة نظام التحصيل

ويتكون هذا القسم من:

أ -دائرة محول تماثلى رقمى ADC:

ويقوم بتحويل الإشارة تحت الاختباروالواصلة من القسم الرأسى، من إشارة تماثلي ة إلى معلومات رقمي ة، وذلك عن طريق نبضات مؤَقِتْ التزامن (Sample Clock)، والواصلة من القسم الأفقى، ويوصل خرج المحول التماثلى الرقمى إلى الذاكرة، التى تقوم بتسجيل الإشار ة فى صورة معلومات رقمي ة لاظهار الاشارة تحت الاختبار.

ب -الذاكرة:

وتقوم بتسجيل الموج ة الواصلة من الـ ADC على شكل رقمى ، ويوصل إليها عينات التزامن الواصلة من القسم الأفقى، وتوصل الإشارتين من خلال الذاكرة إلى دائرة المعالج، فتقوم بمعالجتها حسب النظام المطلوب، ثم تعاد إلى الذاكرة بعد المعالج لتخزينها، وتوصيلها إلى نظام الإظهار الرقمى.

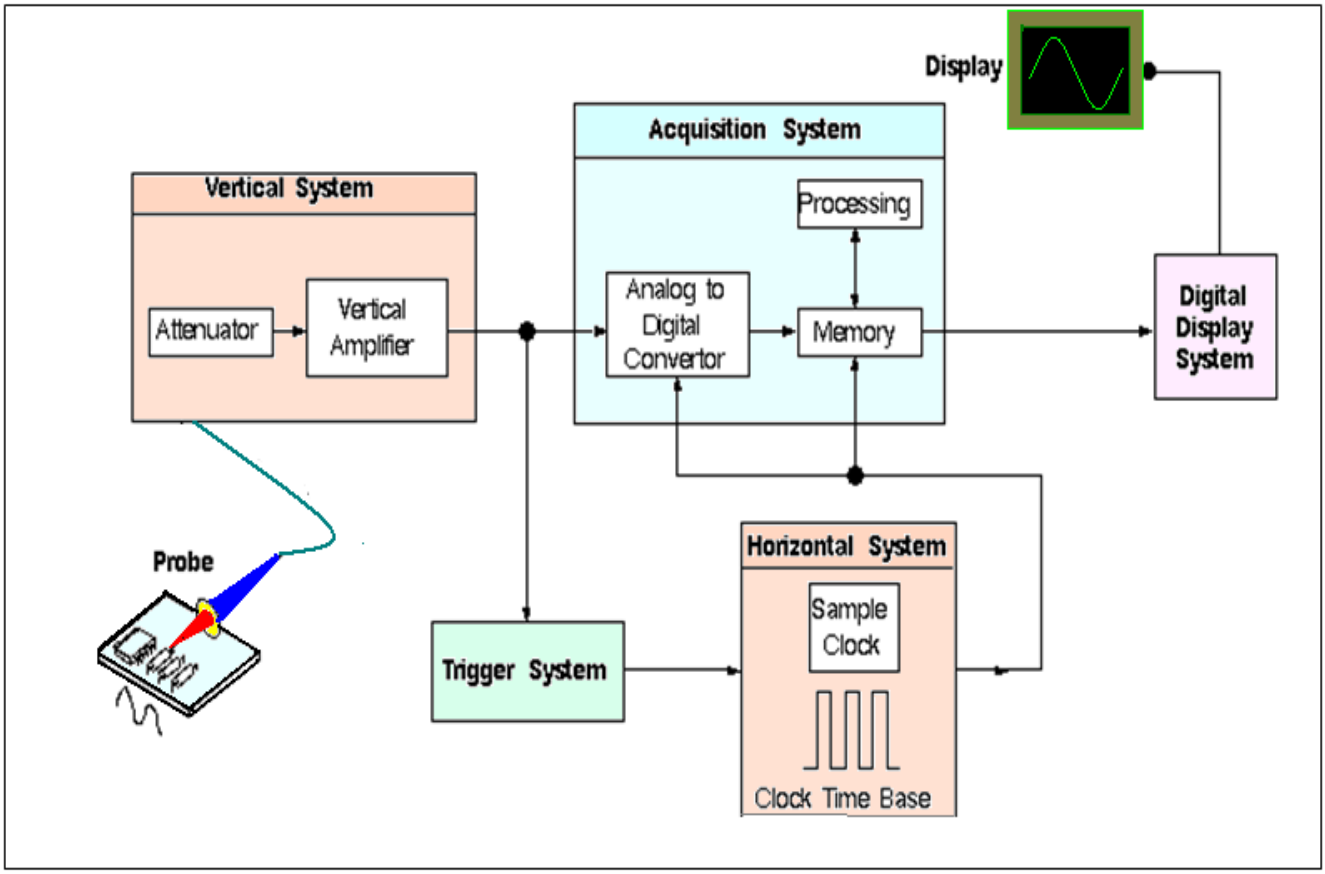
ج قسم المعالج:

وفيه يتم معالجة الموج ة المراد قياسها ، والمسجلة بالذاكر ة، على شكل معلومات رقمية، مع دخل عينة الساع ة (التزامن) الواصل من القسم الأفقى. وعندما تتساوى عينة الساع ة مع نقاط الموج ة المسجلة، تفتح بوابة تمر الموج ة من خلالها إلى الذاكر ة، التى تقوم بتوصيلها إلى قسم العرض الرقمى أو تخزينها.

- نظام العرض الرقمى Digital Display System :

يتم فى هذه الدائرة تحويل المعلومات الرقمية المعبرة عن الإشارة إلى إشارة تماثلية إذا كانت وسيلة الإظهار هى أنبوبة CRT. أما إذا كانت وسيلة الإظهار رقمية. فيتم معالجة الإشارة رقمياً لإظهارها.

ويمكن أن تشتمل وسيلة الإظهار على إظهار رقمى لبيانات الإشارة ومعلومات رقمية عنها. وأيضاً إظهار الإشارة بشكلها التماثلى.



شكل (1-11)

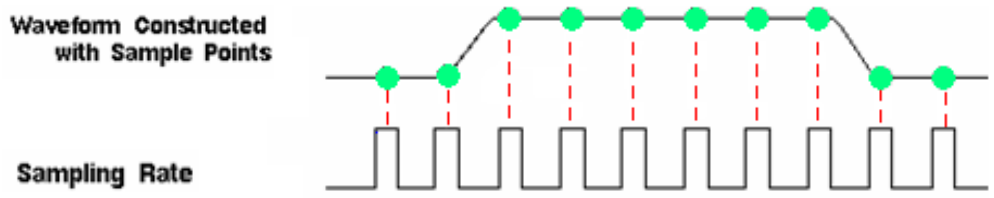
تركيب جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى

طرق أخذ العينات:

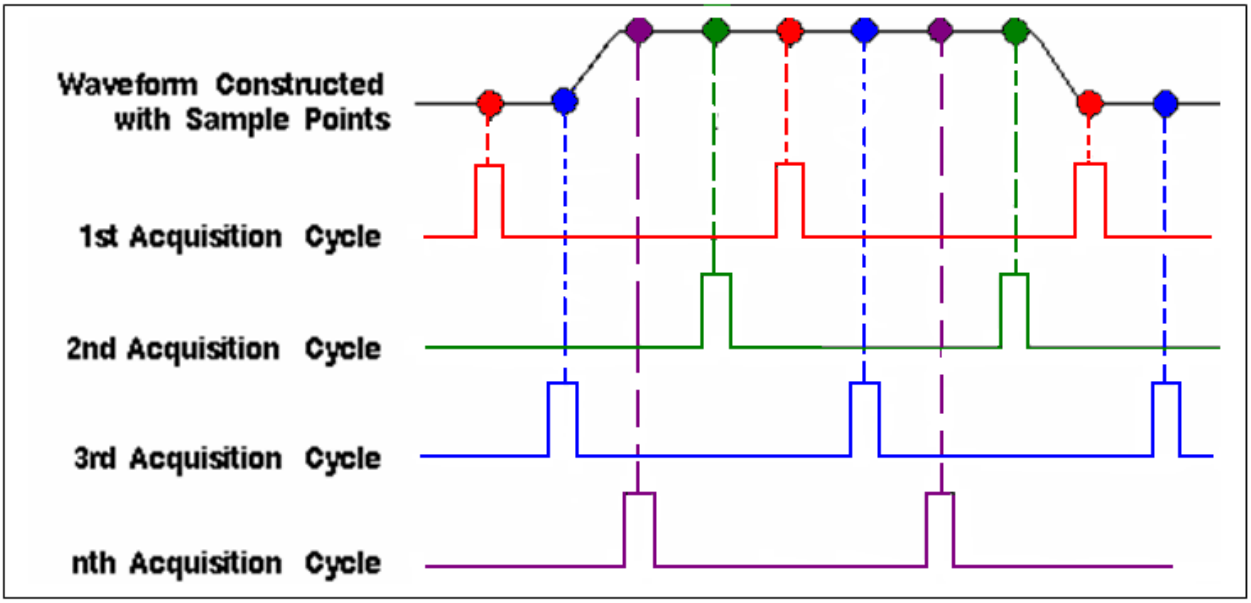
طريقة العينة تختبر الأوسيلوسكوب الرقمى عن كيفية تجميع نقاط العين ة لإظهار التغيرات البطيئة للإشارة، وكذا تجميع أكثر من نقاط عين ة تكون كافي ة لرسم صور ة دقيقة. ويتم ذلك بإحدى طريقتين:

١ - طريقة الوقت الحقيقى مع أخذ العينات، شكل (1-12-أ).

٢ - طريقة تكافؤ الوقت وأخذ العينات، شكل (1-12-ب).



شكل (أ)



ب نظرية عمل جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى :

يتم توصيل الإشارة المراد مشاهدتها ودراستها إلى الدخل الرأسى Y لجهاز الأوسيلوسكوب، تكبر فى المكبر الرأسى، ويتم التحكم فى درجة التكبير عن طريق الموهن، لتظهر الصورة على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب كاملة. تقوم دائرة المحول التماثلى الرقمى ADC بتحويل الإشارة من إشارة تماثلية إلى إشاراة رقمية توصل إلى الذاكرة.

يقوم القسم الأفقى بتوليد نبضات الا نحراف الأفقى ، وكذلك توليد نبضات مؤقت نظام العينات، الذى يحدد كيفية عمل المحول التماثلى الرقمى لأخذ العينات من الموجة الداخلة. كما يحدد بداية ونهاية زمن تسجيل أخذ العينات بحيث يتناسب مع زمن الموجة المطلوب مشاهدتها، وتقوم الذاكرة بتوصيل المعلومات عن الإشارة ونبضات مؤقت العينات إلى دائرة المعالجة لتقوم بمعالجة الإشارتين وإجراء العمليات المطلوبة على الإشارة، ثم تعود النتائج إلى الذاكرة لتتعامل معها من حيث تخزينها أو إرسالها إلى وسيلة الإظهار، (الشاشه)، لإظهار شكل الموجة، وأيضاً إظهار نتائج المعالجة (جميع البيانات المراد معرفتها عن الإشارة)، فى صورة رقمية مكتوبه.

مميزات الأوسيلوسكوب الرقمى :

١ يمكن استخدامه كأوسيلوسكوب تماثلى بجانب عمله كأوسيلوسكوب رقمى

٢ يمكنه إظهار أحسن صورة للإشارة، بالضغط على مفتاح واحد فقط (Auto)، دون استخدام مفاتيح الحساسية الأفقية والرأسية .

٣ يمكنه إظهار جميع القياسات الخاصة بالدخل على الشاشة بصورة رقمية مثل الأفوميتر (جهاز قياس الجهد والتيار الكهربى) الرقمى.

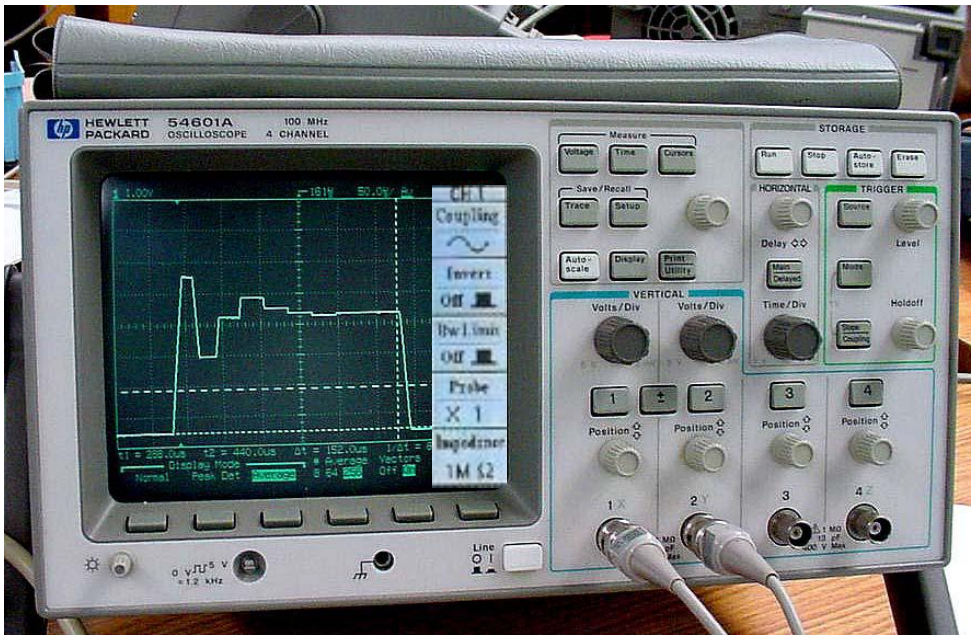
٤ يمكنه إتمام عمليات حسابية، مثل الجمع والطرح والضرب والقسمة، لكل من الجهد والتردد والزمن للإشارتين الداخلتين على القناتين (X,Y).

٥ يمكنه تثبيت (توقيف) للإشارة عن طريق مفتاح Run–Stop.

٦ يمكنه تخزين الإشارة، بالضغط على مفتاح Storage، بنفس ترددها وشكلها ، كما يمكنه تخزين لعشرة موجات عينات فى نفس الوقت، بشرط إعطاء كل موجة رقم تخزين (من 1:10) تحفظ به فى الذاكرة.

٧ يمكنه إجراء الاختبارات والقياسات التى تتم على X-Y Mode، كقياس التردد بالمقارنة، وإظهار أشكال الليساجوس

والشكل (1-13) يبين منظراً عاماً لجهاز الأوسيلوسكوب الرقمى:



شكل (1-13)

منظر عام لجهاز الأوسيلوسكوب الرقمى

اوسيلوسكوب التخزين الرقمى :

يمكن استخدام الاوسيلوسكوب العادى لتخزين أشكال موجيه والاحتفاظ بها لمده طويله تتراوح بين (150:10 ساعه) بعد إنتاج النموذج . ويتم ذلك بإستخدام أنبوبة CRT خاصه مثل الأنبوبه العاديه مع إضافة شبكه للتخزين خلف الشاشه الفسفوريه . ونظرا للتطور ولعيوب CRT الخازنه السابق الإشاره اليها . وهى حاجتها الى توصيل التيار الكهربى للمحافظه على الشكل المخزن طول فترة التخزين - الاثر المخزن لا يكون دقيقا - كما تقل سرعة إظهار العينه على الشاشه - لا يمكن تخزين أكثر من صوره .

والطريقه المتبعه لتخزين اثر الموجات هى اوسيلوسكوب التخزين الرقمى DSO Digital Storage OSC حيث يستخدم ذاكره رقميه يخزن بها الشكل المطلوب تخزينه بعنوان معين ويمكن تخزين عدد من الاشكال ويتم إظهار الشكل عدة مرات طالما أن القدره الكهربيه مسلطه على الذاكره ويستخدم لذلك بطاريه حتى لا تفقد الاشكال عند قطع القدره الكهربيه عن جهاز الاوسيلوسكوب .

والشكل (1-14) يبين دائرة تخطيطيه لأوسيلوسكوب تخزين رقمى . حيث يتكون من:

أ -قسم تحصيل البيانات .

ويتكون من مكبر عزل لعزل دائرة دخل المكبر الرأسى عن الجهاز ، ودائرة أخذ العينات ثم دائرة محول تماثلى رقمى **ADC** .

ب -الذاكره .

وتستخدم لتخزين العينات والأشكال المطلوب تخزينها بعد إعطائها عنوان بالذاكره عن طريق دائرة عداد العناوين .

ج دائرة تحكم .

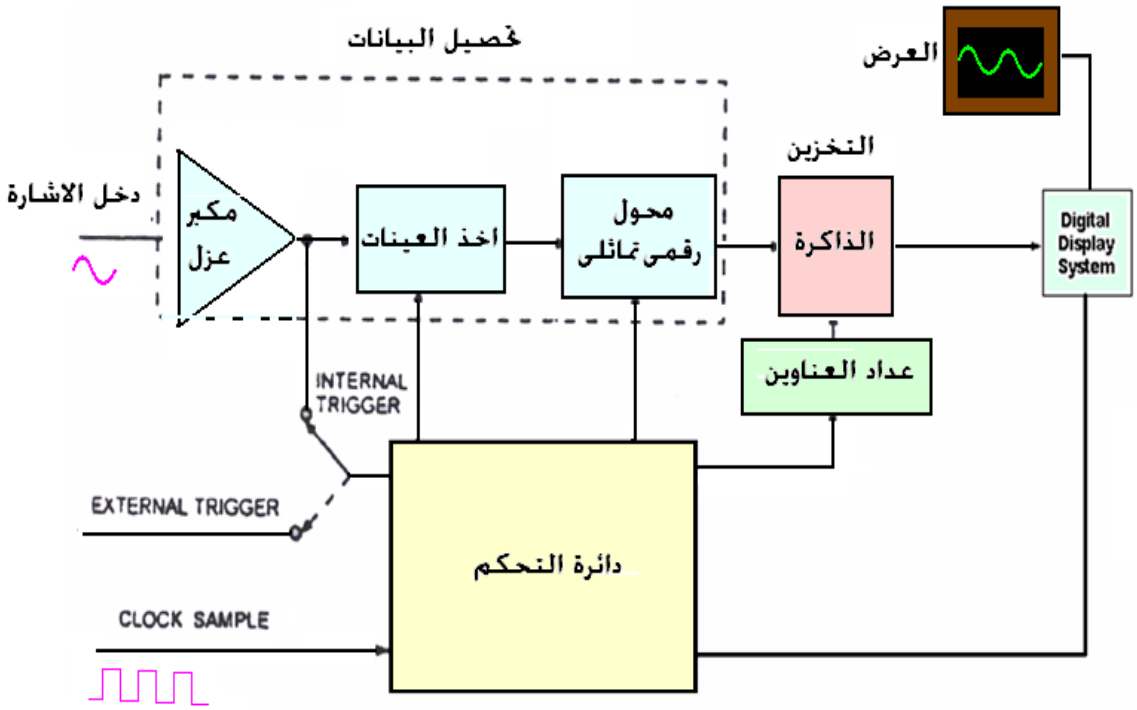
وتستخدم للتحكم فى أخذ العينات والتحكم فى خط الأساس الزمنى الأفقى .

د -دائرة عداد العناوين .

لإعطاء عناوين بالذاكره للعينات المخزنه .

ه -دائرة الإظهار .

وتحتوى دائرة محول رقمى تماثلى Analog digital converter (ADC) لتحويل المعلومات الرقميه إلى إشاره تماثليه ، وتحتوى أيضاً دائرة مكبر إنحراف رأسى ومكبر إنحراف أفقى ، والشاشه التى تقوم برسم صورة الإشاره المطلوب إظهارها والمعلومات الخاصه بهذه الإشاره .



شكل (1-14) دائرة تخطيطيه لأوسيلوسكوب تخزين رقمى

طريقة عمل أوسيلوسكوب التخزين الرقمى :

تعتمد فكرة التخزين الرقمى للأوسيلوسكوب على وجود ذاكره يتم فيها تخزين الإشارات المطلوب تخزينها بعد إعطاء كل إشاره رقم معين بالذاكره .

تدخل الإشاره المراد دراستها وتخزينها من الدخل الرأسى إلى محول ADC يحولها إلى عينات توصل إلى الذاكره حيث تأخذ عنوان معين عن طريق دائرة عداد العناوين وبإعطاء أمر تخزين عن طريق مفتاح Storage فيتم تخزين الإشاره وهكذا بالنسبه لأى إشارات أخرى ويمتاز نظام التخزين الرقمى بطول مدة التخزين طالما وجد مصدر تغذيه للذاكره حيث تستخدم بطاريه صغيره تعمل لفتره طويله . كما أن الشكل الموجى المرقم بالذاكره يمكن تحليله بواسطة الأوسيلوسكوب أو بتحميل محتويات الذاكره إلى جهاز كمبيوتر .

1– 4- تطبيقات إستخدام جهاز الاوسيلوسكوب:

يستخدم جهاز الاوسيلوسكوب فى: مشاهدة أشكال الموجات – قياس نسبة التشكيل – قياس تردد الإشاره بالمقارنه – قياس الاساس الزمنى – قياس زاوية الوجه – قياس التيار – قياس عزل الكابلات – رسم منحنيات الخواص للعناصر الالكترونيه مثل الدايود والزينر والترانزستور .

وقد تم التعرض لإستخدام الجهاز لمشاهدة أشكال الموجات و قياس التردد بالصف الاول . وسوف نتعرض لباقى إستخدامات جهاز الاوسيلوسكوب كالتالى :

١ - إيجاد نسبة التشكيل (عمق التشكيل الإتساعى)

توصل الإشاره المشكله إلى أطراف دخل الألواح الرأسيه . ونضبط تردد المسح حتى يظهر على الشاشه شكل الإشاره المشكله . وبواسطة تدريج الشاشه يتم معرفة قيمة الإرتفاع الأكبر (X) وكذلك الإرتفاع الأصغر (Y) . كما فى شكل (1-15) وتعين النسبه المئويه للتشكيل من المعادله الآتيه :

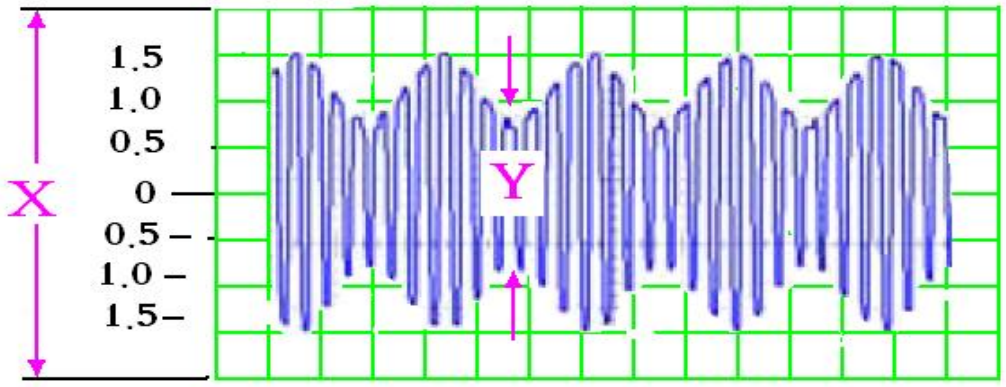
$$m\ \% = \frac{X-Y}{X+Y}\times 100\%$$

فمثلاً إذا كان الإرتفاع (X) = 6سم .

والإرتفاع (Y) = 4سم ،

فإن :

$$m\% = \frac{6-4}{6+4}\times 100\% = 20\%$$



شكل (1–15) كيفية تعيين نسبة الشكيل

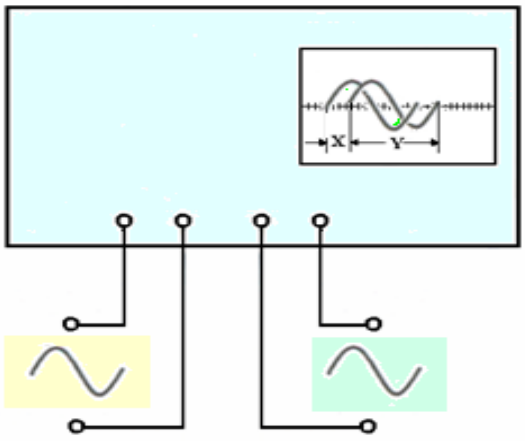
٢ - قياس فرق الطور (زاوية الوجه) بين موجتين

(Measurement of Phase Difference)

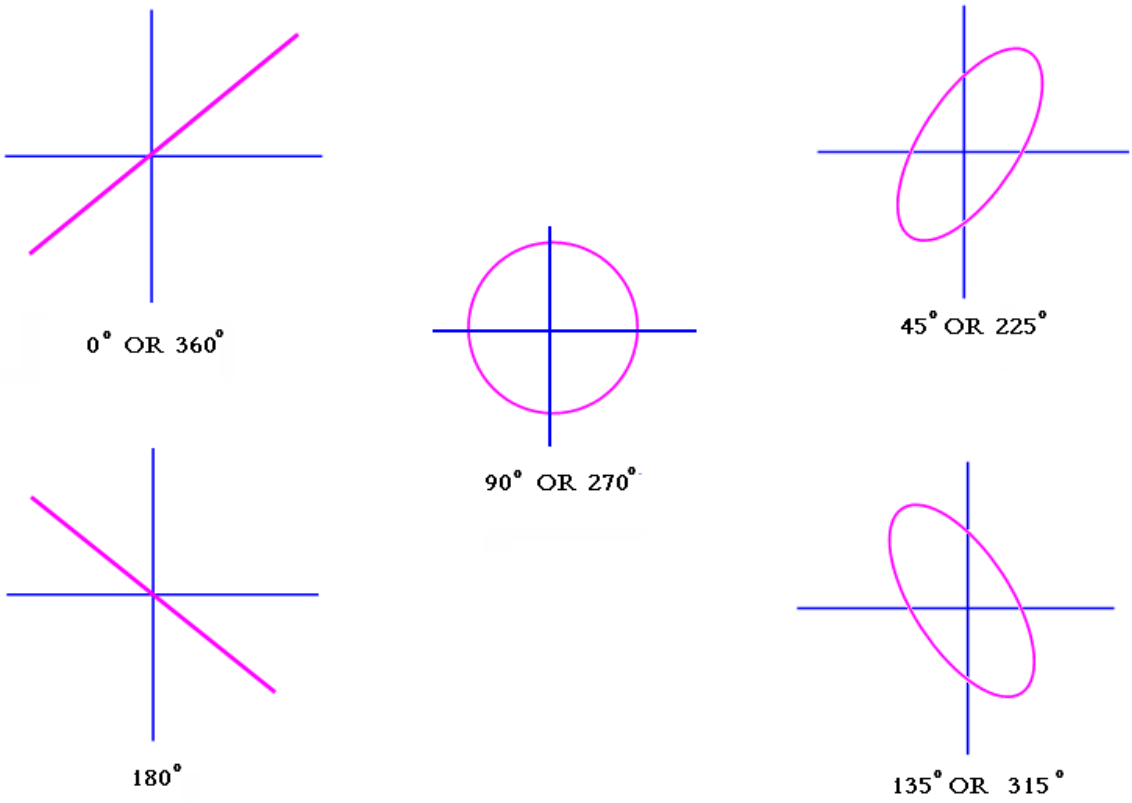
يمكن قياس فرق الطور بين جهدى إشارتين جيبيتين لهما نفس التردد بإستخدام جهاز أوسيلوسكوب سواء كان من النوع مزدوج الشعاع أو مفرد الشعاع كالآتى:

أ –فى حالة إستخدام جهاز أوسيلوسكوب مزدوج الشعاع لهذا الغرض يتم التوصيل كما فى شكل (1–16–أ) مع التأكد من أن الضابط المتغير لتردد المسح الأفقى على وضع معايرة "CAL" بعد ذلك يضبط تردد المسح الأفقى حتى نحصل على أقل عدد من الذبذبات الكامله على الشاشه ، وأفضلها أن تكون ذبذبه واحدة لكل إشاره ، ثم يقاس طول موجه كامله لأى إشاره منهما (Y) ، ثم يقاس مسافة الفرق بين قيمتى بدايتهما (X) وبعد ذلك يمكن حساب زاوية فرق الطور Φ كالآتى :

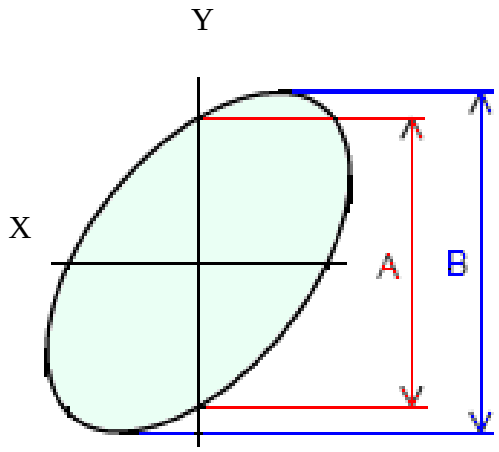
$$\Phi = \frac{X}{Y} \times 360°$$



شكل (١ – ١٦ – أ)



ب – أما فى حالة إستخدام جهاز أوسيلوسكوب ذو شعاع واحد لقياس فرق الطور بين إشارتين لهما نفس التردد ، أى إستخدام جهاز أوسيلوسكوب مع فصل تردد المسح الأفقى ، وتستخدم طريقة المسح الأفقى بإستخدام جهد موجى جيبى ، حيث يوصل جهد الإشاره الأولى (V1) إلى دخل (Y) كما يوصل جهد الإشاره الثانيه (V2) إلى دخل (X) (فى حالة المسح الأفقى) ، وعلى ذلك يظهر على شاشة الأوسيلوسكوب أحد الأشكال الموضحه بالشكل (1-16-ب) التى توضح فرق الطور بين الإشارتين ، ومن الشكل نستطيع معرفة فرق الطور بين جهدى الإشارتين .



شكل (1-17) تعيين زاوية الطور بدقه

كيفية حساب زاوية الطور

ويتم تعيين زاوية الطور Φ بدقه من الشكل (1-17) بإستخدام المعادله التاليه:

$$\sin\Phi = \frac{A}{B}$$

حيث : **(A)** هى المسافه بين نقطتى تقاطع القطع الناقص مح المحور الرأسى .

(B) هى المسافه الرأسيه بين قيمتى القطع الناقص .

ويجب فى هذه الحاله ضبط كل من مكبر (Y) ومكبر (X) بجهاز أوسيلوسكوب على قيممه واحده وضبط النقطه المضيئه فى منتصف الشاشه قبل توصيل الإشارتين

٣ - إستخدام أجهزة الأوسيلوسكوب فى ضبط أجهزة الإستقبال .

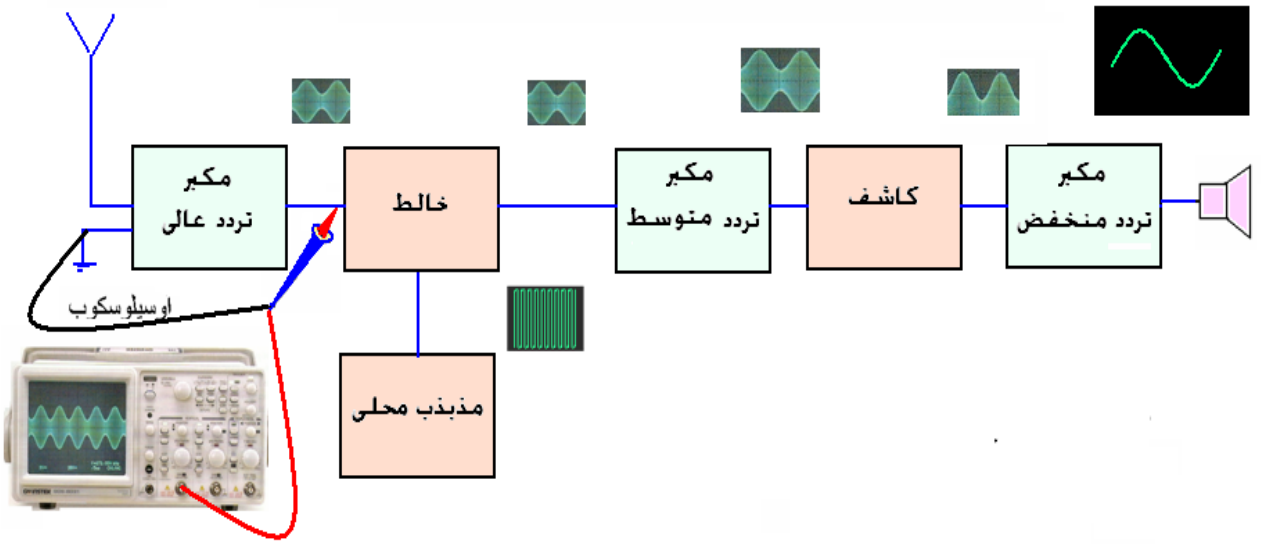
يستخدم جهاز الأوسيلوسكوب سواء كان مفرد الشعاع أو مزدوج الشعاع لإختبار الدوائر المختلفه لأجهزة الإستقبال (راديو أو تليفزيون) ويتم ذلك بعدة طرق منها :

أ -تتبع الأشكال الموجيه لإشارات الدخل والخرج بالمراحل المختلفه :

فى هذه الطريقه يتم توصيل الجهاز تحت الإختبار بمنبع التغذيه ثم يوصل طرف الأوسيلوسكوب الأرضى بالشاسيه للجهاز تحت الإختبار.

و يتم تتبع الإشاره لكل مرحله عن طريق وضع طرف مجس القياس لجهاز الأوسيلوسكوب والمتصل بالدخل الرأسى Y لجهاز الأوسيلوسكوب فيظهر شكل الموجات على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب . يتم مقارنة هذه الإشارات مع الإشارات النموذجيه بكتالوج الجهاز ومن ذلك يمكن تشخيص العطل أو إظهار الخلل فى المرحلة تحت الإختبار .

يمكن إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب ذو الشعاعين لإظهار إشارة الدخل وإشارة الخرج للمرحله تحت الإختبار فى نفس اللحظه ومقارنتهما والشكل (1-18) يبين طريقة تتبع الإشارات بجهاز إستقبال راديو AM .



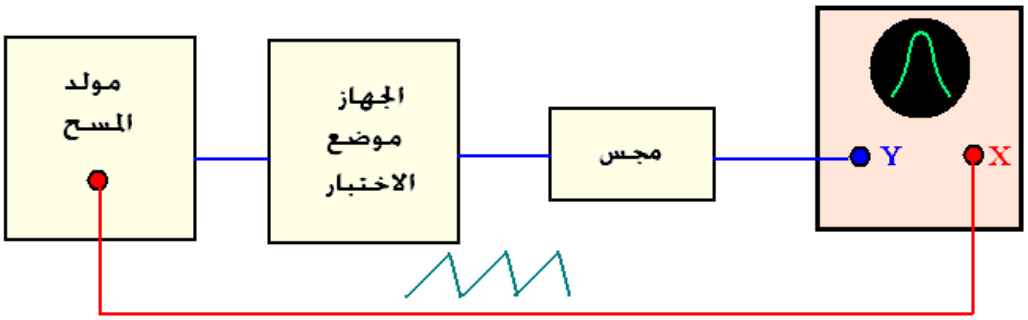
شكل (1-18)

تتبع الإشارات بجهاز إستقبال

ب - ضبط منحنيات الخواص لمراحل جهاز الإستقبال

ج -يتم توصيل جهاز الأوسيلوسكوب كما بالشكل (1-19) مع جهاز مولد المسح والعلامه وذلك لضبط وإختبار منحنيات الخواص لمراحل مكبرات التردد العالى والمتوسط لأى من أجهزة الإستقبال الصوتى أو أجهزة الإستقبال التليفزيونى وذلك بضبط تردد مولد الإكتساح (المسح) على

قيمة حول القيمه التى تساوى تقريباً تردد المنتصف للمرحله تحت الإختبار .
فيظهر شكل المنحنى على شاشة الأوسيلوسكوب وبإستخدام مولد العلامه يتم وضع علامه على المنحنى عند قيم مختلفه لتردد المنحنى ومنها يمكن تحديد مدى دقة المنحنى .



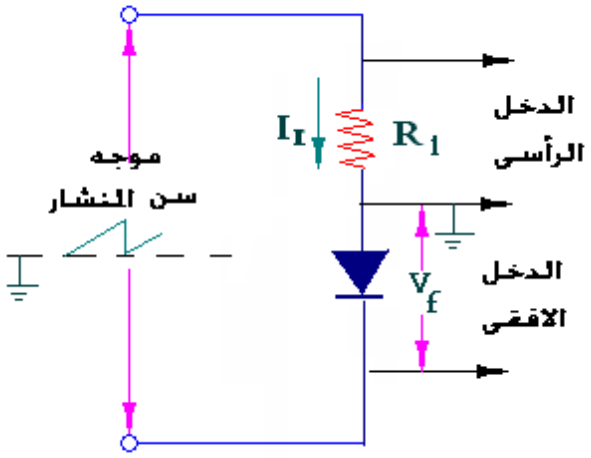
شكل (1-19)

ضبط منحنيات الخواص لمكبر تردد عالى

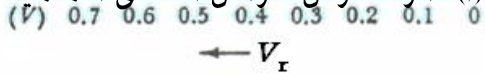
٤ - استخدام جهاز الأوسيلوسكوب فى عرض منحنيات خواص النبائط الإلكترونيه .

أ -عرض منحنى خواص الوصله الثنائيه :

فى هذه الحاله يتم توصيل الدائره كما بالشكل (1-20-أ) حيث يوصل بدخل الدائره نبضات سن منشار فى حدود من 100 Hz إلى 1KHz ثم يوصل طرفى دخل CH1 للأوسيلوسكوب بالتوازى مع الثنائى ودخل CH2 بالتوازى مع R1 مع مراعاة ضبط وضع الأوسيلوسكوب على وضع (X-Y) Mode فيظهر شكل المنحنى الموضح بالشكل (1-20- ب) .



(أ) دائرة لعرض خواص الثنائى الأمامية



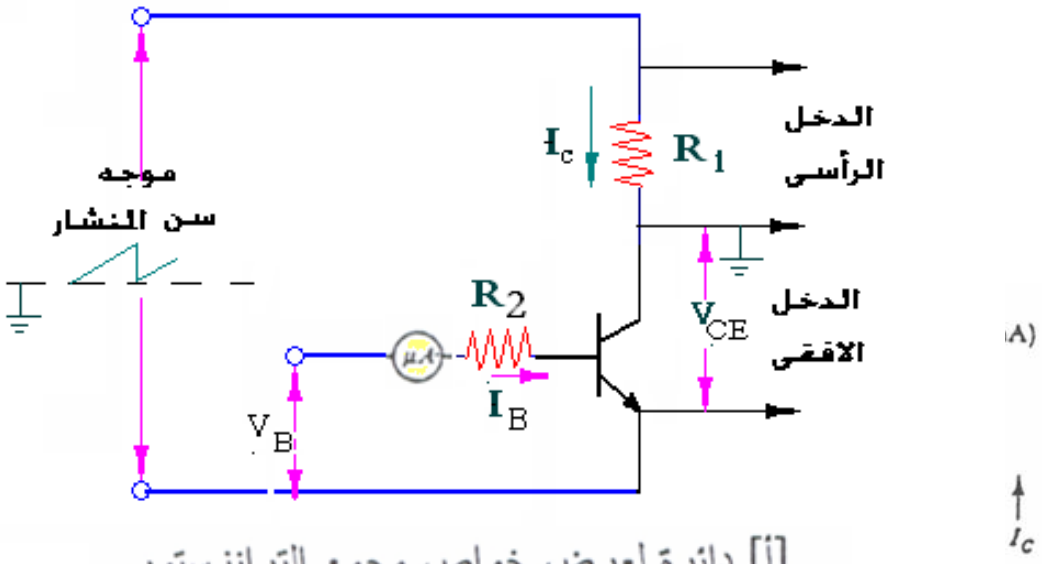
(ب) منحنى خواص الثنائى

شكل (١-٢٠)

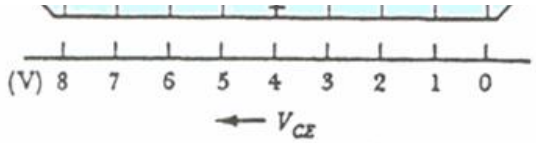
(ب) منحنى خواص الثنائى
شكل (1-20)

ب -عرض منحنيات خواص الترانزستور :

توصل الدائره كما بالشكل (1-21-أ) حيث يوصل دخل الأوسيلوسكوب CH1 بين المجمع والمشع ويوصل دخل الأوسيلوسكوب CH2 بالتوازى مع مقاومة الحمل RL كما توصل نبضات سن المنشار كما بالشكل فيظهر منحنى الخواص الموضح بالشكل (1-21-ب) وذلك عند قيم مختلفه لتيار القاعده IB



[أ] دائرة لعرض خواص مجمع الترانزستور.



[ب] عرض مبينة الذبذبات لخواص مجمع الترانزستور.

شكل (1-21)

المواصفات الفنية لجهاز الأوسيلوسكوب .

مقاس الشاشة	6 IN(8X10) div
القسم الرأسى	

الحساسية	5 mv/div-5v/div
ممانعة الدخل	1 Mاوم
اقصى دخل	600V p-p
مفرد /مزدوج	Ch1-ch2
زمن المسح الافقى (الحساسية)	0.1 ميكرو /ث : 0.5 s/ dv
اقصى زمن مسح	20n s/ div
مصدر التغذية	220 v

★ بالنسبة لمواصفات جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى فهى نفس المواصفات السابقة مضافة اليها الاتى:حجم الذاكرة- عدد الاشكال الممكن حفظها بالذاكرة – نسبة زمن العينات – عدد التفاصيل الرأسية

★و حاليا يوجد جهاز اوسيلوسكوب رقمى بالاضافة الى جهاز متعدد القياس (افوميتر) فى جهاز واحد يدوى (يمكن حمله) و الشكل يبين منظر عام للجهاز

اسئلة الباب الأول

١ -وضح بالرسم التخطيطى المراحل الأساسيه التى يتكون منها جهاز الأوسيلوسكوب مفرد الشعاع . ثم إذكر بإختصار وظيفة كل مرحله .

٢ -إشرح نظرية عمل جهاز الأوسيلوسكوب مفرد الشعاع .

٣ -ما الفرق بين جهاز الأوسيلوسكوب ذو الشعاعين و ذو المسارين ؟

٤ -يمكن جعل جهاز الأوسيلوسكوب ذو الشعاع الواحد أن يقوم بعمل جهاز الأوسيلوسكوب ذو الشعاعين . وضح كيف يتم ذلك .

٥ -وضح بالرسم التخطيطى مراحل المفتاح الإلكترونى . ولماذا يستخدم ؟

٦ -إشرح نظرية عمل الأوسيلوسكوب مزدوج الشعاع .

٧ -إذكر الفرق بين الأوسيلوسكوب الرقمى و الأوسيلوسكوب التماثلى .

٨ -إرسم شكل تخطيطى لمراحل جهاز الأوسيلوسكوب الرقمى مع توضيح عمل كل مرحله .

٩ -إشرح نظرية عمل الأوسيلوسكوب الرقمى .

١٠ - بم يمتاز الأوسيلوسكوب الرقمى عن التماثلى .

١١ - وضح كيفية إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب لحساب نسبة التشكيل .

١٢ - بين بالرسم كيفية إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب مع مولد مسح لرسم منحنى الإستجابه الترديه لكبر تردد متوسط بجهاز إستقبال (راديو).

١٣ - وضح مع الرسم كيفية قياس زاوية الطور (فرق الوجه) بين موجتين بجهاز الأوسيلوسكوب .

١٤ - وضح كيفية إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب لتتبع الإشاره بجهاز إستقبال (راديو) .

١٥ - إشرح مع الرسم كيفية إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب لرسم منحنيات خواص ثنائى السيليكون .

١٦ - إشرح مع الرسم كيفية إستخدام جهاز الأوسيلوسكوب لرسم منحنيات خواص الترانزستور .

الباب الثالث

3

أجهـزة الاختبـــار

3 -1 جهاز اختبار الترانزاستور (التركيب- نظرية العمل)

3 -2 جهاز اختبار الدوائر المتكاملة (التركيب- نظرية العمل)

3 -3 تطبيقات

أجهـــزة الاختبـــار

الترانزستور نبيطة تعمل بالتيار، بمعنى أن التيار المار بدائرة المشع والقاعدة يتحكم فى التيار المار بدائرة المجمع. وحيث أن للترانزستور ثلاثة أطراف هى كما نعلم: المشع Emitter – القاعدة Base – المجمع Collector. ويكون أحد الأطراف هو طرف الدخل، والطرف الثانى هو طرف الخرج، بينما الطرف الثالث فيكون مشتركاً بين الدخل والخرج. وعلى ذلك فإنه توجد ثلاث طرق لتوصيل الترانزستور بالدائرة هى:
طريقة المشع المشترك - طريقة القاعدة المشترك - طريقة المجمع المشترك.
تختلف خواص كل طريقة عن الأخرى

3-1-1 تركيب جهاز اختبار الترانزستور Transistor Tester

هذا الجهاز لاختبار الترانزستور العادى، والترانزستور ذى التأثير المجالى (FET)، والثايرستور (SCR)، والتأكد من صلاحيتها، ومعرفة أطرافها سواء كانت داخل الدائرة أو خارج الدائرة.

تتكون دائرة الجهازفى أبسط صورة كما بالشكل (3-1) من:

١ -دائرة مولد نبضات: ويستخدم لتوليد تيار نابض لتغذية قاعدة الترانزستور تحت الاختبار.

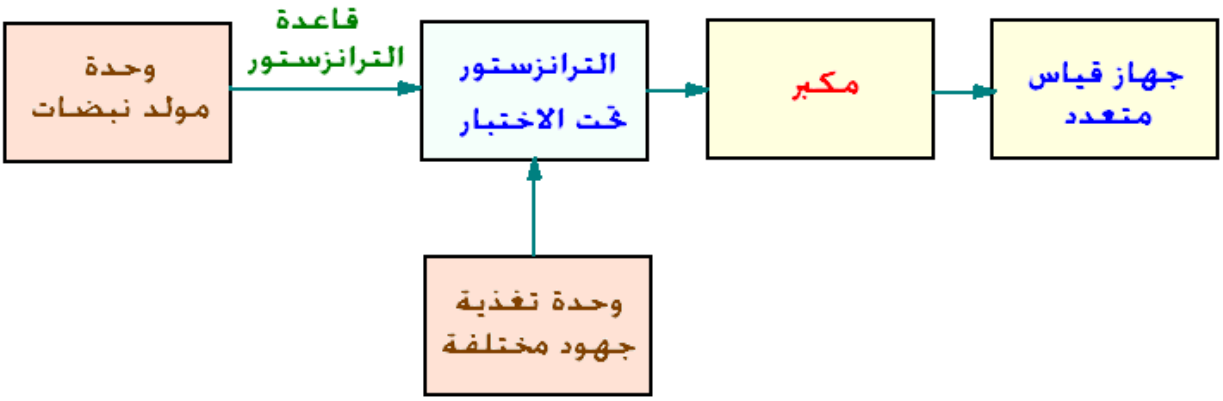
٢ -وحدة تغذية بجهود مختلفة: وتقوم بتوليد جهود مختلفة لتغذية الترانزستور تحت الاختبار بالجهود اللازمة لتشغيله، على حسب نوع الترانزستورالمراد اختباره.

٣ -قاعدة: لوضع العنصر المراد اختباره فيها وتوجد على واجهة الجهاز.

٤ -دائرة مكبر: لتكبير نتائج الاختبار قبل توصيلها إلى دائرة القياس.

٥ -جهاز قياس متعدد: ويستخدم لقياس معامل تكبير الترانزستور، وتيار التسرب.

كما تتوفر وسيلة بيان يمكن عن طريقها بيان نوع الترانزستور NPN أو PNP، وتتوفر أيضاً أطراف توصيل لاستخدامها عند اختبار العنصر داخل الدائرة.



شكل (٣-١)

3-1-2 نظرية عمل الجهاز :

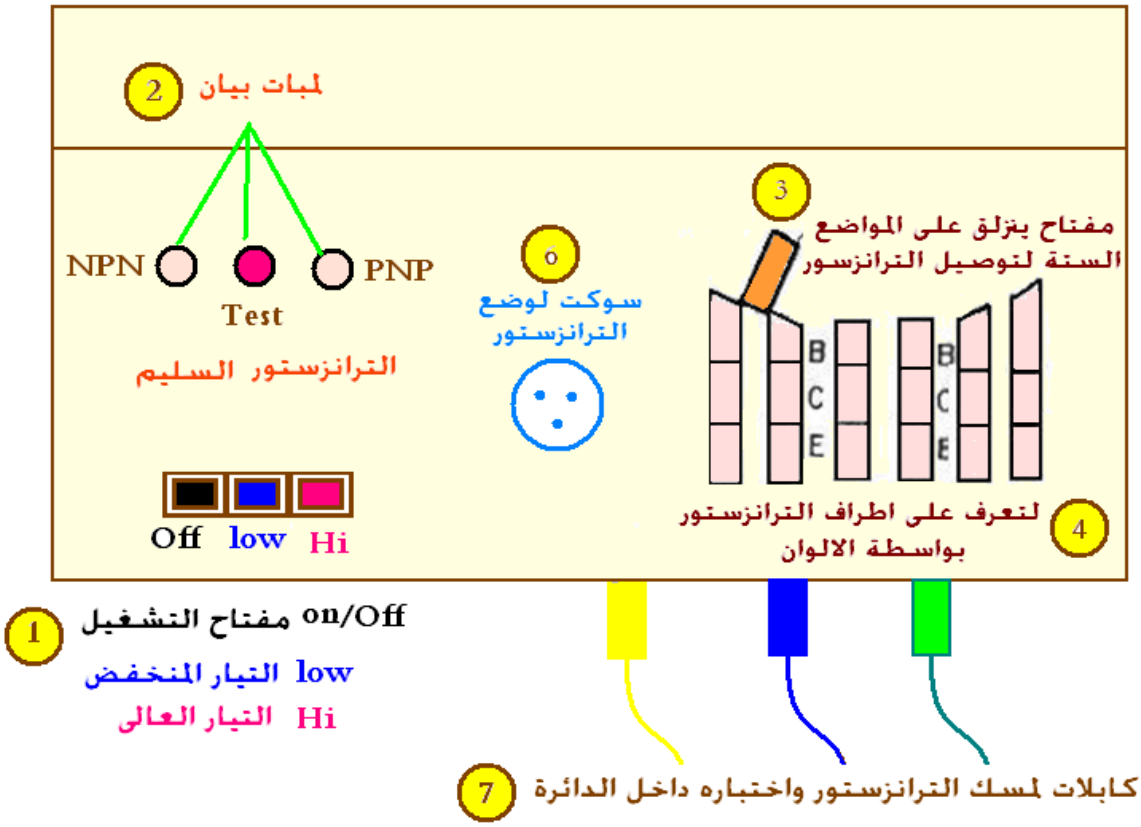
تقوم وحدة مولد النبضات بتوليد نبضات توصل إلى قاعدة الترانزستور تحت الاختبار، وفى نفس الوقت يتم تغذيته بالجهود اللازمة لتشغيله عن طريق وحدة التغذية. الإشارات الخارجة من الترانزستور توصل إلى مكبر لتكبيرها، ثم توصل إلى جهاز قياس لإظهار النتائج. و الشكل (3-2) يبين الواجهة الأمامية لجهاز اختبار الترانزستور مبينا عليها مجموعة مفاتيح وفتحات لوضع الترانزاستور المراد اختباره بها، وأيضاً مجموعة لمبات لبيان نتيجة الاختبار، وسنوضح عمل كل منها كالآتى:

١ - مفتاح (Off-Low-Hi):

يستخدم هذا المفتاح لمد الجهاز بالقدرة لاختبار الترانزستور، وذلك بوضع المفتاح فى الوضع Lo أو الوضع Hi. ويستخدم الوضع Lo للتعرف على الترانزستور، وأطرافه التى تسحب تياراً منخفضاً، وذلك إذا كان موضوعا داخل أو خارج الدائرة، ويستخدم الوضع Hi لاختبار الترانزستور داخل الدائرة أو اختبار كل من FET أو SCR حيث يسحب العنصر المختبر فى هذه الحالة تياراً عالياً.

٢ - لمبات الاختبار:

وهى لمبات حمراء، تومض اللمبة التى فى المنتصف إذا كان الجهاز جاهزا للاختبار، وتطفئ عندما تضئ إحدى لمبات الاختبار الأخرى بـ NPN أو PNP.



شكل (٣-٢)

٣ - مفتاح الاختبار:

وعن طريقه يتم اختبار التوصيلة الملائمة للعنصر المراد اختباره من التوصيلات الستة المختلفة.

٤ - **مبين** : للتعرف على أطراف العنصر المراد اختباره عن طريق الألوان.

٥ - **لمبات الـ NPN أو PNP** التى تبين قطبية وسلامة ونوع العنصر المختبر.

٦ - **سوكت** به ثلاث فتحات لوضع أرجل العنصر المراد اختباره خارج الدائرة.

٧ - **ثلاثة أطراف** بالكابلات لمسك أطراف العنصر المراد اختباره داخل الدائرة.

٨ - **غطاء** يوجد خلف الجهاز غطاء ينزع لتركيب بطارية تشغيل الجهاز ثم يعاد لمكانه ثانية.

3-1-3 تطبيقات:

أولا: الاختبار داخل الدائره:

تأكد قبل الاختبار أن جميع منابع قدرة الدائرة لا تعمل، أى مغلقة، وإذا كان هناك أية مكثفات فيجب التأكد من تفريغ شحنتها تماماً، وذلك لحماية جهاز الاختبار.

أ -اختبار الترانزستور ثنائى الوصلة أو الFET

١ - ضع المفتاح (Off-Lo-Hi) على الوضع Lo.

٢ - وصل أطراف الاختبار الثلاثة ذات الكابلات (الأزرق- الأخضر- الأصفر) بأية طريقة إلى الأطراف الثلاثة للعنصر المراد اختباره داخل الدائرة.

٣ - حرك مفتاح الاختبار تدريجياً ببطء خلال مواضعه الستة حتى تتوهج إحدى اللمبات الحمراء مبينةً أن العنصر NPN أو PNP، وذلك من خلال وضع واحد فقط من مواضع مفتاح الاختبار.

٤ - بالنسبة لـ FET سواء فى الوضع Lo أو Hi، فإن اللمبة الحمراء تتوهج عند موضعين متجاورين من المواضع الستة لمفتاح الاختيار. لمبة NPN سوف تتوهج إذا كان الـ FET من نوع N، كذلك فإن لمبة الـ PNP سوف تتوهج إذا كان الـ FET من نوع P.

٥ - الألوان الواقف عليها مفتاح الاختيار عندما تتوهج لإحدى اللمبات تحدد أطراف العنصر. توجد عناصر لها ثلاثة أطراف ولكنها ليست ترانزستورات أو FET أو ثايرستور، عند اختبارها لا تتوهج أى من اللمبتين.

ب -اختبار الثايرستور SCR:

١ - ضع المفتاح (Off-Lo-Hi) على الوضع Hi.

٢ - وصل أطراف الاختيار الثلاثة (الأزرق-الأحمر-الأصفر) بأى طريقة إلى أطراف الـ SCR الثلاثة، ثم حرك مفتاح الاختيار تدريجياً خلال مواضعه الستة المختلفة.

٣ - معظم الـ SCR تختبر سلامتها بتوهج لمبة الـ NPN فى موضع واحد من مواضع مفتاح الاختيار الستة بينما لمبة الـ NPN فى موضع آخر، وهذا دليل على أن هذا العنصر هو SCR، ويمكن معرفة أطرافه فى موضع توهج لمبة الـ NPN، ويكون بيان أطرافه هى كما يلى: لون القاعدة هو طرف البوابة، ولون المشع هو طرف الكاثود ولون الجامع هو طرف الأنود.

٤ -إذا لم يتم اختبار الـ SCR بهذا الوضع يتم نزعه واختباره خارج الدائرة.

ثانيا: الاختبار خارج الدائره:

أ -اختبار الترانزستور:

١ -ضع المفتاح (Off-Lo-Hi) على الوضع Lo.

٢ -وصل أطراف الاختبار الثلاثة داخل السوكت الموجودة بواجهة الجهاز.

٣ -حرك مفتاح الاختيار بالتدريج خلال مواضعه الستة حتى تتوهج إحدى لمبات بيان نوع الترانزستور، ويمكن معرفة أطرافه عن طريق الألوان الواقف عليها الوضع الخاص بمفتاح الاختيار.

٤ -إذا لم تتوهج أى من اللمبتين فى الأوضاع Lo-Hi فإن الترانزستور يكون غير سليم.

ب -اختبار الـ FET:

١ -ضع المفتاح (Off-Lo-Hi) على الوضع Hi، ثم ضع أطراف العنصر المراد اختباره داخل السوكت الموجود بواجهة الجهاز.

٢ -حرك مفتاح الاختيار بالتدريج خلال مواضعه الستة، حتى تتوهج إحدى لمبات بيان نوع الـFET، ويمكن معرفة طرف البوابة من لون القاعدة الواقف عليها الوضع الخاص بمفتاح الاختيار.

٣ -إذا لم تتوهج أى من اللمبتين، فإن الـ FET يكون غير سليم.

جـ- خطوات اختبار الثايرستور (SCR): هى نفسها التى تم استخدامها فى الفقرة السابقة "داخل الدائرة".

مواصفات الجهاز :

١ -الجهاز يعمل على بطارية 6 فولت.

٢ -تيار المجمع 125 مللى أمبير أثناء الاختبار.

٣ -الجهاز مزود بلمبة بيان متقطعة التوهج لبيان قوة البطاريه.

٤ -الجهاز مزود بأطراف للاختبار داخل الدائرة، أو سوكت للاختبار خارج الدائرة.

٥ -الجهاز مزود بلمبات بيان لمعرفة صلاحية ونوع العنصر المراد اختباره.

٦ -يمكن بواسطة الجهاز معرفة أطراف العنصر عن طريق الألوان المكتوب عليها كل طرف، أو الرمز الدال على اسم كل حرف.

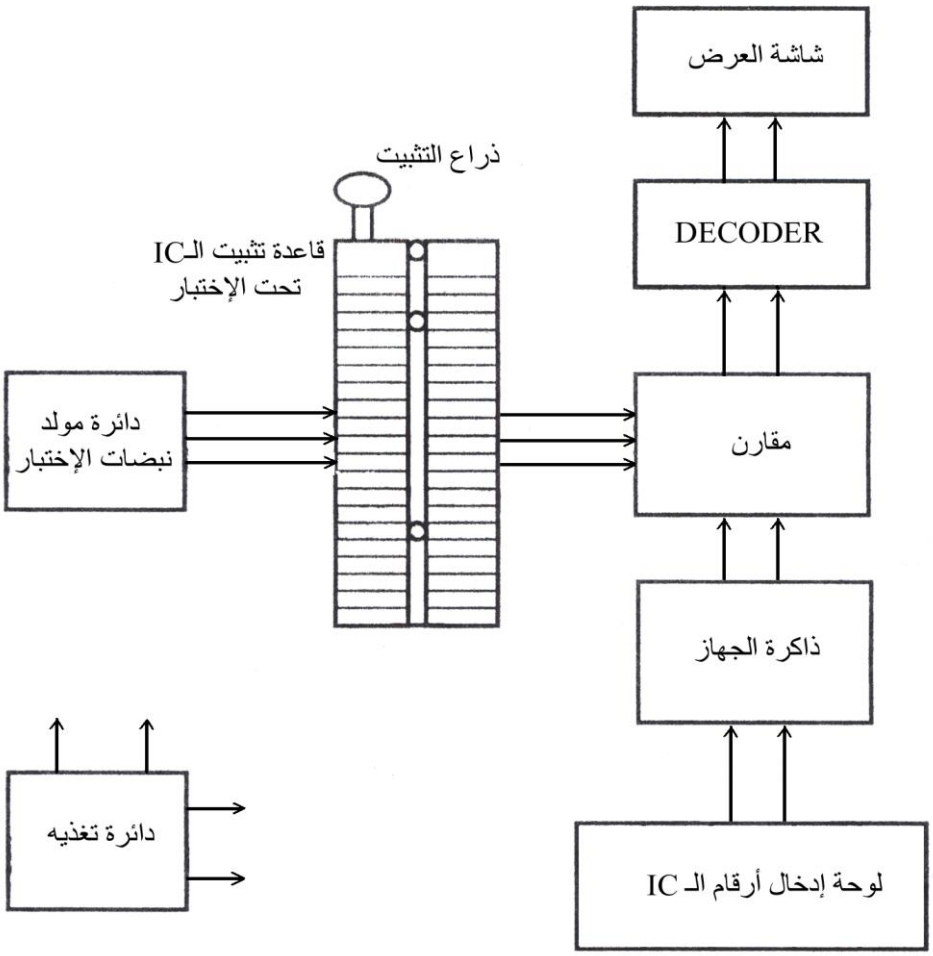
3-2 جهاز اختبار الدوائر المتكاملة (التركيب نظرية العمل).

يوجد نوعان من الدوائر المتكاملة هما: الدوائر الخطية المتكاملة – الدوائر المتكاملة الرقمية Digital I.C Tester

3-2-1 جهاز اختبار الدوائر الخطية المتكاملة Linear I.C Tester:

العمل الأساسى لهذا الجهاز هو اختبار الدوائر المتكاملة الخطية. مثال مكبر العمليات. أو الدوائر المتكاملة المستخدمة لتوليد الإشارات. أو دوائر المقارنة؛ وذلك لاختبار صلاحيتها. أو معرفة خصائصها. كما هو موصوف فى جداول بيانات الـ .I.C. وكذلك يمكن التحقق من الـ .I.C غير المعروفة. وتعتمد عملية الاختبار على تطبيق إشارة قياسية على مدخل الـ .I.C ثم قياس جهد الخرج على كل مرحلة من مراحل الـ.I.C ومقارنة ذلك بالقيم المتوقعه.

والشكل (3-3) يبين دائرة تخطيطية لجهاز اختبار الدوائر المتكاملة الخطية.



شكل (3-3) دائرة تخطيطية لجهاز اختبار الدوائر المتكاملة الخطية.

أ- تركيب الجهاز:

١ -ذاكرة الجهاز: وتحوى مكتبة الجهاز التى تشتمل على أرقام الـ I.C. المختلفه.

٢ -قاعدة فى واجهة الجهاز: لوضع الـ I.C. المراد اختبارها، وهى ذات 40 رجل وبها ذراع لمسك الـ I.C. بعد وضعها بالقاعدة.

٣ -دائرة تغذية:وهى ذات جهد 6v، وتستخدم لإمداد الـ I.C. تحت الاختبار بالجهد اللازم لتشغيلها، بالإضافة إلى تغذية باقى دوائر الجهاز.كما يمكن استعمال بطارية خارجية.

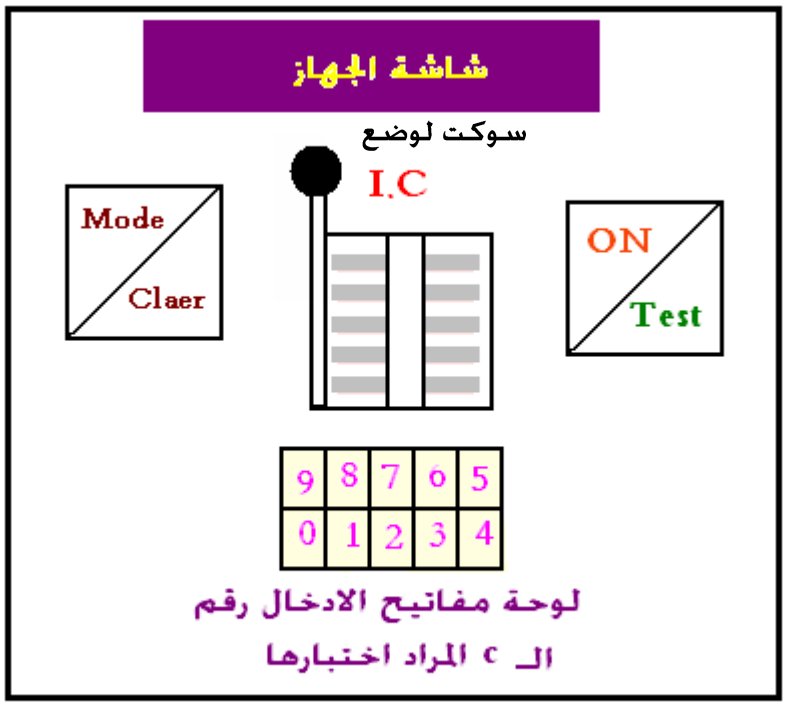
٤ -دائرة مولد نبضات: ويستخدم لتوليد نبضات ذات مستوى عال ومستوى منخفض (1،0)، وذلك لتوصيلها إلى دخول الـ I.C.

٥ -ذاكرة (مكتبة) الجهاز: حيث يسجل بدائرة الذاكرة بصمة مجموعة من أرقام الدوائر المتكاملة الرقمية بأنواعها المختلفه، وهذه البصمة تشمل رقم الـ I.C. وخواصها النموذجية لإستخدامها كمعيار للمقارنة.

٦ -دائرة المقارن: عند إجراء عملية الاختبار توصل بيانات الـ I.C. تحت الاختبار إلى المقارن، كما توصل إشارة إلى الذاكرة للبحث عن الرقم الموافق لرقم الـ I.C. تحت الاختبار. توصل المواصفات القياسية للـ I.C. العيارية المخزنة بالذاكرة إلى دائرة المقارن للمقارنة بمواصفات الـ I.C. تحت الاختبار، وإعطاء نتائج الاختبار ثم توصل إلى دائرة محول رقمى/تماثلى.

٧ -دائرة المحول الرقمى/التماثلى DECODER: وتقوم بتحويل النتائج الرقمية إلى تماثلية لإظهارها على شاشة الجهاز كرسائل تدل على نتيجة الفحص.

٨ -الشاشه: وهى توجد على واجهة الجهاز، وتستخدم لبيان النتائج، وكذلك لبيان المدخلات (أرقام الـ I.C. تحت الاختبار)، والشكل (3-4) يبين واجهة الجهاز، حيث يلاحظ أيضاً وجود مجموعة مفاتيح تستخدم لتحديد أنظمة (الاختبار) التشغيل للجهاز.



شكل (٣-٤) اللوحة الأمامية لجهاز اختبار الـ IC الخطية

ب - نظريةعمل الجهاز:

تعتمد نظرية عمل الجهاز على تسليط نبضات مناسبة من مولد النبضات على أطراف الـ IC تحت الاختبار بعد تثبيتها فى قاعدة التثبيت. وتغذى بالجهود اللازمة لتشغيلها عن طريق دائرة التخزين. خرج الـ IC تحت الاختبار يوصل إلى دائرة مقارنة يوصل إليها أيضاً بيانات نموذجية لنفس رقم الـ IC تحت الاختبار من الذاكرة حيث يحفظ بها بيانات مجموعة كبيرة من الـ IC`s. يقوم المقارن بمقارنة بيانات الـ IC تحت الاختبار مع بيانات الـ IC العيارية أو النموذجية وتوصل نتائج المقارنة إلى دائرة فاك الشفرة (المحول) لتحويلها إلى كميات مقاسة لتظهر نتائج الاختبار على شاشة العرض والشكل (3-6) يبين واجهة جهاز اختبار الـ IC.

تطبيقات:

ولتوضيح تطبيقات اختبار الـIC نتبع خطوات الاختبار الآتية:

هذا الجهاز له عدة طرق للاختبار يمكن الاختيار من بينها باستخدام Mode/Clear التى تظهر على الشاشة وهذه الطرق هى:

١ – **Single**، ومعناها أن الاختبار للـ I.C. يتم فى خطوة واحده.

٢ – **Loop**، ومعناها أن اختبارات متكررة على الـ I.C. بغض النظر عن النتائج.

٣ – **P Loop**، ومعناها إجراء اختبارات متكررة على الـ I.C. بشرط أن تكون القيمة Pass أى أن الـ I.C. سليم.

٤ – **F Loop**، معناها إجراء اختبارات متكررة على الـ I.C. بشرط أن تكون القيمة Fail أى أن الـ I.C. غير سليم.

٥ – **Search**، ومعناها التعرف على I.C. مجهولة العائلة الشفريه.

٦ – **DIAGS**، ومعناها إجراء الاختبار الذاتى للجهاز نفسه قبل وضع الـ I.C. المراد اختبارها داخل الجهاز.

لتشغيل الجهاز نضغط على المفتاح On، ثم نتركه فترة لإجراء الاختبار الذاتى له، وبفرض أن الجهاز أتم الاختبار الذاتى له فسوف تظهر على الشاشة الرسالة التاليه:

No : : : :
Mode : Single : RDY :

ومعنى ذلك أن الجهاز يكون جاهزاً للاستخدام، أما إذا ظهرت هذه الرساله:

Self Test Fail

فمعنى ذلك أن الاختبار الشخصى للجهاز أوضح أن هناك خطأ قد تم اكتشافه، وأن هناك شفرة سوف تظهر على الشاشة مبينة نوع هذا الخطأ.

- سوكت الاختبار التى توضع بها الـ I.C. تحتوى على 24 طرفاً، إلا أن

طرفاً منها هى الصالحة للاستخدام.

- توضع الـ I.C. فى فتحات السوكت، يتم إدخال الرقم الخاص بها، ثم تغلق الرافعة، ونتأكد أن الـ I.C. مسوكة جيداً.

- إضغط TEST/EXEC. لتأخذ سلسلة اختبار الـ I.C. دورتها.
- إذا كان رقم الـ I.C. الذى تم إدخاله غير مدون فى مكتبة الجهاز. فسوف تظهر على الشاشة الرسالة الآتية "Unknown" ومعناها "غير معروف".
- أما إذا كانت الـ I.C. رقمها صحيح. فبعد فترة من الاختبار سوف تظهر الرسالة التالية "PASS" إذا كانت سليمة. أو تظهر "FAIL" إذا كانت غير سليمة . ويظهر على الشاشة اسم الـ I.C. وعدد أطرافها وطرف الـ Vcc.

المواصفات الفنية للجهاز:-

١ -الجهاز يعمل على مصدر تغذية 220فولت. ويمكن استخدام جهد مستمر خارجى.

٢ -يحتوى على شاشة تكتب عليها كل البيانات الخاصة بالتشغيل وبالـI.C.

٣ -يحتوى الجهاز على مفاتيح لاختيار طريقة التشغيل.

٤ -يحتوى على سوكت بها 24 فتحة منها 16 فتحة فقط صالحة للاستخدام.

٥ -له ذاكرة داخلية مدون بها كل الـ I.C. المدونة بالجداول الموجودة بكتالوج الجهاز. وهى فقط التى يمكن اختبارها.

3-2-2 جهاز اختبار الدوائر المتكاملة الرقمية Digital I.C. Tester

الوظيفة الأساسية لهذا الجهاز هى اختبار الدوائر المتكاملة الرقمية. بحيث تحقق الوظيفة المنطقية حسب ما هو محقق فى جدول الحقيقة لهذه الدوائر. وذلك بوضع موجات لدخل الدائرة المتكاملة. وعرض الخرج عن كل مرحلة. ومقارنة هذا الخرج بالحالات المقننة. وأى نتائج مخالفة فى مبين الخطأ ترى على شاشة الجهاز. وتوجد تسهيلات إضافية ملحقة بالجهاز. مثل الاختبار المتكرر الذى يستخدم لفحص الأجهزة من الداخل. وإصلاح الأعطال المتناوبة. أو ببساطة. فهو يعطى طريقة سريعة لاختبار أى دائرة متكاملة للشرح. أو للأغراض التعليمية. ويضم الجهاز أيضاً مكتبة للدوائر المتكاملة. وليس من الضرورى أن تبرمج الجهاز بنفسك. أو أن تدخل رقم الدائرة المتكاملة يدوياً. فالجهاز قادر على تعريف الدوائر

المتكاملة المجهولة باستخدام نظام البحث. والشكل (3-5) يبين رسم تخطيطى لمكونات الجهاز.

أ- تركيب الجهاز:

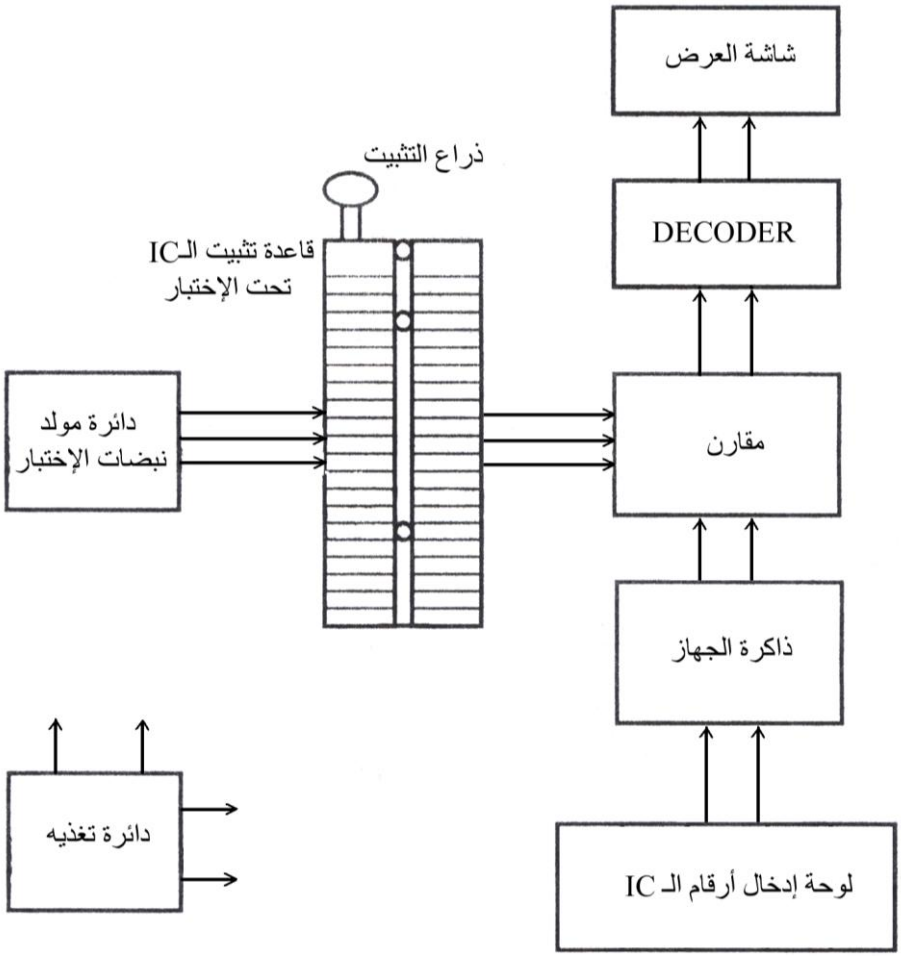
يتركب الجهاز من:

١- ذاكرة الجهاز: وتحوى مكتبة الجهاز التى تشتمل على أرقام الـ I.C. المختلفه.

٢- قاعدة فى واجهة الجهاز: لوضع الـ I.C. المراد اختبارها وهى ذات 40 رجل وبها زراع لمسك الـ I.C. بعد وضعها بالقاعده.

٣- دائرة تغذية: ذات جهد 6V وتستخدم لإمداد الـ I.C. تحت الاختبار بالجهد اللازم لتشغيلها. بالإضافة إلى تغذية باقى دوائر الجهاز. كما يمكن استعمال بطارية خارجية. ويجب التأكد من وضع البطارية بطريقة سليمة. لأن وضعها بطريقة خاطئة يسبب تلف الجهاز.

٤- دائرة مولد نبضات: يستخدم لتوليد نبضات ذات مستوى عال ومستوى منخفض (1,0). وذلك لتوصيلها إلى دخول الـ I.C.



شكل (3-5) دائره تخطيطية لجهاز إختبار الـ IC الرقمية

٥ - ذاكرة (مكتبة) الجهاز: حيث يسجل بدائرة الذاكرة بصمة مجموعة من أرقام الدوائر المتكاملة الرقمية بأنواعها المختلفة مثل دوائر 54/74TTL، دوائر الـCMOS، دوائر الذاكرة، دوائر الموائم ودوائر المعالجات الرقمية ذات التكامل الواسع.

وهذه البصمة تشمل رقم الـ I.C.، وخواصها النموذجية، لاستخدامها كمعيار للمقارنة.

٦ - دائرة المقارن: عند إجراء عملية الاختبار توصل بيانات الـ I.C. تحت الاختبار إلى المقارن، كما توصل إشارة إلى الذاكرة للبحث عن الرقم الموافق لرقم الـ I.C. تحت الاختبار. توصل المواصفات القياسية للـ I.C. العيارية المخزنة بالذاكرة إلى دائرة المقارن، للمقارنة بمواصفات الـ I.C. تحت الاختبار، وإعطاء نتائج الاختبار، ثم توصل إلى دائرة محول رقمى/تماثلى.

٧ - دائرة المحول الرقمى/التماثلى DECODER: تقوم بتحويل النتائج الرقمية إلى تماثلية لإظهارها على شاشة الجهاز كرسائل تدل على نتيجة الفحص.

٨ - الشاشة: وتوجد على واجهة الجهاز، وتستخدم لبيان النتائج، وكذلك لبيان المدخلات (أرقام الـ I.C. تحت الاختبار)، التى يتم إدخالها عن طريق لوحة الأرقام، والشكل (3-6) يبين واجهة الجهاز حيث يلاحظ أيضاً وجود مجموعة مفاتيح تستخدم لتحديد أنظمة (الاختبار) التشغيل للجهاز.

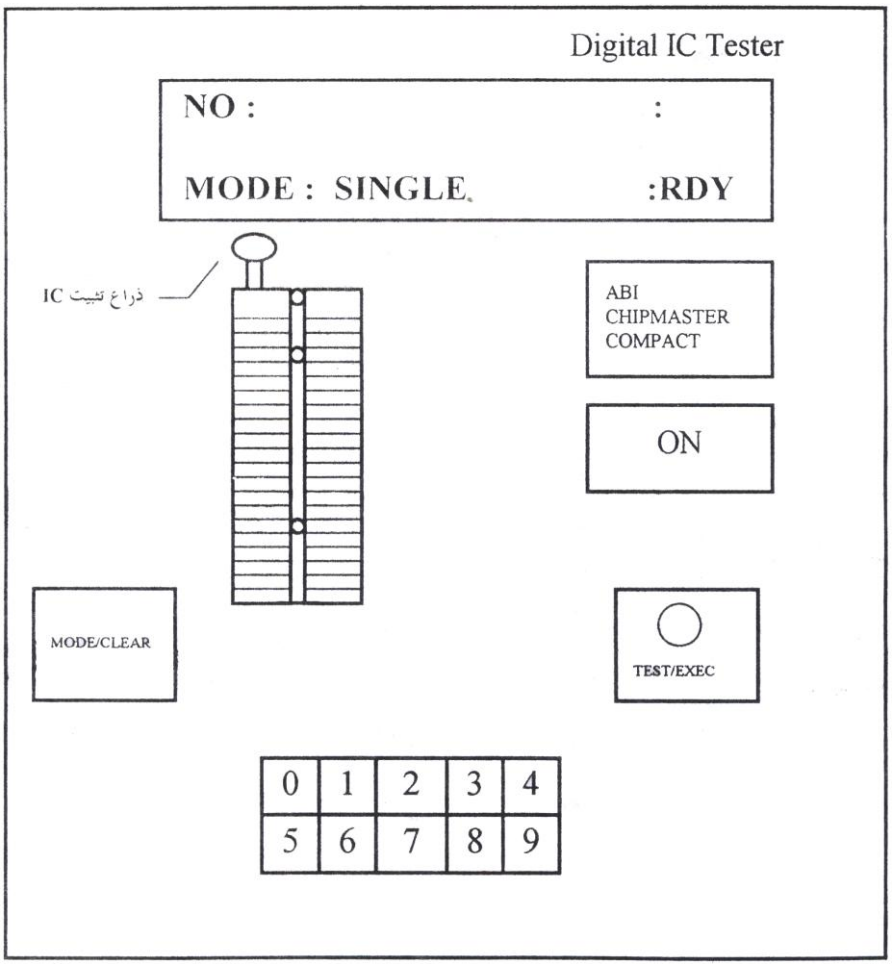
ب- نظريةعمل الجهاز:

تعتمد نظرية عمل الجهاز على تسليط نبضات مناسبة من مولد النبضات على أطراف الـ IC تحت الاختبار، بعد تثبيتها فى قاعدة التثبيت، وتغذى بالجهود اللازمة لتشغيلها عن طريق دائرة التخزين. خرج الـ IC تحت الاختبار يوصل بدائرة مقارنة يوصل إليها أيضاً بيانات نموذجية لنفس رقم الـ IC تحت الاختبار من الذاكرة حيث يحفظ بها بيانات مجموعة كبيرة من الـ IC`s، يقوم المقارن بمقارنة بيانات الـ IC تحت الاختبار مع بيانات الـ IC العيارية، أو النموذجية، وتوصل نتائج المقارنة إلى دائرة فك الشفرة (المحول)، لتحويلها إلى كميات مقاسة، لتظهر نتائج الاختبار على شاشة العرض، والشكل (3-6) يبين واجهة

جهاز اختبار الـ IC،

ولتوضيح خطوات الاختبار نتبع الآتى:

- قبل تشغيل الجهاز تأكد أنة لا يوجد أى I.C مثبتة فى قاعدة الاختبار لمنع التداخل مع الاختبار الذاتى.
- بالضغط على مفتاح ON يعمل الجهاز تظهر الرسائل التاليه:
- لحماية البطارية والحفاظ عليها يطفأ الجهاز أتوماتيكياً إذا لم يستخدم لمدة ثلاثة دقائق تقريباً.
- إذا تم الاختبار الذاتى بنجاح تظهر الرسالة (3) ويكون الجهاز جاهز للإستخدام.
- إذا ظهرت رسالة الخطأ "SELF TEST FAIL" يعنى ذلك أن الاختبار الذاتى يجب إصلاحه.
- لإجراء الإصلاح لرسالة الخطأ هذه إضغط مفتاح TEST/EXEC حيث تظهر الأخطاء على الشاشة قبل الإنتقال الى شاشة الإفتتاحية ولكن يكون عمل الجهاز مشكوك فيه.



شكل (3-6) الواجهة الأمامية لجهاز اختبار الـــ IC الرقمية

أنظمة (الاختبار) التشغيل للجهاز:

للجهاز مجموعة أنظمة (اختبار) تشغيل يمكن اختيار أحدها بالضغط على مفتاح MODE/CLEAR من شاشة الافتتاحية. وهذه الأنظمة هى:

- SINGLE: تنفيذ اختبار واحد لدائرة متكاملة واحدة.
- LOOP : إجراء تكرار الاختبار (بغض النظر عن نتيجته). لمجموعة IC`s من نفس النوع.
- PLOOP : لتنفيذ تكرار اختبار ناجح لمجموعة IC`s من نفس النوع.
- FLOOP : لتنفيذ تكرار اختبار نتيجته خطأ لمجموعة IC`s من نفس النوع.
- SEARCH: للبحث عن رقم الدائرة المتكاملة داخل مكتبة الدوائر المسجلة.
- DIACS : لتنفيذ الاختبار الذاتى للجهاز.

3-2-4 تطبيقات

لاختبار دوائر الـI.C. نتبع الآتى:

- ثبت الدائرة المتكاملة IC فى مقدمة قاعدة تثبيت الـ IC ذات الأربعين طرف بداية من أسفل لأعلى، كما هو موضح بالشكل.
- تأكد أن ذراع التركيب المثبت فى قاعدة الـ I.C. مفتوحة، أى لأعلى بعيدة عن سطح واجهة الجهاز. قبل وضع الـ IC. اغلق القاعدة بوضع الذراع لأسفل ملامساً لسطح واجهة الجهاز. وتأكد أنه تم التوصيل جيداً بين الـ IC ودوائر الجهاز.
- اضغط مفتاح Test/Exec لتنفيذ خطوات اختبار الـ IC
- ادخل رقم الدائرة. فإذا كان الرقم غير حقيقى، أو كانت الدائرة غير مسجلة فى قائمة الأرقام تظهر رسالة "unknown".
- أدخل رقم الدائرة المطلوب اختبارها تمسح رسالة الخطأ تلقائياً.
- إذا أدخل رقم حقيقى صحيح، يبدأ اختبار الدئرة IC وتظهر رسالة: "Pass"

أو"Fail"، حسب نتيجة الاختبار.

- أثناء الاختبار، تنفذ عدة اختبارات بسرعة فى حالة عدم ظهور تلك الرسالة.

نتائج الاختبارات:

- يطبق على دخل الدائرة IC موضوع الاختبار، موجات متتالية محسوبة مبدئياً، ويظهر الخرج على شاشة الجهاز على شكل مستويات منطقية. والجهاز يستخدم نبضات منطقية عند تقييم استجابة خرج الدائرة المتكاملة IC.
- إذا كانت إستجابة خرج الـ IC عند أعلى اليمين من شاشة الجهاز وتظهر رسالة عابرة تشمل وظيفة الدائرة المتكاملة، ومعلومات أرجل الـ IC وجهد كل رجل.
- إذا كانت الدائرة تحت الاختبار تحتاج تياراً عالياً عند تغذيتها بالقدرة تظهر الرساله: أعلى يمين الشاشة.
- عند ظهور الرسالة "ICC"، اضغط مفتاح TEST/EXEC للاستمرار فى الاختبار أو اضغط مفتاح CLEAR لإيقاف الاختبار.
- وبناء على حالة بطارية الجهاز تظهر رسالة الخطأ؛ لتوضح أن البطارية غير قادرةعلى مد الـ IC تحت الاختبار بالتيار العالى اللازم لتشغيلها.
  ويمكنك الاستمرار فى الاختبار كما أوضحنا من قبل بالضغط على TEST/EXEC، ولكن قد يتوقف الجهاز بسبب نقص الجهد. ولتتجنب سرعة ضعف البطارية و وترشيد استخدامها، لاحظ أن الدائرة المتكاملة التالفة تستهلك تياراً أعلى، وبالتالى تستهلك البطارية أسرع من السليمة.
- عند ظهور رسالة الخطأ تظهر رسالة عابرة على الشاشة بالأرجل عديمة الوظيفة، كما تظهر أيضاً وظيفة الدائرة المتكاملة ومعظم رسائل الخطأ التى تظهر هى التالى:

رسالة الخطأ	سبب ظهور رسالة الخطأ
LOW	الخرج الناتج منخفض والخرج المتوقع يكون عالى
HIGH	الخرج الناتج عالى والخرج الناتج يكون منخفض
LOAD 0 V	الدخل لا يمكن أن يساق للأعلى بواسطة الجهاز
LOAD 5 V	الدخل لا يمكن أن يساق للأقل بواسطة الجهاز

فى بعض الحالات تشمل الرسالة العابرة تحذير أو أكثر وهذا التحذير يوضح الأسباب التى ينتج عنها نتائج الخطأ للاختبار وهى كالتالى:

التحذير	سبب الخطأ
D/F	النتائج خطأ بسبب خطأ فى الاختبار الذاتى للجهاز
Bat	جهد البطارية أقل من 1.5 فولت أثناء الاختبار
ICC	تحتاج الدائرة تحت الاختبار تيار عالى

اختبار الدوائر المتكاملة الأخرى:

بعد تمام اختبار الدائرة المتكاملة، تظهر النتائج على شاشة الجهاز، وعند اختبار دائرة أخرى من نفس النوع، ببساطة أدخل الدائرة التالية واضغط مفتاح TEST/EXEC مرة ثانيه.

وعند اختبار دائرة مختلفة عن سابقتها، أدخل رقمها بالطريقة العادية ملاحظاً أنه بمجرد ضغط الخانة الأولى من الرقم، يمسح الرقم القديم من على شاشة الجهاز. تذكر أن مفتاح CLEAR يمكن استخدامه إذا حدث خطأ فى إدخال رقم الدائرة المتكاملة موضوع الاختبار.

الاختبار المستمر:

يمكن تكرار اختبار الدائرة المتكاملة الواحدة لإكتشاف التقطع، أو الأعطال الناتجة عن الحرارة، أو لإجراء اختبار سريع لمجموعة من الدوائر المتكاملة المتماثله.

ولتنفيذ اختبار حلقى نفذ الخطوات التاليه:

١ - اختر نظام LOOP، وذلك بالضغط على مفتاح MODE/CLEAR.

٢ - ثبت الـ IC واضغط مفتاح TEST/EXEC لتبدأ عملية الاختبار المستمر.

٣ - نتيجة كل اختبار تعرض إذا كانت PASS أو FAIL فى الجهة اليمنى أعلى الشاشة. والأمر الأول LOOP يسمح باختبار عدد كبير من الدوائر المتكاملة

بغض النظر عن النتائج .

نظام البحث:

هذا التطبيق يسمح بتعريف الـ IC غير الواضح أرقامها، أو تم مسح أرقامها، بشرط أن تكون ضمن الأرقام الموجودة بمكتبة الجهاز، ويتم البحث فى الخطوات التاليه:

١ - اضغط على مفتاح MODE/CLEAR عدة مرات، واختر نظام البحث Searsh.

٢ - أدخل الـ IC (المطلوب اختبارها)، فى قاعدة تثبيت الدائرة المتكاملة.

٣ - اضغط مفتاح TEST/EXEC.

٤ - يعطى الجهاز رسالة يطلب فيها تحديد عدد أطراف الـ IC المطلوب البحث عن رقمها، فنقوم بتحديدها بالضغط على مفتاح MODE/CLEAR تظهر إختيارات متتالية من 8 طرف وحتى 40 طرف ثم الأمر QUIT للخروج من هذا التطبيق.

٥ - أثناء عملية التعريف سوف تظهر على الشاشة كلمة (HDENT)، وترى رسم يوضح مكتبة الأرقام وينفذ أمر SEARSH، فى نهاية البحث تظهر قائمة بجميع الأرقام المشابهة لرقم الدائرة المختبرة فى الوظائف والخصائص مشتملة على الرقم الحقيقى للدائرة.

٦ - إذا لم يتم التعرف على الـ IC تظهر رسالة (not in library) على الشاشة، وهذا معناه أن الدائرة ليست مسجلة بمكتبة الأرقام.

٧ - إذا أعطى الجهاز رسالة ICC أو BAT لا ينفذ أمر البحث SEARSH.

نظام الاختبار الذاتى:

هذه الخاصية تسمح لك أن تختبر تكامل الجهاز مشتملة مشغلات أرجل الـ IC والمستقبلات، مصادر التغذية والحاتويات الداخلية الصلبة الأخرى، وينفذ الاختبار الذاتى أتوماتيكياً عند التشغيل، ولكن يمكنك تنفيذ الاختبار الذاتى عند أى لحظة باختيار نظام (DIAGS) الاختبار الذاتى من قائمة الأنظمة من مفتاح MODE/CLEAR والضغط على TEST/EXEC.

المواصفات الفنية للجهاز:

البطاريه: 4×1.5 فولت	أى نوع من النيكل كادميوم
جهد الدخل المستمر	6 فولت، 300 مللى أمبير، منتظم
تيار التوقف المؤقت	10 ميكرو أمبير
تيار التشغيل	10 مللى أمبير
جهد نبضات الاختبار	المستوى العالى 2.2 فولت، المستوى المنخفض 0.8 فولت
أبعاد الجهاز	200 مليمتر ×100مليمتر ×55ملليمتر
مكتبة الدوائر المتكاملة	TTL, CMOS, VLSI, Interface Memory

أسئلة الباب الثالث

١ -اشرح مع الرسم دائرة تخطيطية لجهاز اختبار الترانزستور.

٢ -وضح نظرية عمل جهاز اختبار الترانزستور.

٣ -ما هو عمل مفتاح OFF – LOW – HI على واجهة الجهاز؟

٤ -ما هى اللمبات الموجودة على واجهة الجهاز. وما عمل كل منها؟

٥ -وضح كيفية اختبار الترانزستور داخل الدائرة.

٦ -بين خطوات اختبار الثايرستور SCR داخل وخارج الدائرة.

٧ -ما هى خطوات اختبار الترانزستور خارج الدائرة؟

٨ -ارسم دائرة تخطيطية لجهاز اختبار الـ IC.

٩ -اشرح نظرية عمل اختبار الـ IC الرقمية.

١٠ -بين خطوات اختبار الـ IC الخطية مع رسم واجهة جهاز.

١١ -ما هى أنظمة الاختبارات الموجودة بجهاز اختبار الـ IC؟

١٢ -اذكر المواصفات الفنية لجهاز اختبار الـ IC (الخطية – الرقمية).

الباب الرابع

4

أجهزة اختبار الدوائر الرقمية والمنطقية

دراسة تركيب ونظرية عمل وتطبيقات استخدام كل من:

4 -1 محللات المنطق

4 -2 محللات البصمة

4 -3 جهاز اقتفاء أثر التيار.

4 -4 المجس المنطقي.

4 -5 الحاقن المنطقي.

الباب الرابع
أجهزة اختبار الدوائر الرقمية والمنطقية

1-4 محللات المنطق Logic Analyzers

هو جهاز يشبه فى شكله وعمله جهاز الأوسيلوسكوب، لكنه خاص بتحليل الدوائر الرقمية التى تعتمد على (1 أو 0)، وهو يحتوى على عدة أطراف، عادة (8) أطراف أو أكثر. ويمكن من خلال هذا الجهاز بنظرة واحدة، اختبار الدائرة المتكاملة – تحليل وفهم الدائرة الرقمية – معرفة بداية ونهاية الموجة بالإضافة إلى أشياء أخرى.

هذا الجهاز يصنع بأشكال كثيرة مختلفة، منها البسيط والرخيص نسبياً، ومنها المعقد الغالى جداً، وعادة لا يتوفر إلا عند الشركات والورش المتخصصة. كما يتوفر الجهاز على هيئة برنامج كمبيوتر.

الشكل (4-1) يوضح منظراً عاماً لأحد أجهزة محللات المنطق. وهو عبارة عن أوسيلسكوب متعدد القنوات، له قدرة على اكتشاف وإظهار النتائج بتنسيقات متعددة هى:

- تنسيق الأوسيلسكوب:

يستخدم الجهاز فى هذه الحالة لعرض منحنى الإشارة على الشاشة وهذا لإمكانية قياس بعض خواص النبضات والإشارة.

i. **تنسيق المخطط الزمنى Timing Diagram:**

يمكن للمحلل المنطقى عرض ستة عشر موجة مما يمكن من تحليل مجموعة الموجات مع إظهار العلاقة الزمنية الموجودة بينها، بينما تنسيق الأرقام (bit format) يظهر نسقا للأرقام (a bit pattern) من الوحايد والأصفار (0,1) على الشاشة، حيث يقارن الناتج من وحدة الوظائف (functioning unit) مع نسق أرقام (bit pattern) للوحدةالمعطوبة (faulty unit).

ii. **تنسيق جداول الحالات State Table:**

يستطيع المحلل المنطقى فى هذه الحالة عرض البيانات على شكل جداول بعدة أنظمة كالثنائى (Binary: 0 and 1)، والثمانى (Octal: 0,1,2 ….7) والسداسى عشر (Hexadecimal: 0,1, ,9,A,B,C,D,E,F) والثنائى المشفر عشرياً BCD وتشفيرات ASCII.

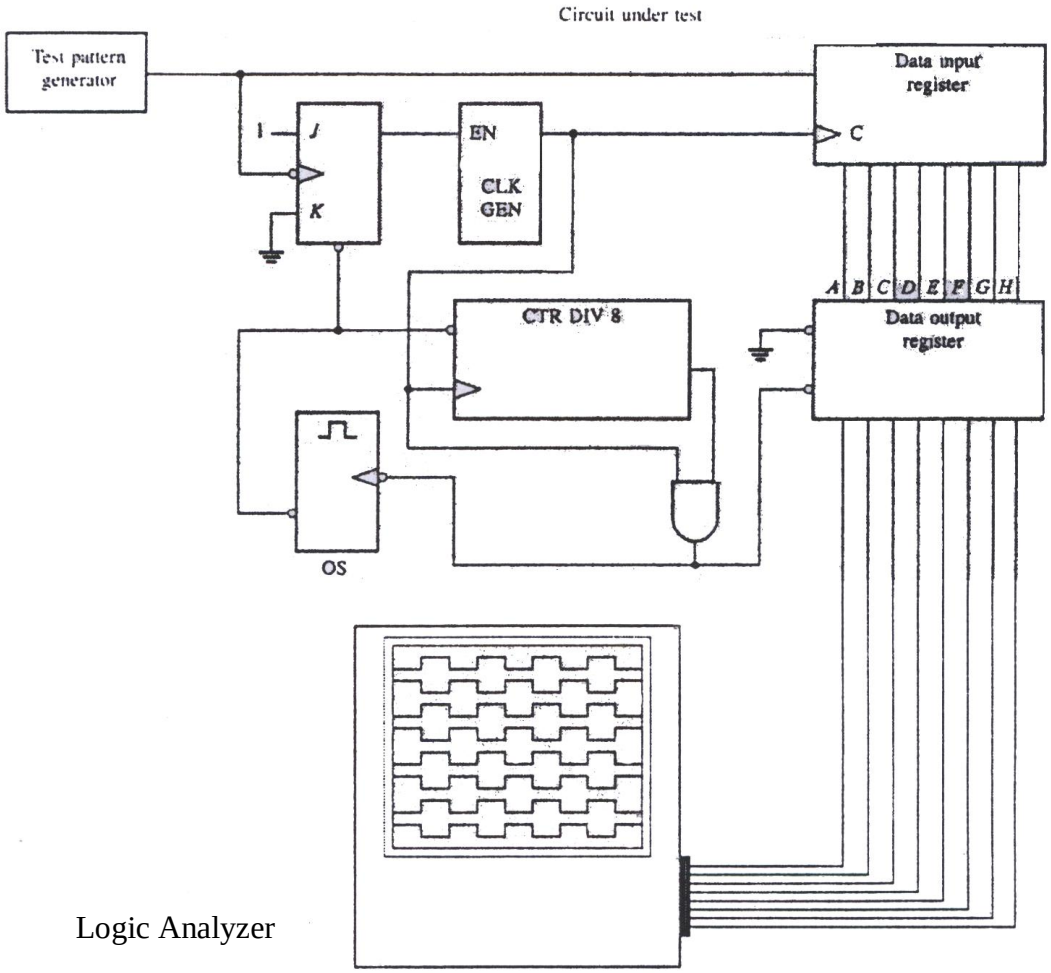
شكل (٤-١) جهاز المحلل المنطقى

تطبيقات إستخدام محللات المنطق:

تستخدم محللات المنطق فى اكتشاف الأعطال فى دوائر التتابع المنطقيه. وهناك طريقة أساسية لمعرفة أعطال دوائر Sequential Logic والنظم الرقمية الأكثر تعقيداً. ويتم ذلك عن طريق تسليط نموذج معروف من أشكال الموجات (Stimulus)، على دخل النظام، ونلاحظ خرج النظام، الذى يجب أن يعطى نموذجاً معروفاً أيضاً. والغرض من ذلك هو أن نجث (to force) كل عناصر النظام إلى الحالات المختلفة لها بحيث نضمن عدم وجود عنصر ملتصق بحالة معينة (stuck at a given state).

وكمثال على ذلك، إذا أردنا اختبار دائرة تحويل من التوالى إلى التوازى (serial-to-parallel converter)، كما هو موضح فى شكل (4-2)، فإن كل المعلومات التى ستظهر فى الخرج على التوازى (parallel data output) يجب ملاحظتها مع كل نموذج اختبار فى الدخل (input test pattern) مكون من مجموعةمن الأصفار والوحايد (1`s and 0`s) بالتبادل، والتى تزاح إلى مسجل الدخل (data input register). ويمكن ملاحظة كل خرج على حدة، أو ملاحظة خرجين فى نفس الوقت عن طريق جهاز الأوسيلوسكوب ذى القناتين (dual-trace oscilloscope)، أو يمكن ملاحظة كل الخرج باستخدام المحلل

المنطقى (logic analyzer)، على أن يكون فى وضع التشغيل الخاص بالتحليل الزمنى (configured for timing analysis).



شكل (2-4)طريقة عمل الاختبار لدائرة تحويل متوالى إلى توازى

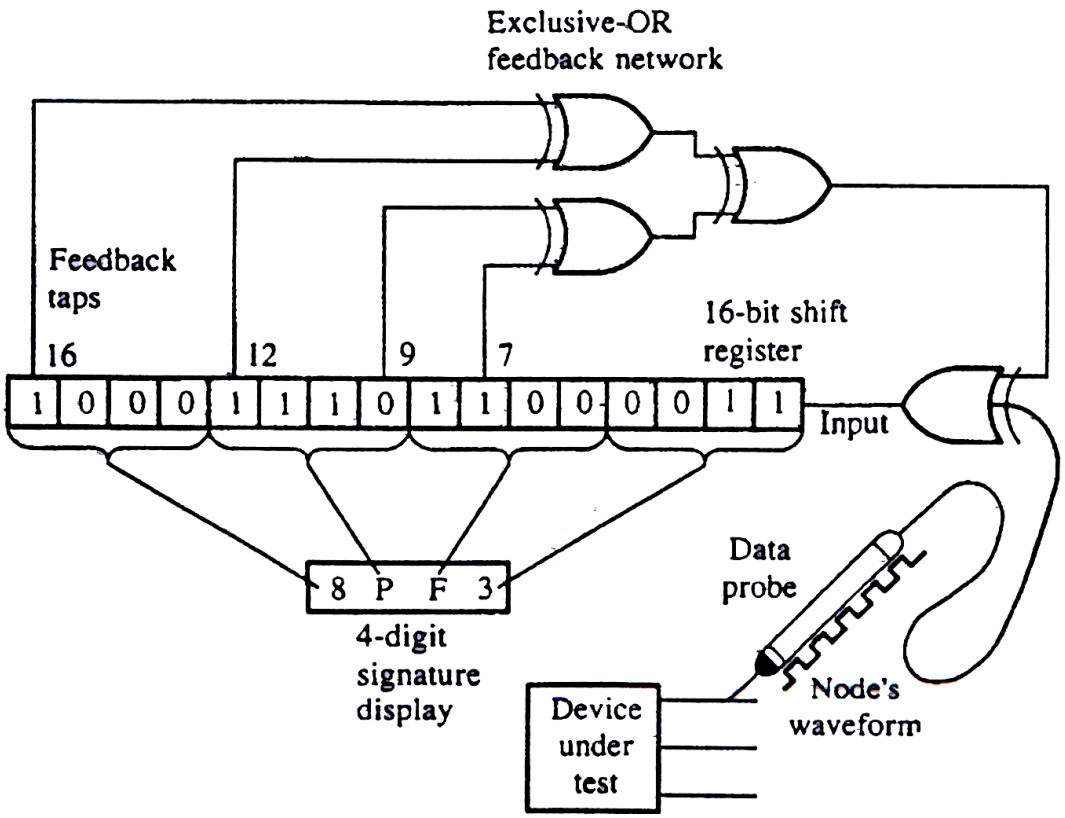
2-4 محللات البصمة The Signal Analyzers:

يستخدم محلل البصمات لتحويل نموذج (pattern) من الوحايد والأصفار عند أى نقطة اختبار فى الدائرة الموضوعة تحت الاختبار، وإظهار هذا النموذج على شكل سداسى عشرى Hexadecimal code يسمى بصمة (Signature)، وبمقارنة البصمة الموضحة مع البصمة المفترض أن تكون، يمكن لمستخدم الجهاز تحديد العنصر الإلكترونى الموجود به العطل، والشكل يبين منظر عام لأحد هذه الأجهزه.

تطبيقات إكتشاف الأعطال بإستخدام محلل البصمه:

تحليل البصمة (Signature analysis) هى طريقة أخرى لاكتشاف الأعطال وهو يعتمد على مقارنة النسق المقاس (measured bit patterns). والتى تسمى بالبصمة (signature) مع البصمة الموثقة التى يفترض أن تكون (documented Signature) عند نقط الاختبار المختلفة (nodes). فى النظام المراد إختباره.

شكل (4-3) يوضح مخطط مبسط (simplified model) لمحلل البصمة (Signature analysis). مع مسجل داخلى للبصمة مكون من 16 بت (16-bit internal signature register). يحتوى على أربعة خطوط للتغذية الخلفية (4-feedback tap positions). وكما هو موضح فإن محلل البصمة يضغط (compress) النسق (bit patterns) ثم يظهر فى شكل أربعة أرقام فقط (four-digit signature display).



شكل (4-3) مخطط مبسط لمحلل البصمة

دورة القياس (measurement cycle) للمحلل يتم التحكم فيها بواسطة وضع داخلى (internal state). يسمى بالبوابة (gate). عندما تكون البوابة مفتوحة (open). يأخذ

محلل البصمة قياسات جديدة (new signature measurement) من خلال مجس الدخل (input data-probe).

عند غلق البوابة، يتوقف الجهاز عن قياس بصمة جديدة ويظهر النتيجة بدلاً من سابقتها. يلاحظ أن لمبة البوابة (gate lamp) الموجودة على واجهة الجهاز (on the front panel) تكون مضاءة (on) خلال دورة القياس عندما تكون البوابة مفتوحة، وتطفئ (off) عندما تكون البوابة مغلقة.

يتم التحكم فى بوابة المحلل عن طريق ثلاثة مداخل (3-inputs) من النظام أو النبيطة (device) تحت الاختبار وهى: start, stop, and clock. يستخدم كلاً من دخل البداية والتوقف فى فتح وغلق البوابة عند فترة زمنية سابقة التحديد (predetermined triggering sedges)، يتم إختيارها من واجهة الجهاز.

أما إشارة الساعة (clock) فهى تستخدم لتزامن (synchronize) المحلل مع النظام أو النبيطة الموجودة تحت الاختبار. ومستوى العينة (sample) فقط عند نهايات نبضات التزامن (clock pulse edges) التى تستخدم بعد ضغطها كبصمة (signature) كما هو موضح بالشكل (4-4).

شكل (4-4) جهاز محلل البصمة

3-4 جهاز اقتفاء أثر التيار

جهاز اقتفاء أثر التيار (current tracing)، يعتبر من الأجهزة ذات الأهمية الكبيرة فى معظم الحالات التى يتطلب فيها تحديد مكان العطل، حيث يكون من الصعوبة تحديد العنصر الموجود به العطل إذا كان مرتبطاً مع عناصر أخرى على نفس العقده (node).

وهذه العقدة معلقة على إحدى الحالات المنطقية (stuck at one logic state)، فى هذه الحالة يكون اقتفاء أثر التيار هو التقنية المفيدة.

جهاز اقتفاء أثر التيار الممسوك باليد له لمبة بيان واحدة، تضئ عندما يوضع الجهاز على مسار عندما يمر به تيار نابض.

شكل (4-5) جهاز اقتفاء أثر التيار

هذا الجهاز يستخدم لمعرفة ما إذا كان هناك تيار يمر أم لا، ومكان مرور التيار فعلى سبيل المثال، إذا كانت هناك عقدة موجودة على جهد منخفض نتيجة وجود قصر فى أحد العناصر المتصلة بها، ولذا يمر بهذا العنصر تيار كبير بين العقدة المغذية بالتيار والعقدة الموجودة بها.

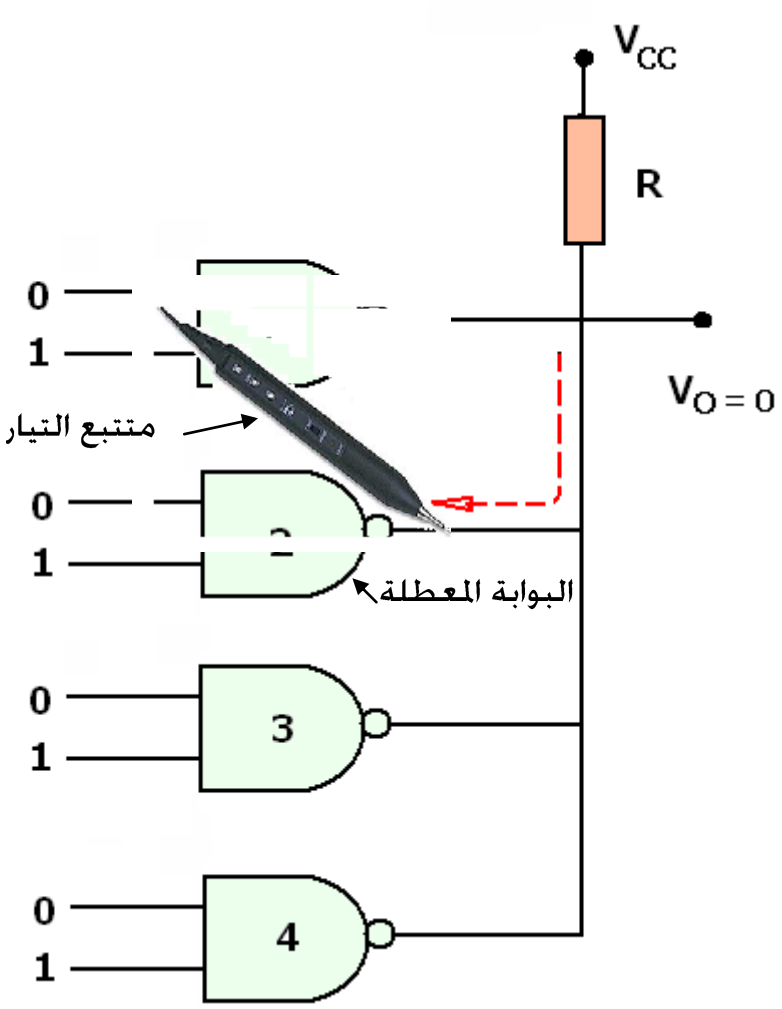
وبفرض الاكتشاف، يجب أن يكون التيار نابض، فإذا لم يكن ذلك متوفراً بالدائرة، فإننا نستخدم مولد النبضات المنطقى (logic pulser) عند نقطة التغذية، ثم نقوم باقتفاء أثر التيار على العنصر المعطوب.

تطبيقات استخدام جهاز اقتفاء(متابع) أثر التيار

شكل (4-5) يوضح أحد الأجهزة المستخدمة فى الكشف عن أعطال الدوائر المنطقية، وهو يستعمل فى تحديد العطل فى الأماكن التى بها مقاومة منخفضة القيمة جداً (أرضى تقريباً)، وذلك بالتأثر بالمجال المغناطيسى الناتج عن نبضات التيار

المار بمنطقة العطل، سواء كان التيار من نفس الدائرة أو مأخوذاً من النابض المنطقى، والكشف يكون عن طريق لمبة تضىء عند مكان المقاومة الصغيرة (عطل أرضى).

وشكل (4-6) يوضح كيفية استخدام متتبع التيار فى بوابة (و) (AND) بها عطل فى بوابة (نَفْى و) (NAND) رقم 2 حيث يعطى خرجها (0) وكان المفروض أن يعطى (1) وهذا بدوره أدى إلى خطأ فى خرج البوابة (و) الذى قرأ (0) وكان المفروض أن يقرأ (1).



شكل (4-6) استخدام جهاز اقتفاء(متابع) أثر التيار

4-4 المجس المنطقى Logic Probe

يعتبر من الأجهزة المنطقية المهمة لاكتشاف الأعطال بالدوائر المنطقية بما له من قدرة على التمييز بين الصفر المنطقى (0) والواحد المنطقى (1) وكذلك أعطال القطع (Open Circuit) فى العديد من عائلات الدوائر المنطقية نوعى: TTL, CMOS. ويتم معرفة العطل عن طريق لمبة لها ثلاثة أوضاع عند ملامسة طرف المجس للنقطة تحت الإختبار فى الدائرة تكون:

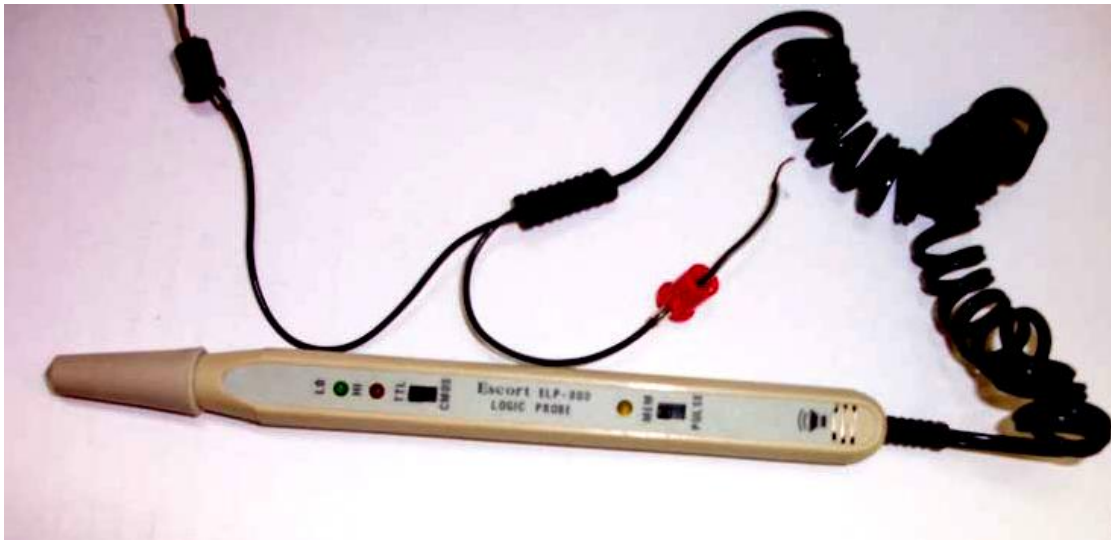
١ اللمبة مطفأة عند الصفر المنطقى (جهد منخفض)

٢ اللمبة مضاءة عند الواحد المنطقى (جهد مرتفع)

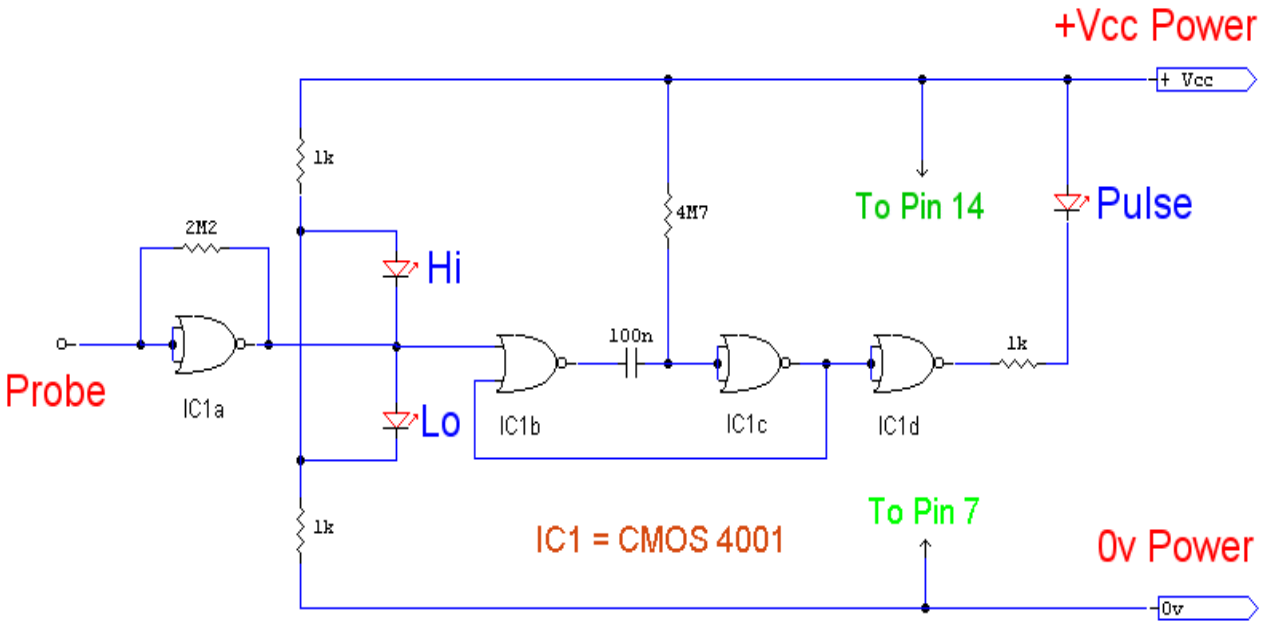
٣ اللمبة خافتة الإضاءة عند وجود قطع بالدائرة (جهد متوسط)

والشكل العام للمجس (4-7) يوضح أن بالمجس لمبة تعطى ومضات متقطعة عند وجود موجات نبضية بالنقطة تحت الاختبار. والمجس له أربعة أطراف يوصل طرفان بمصدر جهد ثابت (5V- 18V)، أحدهما أحمر خاص بتوصيل جهد المصدر والثانى أسود موصل بالأرض والثالث أرضى يوصل فى حالة قياسات TTL فقط ولا يوصل فى حالة قياسات CMOS، أما الطرف الرابع فهو دخل المجس.

كما يوجد مفتاح يتم ضبطه لاختبار دوائر ذات منطق TTL أو منطق CMOS.



شكل (4-7) منظر عام للمجس المنطقى



شكل (4-8) دائرة المجس المنطقى

طرف القياس probe مبين حالة الاختبار pulse

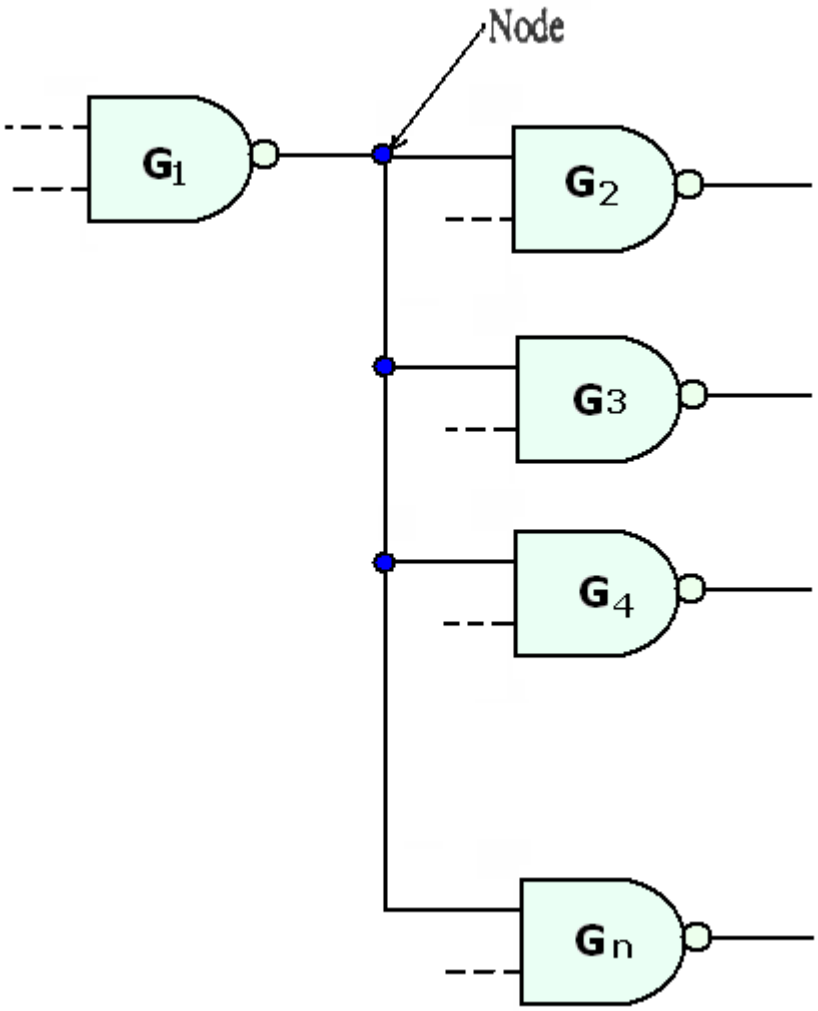
وشكل (4-8) يبين دائرة المجس المنطقى. ويلاحظ أن الدائرة عبارة عن دائرة IC555 موصلة لاستخدامها كَمُؤَقِّتْ Timer. توضع هذه المكونات داخل غطاء عازل على شكل قلم. طرفه الأمامى يعتبر دخل المجس ومن الخلف يوجد الثلاثة أطراف السابق الحديث عنها.

تطبيقات إستخدام المجس المنطقى:

يستخدم المجس المنطقى لاختبار أعطال الدوائر المنطقية ذات منطق TTL وذات منطق CMOS كالآتى:

اكتشاف الأعطال فى شبكات البوابات

فى دوائر الـ combinational logic networks. يوصل خرج البوابة إلى دخل بوابة أو أكثر. كما هو موضح فى شكل (4-9). مسار التوصيل بين مداخل البوابات التالية وخرج البوابة الأولى يمثل كهربائياً عقدة (Node).



شكل (4-9) توضيح معنى العقدة فى شبكة البوابات

يطلق على البوابة G1 اسم دافعة العقدة (driving the node)، بينما تمثل البوابات الأخرى G2,G3,G4,……Gn أحمال (loads) موصلة على العقدة. وفى مثل هذا التوصيل يكون هناك العديد من أنواع الأعطال، التى سنتناول معظمها هنا بالشرح والتحليل:

١ - فتح فى خرج البوابة دافعة العقدة G1، وهذا يسبب فقدان الإشارة إلى باقى البوابات المتصلة بها كأحمال.

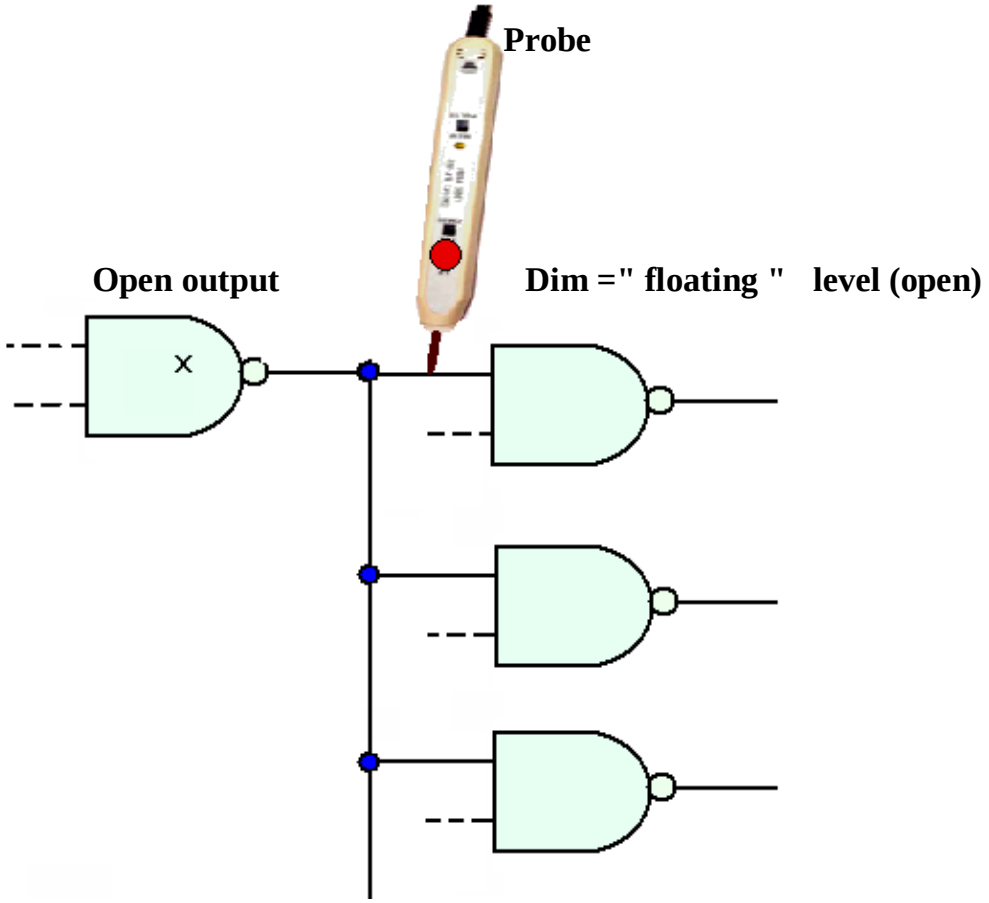
٢ - فتح فى دخل أحد بوابات الحمل، وهذا العطل لا يؤثر على تشغيل باقى بوابات الحمل، ولكن يؤثر فقط فى فقدان الإشارة على خرج البوابة التى بها العطل.

٣ – قصر فى دائرة خرج البوابة G1 وهذا يسبب وجود العقدة المتصل بها الخرج على حالة الخفاض (stuck in the low state).

٤ – قصر فى الدخل لأحد بوابات الحمل. وهذا يسبب أيضاً وجود العقدة المتصل بها الخرج على حالة الخفاض (stuck in the low state).

- **فتح فى خرج بوابة دافعة العقدة (Open Output in Driving Gate):**

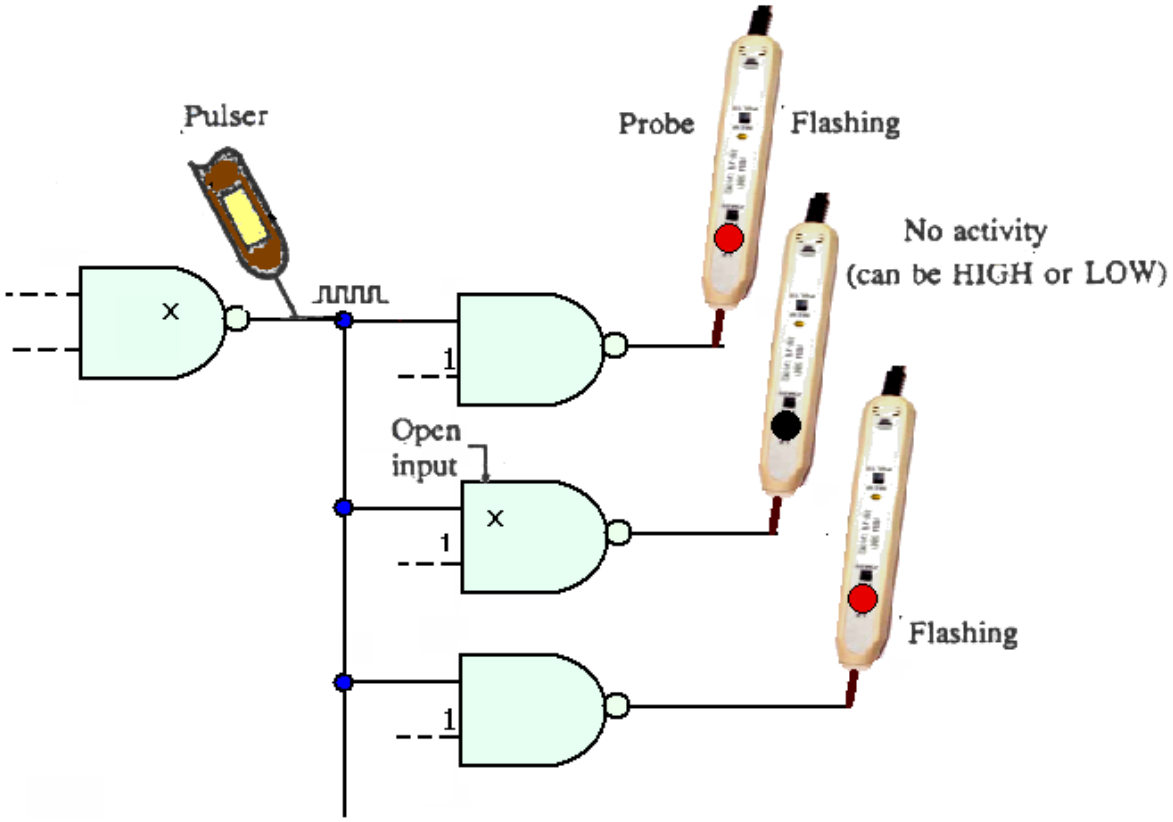
وكما هو موضح فى شكل (4–10). وفى حالة أن يكون خرج البوابة G1 مفتوح تكون العقدة للخرج فى حالة المستوى العائم "floating level". وتوضح بواسطة خفوت لمبة المجس المنطقى dim lamp on the logic probe.



شكل (4–10) اختبار فتح فى خرج بوابة دافعة العقدة

• **فتح فى دخل بوابة الحمل (Open Input in a Load Gate):**

وكما هو موضح فى شكل (4–11). إذا كانت إحدى بوابات الحمل لها طرف دخل مفتوح. فتوصيل الـ logic pulser فى الدخل وملاحظة خرج كل بوابة بواسطة الـ logic pulser. فإن البوابة التى لا يتجاوب فيها الخرج تكون هى البوابة التى بها طرف دخل مفتوح.



شكل (4–11) إختبار فتح فى دخل بوابة الحمل

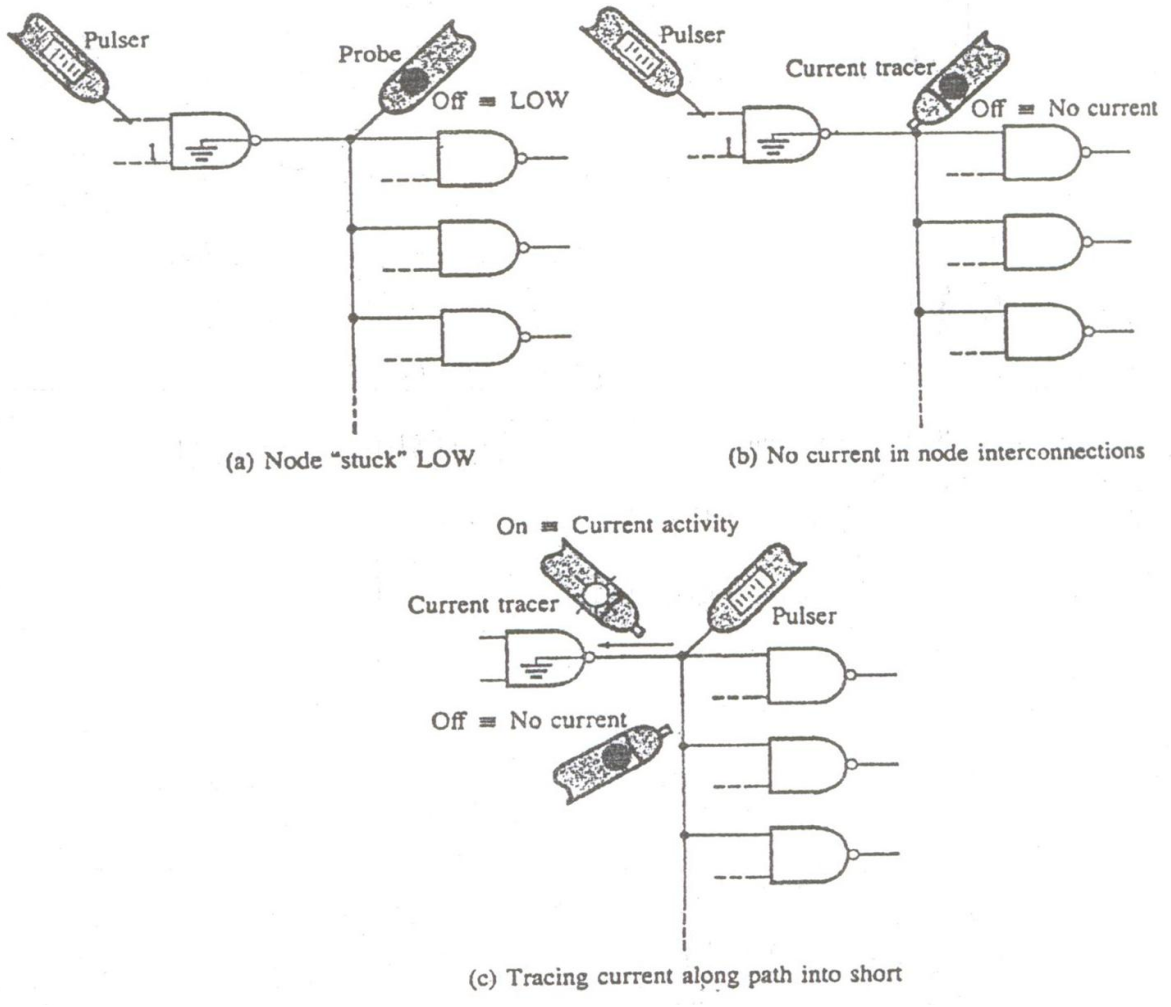
• **قصر فى خرج بوابة دافعة العقدة (Shorted Output in Driving Gate).**

هذا العطل يسبب وجود عقدة الخرج (output node). ملتصقة بجهد منخفض (stuck low). واستخدام logic probe and logic pulser. سوف يكشف بوضوح هذه الحالة كما هو موضح بشكل (4–12). ويكشف أيضاً الحالة التى تكون فيها إحدى بوابات الحمل عندها قصر فى الدخل.

ولذلك يجب إجراء اختبارات أخرى لعزل الجزء المعطل وتحديده:

١- فإذا وصلنا الـ logic pulser على دخل الـ driving gate ولاحظنا الخرج بواسطة current tracer، ولذلك مع وجود مصدر الطاقة ON فنلاحظ أن الـ current tracer لا يستجيب، حيث أنه لا يوجد خرج لهذه البوابة كما هو موضح بشكل (4-12).

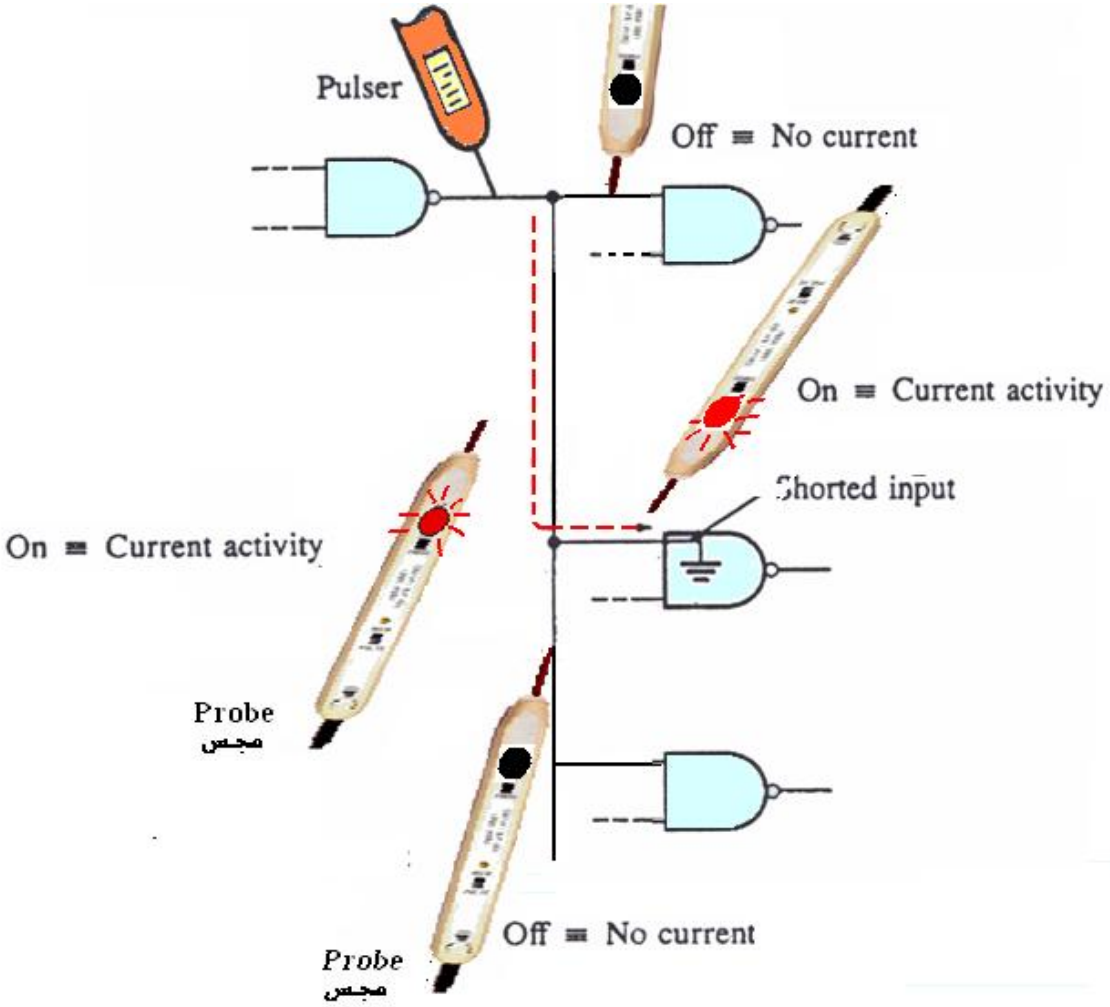
٢- إذا وصلنا الـ logic pulser على الخرج فإن الـ current tracer يوضح مرور تيار فى اتجاه خرج البوابة G1 وذلك فى حالة مصدر الطاقة مقفول OFF كما يوضح الشكل (4-12) حيث أن باقى البوابات للحمل تعتبر فى هذه الحالة دائرة مفتوحة (open circuit).



شكل (4-12) اختبار قصر فى خرج بوابة دافعة العقدة

- **قصر فى دخل بوابة الحمل (Sorted Input in a Load Gate):**

كما يوضح الشكل (4-13) إذا كانت إحدى بوابات الحمل بها قصر فى الدخل، فلكى نجدد هذه البوابة، نوصل logic pulser على العقدة، وبواسطة الـ current tracer نقتفى أثر التيار عند كل مدخل، والبوابة التى يعمل عندها الـ current tracer تكون هى بها القصر.



شكل (٤-١٣)إختبار قصر فى دخل بوابة الحمل

5-4 الحاقن المنطقى Logic Pulser

هو أحد الأجهزة الهامة فى اكتشاف أعطال الدوائر المنطقية. وهو يتركب من دائرة مولد نبضات (مذبذب) من نوع المانع أو متعدد الاهتزازات. يمكن التحكم فى التردد المولد منه عن طريق مفتاح للتحكم فى التردد. وله طرفين يوصل أحدهما بالأرض والآخر هو طرف الاختبار. وتوضع الدائرة فى غلاف بلاستيك على هيئة قلم كما بالشكل (4-14).

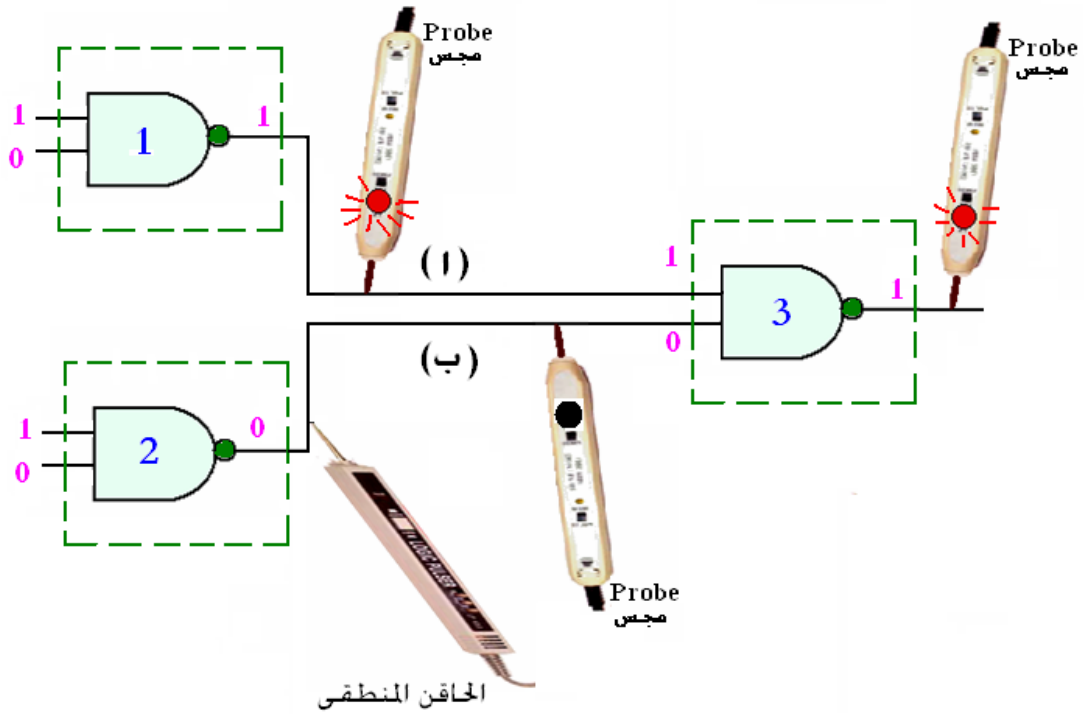
شكل (4-14) منظر عام للحاقن المنطقى

طريقة عمل الجهاز:

يوصل طرف الأرض السالب بأرض الدائرة تحت الاختبار. ثم يوضع طرف الحاقن بدخل الدائرة المراد اختبارها. وملاحظة تأثير هذه النبضات على الدائرة عن طريق المجس المنطقى السابق شرحه. أو أى جهاز اختبار آخر.

استخدام الجهاز:

الشكل (4-15) يبين كيفية استعمال الحاقن المنطقى مع المجس المنطقى للكشف عن عطل قصر داخل بوابة (نَفْى و) NAND مما جعل خرج البوابة رقم 2 (0) بدلا من (1) وهذا أدى إلى خطأ فى خرج بوابة (نَفْى و) رقم 3 وأعطى خرج (1) بدلا من (0).



شكل (4-15) اختبارالكشف عن عطل قصر داخل بوابة

تطبيقات الاستخدام:

لاكتشاف هذا العطل نتبع الآتى:

١ نضع طرف المجس المنطقى عند خرج بوابة (3). فتضئ اللمبة دليلاً على أن خرج البوابة (1) وكان المفروض أن تكون (0). نختبر الدخل للبوابة (3) فنجد أن الدخل (1,0). نضع النابض عند الطرف الموجود عليه (0) نجد أن لمبة المجس بخرج البوابة تطفئ، يتم اختبار البوابة (1) بالمجس المنطقى نجد أن خرج (1) سليم بينما خرج البوابة 2 عبارة عن (0) فنضع الحاقن عند دخل البوابة (2) نجد أن خرجها دائما (0) مما يدل على وجود قصر بها.

أسئلة الباب الرابع

١ -تكلم عن محللات المنطق.
٢ -ما هى التنسيقات المتاحة لتنفيذ الاختبار لجهاز محلل المنطق؟
٣ -فيم يستخدم محلل البصمة؟
٤ -ارسم مخطط مبسط لمحلل المنطق.
٥ -ما هو جهاز اقتفاء أثر التيار؟ وفيم يستخدم؟
٦ -وضح بالرسم كيفية استخدام جهاز اقتفاء أثر التيار.
٧ -مم يتركب المجس المنطقى؟
٨ -بين كيفية استخدام المجس المنطقى لاكتشاف فتح فى خرج بوابة دافعة العقده.
٩ -بين كيفية استخدام المجس المنطقى لاكتشاف فتح فى دخل بوابة الحمل.
١٠ -بين كيفية استخدام المجس المنطقى لاكتشاف قصر فى دخل بوابة الحمل.
١١ -ما هو الخاقن المنطقى؟
١٢ -وضح كيفية استخدام الخاقن المنطقى للكشف عن عطل قصر داخل بوابة NAND.

الباب الخامس

٥

أجهزة اختبار اللوحات الرقمية

5 -1 شرح كيفية اختبار اللوحات الرقمية باستخدام الحاسب

2-5 ملخص لطرق اكتشاف الاعطال ببعض الدوائر الرقمية .

الباب الخامس
اجهزة اختبار اللوحات الرقمية

5-1- شرح كيفية إختبار اللوحات الرقمية بإستخدام الحاسب :

المكونات الرقمية هى مكونات الكترونية تتعامل مع الاشارات الرقمية (0 ، 1) وسوف نتعرض لكيفية أختبار اللوحات الالكترونية سواء التى تحتوى على مكونات الكترونية تعمل بالاشارة التماثلية أو المكونات الالكترونية التى تعمل بالاشارات الرقمية

نظم الإختبار الآلى لكروت الدوائر الإلكترونيه المطبوعه :

تعتبر معدات القياس والإختبار وإكتشاف أسباب الأعطال بكروت الدوائر الإلكترونيه المطبوعه (PCB's: Printed Circuit Boards) أحد المكونات التى لا غنى عنها اليوم

بمراكز صيانة وإصلاح الأجهزة والمعدات الصناعيه وكذلك لأغراض إختبار توكيد الجودة (Quality Control) بمصانع الإلكترونيات.

ويوضح شكل (5-1) توزيع نسب أسباب العيوب التى قد تحدث فى الكروت الإلكترونيه المطبوعه بعد عملية التجميع الآلى لها .

شكل (5-1) توزيع نسب اسباب العيوب فى الكروت المطبوعة

وقد أدى الإستخدام المكثف للدوائر المتكامله ذات الكثافه العاليه (VLSI Circuits) فى الدوائر الإلكترونية المطبوعة إلى ازدياد الحاجة إلى معدات متطورة لاكتشاف أسباب أعطالها والقيام بأعمال الإصلاح دون الحاجة إلى خبرات فنية أو تكاليف مادية باهظة . ولم تعد طرق الإختبار اليدوية باستخدام الأوسيلوسكوب والأفوميتر أو راسم منحنى الخواص وخلافه مجدية من حيث المجهود والخبرة والوقت المطلوب لإنجاز عملية إكتشاف الأعطال خاصة مع تعدد أنواع الكروت واختلاف أسباب أعطالها .

وقد كان لظهور معدات الإختبار الآلى (Automatic Test Equipment) القابلة للبرمجة الفضل فى تقديم علاج لهذه المشكلة . حيث أنه يمكن بواسطتها تخزين خواص كل مكون فى الدائرة وخطوات الإختبار الخاص به وإستدعائها بسرعة عند إجراء الإختبار.

وقد عاب هذه المعدات فى بداية ظهورها ارتفاع تكلفتها وبرامجها باهظة الثمن .

أنواع نظم الإختبار الآلى (Automatic Test Equipment) .

يمكن تقسيم نظم الإختبار الآلى إلى نوعين رئيسيين :

- نظم الإختبار الآلى الاستاتيكية .
- نظم الإختبار الآلى الديناميكية .

أولاً : نظم الإختبار الآلى الإستاتيكية :

وفيها يتم إختبار كل مكون فى الدائرة على حدة دون النظر إلى تفاعله مع المكونات الأخرى والأحمال الخارجية أثناء التشغيل الحقيقى . وعادةً يتم إختبار الدوائر الرقمية استاتيكياً بطريقة البصمة . وفى هذه الطريقة يتم تسجيل خواص الجهد والتيار لكل طرف من أطراف الدائرة المتكاملة فى الحالة الإستاتيكية . ثم يتم مقارنتها مع مثيلاتها فى كارت سليم سبق إختباره .

وتتم عملية الإختبار الآلى للكروت المطبوعة بهذه الطريقة فى بالخطوات الاتية :

١ يتم تثبيت وتوصيل كارت سليم بجهاز الإختبار بواسطة مجسات (Probes) كما هو موضح بالشكل (5-2).

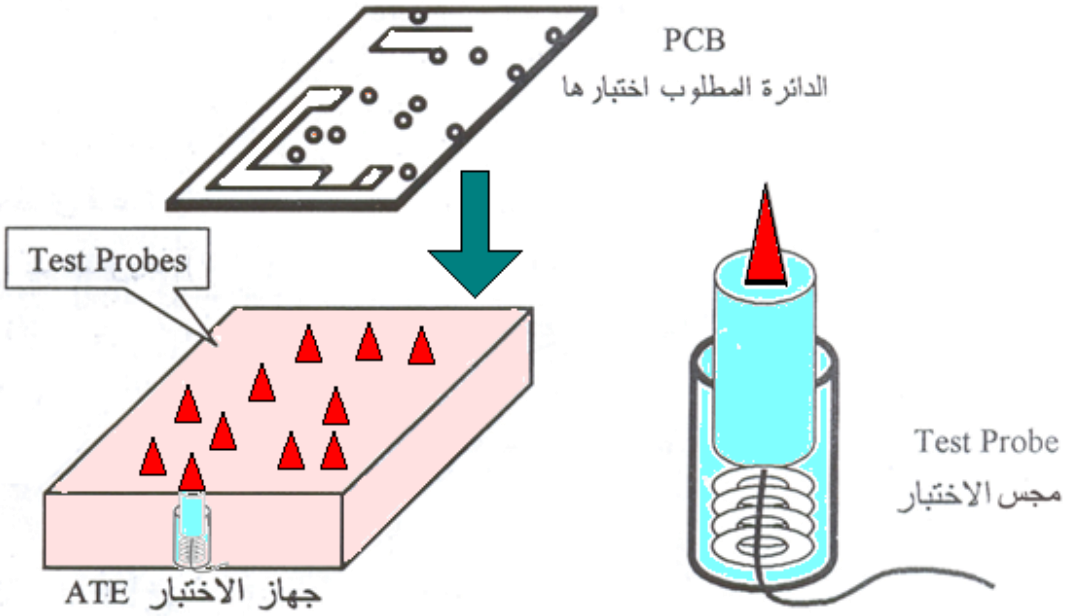
٢ قراءة تفاصيل الكارت السليم .

٣ تخزين كل . أو بعض بيانات الكارت السليم فى قاعدة البيانات الخاصة بجهازالإختبار

٤ -يقوم البرنامج المصاحب لجهاز الإختبار بناءاً على هذه البيانات بإجراء عملية القياس الآلى وتخزين خواص الجهد مع التيار لكل طرف من أطراف الدائرة السليمة (وهو ما يطلق عليه أخذ البصمة) .

٥ -يتم تثبيت وتوصيل الكارت المطلوب صيانته بجهاز الإختبار وإجراء عملية القياس الآلى وتخزين البصمة الخاصة بكل طرف من أطراف الدائرة .

٦ -يقوم البرنامج المصاحب لجهاز الإختبار بالمقارنة بين بصمات الكارت السليم والبصمات الخاصة بالكارت المطلوب صيانته وتحديد المكان المحتمل للعطل إن وجد .



شكل (5-2) طريقة تثبيت الكرت بالجهاز فى نظام الإختبار الاستاتيكى

ثانياً : نظم الإختبار الآلى الديناميكية أو الوظائفية :

وفيها يتم إختباروظيفة كل عنصر فى الدائرة فى ظروف التشغيل الحقيقية من أحمال وإشارات . ونظراً لأن كثيراً من الأعطال لا تظهر إلا فى ظروف التشغيل الديناميكية حيث تؤثر الإشارات والأحمال الينامكية فإن نظم الإختبار الآلى الديناميكية أو الوظائفية تفوق نظم الإختبار الإستاتيكية فى نسب إكتشاف الأخطاء وتحليلها .

وتتم عملية الإختبار الآلى للكروت المطبوعة بهذه الطريقة فى بالخطوات الاتية :

١ -يتم تثبيت وتوصيل كارت سليم بجهاز الإختبار كما هو موضح بالشكل (3-5) .

٢ -قراءة تفاصيل الكارت السليم (من حيث طبيعة المكونات وموقعها على اللوحة المطبوعة وطريقة توصيلها فى الدائرة) ومن ثم تخزينها .

٣ -يتم تثبيت وتوصيل الكارت المطلوب صيانته بجهاز الإختبار وإجراء عملية القياس الآلى الديناميكى والوظيفى للمكونات أو للدائره ككل بعد تغذيتها بإشارات وتوصيلها بأحمال شبيهه بظروف التشغيل الحقيقيه للكارت .

٤ -يقوم البرنامج المصاحب لجهاز الإختبار بعقد مقارنه بين النماذج الإختباريه لأحد لمكونات الكارت السليم (ويرمز لها بالحروف Device Test Pattern DTP) أو للكارت ككل (ويرمز لها بالحروف Board Test Pattern BTP) وبين القياسات الخاصه بالكارت المطلوب صيانته أو إختباره .

شكل(3-5) نظام الإختبار الآلى الديناميكية او الوظائفية

ويلاحظ أن قاعدة بيانات جهاز الإختبار تحتوى على عدد كبير من النماذج الإختباريه للمكونات السليمة المعروفه (DTP) فى ظروف تشغيل مختلفه . ويمكن توليد نماذج إختباريه إضافيه للمكونات غير المعروفه (DTP) أو تعديل النماذج الإختباريه

الموجوده وإضافتها إلى قاعدة بيانات برنامج الإختبار إذا توافرت إمكانية البرمجه بالجهاز .

الإختبارات التى تؤديها نظم الإختبار الآلى :

يمكن تقسيم أنواع الإختبارات التى تؤديها نظم الإختبارات الآلى إلى ثلاثة أنواع:

١ -الإختبارات التقليديه للوصلات وللمكونات المنفرده (Circuit Components) وتشمل :

a. إختبار دوائر القصر (Short Circuits)
b. إختبار دوائر الفصل (Open Circuits)
c. إختبار المقاومات (Resistors)
d. إختبار المكثفات والسعات (Capacitors) والملفات والمفاعلات الحثيه (Inductors)
e. إختبار المكونات المنفصله (Diodes, Transistors, Thyristors, etc.)

٢ -إختبارات المكونات المنفرده والدوائر المتكامله التناظريه بالدائره (In-circuit Analog Test) .

وتشمل العناصر السابقه بالإضافه إلى العناصر الآتيه :

- المكبرات التشغيليه (OP.Amps :Operational Amplifiers)
- المزاوجات الضوئيه (Optical Couplers)
- منظمات الجهد (Voltage Regulators) ومحولات الجهد (**DC**- Converter)
- المحولات التناظريه – الرقميه (**ADC** : Analouge to Digital Converters)
والمحولات الرقميه – التناظريه (DAC : Digital to Analouge Converters)
- الدوائر المختلطه (Hybird Circuits) التى تحوى مكونات مفرده وأخرى متكامله

وغالباً ما تشمل أجهزة الإختبار الديناميكى أيضاً إمكانية إختبار أعداد كبيره من هذه المكونات خراج اللوحه المطبوعه (Out-of circuit Test) بكفاءه وسرعه بإستخدام أدوات تثبيت وتناول خاصه تسمى (Handlers) .

٣ -إختبارات الدوائر المتكاملة الرقمية على الدائرة (In Circuit Digital Tests)
وتشمل
البوابات المنطقية والدوائر ذات التكامل المتوسط (MSI: Medium Scale Integration)
والكبير (LSI: Large Scale Integration) والمكثف(VLSI: Very-Large-Scale
Integration) من البوابات المنطقية بأنواعها (ECL Gate ,CMOS ,TTL)
وشرائح الذاكره بأنواعها (ROM, EPROM, RAM) والمصفوفات المنطقيه
المبرمجه (PLA`s) . ويمكن أيضاً لأجهزة الإختبار الديناميكى إختبار هذه المكونات
خارج اللوحه المطبوعه .

٤ -إختبار المسح الوظيفى الخارجى للوحه المطبوعه ككلOundary Scan Test
وفيها يتم إختبار الدائره المطبوعه بعد أن يتم تغذيتها بالإشارات اللازمه
وتوصيلها
بأحمال مشابهه لظروف التشغيل الحقيقيه . ويقوم البرنامج المستخدم فى
عملية
الإختبار بعمل محاكاه لوظائف الدوائر الموجوده ومقارنتها بالقياسات التى يتم
أخذها عند الأطراف الخارجيه للكارت . ويعتبر هذا النوع هو أقوى وأشمل
الإختبارات الممكنه للكروت الإلكترونيه .

طرق تثبيت الكروت المطبوعه وأخذ بياناتها :

توجد عدة طرق لتثبيت وتوصيل الكارت المطلوب صيانته بجهاز الإختبار الآلى هى :

١ - التثبيت السطحى للكارت :

وفيه يتم تثبيت الكارت على سطح مستوى بواسطة التفريغ . وتتم عملية
القراءه أو المسح بمجس (Probe) يدوياً أو آلياً بإستخدام كاميرا ومصدر ضوئى .
وبالرغم من أن هذه الطريقه هى أكفأ الطرق وإن لم تكن أسرعها فى أخذ
البيانات الإستاتيكيه للمكونات إلا أنها غير عمليه للكروت الحديثه ذات الكثافه
العاليه والمحتويه على مكونات سطحيه .

٢ - توصيل أطراف المكونات بكابلات خاصه بجهاز الإختبار :

ويتم ذلك لكل مكون على حده . وتحتوى أجهزة الإختبار المعتمده على هذا النوع
من طرق التثبيت على مجموعه كبيره من مجسات (Probes) وأطراف تثبيت
(Clips) وموائمات (Handlers) مناسبه لمعظم المكونات المنفرده والمتكامله ويمكن

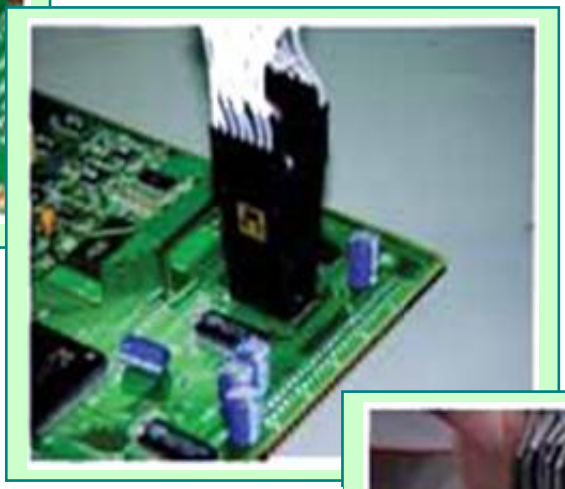
أن يصل عدد أطراف الدوائر المتكامله التى يمكن توصيلها بهذه الطريقه إلى طرف ، وتناسب هذه الطريقه جميع أنواع الكروت بما فيها تلك المحتويه على مكونات سطحيه (SMD: Surface Mounted Devices) حيث أنه توجد مجسات خاصه بهذه المكونات .

والشكل (5-4) يوضح منظراً عاماً لجهاز إختبار الكروت بكابلات خاصه ،

والشكل(5-5) يبين طرق توصيل الجهاز بالكروت والمكونات المنفردة :

شكل (5-4) منظر عام لجهاز إختبار الكروت

DIP IC Test Clips with assembly



SMD SOIC Test Clip with assembly

(أ) طرق توصيل الجهاز بالمكونات المنفرده

Test Clips for Out Circuit
DIP Devices

Test Clips for Out Circuit
SOIC SMD Devices

Test Clips for Out Circuit
PLCC SMD Devices

(ب) طرق توصيل الجهاز بالكروت

شكل (5-5) طرق توصيل الجهاز بالكروت والمكونات المنفردة

٣ -توصيل الأطراف الخارجيه للكارت فقط :

وتناسب هذه الطريقه البسيطه إختبارات المسح الوظيفى الشامل للكارت وهى كما ذكرنا سابقاً أوفى وأشمل الإختبارات الممكنه للكروت الإلكترونيه والشكل (5-5- ب) كيفية توصيل الأطراف الخارجية للكارت فقط .

تطوير البرامج المستخدمه فى نظم الإختبار الآلى

تشمل بعض نظم الإختبار على إمكانيه تطوير برامج إختبار خاصه للمكونات غير المعروفة وإضافتها إلى قاعدة بيانات جهاز الإختبار فى صورة نماذج إختباريه للمكونات السليمة (DTP) .

وعادة ما يتم ذلك بإحدى وسيلتين أو كلناهما :

- بإستخدام لغة برمجه عالية المستوى حيث يقوم المطور بوصف الدائره ووظائفها فى صورة برنامج . مثال ذلك لغة SLD (Symbolic Description for DTP) هنا. ويلزم تواجد حزمة برمجيات لترجمة وإصلاح أخطاء البرامج المطوره (Compilation & Debugging) حتى تتسنى إضافتها إلى قاعدة بيانات جهاز الإختبار .
- باستخدام أسلوب تحليل البصمه (Signature Analysis) .

-- ملخص لطرق إكتشاف الأعطال ببعض الدوائر الرقمية.

فيما يلى نتعرف على كارت اكتشاف اعطال أجهزة الحاسب كجهاز رقمى يتعامل مع الاشارات الرقمية.

شكل (5-6) بطاقة تشخيص الأعطال POST Card

كارت (بطاقة) تشخيص الأعطال POST Card

يقوم هذا الكارت بأداء عمله في تحديد سبب العطل عن طريق عرض الكود الناتج عن كل اختبار يقوم به النظام الأساسى للمدخلات و المخرجات الـ BIOS عند بدء تشغيل الجهاز ، مع ملاحظة ان الـ BIOS تعنى (Basic Input/Output System) ويعرف هذا الكود باسم (POST Code) بعد كل اختبار من اختبارات POST ، يقوم الـ BIOS بإرسال نتيجة هذا الاختبار في صورة كود إلى منفذ رقم 80 من منافذ (I/O Ports) وفي أجهزة الكمبيوتر من نوع (Compaq) يرسل الـ BIOS نتيجة اختبارات (POST) إلى المنفذ رقم 84 ، بينما يستخدم المنفذ رقم 300 في أجهزة (IBM)لنفس الغرض.

عند تركيب بطاقة POST Card على اللوحة الأم، تقرأ هذه البطاقة الأكواد التي تظهر على منفذ I/O المخصص لنتائج الـ POST ثم تقوم بعرض هذه الأكواد . تتوافر جداول POST Error Codes (كود الأعطال) لكل نوع من أنواع الـ BIOS ، ويمكن بالاستعانة بها وبالكود المعروض بواسطة بطاقة POST Card يتم تحديد سبب العطل . يتم تركيب بطاقة POST Card على اللوحة الأمفي فتحة توسعة Expansion Slot من نوع ISA أو PCI بعض بطاقات POST Cardيمكن تركيبها في فتحة توسعة من نوع ISA فقط أو من نوع PCI فقط ، وبعضها يكون مجهزا بصورة تسمح بتركيبه في فتحة توسعة من نوع ISA أو من نوع PCI حسب المتوافر.

وسيلة بيان أكواد الأعطال فى الـ Post Tester

هناك لمبتان فى أقصى يمين الكارت الأولى تسمى الـ (RST)، الثانية تسمى(OSC (Frame

إذا كانت اللمبة (RST) مضاءة دائما فهذا دليل على أن اللوحة الأم لم تستشعر المعالج (Processor)، ومن ثم نبحث إذا كان المعالج سليماً أم لا، أو ما إذا كان الترانزيستور الخاص به أو المكثفات غير سليمة.

أما إذا أضاءت اللمبة (RST)، ثم انطفأت وكانت لمبة (OSC) ثابتة، نبحث عن عطل في الدوائر المتكاملة أو الترانزستورات المجاورة لـ (AGP) والـ (Chip) الفرعي.

أما إذا لم تضء لمبة (OSC) من الأساس ، ففي الغالب يكون سبب العطل هو النظام الأساسى (BIOS). لكن هناك احتمال أن تكون إحدى المكونات الأخرى سبب العطل (ITE).

قاعدة الاكواد

يختلف معنى الكود باختلاف النظام الأساسى (BIOS). بمعنى أن شكل الأكواد تختلف حسب نوع اللوحة الأم وشركة النظام الساسى (BIOS)

شفرة الاكواد:

اكواد الرامات .

C1 - C2 -C3 - C6 -C7 – dd - d1 - d2 - d3 -d4

تلك الاكواد خاصة بالرامات

مثال.

فى لوحة الأم (Mother Board) طراز "بانتيم 4" (Pentium 4) تعطى كود (C1) على كارت الأعطال (Tester). وه و معروف باسم كود الذاكرة العشوائية (RAM Code).

هناك بعض الأسئلة التى قد تخطر ببالك. منها:

هل تعطى تلك اللوحة الأم(Mother Board) نفس الكود عند تلف الشيب؟

والإجابة نعم

وهل أيضا تعطى نفس الكود. أو أى كود من أكواد الذاكرة (RAM Codes) عند تلف مولد الذبذبة (Frequency)؟

والإجابة هى نعم أيضا

اكواد الرامات كلها تحديد واحد وهو البوردة قاطعة رامات سواء كانت تعطنى صوت (بيب) رام ام لا تعطى. عند ظهور كود رامات فعليك بالاتى :

تنظيف بنك الرامات جيدا

- فحص دائرة الرامات سواء كانت ترنزيستور او I.C
- فحص المقاومات المجاورة لبنك الرامات
- فحص دائرة مولد التردد (Frequency) على اللوحة الام

فحص دائرة الشيب GMCH

اكواد البريسيسور:

Pb - FE - FC - 00 - (--) FF - C0 – 01 - 02 - 11

تلك الاكواد يطلق عليها البعض كود بريسيسور والبعض كود الـ بيوس(Bios)

ممكن يعطى كربللاختبار تلك الاكواد فى الحالات الاتية :

1- **عند تلف ملف البيوس** .

تبداء مهام البيوس عند بدء التشغبل والضغط على مفتاح الباور (POWER)

لجهاز يقوم البيوس بقراءة المكونات الموجودة على اللوحة الأم. مثل الرامات

والبريسيسور..... الخ . حتى نوع اللوحة الأم

وتنتهى مهامة عند تحميل الجهاز بالبرنامج (Win). اذا فعليك بالفحص البيوس.

2- **الشيب الفرعى والماستر.**

عملية الاختبار : بلمس سطح الشيب لملاحظة وجود سخونة ام لا ؟

ورقوم بالكشف على تغذية الشيب ، من مقاومات ووترانزإستورات MOSFET

ومكثفات حتى نتاكد من سلامة الشيب.

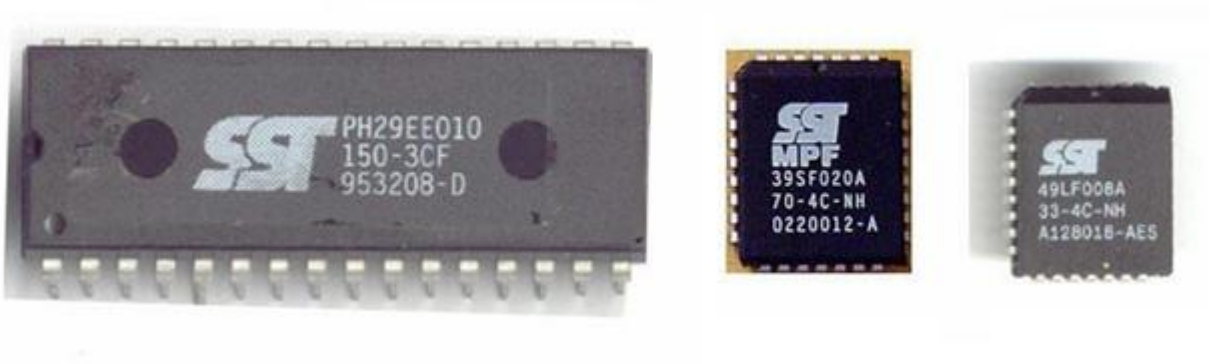
3- **تغذية البريسيسور**

تتكون تغذية البريسيسور من(4 الى 8) ترنزيستورMOSFET ، وعدد(2) I C

درايفر

وI C كنترول (المجموعة المجاورة للبريسيسور) فعليك بالفحص

4- **ممكن ايضا عند تلف قاعدة البريسيسور تعطى نفس الاكواد**



اكواد البيوس(BIOS) :

يطلق على كود البريسيسور **FF** وايضا (..) & (- -) & **(C0) & (Pd)**

ولكن بالنسبة للبيوس BIOS فنعجز على حصر تلك الاكود ، لان البيوس ممكن يعطنى اكواد غريبة مثل 66 وايضا 20 وايضا70 وايضا 90 ..... الخ

بالنسبة لكود FF معروف انها كود برسيسور لكن ذلك الكود يعنى ان كارت الاختبار لم يصل الى شيئ او قرائة معينة اى عدم وجود لئود وعندما يظهر أحد هذه الأكواد على كارت الإختبار 00 , C0 , pd , -- , FF قم بالأتى :

١. قم بتغير وحدة التغذية(Power Supply) للتاكد من توصيل 12 فولت الصغير الموجود بجوار البروسيسور(تغذية البريسيسور)
2. غير البريسيسور
3. قم بفحص الشيب الفرعى والماستر
4. إفحص دائرة البريسيسور
5. قم بتحديث ملف البيوس

وكل هذا الاكواد التى تم ذكرها ممكن أن يتسبب فيها البيوس

وممكن يتسبب البيوس أيضاً فى كود C1 حتى ولو أن اللوحة الأمتعطى(بيب) رام .

.INPUT&OUTPUT

دائرة الخرج والدخل(IC) من اهم الدوائر المتكاملة الموجودة على اللوحة الأمواكوادها .

ممكن يعطى تلك الـ IC اى لئود ولاسف ليس له لئود محدد يختص بتلك الـ IC لانه هو عبار عن IC شيب التحكم و يربط بين الشيب الماستر والفرعى وهو يتحكم فى عملية الدخول والخروج واعطاله كالاتى:

1- اعطال وحدة التغذية(Power Supply) بجميع انوعها
2- اعطال لوحة المفاتيح Key board والفأرة Mouse والمخارج المحيطة ماعدا الـ USB
3- اعطال الـ Data

لايوجد لئود باور فالكود طبعا للـ Data . اذن فيعطى معك نفس كود الشيب .

أسئلة الباب الخامس

١ – وضح توزيع نسب أسباب عيوب الكروت المطبوعه .

٢ – ما هى أنواع نظم الإختبار الآلى للكروت ؟

٣ – وضح كيفية إتمام عملية الإختبار الآلى الإستاتيكيه للكروت .

٤ – إشرح نظم الإختبار الآلى الديناميكيه أو الوظائفيه .

٥ – ما هى الإختبارات التى تؤديها نظم الإختبار الآلى ؟

٦ – ما هى طرق تثبيت الكروت لعمل الإختبار الآلى ؟

٧ – ما هو عمل كارت تسخيص الأعطال Post Card ؟

٨ – ما هى وسيلة بيان أكواد الأعطال فى الـ Post Card وبين عملها ؟

٩ – إذكر بعض أكواد الرامات .

١٠ –ماذا يجب عملة عند ظهور كود الرامات ؟

١١ –إذكر بعض أكواد البروسيسور .

١٢ –إذكر الحالات التى يعطى فيها الكارت أكواد البروسيسور .

١٣ –إذكر بعض أكواد البيوس .

١٤ –ماذا يجب فعله عند ظهور كود FF ؟

١٥ –هل لـ IC الخرج والدخل كود معين ؟

١٦ –ما هى أعطال IC الدخل والخرج ؟