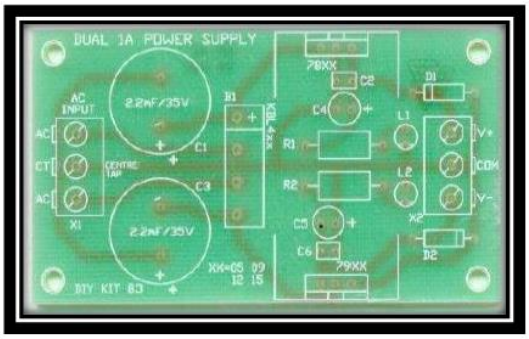
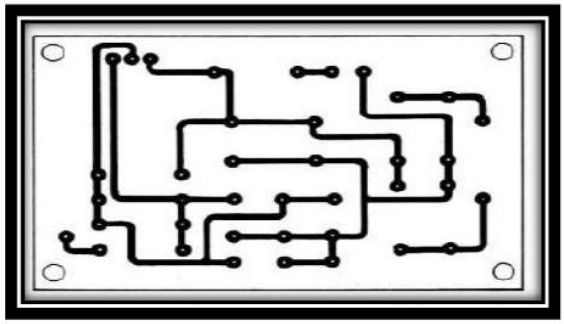
# الدوائر المطبوعة PCB



كاوية اللحام

ساحب اللحام (الشفاط)

سلك اللحام

السمع

## اعداد

## دكتور مهندس/ حمدى محمد سليمان

## القاهرة في ١٤ ديسمبر ٢٠٢٢

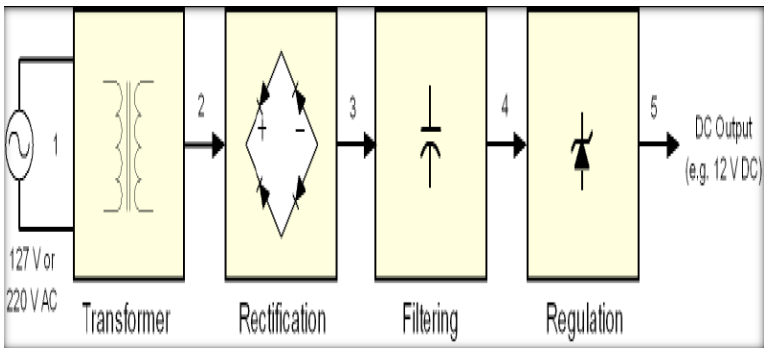
# الدوائر المطبوعة

في هذا الفصل سوف نناقش كيفية عمل دائرة الكترونية حيث سوف نناقش التفاصيل الخاصة بذلك الموضوع استعراض الأدوات اللازمة لذلك كما اننا سوف نناقش اعطال الدوائر الاليكترونية وكيف يمكن التعرف على الأعطال البسيطة

## ٤-١ تخريط الكروت الاليكترونية (Mapping electronic card):

قبل البد في عمل الدوائر الاليكترونية فانه لابد لنا من تخريط الكرت الاليكترونى والمقصود بتخريط الكارت الاليكترونى اتباع مجموعة من الخطوات وهى انشاء المخطط الكتلى (Block diagram) ثم انشاء المخطط الرسمي (Stigmatic diagram) الشروع في تنفيذ الدائرة المطبوعة (Pictorial diagram).

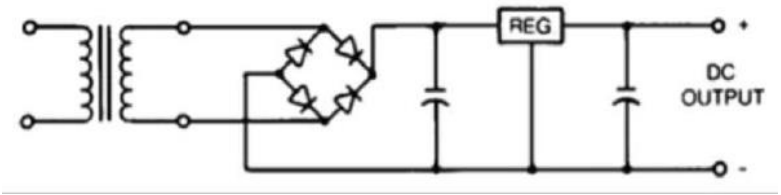
**أولا المخطط الكتلى:** في هذا النوع من الرسومات سوف نهتم فقط بالخطوط العريضة للمشروع المزمع تنفيذه مثل الغرض من الكارت أجزاء الكارت الرئيسية والغرض من هذا النوع فهم ما سوف تقوم بعمله الدائرة المطبوعة وتسهيل فهم كل مرحلة من مراحل الدائرة التي سوف تنشا مثل الشكل ٤-١ الذى يبين دائرة تقويم تم عمل مخطط كتلى لها ومثلت كل مرحلة باستخدام المخطط الكتلى.




شكل ٤-١ المخطط الكتلى لدائرة تقويم او دائرة الحصول على مصدر جهد مستمر ثابت

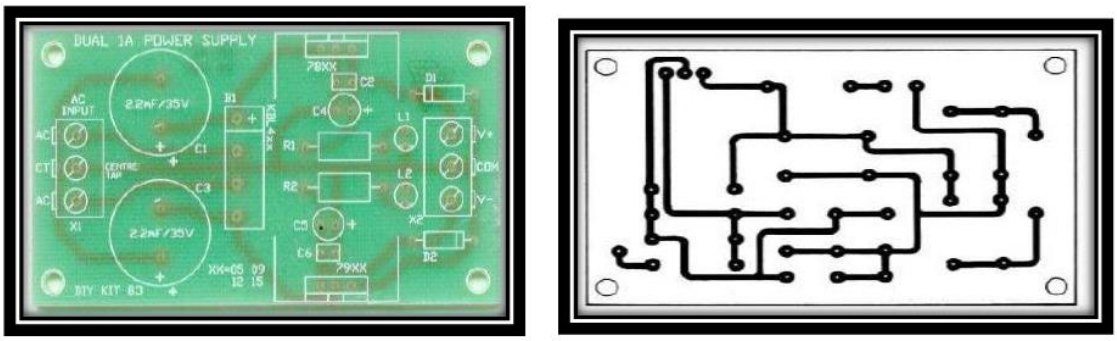
فعلى سبيل المثال تم تمثيل المحول الذى سوف يقوم بخفض الجهد بمخطط كتلى ومجموعة المقومات بمخطط كتلى منقى الجهد الناتج كمرحلة من مراحل المخطط الكتلى ومثبت الجهد الخارج أيضا بنفس الاسلوب.

**ثانيا المخطط الرسمي:** يتم رسم جميع المكونات والتوصيلات بدون شرح الوظائف او الهدف من هذه المكونات خلال الرسم ويجب التركيز جيدا في ذلك الرسم حتى لا تحدث اى مشاكل اثناء تنفيذ تلك الدائرة والشكل ٤-٢ يوضح الرسم الخاص بدائرة الحصول على مصدر جهد مستمر ثابت.




شكل ٤-٢ المخطط الرسمي لدائرة الحصول على مصدر جهد مستمر ثابت

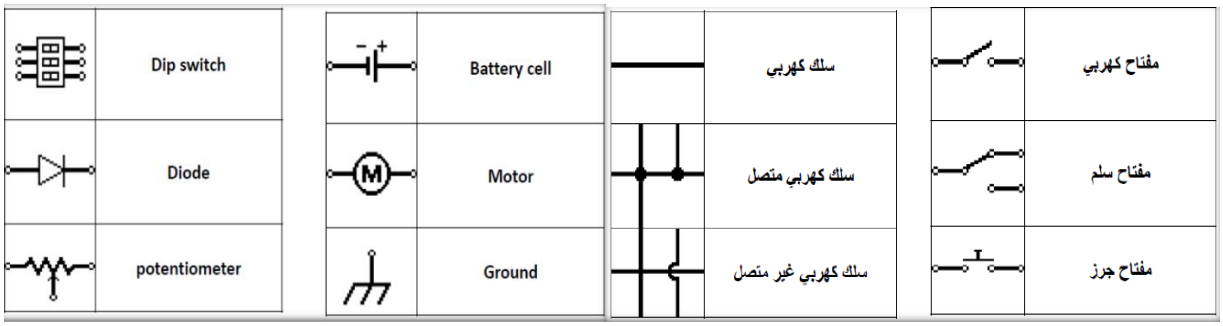
**الدوائر المطبوعة (Printed circuit board):** في هذا الرسم يتم وضع المكون الحقيقى الذى سوف يوضع داخل الدائرة المطبوعة والشكل ٤-٣ يوضح ذلك.




شكل ٤-٣ مثال دائرة مطبوعة سوف يتم وضع المكونات الحقيقية عليها

## ٤-٢ قراءة المخطط الرسمي:

حتى نتمكن من قراءة المخطط الرسمي للدائرة المطبوعة لابد لنا من معرفة الرموز الاليكترونية والرموز الكهربية للمكونات المستخدمة في صناعة الدائرة الاليكترونية والشكل ٤-٤ يوضح نبذة مختصرة عن تلك الرموز.



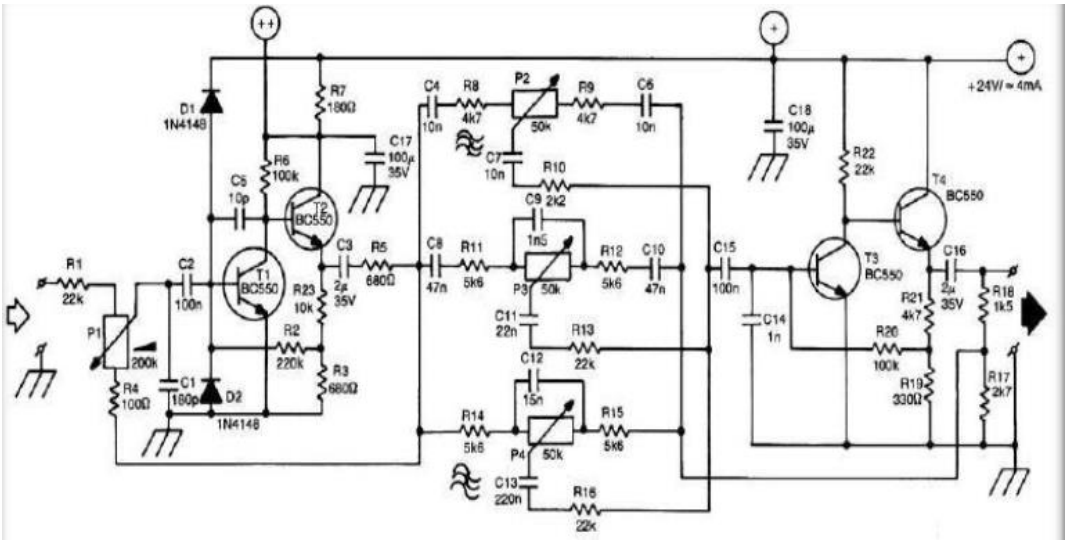

شكل ٤-٤ بعض الرموز الكهربية ودلالاتها

## ٤-٣ ترميز المكونات الخاصة بالكارت الاليكترونى (Symbolic component):

من الأفضل عند عمل الدوائر الاليكترونية ان نقوم بعمل رموز للدالة على نوع المركبات المستخدمة في الدائرة المطبوعة والشكل ٤-٥ يبين بعض الرموز ومسمياتها. أيضا الشكل ٤-٦ يبين مخطط رسمي موضح عليه ترميز المكونات الاليكترونية لذلك الكارت.

| Component | Designator | Component | Designator |
|---|---|---|---|
| Capacitors | C | Relays | RL |
| Connectors | J or CN | Speakers | SP |
| Crystals and resonators | X or Y | Switches | S or SW |
| Diodes | D | Transformers | T |
| Fuses | F | Transistors | Q |
| Coils (inductors), but not transformers | L | Test points (places to put your probes) | TP |
| Integrated circuit chips | IC, U or Q | Voltage regulators | IC, U or Q |
| Resistors | R | Zener diodes | Z, ZD or D |
| Potentiometers | R or VR | | |

شكل ٤-٥ مثال للترميز الخاص بالمكونات الاليكترونية




شكل ٤-٦ مخطط رسمي موضح علية ترميز المكونات الاليكترونية لكارت اليكترونى

## ٤-٤ كيفية تصنيع لوحة اليكترونية مطبوعة:

تمر صناعة الكروت الالكترونية بمجموعة من المراحل وهى

**اولا بمرحلة ما قبل تجهيز اللوحة الالكترونية**

١. يجب أن نكون على دراية كاملة بحجم الدائرة الإلكترونية التي نريد تجهيزها وذلك لاختيار الحجم المناسب للوحة .

٢. يجب التعرف على جميع مكونات الدائرة وأن تكون موجودة قبل بداية إجراء عمليات التجهيز لتحديد وتقدير الأماكن اللازمة لكل عناصر الدائرة.

٣. يجب ترك مساحات كافية ومناسبة بين عناصر الدائرة بحيث لا تكون العناصر ملاصقة لبعضهاالبعض.

٤. في حالة توصيل الملفات أو المحولات يجب ترك مساحة كافية لتركيب القطع البلاستيكية وبراغي (مسامير) التثبيت اللازمة للملف أو المحول.

٥. في حالة وجود العنصر الحراري في الدائرة يجب ترك المساحة المناسبة .

٦. يجب أن تكون اللوحة سهلة التتبع والتجميع والصيانة والإصلاح .

٧. في حالة وجود الدائرة المتكاملة يجب أخذ المسافات المناسبة لمقاسات الأرجل .

**ثانيا تجهيز الأدوات اللازمة لعمل او اصلاح الكارت الالكترونى:**

كاوية اللحام – سلك اللحام – ساحب اللحام (الشفاط) – شريط إزالة اللحام – قطاعة الاسلاك – مفكات – الملقاط – المثقاب – العدسة المكبرة – جهاز قياس متعدد الاغراض ويمكن رؤية تلك المعدات في التالى

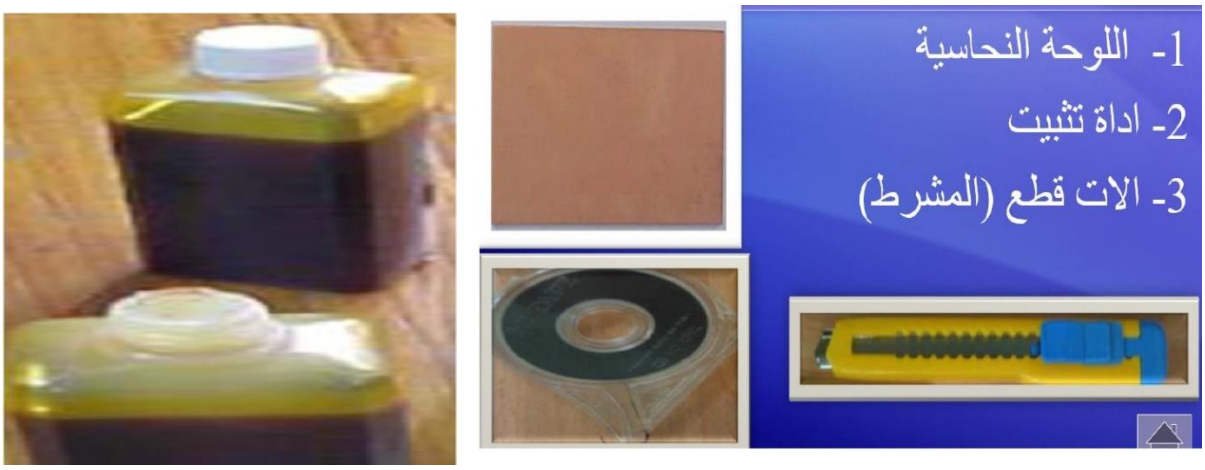
كاوية اللحام

ساحب اللحام (الشفاط)

سلك اللحام

**ثالثا أدوات يجب توافرها عند عمل الدائرة المطبوعة:**

اللوحة النحاسية – أداة تثبيت – الة قطع – حوض محاليل – محلول اذابة النحاس




**رابعا برامج تستخدم في عمل الكروت الاليكترونية:**

برنامج Altium – برنامج Eagle – برنامج Circuit maker – برنامج Express PCB

**خامسا طرق نقل المخطط على اللوحة:**

توجد عدة طرق يتم بها نقل المخطط على اللوحة نذكر منها استخدام الرسم بقلم التحبير – استخدام النقل الحرارى – استخدام اللوحات (البوردات) الحساسة للضوء

**سادسا تجهيز الكارت الاليكترونى:**

يتم تجهيز الكارت الاليكترونى من خلال مجموعة من العمليات المتتالية وهى

عملية التحميص – عملية التثقيب – تركيب العناصر الاليكترونية وعملية اللحام – اختبار الدائرة

**٤-٥ تحليل المشاكل والاعطال الخاصة بالكروت الاليكترونية:**

لتحديد الأعطال الخاصة بالدوائر الاليكترونية فان ذلك يتم من خلال تسلسل منطقى من الخطوات وهى

تحليل المشكلة من خلال جمع المعلومات – حل المشكلة باقتراح مجموعة من الحلول والإجراءات – اخذ القرار والبدء بالتنفيذ

**٤-٥-١ خطوات تحليل المشكلة:**

تبدأ خطوات تحليل المشكلة باتخاذ مجموعة من الإجراءات وهى

- محاولة معرفة مصدر العطل من مشغل الجهاز

- مقارنة هذه الحالة بحالات أخرى سابقة مشابهه
- الوصول لفكرة شاملة عن ابرز اعراض خاصة بالمشكلة
- تحديد ما إذا كان سبب المشكلة تعطل حقيقى او سوء تشغيل

**٤-٥-٢ خطوات حل المشكلة:**

تعتبر هذه الخطوة هي خطوة اتخاذ الإجراءات لمحاولة الحل حيث قد تكون المشكلة ناشئة لتشغيل خاطئ او عطل حقيقى او ان الجهاز الذى به المشكلة لا يعمل بشكل صحيح والبدء في الحصول على الرسومات الفنية الخاصة بالجهاز المعطل ونبدأ في اخذ القرار

**٤-٥-٣ اخذ القرار للبدء بحل المشكلة:**

حيث يكون القرار هو أحد احتمالين هما

- البدء بالإصلاح هو الحل
- ام استبدال الجهاز المعطل هو الحل

**٤-٦ أسباب الأعطال بالدوائر الاليكترونية:**

توجد أسباب عديدة لتعطل الأجهزة والكروت الإليكترونية نذكر منها

- الحرارة الزائدة
- الرطوبة
- عدم التثبيت الجيد
- اتساخ أماكن تركيب الكرو ت
- القوارض والحشرات
- أخطاء التصنيع

**أولا الحرارة الزائدة والرطوبة:**

تؤدى الحرارة الزائدة لتلف بعض المكونات وخصوصا اشباه الموصلات مما يسمح بمرور تيارات أكبر من الممكن ان تؤدى لتلف أجهزة أخرى مثل المقاومات المكثفات المحولات والمحركات أيضا من الممكن ان تؤدى الرطوبة الى تيارات مرتفعة مما يمثل خطرا على الكروت الالكترونية

**ثانيا عدم الثبيت الجيد واتساخ أماكن التوصيل:**

يؤدى عدم التثبيت الجيد الى حدوث شرر كهربى واتساخ أماكن التوصيل يؤدى الى منع التوصيل أيضا أخطاء التصنيع بسبب عدم اتقان العمالة الفنية لعملهم في التجميع والتركيب تؤدى الى مزيد من الأخطاء

**ثالثا الحيوانات والقوارض:**

تؤدى القوارض الى تسلخ الاسلاك قرض العناصر الالكترونية مما قد يؤدى الى حدوث قصر او فتح للدائرة او مشاكل في التأريض او مشاكل ميكانيكية

## ٤-٧ اهم نتائج القصر (Short circuit) والدائرة المفتوحة (Open circuit):

القصر هو حدوث مقاومة صغيرة جدا تقترب من الصفر يؤدى الى امرار تيار مرتفع ويمكن ان يحدث اضرارا جسيمة بالجهاز مثل تلف فيوز ارتفاع درجة حرارة تلف معدات اليكترونية داخل الكارت انخفاض للجهد دخان حريق.

الدائرة المفتوحة تعنى مقاومة كبيرة جدا فيصل التيار للصفر مما يسبب تعطل الكارت او الجهاز عن العمل

## ٤-٨ اهم المشاكل الناتجة عن التأريض الغير جيد:

من المشاكل الأكثر الأهمية والتي يجب تجنبها عند تصنيع الكروت الاليكترونية هي عدم التأريض الجيد حيث ان ذلك سوف يؤدى لمشاكل عديدة نذكر منها

تلف المصهرات قراءة خاطئة للجهود او التيارات او الاثنين معا فصل غامض تلف الدوائر والمكونات وأداء خاطئ للأجهزة

## ٤-٩ الإجراءات الأساسية لتحديد الأعطال بالكروت الاليكترونية:

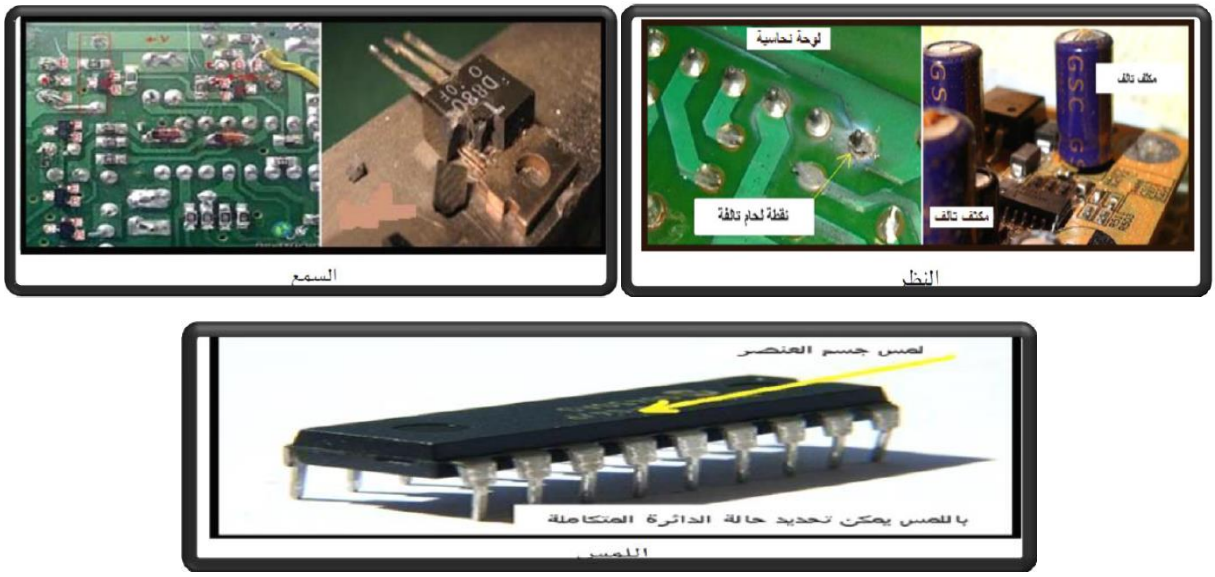
١. معرفة وظيفة الدائرة أو الجهاز تعطيك فكرة تعتبر مفتاحا لحل المشكلة .
٢. ابدأ بفحص الدائرة الإلكترونية ظاهريا باستخدام الحواس .
٣. قس جهد التغذية المستمر للتأكد من أنه طبيعي .
٤. اعزل المرحلة التي بها عطل في الأجهزة متعددة المراحل باستخدام طريقة تتبع الإشارة ( SIGNAL-TRACING ) باستخدام جهاز الأوسيلوسكوب .
٥. عند وجود إشارة طبيعية عند نقطة ما سنفترض أن كل شيء قبل هذه النقطة يعمل كما ينبغي والعطل في المرحلة أو الحمل التالي .
٦. افحص بقياس الجهد أو المقاومة في المرحلة المشكوك فيها ومقارنتهما بالقيم الطبيعية .
٧. قبل إصلاح العطل يفضل معرفة سبب حدوثه ومعالجة ذلك حتى لا يتكرر .

## ٤-٩ طرق اكتشاف الأعطال:

تتعدد طرف اكتشاف الأعطال نذكر منها على سبيل المثال

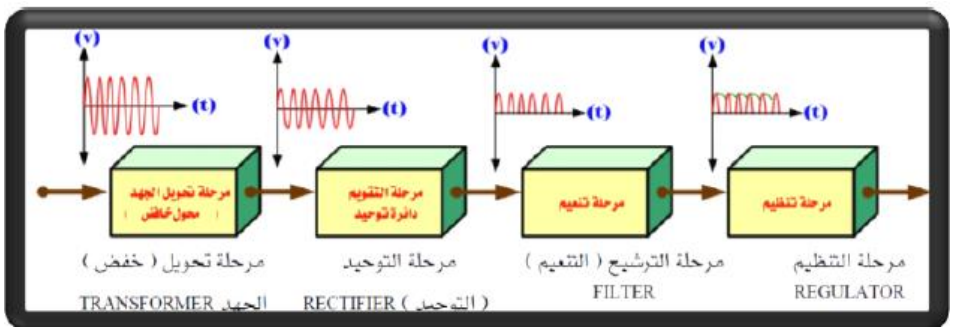
- الفحص الظاهرى
- تتبع أثر الإشارة
- القياس
- الإحصاء
- طريقة التجنب (الكوبرى)

**أولا الفحص الظاهرى:** في هذه الطريقة نفحص باستخدام الحواس مثل الرؤية اللمس الشم




استخدام الحواس لاكتشاف اعطال الكروت الاليكترونية

**ثانيا تتبع إثر الإشارة**



**ثالثا طريقة استخدام القياس:** في هذه الطريقة يتم استخدام الأجهزة متعددة القياسات من اجل قياس الجهد او التيار او المقاومة من اجل محاولة اكتشاف العطل ثم الإصلاح **وفى** الأجهزة الأكثر صعوبة يتم استبدال الكروت للوصول للكارت الذى به مشكلة مؤثرة على التشغيل

**رابعا طريقة الإحصاء:**

هذه الطريقة للفحص تطبق على التركيبات واسعة النطاق حيث إن خطأ معينا قد يتكرر حدوثه ويمكن الحصول على تجميع لنتائج إحصائية عن الأخطاء والأعطال الممكن حدوثها تكون في صورة تشخيص مبني على ملحوظات ونماذج للعرض .

**خامسا طريقة التجنب (الكوبرى):**

يمكن استخدام هذه الطريقة لتجنب أحد العناصر في الدائرة وببساطة هي عمل قصر على طرفي أحد العناصر وعادة تستخدم لفحص الأعطال على العناصر التي تعمل كمفتاح مثل الدايود أو الثايرستور أو الترياك أو الدائرة المتكاملة ولكن يجب أخذ الحذر وأن تكون على دراية تامة بعمل الدائرة حتى لا تتسبب في إتلاف عناصر أخرى في الدائرة التي تقوم بفحصها

## ٤-١٠ إجراءات الصيانة الخاصة بالكروت الاليكترونية:

من اهم إجراءات الصيانة نظافة الكروت باستخدام البلور للتأكد من إزالة اى سوء توصيل وذلك يتم من خلال الصيانة الوقائية كما اننا يجب ان نتأكد من جودة الوصلات واللحامات بالكروت اما في حالة حدوث عطل فإننا نلجأ للصيانة الإصلاحية وقد بينا في الأجزاء السابقة كيفية التأكد من سلامة جميع المكونات الاليكترونية

## ٤-١١ السلامة والوقاية الالكترونية والكهربية داخل الورش:

سلامة الفني الذي يعمل على إصلاح الأجهزة السمعية والمرئية هي من أهم ما يثير قلقه واهتمامه. ولكنه يجب أن يهتم أيضا بسلامة سائر من يدخلون منطقة الورشة أو من يعملون فيها.

**الملابس الملائمة للعمل:**

يجب أن تتناسب ملابس العمل مع طبيعة العمل الذي يزاوله الفني مثل ( حذاء السلامة العازل، والخوذة، والقفازات، والنظارات.....).

ومن أهم الملابس الواقية لدى الفنيين في أعمال الصيانة والورش والوحدات، الأفرُول من قطعة واحدة أو قطعتين والقمصان والبناطيل وهي من قماش يتميز بخاصية مقاومة اللهب والعزل الحراري. وعموماً يجب أن تكون الملابس الواقية مريحة تسمح للعامل بحرية الحركة فهي إذاً لا ضيقة ولا فضفاضة كما يجب أن تكون نظيفة لأن تشبعها بالزيوت والأوساخ يسبب الحساسية لمرتديها أو إشعال حريق في حالة التماسها بالأجسام الساخنة.

**الحذاء الآمن :**

لبس الحذاء الآمن يساعد على عملية عزل الجسم عن الأرض وعن التيارات الأرضية، وكذلك من الكهرباء الاستاتيكية، وتعرض القدم لسقوط الأشياء وهذه الأدوات والملابس الواقية لا تمنع حدوث الحوادث ولكنها تقلل من الإصابات وتحد من خطورتها وذلك بشرط أن يحافظ عليها في حالتها السليمة وأن تستخدم الاستخدام الصحيح.

**الوقاية من الكهرباء والصدمة الكهربائية :**

**سلامة المقابس الكهربائية**

تعتبر المقابس الكهربائية (البريزات) في جدران المنازل مهمة جداً ويجب الاهتمام بسلامتها حتى لا تتسبب لاقدَّر الله في حدوث صدمات كهربائية أو حرائق.

ويمكن أن تتدهور حالة المقبس الكهربائي بسبب عامل الزمن والاستعمال المتكرر فنجد أن الفتحات داخل المقبس تتوسع فعندما نوصل جهازاً بهذا المقبس لا يتم التلامس المطلوب ونجد أن توصيلتنا غير ثابتة داخل المقبس. وبأية حركة ولو بسيطة من السلك الموصل بالمقبس سوف تزداد حرارة المقبس مما قد يتسبب لاقدَّر الله في حدوث حريق وخاصة إذا كان هذا المقبس مغطى بستارة قريبة كما في الشكل.

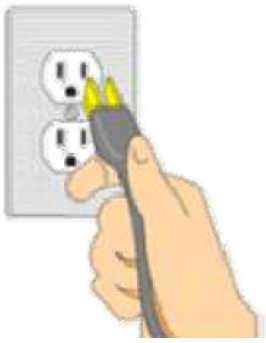
كذلك قد يحدث أن تكون الأسلاك الداخلية المغذية للمقبس مرتخية وغير موصلة كما ينبغي مما يمكن أن يسبب احتماء المقبس و يجعله يصدر الشرر الذي قد يسبب الحرائق.

من السهل التعرف على المقابس التالفة التي قد تنذر بالخطر في المنزل وذلك بملاحظة الآتي:

١. إذا كان المقبس يصدر حرارة أو شرارة أو دخاناً
٢. إذا كانت توصيلة أجهزتك لا تثبت في المقبس
٣. إذا كان هناك وميض و إضاءة غير ثابتة للمصابيح الموصلة بهذا المقبس

**لسلامتك**

لا تفصل التوصيلات من المقبس بسحبها بزاوية فذلك قد يكسر أجزاء المقبس البلاستيكية ويظهر الأجزاء المعدنية المكهربة، ويجب عدم جذب التوصيلة عندما تريد فصل الجهاز عن الكهرباء بل انزع القابس من المقبس بلطف.



**الإضاءة والتهوية:**

يجب أن تكون إضاءة الورشة جيدة وموزعة بشكل متساو وكذلك التهوية في حالة وجود غازات أو أبخرة خصوصاً عند استعمال كاوية اللحام، ويفضل وجود مروحة شفط داخل الورشة وذلك لسحب الأبخرة المتطايرة عند استخدام الكاوية في عملية اللحام.

**التركيز أثناء العمل:**

عند تأدية أي عمل داخل الورشة يجب التركيز والاهتمام بالعمل الذي تقوم به وذلك من أجل سلامتك وسلامة من حولك.

**استعمال العدد اليدوية والأجهزة الكهربائية بصورة آمنة:**

كثير من العدد الكهربائية لها أغطية معدنية ومجهزة بكيابل ثلاثية الأسلاك تنتهي بقوابس ثلاثية الشعب والسلك الثالث في الكيبل يتصل بالغطاء المعدني عند إدخال القابس في منفذ الكهرباء، افحص جميع الأجهزة الكهربائية قبل استعمالها وافحص كيابل الكهرباء وتمديداتها وقوابسها يجب أن تكون جميعها جيدة العزل ،وخالية من الشقوق أو التلف، ولا تستعمل كيابل أو تمديدات ملتوية. ومن المهم جداً استعمال العدد والمعدات وفقاً لتعليمات صانعها، وذلك يجعل استعمالها آمنا ويمنع الأسباب المحتملة للصدمة الكهربائية.

**الإعداد لعملية اللحام الناجحة**

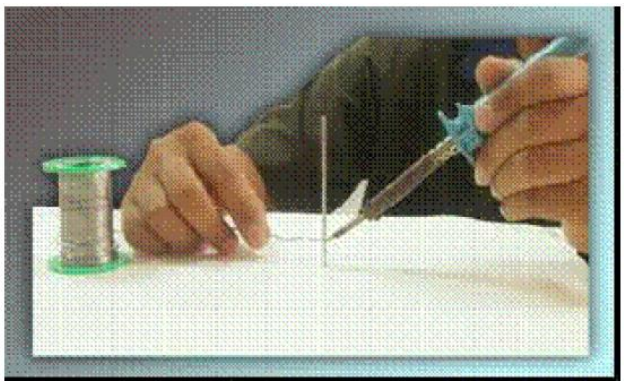
الأجزاء التي يتم لحامها في الأجهزة الإلكترونية عبارة عن أسلاك التوصيل وأطراف المكونات من مقاومات ومكثفات وترانزستورات ودوائر متكاملة. وتتم عملية اللحام بتسخين طرف أي من هذه العناصر ووضع مادة القصديرعليها لتكون نقطة اللحام والأداة التي تستخدم لعملية التسخين هي كاوية اللحام.

**اعتبارات يجب العمل بها قبل البدء في عملية اللحام:**

١. اختيار مصدر قدرة يتناسب مع قدرة الكاوية.

٢. وضع الكاوية في المكان الصحيح، يعتمد على اليد المستخدمة لدى المتدرب أو الفني أو المنفذ.

٣. وضع سلك توصيل(كيبل) الكاوية على الذراع وذلك تفاديا لوقوع سلاح الكاوية على الكيبل وكذلك انتقاء الجلسة السليمة عند عملية اللحام والقصدرة كما في الشكل التالي:



٤. تنظيف مكان العمل قبل البدء في عملية اللحام.

٥. تجهيز أدوات اللحام والتمرين المراد العمل فيه.

٦. بعد كل مرة لحام توضع الكاوية في المكان المخصص (على الحامل) وذلك تفادياً للمسك الخاطئ لسلاح أو ماسورة الكاوية بدلاً من مقبض الكاوية.

٧. عدم العبث بالكاوية واستخدامها كوسيلة للمرح والتسلية واللعب.

٨. نظافة الكاوية وذلك بمسحها على إسفنج خاص مبلل بالماء.

٩. تفادي نزول أية نقطة من اللحام على الجسم أو الملابس.

١٠. يجب مسك طرف النقط الحساسة بملقط أو زرادية بوُز طويل و رفيع وذلك عند اللحام حتى تتسرب الحرارة من خلاله.

١١. يجب عدم استنشاق الأبخرة المنبعثة من الكاوية.

١٢. يجب عدم نفخ الأبخرة المنبعثة من الكاوية حتى لا يتسبب بوجود نقطة لحام باردة.

١٣. يستحسن لبس كمامات واقية للأبخرة المنبعثة من الكاوية.