المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص اتصالات

ورشة إلكترونية

٢٢٤ تصل

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " **ورشة إلكترونية** " لمتدربي تخصص "**اتصالات**" في الكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه: إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

ورشة إلكترونية

السلامة

الوحدة الأولى : السلامة

معلومات عامة للمدرب والمتدرب

الجدارة : الالتزام بدواعي الأمن الصناعي والسلامة في الأعمال الكهربائية والإلكترونية والتعرف على بعض الإسعافات الأولية.

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادرا على :

١- الإلتزام بدواعي الأمن الصناعي والسلامة في الورشة الإلكترونية.
٢- الإلتزام بدواعي الأمن والسلامة للتشغيلات الميكانيكية والكهربائية والحرارية والكيميائية.
٣- التعرف على الإسعافات الأولية لمختلف الإصابات بالورشة الإلكترونية.
٤- الدقة في أداء الأعمال والإحساس بالمسؤولية.

مستوى الأداء المطلوب : ٨٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : محاضرتان نظرية + محاضرتان عملية داخل الكلية.

الوسائل المساعدة :

١- تطبيق معلومات الأمن المشار إليها في هذه الوحدة.
٢- زيارة بعض المواقع الصناعية والاطلاع على وسائل السلامة والأمن الصناعي بها.
٣- التعرف على تجهيزات السلامة بالكلية من ناحية الأمن الصناعي.

الجدارة المطلوب تحقيقها :

تحقيق المهارات الموجودة في الجدول التحليلي لوظيفة ومهنة فني إلكترونيات.

متطلبات الجدارة :

١- عمل دورات الإسعافات الأولية.
٢- التعرف على تجهيزات السلامة بالكلية للأمن الصناعي.

المحتوى

- السلامة في الأعمال الكهربائية والإلكترونية
- دواعى الأمان والسلامة عند التعامل مع الكهرباء والإسعافات الأولية اللازمة
- خطوات إجراء التنفس الصناعي
- دواعي السلامة والأمان في عملية الحفر بالأحماض والإسعافات الأولية اللازمة
- دواعي السلامة والأمان في عملية اللحام بالقصدير والإسعافات الأولية اللازمة
- دواعي السلامة والأمان في عمليات التشغيل الميكانيكي والإسعافات الأولية اللازمة
- مستلزمات السلامة والأمان اللازمة للفرد داخل الورشة
- الحرائق وأخطارها وكيفية مقاومتها والتعامل معها

السلامة في الأعمال الكهربائية والإلكترونية

إن السلامة في الأعمال الكهربائية والإلكترونية نعني بها سلامتك أنت أي سلامة القائم بالتعامل مع الأجهزة والشبكة الكهربائية في المقام الأول.
وقبل أن ننشد السلامة في الأعمال الكهربائية يجب علينا التعرف على تأثيرات التيار الكهربائي على جسم الإنسان. فإذا لمس إنسان يقف على الأرض أو مستندا على إنشاءات معدنية، أجزاء من منشآت وتركيبات كهربائية يسري بها التيار الكهربائي، ففي هذه الحالة يعتبر جسم الإنسان مكملا لمسار الدائرة الكهربائية أو لتفريعة جديدة من المسار الكهربائي، فيسري فيه التيار الكهربائي وبالتالي فإنه يسبب الصعق الكهربائي. وتتوقف كمية التيار المار بجسم الإنسان على مقاومة الجسم ذاته وقيمة الجهد الكهربائي.

ويظهر تأثير التيار الكهربائي على جسم الإنسان عادة في صورة اضطراب وحروق. فالاضطراب يؤدي إلى الخلل وعدم الاتزان لعضلات الجسم والقلب والدورة الدموية والجهاز العصبي المركزي مما يؤدي إلى سقوط الإنسان وإصطدامه بالأرض فيؤدي ذلك إلى حدوث كسور وجروح لا سيما لو كان واقفا على مكان مرتفع (سلم مثلا).

وتتوقف نتيجة الصعق بالكهرباء على شدة التيار ومساره في الجسم وزمن التعرض له. والجدول (١) التالي يوضح قيم تيار الصعق الكهربائي وتأثيره على جسم الإنسان.

درجة أمان التيار الكهربائي	شدة التيار الكهربائي	مدى تأثير التيار على جسم الإنسان
التيار الكهربائي المأمون	١ ميللي أمبير أو أقل	لا يشعر بالصدمة ويمكنه الابتعاد والتحكم في عضلاته
	من ١إلى ٨ ميللي أمبير	يشعر بالصدمة بدون ألم ويمكنه الابتعاد والتحكم في عضلاته
	من ٨ إلى ١٥ ميللي أمبير	تحدث صدمة كهربائية مؤلمة يمكن للإنسان أن يحتمل مرور هذا التيار في جسمه دون أن يفقد السيطرة على عضلاته أو أعصابه
التيار الكهربائي غير المأمون	من ١٥ إلى ٢٠ ميللي أمبير	تحدث صدمة مؤلمة ويفقد الإنسان السيطرة على العضلات القريبة من مكان الصدمة ولا يتمكن من الحركة
	من ٢٠ إلى ٥٠ ميللي أمبير	تحدث آلام شديدة وتقلص شديد في العضلات وصعوبة في التنفس
	من ٥٠ إلى ١٠٠ ميللي أمبير	تحدث إضطرابات في ضربات القلب وإحتمال الوفاة
	من ١٠٠ إلى ٢٠٠ ميللي أمبير	حدوث الوفاة في الحال
	أكثر من ٢٠٠ ميللي أمبير	حدوث حروق شديدة وتقلص في العضلات وتوقف القلب أثناء الصدمة والوفاة مباشرة.

جدول رقم (١) درجة أمان التيار الكهربائي

دواعى الأمان عند التعامل مع الكهرباء والإسعافات الأولية اللازمة

يجب على المتعامل مع الكهرباء عامة أخذ الحيطة والحذر واتخاذ الأسس الوقائية التي تقيه وتجنبه مخاطر الوقوع في أخطاء التعامل مع الكهرباء ومن أسس السلامة في التعامل مع الكهرباء هي :

١- ضرورة تنظيف وتنظيم مكان العمل حتى يسهل عليك معرفة أماكن الأشياء بسرعة وأيضا لإبعادها عن الأماكن الخطرة.

٢- الإلمام بالمعرفة الكاملة بمكونات الورشة ومحتوياتها

٣- التعرف على أجزاء الشبكة الكهربائية للورشة وكذا توزيعها والمفاتيح المتحكمة فيها

٤- التعرف على جميع طرق الحماية بمكان العمل

٥- الاختبار الدوري لوسائل الحماية من آن لآخر للتأكد من صلاحيتها وخلوها من الأعطال

٦- إيقاف تشغيل المعدات والأجهزة الكهربائية في أوقات خارج الدوام

٧- إيقاف تشغيل المعدات والأجهزة الكهربائية العاطلة والمعيبة وإصلاحها بأسرع وقت ممكن

٨- التوعية الدائمة بالمخاطر الموجودة بالورشة كما يجب لصق إعلانات التحذير والإرشاد عن ذلك

٩- التأكد من تأريض (توصيل الأرضي) جميع الوحدات العاملة بالكهرباء بالورشة

١٠- أخذ الاحتياطات اللازمة للفرد داخل الورشة (إرتداء البالطو- القفازات الواقية من الحرارة والكيماويات- ...الخ)

١١- توفير أجهزة ومعدات إطفاء الحريق

١٢- التعرف والتدرب على الإسعافات الأولية لكل نوع من الإصابة

التنظيف والتنظيم لمكان العمل:

يجب على المتدرب تنظيف مكان العمل سواء كان سطح الطاولة التي كان يعمل عليها أو الأرض أسفلها، نظرا لإحتوائها على قطع الأسلاك الرفيعة ونقط لحام القصدير والتي قد تكون ذات أطراف مدببة تسبب الجرح وكذا قطع البلاستيك الناتجة عن تقشير السلك. وهناك أيضاً مخلفات التشغيل على طاولة التشغيل الميكانيكي تتمثل في بقايا الثقب والقطع. كل هذه المخلفات يجب تجميعها بواسطة مكنسة في جاروف شكل (١) وإلقاؤها في صندوق المهملات في نهاية عملك. كما يجب عليك تنظيم طاولات العمل حتى يمكنك الوصول إلى ما ترغبه فمثلا أجهزة القياس المستخدمة يجب أن يكون لها

وضع محدد وكذا كاوية اللحام والعدد اليدوية كما يجب أن يخصص مكان للتشغيل الميكانيكي والكيماوي والحراري.

شكل (١) يوضح الأدوات المستخدمة في تنظيف مكان العمل

مكونات الورشة :

الورش الإلكترونية عامة تشمل عدة تشغيلات مختلفة ومتعددة. فجميع أجهزة القياس الكهربائية والإلكترونية العاملة بالورشة تقوم بأداء مهمة القياس للكميات الكهربائية المختلفة (التيار- الجهد- المقاومة – التردد - .....الخ) كما أن تجميع الدائرة الإلكترونية يستلزم التعامل بحذر مع العناصر الإلكترونية. وبعد ذلك تأتي عملية تتبع الأعطال والإصلاح، وكل ذلك يندرج تحت التشغيل الكهربائي بالورشة.

كما يوجد أيضاً تشغيلات أخرى في الورشة الإلكترونية نذكر منها عمليات اللحام بالقصدير حيث يتم ربط معدنين (مثلا طرف العنصر مع طرف أو الوسائد pads بالدائرة المطبوعة) بمادة اللحام المتكونة من سبيكة القصدير والرصاص بمساعدة الحرارة الناتجة عن الكاوية الكهربائية. وعملية اللحام هذه ضرورية في عملية تجميع الأجهزة الإلكترونية حيث يتم ربط العناصر الإلكترونية على الدائرة المطبوعة وكذا الأطراف السلكية الأخرى. ولذا نجد أن هذه العملية يتم تشغيلها بالتطبيق الحراري.

أما تنفيذ الدائرة المطبوعة فيتطلب لها التشغيل الكيميائي حيث يتم تشكيل الطبقة النحاسية الملتصقة مع اللوح الفيبر بواسطة العمليات الكيميائية حيث لا يمكن تشكيلها بواسطة العمليات الميكانيكية التقليدية لأن سمك طبقة النحاس رفيع جدا. ولذا يلزم التعرف على الأحماض المستخدمة في هذه العملية وكذا طرق السلامة وكيفية التشطيب الجيد لها.

وفي النهاية وبعد إعداد الدائرة أو الدوائر المطبوعة وحضور كل عناصر الدائرة الإلكترونية للجهاز وكذا علبة الجهاز يتم التثبيت الميكانيكي لكل مفرادات الجهاز داخل العلبة. وفي هذه العملية نحتاج إلى تنفيذ عمليات التثقيب والتخريم والقص والقطع والثني لمادة علبة الجهاز والدائرة المطبوعة والربط الدائم باللحام والبرشام وكذا الربط غير الدائم بالمسمار والصامولة. وبالتالي فإن جميع العمليات الميكانيكية السابقة تندرج تحت مسمى التشغيل الميكانيكي.

ومما سبق نجد أن هناك مجالات تشغيل مختلفة تتضمن الآتي:

١- التشغيل الكهربائي Electrical Operation
٢- التشغيل الكيميائي Chemical Operation
٣- التشغيل الحراري Heat Operation
٤- التشغيل الميكانيكي Mechanical Operation

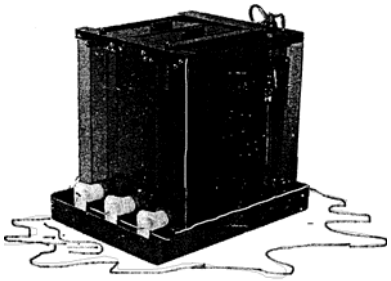
ولابد من إعداد الورشة لتشمل جميع أنواع التشغيلات السابقة ولذا فإن الورشة تتكون من:

١- طاولات التشغيل الكهربائي: وهي تضم أجهزة القياس جميها ويتم تنفيذ كل القياسات الممكنة سواء للعناصر الإلكترونية أو لتنفيذ عملية تتبع الأعطال.

٢- طاولات التشغيل الحراري: وهي تضم كاويات أو أحواض اللحام شكل (٢) ويتم تنفيذ عمليات اللحام الممكنة لربط وتثبيت العناصر الإلكترونية على الدائرة المطبوعة. ويجدر بالذكر أن عمليات اللحام بالكاوية الكهربائية تتم على نفس طاولات التشغيل الكهربائي بينما عمليات اللحام التي تتم خلال أحواض اللحام يخصص لها طاولة خاصة لما لها من احتياطات تشغيل هامة.

شكل (٢) يوضح جهاز اللحام بحوض القصدير

٣- معمل التصوير والحفر بالأحماض: أما التشغيل الكيميائي والتصوير فيلزمه معمل خاص مقفل ومعزول نظرا لخطورة التعامل مع الأحماض الشكل (٣) وضرورة وجود مصدر مياه ومخارج للصرف وتوافر إمكانية الإظلام من عدمه للطباعة والإظهار والحفر بالأحماض.



شكل (٣) يوضح حوض الحفر بالأحماض

٤- طاولات التشغيل الميكانيكي: الماكينات التي تقوم بعمليات التثقيب والتخريم والثني والقطع والقص والحفر الميكانيكي ، الشكل (٤) ، للوح الدائرة المطبوعة وكذا ملازم التثبيت، يجب أن يجهز لها طاولات خاصة وبعيدة عن التشغيلات الأخرى، كما تخصص طاولة لماكينة الحفر الميكانيكي خاصة العاملة بمساعدة الحاسب داخل الورشة بشرط أن يكون لها نظام تهوية جيد

شكل (٤) يوضح بعض الماكينات المستخدمة في التشغيل الميكانيكي بالورشة الإلكترونية

الشبكة الكهربائية بالورشة :

من الضروري جدا تعريف المتدرب بالشبكة الكهربائية حتى يأمن جانبها ويتعامل معها على علم عند إجراء التوصيلات عليها. فيجب تعريفه كيفية حساب القدرة الكهربائية وكذا حساب الحمل اللازم والتيار المسحوب وكيفية توزيع القدرة الكهربائية إضافة لذلك يجب على المتدرب معرفة أماكن المفاتيح والمفتاح العمومي حتى يستطيع عند سماعه استغاثة أحد زملائه نتيجة صعقه بالكهرباء، الإسراع إلى المفتاح العمومي وفصل الكهرباء، كما يجب تعريفه بأنواع الجهود بالشبكة (١١٠- ٢٢٠ فولت متردد)

التأريض (توصيل الأرضي) بالورشة :

يجب التأكد من تأريض (توصيل الأرضي) جميع الوحدات العاملة بالكهرباء بالورشة. كما يجب على المتدرب توصيل الأرضي على معصم يده حتى يجنبه التعرض للصعق الكهربائي المفاجىء.

الإسعافات الأولية عند الإصابة بالكهرباء :

عند تعرض شخص للصعق بالكهرباء قم بعمل التالي:

١- الإتصال بالهاتف على مركز الإسعاف وأيضا الإتصال بطبيب الكلية لإبلاغه

٢- لا تقم بلمس الشخص المصاب بالصعق الكهربائي فإنه قد يكون مازال ملامسا للتيار الكهربائي، لأن ملامستك له قد تدفع التيار بالمرور من خلال جسمك وبالتالي تكون قد تعرضت أنت الآخر إلى الصعق الكهربائي.

٣- قم بفصل التيار الكهربائي عن المكان الذي حدث فيه الصعق، وإذا لم تتمكن من ذلك قم بإبعاد التيار الكهربائي عن المصاب بواسطة ذراع عازل للكهرباء أو أن تقف أنت على مادة غير موصلة (عازلة) ومن ثم محاولة إبعاد مسبب الصعق بالتيار الكهربائي.

٤- بمجرد ابتعاد الشخص المصاب عن المصدر الكهربائي، قم بفحصه والتأكد من التنفس والنبضات (ضربات القلب). فإذا كانا متوقفان أو يبدوان في حالة خطيرة مثلا، بطيئة، قم بإجراء عملية التنفس الصناعي له.

٥- إذا كان الشخص المصاب مغمى عليه أو شاحب اللون أو يظهر عليه علامات أخرى من الصعق، ضعه أسفل مع وضع الرأس منخفضا قليلا عن جذع الجسم وقدميه لأعلى.

٦- قم بمعالجة أي جروح كبيرة إن أمكن، مع ملاحظة أنه ربما تبدو الجروح الناتجة عن الصعق الكهربائي صغيرة إلا أنها قد يمتد أثرها إلى عمق أكبر تحت البشرة. فإذا كان التيار كبيراً فإنه قد

يحدث إضطرابا شديدا بضربات القلب. كما أنه أحيانا يسبب الصعق بالكهرباء سقوط المصاب وارتطامه بالأرض أو على شيء حاد مما يؤدي إلى جروح قطعية أو كسور بالعظام.

خطوات إجراء التنفس الصناعي

عملية إجراء التنفس الصناعي هي عملية أولية الغرض منها انقاذ المصاب من حالة عدم المقدرة على التنفس والتي قد تكون نتيجة تعرضه للصعق الكهربائي. وهناك طريقتان، طريقة الفم مع الفم أو الفم مع الأنف. وطريقة الفم مع الفم والمعروفة بقبلة الحياة يقوم المسعف بوضع فمه بفم المصاب والنفخ مع سد الأنف أما طريقة الفم مع الأنف فيقوم فيها المسعف بوضع فمه على الأنف والنفخ مع سد الفم. ويجدر بالذكر أن عملية التنفس الصناعي تقوم بالمحافظة على سريان الدم الحامل للأوكسجين إلى المخ والأعضاء الحيوية الأخرى ، حتى يستطيع المصاب تلقي العلاج الطبي المناسب وإعادة القلب إلى حالته الطبيعية.

التنفس: إجراء عملية التنفس الصناعي بطريقة الفم مع الفم هي الطريقة الأسرع للحصول على الأوكسجين في رئتى المصاب. إذا لم تكن قد تدربت على خطوات الطوارئ، ينصح الأطباء بترك طريقة التنفس بواسطة الفم مع الفم واستكماله مباشرة بالضغط على الصدر. والسبب هو أنه إذا كنت مشتت الفكر بمحاولتك لأداء أساليب التنفس الغير معروفة لديك فإن المصاب قد يتضرر. وبالتالي فإنه لربما يفقد المصاب دقائق يمكن انقاذه فيها. والشيء المهم جدا الذي يمكن فعله هو استكمال ضغط الصدر مباشرة وتحريك الدم إلى الأعضاء الحيوية، وبالاخص المخ والقلب. أما إذا كنت قد تدربت على خطوات الطوارىء، فإنه من المهم فعل كلا من التنفس عن طريق الفم والفم والضغط على الصدر.

الضغط على الصدر : عندما تتوقف ضربات القلب يتم تعويضها بالضغط على الصدر. فالضغط على الصدر يساعد على الحفاظ على انسياب بعض الدم إلى المخ ، والرئتين ، والقلب.

وقبل أن تبدأ التنفس الصناعي، يجب تقدير الحالة:
هل المصاب متيقظ أم غير متيقظ ؟
إذا بدا المصاب غير متيقظ، حاول السماع لدقات قلبه، أو هز كتفيه وقم بسؤاله " هل أنت بخير ؟".

إذا لم يجبك المصاب، قم بتنفيذ الخطوات التالية مع استدعاء الطبيب المقيم أو الإتصال بالإسعاف بواسطة الهاتف.

١- قم بوضع المصاب على ظهره على أرضية مسطحة، وافحص أي إشارة تدل على الحياة، مع فرد ركبتيه.

٢- قم برفع ذقن المصاب لأعلى حتى تتمكن من فتح فمه، شكل (٥).

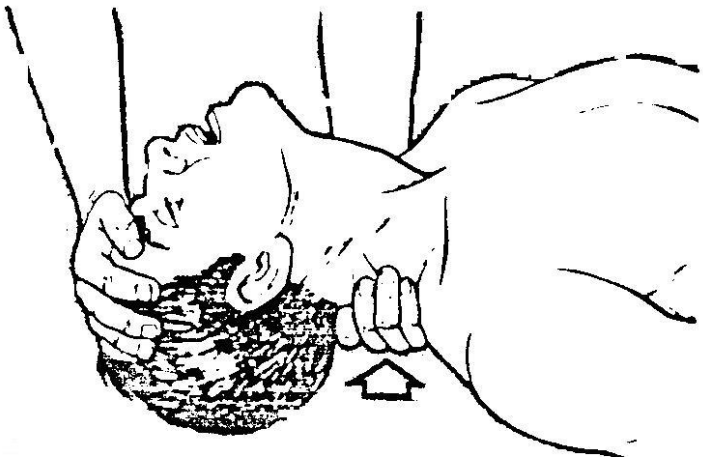
٣- حاول سماع صوت تنفس المصاب أو راقب حركة صدره، لمعرفة إن كان يتنفس أم لا.

٤- إذا لم يكن يتنفس قم بغلق أنفه ثم ادفع الهواء من فمك خلال فمه مرتين. اعطه نفخة كل ٥ ثوان – ١٢ نفخة كل دقيقة، شكل (٦).

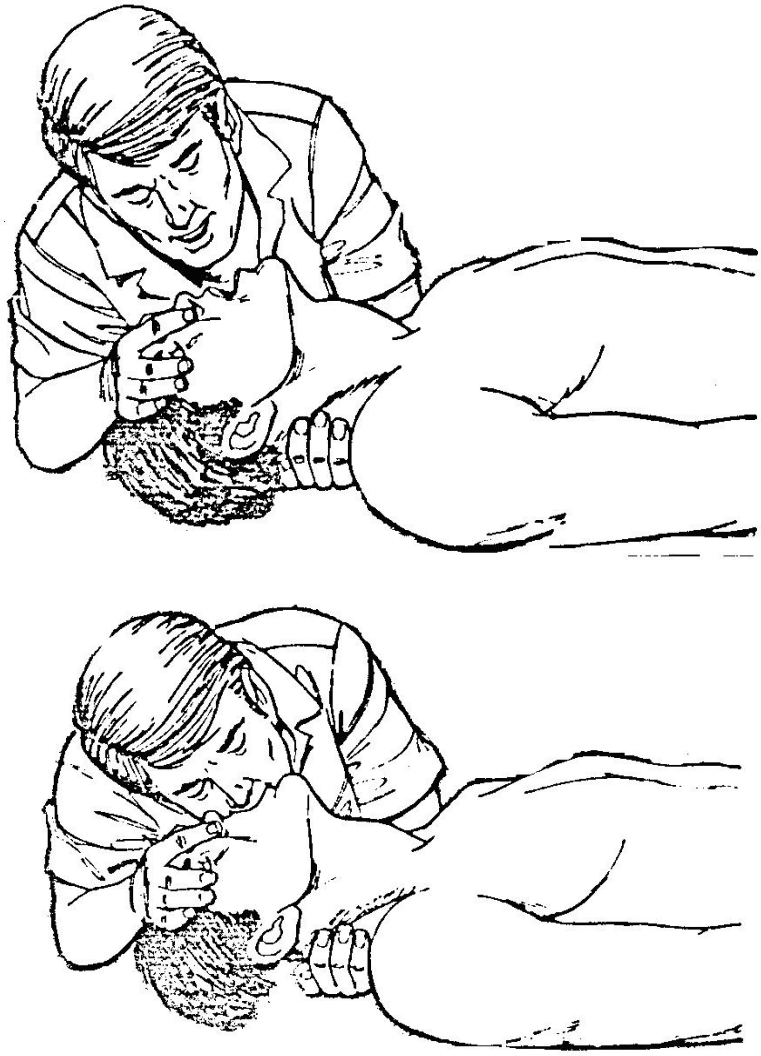
٥- إذا لم تظهر علامات الحياة – أو عدم استجابة، أو حركة تنفس- إبدأ بضغط الصدر. ضع يديك فوق الجزء السفلي من عظم الصدر، مع المحافظة على كوع ذراعك منفردا ومستقيما مع وضع كتفيك مباشرة فوق أعلى يديك لعمل استغلال أحسن لوزنك.

اضغط لأسفل لمسافة ٢ بوصة تقريبا بمعدل من ٨٠ إلى ١٠٠ مرة في الدقيقة. مع ملاحظة أن دورة الضغط والعودة يجب أن يكونا متساويين. كما لا ينبغي أن تجعل ضغطاتك كاللكمات.

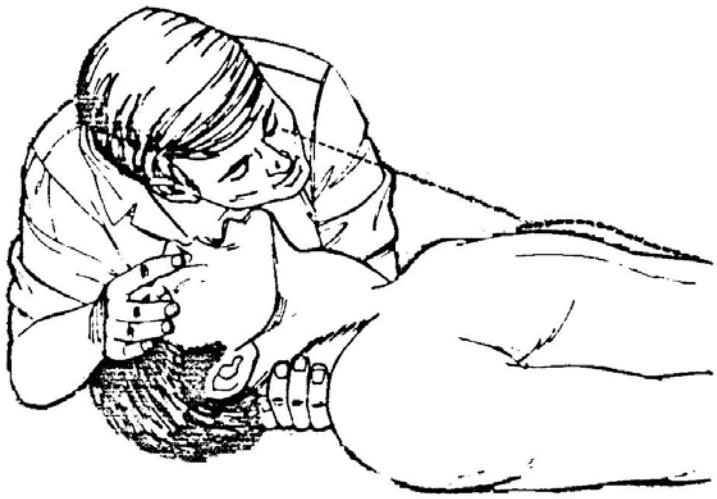
بعد كل أربع دورات من ١٥ ضغطة، حاول الفحص لأى علامة حياة. استمر فيما سبق حتى تظهر أي علامة حياة.



شكل(٥) يوضح كيفية فتح فم المصاب وذلك برفع رقبته من الخلف



شكل (٦) يوضح كيفية الاستعداد لوضع الفم بالفم بعد أخذ نفس طويل وسد أنف المصاب ثم كيفية نفخ الهواء خلال فم المصاب



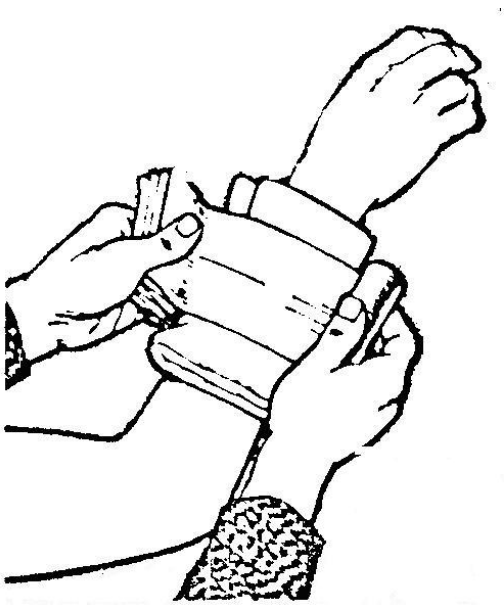
شكل (٧) يجب ملاحظة ارتفاع وانخفاض صدر المصاب أثناء النفخ في فمه

شكل (٨) يوضح طريقة النفخ من خلال الأنف

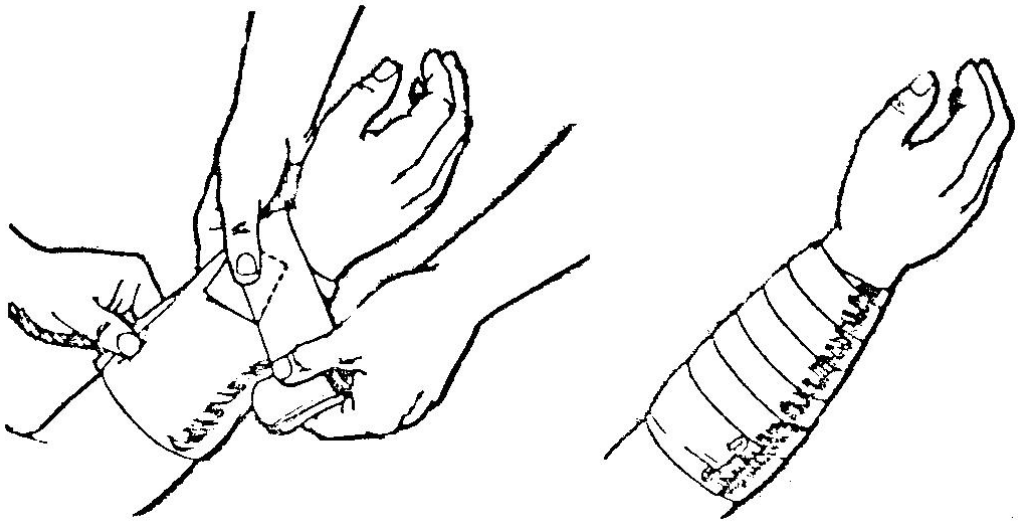
كيفية التعامل مع الجروح القطعية :

إذا حدث جرح قطعي يجب استخدام شنطة الإسعافات الأولية الموجودة بالورشة، والعمل على تنظيف الجرح وربطه بالشاش القطني المعقم شكل (٩). أما إذا كان الجرح القطعي سطحيا فلا داعي للخوف لأنه سيلتئم مع أخذك بعض الوقايات الدوائية. لكن إذا كان الجرح عميقا وجب عليك الذهاب إلى الطبيب المختص للاستشارة والعلاج.

سد الجرح بوضع ضمادة والضغط عليه



ربط الشاش القطني المعقم حول الجرح

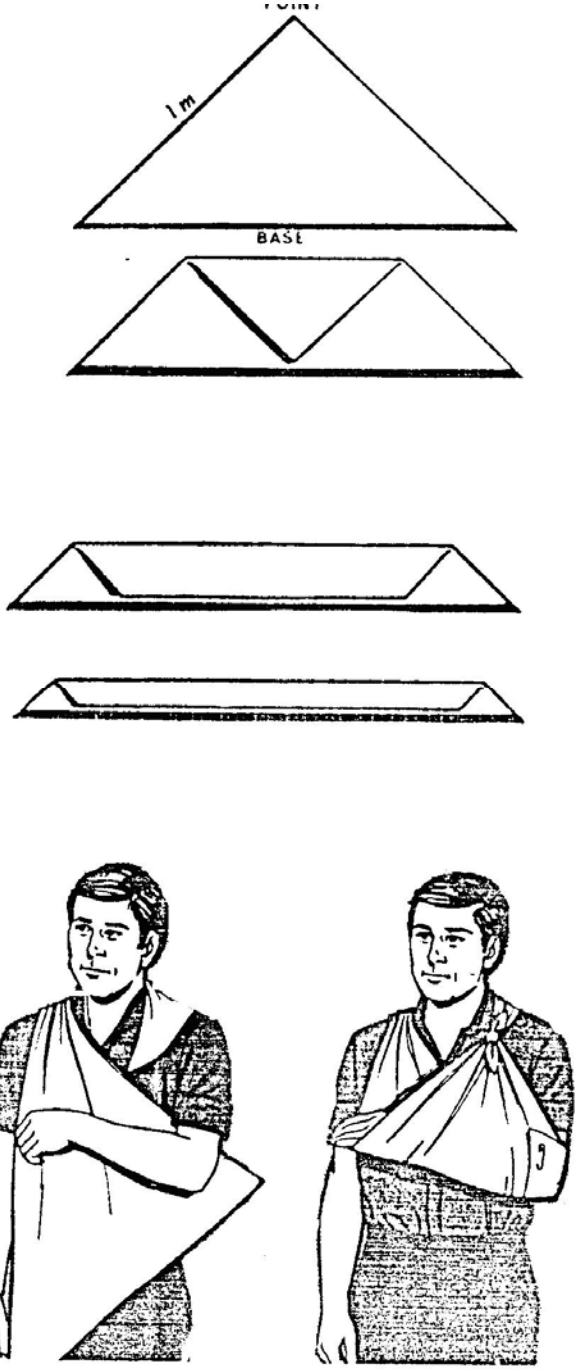


العمل على تثبيت رباط الجرح باستخدام الأشرطة اللاصقة

شكل (٩) يوضح كيفية التعامل مع الجروح القطعية

كيفية التعامل مع كسور العظام:

ربما يؤدي سقوط المصاب نتيجة الصعق الكهربائي على الأرض إلى كسور في العظام ولا سيما إذا كان واقفا على سلم. في هذه الحالة يجب حفظ وحمل الجزء المكسور (مثلا اليد) بعمل رباط حامل لها لحين العرض على الطبيب المختص، شكل (١٠).



شكل (١٠) يبين كيفية تنفيذ الرباط الحامل لليد المصابة

دواعي الأمان في عملية الحفر بالأحماض والإسعافات الأولية اللازمة

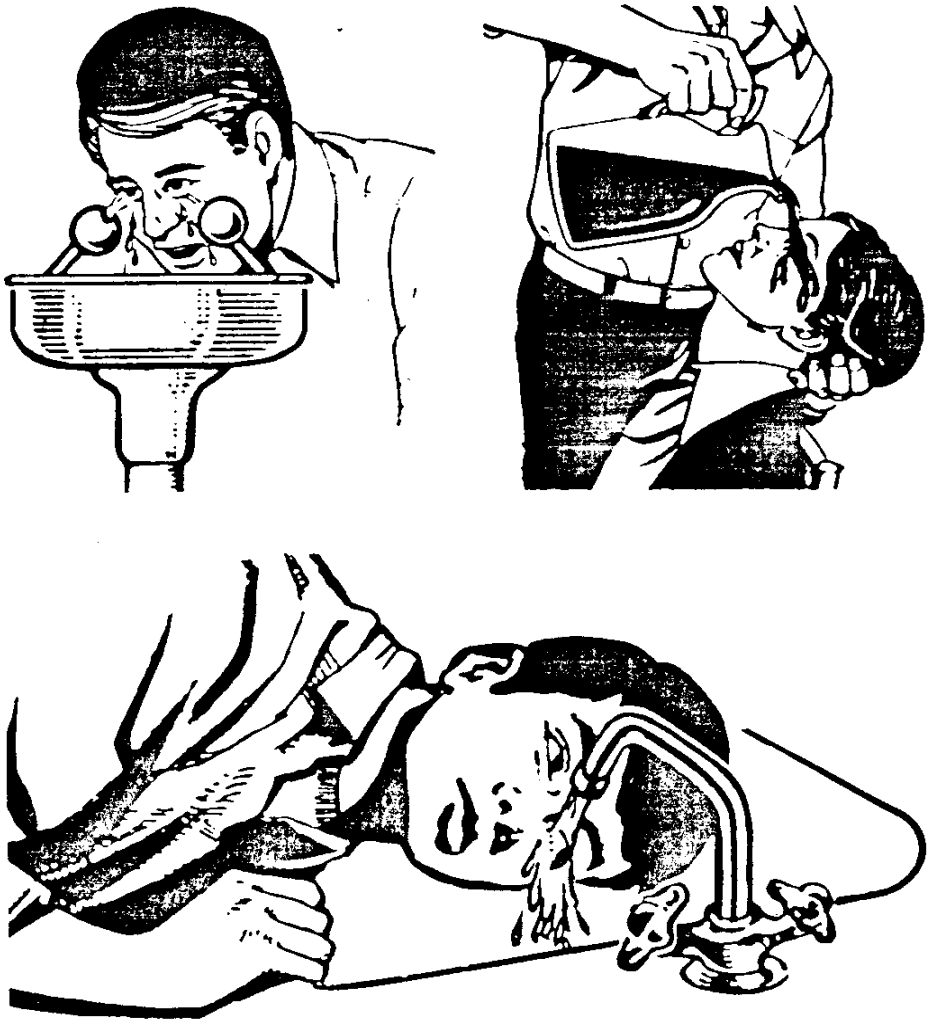
دواعي الأمان في عملية الحفر بالأحماض:

- يجب أن يكون مكان صناعة الدوائر المطبوعة جيد الإضاءة والتهوية
- يجب أن تكون طاولة العمل bench أفقية وثابتة ومقاومة للمحاليل الكيميائية وسهلة التنظيف
- يجب أن تكون أرضية المعمل مقاومة للمحاليل الكيميائية وسهلة التنظيف
- يمنع الأكل والشرب في المعمل
- ضرورة ارتداء الملابس والأجهزة الواقية من الأحماض والقلويات مثل قفاز اليد gloves ونظارة لوقاية العينين goggle وبالطو لحماية الملابس أو مئزر "مريلة" apron.
- هيدروكسيد الصوديوم محلول قلوي قوي لاذع وكاوٍ و يتفاعل عند تعرضه للحرارة البنفسجية إذا وصلت المياه إلى حبيباته.
- لا تلمس الحبيبات بدون قفاز اليد
- لا تستنشق تراب الحبيبات
- لا تصب الماء على الحبيبات، أولا يجب ملء الحوض بالماء (٥ لتر) وبعد ذلك أضف الحبيبات، ومن ثم اخلطه بالماء.
- احفظ المواد الكيميائية في عبوات مقفلة جيدا وعليها بيان باسمها ووضعها في مكان آمن بعيدا عن الحرارة.
- لتصريف السوائل الموجودة بالأحواض اجذب الأحواض بحذر في الصينية (حوض الصرف) إلى الأمام ولا تجذب من صنابير الخرج (يتكون صنبور الخرج من جزئين ويمكن أن تتكسر عند الإجهاد الميكانيكي الكبير)
- أوقف عمل الأحواض بعد الاستخدام وقم بغطائها
- يجب أن يتم تشغيل الأحواض تحت الملاحظة

الإسعافات الأولية عند الإصابة بالمواد الكيميائية :

كيفية التعامل مع آثار هيدروكسيد الصوديوم وفوق كبريتات الصوديوم:

- **عند وصوله إلى البشرة**: مباشرة قم بغسل منطقة البشرة المصابة بالماء والصابون
- إذا كانت منطقة الإصابة تحت الملابس قم بخلع الملابس مباشرة
- **عند وصوله إلى العين**: قم بشطف العين بالمياه المندفعة أو الساقطة من الصنبور لعدة دقائق مع فتح العين تحت المياه الساقطة ثم أسرع بمراجعة الطبيب، شكل (١١).
- **عند البـــلع**: اشطف الفم، واشرب ماء بغزارة واستشر الطبيب مباشرة



شكل (١١) يوضح كيفية شطف العين المصابة بالكيماويات بالماء

دواعي الأمان في عملية اللحام بالقصدير والإسعافات الأولية اللازمة

بالنسبة لعملية اللحام بالكاوية الكهربائية :

١- لا تحاول لمس العنصر الذي تقوم بلحامه أو سلاح الكاوية نظرا لأن درجة الحرارة قد تصل إلى ٤٠٠ درجة مئوية وتسبب لك الاحتراق الشديد.

٢- احذر من ملامسة سلاح الكاوية للوصلة السلكية التي تغذيها بالكهرباء حيث ينتج عن ذلك انصهار البلاستيك العازل مما يسبب كشف السلك الحامل للكهرباء وبالتالي يسبب الصدمات الكهربائية.

٣- دائما قم بإرجاع الكاوية الكهربائية في حالة عدم استخدامها إلى الحامل المخصص لها.

٤- دائما قم بعمليات اللحام في مكان كامل التهوية لتجنب استنشاق الدخان الناتج عن عملية اللحام وحاول دائما إزاحة رأسك خارج منطقة تصاعد أبخرة اللحام.

٥- قم بغسل يديك بعد القيام بعملية اللحام نظرا لأن مادة اللحام تحتوى على مادة الرصاص وهي من المعادن الضارة.

بالنسبة لعملية اللحام بالحوض الكهربائي:

١- يجب أن يحفظ مكان العمل نظيفا وثابتا غير متحرك. كما يجب أيضا إبعاد الاتساخات والأتربة والزيوت وأي جهاز أو آداة غير ضرورية بعيدا عن مكان التشغيل.

٢- يجب تحقيق ضبط الوضع الأفقي للطاولة الموضوع عليها حوض اللحام

٣- أن يتوافر سهولة تنظيف الطاولة والأرضية لمكان التشغيل

٤- يمنع الأكل والشرب والتدخين عند تشغيل حوض اللحام

٥- يجب ارتداء القفازات المضادة لدرجات الحرارة العالية وأيضاً تجنب الملابس القطنية قدر الإمكان

٦- تأكد من توافر شروط التهوية لتسريب الأبخرة الناتجة عن عملية اللحام

٧- قم بتغطية حوض اللحام بعد كل استخدام وأيضا خلال عملية تشغيله

٨- تأكد من عدم وجود أي ظروف محيطة مثل مواد غريبة (سائلة ، كيميائية، ..الخ) بجوار عملية اللحام باستخدام الحوض

٩- لتجنب تدمير الحوض، يجب معرفة أن أقصى درجة حرارة مستخدمة في عملية اللحام لا تزيد عن ٢٩٠ درجة مئوية في حالة التشغيل المستمر

١٠- لاحظ أن سطح الحوض ساخن جدا أثناء التشغيل، وبالتالي لا ينصح بالاقتراب وملامسة الحوض يؤدي إلى حرائق شديدة

١١- يجب تشغيل الحوض تحت المراقبة والإشراف فقط.

الإسعافات الأولية للحروق الناتجة عن عمليات اللحام بالقصدير:

١- مباشرة قم بتبريد المنطقة المتأثرة تحت ماء جارٍ ببطء، واحتفظ بالمنطقة المحروقة تحت الماء البارد على الأقل لمدة ٥ دقائق (تمت التوصية بفترة ١٥ دقيقة) وإذا توافر الثلج فإنه يكون أفضل.

٢- لا تقم بوضع أي نوع من الكريمات العامة

٣- استشر الطبيب إذا استدعى الأمر

دواعي الأمان في التشغيل الميكانيكي والإسعافات الأولية اللازمة

دواعي الأمان في التشغيل الميكانيكي:

١- يجب عدم إرتداء الملابس التي لها أطراف مدلاة، حيث ربما تتعامل مع ماكينة لها محور دوران بسرعات عالية. كما أن إرتداء الشماغ أو رباط عنق في الورشة يؤدي إلى إصابة قاتلة فربما يلتقطها محور الدوران ويؤدي إلى نكسة.

٢- يجب الإلمام بقواعد العمل على الماكينات المستخدمة في جزء التشغيل الميكانيكي.

٣- التثبيت الميكانيكي الجيد هام جدا للمشغولة التي تريد تشغيلها على منضدة الماكينة

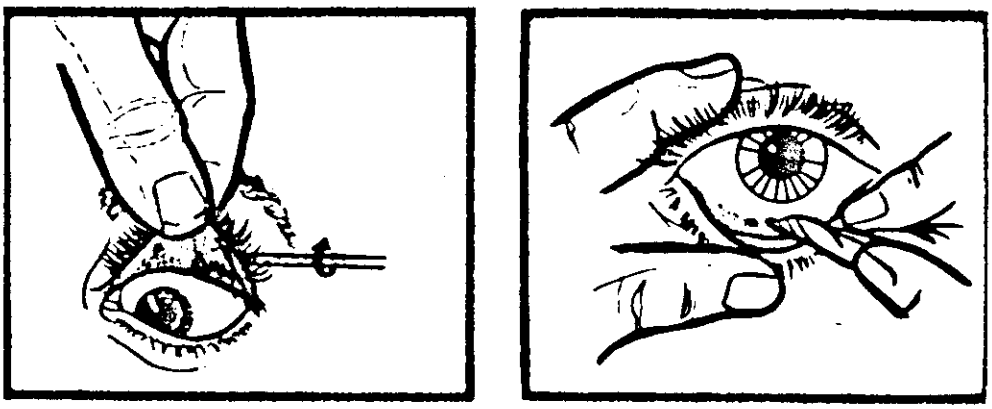
٤- ضرورة ارتداء نظارة لحماية العين من تطاير برادة المعادن ونشارة الخشب والبلاستيك

٥- ضرورة ارتداء قفاز يد للحماية ضد الجروح القطعية.

الإسعافات الأولية لإصابات التشغيل الميكانيكي :

صعوبة إسعاف من يرتدي رباط العنق أو غطاء رأس متدللي في الحالات الطارئة، نظرا لإنجذابها خلال الأجزاء المتحركة. فمثلا عند العمل على مخرطة أو أي ماكينة بها جزء دوار، عادة ماتكون الإصابات خطيرة عند وقوع أي طارئ، لا قدر الله.

عند الإصابة بالجروح القطعية والكسور يمكن اتباع ما تم ذكره فيما سبق. أما إذا دخلت برادة الحديد أو نشارة الخشب أو البلاستيك في عين المتدرب الذي لا يرتدي نظارة حماية للعين، فإنه يجب عليه عدم دلك العين باليد، لأن هذا يؤدي إلى جرح العين وعمل قرحة، ولكن إن استطاع تركها لحركة الجفن فهو كفيل بإخراجها مع الدموع. وإذا لم يستطع تحملها فيمكنه بمساعدة زميل فتح العين وبواسطة قطعة قطن طبي يمكن إخراج الشيء الغريب من العين، كما هو موضح بالشكل (١٢). وإذا لم يستطع إخراج الجسم الغريب عليه استشارة الطبيب المختص.



شكل (١٢) يوضح كيفية استخراج جسم غريب من العين المصابة

دواعي الأمان عند تشغيل ماكينة تشكيل مسارات الدائرة المطبوعة

قبل أن تبدأ في تشغيل ماكينة التفريز والتثقيب، شكل(١٣)، لابد من الالتزام بمتطلبات الأمان الصناعي حتى تتجنب المخاطر الصادرة منها ومن ناحية أخرى تعمل على الحفاظ عليها ومن هذه المتطلبات ما يلي:

(١) عدم الإقتراب من الماكينة وملامستها وهي تعمل

(٢) تذكر أن الماكينة تغير من سرعتها ذاتيا خلال التشغيل

(٣) قم بتغيير الأداة (الريشة أو القاطع) فقط عند عدم دوران المحرك الخاص بها

(٤) يجب إدخال الأداة (الريشة أو القاطع) في أطراف الماسك بطريقة صحيحة

(٥) لا تحاول تشغيل الحاسب الحاكم أثناء تثبيت التمرين بأطراف الماسك

(٦) يجب ارتداء طاقية لمنع الشعر من التدلي على الماكينة

(٧) تجنب مسك الأدوات الحادة بعد التشغيل مباشرة فقد تكون ساخنة، قم بوضع قطعة من اللباد أسفل موضع تغيير الأداة حتى يمكن تجنب كسرها عند سقوطها على سطح صلب.

(٨) احتفظ بمكان تشغيل الماكينة نظيفا

(٩) التأكد من أن جهد الشبكة الكهربائية المغذية للماكينة هو نفس جهد التشغيل المنصوص عليه في كتيب التعليمات الخاص بها.

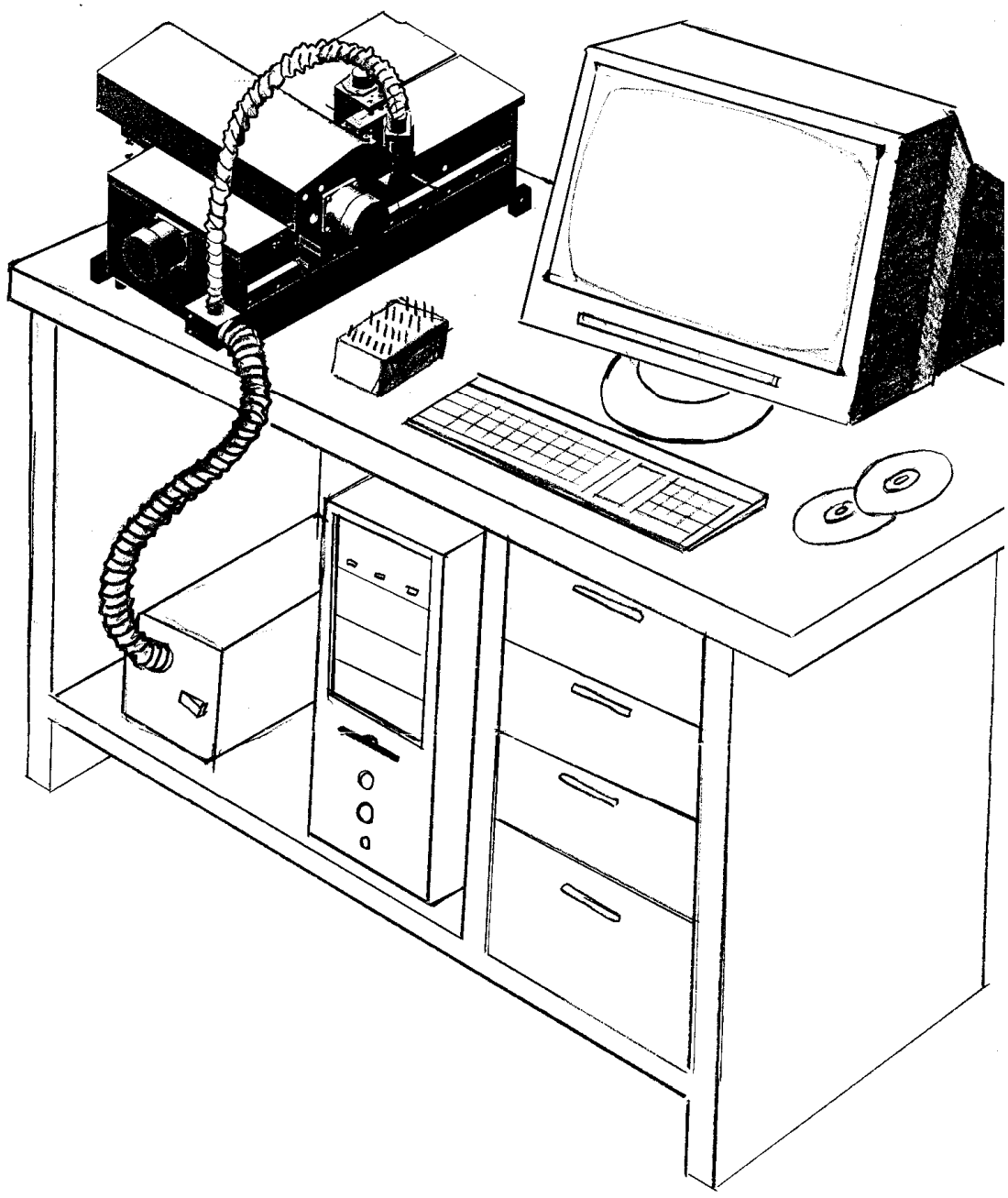
(١٠) يمكن تدمير محور الدوران إذا لم تكن الأداة موضوعة بطريقة صحيحة.

(١١) دائما قم بتشغيل نظام الشفط حتى لا تتأذى من الرايش الناتج من أي عملية سواء كانت عملية التثقيب أو التفريز، لأن الرايش الناتج يمكنه كسر أداة التثقيب وتطاير الصغير الحجم منه يمكنه الوصول إلى العين وإيذائها والتراب الناتج من عملية التفريز لبعض المواد الداخلة في صناعة ألواح الدوائر المطبوعة واستنشاقه ووصوله إلى الجهاز التنفسي للإنسان ممكن أن يسبب السرطان.

(١٢) كن حذرا عند التعامل مع أدوات التفريز والتثقيب الحادة، وبالتالي تجنب الجروح القطعية.

(١٣) يجب تغيير مرشح جهاز الشفط من آن إلى آخر.

(١٤) ضرورة التأكد من تثبيت لوح الدائرة المطبوعة على طاولة الماكينة جيدا.



شكل (١٣) يوضح ماكينة التفريز والثقب للدوائر المطبوعة

مستلزمات الأمان اللازمة للفرد داخل الورشة

يجب على المتدرب الالتزام بالاحتياطات اللازمة في الورشة، حتى يتجنب الإصابات غير المتوقعة. فمثلا عند العمل في معمل الأحماض يجب ارتداء البالطو لحماية ملابسه وبشرته وأيضاً يجب ارتداء القفازات الواقية من الأحماض، شكل (١٤). وهناك أنواع من القفازات طبقا لنوع الوقاية المطلوبة ونوع العمل، فعند التعامل مع حوض اللحام يجب ارتداء قفاز الوقاية من الحرارة لأن العمل يتخلله درجات حرارة عالية قد تصل إلى ٣٠٠ درجة مئوية. وأيضاً عند العمل على طاولات التشغيل الميكانيكي والتعرض لماكينة الثقب يجب ارتداء نظارة لحماية العين ضد حبيبات الحديد المتناثرة وكذلك ارتداء قفاز لحماية اليد من الجروح القطعية.

نظارة واقية للعين

ارتداء البالطو

بالطو لحماية ملابسك

قفاز بلاستيك

قفاز فينيل

للحماية من التشغيل الكيميائي

قفاز للحماية من
الحرارة العالية

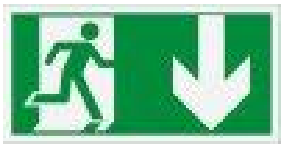
شكل (١٤) يوضح نوعيات القفازات والبالطو

التوعية وإعلانات التحذير:

يجب التوعية الدائمة بالمخاطر الموجودة بالورشة، كما يجب لصق إعلانات التحذير والإرشادات عن ذلك في الأماكن التي يتوقع بها الإصابة. ويجب ملاحظة ألوان لوحات التحذير والإرشادات وما تحتويه ومعرفة رموزها وما تشير إليها. كما أن هناك أشرطة تستخدم لتحقيق الأمان والسلامة عند انقطاع التيار الكهربائي الخاص بالإضاءة وذلك بلصقها على الأرض لتحديد المسار الآمن، فمنها الفوسفورية التي تضيء المسار الآمن عند انقطاع التيار ومنها العاكسة ومنها الملونة والتي تحدد المسارات الآمنة في حالة وجود الضوء. الشكل (١٥) يوضح بعض اللوائح الإعلانية والإرشادية، للتعرف عليها ومعرفة معانيها.

حماية اليد

حماية العين



نزول

خروج

أنبوبة إطفاء

بكرة خراطيم إطفاء

نقطة حريق

خطر ١١٠٠٠ فولت

خطر

احفظ المكان نظيفا

مفتاح الكهرباء العمومي

قف

شريط فوسفوري

شريط عاكس

أشرطة ملونة للتمييز

شكل (١٥) يوضح بعض اللوحات الإعلانية والإرشادية

الحرائق وأخطارها وكيفية مقاومتها

تعتبر الحرائق من المخاطر الكبيرة والتي يمكن أن تؤثر على المنشآت الصناعية، وعلى حياة الإنسان. لذا يجب علينا الوقوف على أسبابها حتى نتجنب حدوثها وكذا في حالة حدوثها كيف نتصرف لوقف امتدادها أو مقاومتها. ومن أهم المسببات الرئيسية للحرائق ما يلي :

١- إهمال العاملين لوسائل السلامة في المنشأة الصناعية أو ورش العمل
٢- عدم استخدام الأدوات والعدد المناسبة لطبيعة العمل
٣- التجهيز الخاطيء للمنشأة أو مكان العمل

ولذلك وجب على العاملين في مجال الصناعة عموما وفي شتى مجالات الحياة الالتزام بمباديء السلامة عامة وعدم إهمال أي جزء منها.

مكافحة الحرائق:

من المعروف أن الحرائق تنتشر بسرعه فور حدوثها، وعليه فمن الضروري عند حدوث حريق مكافحته بأقصى سرعة. وعادة ما تحدد الظروف المحيطة وسيلة مكافحة الحريق، هل تكون بالطفايات اليدوية، شكل (١٦) أم يستدعي الأمر استخدام خراطيم المياه أو طلب وحدات الإطفاء للمساعدة في إخماد الحريق، مع إطلاق إشارة الإنذار أو الإستغاثة...الخ.

تحذير

يحظر إرجاع طفاية الحريق بعد الاستخدام الى نقطة الحريق بل ترسل لإعادة التعبئة و التأكد من استبدالها بأخرى مملوءة

تصنيف الحرائق واختيار نوع الطفاية المناسبة :

نوع مادة الإطفاء	النوع (أ)	النوع (ب)	النوع (ج)
	خشب- ورق- أقمشة	السوائل القابلة للاشتعال	معدات كهربائية
الماء	مناسب جدا	غير مناسب	خطر
المسحوق الجاف	يستخدم مع الحرائق التي تحدث بالأسطح الصغيرة فقط	مناسب جدا للاستخدام العام	مناسب
ثاني أوكسيد الكربون	يستخدم مع الحرائق التي تحدث بالأسطح الصغيرة فقط	مناسب جدا عندما يكون مطلوباً عدم التلوث بالرواسب	مناسب
الرغوي	يستخدم مع الحرائق التي تحدث بالأسطح الصغيرة فقط	مناسب جدا في حالة الخوف من إعادة الاشتعال	خطر
تتراكلوريد الكربون	غير مناسب حيث ينتج عنه غازات خطرة	مؤثر في الحرائق الصغيرة ولكن تتصاعد عنه غازات خطرة	مؤثر ولكن تنتج عنه غازات خطرة
كلورو بورمو ميثان	غير مناسب حيث ينتج عنه غازات خطرة	مؤثر في الحرائق الصغيرة ولكن تنتج عنه غازات خطرة	مؤثر ولكن تنتج عنه غازات خطرة

جدول رقم (٢) أنواع الطفايات المستخدمة لإطفاء الحرائق المختلفة

شكل (١٦) يوضح أحد أنواع طفايات الحريق

ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(تابع) ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات للمدرب

١- التخطيط للقيام بزيارات ميدانية للشركات الصناعية المتخصصة للاطلاع على وسائل الأمن الصناعي والسلامة وتجهيزات الورش بها.

٢- دفع المتدربين إلى القيام بزيارة معارض معدات ولوازم الأمن الصناعي والسلامة وحثهم على عمل تقارير عن ذلك ترصد لها درجات.

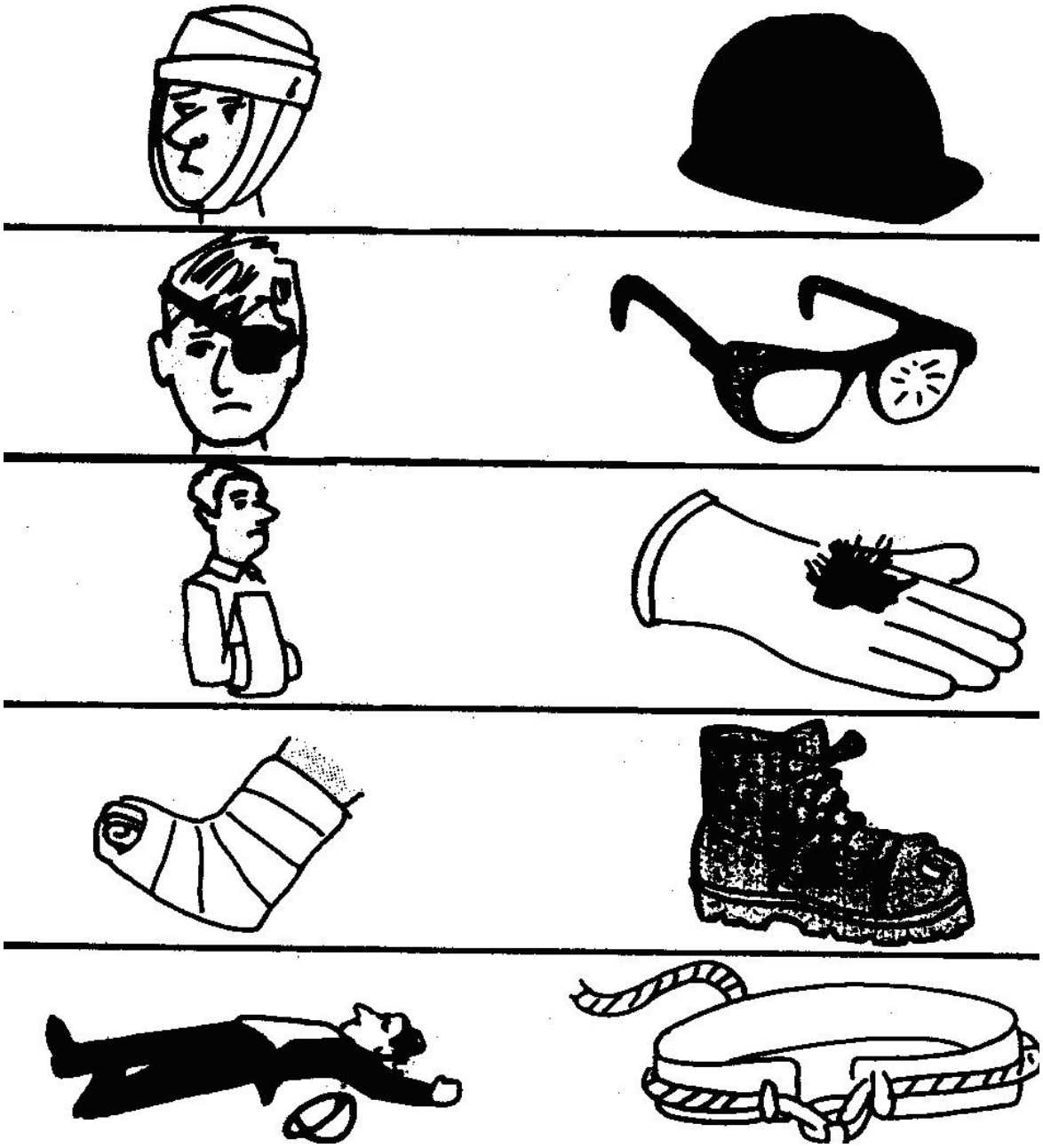
٣- يجب تنفيذ تدريب عملي داخل الكلية على استخدام معدات ولوازم الأمن الصناعي والسلامة للتأكد من فعاليتها وصيانتها وتعريف المتدرب بكيفية التصرف وقت الشدائد

٤- يجب شرح نظام الإنذار بالكلية ومخارج الطواريء وأماكن التجمع الآمنة وقت حدوث الحرائق

٥- يجب التخطيط بالمشاركة مع وكالة شؤون المتدربين بالكلية لعضوية عناصر من المتدربين في إدارة الأمن الصناعي والسلامة بالكلية.

التدريبات والتمارين

١- أيهما أفضل؟ ضع علامة صح أمام الإجابة الصحيحة.



٢- ما هي الأسباب الرئيسية للحرائق ؟

.....

.....

.....

٣- يلجأ المصاب بجسم غريب في عينه إلى: (اختر الإجابة الصحيحة)

- غسل العين بالمياه
- استخراج الجسم الغريب بقطنة طبية
- الذهاب إلى الطبيب المختص
- جميع الإجابات السابقة.

٤- ماذا تعني العلامات التحذيرية التالية :

.....

.....

.....

.....

٥- اذكر عملية الإسعاف الموضحة بالصور التالية ، ثم اذكر الفرق بين الصورتين ؟

.....

.....

.....

.

علامة الأمان الموضحة : (اختر الإجابة الصحيحة)

- لها خلفية صفراء اللون
- تعني التحذير من جهد مقداره ١١٠٠٠ فولت
- عبارة عن علامة تحذيرية من الإنزلاق
- تعني التحذير من الحرائق

تقييم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب على.....

قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

أسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤- مثال إجراء عملية التنفس الصناعي				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

ورشة إلكترونية

مقدمة عن الورشة

الوحدة الثانية : مقدمة عن الورشة

معلومات عامة للمدرب والمتدرب

الجدارة : الإلمام بأجهزة القياس المستعملة بالورش الإلكترونية وكيفية استخدامها بطريقة سليمة مع التعرفش على إمكانيات كل جهاز قياس ومدى الأمان في القياس.

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادرا على :

١- الالتزام بدواعي الأمان وطرق القياس السليمة عند استخدام أجهزة القياس داخل الورشة.
٢- التعرف على راسم الإشارة وكيفية استخدامه وإمكانيات القياس فيه.
٣- التعرف على مولد الدوال وكيفية استخدامه ومدى ترددات الخرج.
٤- التعرف على وحدة تغذية القدرة المستمرة وكيفية استخدامها وقيم جهود الخرج والقدرة.
٥ - التعرف على جهاز متعدد القياس وكيفية استخدامه وإمكانيات القياس به.
٦- التعرف على بعض العدد والأدوات اليدوية.

مستوى الأداء المطلوب : ١٠٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : محاضرتان نظري + محاضرتان تجارب لتشغيل وإستخدام أجهزة القياس

الوسائل المساعدة :

١- تطبيق تعليمات استخدام أجهزة القياس المشار إليها في هذه الوحدة.
٢- تأمين عدد من العناصر الإلكترونية السليمة والتالفة للتدرب على طريقة فحصها واختبارها.
٣- استخدام الوسائل التعليمية المتاحة بالورشة لبيان طرق القياس.

الجدارة المطلوب تحقيقها :

توسيع مدارك المتدرب العملية حيث يمكنه التصرف وقياس أو اختبار أي عنصر بعدد من أجهزة القياس المختلفة. والتدرب على كيفية قياس الجهود بالدائرة الواحدة.

متطلبات الجدارة :

١- مواظبة المدرب على الأسئلة الدائمة عن كيفية قياس أي عنصر أو أي كمية كهربائية.
٢- تشجيع المتدرب على شراء بعض أجهزة القياس وشنطة عدة لدوام الممارسة سواء بالكلية أو خارجها.

المحتوى

- الالتزام بدواعي الأمان وطرق القياس السليمة عند استخدام أجهزة القياس داخل الورشة.
- التعرف على راسم الإشارة وكيفية استخدامه وإمكانيات القياس فيه.
- التعرف على مولد الدوال وكيفية استخدامه ومدى ترددات الخرج.
- التعرف على وحدة تغذية القدرة المستمرة وكيفية استخدامها وقيم جهود الخرج والقدرة.
- التعرف على جهاز متعدد القياس وكيفية استخدامه وإمكانيات القياس به.
- التعرف على بعض العدد والأدوات اليدوية.

مقدمة عن الورشة Introduction to workshop

الورشة هي المكان الذي تتجمع فيه مهارات المتدرب العملية والعلمية. وهي تختلف عن المعامل حيث يقوم المتدرب في المعامل بدراسة أحد العناصر أو إحدى النظريات أو أحد النظم الكهربائية لتدعيم الفهم وترسيخه. بينما يختلف الأمر في الورشة حيث تتسع الرؤية للمتدرب بالتفكير والتخطيط والتنفيذ لأحد التمارين أو المشاريع. حيث يستحضر ما تمت دراسته عمليا ونظريا لبناء وتنفيذ التمرين وإخراجه في صورة جهاز يمكن استخدامه من قبل أي مستخدم. ولتحقيق هذا لابد من تحقق مهارات عديدة مثل ما يلى :

- أن تكون له مهارات عالية في استخدام أجهزة القياس
- أن تكون له مهارات عالية في فنون تجميع الأجهزة الإلكترونية
- أن تكون له مهارات عالية في عمليات اللحام
- أن تكون له مهارات عالية في تصميم وتصنيع الدوائر المطبوعة
- أن تكون له مهارات عالية في التجميع والتشغيلات الميكانيكية
- أن تكون له مهارات عالية في استخدام الحاسب وبعض البرمجيات المساعدة في التصميم

وسوف نتناول في هذا الجزء من الحقيبة الأجهزة المستخدمة داخل الورشة الإلكترونية والضرورية لإجراء القياسات الأساسية مع الإشارة لبعض الأجهزة الأخرى التي يمكن بها تدعيم وتحديث أي ورشة إلكترونية. كما أننا نستطيع تعميم القول على أنه وداخل أي ورشة إلكترونية لابد من توافر أجهزة معينة تقوم بالمهام التالية:

- وحدات تغذية قدرة كهربائية تعطي جهوداً مختلفة سواءً كانت متغيرة أو مستمرة
- قياس الكميات الكهربائية الأساسية I,V,R
- توليد الموجات الكهربائية عند ترددات مختلفة
- بيان وإظهار هذه الموجات للقيام بفحصها ودراستها
- تكوين مهارات مختلفة باستخدام الأجهزة الموجودة بالورشة للتعرف على تقنية القياسات المختلفة.

جهاز متعدد القياس Multimeter

من أجهزة القياس الكهربائية الأساسية والتي لا غنى عنها لأي فرد يعمل في مجال الهندسة الكهربائية هو جهاز قياس الجهد والتيار والمقاومة والمعروف باسم الآفوميتر وهو نطق العربية للمختصر الإنجليزي AVO-meter والذي يشمل الحرف الأول من الكلمات الإنجليزية المعبرة عن وحدات الكميات المقاسة وهي :

Ampere Volt Ohm

ويقوم هذا الجهاز بقياس التيار أو الجهد أو المقاومة من خلال مفتاح اختيار نوع الكمية الكهربائية المراد قياسها ويسمى أحيانا مفتاح التوظيف أي توظيف الجهاز لقياس كمية كهربائية معينة. وهذا النوع من الأجهزة شائع الاستخدام لأعمال الاختبار والصيانة لأي دائرة إلكترونية.

وقبل استخدام هذا النوع من الأجهزة يجب قراءة كتيب التعليمات الخاص به لمعرفة كيفية تهيئة الجهاز لقياس الكمية المراد قياسها حتى لا يتلف الجهاز.

ومع التطور الحديث في صناعة أجهزة القياس تم إنتاج نوعية من أجهزة الآفوميتر تقوم بوظائف قياس إضافية مثل قياس السعة للمكثف والحرارة والاستمرارية لأي وصلة كهربائية والديسبل و...الخ أطلق عليه اسم "جهاز متعدد القياس" وبالإنجليزية "Multimeter"، حيث إن الاسم القديم أصبح محدوداً بالكميات الأساسية وهي V, I , R. ويعتبر الجهاز المتعدد القياس جهازاً يشمل قياس كل من الجهد V والمقاومة R والتيار I هذا بالإضافة إلى اختبارات أخرى ثانوية مثل اختبار الثنائيات Diode واختبار الاستمرارية Continuity وقياس السعة Capacitance وقياس التردد Frequency واختبار الترانزستور Transistor و...الخ. الشكل (١) يوضح أحد أنواع الأجهزة المتعددة القياسات.

شكل (١) يوضح مكونات جهاز متعدد الأغراض

وتعتبر مثل هذه الأجهزة من الوحدات الأساسية في أي معمل أو ورشة أو مركز صيانة ومن الضروري أن تصبح أساس التجهيزات (العدة) الشخصية لأي فني أو مهندس يعمل في مجال الإلكترونيات.

ولذا سوف نقوم في هذا الجزء بشرح أحد الأجهزة متعددة القياس والتي لا تختلف كثيرا فيما بينها حيث أن أغلب هذه الأجهزة تتشابه معا في وظائف القياسات الأساسية (الجهد والتيار والمقاومة) بينما تتفاوت في مدى القياس لكل كمية كهربائية وكذا تتفاوت في الوظائف الأخرى المضافة. ففي أحد الأجهزة مثلا يتوافر قياس درجة الحرارة إلا أن الجهاز موضوع الشرح لا يحتوي على هذه الوظيفة بينما يحتوي على وظائف أخرى. كما أن هذا الجهاز غير مؤهل للاستخدام عند الجهود الصناعية العالية، وعلى سبيل المثال لا يستخدم في قياس الجهود ٤٤٠ فولت متغير أو ٦٠٠ فولت متغير من منابع التغذية الصناعية. والاستخدام

السيء والذي يؤدي إلى حوادث هو توصيل هذا الجهاز عبر جهد عالٍ أو منبع قدرة عالية بينما تم إعداد الجهاز عند مدى قياس معين مستخدم داخل معامل وورش الإلكترونيات.

قياس الجهد VOLTAGE MEASUREMENT :

تحذير : لا تحاول قياس جهد أكبر من المقنن لجهاز القياس وإذا كان الجهد المطلوب قياسه أكبر من ذلك فيجب البحث عن جهاز ذو مدى أعلى.

١- ضع سلك الاختبار الأسود في الطرف المكتوب أعلاه COM، وسلك الاختبار الأحمر في الطرف المكتوب أعلاه VΩ.

٢- قم باختيار الجهد المتغير AC أو الجهد المستمر DC بواسطة مفتاح الإختيار AC/DC حسب طبيعة الكمية الكهربائية المطلوب قياسها.

٣- ضع مفتاح الوظيفة / المدى على وظيفة قياس الكمية الكهربائية (فولت- أمبير- أوم) المرغوبة ثم أختر مدى القياس الآمن والدقيق. دائما أختر المدى الأعلى من الجهد المتوقع قياسه، وإذا لم يكن المدى معروفاً، قم بإختيار المدى الأكثر علواً.

٤- قم بتوصيل طرف الكابل الأسود إلى نقطة الإسناد (المشترك) للدائرة أو العنصر المطلوب قياس الكمية خلاله، وطرف الكابل الأحمر لنقطة القياس.

القيمة التي ستراها على لوحة بيان الجهاز تعبر عن القيمة الفعلية مع الأجزاء العشرية للكمية الكهربائية المقاسة.

قياسات التيار CURRENT MEASUREMENT:

- تحذير : دائما قم بتوصيل جهاز القياس على التوالي مع الحمل عند قياس التيار. إذا أخطأت التوصيل وقمت بالتوصيل على التوازي فإن هذا يسبب مساراً منخفض الممانعة، وغالبا قصر مما يؤدي إلى القصر على الحمل، وهذا التيار العالي يمكنه تدمير جهاز القياس و/ أو الجهاز تحت الاختبار. ويجب أن تعلم أن الطرف المكتوب عليه 10A غير مدعم بمصهر ويتطلب ذلك عناية أكبر.

- لا تقم أبدا بزيادة المعدل الأقصى للتيار للجاك المنسوب، مثل 10A لتجنب الخطأ الشخصي و/ أو تدمير الجهاز.

- دائما اختر مدى عال بدرجة كافية لإمرار التيار الذي تريد قياسه. إذا لم تكن معروفة قيمة التيار، أو مشكوكاً فيها، ابدأ بالمدى الأعلى. لا تزد عن مدى التيار الذي تم اختياره.

- لا تقوم بتغيير المدى اثناء التوصيل للحمل بينما القدرة موصولة للدائرة، قم بفصل مصدر القدرة قبل إجراء عملية التبديل.

١- ضع طرف الاختبار الأسود في الطرف المكتوب أعلاه COM وطرف الاختبار الأحمر في الطرف المكتوب أعلاه mA . استخدم الطرف المكتوب أعلاه mA لقياسات التيار حتى ٢٠٠ ميللي أمبير، والطرف المكتوب أعلاه 10A لقياسات التيار أعلى من مدى mA.

٢- اختر التيار المستمر DC أو التيار المتغير AC بواسطة مفتاح الإختيار AC/DC.

٣- ضع مفتاح الوظيفة / المدى على الوظيفة (التيار) والمدى المرغوب. دائما اختر المدى الأعلى من التيار المتوقع قياسه، إذا لم يكن المدى معروفاً، أختر المدى الأعلى.

٤- افصل مصدر القدرة الكهربائية من الدائرة تحت الاختبار، كما أنه يجب أن تكون الدائرة باردة كهربيا.

٥- افتح الدائرة عند النقطة التي لا يزيد الجهد عندها عن ١٠٠٠ فولت مستمر أو ٧٥٠ فولت متغير.

٦- عند قياس التيار المستمر، وصل جهاز القياس على التوالي في منطقة الفتح بالدائرة، بحيث أن طرف الكابل الأحمر يتم توصيله إلى الجانب الموجب (+) وطرف الكابل الأسود إلى الجانب السالب (-).
ملاحظة: أهمل القطبية في حالة قياسات التيار المتغير.

٧- قم بتوصيل الدئرة تحت الاختبار لمصدر القدرة الكهربائية ثم اقرأ قيمة التيار على شاشة الجهاز.

٨- افصل القدرة الكهربائية عن الدائرة تحت الاختبار.

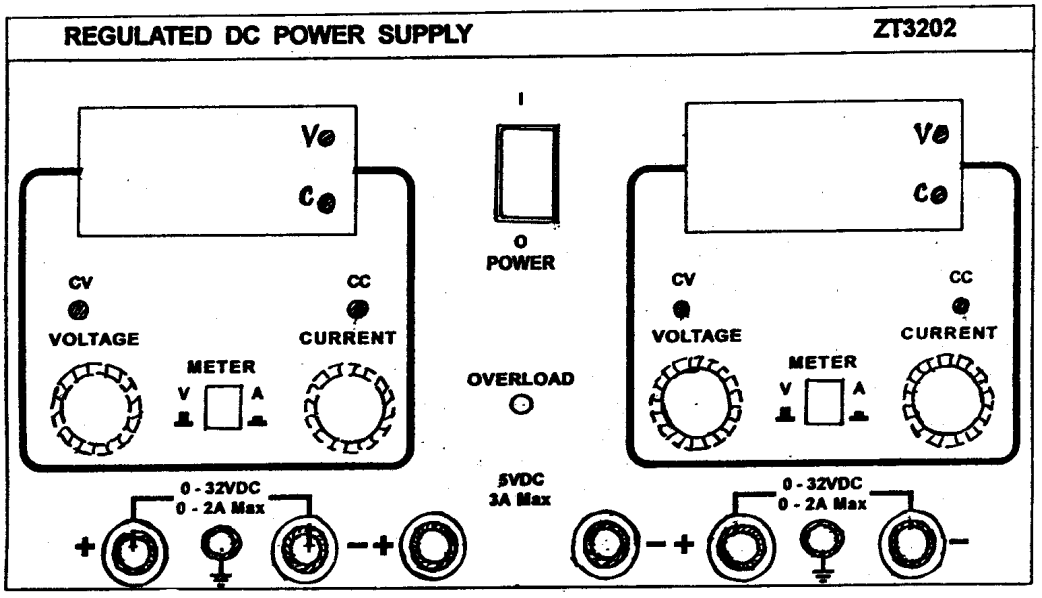
٩- أعد الدائرة إلى حالتها الأصلية.

وحدة تغذية (مصدر) القدرة Power Supply Unit

لا يخلو معمل أو ورشة من وحدات تغذية القدرة سواء المستمرة أو المتغيرة. بل وزيادة على ذلك يمكن التحكم فيها للحصول على قيم دقيقة وصغيرة حسب الرغبة من كل منبع قدرة كهربائية. وسوف نقوم في هذا الجزء بشرح نموذج مصدر قدرة مستمرة والذي عادة ما يستخدم في المعامل أو الورش والموضح بالشكل (٢). وهو يتكون من مخرجين رئيسيين تعطي جهدا مستمرا DC يمكن تغيير قيمته حسب الإحتياج من الصفر إلى ٣٢ فولت كل منهما يمكنه إعطاء أقصى تيار يصل إلى ٢ أمبير. وقطاعا الخرج المتغيران هذان يمكنهما أن يعملا كمنبع جهد ثابت أو كمنبع تيار ثابت. وتحتوي واجهة الجهاز لكل قطاع على مفتاح للتحكم في الجهد VOLTAGE وآخر للتحكم في التيار CURRENT.

ويمكن تغيير خرج كل قطاع من نمط الجهد الثابت CONSTANT VOLTAGE (CV) إلى نمط التيار الثابت CONSTANT CURRENT (CC) والعكس بواسطة المفتاح المكتوب عليه METER V/A. والنمط الشغال يمكن إيضاحه بلمبة بيان منفصلة لكل من CV أو CC. ويزود كل قطاع بشاشة رقمية مكونة من ثلاثة أرقام لمتابعة قيمة الجهد أو التيار الخارج.

وتزود واجهة الجهاز بخرج مستقل لجهد مستمر قيمته ٥ فولت مستمر بأقصى تيار مقداره ٣ أمبير ، وكذا لمبة بيان عن حالة الحمل الزائد OVERLOAD (O.L.) على الجهاز.



شكل (٢) يوضح مفاتيح وحدة تغذية القدرة المستمرة

طرق تشغيل وحدة التغذية :

أ- تشغيل نمط الجهد المستمر DC المتغير القيمة:

١- تأكد من أن مفتاح توصيل القدرة المتغيرة للوحدة على وضع عدم التشغيل OFF.

٢- صل الوحدة إلى منبع القدرة المنصوص عليه.

٣- أدر مفتاح التحكم في الجهد و التيار إلى أقصى اتجاه عكس عقارب الساعة. احتفظ بوضع مفتاح اختيار المقياس V/A على وضع V (المفتاح غير مضغوط عليه).

٤- قم بتوصيل جهاز متعدد القياس MULTIMETER على طرفي الخرج ، لاحظ القطبية الصحيحة.

٥- قم بتشغيل وحدة التغذية ON. سوف نقرأ القيمة صفر عندما تضيء الشاشة.

٦- أدر مفتاح تحكم التيار نصف دورة في اتجاه عقارب الساعة. وببطء أدر مفتاح التحكم في الجهد ولاحظ كلاً من شاشة الجهاز وشاشة جهاز المتعدد القياس.

٧- قارن بين قراءة الجهاز المتعدد القياس وشاشة وحدة التغذية.

ب- تشغيل نمط التيار المستمر DC المتغير القيمة:

١- تأكد من أن مفتاح توصيل القدرة المتغيرة للوحدة على وضع عدم التشغيل OFF.

٢- صل الوحدة إلى منبع القدرة المنصوص عليه.

٣- أدر مفتاح التحكم في الجهد والتيار إلى أقصى اتجاه عكس عقارب الساعة. احتفظ بوضع مفتاح اختيار المقياس V/A على وضع A (المفتاح مضغوط عليه).

٤- صل جهاز متعدد القياس multimeter بغرض القياس المباشر للتيار أو توصيلة مكونة من مقاومة توازي shunt مع جهاز متعدد القياس في وضع قياس الجهد (لقياس التيار من خلال القانون $I = V/R$) عبر أطراف الخرج مستخدما حملا كهربيا مناسبا فنجد أن التيار المنصوص عليه على الأقل يساوي ٥ أمبير.

٥- قم بتوصيل الكهرباء للوحدة بالضغط على المفتاح المكتوب تحته POWER فيضيء المفتاح ويظهر الصفر على شاشة الجهاز الخاصة بقطاع المفتاح.

٦- أدر مفتاح التحكم في الجهد في اتجاه عقارب الساعة.

٧- أدر مفتاح التحكم في التيار ببطء في اتجاه عقارب الساعة.

٨- قارن بين قراءة الجهاز المتعدد القياس والقراءة الظاهرة على شاشة وحدة التغذية

ج- مخرج الجهد المستمر DC الثابت القيمة ٥ فولت :

أ- فحص الجهد 5VDC :

١- تأكد أن مفتاح القدرة المتغيرة AC في وضع الفصل OFF.

٢- صل الوحدة للقدرة الكهربائية المناسبة دون تشغيلها

٣- صل جهاز متعدد القياس عبر أطراف الخرج المكتوب عليها القيمة 5VDC ، لاحظ القطبية الصحيحة.

٤- قم بتشغيل الوحدة بالضغط على المفتاح المكتوب عليه POWER.

٥- افحص قراءة الجهد على شاشة الجهاز المتعدد القياس ، يجب أن تكون قيمة الجهد المقاس ٥ فولت بنسبة تفاوت مقدارها $\pm 0.25VDC$ تقريباً.

ب- فحص التيار 3A Max :

١- تأكد أن مفتاح القدرة المتغيرة AC في وضع الفصل OFF.

٢- صل الوحدة للقدرة الكهربائية المناسبة دون تشغيلها

٣- صل جهاز متعدد القياس لغرض قياس التيار وحمل متغير عبر أطراف الخرج المكتوب عليها القيمة 3A Max ، لاحظ القطبية الصحيحة.

٤- قم بتشغيل الوحدة بالضغط على مفتاح المكتوب عليه POWER.

٥- قم بالتغيير في قيمة الحمل ولاحظ أن التيار يمكنه التغير في الحيز من الصفر إلى ٣ أمبير

٦- افحص قراءة التيار على شاشة الجهاز المتعدد القياس عند الحمل الزائد OVERLOAD وعند حالة القصر SHORT-CIRCIUT.

مولد الدوال Function Generator

مولد الدوال يعتبر من الأجهزة الهامة بورش الصيانة وتتبع الأعطال وإصلاحها. وهو يولد أشكالاً مختلفة من الموجات وهي:

- شكل الموجة المربعة Square Wave
- شكل الموجة المثلثة Triangle Wave
- شكل الموجة الجيبية Sine Wave
- شكل الموجة المتدرج Ramp Wave
- شكل الموجة النبضية Pulse Wave
- شكل سن المنشار Saw tooth

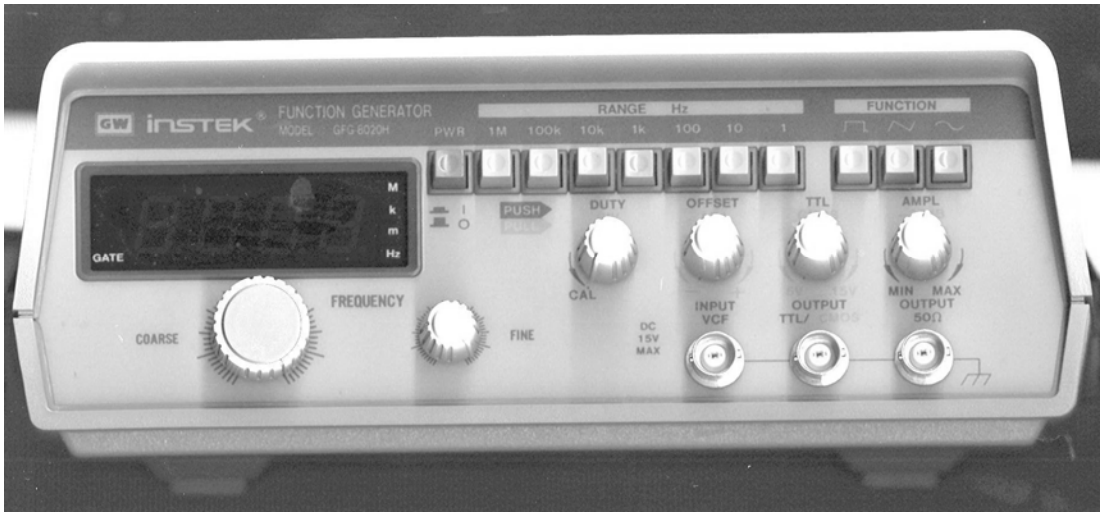
خلال المدى الترددي من ٠,٢ هيرتز إلى ٢ ميجا هيرتز. ويزود هذا النوع من الأجهزة بمدخل التحكم الجهدي للتردد VCF، إضافة إلى ضبط التعادل (الإزاحة) offset وأيضا مخارج نبضات TTL و CMOS.

محتويات واجهة مولد الدوال:

الشكل (٣) يوضح مولد الدوال موضوع الشرح، حيث يحتوي على:

- مفتاح ضاغط لتوصيل القدرة الكهربائية للمولد مكتوب عليه PWR وهي إختصار لكلمة Power
- سبعة من المفاتيح الضاغطة تعبر عن سبعة أوضاع كل وضع له مدى ترددي RANGE معين
- ثلاثة مفاتيح ضاغطة للتوظيف FUNCTION يمكنك منها اختيار شكل الموجة الخارجة من المولد سواء كانت مربعة square أو مثلثة triangle أو جيبية sine.
- **مفتاحا التردد للضبط العادي COARSE والضبط الدقيق FINE** (مضاعف التردد **MULTIPLIER**) هما عبارة عن مقاومتين متغيرتين تسمحان بإعداد التردد بين نقطتي المدى الثابت.
- **مفتاح نبضة التشغيل والعاكس DUTY / INV**: يتم التحكم في التماثل الزمني لخرج شكل الموجة ، كما في خرج النبضة TTL و CMOS ، بواسطة مقاومة متغيرة DUTY. فعند وضع مفتاح التحكم هذا على وضع CAL، فإننا نحصل على التماثل الزمني لخرج شكل الموجة بنسبة ٥٠/٥٠ أو تقريبا ١٠٠٪ تماثل. كما أن هذه الإمكانية تسمح لنا بتغيير التماثل لزمن دورة نصف شكل الموجة بينما

النصف الآخر للموجة يظل ثابتاً مثلما تم تحديده مسبقا. وهذا يعطينا ميزة تغيير عرض النبضة pulse width وتغيير دورة التشغيل duty cycle للنبضة.



شكل (٣) يوضح مفاتيح مولد الدوال

عندما يكون مفتاح دورة التشغيل duty والعاكس (المقاومة المتغيرة) في وضع الجذب PULL للخارج (اللون الأصفر) تعمل على عكس وضع تماثل الزمن بواسطة التحكم في دورة التشغيل.

- **مفتاح التحكم في التخالف (التعادل – التعويض) أو الضبط OFFSET/ADJ للمستوى LEVEL :**

إن هذا المفتاح عبارة عن (مقاومة متغيرة في وضع المفتاح مدفوع للداخل) يسمح لمستوى التيار المستمر لخرج الأشكال الموجية أن يكون كما هو مرغوب فيه.

ملاحظة : كمية التعادل (التعويض) offset مضافة إلى وضع الاتساع لا يمكنها زيادة أقصى اتساع من القمة للقمة، وإلا سيحدث قص للموجة.

- **مفتاح التحكم في قيمة AMPLITUDE الموجة الخارجة بواسطة توهين الخرج :**

إن التحكم في القيمة AMPLITUDE يعطي ٢٠ ديسبل اضمحلال لخرج الشكل الموجي المختار بواسطة مفتاح التوظيف FUNCTION. عند جذب المفتاح للخارج بالإضافة إلى التزويد بمقدار ٢٠ ديسبل بواسطة التحكم الاتساعي، فإنه يحدث أقصى اضمحلال ٤٠ ديسبل عند الخرج.

- **خرج المذبذبOUTPUT**

الأشكال الموجية الخارجة هي المربعة والمثلثة والجيبية والنبضية باتساع للقيمة يصل إلى ٢٠ فولت من القمة إلى القمة peak to peak (دائرة مفتوحة) عند الخرج (عندما يكون مفتاح الضاغط ATT مجذوباً للخارج)

ملاحظة: عند التعامل مع الدخل VCF والمخارج PULSE لابد من استخدام مقابس BNC.

- **دخل التحكم الجهدي في التردد VCF INPUT :**

(التردد المحكوم بالجهد Voltage-Controlled Frequency) تم تزويد مولد الدوال بمدخل مكتوب عليه VCF الغرض منه إدخال جهد خارجي للتحكم في قيمة تردد الخرج من الجهاز أو إحداث انحراف بواسطة جهد خارجي للتردد الخارج (كما يحدث في عملية التعديل الترددي Frequency Modulation FM). وتقريبا بتطبيق +١٠ فولت على مدخل VCF سوف يسبب انحرافاً لتردد أقل من التردد الخارج من مولد الدوال بنسبة انخفاض ١٠:١. ويمكننا الحصول أيضاً على انحراف أعلى للتردد الخارج بتطبيق جهد سالب على الدخل VCF.

- **خرج النبضات TTL و CMOS**

يمكن الحصول منه على نبضات الدوائر TTL أو CMOS المناسبة لتشغيل هذا النوع من الدوائر المنطقية. وبالتالي يكون زمن الصعود rise time وزمن الخفض fall time لنبضة الخرج من المولد ٢٥

نانوثانية. أما عرض النبضة pulse width ومعدل التكرار repetition rate ربما يتم ضبطه حسب الإحتياج، باستخدام مفاتيح التحكم range و multiplier و duty.

- **مفتاح التحكم في مستوى نبضات CMOS مع مفتاح اختيار CMOS/TTL**

إن هذا المفتاح هو عبارة عن مقاومة متغيرة (وضع المفتاح مجذوب للخارج) تمكننا من التحكم في مستوى نبضات CMOS من ٥ فولت إلى ١٥ فولت بالتغير المستمر.

مفتاح خرج النبضة: PULSE OUTPUT SWITCH

اضغط على مفتاح المقاومة المتغيرة ولاحظ خرج نبضات TTL وخرج نبضات CMOS، عند دفع المفتاح للداخل تخرج نبضات TTL وعند جذب المفتاح للخارج تخرج نبضات CMOS.

- **شاشة بيان رقمية**

وهي عبارة عن خرج عداد ترددات داخلي يقوم بعملية عد التردد لشريحة المذبذب الداخلية. ويستخدم فيها ثنائيات مشعة للضوء LED.

خطوات تشغيل مولد الدوال لأول مرة :

- ضع جميع مفاتيح التحكم على واجهة المولد على الأوضاع التالية :

RANGE	10K
MULTIPLIER	Max. CW
FUNCTION	TRIANGLE
DUTY	CAL
AMPLITUDE	MAX
OFFSET	PUSH
ATTENUATOR	0dB

- قم بتوصيل راسم الإشارات OSCILLOSCOPE على الخرج الرئيسي لمولد الدوال. لاحظ موجة مثلثة اتساعها ٢٠ فولت من القمة إلى القمة.

- اختر ولاحظ موجة مربعة وموجة جيبية اتساعها ٢٠ فولت من القمة للقمة بواسطة مفتاح التوظيف FUNCTION.

- أدر مفتاح التحكم في اتساع الخرج من القيمة العظمى إلى الصغرى ولاحظ أكثر من ٢٣ ديسبل من الاضمحلال.
- وصل طرف راسم الإشارات مع خرج المولد وادفع المفتاح الضاغط ATT حيث تضمحل الإشارة بالعامل ٢٠ ديسبل.
- ضبط مفتاح الإزاحة (التعادل – التعويض) المستمر DC OFFSET : أعد توصيل راسم الإشارات مع خرج المولد ثم اختر الشكل الموجي المثلثي. أدر مفتاح التحكم في الإزاحة (التخالف المستمر) إلى الوضع المجذوب للخارج ولاحظ قمة الشكل الموجي المثلثي فسوف تجده مقصوصاً CLIP عندما ازداد التخالف المستمر (الإزاحة) والاتساع $\pm 10V$.

قم بتقليل اتساع الخرج ولاحظ كمية التخالف المستمر (الإزاحة) فربما تكون قد ازدادت بواسطة نفس انخفاض كمية اتساع القمة. بعد ذلك أعد المقاومة المتغيرة إلى الوضع المدفوع للداخل والاتساع إلى القيمة القصوى.

- **التحكم في تشغيل النبضة DUTY CONTROL** : بينما نلاحظ الشكل الموجي المربع على راسم الإشارات، قم بإدارة مفتاح التحكم في تشغيل النبضة CW من وضع CAL.

لاحظ بقاء ميل واحد من الشكل المربع ثابتا بينما الميل الآخر يكون متغيرا عند أعلى قيمة للمدى ١٠:١ ، منتجا الشكل الموجي النبضي.

- مفتاح العاكس INVERT SWITCH: اضغط مفتاح المقاومة المتغيرة العاكس (الوضع مجذوب للخارج) ولاحظ الميل الموجب والسالب للشكل الموجي النبضي المعكوس.

قم بإختيار الموجة المربعة وإعادة نفس الخطوات. ماذا تلاحظ؟

ربما يحدد عرض النبضة بواسطة الصيغة التالية :

عرض النبضة = مقلوب ٢ × التردد

ومن ناحية أخرى ، فإن عرض النبضة يساوي نصف زمن الدورة للتردد بواسطة المدى RANGE ومفتاح الضبط العادي COARSE ومفتاح الضبط الدقيق FINE للتحكم في المضاعف MULTIPLIER.

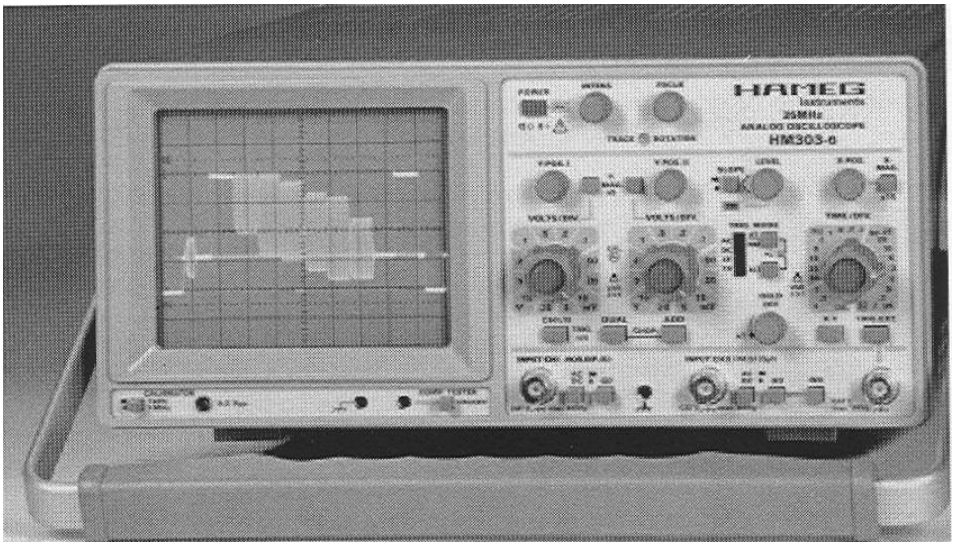
خرج النبضة PULSE OUTPUT

قم بتوصيل راسم الموجات إلى خرج النبضة. وبالتالي فإنه بواسطة ضبط مولد التردد ، يتم تشغيل التحكم في تشغيل النبضة ومفتاح العاكس ونبضة TTL عالية السرعة أو نبضة CMOS. إذا كان مفتاح العاكس في الوضع NORM فإن عرض النبضة "ON TIME" يتم ايجادها بواسطة وضع المدى RANGE والمضاعف MULTIPLIER ومعدل التكرار "OFF TIME" يتم وضعه بواسطة التحكم في تشغيل النبضة.

ملاحظة : عند وضع مفتاح INVERT على الوضع INV ، فإن النبضة "OFF TIME " يتم ايجادها بواسطة أوضاع المدى RANGE والمضاعف MULTIPLIER والنبضة "ON TIME " تم وضعها مع التحكم في تشغيل النبضة.

راسم الإشارات
Oscilloscope

يعتبر جهاز راسم الإشارات فولتميتر مرئي. إلا أن مجموعة مفاتيح التحكم الموجودة على واجهته وشاشة البيان قد أكسبته المعنى الشامل لراسم الإشارات OSCILLOSCOPE. وهو يعتبر من أجهزة القياس التي لا غنى عنها وبالأخص بورش الإلكترونيات. فهو يعطيك الفرصة لرؤية الجهود في أي دائرة كدالة في الزمن، وذلك بالقدح triggering عند نقطة معينة في الشكل الموجي ويكون من نتيجة ذلك الإظهار الساكن لشكل الموجة.



شكل (٤) يوضح أحد أنواع راسم الإشارات

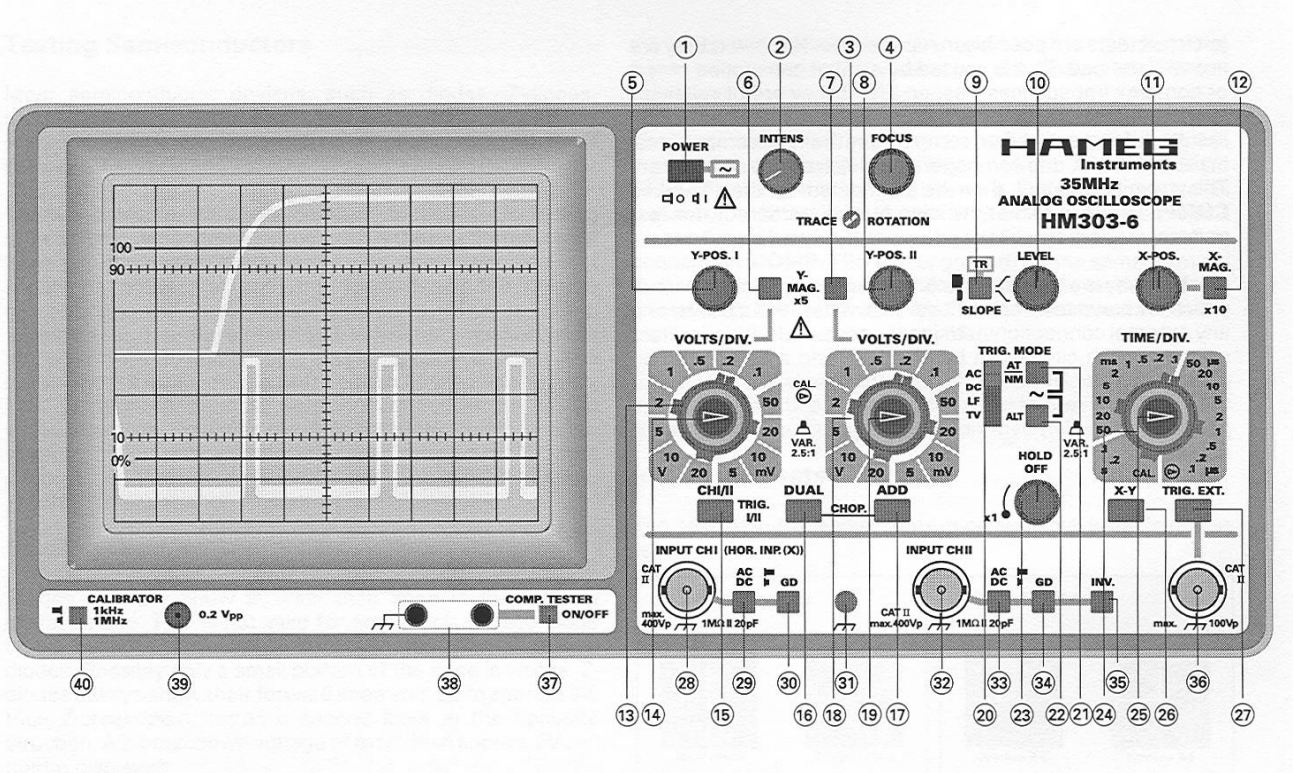
والميزة الأساسية لراسم الإشارات هو تزويده بوسيلة رسم أو بيان الإشارة أو الموجة الكهربائية المطلوب قياسها لدراستها أو تحليلها على شاشة أنبوبة أشعة المهبط CATHODE RAY TUBE (CRT). أغلب أجهزة رسم الإشارات تستخدم الانحراف الكهروستاتيكي لبيان العلاقة بين الاتساع (V, I) والزمن. حيث ينبعث الشعاع الإلكتروني من كاثود الأنبوبة (البندقية الإلكترونية) ويتم انحرافه رأسيا أو أفقيا بواسطة زوج من الألواح الرأسية أو الأفقية الكهروستاتيكية.

وبالرغم من استخدام راسم الإشارات بدرجة كبيرة في قياس الجهد موضحا القيمة من القمة للقمة PEAK-TO-PEAK إلا أنه يستخدم أيضاً لقياسات التردد FREQUENCY وفترات الدورات الزمنية TIME PERIODS وميل الموجة WAVE SLOPE وزوايا الطور PHASE ANGLES والاستجابة الترددية FREQ. RESPONSE. الشكل (٤) يوضح أحد أنواع راسم الإشارات.

راسم إشارات مزدوج القناة : Double Channel Oscilloscope

سوف نتناول بشيء من التفصيل راسم الإشارات من شركة HAMEG ذا الرقم HM 303-6 وتتضح واجهته بالشكل (٥).

تعريف مفاتيح راسم الإشارات HM 303-6



شكل (٥) يوضح واجهة راسم الإشارات HM 303-6 من HAMEG

جدول وظائف مفاتيح راسم الإشارات HM 303-6 من HAMEG

رقم المفتاح	اسم المفتاح ونوعه	الوظيفة
١	POWER مفتاح ضاغط + لمبة بيان	يقوم بتشغيل راسم الإشارات وثنائي الانبعاث الضوئي LED يبين حالة التشغيل
٢	INTENS **مفتاح دوار**	للتحكم في شدة إضاءة أثر الشعاع الإلكتروني على الشاشة
٣	TRACE ROTATION **مقاومة متغيرة تضبط بواسطة مسمار قلاووظ**	لضبط أثر الشعاع الإلكتروني مع خطوط التقسيم الأفقية (لتصحيح زاوية رسم الشعاع ليكون أفقيا تماما). يعوض تأثير المجال المغناطيسي للأرض
٤	FOCUS **مفتاح دوار**	يقوم بالتحكم في تبؤر (سمك الخط) الشعاع الإلكتروني وجعله حاداً على الشاشة
٥	Y-POS.I **مفتاح دوار**	يستخدم لتحديد موقع المحور الرأسي لبيان القناة رقم ١. يعمل مستقلا عن النمط X-Y.
٦	Y MAG. x 5 **مفتاح ضاغط**	عند الضغط عليه ، يعمل على زيادة حساسية لوحي Y للقناة رقم ١ (تكبير المحور الرأسي بمعامل قدرة ٥).
٧	Y MAG. x 5 **مفتاح ضاغط**	عند الضغط عليه ، يعمل على زيادة حساسية لوحي Y للقناة رقم٢ (تكبير المحور الرأسي بمعامل قدرة ٥).
٨	Y-POS.II **مفتاح دوار**	يستخدم لتحديد موقع المحور الرأسي لبيان القناة رقم ٢.

٩	SL0PE **مفتاح ضاغط**	اختيار ميل إشارة القدح
١٠	SL0PE **مفتاح ضاغط** TR **ثنائي الضوء**	اختيار حافة ارتفاع أو حافة هبوط لإشارة القدح - يضاء ثنائي الضوء إذا تم قدح عملية المسح SWEEP
١١	LEVEL **مفتاح دوار**	ضبط مستوى إشارة القدح
١٢	.X-POS **مفتاح دوار**	يستخدم لضبط موقع المحور الأفقي للشعاع الإلكتروني
١٣	X-MAG. x 10 **مفتاح ضاغط**	١ : ١٠ امتداد (تكبير) في اتجاه X بمعامل قدره ١٠. أقصى تحليل resolution ١٠ نانو ثانية لكل تقسيم (لا يتعامل مع نمط X-Y).
١٤	VOLTS/DIV **مفتاح دوار له ١٢ موضع**	هو عبارة عن شبكة توهين attenuator في مدخل القناة رقم ١. يقوم باختيار حساسية مدخل Y بوحدة ميللي فولت لكل تقسيم أو فولت لكل تقسيم في التعاقب ١- ٢- ٥
١٥	CH I/II-TRIG. I/II **مفتاح ضاغط**	عند عدم الضغط على المفتاح : تظهر إشارة القناة رقم ١ فقط والقدح يتم من القناة رقم ١. عند الضغط على المفتاح ، تظهر إشارة القناة رقم ٢ ويتم القدح من القناة رقم ٢ (اختيار القدح في النمط الثنائي DUAL)
١٤	VAR. GAIN **مفتاح دوار**	الضبط الدقيق لاتساع إشارة القناة رقم ١ على لوحي Y.
١٦	DUAL **مفتاح ضاغط**	عند عدم الضغط على المفتاح يكون الخرج لأحد القناتين فقط.عند الضغط على المفتاح تظهر الإشارة على القناة رقم ١ والإشارة على القناة رقم ٢ بالنمط التبادلي.
١٧	ADD **مفتاح ضاغط**	عند الضغط فقط يتم الجمع الجبري. ويعمل مع المفتاح .INV لإعطاء الفرق
١٧+١٦	CHOP	عند ضغط كل من DUAL و ADD معا تظهر الإشارتان على القناة رقم ١ و رقم ٢ متقطعة
١٨	VOLTS/DIV **مفتاح دوار له ١٢ موضع**	هو عبارة عن شبكة توهين attenuator في مدخل القناة رقم ٢. يقوم باختيار حساسية مدخل Y بوحدة ميللي فولت لكل تقسيم أو فولت لكل تقسيم في التعاقب ١- ٢- ٥
١٩	VAR. GAIN **مفتاح دوار**	الضبط الدقيق لاتساع إشارة القناة رقم ٢ على لوحي Y.
٢٠	TRIG. MODE **مفتاح**	مفتاح انتخاب القدح : AC : ١٠ هيرتز إلى ١٠٠ ميجاهيرتز LF : من DC إلى ١,٥ كيلوهيرتز DC : من DC إلى ١٠٠ ميجاهيرتز TV : قدح للإطار والخط
٢١	AT/NM **مفتاح ضاغط**	عند عدم الضغط : يظهر أثر الشعاع بالقدح الذاتي (الأوتوماتيك) بدون إشارة دخل عند الضغط : يظهر أثر الشعاع بالقدح العادي مع ضبط المستوى LEVEL
٢٣	ALT **مفتاح ضاغط**	القدح يتبادل بين القناة رقم ١ ورقم ٢ عند نمط ازدواج DUAL القناتين فقط
٢٢+٢١	≈	عند ضغط كل من AT/NM و ALT يتم قدح الخط الداخلي مع القدح العادي
٢٣	HOLD OFF **مفتاح دوار**	يتحكم في زمن الخلع بين إشارات القدح. الوضع العادي هو أقصى الاتجاه لعقارب الساعة
٢٤	TIME/DIV **مفتاح دوار**	لاختيار معاملات الزمن (السرعات) لقاعدة الزمن ، من ٠,٢ ثانية لكل تقسيم إلى ٠,١ ميكروثانية لكل تقسيم.
٢٥	Variable time base control **مفتاح مركزي**	لضبط تغير قاعدة الزمن. يقلل زمن سرعة الانحراف على الأقل ٢,٥ طية.وعند قياسات الزمن أدر هذا المفتاح إلى موقف على اليد اليمين.
٢٦	XY **مفتاح ضاغط**	يختار تشغيل XY ، لإيقاف القدح. الإشارة X عن طريق القناة رقم ١. تنبيه. الإضاءة الفسفورية بدون إشارة.
٢٧	.TRIG. EXT **مفتاح ضاغط**	عند عدم الضغط : يكون القدح داخلي. عند الضغط : يكون القدح خارجي ، إشارة قدح

		عن طريق سوكت القدح الخارجي .TRIG. EXT
٢٨	INPUT CH I سوكت BNC	مدخل إشارة القناة رقم ١ ومدخل الانحراف الأفقي في النمط X-Y. ممانعة الدخل واحد ميجاأوم وسعة ٢٠ بيكوفاراد.
٢٩	AC-DC مفتاح ضاغط	يختار ربط المدخل للقناة رقم ١ على المكبر الرأسي : DC : الربط المباشر AC : الربط من خلال مكثف
٣٠	GD مفتاح ضاغط	يعني أن الإشارة مفصولة عن المدخل ، بمعني أن مدخل المكبر Y تم توصيله للأرض
٣١	سوكت قطره ٤ مللي متر	قابس للجهد الإسنادي
٣٢	INPUT CH II سوكت BNC	مدخل إشارة القناة رقم ٢. ممانعة الدخل واحد ميجاأوم وسعة ٢٠ بيكوفاراد.
٣٣	AC-DC مفتاح ضاغط	يختار ربط المدخل للقناة رقم ٢ على المكبر الرأسي : DC : الربط المباشر AC : الربط من خلال مكثف
٣٤	GD مفتاح ضاغط	يعني أن الإشارة مفصولة عن المدخل ، بمعنى أن مدخل المكبر Y تم توصيله للأرض
٢٥	.INV مفتاح ضاغط	يعكس الإشارة الموجودة على القناة رقم ٢. بالمشاركة مع المفتاح ADD نحصل على الفرق بين الإشارة على القناة ١ والإشارة على القناة ٢
٣٦	.TRIG. EXT سوكت BNC	مدخل لإشارة القدح الخارجية (عند الضغط على مفتاح .TRIG. EXT.
٣٧	COMP. TESTER مفتاح ضاغط	مفتاح لتحويل راسم الإشارات إلى نمط جهاز اختبار عناصر. مع عدم الضغط على مفتاح X-MAG. X10
٣٨	COMP. TESTER سوكت بقطر ٤ مللي متر	قابسات لإدخال أرجل أو أطراف العناصر المطلوب اختبارها
٣٩	0.2 V_{PP} سوكت اختبار	خرج موجة مربعة للمعايرة
٤٠	CALIBRATOR 1KHz/1MHz مفتاح ضاغط	يمكنك من اختيار التردد المعاير ، عند عدم الضغط على المفتاح : يعطي الخرج تردد واحد كيلوهيرتز تقريبا وعند الضغط على المفتاح يعطي الخرج واحد ميجاهيرتز.

قياسات كهربائية بإستخدام راسم الإشارات :

دراسة الأشكال الموجية للإشارات:

مما لا شك فيه أن إظهار الشكل الموجي على شاشة راسم الإشارات من أعظم الإنجازات في عالم القياسات. فمن أولى طرق القياس هو إظهار الشكل الموجي للتعرف عليه وإجراء الدراسة والمقارنة والقياس.

قياسات اتساع الموجة الكهربائية :

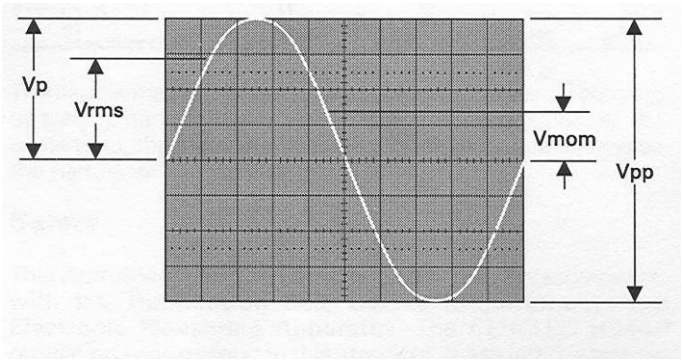
في مجال الهندسة الكهربائية، وعند قياس الجهد بواسطة أجهزة الفولتميتر تنسب قيمة الجهد عامة إلى القيمة الفعالة effective voltage, V_{eff} أو بمعنى آخر (root mean square voltage, V_{rms}). بينما في راسم الإشارات تقاس قيمة الاتساع للجهد من قمة النصف الموجب إلى قاع النصف السالب

للإشارة المطلوب قياس جهدها وهي المعرفة بالمصطلح peak to peak voltage, V_{PP} كما يظهر بالشكل (٦).

فإذا قمنا بقياس شكل موجي على راسم الإشارات وأردنا تحويله إلى قيمته الفعالة (rms) فإن :

$$V_{RMS} = \frac{V_{PP}}{2 \times \sqrt{2}} = \frac{V_{PP}}{2.83}$$

وبالعكس فإن قيمة V_{rms} تساوي ما مقداره ٢,٨٣ مرة من الجهد V_{PP}. ويمكننا ملاحظة الفرق بين تعريفات الجهود المذكورة.



شكل (٦) يوضح تعريف قيمة اتساع الموجة الكهربائية على شاشة راسم الإشارات

الاختبار السريع للعناصر الإلكترونية :

يمكنك تشغيل جزء الاختبار السريع للعناصر الإلكترونية بالضغط على المفتاح الضاغط المكتوب عليه COMP. TESTER أسفل الشاشة. المفاتيح التي تعمل أثناء تشغيلك هذا الجزء هي INTENS, FOCUS, X-POS, X-MAG. X10 ويجب عدم الضغط عليها. أما باقي مفاتيح الجهاز فليس لها تأثير بالمرة. وتستخدم كوابل خاصة بمقابس قطرها ٤ مللي متر و معزولة ولها أطراف تمساحية Alligator. بعد انتهاء الاختبار السريع لا تنس إعادة المفتاح الضاغط COMP. TESTER حتى يعود راسم الإشارات إلى حالته الأولى.

تحذير : اختبار العناصر الإلكترونية يتم بعيدا عن أي توصيلات في دوائرها ويجب تفريغ المكثفات.

قياسات أخرى يمكن إجراؤها على راسم الإشارات:

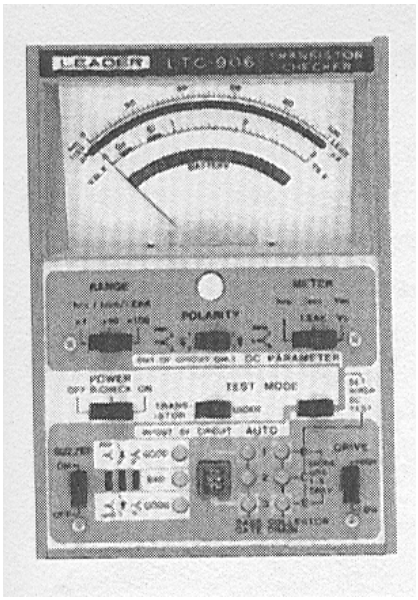
- مقارنة زوايا الوجه لإشارتين (أشكال ليساجس Lissajous figures)
- قياس التردد بالمقارنة مع تردد معلوم
- قياس التردد بمعرفة الزمن
- قياس فرق زوايا الوجه بين إشارتين باستخدام نمط الثنائي DUAL
- قياس التعديل الاتساعي AM
- اختبار شكل العين EYE PATTERN

أجهزة أختبار متخصصة أخرى

هناك المئات من أجهزة الاختبار المتخصصة في قياسات معينة أخرى تستخدم اليوم للعديد من التطبيقات المختلفة. حيث يمكن اقتناء الأجهزة التي تيسر لك العمل في ورشتك وتدعمها ببعض الأجهزة المتخصصة. ومن بعض أجهزة القياس المتخصصة والأكثر شيوعا للاستخدام في الورش والمعامل نذكر منها ما يلي :

١- جهاز اختبار الترانزيستور Transistor Tester :

يقوم بالفحص الدقيق للثنائيات Diodes والترانزستورات Transistors. وتمتاز هذه الأجهزة بالمقدرة على فحص أداء هذه العناصر سواء كانت في دوائرها أو خارجها. ويمكنها أيضاً قياس التسريب Leakage ومعامل بيتا Beta ويمكنها ذاتيا تعريف طرف المشع Emitter وطرف القاعدة Base وطرف المجمع Collector لأي ترانزستور وهو موضح بالشكل (٧). ويعتبر جهاز اختبار الترانزستور من الأجهزة المتعددة الأغراض بمبينات سمعية أو مرئية.



شكل (٧) يوضح جهاز اختبار الترانزيستور

٢- جهاز اختبار وقياس المكثف Capacitor tester :

هذا الجهاز لا يقوم بفحص كفاءة المكثف فحسب بل يقوم أيضاً بإيجاد قيم المكثفات المجهولة. العديد من أجهزة اختبار المكثف لها المقدرة على فحص أغلب المكثفات في دوائرها أو خارجها. وتقوم أيضاً

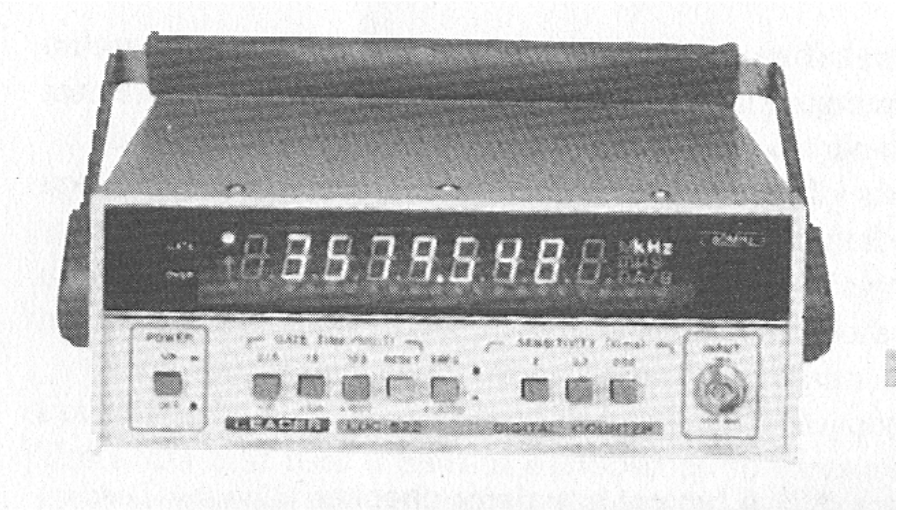
بتعريف معامل القدرة Power Factor، والتسرب Leakage، والدوائر المفتوحة Open circuits، كما يمكنه التعرف على جميع المشاكل المصاحبة لإستخدام المكثف.

ملاحظات:

- ضع في ذهنك أن قيمة السعة الفعلية للمكثف يمكن قياسها بدقة فقط عندما يكون المكثف خارج دائرته.
- تذكر عدم لمس أطراف المكثف عند توصيله للكهرباء.
- يعتبر هذا النوع من الأجهزة حساساً جدا ويمكنه الكشف عن الكميات الصغيرة جدا من التسرب.

٣- عداد التردد Frequency counter :

يستخدم هذا الجهاز لقياس التردد frequency، بوحدة الهيرتز (Hz) Hertz. وغالبا ما يستخدم لضبط تردد أجهزة استقبال وإرسال الراديو. وهي مزودة بالقدح الذاتي automatic triggering، التي توفر قاعدة زمنية عالية الاستقرار high-stability time base، وظائف قياس متعددة، حماية جهد الدخل، واحتمالية التطبيق. كما أن أغلب أجهزة قياس التردد تغطي المدى ١٠ هيرتز و ١٢٠ هيرتز وكذا مدى اختياري يصل إلى ١,٣ جيجاهيرتز (GHz). انظر الشكل (٨).

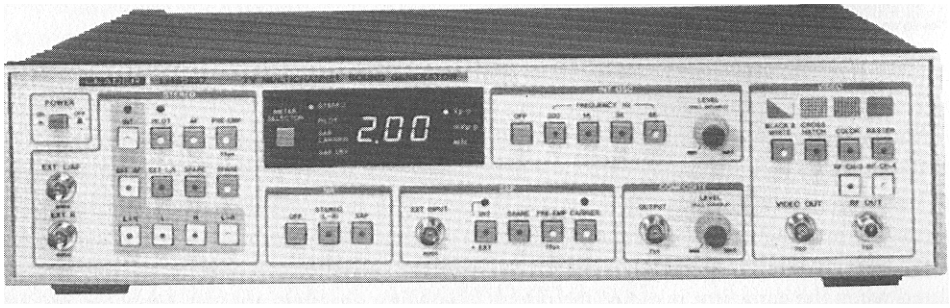


شكل (٨) يوضح عداد التردد

٤- مولد إشارات Signal Generator :

هناك أنواع عديدة من أجهزة توليد الإشارات. فهناك مولد التردد السمعي Audio-Frequency (AF) Generator الذي يقوم بتوليد الإشارات السمعية أي الواقعة بين الترددين ٢٠ هيرتز و ٢٠ كيلوهيرتز. كما أن هناك مولد ترددات راديوية Radio-Frequency (RF) Generator والذي يقوم بتوليد إشارات في مدى الترددات الراديوية. وكل من هذه المولدات مزود بمخارج للإشارات في الصورة الجيبية SINE أو المربعة SQUARE كما تدعم دوائرهما الداخلية بموهنات (شبكات اضمحلال Attenuator) وتعطي خرجاً قليل التشويه Distortion. وأيضا يوجد مولدات ضوضاء Noise Generator حيث تأخذ شكل مجس الإشارات الذي يحمل باليد لتتبع إشارات أجهزة استقبال الراديو. وهذا المولد الصغير يقوم بإرسال نطاق عريض من الإشارات يبدأ من AF إلى RF . وهذا النوع من المولدات يغطي النطاق الترددي من ١ كيلوهيرتز إلى ٣٠ ميجاهيرتز.

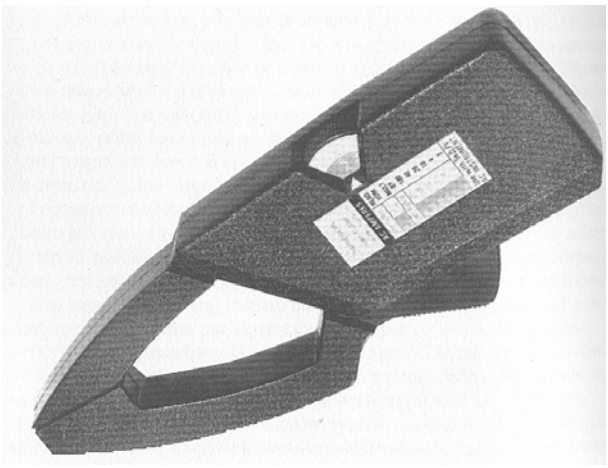
كما أن هناك مولد العلامات Marker Generator الذي يقوم بتوليد التردد غير المعدل Unmodulated frequency المستخدم في تعريف الترددات على منحنى الاستجابة المستخدم في ضبط التليفزيون. وأيضا يوجد نوع يعرف بمولد المسح Sweep Generator المستخدم أيضاً في ضبط التليفزيون، حيث يقوم بتوليد إشارات التعديل الترددي Frequency Modulation FM عند المدى المرغوب من الترددات. وأحيانا يتم ضم كلاً من مولد العلامات ومولد المسح معا في كابينة جهاز واحد. ولمولدات الإشارات التليفزيونية عرض مسح SWEEP WIDTH أعلى من التعديل الترددي للمجسم الصوتي FM STEREOS. وهذه الأجهزة غالبا ما تحتوي على مولد إشارات اللون Color Generator والذي يعطي أشكال الاختبار test patterns ليغطي إشارات التليفزون الملون. وأشكال الاختبار هي white raster والنقط dots و crosshatch وقوس قزح المبوب gated rainbow والخطوط الرأسية والأفقية. كما يوجد نوع آخر من المولدات يعرف بمولد إشارات الصوت المجسم أو إشارات التليفزيون TV/stereo signal generator هو عبارة عن مولد خاص للإشارات متعدد الأغراض special multipurpose signal generator يستخدم لضبط وتتبع الأعطال في أجهزة التليفزيون، والشكل (٩) يوضح أحد أجهزة توليد الصوت المجسم أو إشارات التليفزيون TV/stereo signal generator .



شكل (٩) يوضح أحد أجهزة توليد الصوت المجسم أو إشارات التليفزيون

٥- بنسة قياس التيار Clamp-on ammeter :

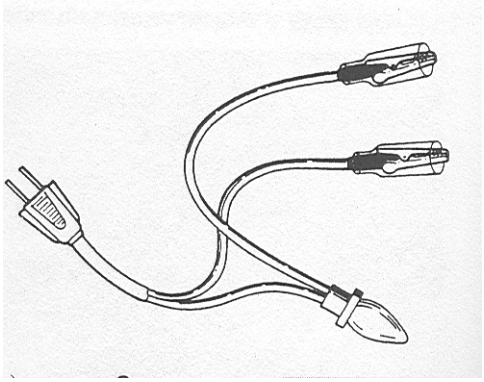
وهو عبارة عن جهاز يستخدم لقياس التيار دون قطع أو فصل السلك لتوصيله على التوالي. وهو يتكون من فكي محول حيث يحيطان بالموصل المطلوب قياس التيار فيه بدون حدوث اضطراب في الدائرة. ويستخدم هذا الجهاز لقياس التيار االمستمر والمتردد (المتناوب) في أماكن العمل مباشرة. كما أن هذا الجهاز سهل الحمل والتنقل به من مكان إلى آخر، والشكل (١٠) يوضح أحد أنواع بنس قياس التيار. وهو عامة يقيس التيارات المترددة من ١٠٠ مللي أمبير إلى ٥٠٠ أمبير. وأيضا يمكن لهذا الجهاز قياس التيارات الكهربائية لفرع واحد لسلك مفرد أو لعدة فروع سلكية مجتمعة أو القضبان النحاسية بمحطات القوى لقياس تيار حتى ٢٠٠٠ أمبير.



شكل (١٠) يوضح أحد أنواع بنس قياس التيار

٦- لمبة اختبار Test Lamp

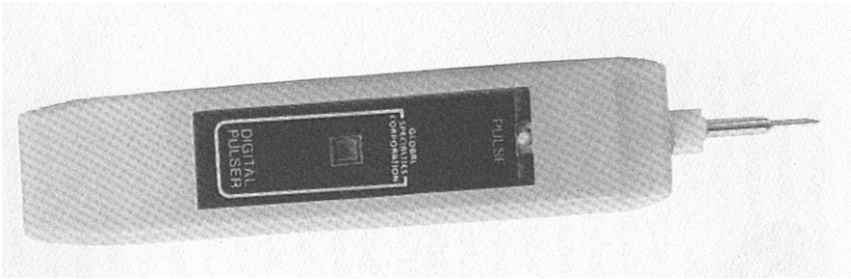
وهي وسيلة بسيطة يمكن للفني القيام بتكوينها كما هو موضح بالشكل (١١). كما يمكنه استبدال اللمبة بأداة صوتية مثل الزنان أو الجرس. وهو ينسب إلى جهاز قياس المقاومة. وهي تستخدم في صيانة المحركات الكهربائية والمولدات والأجهزة المنزلية الكهربائية.



شكل (١١) يوضح لمبة أختبار

٧- منبض منطقي رقمي Digital logic pulser

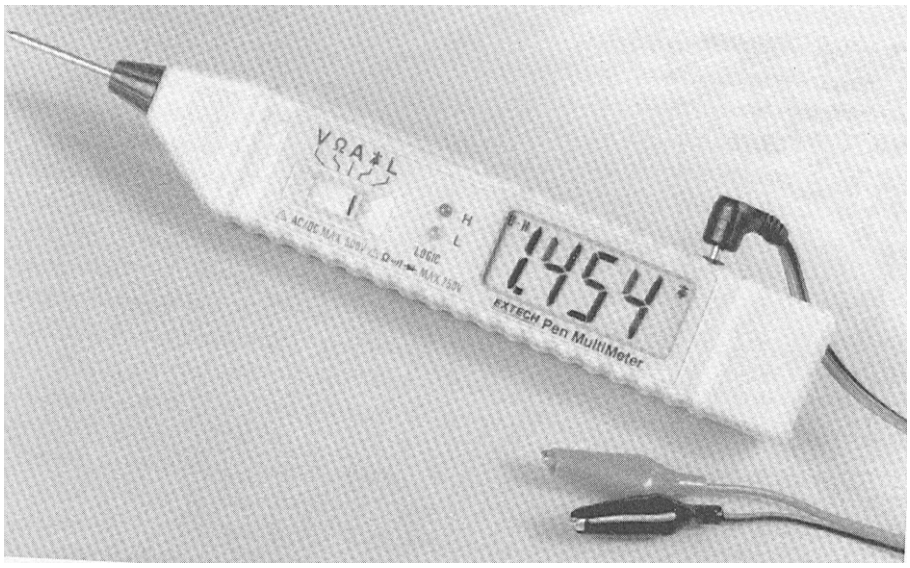
يقوم بحقن منطقة الإدخال بالدائرة الرقمية بنبضة موجبة وأخرى سالبة فقط عند الضغط على المفتاح ضغطة واحدة سريعة، ويمكن الحقن بسلسلة نبضات متوالية عند الاستمرار في الضغط على المفتاح. وهناك منبضات مزودة بوسائل أخرى نذكر منها خاصية الاختيار الذاتي للقطبية Automatic Polarity Selection وتغير النبضة ، كما بالشكل (١٢).



شكل (١٢) يوضح منبض منطقي رقمي

٨- مجس منطقي رقمي Digital logic probe :

وهو يستخدم لفحص الحالة المنطقية (high or low) وذلك بمقارنة الجهد إلى عتبات الإسناد لعائلة المنطق المرغوبة. ومجسات المنطق هذه تعطيك القدرة على الاختبار السريع دون الحاجة إلى راسم ذبذبات أو جهاز قياس للجهد. وهناك العديد من مجسات المنطق المختلفة تعطي المزيد من المواصفات الأحسن والإمكانيات الأكبر مثل الذاكرة memory والحماية ضد الحمل الزائد overload protection والأداء الأكثر سرعة. الشكل (١٣) يوضح مجساً مزوداً بجهاز متعدد القياس بالإضافة إلى اختبار المنطق



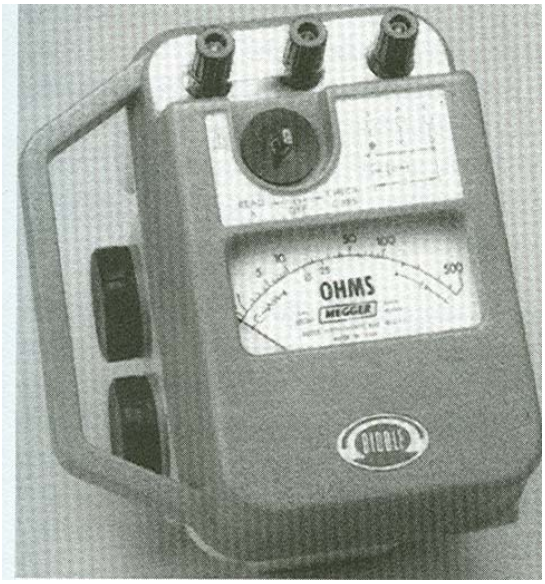
شكل (١٣) يوضح مجساً مزوداً بجهاز متعدد القياس بالإضافة إلى اختبار المنطق

٩- مقياس شدة المجال Field strength meter :

وهو عبارة عن جهاز تتبع أعطال وإنشاء نظم توزيع التليفزيون ويسمى في بعض الأحيان مقياس مستوى الإشارة signal level meter . هذا الجهاز مزود بقياسات دقيقة للترددات العالية جدا (VHF) والترددات الفوق عالية (UHF) ومزود بسماعة. وهو عبارة عن جهاز قياس جهد منغم عند ترددات الراديو بمقياس وحداته ميكروفولت أو الديسبل. ويمتاز هذا الجهاز بإمكانية استخدامه في مجالات عديدة، فاستخدامه الشائع هو في عملية وضع الهوائيات antennas وقياس مستويات الاشارة. أما مجالات الاستخدام الأخرى فهي : قياس فقد الإدخال insertion lose وكسب المكبر amplifier gain وإعداد تحكم الكسب الذاتي automatic gain control settings وإشارات القنوات الصغرى sub channel signals والفقد العائد return loss (والتي يطلق عليها نسبة الموجة الواقفة standing wave ratio ومستويات الضوضاء noise levels.

١٠- جهاز قياس مقاومة العازل Meg-ohmmeter :

وهو يستخدم لفحص المقاومة الكهربائية لأي عازل. ويتم تغذية هذا الجهاز بواسطة مولد يدار باليد hand-operated generator أو بواسطة بطارية battery أو من وحدة تغذية قدرة power supply. ويمكن أن ينكسر العازل نتيجة للأسباب التالية : تغير درجة الحرارة، الصدأ، الماء، الاهتزاز، الشوائب، التمزق. كما يستخدم جهاز قياس العزل في صيانة المحركات والمولدات والمحولات والكوابل والأسلاك والمفاتيح وتجميعات الدوائر والأطراف. وهو متاح بالشكل التماثلي analog كما أنه متاح بالشكل الرقمي digital، أو بكلاهما. وجهد الاختبار يتراوح بين ٥٠ و٥٠٠٠ فولت مستمر أما اختبار العزل فيتراوح بين ١٠٠ و٥٠٠٠٠٠ ميجاأوم. والشكل (١٤) يوضح أحد أنواع أجهزة قياس مقاومة العازل وهو معروف بالمسمى الميجر megger.



شكل (١٤) يوضح أحد أنواع أجهزة قياس مقاومة العازل (الميجر megger)

العدد والأدوات اليدوية المستخدمة بالورشة

للقيام بأعمال التجميع الإلكتروني للأجهزة الإلكترونية أو أعمال الصيانة لابد للمتدرب من اقتناء بعض العدد والأدوات الضرورية. ومن العدد الأساسية الواجب توافرها مع المتدرب نذكر منها:

١- مفكات مسامير قلاووظ ذات حد مفرد أو حدين –شكل (١٧)، يجب أن يتوافر لدى المتدرب ثلاثة مقاسات قياسية. كما يفضل توافر طقم مفكات صغيرة (مفكات ساعة). ويفضل لجميع أنواع المفكات أن تكون ذات حدود ممغنطة حتى يمكن فك وربط المسامير في الأماكن العميقة والضيقة والتي لا يمكن ليديك الوصول إليها. كما يجب أن تكون مقابضها من مادة عازلة غير متشربة للمياه والرطوبة.

٢- طقم مفاتيح بلدية ومفاتيح صندوقية ومفاتيح ألن لفك وربط الصواميل والمسامير.

٣- مجموعة مبارد مختلفة المقطع ودرجات القطع لها – شكل (١٨).

٤- منشار حديد

٥- مجموعة مخداش علام –شكل (١٧).

٦- مطرقة حديدية وخشبية (دقماق)

٧- مقوار أو أداة تخويش لتوسيع الثقوب –شكل (١٧)

٨- فرشاة ١ بوصة لتنظيف الأماكن الضيقة

٩- زرادية –شكل (١٦).

١٠- حد قاطع لتقشير السلك الكهربائي – شكل (١٦).

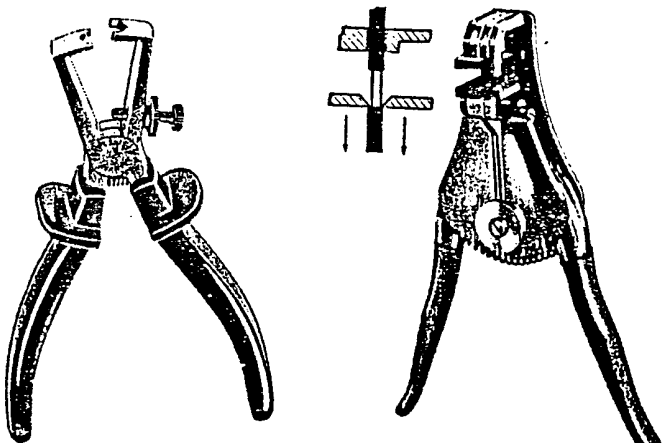
١١- قصافة

١٢- قشارة سلك- شكل (١٥).

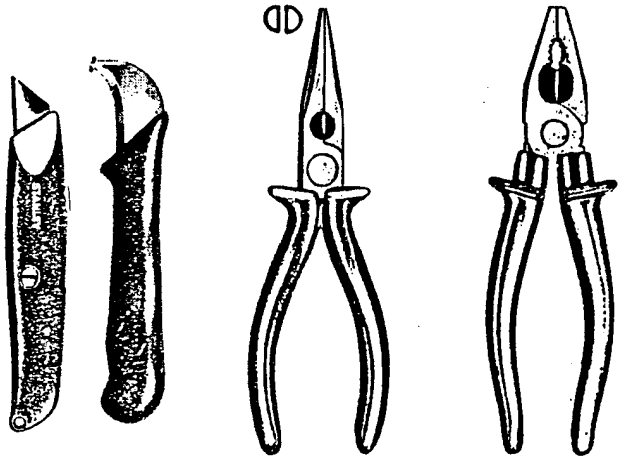
١٣- وصلة كهرباء طويلة ملفوفة على بكرة

١٤- رؤوس تخريم الصاج والألومنيوم

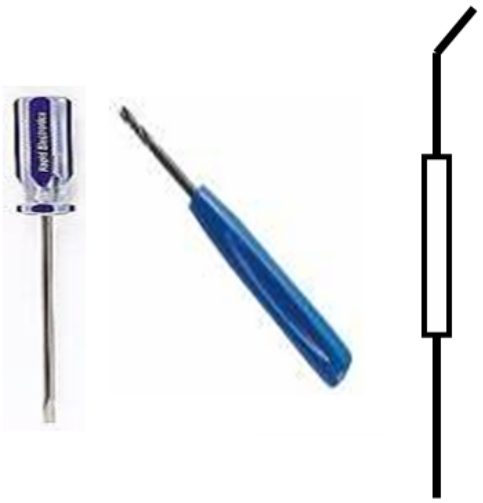
ويجدر بالذكر أن هناك حقيبة للعدد الخاصة بفني الكهرباء والإلكترونيات تتوافر في السوق، وهي عبارة عن عدد مختلفة ومتعددة الأغراض تؤدي العديد من الوظائف مجتمعة في حقيبة واحدة.



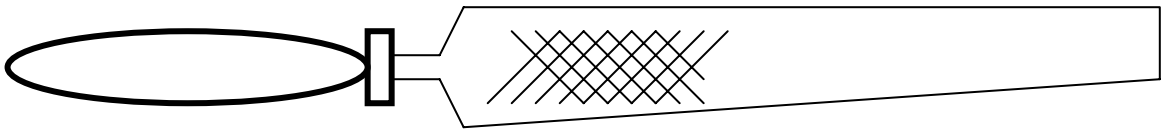
شكل (١٥) يوضح نوعين من قشارة الأسلاك



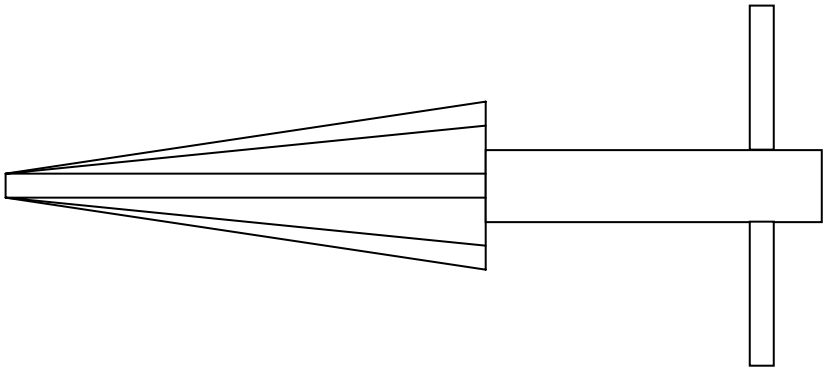
شكل (١٦) يوضح حداً قاطعاً وزراديات



شكل (١٧) يوضح مخداش ومقوار ومفك



مبرد



أداة تخويش

شكل (١٨) يوضح مبرد ومقوار لتوسيع الثقوب

ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(تابع) ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريبات والتمارين

١. يمكن قياس الاستمرارية لخط هاتفي بواسطة :

- جهاز متعدد القياس
- راسم الإشارات
- كل ما سبق

٢. عند قياس التيار في دائرة يجب توصيل جهاز القياس :

- على التوالي
- على التوازي
- كل ما سبق

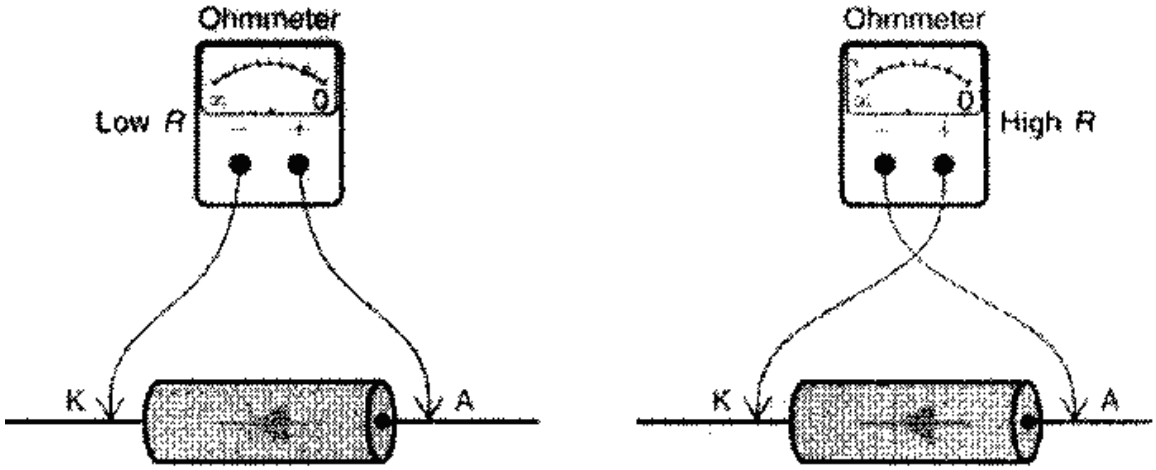
٣. لقياس التيار دون قطع السلك يستخدم :

- جهاز راسم الإشارات
- جهاز متعدد القياس
- بنسة قياس التيار

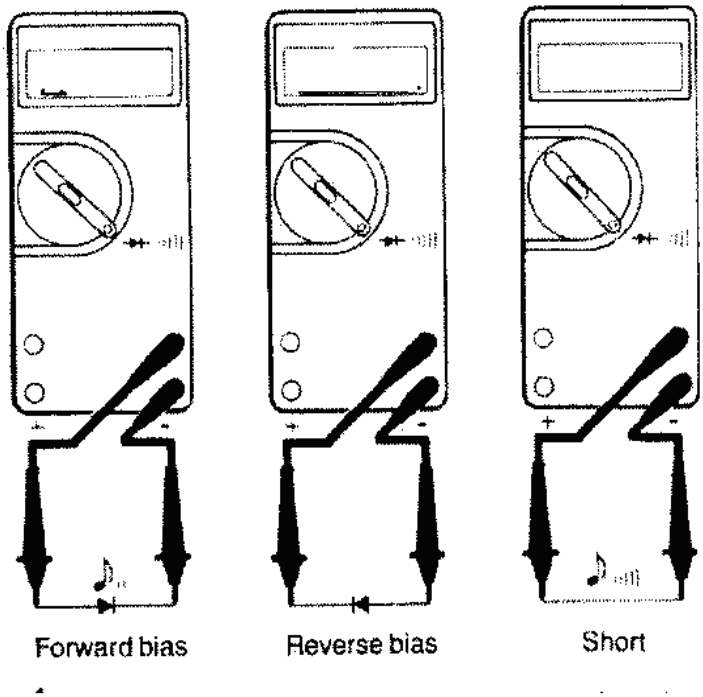
٤. فيما يلي صحح العبارات الخاطئة:

- يمكن قياس قيمة المقاومة الاسمية بواسطة جهاز الأوميتر.
- يمكن قياس التيار بجهاز الفولتميتر
- يمكن استخدام وحدة تغذية القدرة المستمرة في قياس القدرة الكهربائية
- يمكن استخدام مولد الدوال في قياس التردد

٥. ارسم مواضع المؤشر لجهاز القياس الموصل عليه الثنائيات في الأوضاع التالية



٦. اكتب قيم قراءات الجهاز التالي- ما نوع الاختبار الذي ينفذ في هذا الشكل؟



تقييم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب على.....

قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه :

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤- مثال اختبار الاستمرارية لملفات محول				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

ورشة إلكترونية

عناصر الدوائر الإلكترونية

الوحدة الثالثة : عناصر الدوائر الإلكترونية

معلومات عامة للمدرب والمتدرب

الجدارة : الإلمام بجميع أنواع العناصر الإلكترونية وكيفية استخدامها بطريقة سليمة وكيفية صيانتها والكشف على مواصفاتها وكيفية شرائها.

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادرا على :

١ –التعرف على جميع أنواع المقاومات والمكثفات والملفات وكيفية قراءتها وقياسها والتعامل معها.

٢- التعرف على جميع أنواع الثنائيات وكيفية قراءتها وقياسها والتعامل معها.

٣- التعرف على جميع أنواع الترانزستورات وكيفية قراءتها وقياسها والتعامل معها.

٤- التعرف على جميع أنواع الدوائر المتكاملة وكيفية قراءتها وقياسها والتعامل معها.

٥- التعرف على جميع أنواع المنابع والكاشفات الضوئية وكيفية قراءتها وقياسها والتعامل معها.

٦- التعرف على جميع العناصر الإلكتروضوئية وكيفية قراءتها والتعامل معها.

مستوى الأداء المطلوب : ١٠٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : أربع محاضرات نظري + محاضرتان عملي.

الوسائل المساعدة :

١- تدريب المتدرب على التعامل مع كاتلوجات وجداول مكافئات العناصر للبحث عن العناصر.

٢- تأمين عدد من العناصر الإلكترونية السليمة والتالفة للتدرب على طريقة فحصها واختبارها.

٣- استخدام الوسائل التعليمية المتاحة بالورشة (عارض البيانات والنظام المرئي) عند التعريف بالعناصر.

الجدارة المطلوب تحقيقها :

توسيع مدارك المتدرب العملية حيث يمكنه التصرف وقياس أو اختبار أي عنصر وكذا تحديد العنصر المطلوب والبحث عنه في جداول المكافئات.

متطلبات الجدارة :

١- مواظبة المدرب على الأسئلة الدائمة عن كيفية قياس أي عنصر أو أي كمية كهربائية.

٢- تشجيع المتدرب على شراء عناصر بعض التطبيقات المنفذة بالورشة والتعرف على مواصفات العناصر

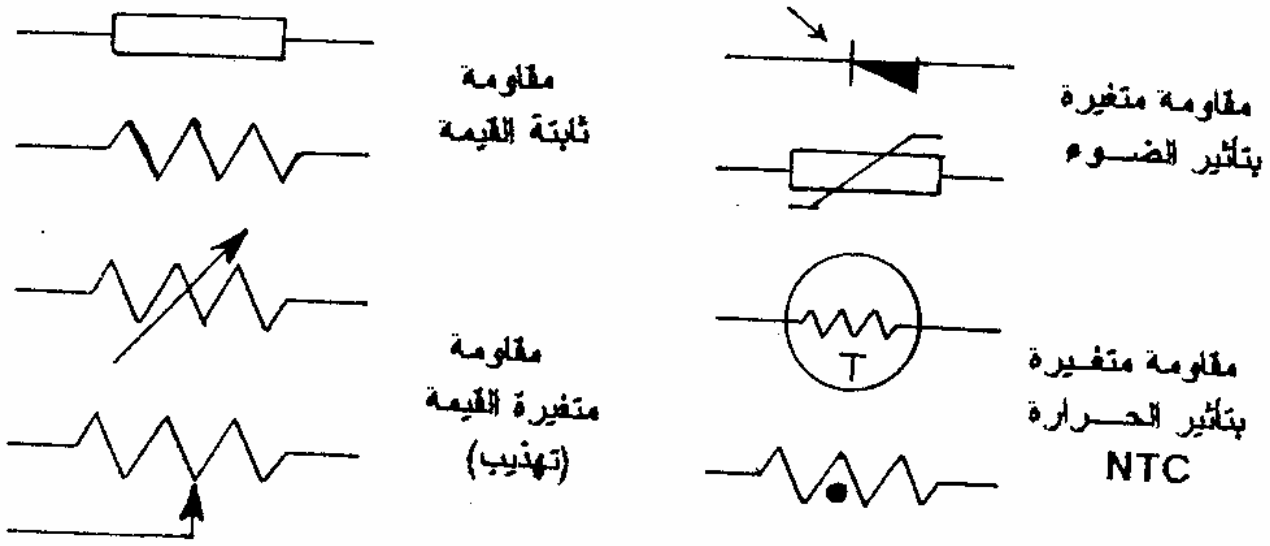
المحتوى

- المقاومات والمكثفات والملفات Resistors, Capacitors, and Inductors
- ثنائيات أشباه الموصلات Semiconductors Diodes
- الترانزستورات Transistors
- الإلكتروضوئيات Optelectronics
- الدوائر المتكاملة Integrated Circuits

العناصر الإلكترونية ELECTRONIC COMPONENTS

المقاومات RESISTORS

المقاومات هي أهم عناصر الدائرة الإلكترونية حيث تعمل على تقليل وممانعة مرور التيار في الدائرة، كما أن من مهامها تجزئة جهد المنبع الواحد للحصول على فرق جهد معين على طرف عنصر آخر معين. ويحدد قيمة عنصر المقاومة فيما بين طرفيه فإذا كانت هذه القيمة ثابتة كانت المقاومة ثابتة القيمة وإذا كانت متغيرة كانت المقاومة متغيرة القيمة. وتأخذ المقاومة رمزاً بيانياً متعرجاً للتعبير عن معاناة سير التيار فيها كما بالشكل (١).



شكل (١) يوضح الرموز البيانية لعنصر المقاومة الثابتة والمتغيرة القيمة

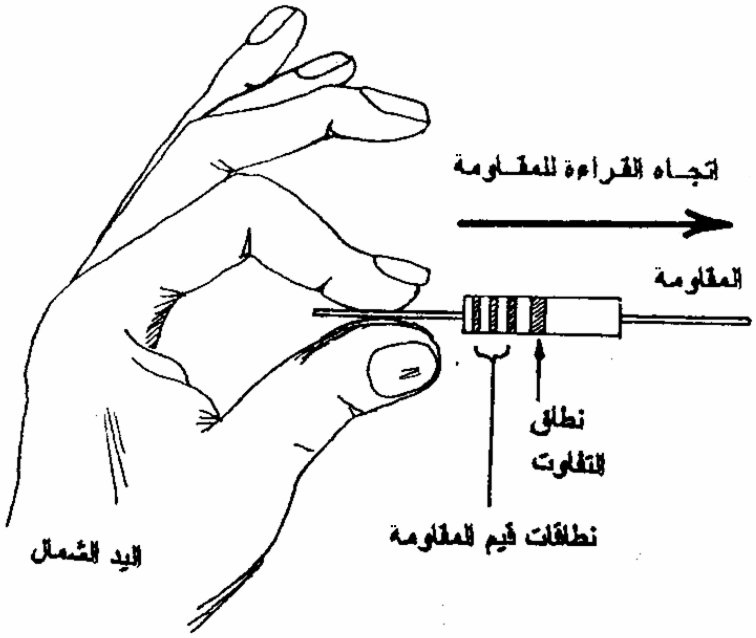
كيفية قراءة قيمة المقاومة:

في المقاومات صغيرة الحجم يتم كتابة قيمها بواسطة أشرطة أو نطاقات ملونة على جسم المقاومة. وكل لون يناظر قيمة محددة كما يظهر في الجدول (١) التالي كما أن مكان كل نطاق، لون، على جسم المقاومة يعني قيمة محددة.

اللون		النطاقات A , B , C
بالعربية	بالإنجليزية	
أسود	Black	0
بني	Brown	1
أحمر	Red	2
برتقالي	Orange	3
أصفر	Yellow	4
أخضر	Green	5
أزرق	Blue	6
بنفسج	Violet	7
رمادي	Gray	8
أبيض	White	9
ذهبي	Gold	-
فضي	Silver	-
بدون لون	No color	نفس لون جسم المقاومة

جدول (١) شفرة ألوان المقاومات

وهناك نظامان للألوان إحداهما يسمى النظام الثلاثي والآخر النظام الرباعي للنطاقات. ويلاحظ أن مجموعة نطاقات نظام الألوان تكون منحازة إلى الطرف الشمال للمقاومة وعند مسك المقاومة لقراءتها يجب وضع مجموعة النطاقات في الجانب الشمال ثم القراءة من الشمال إلى اليمين كما بالشكل (٢).



شكل (٢) يوضح كيفية مسك المقاومة لقراءة قيمتها

القراءة بالنظام الثلاثي للألوان:

يحتوي النظام الثلاثي للألوان على ثلاثة نطاقات، النطاق الأول (A) من ناحية الشمال (الأقرب إلى أحد أطراف المقاومة) يعبر عن حد العشرات لقيمة المقاومة والنطاق الثاني (B) يعبر عن آحاد قيمة المقاومة أما النطاق الثالث (M) فيعبر عن مضاعفات قيمة المقاومة لعدد مرات الرقم ١٠ فيمكن التعبير عن قيمة المقاومة بالنظام الثلاثي بالصيغة الموضحة بالشكل (٣). مثال ذلك:

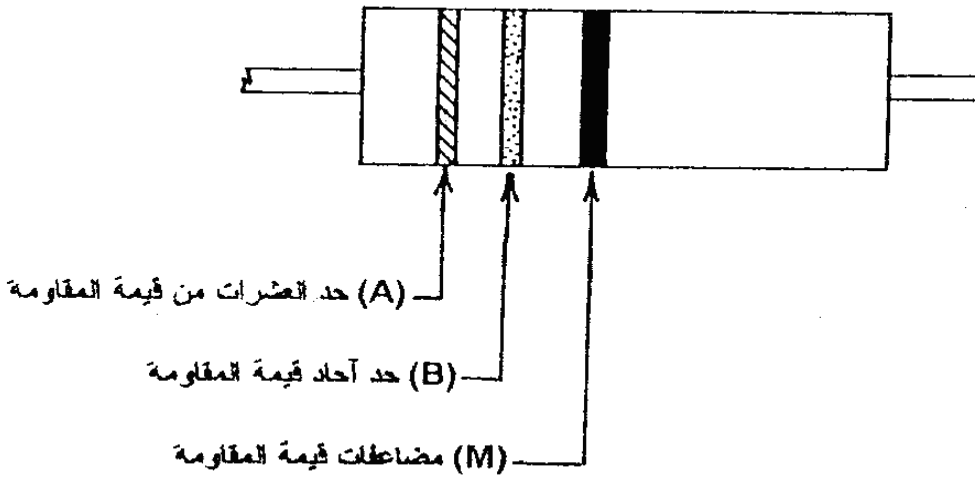
White-Gray-Orange = 98x 1000 = 98 KΩ
Yellow-Green-Brown = 45 x 10 = 450 Ω
Brown-Black-Green = 10 x 100000 = 1 MΩ

القراءة بالنظام الرباعي للألوان:

في النظام الثلاثي للألوان كان هناك النطاقان الأولان يعبران عن قيمة المقاومة بالآحاد والعشرات أما النظام الرباعي فيزاد نطاقاً ثالثاً ليصبح التعبير عن قيمة المقاومة بثلاثة أرقام تعبر عن الآحاد (C) والعشرات (B) والمئات (A) بالإضافة إلى نطاق مضاعفات الرقم ١٠ وبالتالي يمكن التعبير عن قيمة المقاومة في هذا النظام بالصيغة الموجودة بالشكل (٣). مثال ذلك:

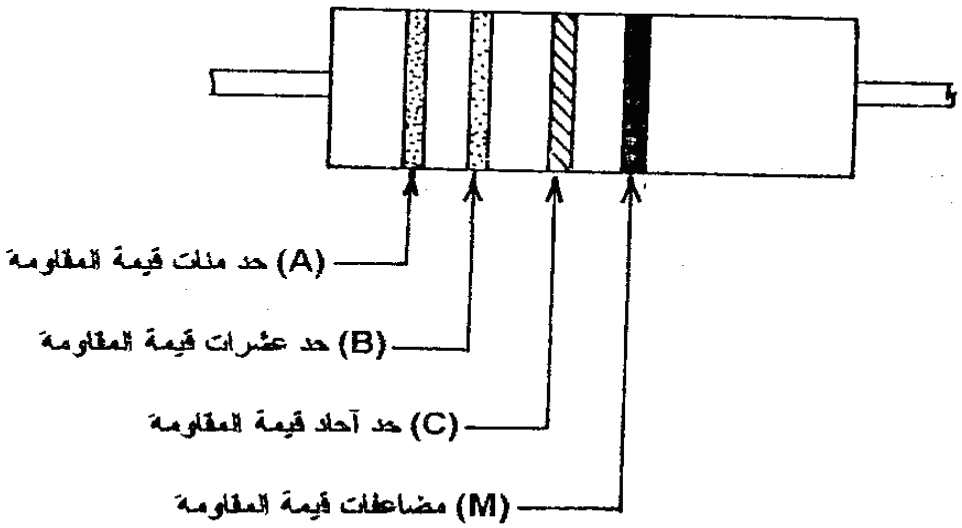
White-Violet-Blue-Red = 976 x 100 = 97, 6 KΩ
Yellow-Green-Orange-Black = 453 Ω
Brown-Black-Black-Yellow = 100 x 10000 = 1 MΩ

ـ النظام الثلاثي للألوان :



$$(10\,A + B)\,10^{M}$$

ـــ النظام الرباعي للألوان :



$$(100\,A + 10\,B + C)\,10^{M}$$

شكل (٣) يوضح نظامي قراءة قيمة المقاومة

التفاوت المسموح في قيمة المقاومة :

القيمة الاسمية NOMINAL VALUE للمقاومة لا تعبر عن القيمة الفعلية ACTUAL VALUE لها حيث إن هناك تفاوتاً TOLERANCE في قيمة كل مقاومة من ذوات القيمة الواحدة، ويتوقف هذا التفاوت على ظروف صناعة المقاومة والشوائب الموجودة فيها، لذا فإن هذا التفاوت لابد من التنويه عنه مع قيمة المقاومة. ويعطى التفاوت في صورة نسبة مئوية من قيمة المقاومة الاسمية. فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا مجموعة مقاومات، القيمة الاسمية لكل واحدة منها ١٠٠ أوم ونسبة التفاوت ١٠٪ فإن كل مقاومة لابد وأن تكون قيمتها في الحيز من ٩٠ أوم إلى ١١٠ أوم ولا يشترط أن تكون متساوية في هذا الحيز.

يخصص شريط (نطاق) ملون للتنويه عن النسبة المئوية للتفاوت ويتم تمييز هذا النطاق عن نطاقات قيمة المقاومة بجعله أكثر عرضاً وأكثر بعداً عن نطاقات قيمة المقاومة. والألوان المعبرة عن نسب التفاوت موضحة بالجدول (٢).

اللون		نسبة التفاوت في المئة T	حرف رمزي
بالعربية	بالإنجليزية		
بني	Brown	± 1	F
أحمر	Red	± 2	G
أخضر	Green	± 0.5	-
أزرق	Blue	± 0.25	-
بنفسج	Violet	± 0.1	-
ذهبي	Gold	± 5	J
فضي	Silver	± 10	K
بدون	No color	± 20	M

جدول (٢) **نسبة التفاوت للمقاومات**

عند الرغبة في اختيار أو شراء مقاومة معينة يجب أن نأخذ في الاعتبار ما يلي:

١- **قيمة المقاومة**: عادة تكتب قيمة المقاومة الاسمية على جميع الرسومات

٢- **المعامل الحراري**: وهو يعبر عن مدى تغير قيمة المقاومة بتأثير الحرارة، ويعطى المعامل الحراري بجزء من المليون من القيمة الاسمية للمقاومة لكل درجة حرارة ويرمز بالأختصار $ppm/^oc$ وقيمة المعامل الحراري لأغلب المقاومات المستخدمة يقع في المدى $25\text{-}500\ ppm/^oc$.

٣- **معدل القدرة**: هو أقصى قدرة مقاسة بالوات أو بأجزاء الوات والتي تبددها المقاومة باستمرار عند درجة حرارة ٧٠ مئوية، وتحسب القدرة بالصيغة التالية:

$$W = I\,V = I^2\,R = V^2/R$$

حيث أن جميع المقاومات المستخدمة في مجال التطبيقات الإلكترونية لها معدلات قدرة تبدأ من

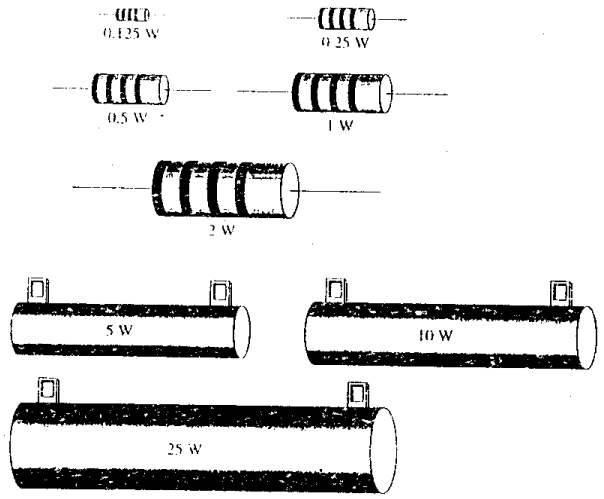
$$1/8W, 1/4W, 1/2W, 1W, 2W, 5W, 10W, ...$$

في المقاومات الكبيرة الحجم والتي يكتب عليها قيمة المقاومة ونسبة التفاوت يضاف إليها مقدار معدل القدرة المستهلك في المقاومة كما يلي:

$$7.5\ K - 0.5\ W - 5\% \quad = 7.5\ K\Omega + 5\%,\ \ 1/2\ WATT$$
$$3.4\ M/10/1 \quad = 3.4\ M\Omega + 10\%,\ \ 1\ WATT$$

أما المقاومات الصغيرة والتي تعرف قيمتها ونسبة تفاوتها بنطاقات الألوان فلا يوجد تعريف لوني لمعدل القدرة (فيما عدا بعض الحالات). وفي بعض كتالوجات الموردين نجد أن هناك فئة من المقاومات لها معدل قدرة يزداد بزيادة الأبعاد كما بالشكل (٤) ولا يعتمد على قيمة المقاومة وعلى سبيل المثال فإن المقاومات ذات الشريحة المعدنية التي لها أقصى طول L وأقصى قطر D يتغير مع معدل القدرة كما يلي:

القدرة	طول المقاومة	قطر المقاومة
١/٨ وات	٠,٢٠	٠,١٠
١/٤ وات	٠,٣٠	٠,١٢٥
١/٢ وات	٠,٤٠	٠,١٥٦



شكل (٤) يوضح علاقة القدرة بأبعاد المقاومة

٤- **أقصى جهد تشغيل**: هو أقصى جهد مستمر يمكن تطبيقه على المقاومة خلال الزمن المطلوب دون انهيار المقاومة – وأقصى جهد لأغلب المقاومات التي لها مقاومة مقدارها ١٠٠ أوم أو أكثر على الأقل يطبق عليها ١٠٠٠ فولت.

٥- **استقرار قيمة المقاومة**: هو قياس تغير قيمة المقاومة مع الزمن نتيجة للعمر الافتراضي لها وهي عادة تقاس بالنسبة المئوية للتغير بعد ١٠٠٠ ساعة عمل عند درجة حرارة ٧٠ مئوية.

٦- **الضوضاء في المقاومة**: هو التغير أو الاضطراب الصغير في الجهد المطبق على المقاومة عند ثبوت التيار، ويرجع هذا إلى حركة الإلكترونات وأسلوب صناعة المقاومة. ويجب أن نعرف أن الضوضاء تزداد عند القيم الأعلى للمقاومة وأيضاً عند القيم الأعلى للتردد.

المقاومات المتغيرة القيمة VARIABLE RESISTORS

أهم الصفات للمقاومات المتغيرة والتي يجب أن تؤخذ في الاعتبار هي درجة التحليل Resolution، وتعرف على أنها " أقل تغير في قيمة المقاومة عند إدارة محور المقاومة المتغيرة. وتؤخذ اللفة الزاوية ومقدارها درجة زاوية واحدة كدليل تقريبي لأقل زاوية دوران المحور، ولذا إذا كان الدوران لمحور المقاومة فإن درجة التحليل تساوي 1/270 من المرات من المقاومة الكلية. لاحظ ذلك مؤخرا في المقاومات ذات اللفات المتكررة Multi-turn Resistors .

ونظرا لتعدد أنواع المقاومات المتغيرة، فهناك العديد من المواصفات والنقاط الهامة التي يجب دراستها حتى نقرر أي أنواع المقاومات يمكن استخدامه. وسوف نسرد الآن بعض أنواع المقاومات المتغيرة الشهيرة.

المقاومة المتغيرة الخطية Linear واللوغاريتمية Logarithmic:

هذا النوع من المقاومات كبير الحجم حيث له حجم ميكانيكي (قطرها ما بين ١٦ إلى ٣٠ مم) مهيأة للتثبيت على واجهة الجهاز، وعادة لها محور مشطوف لتثبيت مقبض مفتاح المقاومة. وهي متاحة بالمسارات الكربونية والسبيكة المعدنية الخزفية. بعض المقاومات المتغيرة ذات المسار المتكون من السبيكة المعدنية الخزفية لها تفاوت يصل إلى ١٠٪. وهذا النوع من المقاومات المتغيرة يكون متاحا في معدلات القدرة العالية حتى ٥ وات- انظر الشكل (٥).

المقاومة المتغيرة ذات المسار الكربوني والمسار ذي السبيكة المعدنية الخزفية عادة يكونا خطين حيث يتناسب دوران المحور مع التغيرات في قيمة المقاومة. إلا أن هناك بعض الحيود عن صفة الخطية يصل إلى ١٠٪. والمقاومات المتغيرة متاحة أيضاً بالمسارات اللوغاريتمية حيث تزداد قيمة المقاومة ببطء عند بداية الدوران للمحور ثم بعد ذلك تزداد بمعدل عال وسريع.

من المعروف أن المقاومات المتغيرة ذات السلك الملفوف تستخدم في التطبيقات ذات القدرات العالية إلا أن النوع ذي المسار المتكون من سبيكة معدنية خزفية قد حل مكانها لما له من درجة تحليل عالية. وأن هذا النوع مناسب للاستخدام مع الإشارات ذات الترددات العالية والتي تصل قيمتها أكبر من ١٠ كيلوهيرتز، حيث لا يوجد مشاكل ناتجة عن الحث الذاتي مثل ما يحدث في اللفات السلكية في النوع الأول. ويمتاز هذا النوع أيضاً بأنه قليل الضوضاء وذو معامل حراري منخفض وتفاوت قليل جدا.

شكل (٥) يوضح شكلاً من أشكال المقاومات المتغيرة

مقاومة التهذيب Trimmer :

وهي مقاومة متغيرة ولكنها ليست للضبط المستمر أي ليس لها محور وبالتالي ليس لها مقبض- انظر الشكل (٦). هذه المقاومة لا توضع على واجهة الجهاز بل توضع وتثبت على لوح الدائرة المطبوعة ضمن العناصر الصغيرة المثبتة على نفس الدائرة المطبوعة. وتستخدم هذه المقاومة لمعايرة مراحل الجهاز الذي يتم

تصنيعه خلال خطوط الإنتاج. ويعرف هذا النوع من المقاومات بالمسمى الإنجليزي Trim pot وهي كلمة تتكون من كلمتين هما trim و pot فالثانية تعني اختصار كلمة potentiometer ومعناها مقاومة متغيرة أما كلمة trim فتعني تهذيب فإذا جمعنا المعنيين حصلنا على معنى " مقاومة متغيرة للتهذيب".

شكل (٦) يوضح أشكال مقاومات التهذيب

قياس المقاومة RESISTANCE MEASUREMENT

يتم قياس قيمة المقاومة بإستخدام نفس الجهاز المتعدد القياس والذي تم شرحه في الوحدة الثانية والمتوفر في الورشة.

تحذير: تأكد من أن الكهرباء مفصولة من الدائرة أو العنصر المطلوب قياس مقاومته وضرورة تفريغ المكثفات الكيميائية إن وجدت.

ولقياس قيمة المقاومة، نتبع الخطوات التالية:

١- ضع طرف الاختبار الأسود في الطرف المكتوب أعلاه COM وطرف الاختبار الأحمر في الطرف المكتوب أعلاه VΩ.

٢- ضع مفتاح الوظيفة / المدى على وضع قياس المقاومة وعند المدى المرغوب للقياس.

٣- قم بتوصيل طرفي جهاز القياس مع بعضهما البعض، للتأكد من أن البطارية سليمة وجيدة. فإذا تمت رؤية رمز البطارية الضعيفة، قم بتغيير البطارية. ،وأيضا للتأكد من صلاحية الجهاز حيث نقرأ 0Ω على شاشة الجهاز.

٤- قم بتوصيل طرفي الجهاز على طرفي عنصر المقاومة أو طرفي الدائرة المطلوب قياس قيمة مقاومتها واقرأ القيمة من الشاشة.

إختبار الاستمرارية CONTINUITY TEST

يتم إختبار الإستمرارية أيضا بإستخدام نفس الجهاز المتعدد القياس والذي تم شرحه في الوحدة الثانية والمتوفر في الورشة. وعند الرغبة في التأكد من استمرار توصيلية السلك لملف ما مثلا، أي التأكد من عدم وجود قطع في لفات الملف التي قد تكون في طبقة سفلى غير ظاهرة ، نلجأ إلى استخدام اختبار الاستمرارية كما يلي:

١- ضع طرف الاختبار الأسود في الطرف المكتوب أعلاه COM وطرف الاختبار الأحمر في الطرف المكتوب أعلاه VΩ.

٢- ضع مفتاح الوظيفة / المدى على الوضع الموجود عليه رمز الثنائي والزنان.

٣- قم بلمس نقط أو مواضع الاختبار بأطراف كابل الاختبار (لا يراعى هنا القطبية) فإذا صدر عن الجهاز صوت الزنان دل ذلك على استمرارية المسار الكهربائي تحت الاختبار (الجهاز يعطي صوتا عند مقاومة منخفضة حوالي ١٠٠ أوم).

المكثفات CAPACITORS

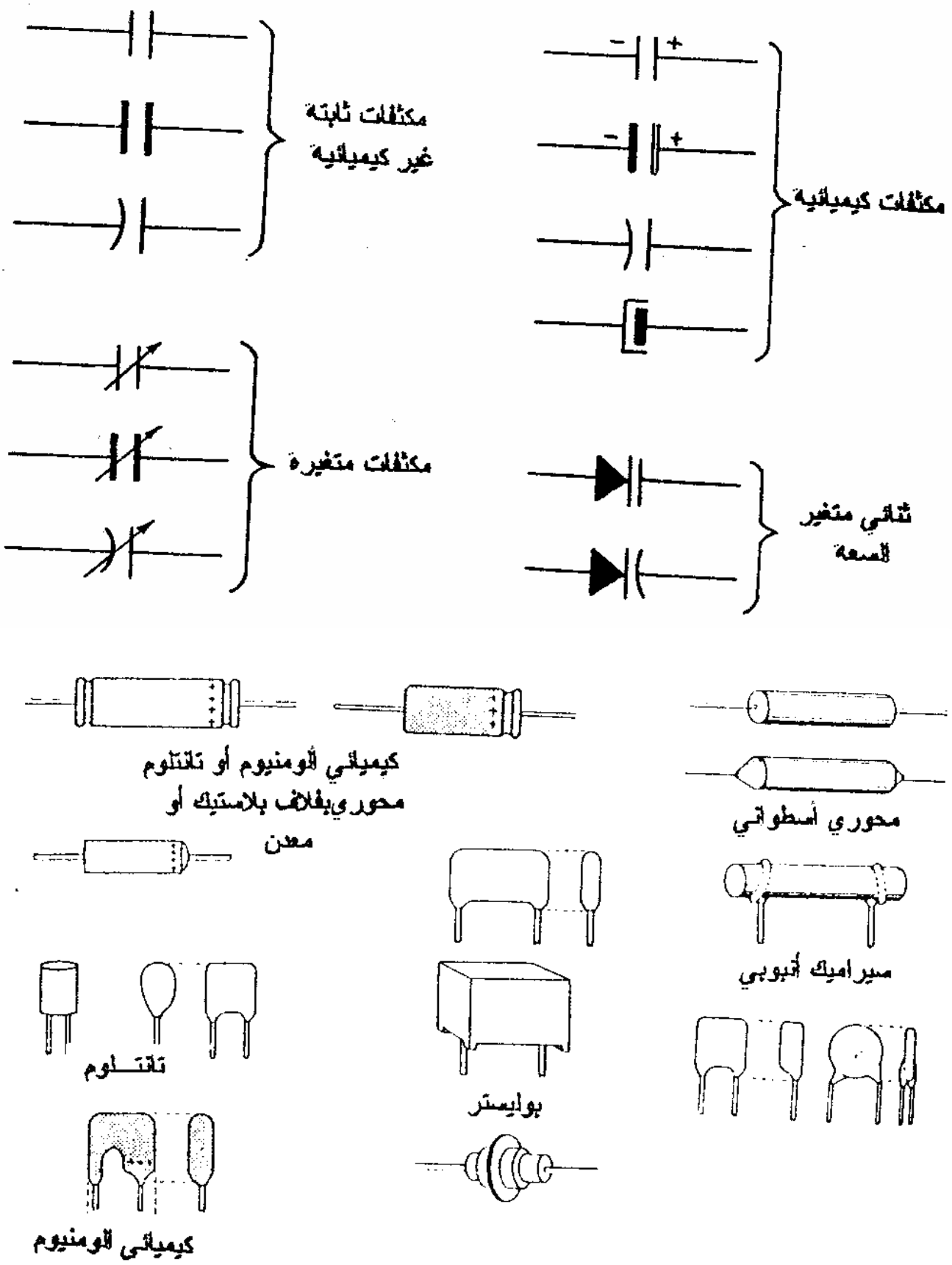
يعتبر المكثف أحد العناصر الهامة في الدوائر الإلكترونية ويعمل على تخزين الشحنات الكهربائية، كما أن له العديد من التطبيقات الأخرى مثل منع التيار المستمر من المرور خلاله (بينما يسمح للإشارة المتغيرة) والترشيح لفصل تردد معين عن آخر ...الخ.

والمكثف في أبسط صورة عبارة عن لوحين موصلين موضوعين أمام بعضهما ويسمى كل واحد منهما بالقطب، وهما مفصولان بمادة عازلة. كل طرف موصل على لوح من لوحي المكثف.

وهناك أنواع كثيرة للمكثفات الثابتة القيمة ويسمى المكثف نسبة إلى نوع العازل بين لوحيه. فإذا كان العازل ورقاً بين لوحي الألومنيوم في المكثف فإن هذا المكثف يطلق عليه المكثف الورقي، وهكذا فنجد مثلا مكثف بلاستيك حيث تم استبدال الورق في المكثف السابق بشريحة رفيعة من البلاستيك. وهناك أنواع أخرى مثل مكثف البوليستر ومكثف ميكا ومكثف سيراميك ومكثف زجاجي.

ومن أهم المكثفات الثابتة القيمة المكثفات الكيميائية (الإلكتروليتية) حيث تمتاز بكبر قيمة سعتها بالنسبة لحجمها إلا أن لديها عيباً في صغر سمك الطبقة العازلة بين اللوحين حيث إنها طبقة رفيعة من الأكسيد. ويعطي ذلك تحذيراً عند استخدام هذا النوع من المكثفات. فإذا حدث وتم توصيل قطبيته خطأ فإن العازل ينهار تماماً ويصبح المكثف تالفاً.

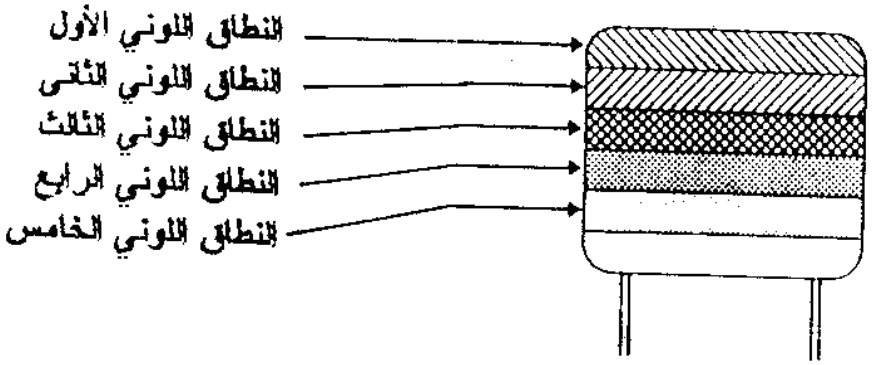
يعتبر المكثف الهوائي (العازل بين اللوحين هواء) هو المكثف الوحيد الذي يأخذ صفة المكثف المتغير. الشكل (٧) يوضح الرموز البيانية للمكثف الثابت والمتغير القيمة والأشكال المختلفة لأغلفة المكثفات.



شكل (٧) يوضح الرموز البيانية للمكثف الثابت والمتغير القيمة وأشكال أغلفتها

كيفية قراءة قيمة المكثف:

قلما تستخدم شفرة الألوان في تعريف قيم المكثفات بمقدار ما تستخدم في تعريف قيم المقاومات، ولكن بعض أنواع المكثفات البوليستر لها نطاقات لتوضيح قيمة السعة بها. الشكل (٨) يوضح مكثف بوليستر وقد تم تعريف قيمته ودرجة التفاوت فيها وجهد التشغيل بنظام نطاقات شفرة الألوان. والجدول (٣) التالي يوضح تعريف ألوان النطاقات.

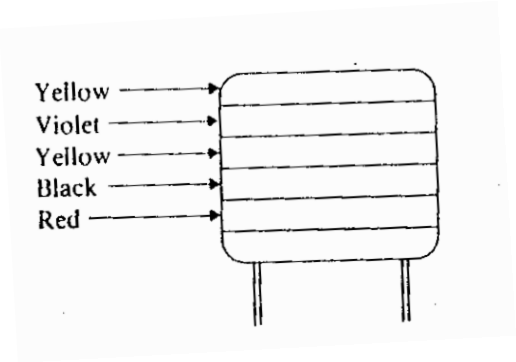


شكل (٨) يوضح نظام نطاقات الألوان لمكثف بوليستر

اللون		النطاق الأول والثاني	النطاق الثالث	النطاق الرابع (التفاوت)	النطاق الخامس (جهد التشغيل)
بالعربية	بالإنجليزية				
أسود	Black	0		+20%	
بني	Brown	1			
أحمر	Red	2			250vdc
برتقالي	Orange	3	X0.001 uf		
أصفر	Yellow	4	X0.01 uf		
أخضر	Green	5	X0.1 uf		
أزرق	Blue	6			
بنفسج	Violet	7			
رمادي	Grey	8			
أبيض	White	9		+10%	

الجدول (٣) شفرة الألوان للمكثفات

مثال

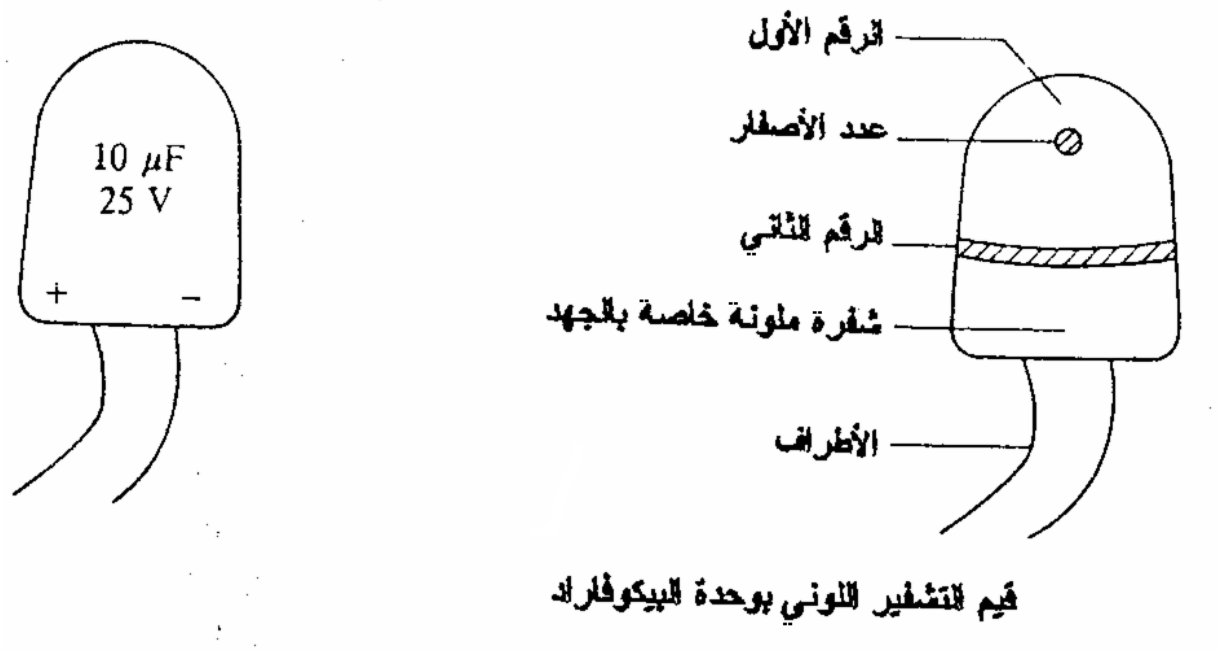


وبالتالي فإن سعة المكثف هي $47 \times 0.01 = 0.47$ uf

والتفاوت +20%

وجهد التشغيل 250 vdc

أما مكثف التانتلوم فتكتب قيمة سعته وجهد تشغيله على جسمه أو يتبع في تعريف ذلك نظام شفرة الألوان كما يتضح من الشكل (٩).



شكل (٩) يوضح كيفية قراءة المكثف التانتلوم

المكثفات غالباً يطبع عليها بيان عن السعة، والتفاوت، وجهد التشغيل. وبالنسبة للمكثفات الكيميائية يضاف إلى ما سبق عادة بيان عن القطبية ومدى حرارة التشغيل وبالنسبة إلى المكثفات ذات الأحجام الصغيرة يتم استخدام الاختصارات الممكنة وفي بعض الأحيان نحتاج إلى فك شفرة هذه الاختصارات. ولأسباب طباعية تكتب غالبا الوحدة μF في الصورة UF، ووحدة ρF يمكن اختصارها بالحرف P، كل هذا يشار إليه في كاتلوجات الشركات الموردة لدى الموزع.

وهناك طرقاً عديدة في كتابة البيانات على المكثف نذكر منها المثالين:

105 u/10/25DC

وهذا يعني 1.5 uFarad, +10%, 25 volts dc

والمثال الثاني **10 k / 5 /25 V**

وهذا يعني 10,000 pf, + 5%, 25 volts dc

ملاحظة: مجال تعريف المكثف واسع وشامل حيث إن بعض التعريفات تحتاج إلى الرجوع إلى كتلوج المورد لمعرفة الكثير عن المكثف.

عند الرغبة في اختيار أو شراء مكثف معين يجب أن نأخذ في الاعتبار ما يلي :

١- **السعة C**: وهي القيمة الاسمية. وتقاس بالفاراد نظرياً وعملياً بالميكروفاراد والنانوفاراد والبيكوفاراد.

٢- **التفاوت**: وهو أقصى انحراف بين القيمة الفعلية والاسمية للسعة.

٣- **جهد الانهيار**: هو أقل جهد يتسبب في تدمير العازل للمكثف، وعادة يكون ضعف جهد التشغيل.

٤- **جهد التشغيل**: وهو أهم مواصفات المكثف حيث يوضح أقصى جهد يمكن تطبيقه باستمرار على طرفي المكثف بدون تدمير العازل بين لوحي المكثف.

٥- **المعامل الحراري**: وهو يوضح مقدار تغير السعة بتغير درجة الحرارة.

٦- **تسرب التيار المستمر**: وهو قياس كمية التيار الذي ينساب خلال المكثف المشحون نتيجة للفقد الذي يحدث بسبب توصيلية العازل.

٧- **زاوية الفقد**: إذا طبق جهد جيبي متغير على مكثف ممتاز فإن التيار السائر يزاح بالزاوية ٩٠ درجة خارج طور الجهد ، ولكن في المكثفات الحقيقية والتجارية لا يحدث ذلك تماماً لوجود زاوية فقد تقلل من قيمة الزاوية ٩٠ درجة.

قياس السعة CAPACITANCE MEASUREMENT

تتم عادة بإستخدام نفس الجهاز المتعدد القياس والذي تم شرحه في الوحدة الثانية والمتوفر في الورشة.

ملاحظات:

- **لا تقم بتطبيق أي جهد خارجي على الطرف المكتوب عليه C_x أو h_{FE} لتجنب عطل الجهاز.**
- **دائما قم بعمل قفلة (قصر) على أطراف المكثف لتفريغه من شحنته قبل توصيله بجهاز القياس.**

ولقياس قيمة سعة المكثف، نتبع الخطوات التالية:

١- ضع مفتاح الوظيفة / المدى على وظيفة قياس السعة F مع اختيار المدى المرغوب.

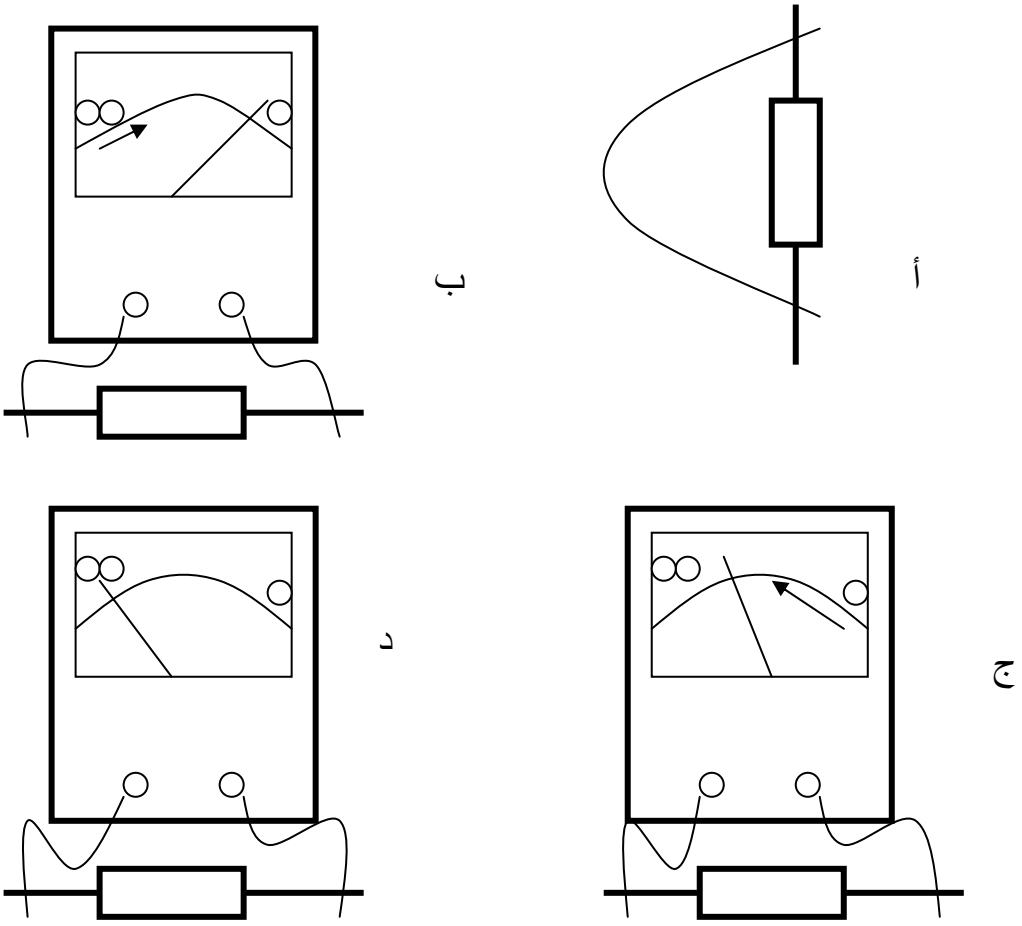
٢- أدخل أطراف المكثف مباشرة في سوكت الاختبار.

٣- أقرأ السعة على الشاشة خلال المدى الذي تم اختياره بوحدات البيكوفاراد picofarad أو النانوفاراد nanofarad أو الميكروفاراد microfarad.

اختبار صلاحية المكثف Capacitor test

عندما يكون هناك اشتباه في عدم سلامة أحد المكثفات، فإننا نقوم برفعه من الدائرة وفحصه بجهاز قياس المقاومة للتأكد من سلامته. أولا ، لكي نتأكد من أن المكثف مشحون أو غير مشحون نعمل قفلة (قصر) بين طرفيه- شكل (١٠- أ). ثم نوصل جهاز القياس على طرفي المكثف، مع وضع مفتاح المدى على مدى المقاومة العالية مثل X1M ونلاحظ المؤشر. حيث أنه ومن اللحظة الأولى من توصيل المكثف على جهاز القياس سوف نلاحظ أن المؤشر قريب من الصفر- شكل(١٠- ب). ومع مرور لحظات نشاهد المؤشر يتحرك في اتجاه طرف المقاومة العالية من تدريج جهاز القياس- شكل (١٠- ج)، وذلك كلما تم شحن المكثف من بطارية جهاز القياس للمقاومة. وعند إتمام شحن المكثف تماما فإن المؤشر يكون قد وصل إلى أعلى قيمة مقاومة على تدريج الجهاز- شكل (١٠- د). في هذه الحالة نعرف أن هذا المكثف سليم.

أما إذا كان المكثف به قفلة داخلية short فإن المؤشر سوف يذهب إلى صفر التدريج ويستقر عنده.

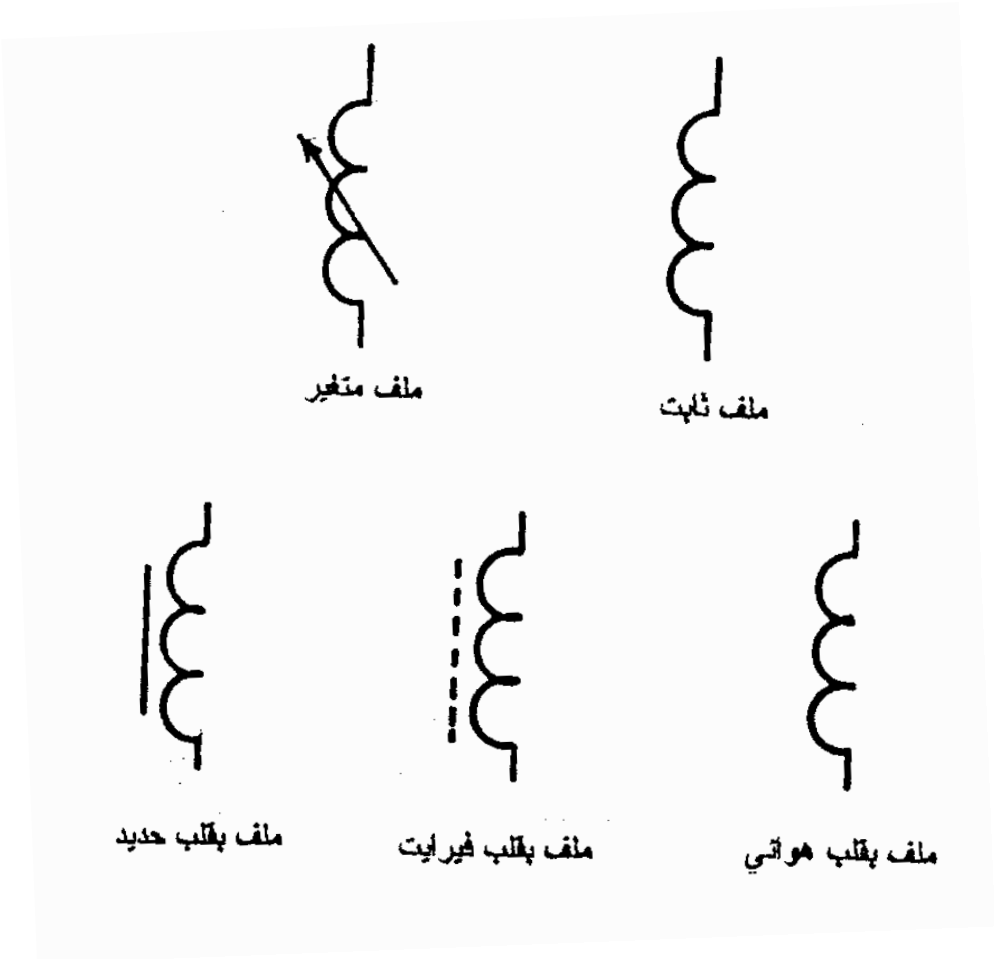


شكل (١٠) يوضح كيفية اختبار المكثف

الملفات INDUCTORS (COILS)

يستخدم الملف كعنصر حثي في دوائر التنغيم والترشيح والربط والخنق وكبت التداخل و ...الخ. كما أن هذا العنصر يدخل في التكوين الأساسي للميكروفونات ومحولات الترددات والملفات الدافعة.

هناك أنواع عديدة من الملفات حيث يتم تصنيفها مرة طبقا لنوع مادة القلب ومرة أخرى لوظيفة الملف أو التردد الذي يعمل فيه. فطبقاً لنوع مادة القلب تم تصنيف الملفات إلى ملف ذي قلب هوائي وذي قلب فيرايت وذي قلب حديد وذي قلب مخلوط بنسبة من تراب الحديد. وهناك تصنيف آخر طبقاً للتردد مثل ملفات القدرة وملفات التردد الأوسط وملفات التردد العالي. وفي النهاية نشير إلى تصنيف عام وهو الملف ثابت القيمة والملف متغير القيمة. والشكل (١١) يوضح بعض الرموز البيانية للملفات.



شكل (١١) يوضح بعض الرموز البيانية للملفات

عند الرغبة في اختيار أو شراء ملف معين يجب أن نأخذ في الاعتبار ما يلي:

١- **الحث الذاتي L**: ويقاس بالوحدات من واحد ميكرو هنري إلى حوالي ١,٥ هنري

٢- **معامل الجودة Q**: والقيم الأكبر لمعامل الجودة تعطي الملفات الأحسن (من ٢٠ إلى ١٠٠).

٣- **أقصى معدل للتيار** : لتجنب قصر لفاته

٤- **معامل الحرارة:** لتجنب إزالة عامل السلك وإفساد البكرة الملفوف عليها السلك.

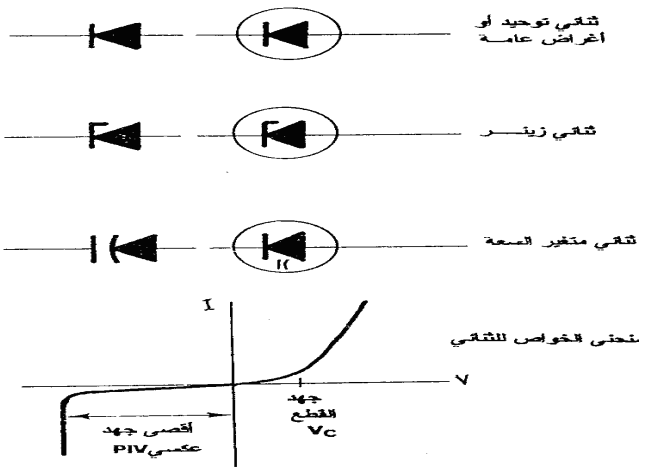
٥- **تحجيب (عزل) الملف:** ويستخدم لذلك علبة معدنية لحجب الملف عن أي مجالات مغناطيسية خارجة.

ثنائيات أشباه الموصلات SEMICODUCTOR DIODES

يعتبر الثنائي Diode من العناصر أحادية الاتجاه، حيث تتوقف العلاقة بين التيار والجهد (I-V)على القطبية للآنود Anode (المصعد) نسبة إلى الكاثود Cathode (المهبط). ومنحنى الخواص للتيار والجهد لثنائي سيليكون واضح بالشكل (١٢). عندما يكون الآنود موجباً بالنسبة إلى الكاثود (انحياز أمامي)، فإن الثنائي يسمح بمرور تيار كبير. وعندما تكون القطبية معكوسة (انحياز عكسي) فإن الثنائي يمر فيه تيار صغير جداً وإذا زاد الجهد العكسي زيادة أكبر من أقصى جهد عكسي Peak Inverse Voltage (PIV) مقنن للثنائي فإن انهيار الثنائي قد يحدث ويمر تيار كبير ويعتبر هذا موشر لحدوث انهيار للثنائي.

تعريف الثنائي:

أغلب الثنائيات يتم تعريفها بكتابة أرقام وحروف عليها من قبل صانعيها للتعرف عليها وعلى البيانات الخاصة بها من خلال قوائم معروضات الموردين أو تبديلها بأخرى لها نفس الخواص. كل صانع أو شركة يمكنها إطلاق تسمية على الثنائي الخارج من خطوط إنتاجها. بشرط أن تقوم الشركة بتسجيل هذا المنتج في JEDEC حيث يدخل تحت التكوين الشفري المتبع وهو 1NXXXX حيث XXXX يحتلها رقمان أو أربعة أرقام يعبر عن العنصر ذاته ويمكن إضافة حرف أو حرفين لنفس الغرض، كما أن القطبية يمكن تعريفها على جسم الثنائي.



شكل (١٢) يوضح الرموز البيانية للثنائيات وكذا منحنى خواص

وللثنائيات أنواع مختلفة، نذكر منها:

١- ثنائيات الأغراض العامة والإشارة General Purpose Diodes

٢- ثنائيات التوحيد Rectifier Diodes

٣- ثنائيات زنر Zener Diodes

٤- ثنائيات التيار الثابت Constant Current Diodes

٥- ثنائيات متغيرة السعة Varicap Diodes

وسوف نتناول هنا تعريف ثنائيات التوحيد نظراً لاحتياج برنامج ورشة التجميع الإلكتروني له في التمارين المطلوب تنفيذها. أشهر ثنائيات التوحيد هي ثنائيات السلسلتين (المجموعتين):

1N5400 , 1N4000

حيث أن أقصى تيار أمامي لكل منهما هو واحد أمبير وثلاثة أمبير على التوالي. وأقصى جهد عكسي PIV للمجموعة **1N4000** يتضح بواسطة آخر رقم من أرقام تعريف الثنائي حسب القيم التالية :

1=50 V , 2=100 V , 3=200 V , 4=400 V , 5=600 V , 6=800 V , 7=1000 V

ومثال ذلك: 1N4006

له PIV=800 V

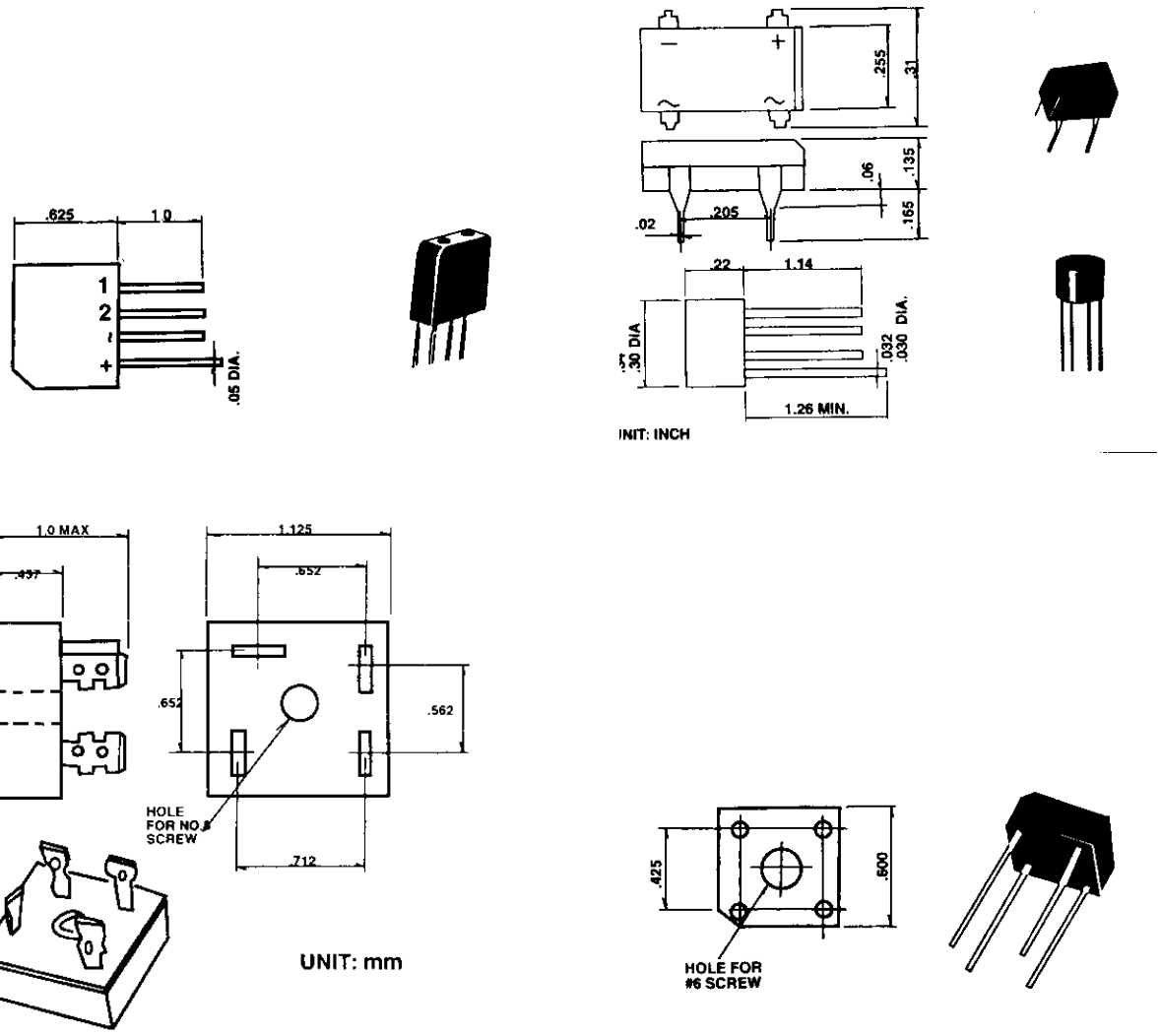
وفي السلسلة **1N5400** فإن الأرقام المناظرة هي:

0=50 V , 1=100 V , 2=200 V , 4=400 V , 6=600 V , 7=800 V , 8=1000 V

ومثال ذلك: 1N5406

له PIV=600 V

وهناك العديد من ثنائيات التوحيد الأخرى للعمل عند جهود وتيارات أعلى من التي تم الإشارة إليها سابقاً. والبديل لاستخدام الثنائيات المنفصلة هو استخدام قناطر التوحيد في غلاف واحد والتي تتكون من أربعة ثنائيات تم توصيلها بطريقة قنطرة توحيد الموجة الكاملة كما بالشكل (١٣). حيث أن دوائر هذه القنطرة متاحة في المدى من واحد أمبير إلى ٦٠ أمبير وتعمل أيضاً في المدى لأقصى جهد عكسي PIV من ٢٠٠ فولت إلى ١٢٠٠ فولت.



شكل (١٣) يوضح قناطر التوحيد في غلاف واحد

اختبار الثنائي DIODE TEST

يتم إختباره باستخدام نفس الجهاز المتعدد القياس والذي تم شرحه في الوحدة الثانية والمتوفر في الورشة، كما يلي:

١- ضع طرف الاختبار الأسود في الطرف المكتوب أعلاه COM وطرف الاختبار الأحمر في الطرف المكتوب أعلاه $V\Omega$.

٢- ضع مفتاح الوظيفة / المدى على الوضع الموجود عليه رمز الثنائي والرنان

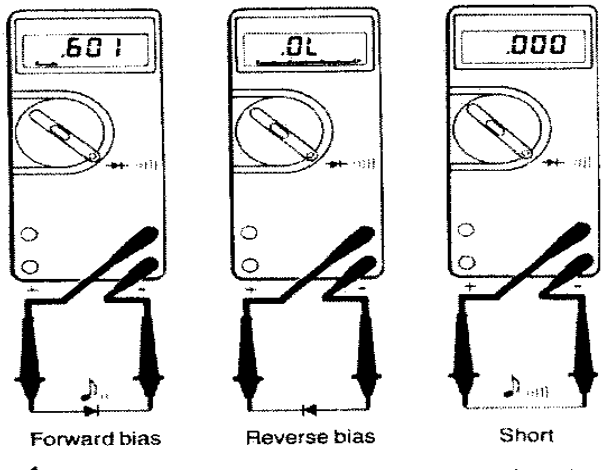
٣- لفحص الجهد الأمامي (V_f) ، قم بتوصيل طرف الكابل الأحمر إلى طرف المصعد Anode وطرف الكابل الأسود إلى المهبط Cathode للثنائي. هذا الفحص صالح للثنائيات وأشباه الموصلات ذات معدل الجهد الأمامي V_f الأقل من حوالي ٣ فولت، وقيم إسقاط الجهد الأمامي للثنائيات الجيدة تكون كالتالي:

- ثنائي سيليكون، من ٠,٥ فولت إلى ٠,٦٥ فولت.
- ثنائي الجرمانيوم، من ٠,٢ فولت إلى ٠,٤ فولت
- الثنائيات المشعة للضوء LED، من ١,٤ إلى ١,٦ فولت

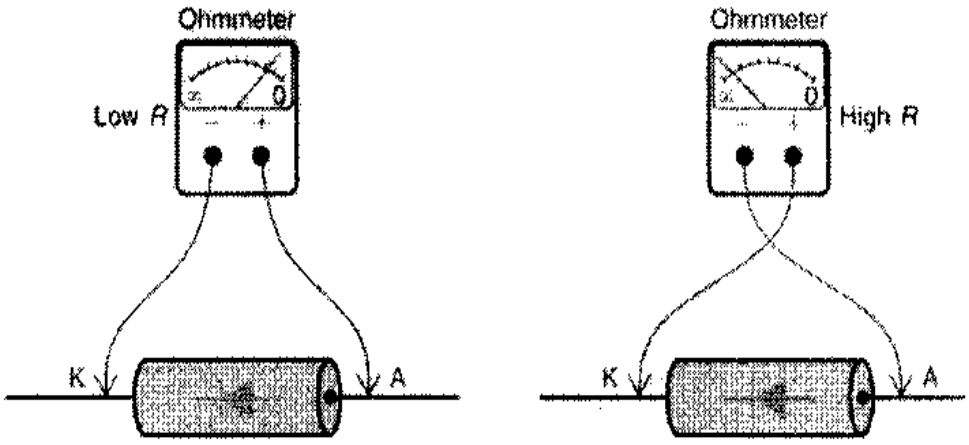
ملاحظات:

- القراءة القريبة من الصفر تدل على وجود قفلة (قصر short) في الثنائي.
- إذا ظهرت علامة المدى الزائد OL على شاشة الجهاز دل ذلك على وجود فتح open في الثنائي.

٤- قم بتبديل (عكس) أطراف الاختبار على طرفي الثنائي، في هذه الحالة من المفروض ظهور علامة المدى الزائد. وأي قراءة أقل من المدى الزائد تدل على وجود تسريب Leakage في الثنائي.



شكل (١٤) يوضح كيفية اختبار الثنائي بواسطة جهاز الأوميتر الرقمي

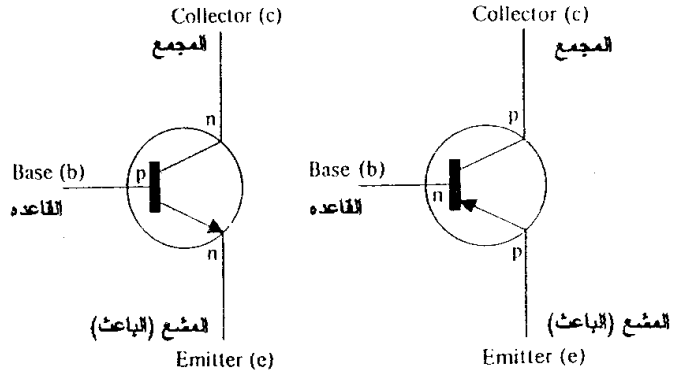


شكل (١٥) يوضح كيفية اختبار الثنائي بواسطة جهاز الأوميتر التماثلي

الترانزستورات TRANSISTORS

من الشكل (١٦) نستطيع التمييز بين نوعين من الترانزستور ثنائي الوصلة (القطبية) ويتوقف ذلك على أنواع الوصلات. فهناك النوع **NPN** (يستخدم خط تغذية موجب) والنوع الثاني **PNP** (يستخدم خط تغذية سالب). كما يجب أن نشير إلى أن أي تبديل بين ترانزستور وآخر يجب أن يكون بنفس النوع المكافئ سواء كان NPN أو PNP.

وكقاعدة عامة فإن الحرف الأوسط يدل على نوع قطبية الجهد الموجود على المجمع، فإذا كان الحرف الأوسطP، كما في النوع NPN دل ذلك على أن القطبية المؤثرة على القاعدة وبالتالي عمل الترانزستور هي قطبية موجبة، وإذا كان الحرف الأوسط N كما في نوع PNP دل على أن القطبية المؤثرة سالبة.



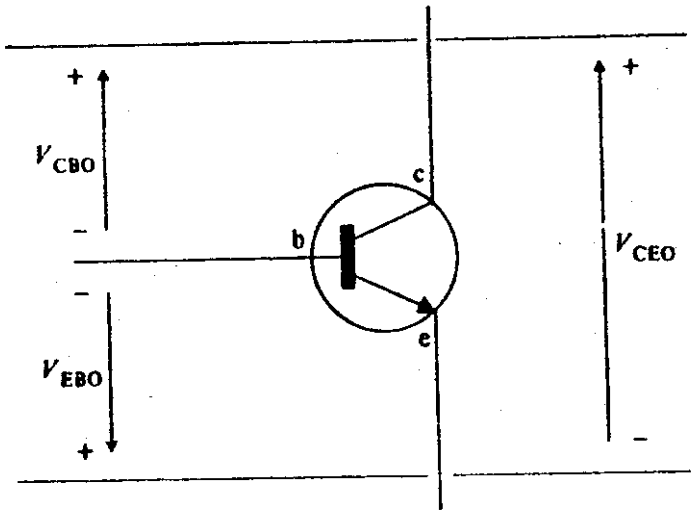
شكل (١٦) يوضح رمز الترانزستور الثنائي القطبية

ملاحظات:

- يجب الالتزام هنا باتجاه السهم على الطرف المشع في رمز الترانزستور حيث إن هذا السهم يشير إلى الاتجاه الذي تأتي منه الإلكترونات (التيار التقليدي)
- إن نوعا الترنزستور NPN وPNP متشابهان تماما في ماعدا اتجاه التوصيل الكهربائي فهو متعاكس.
- إن كلا من المجمع والمشع في الترانزيستور من النوع NPN يصنعان من نفس المادة وهي من النوع N، حيث يوجد بينهما طبقة رفيعة من النوع P والتي تمثل القاعدة.

معدلات الترانزستورات Transistor Rating

الترانزستور أساسا عنصر يعمل بجهود منخفضة ومن الأهمية التعرف على أقصى الجهود والتي يمكن تطبيقها على أطرافه المختلفة، وهي تشمل أقصى جهد بين المجمع والقاعدة V_{CBO} وأقصى جهد بين المجمع والمشع V_{CEO} وأقصى جهد بين المشع والقاعدة V_{EBO} ، والشكل (١٦) يوضح مواقع هذه الجهود على أطراف الترانزستور.



شكل (١٧) يوضح الجهود على أطراف الترانزستور

غالبا ما نتغاضى عن معدل الجهد للطرفين الباعث والقاعدة في قوائم الترانزستور، إلا أنها تكون هامة، ففي ترانزستورات السيليكون الحديثة عادة يكون هذا المعدل تحت القيمة ٦ فولت، وبينما في أنواع الجرمانيوم القديمة يكون أعلى من ذلك.

التعريف التجاري للترانزستور Transistor Identification

على مر السنين تعددت أنواع الترانزستورات حيث وصل عدد ما تم النشر عنه من قبل الصناع والجمعيات القياسية ما بين ٥٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠ نوع مختلف، ومن هذه الترانزستورات ما تم استخدامه بكثرة ومنها ماتم اندثاره بسرعة. ويجب أن نشير هنا إلى أن هناك ترانزستورات لها تعريف خاص بصناع معينين وهناك ترانزستورات لها تعريف قياسي، بل وإن هناك تطابقا قد يحدث بين التعريف الخاص والتعريف القياسي في بعض الترانزيستورات، وسوف نسرد فيما يلي تفسيرا لأنظمة الترقيم الصناعية للترانزستور كما يلي:

١. **نظام الترقيم 2NXXXX:** وهو نظام من EIA بالولايات المتحدة فرع JEDEC حيث يستخدم عالميا وبكثرة، ولمزيد من المعلومات والبيانات التفصيلية عن الأنواع الموجودة يصدر بترقيم النظام 2NXXXX في كتاب ينشر سنويا بملاحق نصف سنوية ويأخذ الكتاب العنوان (Transistor Data Book)

٢. **نظام Pro- Electron:** وهو أحد الأنواع المفضلة لدينا وتستخدم في القارة الأوربية، حيث أن كل الأنواع مسجلة في هيئة ProElectron، تنشر في قوائم مع البيانات الفنية واسم وعنوان الموزع وذلك في طبعة سنوية تحت اسم أشباه الموصلات Semiconductor، ويتم تسجيل عنصر الترانزستور في هذا النظام تحت حرفين وشفرة ثلاثية الأرقام (مثل BC107) للنبائط الاستهلاكية، أو ثلاثة حروف وشفرة من رقمين (ACY17) للنبائط الصناعية، حيث أن أرقام النبيطة التي تبدأ بالحرف "A " تشير إلى الجرمانيوم، أما التي تبدأ بالحرف "B " فتشير إلى السيلكون، كما أن الحرف الثاني والثالث فيشيران إلى التطبيقات التي تستخدم فيها.

٣. **نظام 2SXXXX:** وهو نظام صادر من التوحيد القياسي الياباني الصناعي Japanese Industrial Standard JIS، ويعتبر نظام عام حيث أن كل أرقام الترانزستور تبدأ بالرقم 2S ثم تتبع بحرف والعديد من الأرقام (2SB364)، الحرف بعد الحرف S له مدلول كما يلي :

A=PNP hf	B=PNP If
C=NPN hf	D=NPN If

٤- **التوحيد القياسي القديم** وهو نظام أوروبي أيضاً حيث تمت تسمية الترانزستور تحت حرفين هما OC OD, متبوعة برقمين أو ثلاثة (مثل OC028).

ملاحظة:

هناك أيضاً نظام التوحيد القياسي البريطاني **BS9000** والذي كان له أثر في ظهور نظام CV وقد تم نقل مسميات وتعريفات من النظام البريطاني إلى النظام CV والعكس.

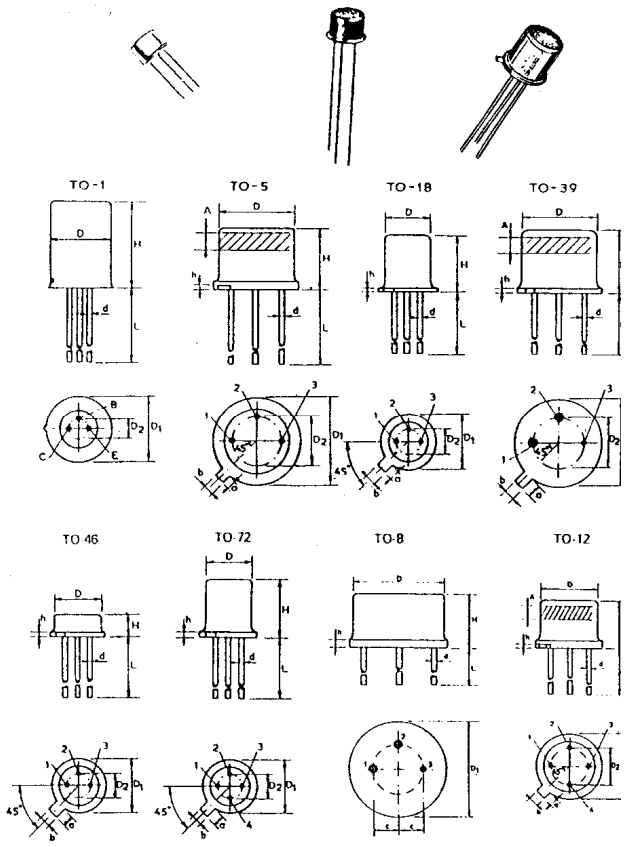
تدريب:

حاول التدرب على الكشف وإستخدام كلا من نوعي جداول الكشف Proelecton وأيضا جداول المقارنة ECA.

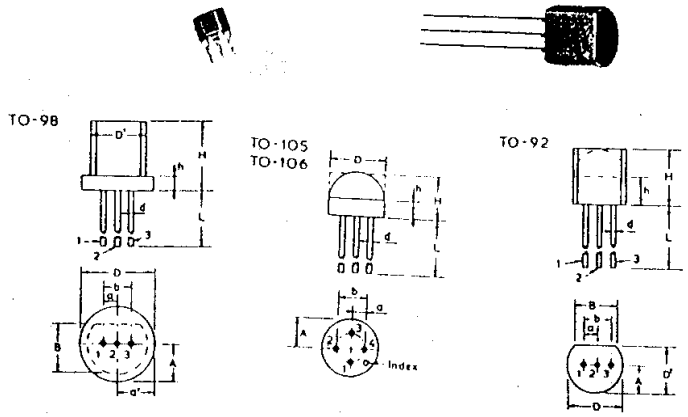
تغليف عنصر الترانزستور Packaging Transistors

يمكن ملاحظة أن معظم أغلفة قوائم معروضات الموزعين تحمل نفس الشكل والأبعاد، كما أنها ذات استخدام مشترك، حيث يوجد نظام قياسي صادر عن JEDEC، وهو يأخذ تكوين الشفرة **TO-XXX** حيث XXX عبارة عن واحد إلى ثلاثة أرقام بالإضافة إلى حرف أو حرفين إذا تم الاحتياج لذلك.

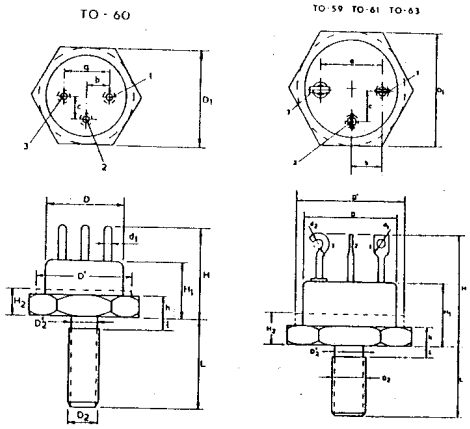
إن التغليف المعدني (مثل TO-3, TO-5, TO-18 ...الخ) تم استخدامه إلى وقت طويل والسبب الرئيسي لإستبداله هو للتقليل من التكاليف، وأيضا من ناحية التجميع للعناصر على الدوائر نجد ان الغلاف المعدني متين ولكنه صعب لتثبيته أوتوماتيكيا نظرا لشكله وندرته قياسيا. كما أن العناصر ذات القدرات الصغيرة والمتوسطة فإن الأغلفة المعدنية شكل (١٨) تم إبدالها بأغلفة بلاستيكية رخيصة شكل (١٩)، أما التغليف المعدني فيستخدم للنبائط عالية القدرة، شكل (٢٠). أما النوع المسطح، شكل (٢١)، تم إبداله باغلفة بلاستيك شكل (٢٢) وتحسينه بعروة معدنية لتسريب الحرارة، وأكثر الأغلفة استخداما الآن هي الأنواع TO-5 , TO-18 أو , TO-202 , TO126 , TO-3 , TO-39 TO-220 انظر الملاحق الموجودة في نهاية أي كتالوج شركة أو مورد للتعرف إلى الأبعاد الميكانيكية للعناصر المعروضة.



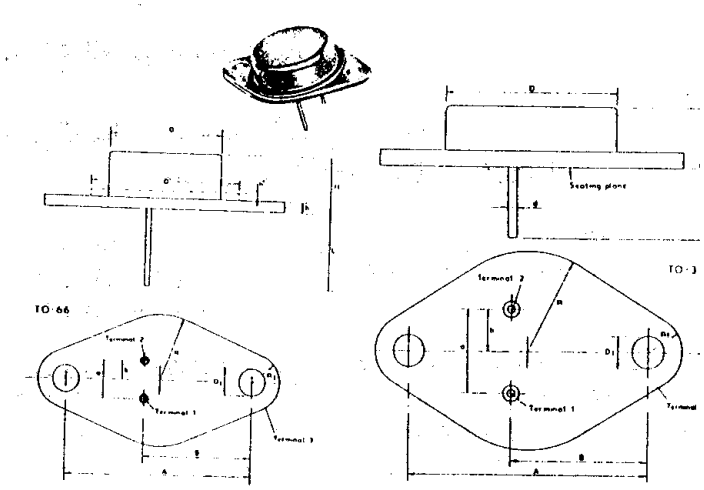
شكل (١٨) يوضح أغلفة معدنية للترانزستورات صغيرة ومتوسطة القدرة



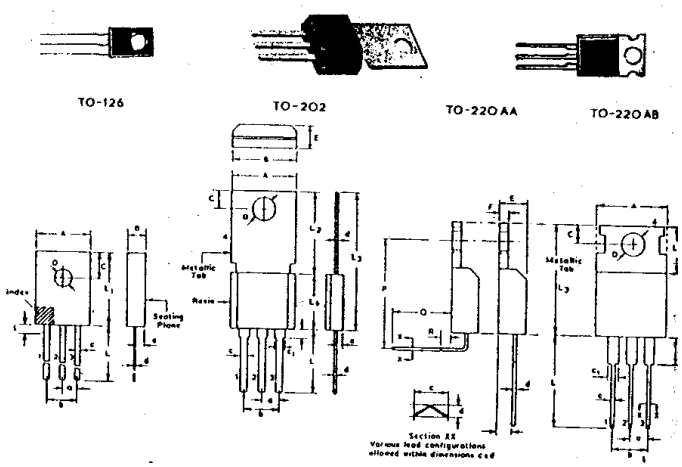
شكل(١٩) يوضح أغلفة بلاستيكية للترانزستورات صغيرة القدرة



شكل(٢٠) يوضح أغلفة معدنية للترانزستورات عالية القدرة وهي مزودة بجاويط



شكل (٢١) يوضح أغلفة للترانزستور المسطح عالي القدرة



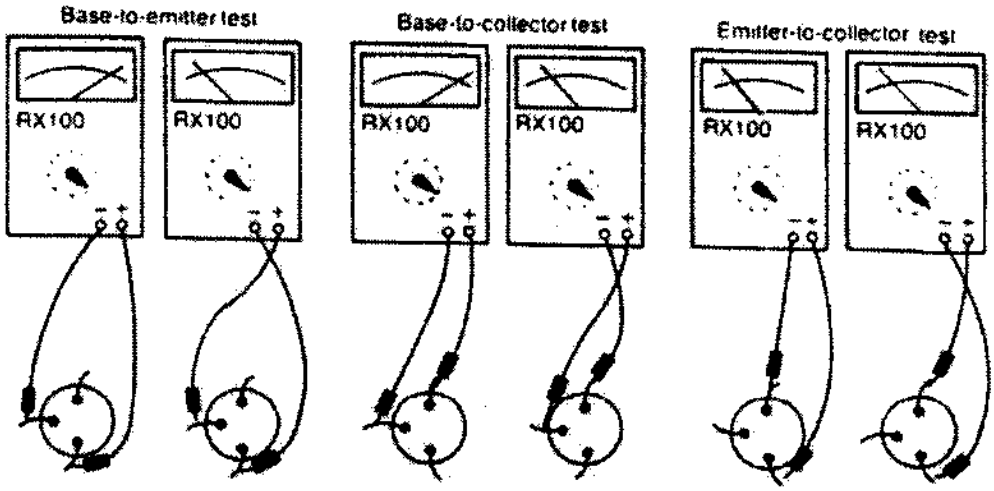
شكل (٢٢) يوضح تغليفاً بديلاً للغلاف الموضح بالشكل (٢١) مزوداً بعروة معدنية

الأنواع الشهيرة للترانزيستور

١- ترانزستور الوصلة ثنائي القطبية Junction Bipolar Transistor

هناك نوعان من هذا الترانزستور يعرفان بترتيب وصلاتهما وهما NPN, PNP . ورمزا هذان الترانزستوران موضحان بالشكل (١٦)، للأنواع BC547 إلى BC559 من ذوات الأغلفة البلاستيكية وهذه الأنواع تعتبر مكافئات لأنوع الترانزستورات BC107 إلى BC179.

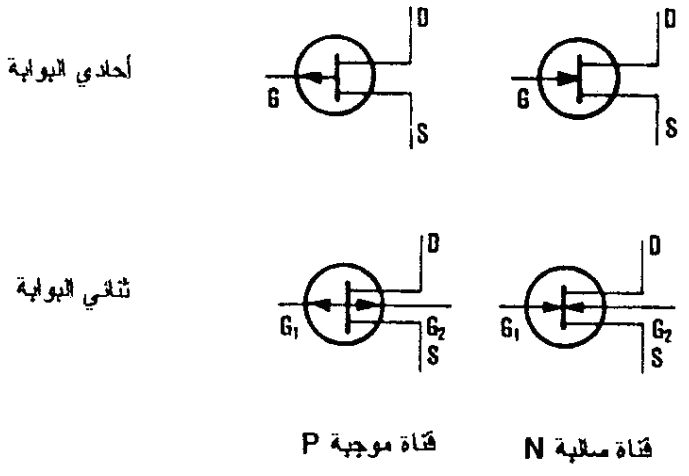
وإختبار الترانزستور يتم بواسطة الأوميتر أو بواسطة أجهزة قياس خاصة مصممة لاختبار وقياس مواصفات الترانزستور، حيث يتم اختبار الترانزستور بواسطة الأوميتر (الطريقة الأولى) بقياس حالة دائرة القصر أو دائرة الفتح كما بالشكل (٢٣). حيث يتم توصيل موجب الأوميتر بقاعدة الترانزستور والسالب بالباعث بالنسبة للترانزستور النوع NPN في هذه الحالة نحصل على مقاومة ضعيفة. وعندما يتم عكس التوصيلة السابقة كما بالشكل نحصل على مقاومة عالية. نكرر القياس لكل من القاعدة مع المجمع ومرة أخرى الباعث مع المجمع. ما يخالف ما سبق من القياسات يعتبر الترانزستور تالفا.



شكل (٢٣) يوضح كيفية اختبار الترانزستور لحالة قصر وفتح.

٢- ترانزستور الوصلة ذات التاثير المجالي Junction Field Effect Transistor (JFET)

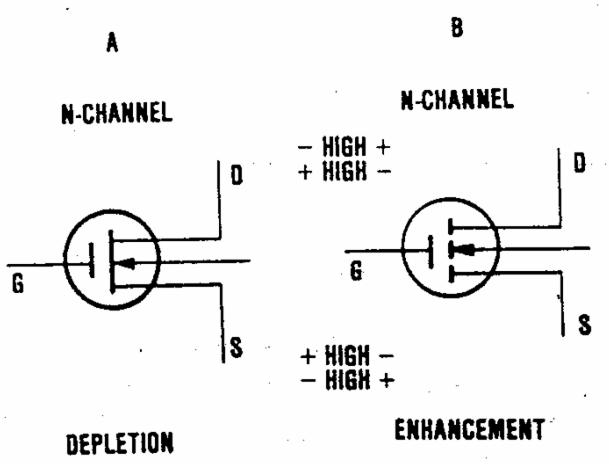
رمز هذا النوع من الترانزستورات موجود بالشكل (٢٤)، ولكنه لا يصنف ضمن الترانزستورات العاملة بالتيار، حيث يعتمد في تشغيله على تأثير المجال الكهربائي الناتج بواسطة تطبيق الجهد الداخل على طرف البوابة، وهذا المجال الكهربائي يتحكم في عرض القناة والتي تعبر عن التوصيل بين المنبع SOURSE والمصب DRAIN ، ولذا فإن الترانزستور من النوع FET هو عبارة عن نبيطة تعمل بالجهد ولها مقاومة داخلية عالية جدا تقدر بالميجا اوم وله أيضاً كسب عالي، ومن عيوبه أنه لم يطور بعد للإحتفاظ بمستويات القدرة. وينقسم ترانزستور JFET إلى نوعين أحدهما له قناة من النوع N والآخر له قناة من النوع P.



شكل (٢٤) يوضح رمز ترانزستور الوصلة ذات التأثير المجالي

٣- ترانزستور التأثير المجالي ذو الممر المحدود MOSFET

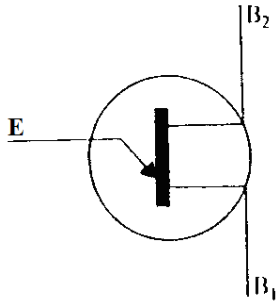
إن كلمة MOSFET تأتي من Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor. ورمزه موضح في الشكل (٢٥)، وهذا النوع له نفس مميزات JFET حيث يمتاز بالممانعة العالية بالدخل، كما نجد أن هناك تكوينات لأنواع معينة منه (بالأخص VMOS) التي تسمح بمعدلات قدرة عالية وجعلها مثالية لخاصية الفتح والقصر للقدرة من منابع تيار صغيرة جدا (مثل خرج بوابتين CMOS). وبشكل عام يمكن القول أن النوع MOSEFT له كسب أعلى من كسب JFET، ويمتاز أيضاً بالاستقرار الحراري الجيد وخالٍ من الترسيب الحراري.



شكل (٢٥) يوضح رمز ترانزستور التأثير المجالي ذي الممر المحدود

٤- الترانزستور أحادي الوصلة UNIJUNCTION TRANSISTOR

ترانزستور أحادي الوصلة (UJT) عبارة عن عنصر شبه موصل ثلاثي الأطراف حيث يغلف بنفس طريقة تغاليف الترانزستورات العادية مثلا بتغليف ذي نظام TO-XX سواء المعدني أو البلاستيكي ولكن اداءه يختلف عن أداء الترانزستورات العادية، ورمز هذا النوع موضح بالشكل (٢٦) وهو يختلف عن الرمز العام للترانزستورات العادية حيث يظهر أسماء أخرى للأطراف ويضم الرمز طرفين بمسمى قاعدة رقم ١ وقاعدة رقم ٢ والتي تأخذ عادة الحروف الانجليزية B1,B2 بينما الطرف الثالث فيعتبر مشع (باعث) ويرمز له بالحرف E. وتجدر الإشارة إلى أن التوصيل بين B1,B2 يأخذ شكل قضيب سيليكوني مقاومته بين ٥ و١٠ كيلو اوم. كما أن الوصلة بين المشع والقاعدة رقم ١ تكون أحادية الاتجاه كما هو موضح بواسطة السهم في رمز العنصر. أما جهد التغذية المطبق على الترانزستور UJT بين القاعدة رقم ١ والقاعدة رقم ٢ يسمى VBB فيسبب سريان تيار إسمي صغير (قيمته صغيرة).



شكل (٢٦) يوضح رمز الترانزستور أحادي الوصلة

٥- الترانزستورات الحديثة MODERN RANSISTOR

لقد شهدت صناعة الترانزستورات تطورات هائلة، كان آخرها إنتاج دوائر متكاملة تحتوي على العديد من الترانزستورات في غلاف واحد مفرد له صفين من الأرجل، وهذا التكوين يمتاز بتوفير المساحات في الدائرة المطبوعة وغالبا بعض التيسيرات في التخطيط للدائرة، بالإضافة إلى أن هذا التكوين يعطي تجانسا وتوافقا حراريا لكل الترانزستورات.

٦- مكافئات الترانزستور TRANSISTORS EQUIVALENT

كما ذكرنا سابقاً أن هناك أنظمة مختلفة لتعريف العناصر الإلكترونية من خلال رموز تتكون من أرقام وحروف حيث إن لها مدلولات خاصة بالعنصر، بالإضافة إلى أنها تمكننا من التعرف على مواصفاته وأبعاده من خلال الجداول المنظمة لذلك وتعرف هذه الجداول بجداول البدائل أو جداول مكافئات العناصر أو جداول البيانات للعناصر الإلكترونية. وفي هذا الجزء سوف نسرد نماذج من هذه الجداول القياسية والمعروفة في السوق وهي:

١) جداول النشرة النصف سنوية لأشباه الموصلات الصادرة عن النظام الأوروبي والمعروفة باسم Semiconductors.

٢) جداول المقارنة والمعروفة بالاختصار ECA وتقوم بتعريف العناصر بالأنظمة الأوروبية والأمريكية واليابانية وهي مكتوبة بخمس لغات أجنبية فيما عدا العربية.

٣) جداول تاور Tower الدولية لتعريف وإختيار الترانزستور.

ملاحظة:

هناك نماذج أخرى وعديدة من الجداول المستخدمة في الكشف عن مواصفات العناصر الإلكترونية وتحديد ما يقابله خلال أنظمة التعريف المختلفة لكل منها.

٧- قياسات الترانزستور TRANSISTOR MEASUREMENT

يتم قياس الترانزستور بإستخدام نفس الجهاز المتعدد القياس والذي تم شرحه في الوحدة الثانية والمتوفر في الورشة. وذلك بإتباع الخطوات التالية:

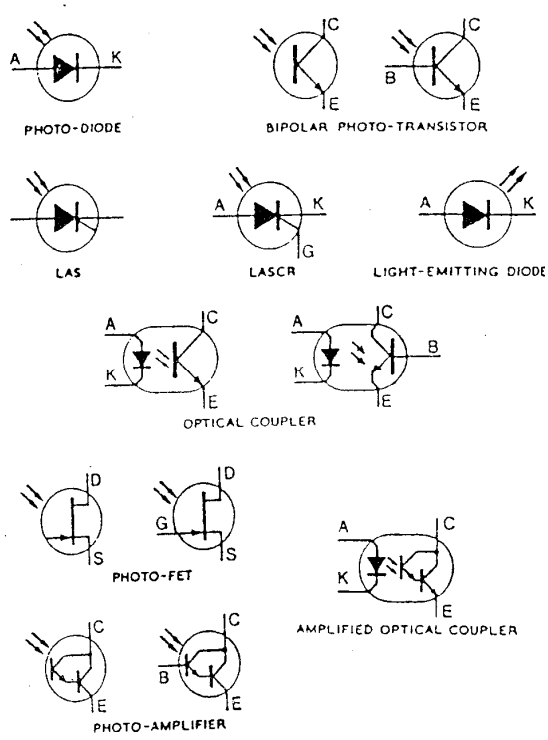
١- قم بإدخال أطراف الترانزستور التي تناظر الأطراف المكتوبة على السوكت (المدخل) المكتوب عليه h_{FE} ، المشع أو الباعث emitter (E) والقاعدة base (B) والمجمع collector (C).

٢- اختر نوع الترانزستور الموجود تحت الاختبار بواسطة مفتاح الوظيفة (NPN أو PNP).

٣- ستظهر قيمة كسب الترانزستور h_{FE} على الشاشة.

الإلكتروضوئيات OPTELECTRONICS

العناصر الإلكتروضوئية تعتبر من أشباه الموصلات وهي عبارة عن مكونات إلكترونية تتفاعل مع الإشعاعات الكهرومغناطيسية سواء في نطاق الأشعة الظاهرة visible أو الأشعة الحمراء infrared أو الأشعة فوق البنفسجية ultraviolet وهذه الفئة من العناصر تشمل كل العناصر المشعة للضوء (المنابع الضوئية) والعناصر المتأثرة بالضوء (المستشعرات) أو كما يقال العناصر التي تتوقف حالتها على شدة الضوء الساقط على جزء من جسمها. كما تجدر الإشارة إلى وجود عدة آلاف من النبائط الإلكتروضئية تباع في الأسواق وأغلب هذه المكونات تأخذ من الرموز الموضحة بالشكل (٢٧) ما يناسبها في التعبير عنها في الدوائر التي تستخدم فيها. ويجب أن لا ننسى أن أغلب العناصر الإلكتروضوئية تتكون من وصلة PN لأشباه الموصلات، كما أن هناك تكوينات أخرى غير أشباه الموصلات مثل مصابيح الفتيلة التنجستن والفلورسنت والنيون والمقاومات ذات المواد المعدنية التي تتأثر بالضوء وتعرف بالاختصار LDR. ونظرا لأهمية هذا النوع من المقاومات فسوف تكون أول أنواع الإلكتروضوئيات عند تناولنا لهذا الموضوع.



شكل (٢٧) يوضح الرموز المختلفة للعناصر الإلكتروضوئية

المقاومات المتأثرة بالضوء LDR

هي عنصر ألكتروني تعتمد قيمة مقاومته على مقدار الضوء الساقط عليه وتعرف بالاختصار LDR، وتعرف أيضاً بخلايا التوصيل الضوئي photoconductive ، كما أن لها تعريف آخر يعرف بالخلايا المقاومة للضوء photo resistive وهذا النوع من المقاومات رخيص وسهل الاستخدام، ونظرية تشغيلها تعتمد على أن قيمة مقاومتها تتغير بتأثير كمية الضوء الساقط عليها. أما بالنسبة لنوع المقاومة، المتأثر بالضوء LDR، الشائع الاستخدام هو المعروف بالرقم ORP12 والتي يتأثر أداءها حسب مستوى الضوء الموضح بالجدول التالي:

الاضاءة ILLUMINATION	المقاومة المناظرة
Darkness	1M OHM – 10M OHM
10 LUX	10 K OHM
1000 LUX	400 OHM
10000 LUX	80 OHM اشعة الشمس المباشرة

حيث أن: لوكس LUX : تمثل وحدة قياس الإضاءة وتساوي لومن للمتر المربع.

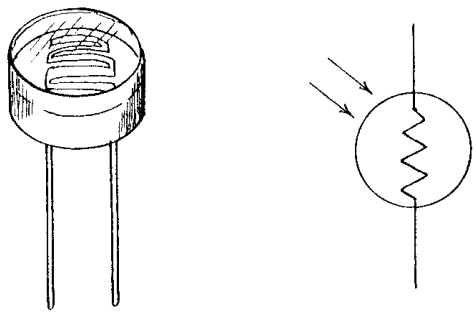
لومن LUMEN : تمثل وحدة قياس التدفق الضوئي.

ومن الأرقام الموضحة بالجدول، نجد أن المقاومة LDR مناسبة للعمل عند جميع مستويات الضوء بالإضافة إلى المستويات المنخفضة جدا، كما تجدر الإشارة إلى أن هذه المقاومة تستجيب للضوء الأحمر عند الطول الموجي ٤٨٠ نانو متر إلى الضوء الأخضر ذي الطول الموجي ٦٨٠ نانو متر وقمة الاستجابة تكون عند الطول الموجي ٥٣٠ نانومتر (الضوء الأصفر) وهذا الأداء قريبا من الأضواء التي تتأثر وتحس بها العين المجردة البشرية وهي النقطة التي تجعل الخلية مناسبة للتطبيقات التي تدخل في التوافق اللوني للإضاءة تؤثر في الأداء.

وللمقاومة (الخلية) LDR ميزة وهي أنها يمكنها أن تعمل بالتيار الصغير المتغير، ومن عيوبها أن زمن الاستجابة بطئ جدا عن الزمن في المستشعرات الضوئية الأخرى، فزمن الارتفاع (الصعود) RISE TIME (أي الزمن الذي تحتاجه المقاومة لتزداد (لتستجيب) عند فصل الضوء عنها) يساوي ١٨ ميلي ثانية – ٧٥ ميلي ثانية، ويتوقف هذا على ظروف الدائرة اما زمن السقوط (الهبوط) FALL TIME (الزمن الذي تحتاجه المقاومة لكي تقل) فيساوي ١٢٠ ميلي ثانية إلى ٣٥٠ ميلي ثانية.

ملاحظة:

لا حظ أن هذه الأزمنة قد تعبر عنها بالوحدة ميلي ثانية مقارنة بالأزمنة المقاسة بالنانو ثانية لأغلب مستشعرات الضوء الأخرى. والشكل (٢٨) يوضح الرمز والشكل العملي لهذا النوع من المقاومات.



شكل (٢٨) يوضح الرمز والشكل العملي للمقاومة LDR

المنابع (المصادر) الضوئية LIGHT SOURCES

كما عرفنا سابقا بأن هناك منابع ضوئية ذات الفتائل مثل مصباح التنجستن والفلورسنت والتي عند توهجها تعطي ضوءا ظاهرا وهناك منابع ضوئية مصنوعة من أشباه الموصلات فهي عبارة عن عنصر يتكون أساسا من وصلة PN والتي تشع الضوء عند حالة الانحياز الأمامي أو كما نعرف توصيل الموجب للبطارية مع الطرف الموجب للوصلة P (المصعد) وهذه النبيطة تسمى الثنائيات المشعة للضوء LIGHT

EMITTING DIODES ، وإختصارها بالإنجليزية LED حيث يعتبر اسما تجاريا، ورمز هذا النوع من النبائط موضح بالشكل (٢٧).

وحيث أن تكوين ثنائي الإشعاع الضوئي LED عبارة عن نفس تكوين الثنائي العادي، أي يتكون من وصلة PN ، فإن الخواص الكهربائية لهما تكون نفسها أيضاً بمعنى أن الثنائي LED يسمح بمرور التيار عندما يكون في وضع الانحياز الأمامي ويمنعه من المرور عندما يكون ذا انحياز عكسي، إلا أنه ينتج طاقة ضوئية (في شكل فوتونات) بكفاءة عندما يكون أمامي الانحياز، ويتم تصنيع منابع الضوء الشبه موصلة بمدى عريض من الأطوال الموجية، ومن ثم فإن مدى الألوان يكون ممكنا نظريا، إلا أنه عمليا يصطدم بخواص المواد المصنعة منها من ناحية الاستجابة الطيفية لها وأساليب الصناعة أيضاً.

ملاحظة:

المواد المشهورة والمستخدمة في صناعة الثنائيات المشعة للضوء هي السيليكون، ارسنيد الجاليوم، فوسفيد الجاليوم، ارسينيد فوسفيد الجاليوم، وأغلب الألوان المتاحة هي الأحمر والأخضر والأصفر والبرتقالي في المدى الظاهر للضوء.

ومن أهم التطبيقات الإلكترونية، الدوائر التي تحتوي على ثنائيات إشعاع الموجات تحت الحمراء LED INFRA-RED واختصارها IRED حيث لا يظهر هذا الإشعاع للعين البشرية، وعلى ذلك نجد أن غالبية المستشعرات (الحساسات) SENSORS من أشباه الموصلات الضوئية تكون في الغالب حساسة لضوء الموجات التحت حمراء.

كما أن ثنائيات الإشعاع الضوئي الظاهر VISIBLE – LIGHT – EMITTING DIODES وإختصارها VLED ، وتستخدم بكثرة كمبينات منفردة وكمبينات رقمية في تكوين جماعي في الأجهزة وفي الحاسبات الإلكترونية والساعات الرقمية، وتعمل هذه الثنائيات ومعها مقاومة على التوالي كما بالشكل(٢٩) للحد من التيار. حيث تكون قيمة التيار الأمامي IF تساوي ٢٥,٥ ميللي أمبير (الضوء الأحمر) والجهد الأمامي حوالي ٢ فولت، إستخدم الكتالوج (كشف معروضات الموردين) لفحص والتأكد من القيم المذكورة.

ملاحظة:

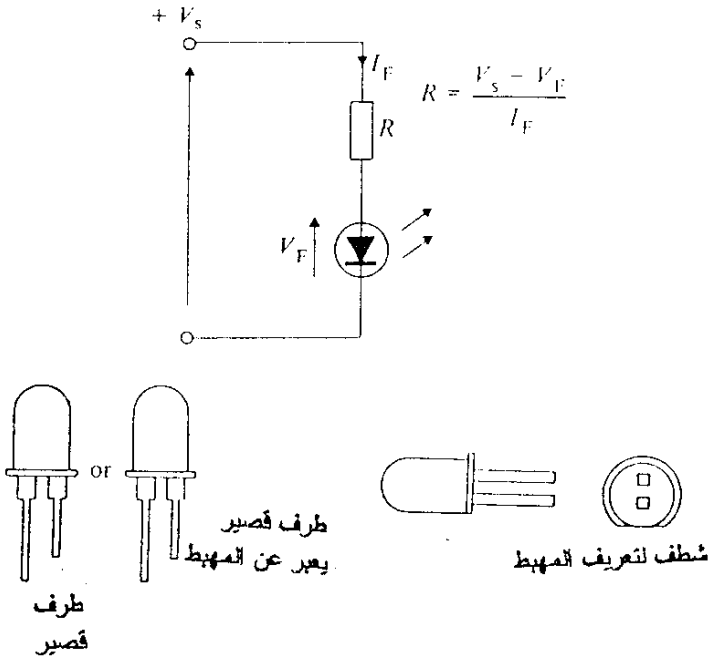
إن تعريف الأطراف لهذه الثنائيات يختلف من مورد إلى آخر كما هو موضح بالشكل(٢٩)، ولكن مرة أخرى نؤكد عليك بالرجوع دائما إلى كتالوجات الموردين.

كما يجب أن نشير إلى أنه عند اختيار ثنائي المشع للضوء (الموحد الضوئي) LED تمهيدا لشرائه واستخدامه لتطبيق محدد، يجب أن نضع في الاعتبار المواصفات التالية:

- اللون أو الطول الموجي (يذكر قمة الأداء عند طول موجي محدد).
- زاوية الرؤية (زاوية انتشار الضوء من منطقة الإشعاع)
- تيار التشغيل الأمامي I_F.
- أقصى تيار أمامي.
- شدة الضوء عند التيار الأمامي (بالميلي قنديل (شمعة) أو الميلي وات).
- إسقاط الجهد الأمامي.
- أقصى جهد عكسي.
- زمن الاستجابة.

ملاحظة:

إذا تم توصيل ثنائي إشعاع ضوئي (موحد ضوئي) بطريقة خطأ لقطبيه فلربما يتلف بسرعة نتيجة لقيمة الجهد العكسي، حيث أن العديد من أنواع الثنائيات LED لها FR منخفضة وقد تصل إلى ٣ فولت.



شكل (٢٩) يوضح ثنائي مشع للضوء الظاهر VLED

والثنائيات المشعة للضوء (الموحدات الضوئية) ذات الكفاءة القياسية يتم تقسيمها إلى الفئات التالية:

- ثنائيات ذات تيار منخفض: يصل بريق ونصاعة الضوء BRIGHTNESS فيها إلى ٢ ميللي أمبير عند تيار منخفض (٣٠) ميلي أمبير وينصح باستخدام البطاريات معها لتركها تعمل لساعات.
- ثنائيات فائقة البريق: تصل إلى ٢٥٠ ميلي أمبير وربما يتطلب ذلك تيارا يصل إلى ٣٠ ميلي أمبير لانجاز ذلك. ويجب التنويه هنا إلى أن المصطلحات التي يستخدمها الصناع ليست خالية من التضارب عند وصف درجة البريق BRIGHTNESS، إلا أن المصطلحات :

عالي الشدة	HIGH INTENSITY
فائق البريق	SUPER BRIGHTNESS
فوق البريق	ULTRA-BRIGHTNESS

هي مصطلحات نسبية وليست ذات معان مطلقة.

- ثنائي ارسينيد الألومنيوم – الجاليوم GaAIAs وشدة اضاءته تصل إلى ٣ شمعات لتيار منخفض نسبيا (٢٠ ميلي أمبير) وبالتالي سنجد أن زاوية الرؤية صغيرة وقد تصل إلى + أو –١٠ درجات.

ثنائيات التيار الثابت لابد أن تشمل دائرة تثبيت (تنظيم) التيار لذا يبقى بريقه ونصوعه ثابتا على طول المدى العريض لجهد التغذية (٥- ١٥ فولت) لذا فإن المقاومة على التوالي هنا لا نحتاجها.

والجدير بالذكر أن هناك ثنائيات وامضة FLASHING أي تشع الضوء بطريقة متقطعة وهذا النوع من الثنائيات مفيد في توليد إشارات إنذار بدون الحاجة إلى بناء مذبذب حر، وهذه الثنائيات تعمل في مدى تغذية عريض (غالبا ٤- ١٥ فولت) ولا تحتاج إلى مقاومة على التوالي.

المقاومة على التوالي:

لو أن جهد التغذية ٢ فولت وكان الثنائي المشع للضوء LED وامضاً أو ثابت الإشعاع فإن الثنائي سوف يحتاج إلى مقاومة على التوالي لتحد من التيار لمستوى الامان شكل(٣٢) والصيغة التالية تمكنك من حساب قيمة هذه المقاومة:

$$R_s = (V_{supply} - V_F) / I_f$$

فإذا كان الجهد الأمامي Vf يساوي ٢ فولت والتيار الأمامي If يساوي ١٠ ميلي أمبير فإن الصيغة تصل إلى الصورة :

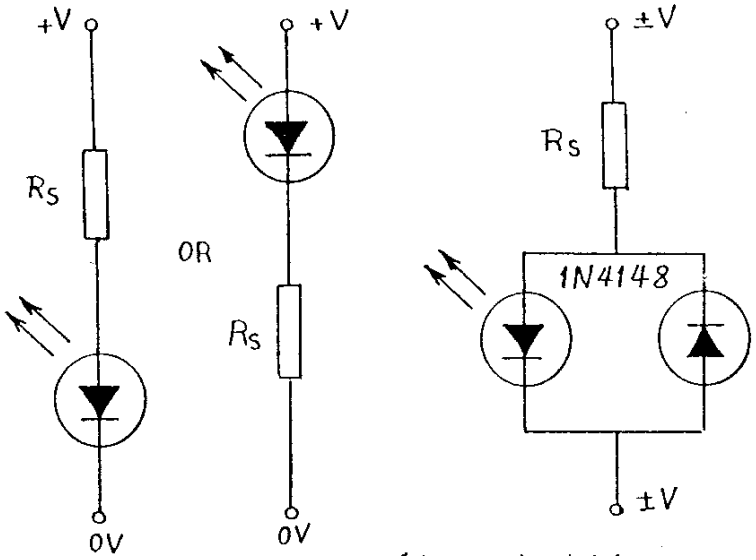
$$R_s = 100 (V_{supply} - 2)$$

الجدول التالي يعطي قيما للمقاومة على التوالي عند الجهود الشائعة والمستخدمة وذلك إذا كان التيار الأمامي I_f يساوي ١٠ ميلي أمبير وتقع قيم المقاومات في حيز السلسلة E12 وهي:

جهد التغذية	مقاومة التوالي بالاوم
٤,٥	٢٧٠
٥	٢٧٠ أو ٣٣٠
٦	٣٩٠
٩	٦٨٠
١٢	١٠٠٠
١٥	١٢٠٠

الجدول (٣- أ) علاقة قيمة مقاومة التوالي بجهد التغذية

ونشير بالذكر إلى أنه يمكنك أن تستخدم نصف هذه القيم إذا كان I_f يساوي ٢٠ ميلي أمبير أو تم التغذية من جهد متغير صغير كما بالشكل (٣٠).



شكل (٣٠) يوضح كيفية توصيل المقاومة التوالي

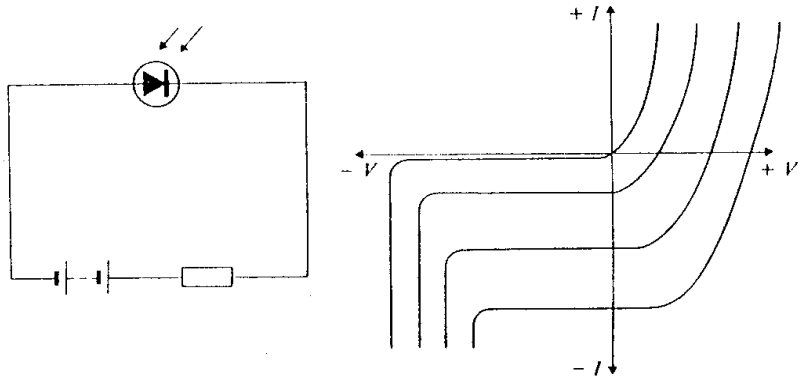
كاشفات أو مستشعرات الضوء OPTICAL DETECTORS OR SENSORS

من أهم مميزات مستشعرات الضوء من أشباه الموصلات، أن خواصها الكهربائية تتغير عندما تقوم الطاقة الضوئية الساقطة بتحرير حاملات الشحنة في المادة وبالتالي تسبب تغيرا في توصيلتها، كما أن أهم النبائط المتأثرة أو الكاشفة (المستشعرة) للضوء هي:

١. الثنائي المتأثر بالضوء PHOTO-DIODE
٢. الترانزستور الضوئي PHOTO-TRANSISTOR OR PHOTOFET
٣. زوجيات دارلينجتون الضوئية PHOTO-DARLINGTON
٤. الثايرستور الضوئي PHOTO-THYRISTOR

الثنائي المتأثر بالضوء (الكاشف الضوئي):

هو عبارة عن وصلة PN، صممت للعمل عندما تكون منحازة عكسيا كما بالشكل (٣١)، وذلك عند سقوط الطاقة الضوئية ذات الطول الموجي الصحيح على الوصلة الثنائية الضوئية فإنها تسبب مرور تيار في الدائرة الخارجية. وهذه النبيطة تعمل كمولد تيار حيث يتناسب التيار طرديا مع شدة الضوء، ويعتبر السيليكون أكثر المواد استخداما في الثنائيات المتأثرة بالضوء حيث يعطى زمن الأداء في حدود واحد ثانية، والتيار العكسي يكون فقط عبارة عن بعض من وحدات النانو أمبير في الظلام ولكن يرتفع إلى واحد ميلي أمبير أو أكثر في الضوء وحالة التيار ذي الكمية الصغيرة فإن هذا يتطلب بعض التكبير. حيث أن البعض من هذه النبائط يلحق به عند صناعته مكبر يتم تثبيته على نفس قاعدته، وثنائيات الضوء هذه متاحة بمساحة سطح كبيرة (حتى ١٠٠ملي مترمربع) لتعطي حساسية زائدة. وقمة الحساسية تكون عادة ناحية الطرف الأحمر للطيف وبعض الأنواع تكون خاصة ومصممة على أنها ثنائيات ضوئية ذات أطوال موجية للأشعة دون الحمراء INFRARED والبعض الآخر يزود بمرشحات ضوئية ملونة فوق المنطقة الحساسة للحصول على أداء العين البشرية.

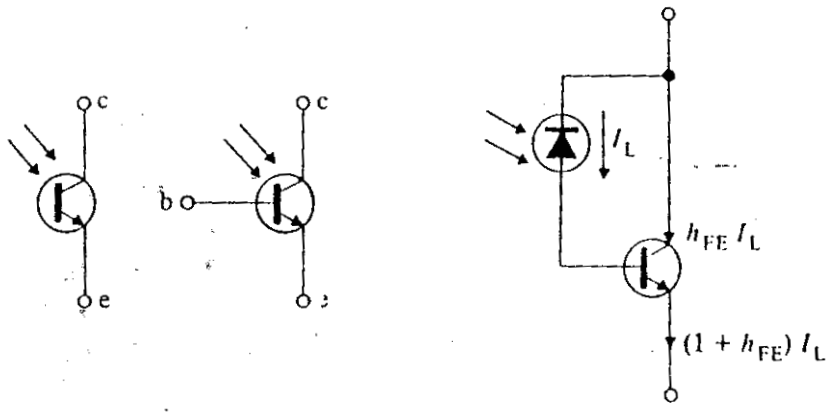


شكل (٣١) يوضح خواص وطبقة توصيل الثنائي الضوئي

وزمن الاستجابة للثنائيات المتأثرة بالضوء سريع تقريبا ٢٥٠ نانو ثانية، وثنائيات PIN لها استجابه أسرع، وعلى سبيل المثال النوع BPX65 له زمن استجابة واحد فقط ويساوي ٠,٥ نانو ثانية، وجدير بالذكر أن زمن الاستجابة السريع يجعل ثنائيات الضوء مناسبة للعد السريع العالي أما أغراض الفتح والقصر فإن ثنائيات الضوء تكون متاحة بدائرة تكاملية Integrated Circuit للفتح والغلق على نفس رقاقة الثنائي. كما تعتبر الخلايا الفولتضوئية PHOTO-VOLTAGE أحد أفراد عائلة الثنائيات المتأثرة بالضوء وهناك أنواع معينة تكون مصممة خصيصا للاستخدام في هذا المجال وعند سقوط الضوء على هذا النوع من الخلايا فإنه يتولد جهد يتناسب خطيا مع شدة الضوء الساقط، وهذا الجهد ربما يكون مقاسا بدائرة مناسبة، أيضا في مثل هذه الدوائر لايوجد جهد انحياز مطبق على الخلايا. إن الخلايا الفولتضوئية تميل إلى توليد القدرة الكهربائية، وتسمى الخلايا الشمسية SOLAR CELLS . حيث تقوم بتوليد قوة كهربائية قيمتها حوالي ٠,٥ فولت ناتجة عن أشعة الشمس، وهي متوفرة في صورة صفوف أو مصفوفات موصلة وجاهزة في مجموعات لتعطي ٩ فولت أو أكثر. ومثل هذه المصفوفات لها خرج قدرة منخفض نسبيا وغالبا أقل من نصف وات، حيث أنها لاتكون كافية للعمل كمحولات طبيعية TRANSDUCERS ولكن على أي حال فإنها تستطيع أن تعطي القدرة الكافية لتحرك محركا صغيرا. وتستطيع خلية أو خليتين فولتضوئية أن تمد دائرة إلكترونية بسيطة بالقدرة اللازمة، مع ملاحظة أن عناصر هذه الدائرة لابد وأن تكون من العناصر ذات الاستهلاك المنخفض مثل مكبرات التشغيل المصنوعة بتكنولوجيا CMOS.

الترانزستور الضوئي PHOTO-TRANSISTOR

هذا النوع من الترانزستور يعمل تماما مثل الترانزستور العادي ماعدا أنه بدلا من تغذية القاعدة بتيار خارجي يعمل على تحفيز الترانزستور، فإنه يعمل نتيجة سقوط الضوء وذلك نظرا لوجود ثنائي ضوئي بين المجمع والقاعدة. ورمز هذا النوع موضح بالشكل (٣٢) ويظهر فيه رمزان أحدهما بدون طرف قاعدة والآخر بطرف قاعدة إلا أن هذا الطرف لا يستخدم. والدائرة المكافئة للترانزستور الضوئي موضحة بنفس الشكل (٣٢) ونظرا لخاصية التكبير الملازمة لعمل الترانزستور بشكل عام، فإن الترانزستور الضوئي يكون أكثر حساسية من الثنائيات الضوئية. كما أن عيبه يتركز على زمن الاستجابة حيث إنه بطئ جدا.



شكل (٣٢) يوضح الرمز والدائرة المكافئة للترانزستور الضوئي

زوجيات دارلينجتون الضوئية:

وهي أساسا نفس الترانزستور الضوئي ماعدا أنه يمتاز بكسب عالٍ جدا (ناتج عن حاصل ضرب كلا من: $h_{FE1} * h_{FE2} = 10000$) نتيجة إلى توصيل الترانزستورين على التوالي (تعاقبيا).

الرابطات الضوئية والعناصر المنسوبة لها OPTICAL COUPLERS

وهي تستخدم لنقل الإشارات من دائرة إلى أخرى عندما يكون هناك فرق جهد كبير بين الدائرتين، وهذه الرابطات Couplers تكون بمثابة وسيلة أمان وحماية للعناصر الرقيقة في الدوائر منخفضة القدرة. كما تسمى الرابطات الضوئية (OPTO-COUPLERS)، وأيضا تعرف بإسم العوازل الضوئية OPTO-ISOLATORS وهو المعنى الذي تم إستنتاجه من عمل هذه الرابطات كعازل لخواص إحدى الدائرتين عن الأخرى.

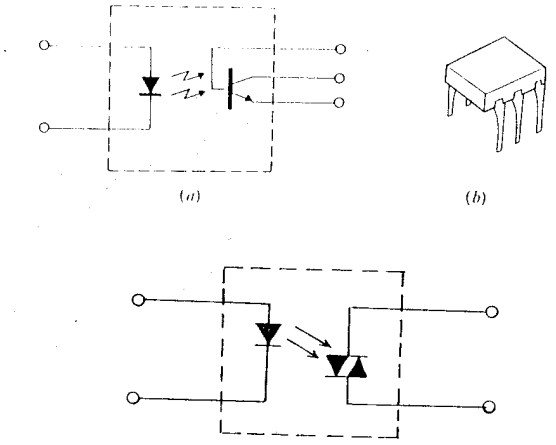
ويتكون الرابط الضوئي من ثنائي باعث للضوء LED، (غالبا أشعة تحت حمراء)، ونبيطة حساسة تتأثر بالضوء (غالبا ترانزستور ضوئي)، يتم وضعهما معا في غلاف عازل للضوء حيث تخرج منه أطرافهما للتوصيل الكهربائي. وربما تحتوي الأغلفة الخاصة بالرابطات الضوئية على عدد من أزواج الثنائي الباعث – والترانزستور الضوئي في غلاف واحد حيث إن كلاً منها يعمل ويشتغل منفصلا عن الآخر.

وفي أبسط الرابطات الضوئية، يتم إنتقال التغير في إشارة الدخل المطبقة على ثنائي باعث الضوء إلى الترانزستور الضوئي ويكون هذا الترانستور قد تم ربطه مع دائرة خارجية بالطريقة العادية بحيث تظهر على طرفيه الإشارة التي تم انتقالها. وللحصول على حساسية أكبر (أي المقدرة على العمل بأقل قيمة لإشارة الدخل) تكون النبيطة الحساسة للضوء من النوع ترانزستور دارلينجتون الضوئي PHOTO DARLINGTON.

ملاحظة:

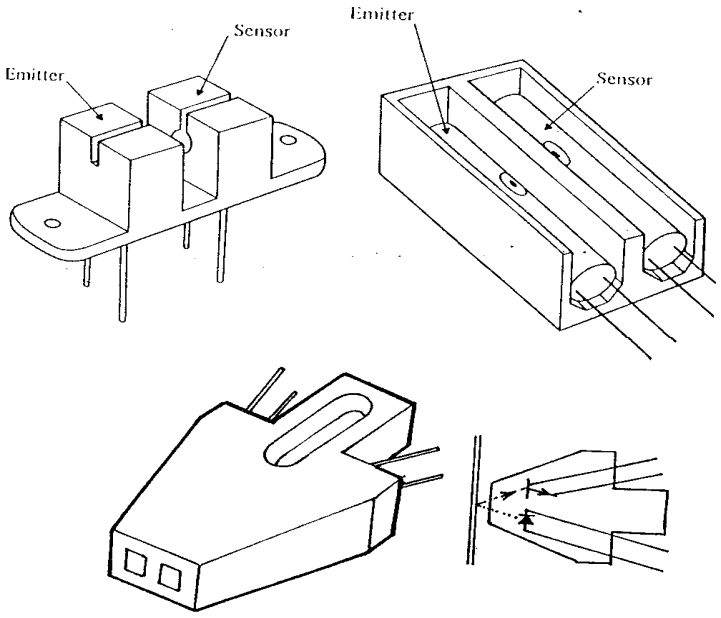
للتشغيل عند سرعة عالية مطلوبة فإن الضوء من ثنائي مشع للضوء LED يشترط أن يكون محسوساً بثنائي يتأثر بالضوء PHOTO-DIODE حيث يتم الانحياز العكسي له بواسطة دائرة خارجية.

وهناك رابطات ضوئية أخرى إلا أنها تأخذ أشكالا معينة لتعطي مهاما ووظائف محددة فمفهوم من الرابط الضوئي أن شعاع الثنائي الباعث للضوء يؤثر مباشرة في الترانزستور الضوئي والموضوع معه في غلاف واحد، إلا أن هناك رابطات ضوئية أخرى حيث يحتوي الغلاف على ثنائي باعث وترانزستور ضوئي دون أن يؤثر شعاع الثنائي مباشرة في الترانزستور الضوئي إلا عن طريق حائل أو عاكس لهذا الشعاع. فمثلا هناك رابط ضوئي مركب يسمى قاطع مسار الضوء INTERRUPTER حيث إنه يتكون من ثنائي باعث وترانزستور ضوئي موضوعان في مقابلة بعضهما بحيث يسقط الشعاع على الترانزستور الضوئي مباشرة إلا أنه قد ترك فراغا بينهما يستغل في تحريك قرص حائل للضوء وعلى محيط هذا القرص يتم عمل ثقوب بأشكال وأبعاد معينة تعمل على تقطيع مسار الشعاع الضوئي فيتأثر به الترانزستور الضوئي ويعطي إشارات متقطعة أقرب إلى النبضات والشكل (٣٣) يوضح هذا النوع.



شكل(٣٣) يوضح نماذج من الرابطات الضوئية المختلفة

أما النوع الآخر من الرابطات الضوئية فيسمى REFLECTOR حيث يحتوي الغلاف على الثنائي والباعث والترانزستور الضوئي في اتجاه واحد، ويعتمد الترانزستور الضوئي في عمله على التأثر بالشعاع المنعكس من السطح المراد قراءته أو دراسة خواصه أو الاستشعار به، الشكل (٣٤) يوضح نموذجين من هذا النوع.



شكل (٣٤) يوضح أنواع الرابطات الضوئية المركبة

الدوائر المتكاملة INTEGRATED CICUITS (IC)

تعرف الدوائر المتكاملة على أنها ترتيب للعناصر الكهربائية والإلكترونية المتكونة من أشباه الموصلات SEMICONDUCTOR الفعالة ACTIVE وغير الفعالة PASIVE على شريحة رقيقة CHIP. وهذه التقنية لها مميزات منها:

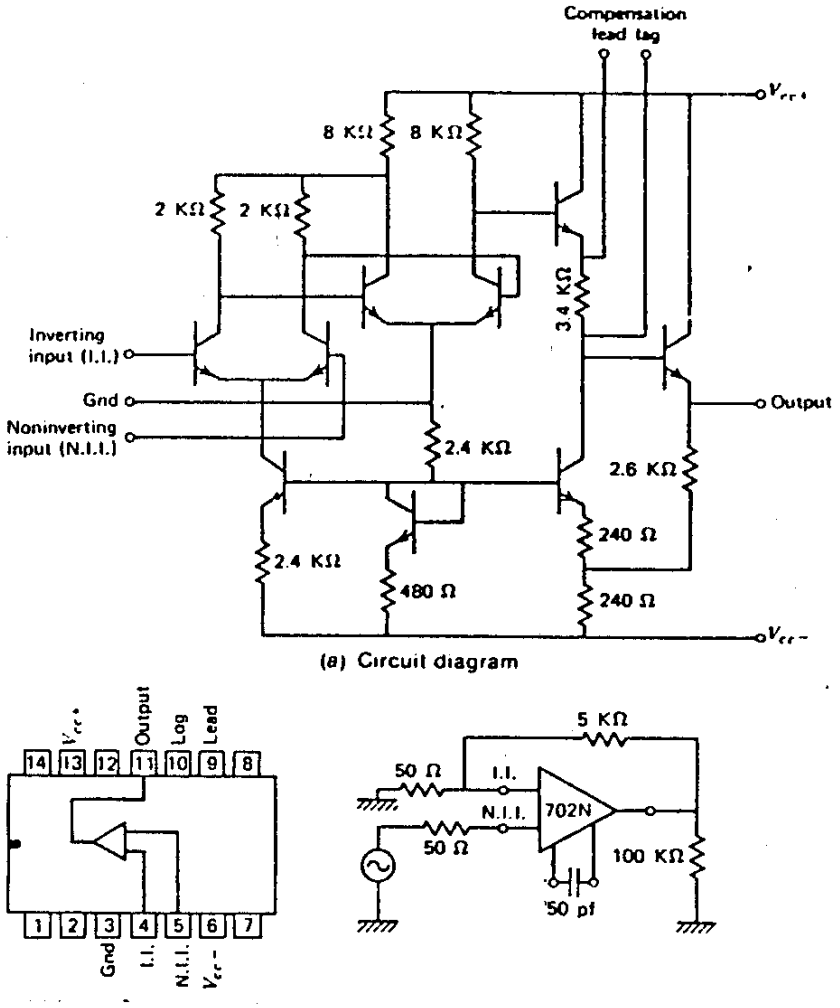
- خفض تكاليف الدوائر الإلكترونية
- زيادة العمر الافتراضي للدوائر
- تحسين الأداء للدوائر
- خفض القدرة المستهلكة
- صغر حجم الدوائر الإلكترونية

أنواع الدوائر المتكاملة من حيث التطبيق:

هناك نوعان من الدوائر المتكاملة من وجهة النظر التطبيقية وهما:

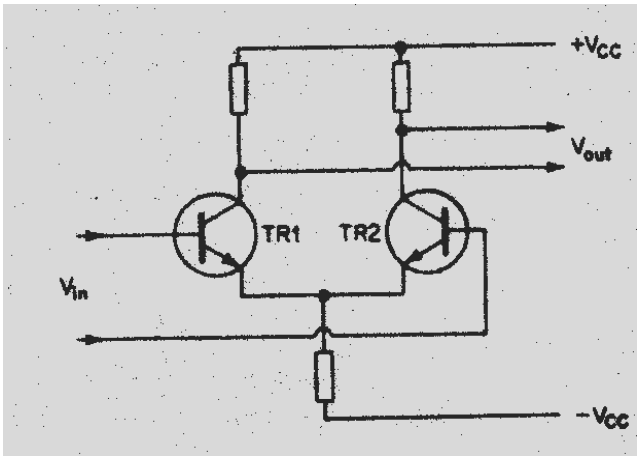
١- الدوائر المتكاملة الخطية Linear Integrated Circuits

من أشهر التطبيقات في هذا النوع من الدوائر هو " مكبر التشغيل Operational Amplifier ويعرف بالإختصار Op-Amp. في هذا النوع من الدوائر دائما تتناسب قيمة خرجها مع قيمة إشارات الدخل أي أنها تقوم بعمليات تكبير الإشارات المارة خلالها دون تغييرها، هذا بالإضافة إلى إمكانيات أخرى عديدة.



شكل(٣٥) يوضح الدائرة النظرية والشكل العملي لدائرة متكاملة خطية

ومن المعروف أن أي مكبر تشغيل يتكون من مكبرين تفاضليين يتبعهما مرحلة دفع ومرحلة خرج لمكبر مشترك المجمع. وحيث إن المكبر التفاضلي يقوم بتكبير الفرق بين إشارتي الدخلين فإن مكبر التشغيل سوف يحتوي على مدخلين ومخرج واحد كما هو بالشكل (٣٦). كما أن الأرجل (الأطراف) ذات الأرقام ٩ و١٠ الموجودة في شكل الدائرة العملية هما للسماح بإضافة عناصر تعويض خارجية. ومن أشهر الدوائر المتكاملة الخطية مكبر التشغيل ذو الرقم 741 والذي يحتوي أحد نماذجه على عشرين ترانزيستور و١١ مقاومة، وإذا قورن حجمه الطبيعي بحجم ثلاثة ترانزستورات تقليدية لظهر أصغر منها.

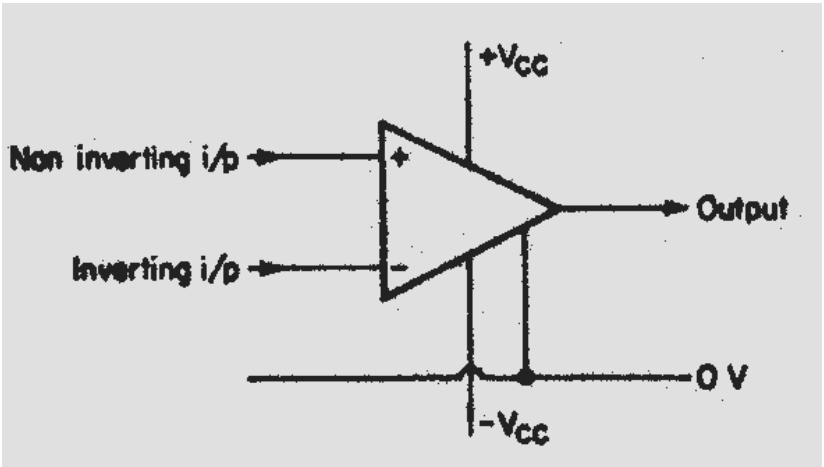


شكل(٣٦) يوضح مناظرة بين مكبر التشغيل ومكبر تفاضلي

ملاحظة:

يمكنك بسعر الترانزستور ذي الغرض العام شراء مكبر تشغيل في صورة دائرة متكاملة Integrated Circuit تحتوي على مئات العناصر، وذات كسب Gain عال وأداء متوقع.

تؤدي مكبرات التشغيل هذه تطبيقات عديدة سواء في مجال الاتصالات أو في مجال التحكم الصناعي، وتتكون رقاقة مكبر التشغيل في أبسط صورها من ستة أطراف موضحة في الشكل (٣٧). يلاحظ فيها طرف التغذية الموجب $+V_{cc}$ وطرف التغذية السالب $-V_{cc}$ والخرج. ولمكبر التشغيل هذا طرفان للدخل يرمز لهما بعلامة الموجب والسالب (+ ، -) المناظران لطرفي قاعدة كلا من الترانزستورين الموضحين في الشكل (٣٧). وهما يعرفان، على التتابع، بالمدخل غير العاكس Non inverting Input والمدخل العاكس Inverting Input.



شكل (٣٧) يوضح توصيلات أطراف مكبر التشغيل

مصطلحات مكبر التشغيل:

عند الاحتياج لترشيح أو لاختيار مكبر تشغيل، لابد من التعرف على المواصفات المطلوبة له. وقد تم تعريف مكبر التشغيل من خلال مواصفات عامة سوف نتعرف عليها من خلال المصطلحات التالية:

- **مدى جهد التغذية SUPPLY VOLTAGE RANGE:**

بعض مكبرات التشغيل يتم تغذيتها بجهد مستمر ثنائي القطبية (+ ، -) Double supply، وهي عادة تتشبع بجهود الدخل في مدى قليل من فولت التغذية. والبعض الآخر قادر على قبول أي جهد دخل منخفض ولذا يعمل عند التغذية أحادية القطب single supply .

ملاحظة:

أقل جهد تغذية لمكبرات التشغيل هو ٢ فولت (±١ فولت) ، وأعلى جهد تغذية يصل إلى ٤٠ فولت (±٢٠ فولت) حسب النوع.

- **كسب المكبر AMPLIFIER GAIN (AVD):**

وهي أهم المواصفات للمكبر وهي تعبر عن خارج قسمة التغير في جهد الخرج على التغير في جهد الدخل

- **ممانعة الدخل INPUT IMPEDANCE:**

القيمة المثالية لممانعة دخل المكبر التشغيلي هي قيمة مالانهاية، ولكن عمليا تتراوح القيمة ما بين ٢٥٠ كيلوأوم و٤٠ ميجاأوم (للأنواع المتكونة من الترانزستورات ثنائية الأقطاب Bipolar)، ولربما تكون قيمة الممانعة $١٠^{١٢}$ أوم (للأنواع المتكونة من ترانزستورات ذات تأثير مجالي)

- **ممانعة الخرج OUTPUT IMPEDANCE:**

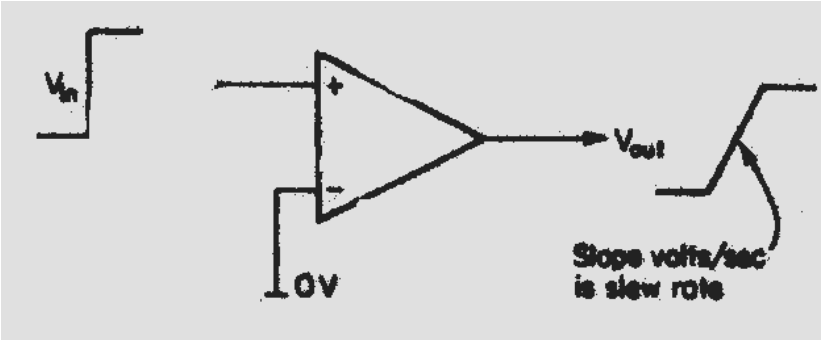
وحيث إن مكبر التشغيل هو عبارة عن مكبر جهد voltage amplifier، فإن ممانعة الخرج له يجب أن تكون أقل ما يمكن (صفر أوم). ولكن عمليا فإن قيمة ممانعة خرج مكبر التشغيل تقريبا تساوي ١٠٠ أوم.

- **عرض نطاق كسب الوحدة UNITY GAIN BANDWIDTH:**

في جميع مكبرات التشغيل يقل الكسب Gain مع زيادة التردد. حيث يقل الكسب بانتظام عند الترددات أعلى من ١٠ كيلوهيرتز حتى يصل الوحدة عند واحد ميجاهيرتز.

- **معدل الانحدار SLEW RATE (SR):**

إذا تم تطبيق إشارة دخل درجية الشكل (دالة خطوة) STEP على دخل مكبر تشغيل، وكانت هذه الإشارة كافية لدفع الخرج للتشبع فإن الخرج سوف يتغير في شكل تدريجي RAMP FORM كما بالشكل (٣٨).



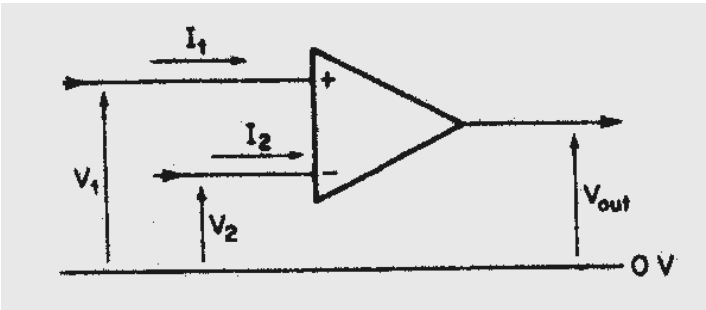
شكل (٣٨) يوضح معدل الانحدار

- **جهد الدخل المعادل (التعويضي) V_{IO} INPUT OFFSET VOLTAGE:**

يوضح الشكل (٣٩) تيارات الدخل والخرج للمكبر، فإذا فرضنا أن $V_1 = V_2 = 0V$ فإنه نظريا سيكون الخرج V_{out} يساوي صفرا، ولكنه عمليا كنتيجة للتفاوت الصناعي فإن الخرج V_{out} سوف يكون إما قيمة موجبة أو سالبة. وإذا تم تغيير V_1 حتى يصبح جهد الخرج V_{out} يساوي صفرا، فإن الفرق بين V_1 و V_2 يسمى " جهد الدخل المعادل (التعويضي) Input Offset Voltage " ومن ثم يمكن تعريف جهد الدخل المعادل على أنه "هو الفرق بين جهدي الدخلين لمكبر التشغيل والذي ينتج جهداً مقداره صفراً في الخرج ".

ملاحظة:

يصل جهد الدخل التعويضي للدائرة 741 القيمة ٢ مللي فولت تقريبا. كما أن مكبرات التشغيل عالية الدقة لها جهد دخل معادل مقداره ٢٠٠ ميكروفولت أو أقل.



شكل(٣٩) يوضح تعريف الجهود والتيارات التعويضية

- **المعامل الحراري للجهد المعادل Offset Voltage Temperature Coefficient:**

عمليا لا يعتبر جهد الدخل المعادل ذا أهمية حيث يمكن التخلص منه بواسطة تصفير (Zeroing) المقاومة المتغيرة. إلا أننا نأخذ في الاعتبار تغير جهد الدخل المعادل مع درجة الحرارة وهذه القيمة تصل إلى القليل من $\mu V/^oC$.

- **تيار انحياز الدخل Input Bias Current (I_{IB}):**

من المعروف أن زوج الترانزستور يحتاج تيار قاعدة، ومن ثم ، ففي الشكل (٣٩)، عندما يكون $V_1 = V_2 = 0V$ فإن I_1 و I_2 سوف لا يساويان صفرا. ويتم تعريف تيار الانحياز كمتوسط لقيمة التيارين I_1 و I_2 عندما يكون كل من الجهدين V_1 و V_2 يساوي صفرا. والقيمة النموذجية لتيار انحياز الدخل تساوي ٠,١ ميكرو أمبير للدائرة 741.

- **تيار معادلة الدخل Input Offset Current (I_{IO}):**

عندما يكون $V_1 = V_2 = 0V$ كما بالشكل (٤٣)، فإن قيمةالتياران I_1 و I_2 لا تكون متساوية، والتيار المعادل يكون ببساطة هو الفرق بين قيمتيهما. والقيمة النموذجية لتيار معادلة الدخل للدائرة 741 هو تقريبا ٢٠ مللي أمبير. ومع أن كلا من تيار انحياز الدخل وتيار معادلة الدخل يتأثران بدرجة الحرارة، ولكن في أغلب الدوائر يكون تأثيرهما مهمل.

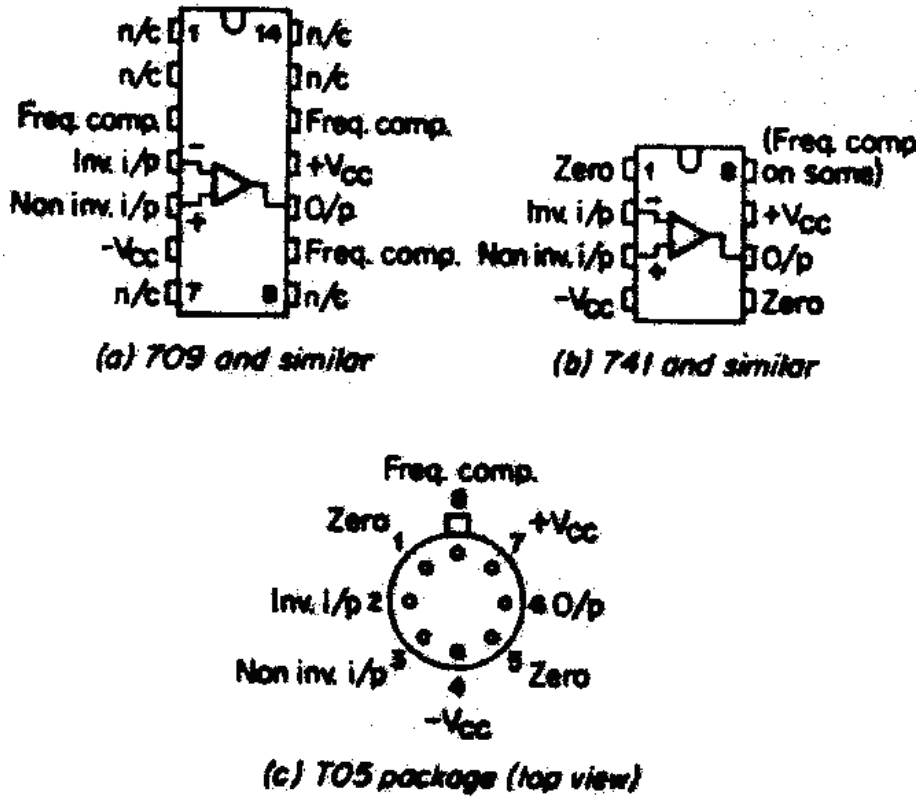
- **نسبة منع النمط المشترك Common Mode Rejection Ratio (CMRR):**

يقوم المكبر بتكبير الفرق بين جهدي الدخل الموجب والسالب، ويتم إهمال جهد النمط المشترك على الأطراف. مثلا جهدا الخرج في الشكل (٣٩)، عندما يكون $V_1 = 9V$ و $V_2 = 9.001V$أو $V_1 = 0V$ و $V_2 = 1mV$ ، يجب أن يكونا متماثلين. ولكن عمليا ، سوف يؤدي التفاوت الصناعي استجابة المكبر إلى جهد النمط المشترك ٩ فولت.

- **تغليف الدوائر المتكاملة لمكبرات التشغيل PACKAGING:**

يجدر بالملاحظة في تغليف الدوائر المتكاملة لمكبرات التشغيل متانة وتماسك التكوين واصطفاف أطراف التوصيل للدائرة على هيئة صفين Dual-In-Line (DIL) . حيث نلاحظ أن كل صف يحتوي على ٧ أطراف (أرجل) وبالتالي ١٤ رجل للدائرة ككل مثل تغليف الدائرة 709 ، أو كل صف يحتوي على ٤ أطراف وبالتالي ٨ أرجل للدائرة ككل مثل تغليف الدائرة 741.

أما تغليف الدوائر المتكاملة القديمة لمكبرات التشغيل فكان يأخذ شكل التغليف TO5 حيث تصطف الأطراف الثمانية على محيط دائرة.



شكل (٤٠) يوضح تغليف الدوائر المتكاملة لمكبرات التشغيل PACKAGING

الجدول التالي يوضح أرقام أرجل الدائرة المتكاملة لمكبر التشغيل رقم 741 ووظائفها:

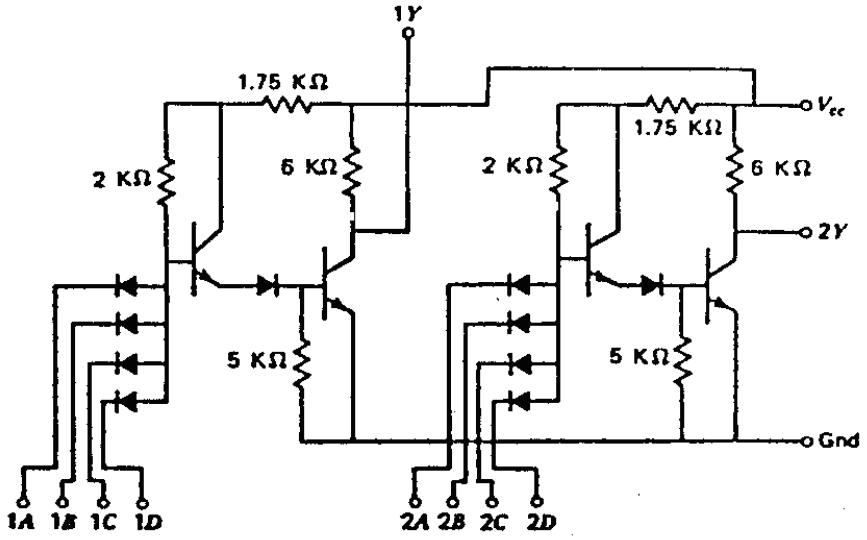
رقم الطرف	الوظيفة	الوظيفة بالإنجليزية
١	طرف الجهد المعادل	Offset terminal
٢	الدخل المعاكس	Inverting terminal
٣	الدخل غير المعاكس	Non-Inverting terminal
٤	طرف تغذية القدرة السالب	Negative voltage supply
٥	طرف الجهد المعادل	Offset terminal
٦	الخرج	Output
٧	طرف تغذية القدرة الموجب	Positive voltage supply
٨	طرف التعويض الترددي أو عدم التوصيل	Freq. compensation or Not connected

٢- الدوائر المتكاملة الرقمية Digital Integrated Circuits

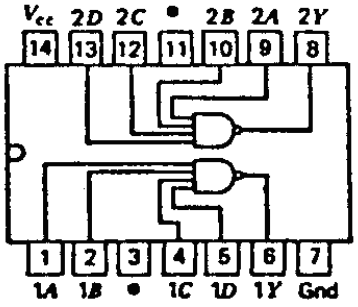
هي عبارة عن الدوائر المتكاملة العاملة في الأجهزة الرقمية والتي تتعامل مع الأرقام الثنائية والمتمثلة في 0 و1 ، حيث يمثل الصفر بمستوى جهد أدنى من المستوى الذي يمثل الرقم واحد. وهذه الدوائر تقوم بالتطبيقات المنطقية كلها مثل البوابات المنطقية Logic Gates، العدادات Counters، القلابات Flip-Flop، مسجلات الإزاحة Registers.... الخ). الشكل (٤١) يوضح الدائرة النظرية والشكل العملي لدائرة متكاملة رقمية تمثل بوابة منطقية مبسطة تقوم بعمل بوابة NAND ذات الأربعة أطراف وتغليف هذه الدائرة يضم بوابتين تقومان بنفس العمل ولكن لكل منهما أرجله الخاصة به.

تدريب:

قارن أوضاع مجموعتي مدخلات الأربعة ثنائيات في الدائرة التخطيطية (النظرية) بمدخلاتهما في الشكل العملي. لاحظ أن مخارج البوابتين المنطقيتين 1Y و2Y موجودة على الأرجل ٦ و٨ على التوالي في الشكل العملي للدائرة.



أ-الدائرة النظرية



ب-الشكل العملي

شكل (٤١) يوضح الدائرة النظرية والشكل العملي لدائرة متكاملة رقمية

أنواع الدوائر المتكاملة الرقمية من حيث التصنيع

يمكن تصنيف الدوائر المتكاملة من حيث التصنيع كما يلي:

١- تقنية أشباه الموصلات ذات الأكسيد المعدني (MOS) METAL-OXIDE-SEMICODUCTOR

وتعرف أيضاً بتقنية الترانزيستور ذات التأثير المجالي ذي البوابة المعزولة واختصارها بالإنجليزية IGFET وهي العملية الثانية والأساسية لتصنيع الدوائر المتكاملة وذات النماء السريع. دوائر NMOS أسرع من دوائر PMOS ، إلا أن صناعة دوائر NMOS أصعب في التحكم عند صناعتها عنها في دوائر PMOS .

٢- تقنية أشباه الموصلات المتتامة ذات الأكسيد المعدني COMPLEMENTRY-METAL-OXIDE-SEMICODUCTOR (CMOS)

وهي تتكون من ترانزيستور ذي قناة موجبة P وآخر ذي قناة سالبة N لخلق دائرة متكاملة أسرع من دوائر NMOS، وهي تستهلك قدرة صغيرة جدا إلا أن صناعتها مكلفة عن دوائر MOS، وبالتالي فإن هذا النوع من الدوائر يستخدم بكثرة في التطبيقات منخفضة القدرة مثل الساعات الرقمية.

٣- تقنية منطق ترانزيستور- ترانزيستور TRANSISTOR-TRANSISTOR-LOGIC (TTL)

من الملاحظ أن اختصار الإنجليزية هو TTL أو T^2L، وواضح من التسمية أنه تأكيد لخاصية المنطق وهو يمثل الهدف من منتجات عائلات العناصر الرقمية والتي تتكون بواسطتها الوظائف الرقمية. والدوائر المتكاملة الرقمية تقوم بحل مشاكل كثيرة بشرط معالجة الإشارات الكهربائية التي تمثل المعلومات بالتكوين الثنائي الأرقام. كما أن المنطق ترانزيستور- ترانزيستور TTL، يعتبر منتجاً مكتمل الوظائف حيث يوصف بالسرعة العالية والاستهلاك المنخفض القدرة. والوحدة الأساسية البنائية للترانزيستور – ترانزيستور المنطق تتكون من ترانزيستورين ثنائيي الأقطاب، إحداهما ترانزيستور متعدد الباعث (المشع) والذي يمثل مدخلات البوابة (مثلا أربعة مدخلات لبوابة نفي الجمع NAND). وهذه التقنية تستخدم في صناعة الدوائر المتكاملة حيث تعتبر الطريقة المفضلة الآن وبكثرة. وعندما يقول أحد أنه يريد دائرة متكاملة رقمية فإنه يتبادر إلى الذهن بأنه يريد دائرة متكاملة مصنعة بطريقة TTL. إضافة إلى ذلك نجد أن هذا النوع من الدوائر المتكاملة استحوذ على أغلب الرقم العائلي 74XXXX.

٤- تقنية منطق ترانزيستور- مقاومة RESISTOR-TRANSISTOR-LOGIC (RTL)

يعتبر هذا النوع من الأنواع القديمة، حيث كان مفضلا في بدايات عام ١٩٦٠. إلا أنه كان من الدوائر المتكاملة المتاحة والتجارية لعائلة الدوائر المنطقية.

٥- تقنية منطق ترانزيستور- ثنائي DIODE-TRANSISTOR-LOGIC (DTL)

وهو أيضا من الدوائر المتكاملة المتاحة والتجارية لعائلة الدوائر المنطقية.

٦- تقنية منطق الربط بالباعث EMITER-COUPLED-LOGIC (ECL)

وهي عبارة عن عائلة الدوائر المتكاملة الرقمية الثنائية الأقطاب والتي تستخدم تصميماً أكثر تعقيدا عن تصميمات TTL وذلك لزيادة سرعة التشغيل ويعتبر هذا النوع من الدوائر غالي الثمن ويستنفذ (يحتاج)

قدرة عالية وصعب الاستخدام، ولكن يمكنها أن تصبح هامة في الإنتاجية للحاسبات الضخمة بسبب تفوقها في السرعة عن دوائر TTL بمقدار أربعة مرات.

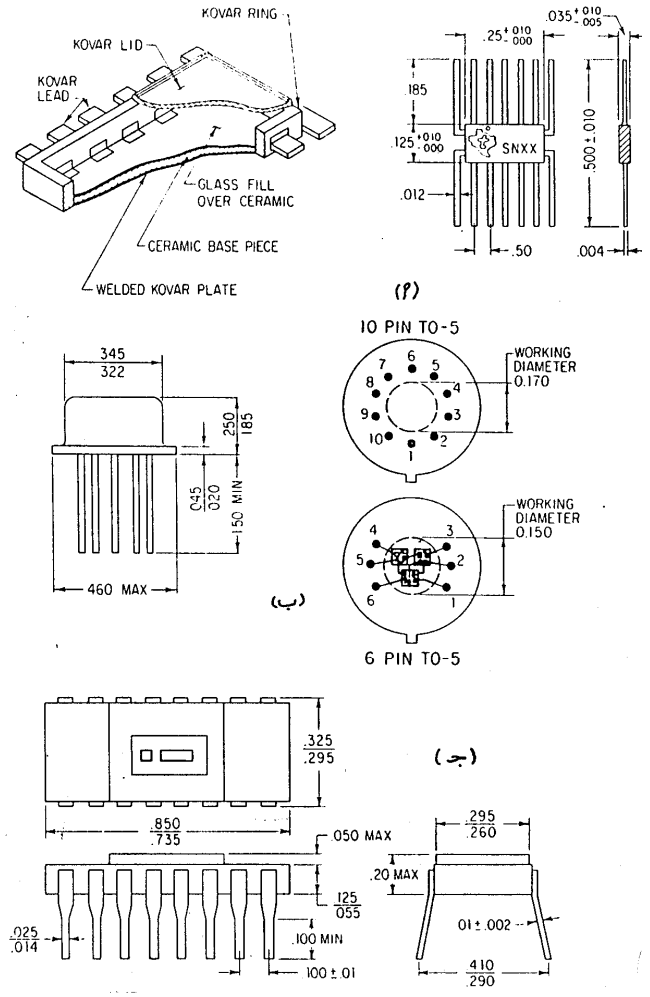
٧- تقنية منطق الحقن المتكامل INTEGRATED INJECTION LOGIC (IIL)

اختصارها بالإنجليزية I^2L وهي تعبر عن عائلة الدوائر المنطقية والتي بشرت بظهور البوابات المنطقية والتي تحتاج لقدرات منخفضة وأدت إلى إنتاج الدوائر المتكاملة والتي تمتاز بكثافة دوائر MOS المتكاملة وسرعة دوائر TTL والقدرة المنخفضة لدوائر CMOS.

تغليف الدوائر المتكاملة INTEGRATED CIRCUIT PACKAGING

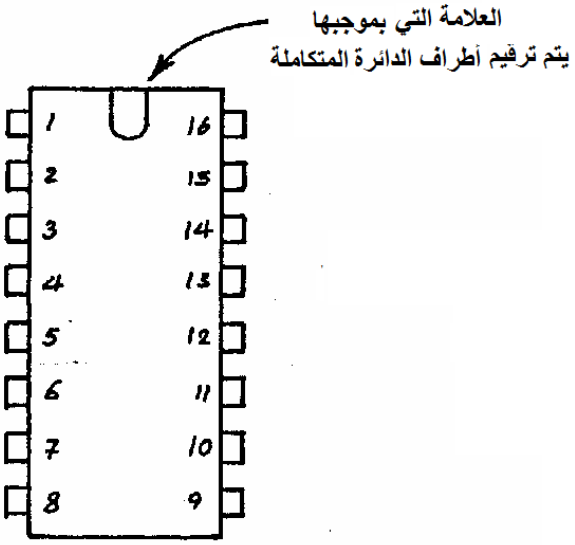
هناك ثلاثة أنواع من أشكال التغليف للدوائر المتكاملة سوف نقوم بالإشارة إلى كل نوع وأبعاده القياسية. ففي النوع الأول تكون الأرجل المعبرة عن أطراف الدائرة المتكاملة في مستوى جسم التغليف نفسه ويسمى هذا النوع بالتغليف السطحي Flat Packaging، والشكل (٤٢أ) يوضح هذا النوع من التغليف حيث يأخذ إما شكل المربع أو المستطيل ويحيط به عدد متساو من الأرجل على الجانبين أو على الأربعة جوانب (عدد الأرجل يصل إلى ٦٤ أو ٨٠ رجل (طرف) في هذا النوع من التغليف).

أما التغليف الثاني فيأخذ الشكل الأسطواني وهو النوع القديم والمستخدم في تغليف الترانزيستور المفرد التكوين إلا أنه قد تم استخدامه في احتواء الدوائر المتكاملة وبالتالي زادت عدد أرجله طبقا لزيادة عدد الأطراف للدائرة المتكاملة. والنوع الأسطواني المستخدم في تغليف الترانزيستور المفرد يعرف بالتسمية TO-5 ، الشكل (٤٢ب). أما النوع المستخدم في تغليف الدوائر المتكاملة والمعروف بالتسمية TO-100 فإن أقصى عدد للأرجل يمكن أن يحتويه هو عشرة أرجل بقاع الأسطوانة وحيث إن أرجل (أطراف) هذا النوع سهلة الكسر فإن قابسه أو لحامه في الدائرة المطبوعة يعتبر صعبا للغاية. ولهذا فإن التغليف المرتبة أرجله في صفين مزدوجين والمعروف بالاسم الإنجليزي DUIL-IN PACKAGE قد صمم للتغلب على عيوب النوع TO-100 كما بالشكل (٤٢ج).



شكل (٤٢) يوضح ثلاثة أنواع من شكل التغليف للدوائر المتكاملة

الشكل (٤٢ج) يوضح دائرة متكاملة ذات تغليف بنظام الصفين DIP سعة ١٦ طرف، وهي المفضلة والمتاحة، وفيها يصنع الغلاف من البلاستيك أو السيراميك. وتستخدم نفس المسافات البينية للأرجل الإبرية للدائرة المتكاملة (٠,١٠٠ بوصة = ٢,٥٤ مم) في الدوائر المتكاملة ذات السعات ٨ و١٢ و١٦ و٢٤ و٣٦ و٤٢. وفي أغلب الحالات يلتزم الصانع بنظام ترقيم قياسي للأرجل في كتالوجات الدوائر المتكاملة. أغلب نظم التغليف DIP تضع الرقم ١ والمعبر عن أول رجل للدائرة في أعلى الجانب الأيسر من المسقط الأفقي لتغليف الدائرة المتكاملة وتتم الإشارة إلى الطرف الأعلى بوضع علامة أو نقطة، كما يظهر في الشكل (٤٣).



شكل (٤٣) يوضح دليل قراءة ترقيم أرجل (أطراف) الدائرة المتكاملة

التدريبات والتمارين

- ضع علامة (✓) أمام الجملة الصحيحة وعلامة (✗) أمام الجملة غير الصحيحة:

١- القيمة الاسمية للمقاومة تعبر عن القيمة الفعلية.

٢- تتناسب سعة المكثف تناسبا طرديا مع المسافة بين لوحي المكثف.

٣- التفاوت في قيمة المقاومة يعني تغير القيمة الفعلية لها طبقا لظروف التصنيع.

٤- تتوافر المكثفات الكيميائية المتغيرة في سوق العناصر الإلكترونية.

٥- تتدهور حالة المكثفات الكيميائية في فترة التخزين.

٦- المقاومة ذات الألوان الشفرية : أسود- برتقالي- أخضر- أصفر قيمتها ٤٥٣ أوم.

- اختر الجملة المناسبة التي تدل على الجواب الصحيح:

١- المقاومة ذات الألوان الشفرية : أصفر- أسود- أسود- بني قيمتها تساوي:

- ٩٧,٦ كيلوأوم
- ٤٥٣ أوم
- واحد ميجاأوم

٢- تتم تغذية مجمع الترانزستور الثنائي القطبية ذي التكوين NPN :

- بجهد سالب
- بنسبة ٧٥٪ من الجهد السالب للبطارية
- بجهد موجب

٣- أقصى جهد عكسي PIV لثنائي التوحيد 1N4006 هو:

- ٨٠٠ فولت
- ٦٠٠ فولت
- ٤٠٠ فولت

ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(تابع) ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تقييم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب على.....

قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة، وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه:

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١- ..... ٢- ..... ٣- ٤-				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

ورشة إلكترونية

اللحام بالقصدير

الوحدة الرابعة : اللحام الإلكتروني

معلومات عامة للمدرب والمتدرب

الجدارة : الإلمام بعملية اللحام في التجميع الإلكتروني والتعرف على سبائك مادة اللحام المختلفة النسب من الرصاص والقصدير وكيفية استخدامها بطريقة سليمة سواء بكاوية اللحام أو بحوض اللحام.

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادرا على :

١ –التعرف على عملية اللحام وسبائك مادة اللحام والمادة المساعدة.

٢- التعرف على كاوية اللحام وكيفية استخدامها والتعامل معها.

٣- التعرف على حوض اللحام وكيفية إجراء عدد من نقط اللحام مرة واحدة وفي نفس الوقت.

٤- الإلمام وممارسة اللحام واكتساب المهارات في ذلك.

٥- التدريب على فك نقط اللحام

مستوى الأداء المطلوب : ١٠٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : محاضرتان نظريتان + ثمان محاضرات عملي.

الوسائل المساعدة :

١- التدريب العملي على تمارين أولية على عملية اللحام.

٢- تأمين عدد من الدوائر المطبوعة ذات الوسائد الدائرية لتنفيذ ١٠٠ نقطة لحام.

٣- استخدام الوسائل التعليمية (عارض البيانات والنظام المرئي) عند التعريف بعملية اللحام وعناصره.

الجدارة المطلوب تحقيقها :

توسيع مدارك المتدرب العملية وإكسابه مهارة عالية في تنفيذ نقط اللحام وكذا التدرب على اللحام الإنتاجي بواسطة حوض اللحام.

متطلبات الجدارة :

١- مواظبة المتدرب على اكتساب مهارة اللحام خلال ٨ ساعات تدريبية داخل الورشة.

٢- تشجيع المتدرب على فك ولحام بعض عناصر التطبيقات المنفذة بالورشة

المحتوى

- اللحام بالقصدير
- مادة اللحام
- مساعد اللحام
- كاوية اللحام
- عملية الطلاء بالقصدير
- فك نقط اللحام
- حوض اللحام بالقصدير

اللحام بالقصدير Soldering

مقدمة

اللحام بالقصدير هو عملية توصيل مواد معدنية باستخدام معدن إضافي (القصدير) تحت تطبيق وتأثير الحرارة المرتفعة، فتصبح نقطة اللحام عبارة عن ربط ميكانيكي وتوصيل كهربائي. أما درجة حرارة الانصهار للقصدير المستخدم في عملية اللحام فتقترب من ١٨٣ مئوية. لذا فإن المواد الأساسية المطلوب لحامها يتم ترطيبها بواسطة القصدير السائل دون انصهاره.

مادة اللحام Solder

مادة اللحام عبارة عن سبيكة تتكون من القصدير tin(Sn) والرصاص lead(Pb)، ومن الممكن أن يضاف إليها مواد أخرى ولكن بنسب قليلة جداً. وتتراوح نسب القصدير إلى الرصاص حسب مسمى مادة اللحام فهناك مادة لحام 40/60 و 50/50 و 60/40 ، إلا أن أشهر السبائك استخداماً في لحامات الدوائر الإلكترونية هي سبيكة اللحام 60/40 ذات النسب ٦٠٪ قصدير + ٤٠٪ رصاص لأنها تنصهر وتنساب بسرعة عند درجات حرارة منخفضة مقارنة بالأنواع الأخرى. وتوجد مادة اللحام هذه في صورة بكرات سلكية كما بالشكل (١).

شكل (١) يوضح بكرات من سلك القصدير

مساعد اللحام Flux

تحت ظروف التسخين لسطح المعدن المراد لحامه يتعرض هذا المعدن للأكسدة مع أوكسجين الهواء المحيط به. وتمنع طبقة الأكسدة هذه عملية ترطيب السطح وانتشار مادة اللحام على سطح المعدن المراد لحامه. ومهمة مساعد اللحام Flux هو منع هذه الحالة من الحدوث والعمل على إذابة طبقة الأكسدة التي تكون قد تكونت. كما ينبغي الإشارة إلى أن كثافة مساعد اللحام يجب أن تكون أقل كثافة من مادة اللحام نفسها ، وأيضا يجب أن يتوافق مساعد اللحام مع كلا من:

- مادة اللحام
- المعادن المراد ربطها
- درجة حرارة العمل واللحام
- متطلبات نقطة اللحام

كاوية اللحام Soldering Iron

كاوية اللحام الكهربائية هي المصدر الحراري المستخدم في عمليات لحام العناصر الإلكترونية بالدوائر وتتكون كاوية اللحام كما بالشكل (٢) من:

١- **سلاح الكاوية:** وهو مصنوع من قضيب من النحاس يتم وضع ثلثي طوله داخل الملف الحراري لتسخينه، ويشكل طرفه الآخر بطرق مختلفة تناسب عمليات اللحام المستخدم فيها. فهناك شكل قلمي أي مخروطي وآخر ذو حد يشبه حد المفك ويمكن ثني سلاح الكاوية لنتمكن من رؤية نقطة اللحام. يتم تثبيت سلاح الكاوية بواسطة مسمار قلاووظ حتى يمكن إخراجه من آن لآخر لتنظيفه أو لإعادة تشكيل وتحسين طرف السلاح بواسطة صنفرة أو مبرد ناعم.

٢- **الملف الحراري:** وهو عبارة عن سلك حراري (نيكروم) يتم اختياره طبقاً للقدرة المطلوبة للكاوية حتى تعطي الحرارة اللازمة لعملية اللحام. ويحتضن الملف الحراري ثلثي طول سلاح الكاوية، ويوضع الملف الحراري داخل الكاوية معزولاً عن جسمها المعدني. وتباع الكاوية طبقاً للقدرة المسحوبة في الملف الحراري.

٣- **الجسم الأسطواني المعدني:** وهو عبارة عن ماسورة معدنية أسطوانية يثبت في طرفها الأمامي جلبة بها مسمار قلاووظ لتثبيت سلاح الكاوية، وتغلف من الداخل بورق حراري للعزل الكهربائي والحراري

للملف الحراري. ويتم تثقيبها من الطرف القريب للمقبض لتبديد الحرارة في هذه المنطقة حتى لا تعمل على إتلاف المقبض أو الوصلات السلكية الموصلة للكهرباء للملف الحراري.

شكل (٢) يوضح أجزاء كاوية اللحام الكهربائية

٤- المقبض: وهو عبارة عن مقبض مصنوع من البلاستيك أو الخشب يثبت في مقدمته الجسم الأسطواني المعدني. ويوجد ثقب محوري خلال هذا المقبض يتم فيه التوصيل الكهربائي للملف الحراري.

وتتواجد الكاويات الكهربائية بتصميمات مختلفة ومتعددة. الشكل (٣) يوضح كاوية لحام كهربائية ذات قدرة كهربية واحدة. كما أن قدرات الكاويات الكهربائية من هذا النوع تأخذ القيم ٢٠- ٣٠- ٥٠- ٧٠- ٨٥- ١٢٠وات.

الشكل (٤) يوضح كاوية كهربائية مزودة بمحول كهربائي، وحامل للكاوية، وإسفنجة تقوم بعمل مسح لطرف سلاح الكاوية، ومفتاح تشغيل، وضابط درجة الحرارة.

أما الشكل (٥) فيوضح كاوية كهربائية على شكل مسدس تستعمل في مواقع العمل التي تتطلب السرعة والدقة في تنظيف اللحام الجيد. كما أنها مزودة بدرجتي حرارة لحام إحداهما منخفضة القدرة أو الحرارة والأخرى عالية القدرة أو الحرارة. وهناك كاويات ذات قدرات تتراوح بين ١٠٠ إلى ٣٢٥ وات ويمكنك اختيار المناسب منها.

شكل (٣) يوضح كاوية مزودة بمحول كهربي وحامل للكاوية وإسفنج

شكل (٤) يوضح كاوية كهربائية قابلة لضبط درجة الحرارة

شكل (٥) يوضح كاوية لحام على شكل مسدس

عملية الطلاء بالقصدير Tinning Process

للقيام بعملية لحام ناجحة، فإنه ينبغي القيام بعملية طلاء سلاح الكاوية بالقصدير وأيضا الأطراف المعدنية المراد لحامها. والطلاء بالقصدير هنا يعني تنظيف منطقة اللحام وطلائها بطبقة رقيقة من القصدير. إن عملية الطلاء بالقصدير تساعد على إختراق وإنتشار مادة اللحام المنصهرة على طبقة من سطح معدن نقطة اللحام. كما أنه وعند تطبيق درجة الحرارة على نقطة اللحام ينصهر بسهولة قصدير الطلاء الموجود على كافة أطراف اللحام ويندمج معا مكونا نقطة ربط بينها.

ملاحظات يجب أخذها في الاعتبار عند إجراء عملية اللحام:

١- الإختيار المناسب للكاوية من ناحية القدرة الكهربائية وبالتالي درجة الحرارة.

٢- يجب اختيار الطرف المناسب لسلاح الكاوية.

٣- يجب طلاء طرف سلاح الكاوية بالقصدير قبل استخدامها وكذا طلاء السلك أو طرف التوصيل الكهربائي بعد تنظيفه.

٤- يجب مسك الطرف المراد لحامه بالزرادية أو ملقاط حتى تتجنب وصول الحرارة لليد.

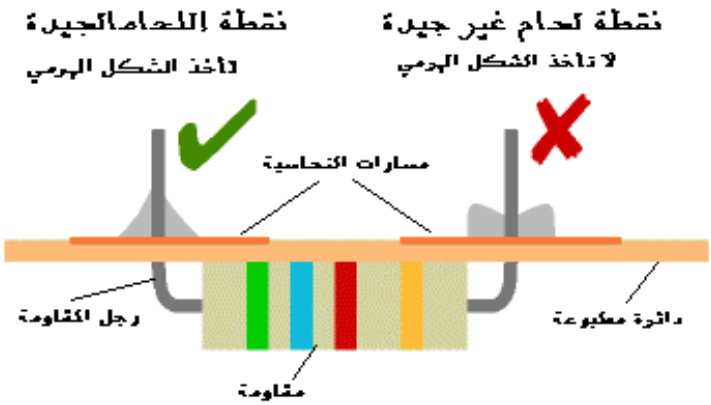
٥- لا ينصح بلحام سلك مع سلك.

٦- لحام نقط التوصيل يتم بين طرف توصيل وطرف سلكي.

٧- عدم تحريك الطرف المراد لحامه أثناء اللحام حتى لا ينتج تصدع في نقطة اللحام.

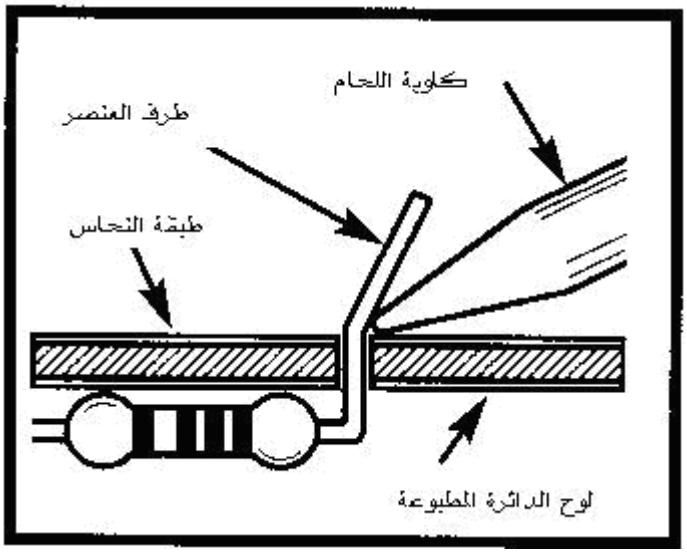
٨- لا ينبغي النفخ بالفم في نقطة اللحام لتبريدها.

٩- نقطة اللحام الجيدة هي المخروطية ذات السطح الهرمي المقعر اللامع. لاحظ أشكال نقط اللحام بالشكل (٦).



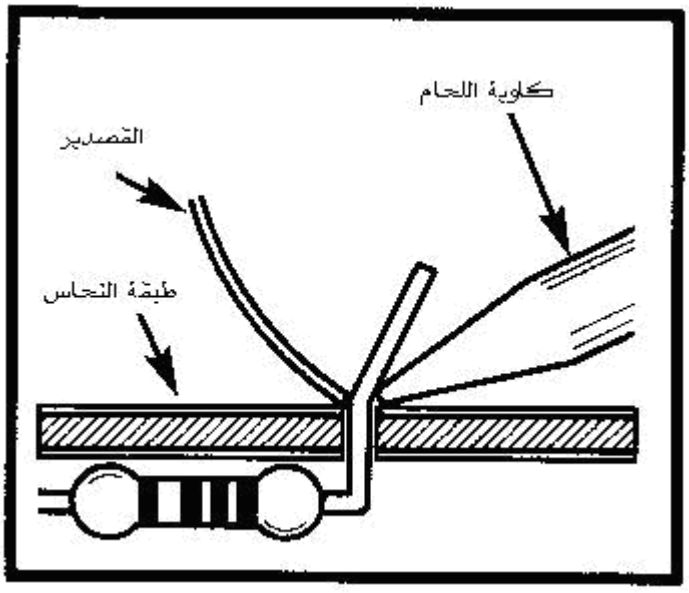
شكل (٦) يوضح الفرق بين نقطة لحام جيدة وغير جيدة

طريقة الحصول على نقطة لحام جيدة:



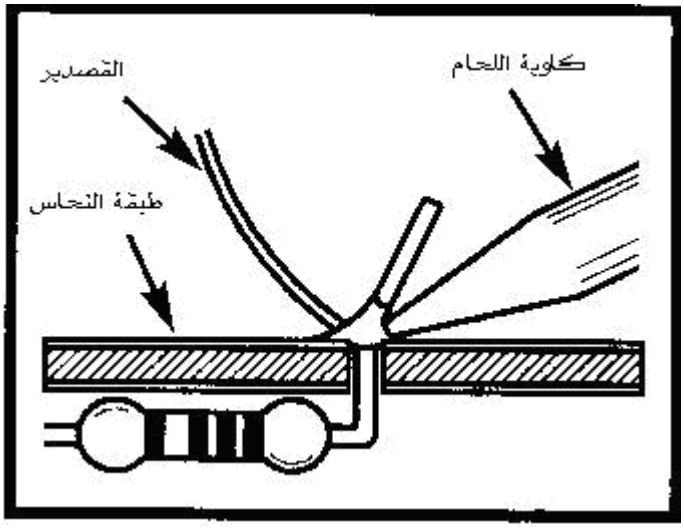
شكل (٧) يوضح كيفية تسخين طبقة النحاس المحيطة بطرف العنصر

اللحام بالقصدير يتم على المسارات النحاسية فقط، وبالتحديد في منطقة الوسائد (ثقب دخول طرف العنصر والمحاط بطبقة نحاس رقيقة وملتصقة في المادة العازلة للدائرة المطبوعة) من الدائرة المطبوعة. وللحصول على نقطة لحام جيدة، قم بوضع طرف سلاح الكاوية الكهربائية بطريقة مناسبة لتسخين طبقة النحاس للدائرة المطبوعة وطرف العنصر المراد لحامه فيها في نفس الوقت (زاوية 45^{o} تقريبا بين اللوحة ورأس الكاوية) كما بالشكل (٧).



شكل (٨) كيفية الحصول على نقطة لحام جيدة

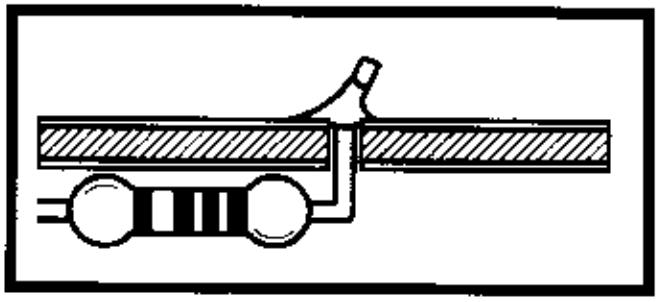
قم بوضع كمية صغيرة من القصدير على طرف سلاح الكاوية (تبييض سلاح الكاوية). فإن هذا يسمح بانتقال الحرارة من الكاوية إلى طبقة النحاس. قم مباشرة بتطبيق القصدير على الجانب المقابل من التوصيل كما بالشكل (٨)، بعيدا عن سلاح الكاوية، فإن هذا يجعل القصدير ينصهر ويتغلغل في منطقة التوصيل الساخنة.



شكل (٩) يوضح كيفية تحقيق نقطة لحام مخروطية

ملاحظة

اعمل دائما على جعل القصدير ينساب حول نقطة التوصيل. قم بسحب سلاح الكاوية على طرف العنصر لأعلى وأيضاً القصدير واترك نقطة التوصيل لتبرد. يجب أن ينساب القصدير بطريقة ناعمة وانسيابية ولا يسبب كومة من القصدير حول طرف العنصر.



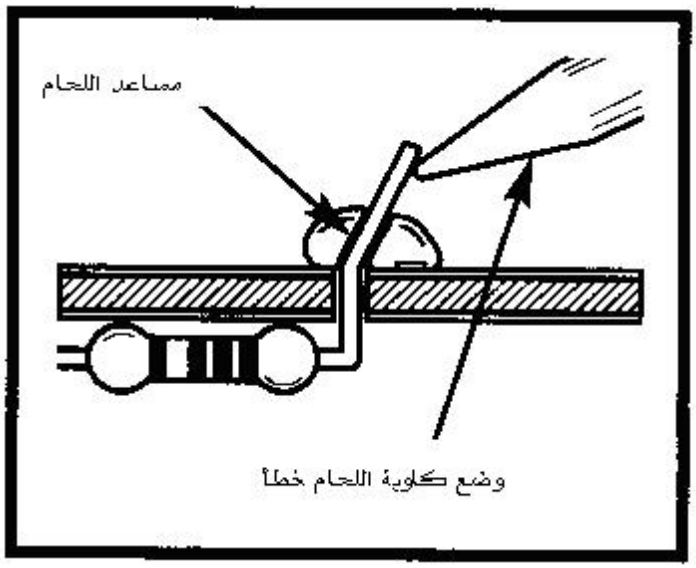
شكل (١٠) يوضح نقطة لحام جيدة

الشكل يوضح نقطة لحام جيدة حيث تميل إلى الشكل المخروطي.

نقط اللحام غير الجيدة:

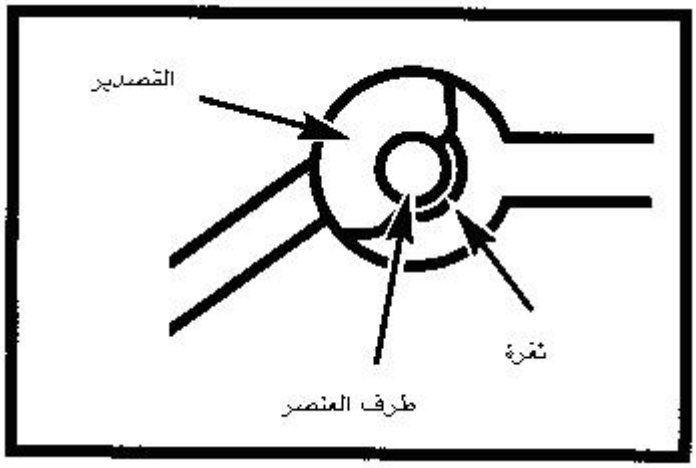
الحالات التالية توضح أشكال نقاط اللحام الغير جيدة، وأسبابها:

- عدم تحقيق التسخين الكافي، يؤدي إلى عدم انسياب مادة القصدير حول طرف العنصر والتصاقها بطبقة النحاس الخاص بالدائرة المطبوعة كما بالشكل (١١).



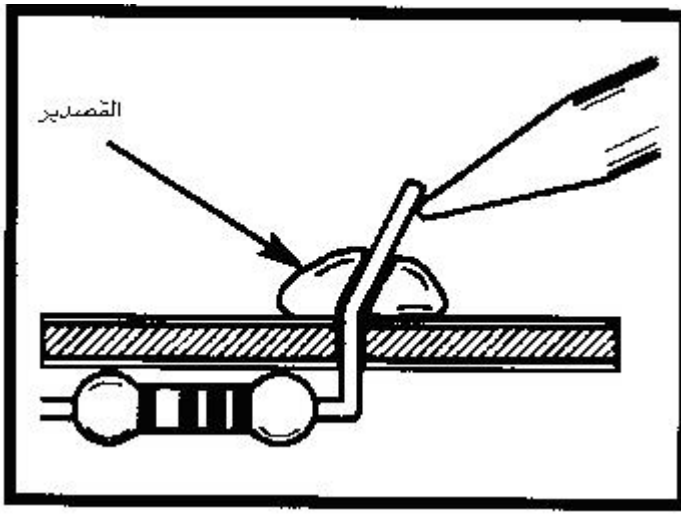
شكل (١١) يوضح الوضع الخاطيء للكاوية

- عدم توافر القصدير، يؤدي إلى عدم تغطية نقطة التوصيل كاملة ، حاول توفير الكمية المناسبة من القصدير التي تمكنك من التغطية الكاملة لنقطة التوصيل كما يظهر بالشكل (١٢).



شكل (١٢) توضح نقطة لحام فقيرة من القصدير

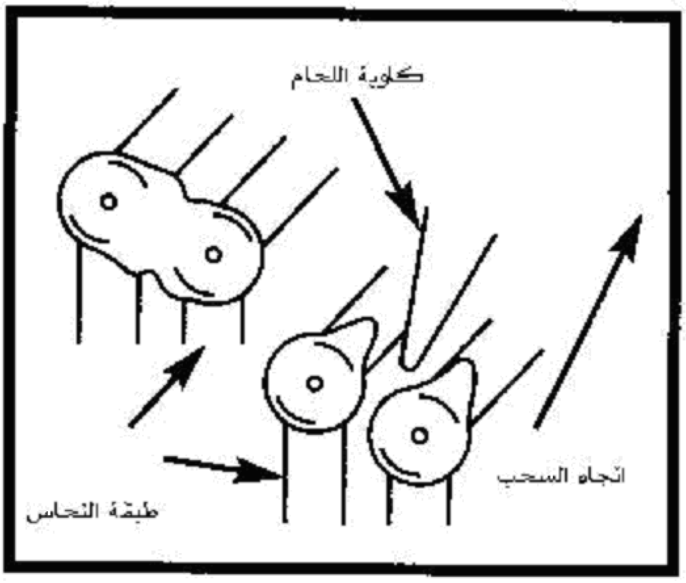
- كمية كبيرة من القصدير تؤدي إلى انتشار القصدير ووصوله إلى مسارات أخرى مما يسبب حالة القصر في الدائرة المطبوعة.



شكل (١٣) يوضح تكوم القصدير حول طرف العنصر الساخن بكمية كبيرة لتسبب قفلة (قصر)

ملاحظة

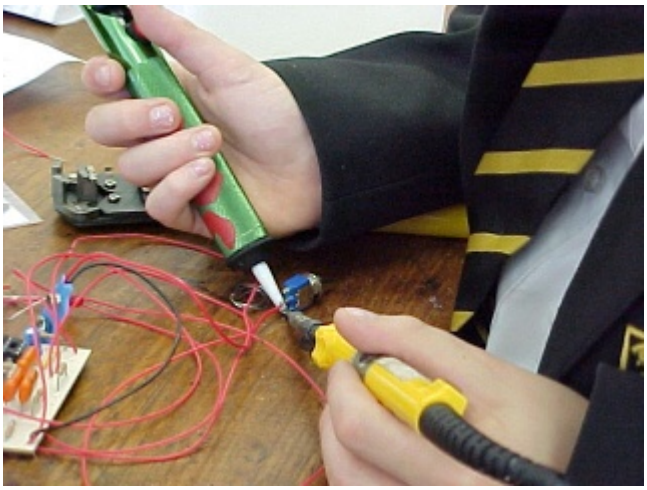
إذا حدث وتقنطر (إنتشر) القصدير بين نقطتي توصيل، مما يؤدي إلى حدوث قفلة (Short) بينهما، فإنه يمكنك الفصل بينهما بإمرار سلاح كاوية اللحام بينهما فيعمل ذلك على صهر القصدير في المنطقة البينية وعزلهما عن بعضهما. حيث سيتم استخدام هذه الطريقة للدوائر المطبوعة الملحومة بحوض اللحام.



شكل (١٤) يوضح كيفية الفصل بين نقطتي لحام

فك نقط اللحام Desoldering

يمكنك فك نقط اللحام بتسليط الكاوية عليها حتى تنصهر ثم تقوم بشفط القصدير المنصهر بواسطة شفاط كما هو موضح بالشكل (١٥)، أو بواسطة شريط السلك النحاسي المجدول والذي يلتقط القصدير كما بالشكل (١٦)



شكل (١٥) يوضح كيفية فك اللحام بإستخدام الشفاط

الشفاط

شريط السلك المجدول

شكل (١٦) يوضح أدوات فك اللحام

حوض اللحام بالقصدير

يعمل حوض اللحام بالقصدير طبقا للحام بالغمس، حيث يتم غمس السطح الموصل (النحاس) للدائرة المطبوعة في حوض قصدير سطحه ثابت ثم إخراجه مرة أخرى بعد زمن مكوث قصير. وبهذه الطريقة يمكنك لحام كل نقط اللحام الموجودة في الدائرة المطبوعة مرة واحدة لألواح دوائر مطبوعة مختلفة المساحات (هناك أحواض تقوم بإستيعاب دوائر مطبوعة حتى مساحة ١٨٠×٣٥٠ ميللي متر).

ويمتاز حوض اللحام بالمميزات التالية:

١- كفاءة لحام جيدة
٢- سهولة في الاستخدام
٣- سرعة الاستفادة
٤- الكثافة
٥- كمية صغيرة من القصدير (٤ كيلوجرام)
٦- تكلفة صغيرة من ناحية استهلاك الكهرباء، القصدير، الصيانة

ملاحظات عامة بالنسبة للحام بالحوض:

النظافة:

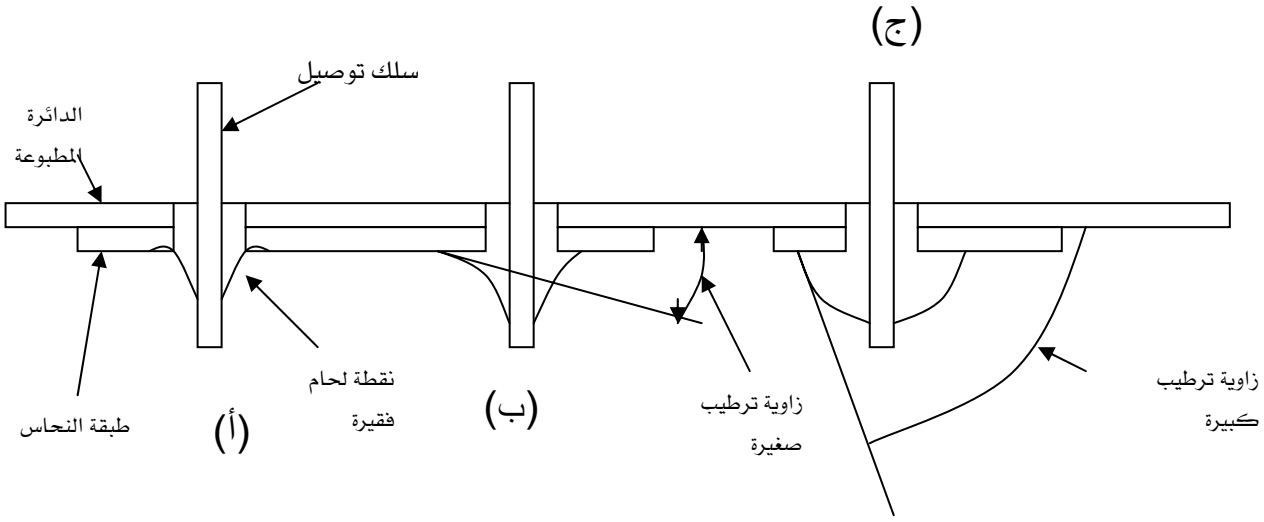
المتطلب الهام لتحقيق نقط لحام ناجحة هو تحقيق درجة عالية من النظافة. فيجب خلو كل من لوح الدائرة المطبوعة والعناصر الإلكترونية من الاتساخات والزيوت والتأكسد (التأكسد هو عملية تفاعل كيميائي بين المعادن والأوكسجين الموجود في الهواء). وباستخدام منظف أو محلول مناسب أو كحول يمكنك إزالة الاتساخات وطبقة الزيوت أو الدهون.

اللحام بالقصدير:

- سبيكة اللحام المستخدمة هي بنسبة قصدير ٦٣٪ إلى ٣٧ ٪رصاص
- درجة حرارة الانصهار حوالي ١٨٣ مئوية
- درجة حرارة تشغيل عملية اللحام لابد أن تكون أكثر من درجة حرارة الانصهار بمقدار من ٨٠- ١٠٠ درجة مئوية.

إدخال العناصر:

قبل تشغيل حوض اللحام على لوح الدائرة المطبوعة، يجب تجهيز العناصر الإلكترونية بثني أطرافها وتقطيعها. مع ملاحظة أن طول منطقة القطع لأطراف العنصر لا يجب أن يزيد عن واحد إلى واحد ونصف مليمتر على جانب اللحام لتقليل العيوب.



شكل (١٧) يوضح نماذج من نقط اللحام وعلاقتها بزاوية الترطيب

(أ) كمية صغيرة جدا من القصدير ، تعطي تهذيباً صغيراً

(ب) كميه متوسطة من القصدير ، تعطي زاوية ترطيب صغيرة

(ج) كمية كبيرة من القصدير تعطي زاوية ترطيب كبيرة

ملاحظات:

- تعتبر زاوية الترطيب صفة لكفاءة اللحام، فزوايا الترطيب الأقل من ٢٥ درجة تعطي نقط لحام ناجحة، وزاوية الترطيب ٥٠ درجة هي فقط قابلة للسماح كما بالشكل (١٧).
- يوصى بأن تكون نقطة اللحام ناعمة كلما أمكن ذلك ولامعة وبدون بقايا.
- اسطح نقط اللحام ذات الحبيبات تدل على التسخين الزائد أو الاستمرار في زمن اللحام فترة طويلة.

التشغيل :

الإعداد لإجراء عملية اللحام بالحوض:

١- أولا قم بتجميع عربة اللحام. لاحظ ضبط اللوح المعدني المصنوع من الصلب المقاوم للصدأ و الذي يقوم بدفع الخبث أمامه من سطح حوض القصدير.

٢- ضع حوض اللحام أفقيا ، شكل (١٨) في وضع ثابت حتى يتم تغطيس كامل سطح التوصيل للدائرة المطبوعة بانتظام في قصدير اللحام خلال عملية اللحام.

٣- قم بتوصيل الحوض لمنبع تغذية كهربائية مقداره ٢٣٠ فولت متردد. علما بأن حوض اللحام وأيضاً جهاز مساعد اللحام والتجفيف يعملان على نفس المنبع الكهربائي وفي نفس الوقت من مقبس بمصهر يعمل حتى ١٦ أمبير. ولدواعي الأمان، يجب تدعيم الوصلة بحماية مثل تزويدها بمفتاح عطل تيار للحماية يعمل حتى ٣٠ ميللي أمبير.

شكل (١٨) يوضح مكونات حوض اللحام بالقصدير

ترتيبات صهر القصدير بحوض اللحام:

١- ضع بعض قضبان القصدير في حوض اللحام ثم قم بإدارة مفتاح الثيرموستات إلى المستوى١٠ ، ستضاء لمبة التحكم الحمراء لبيان حالة التشغيل للمسخن. إذا تم انصهار قضيب القصدير، يمكنك إضافة قصدير آخر حتى يصل السائل حتى ٢ ميلليمتر أسفل حافة الحوض.

٢- ارتفاع مستوى القصدير يتم ضبطه تماما للخطوة الأولى للحام. استخدم لوح دائرة مطبوعة تالف لاختبار مستوى القصدير بالحوض. يجب أن تكون هذه الدائرة المطبوعة كبيرة بدرجة ممكنة.

بالإضافة، قم بمسكها على عربة اللحام. ضعها بالأربعة عجلات التي ستجري على القضبان لحوض اللحام. على الأقل يجب غمس اللوح في القصدير حتى نصف سمك المادة.

٣- وبعد هذا الإعداد، قم بتغطية الحوض بالغطاء المخصص واتركه ليصهر القصدير (ساعة على الأقل) وحتى استخدام الحوض.

خطوات اللحام بالقصدير المنصهر بالحوض:

١- قم بتهيئة قضبان عربة اللحام لكي تناسب عرض لوح الدائرة المطبوعة، بعد وضعها عليها.

٢- قم بتوجيه الدائرة المطبوعة خلال قضبان عربة اللحام حتى تدخل في القواعد (اليايات) الماسكة.

ملاحظة

ربط اللوح يجب أن يكون ممكناً بدون جهد كبير حتى لا تخرج أو تتحرك العناصر المركبة.

٣- الآن تأخذ خطوة مساعد اللحام والتجفيف مكانها.

٤- يجب أن تصل درجة حرارة الحوض إلى ٢٦٠ درجة مئوية تقريبا وتظل بعد ذلك ثابتة.

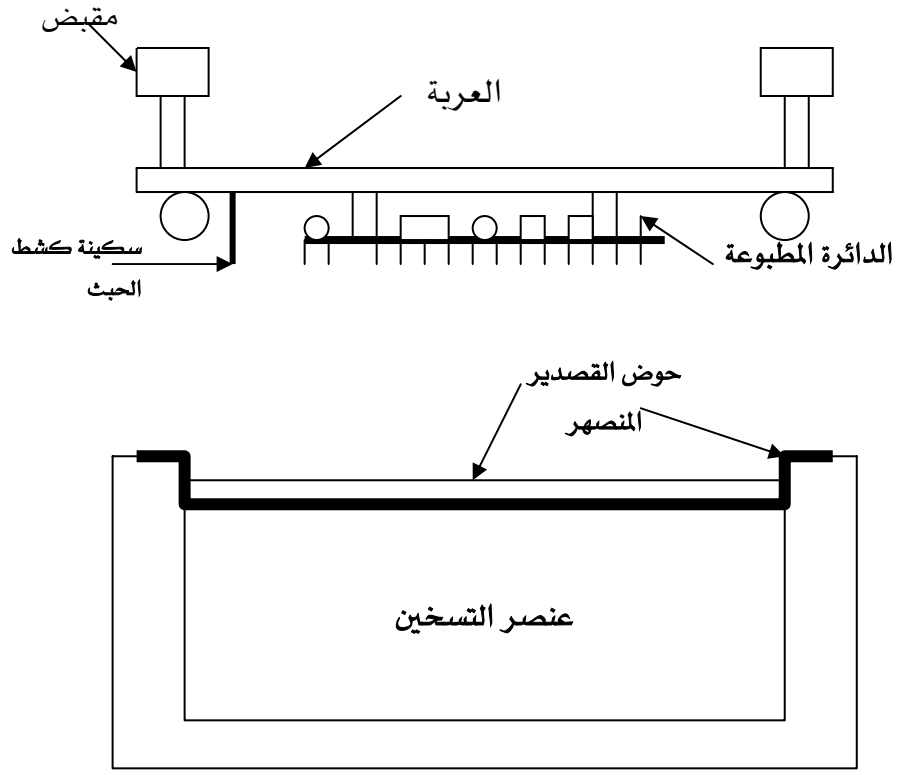
٥- خذ عربة اللحام بلوح الدائرة المطبوعة بكلتا يديك وحاول وضعها بالحوض بزاوية إدخال بين ١٥ و٢٠ درجة كما بالشكل (٢٠). معدن الشريحة المنزوع الموجود على الجانب الأمامي من عربة اللحام يغمس في قصدير اللحام ويخلص سطح القصدير من طبقة الأوكسيد عند الحركة للأمام (أعد هذه الخطوة إذا كان ضروريا)، بحيث تصبح عربة اللحام منخفضة تماما عند وصولها إلى الطرف الآخر.

٦- عند إستخدام لوح الدائرة المطبوعة أحادية الجانب، فإن فترة اللحام تأخذ في حدود من ٢ إلى ٣ ثوان. أما في حالة لوح الدائرة المطبوعة مزدوجة الجانب، فيجب عليك الإنتظار حتى يخترق القصدير ثقوب الدائرة المطبوعة للوصول إلى الجانب الآخر (الخاصية الشعرية).

٧- وللتعقيب على خطوات اللحام بالقصدير، هناك طريقتان تحققان النجاح:

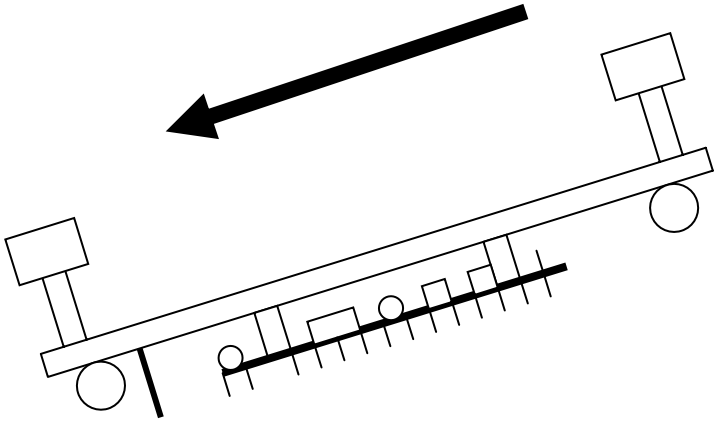
- مع ألواح الدوائر المطبوعة الصغيرة، ارفع عربة اللحام عند المقدمة (عند معدن الشريحة المنزوعة). حركها بسرعة للخارج في زاوية واحدة من ٢٠ الى ٣٠ درجة، ثم انتظر حتى تستقر نقط اللحام.

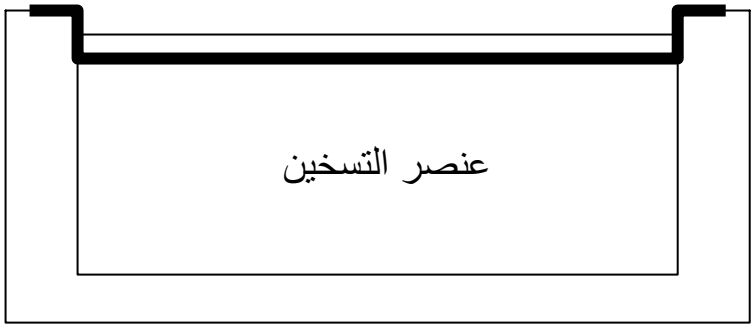
- مع ألواح الدائرة المطبوعة الكبيرة، خذ عربة اللحام بسرعة رأسيا من حوض اللحام وانتظر حتى تستقر نقط اللحام.



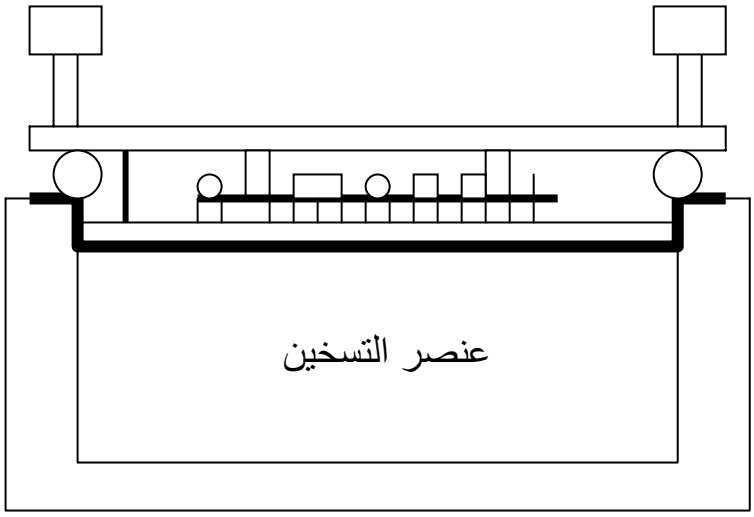
شكل (١٩) يوضح تكوين الحوض والعربة

اتجاه إدخال الدائرة
المطبوعة حوض اللحام





شكل يوضح كيفية هبوط العربة الحاملة للدائرة المطبوعة لتستقر فوق سطح حوض القصدير فتنغمس جميع أطراف العناصر أعلى الدائرة المطبوعة في سطح القصدير المنصهر



شكل يوضح استقرار العربة على سطح الحوض و انغماس أطراف العناصر أعلى الدائرة المطبوعة في القصدير المنصهر

شكل (٢٠) يوضح كيفية اللحام خلال حوض القصدير المنصهر

فحص نقط لحام الدائرة المطبوعة :

يجب أن يظهر جانب اللحام (التوصيل) للدائرة المطبوعة كما يلي:

- نقاط لحام القصدير يجب أن تكون لامعة، فضية، ومنتشرة للخارج بانتظام.
- قم بإزالة الكباري القصديرية بين المسارات النحاسية القريبة إذا وجد، وذلك بواسطة كاوية اللحام والشفاط قم بإزالة متبقيات مساعد اللحام بواسطة محلول.

الصيانة / بيانات فنية :

من وقت إلى آخر وحسب الاستخدام، قم بفحص ما يلي:

- ارتفاع منسوب القصدير المنصهر بالحوض
- إزالة مخلفات اللحام من سطح القصدير بعد تهوية الحوض

جهد التغذية	٢٣٠ فولت
التيار المستهلك	٦،٥ أمبير
قدرة التسخين	١٥٠٠ وات
زمن التسخين حتى ٢٥٠ درجة مئوية	٣٠ دقيقة
منظم الحرارة	ثيرموستات يعمل بإزدواجية المعدن
نوع المنظم	منظم وصل وفصل
درجة حرارة الحوض	أقصى درجة ٢٩٠ درجة مئوية
حجم الحوض	٢١٠×٢٣٥ ميللي متر
كمية القصدير لملأ الحوض	تقريبا ٤ كيلوجرام
أبعاد الحوض	٢٦٠×٢٩٥×١٤٠ ميللي متر
الوزن	تقريبا ٩ كيلوجرام

ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(تابع) ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

التدريبات والتمارين

قم بإختيار الإجابة الصحيحة :

- لتنفيذ نقطة لحام جيدة:

- يجب تسخين طرف العنصر فقط
- يجب تسخين الوسادة النحاسية (نقطة التوصيل) فقط
- كل ما سبق

- وجود مساعد اللحام في أثناء اللحام:

- يمنع اتحاد الأوكسجين مع سطح النحاس الساخن
- يزيل طبقة الأوكسيد من السطح النحاسي أثناء اللحام
- كل ما سبق

- عملية اللحام في حوض القصدير المنصهر:

- تقوم بلحام نقطة واحدة
- تقوم بلحام عدد محدد من نقط اللحام في الدائرة المطبوعة
- تقوم بلحام جميع نقط اللحام الموجودة في الدائرة المطبوعة

تنفيذ تمارين عملية:

- قم بتنفيذ ١٠٠ نقطة لحام على دائرة مطبوعة ذات وسائد دائرية
- قم بتنفيذ ٥٠ نقطة لحام لأطراف أسلاك على الدائرة المطبوعة ذات الوسائد الدائرية
- قم بإعداد دائرة مطبوعة لوصلات سلكية لتنفيذ لحام نقاطها خلال حوض القصدير المنصهر

تقييم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج :

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب على.....

قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

إسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه:

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١- ..... ٢- ..... ٣- ٤-				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

ورشة إلكترونية

تركيب العناصر على لوحة إلكترونية

الوحدة الخامسة : تركيب العناصر على لوحة إلكترونية

معلومات عامة للمدرب والمتدرب

الجدارة : هذه الوحدة تعتبر الوحدة المحورية في هذه الحقيبة حيث الهدف الهام لها هو إلمام المتدرب بفنون التجميع الإلكتروني.

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادرا على:

١ –القيام بتصميم وتنفيذ الدائرة المطبوعة.

٢- القيام بتجميع أي دائرة إلكترونية في صورة جهاز قابل للاستخدام.

٣- التعرف على تقنيات صناعة الدوائر المطبوعة.

٤- ضرورة تعلم إحدى البرمجيات العاملة في تصميم الدوائر المطبوعة والتمرس في استخدامها

مستوى الأداء المطلوب : ٩٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : محاضرتان نظري + ثمانية عشرة محاضرة عملي.

الوسائل المساعدة :

١- تدريب المتدرب على التعرف على أنواع الأسلاك وكيفية تحديد نوع السلك المستخدم.

٢- تدريب المتدرب على إحدى البرمجيات العاملة في تصميم الدوائر المطبوعة.

٣- استخدام الوسائل التعليمية المتاحة بالورشة (عارض البيانات والنظام المرئي) لشرح كيفية تصميم الدائرة المطبوعة باستخدام إحدى البرمجيات.

الجدارة المطلوب تحقيقها :

تدريب المتدرب على إحدى البرمجيات العاملة في تصميم الدوائر المطبوعة وكذا على إحدى تقنيات تنفيذ الدوائر المطبوعة ثم استخدام قواعد التجميع الإلكتروني لتجميع جهاز إلكتروني.

متطلبات الجدارة :

١- اكتساب مهارة تصميم الدوائر المطبوعة باستخدام إحدى البرمجيات.

٢- اكتساب الخبرة العملية في تنفيذ الدائرة المطبوعة داخل الورشة.

٣- تكوين الفكر والمهارة في تجميع الأجهزة الإلكترونية.

المحتوى

- أنواع الأسلاك
- أنواع الدوائر المطبوعة
- خطوات تجميع الأجهزة الإلكترونية
- صناعة الدوائر المطبوعة الإنتاجية

أنواع الأسلاك Wiring Types

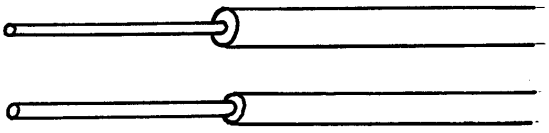
هناك ثلاثة أنواع من الأسلاك تستخدم في الربط الكهربائي بين العناصر الإلكترونية داخل الهيكل الداخلي (الشاسيه) للجهاز الإلكتروني والشكل (١) يوضح هذه الأنواع وهي:

١- السلك النحاسي المفرد المعزول Solid wire
٢- السلك المجدول Twisted wire
٣- السلك العريان Strip wire

فالسلك النحاسي المفرد المعزول يستخدم غالباً في التوصيلات الداخلية الثابتة والتي لا تتعرض لاهتزازات أو صدمات أو أي حركة للسلك نفسه حيث يؤدي ذلك إلى كسر الفرعة النحاسية المفردة داخل غلافها المصنوع من البلاستيك، مما يسبب عطلاً مخفيا (غير ظاهر). ولذا يستخدم هذا النوع من السلك في شبكات كهرباء المنازل والمباني بصفة عامة حيث يدفن في الحائط كما ويستخدم في التوصيلات داخل الجهاز الواحد أو لربط مراحل أو وحدات الأنظمة. ونخلص من هذا بتعريف السلك المفرد المعزول بأنه السلك المستخدم للربط الكهربائي بين نقطتين ثابتتين.

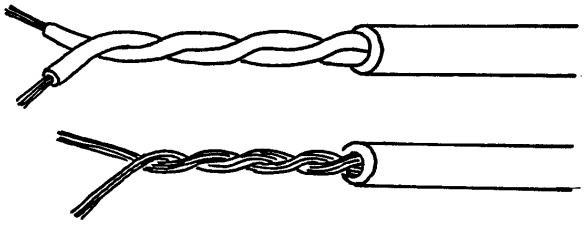
أما السلك المجدول فهو يتكون من شعيرات نحاسية تجدل معاً لتكون فرعة سلك واحدة تستخدم كموصل لأي دائرة. وهذا السلك المجدول مغلف بعازل واحد يضم كل شعيرات الموصل. ويستخدم هذا النوع لتوصيل الأجزاء المتحركة والوصلات المهتزة والمتحركة أيضا. فإذا حدث كسر لإحدى الشعيرات فإن باقي الشعيرات تؤدي غرض التوصيل. ويستخدم هذا السلك في وصلات السماعة مثلاً في جهاز الراديو وذلك نظراً للتثبيت الدائم للسماعة في كابينة الراديو، حيث يتطلب استخراج الدائرة المطبوعة لجهاز الراديو إلى خارج الكابينة لصيانتها. كما يستخدم أيضاً هذا النوع من السلك في وصلة التغذية الكهربائية (كوردة الكهرباء) لأي جهاز إلكتروني وفي وصلات المصابيح المدلاة من الأسقف.

السلك العريان يستخدم في وصل أطراف التوصيل المتجاورة والقريبة من بعضها، وذلك لإستحالة استخدام السلك المفرد النحاسي المعزول نظراً لصعوبة اللحام به. أما السلك العريان فهو يباع على شكل بكرة حيث يغطى بطبقة من القصدير تساعد على عمليات اللحام السريعة والتي لا تسبب انصهار نقطة اللحام المجاورة. يتم عزل السلك العريان بواسطة أنبوبة تتحمل درجات حرارة اللحام وتسمى بالمكرونة.



سلك مفرد معزول

سلك عريان



سلك مجدول

شكل (١) يوضح أنواع الأسلاك الكهربائية

رقم المقياس الأمريكي للسلك AWG

يعتبر رقم المقياس الأمريكي للسلك AWG من أهم العوامل عند تنفيذ الدوائر الإلكترونية حيث يشير هذا الرقم إلى قطر مقطع السلك، وبالتالي مقاومته ثم قيمة التيار الذي يتحمله، ويساعد أيضاً على تحديد كمية الأسلاك المستخدمة في إنتاج شاسيه جهاز معين. فالأسلاك تعرف برقم المقياس الأمريكي للسلك كما هو واضح بالجدول (١) حيث نلاحظ أن السلك ذو الرقم الأصغر هو سلك قطره كبير وبالعكس فإن السلك ذو القطر الصغير يعرف برقم كبير في نظام AWG ومثال ذلك السلك رقم ٢٠ له قطر يساوي ٠,٨ مم بينما السلك ذو الرقم ١٨ له قطر يساوي ١,٠ مم.

ملاحظات:

- إن نظام AWG يساعد في التعرف على قيمة التيار الذي يتحمله السلك كما هو واضح بالجدول (١). فمثلاً نجد أن السلك رقم ٢٠ يمكنه أن يحمل تياراً قيمته ٣ أمبير بينما السلك ذو الرقم ١٦ يستخدم في التيارات حتى ٧ أمبير.
- تعتبر المقاسات من ١٠ إلى ٣٦ من أهم الأسلاك المستخدمة في التنفيذ الإلكتروني.
- نلاحظ أن مقاسات الأسلاك تم توصيف قطرها بوحدة البوصة ومساحة المقطع بوحدة الملل الدائري (الملل الدائري = ١/١٠٠٠ من البوصة).

رقم AWG	القطر بالبوصة	مساحة المقطع بالمل الدائري	السلك العريان		أقصى تيار يتحمله بالأمبير
			أوم/باوند	قدم/باوند	
١٠	٠,١٠١٩	١٠٣٨٠	٠,٠٣١	٣١,٨	٣٠
١١	٠,٠٩٠٧	٨٢٣٤	٠,٠٥٠	٤٠,١	
١٢	٠,٠٨٠٨	٦٥٣٠	٠,٠٨٠	٥٠,٦	١٨
١٣	٠,٠٧٢١	٥١٧٨	٠,١٢٨	٦٣,٨	
١٤	٠,٠٦٤١	٤١٠٧	٠,٢٠٣	٨٠,٤	١٢
١٥	٠,٠٥٧١	٣٢٥٧	٠,٣٢٢	١٠١,٠	
١٦	٠,٠٥٠٨	٢٥٨٣	٠,٥١٣	١٢٨,٠	٧
١٧	٠,٠٤٥٣	٢٠٤٨	٠,٨١٥	١٦١,٠	
١٨	٠,٠٤٠٣	١٦٢٤	١,٢٩٦	٢٠٣,٠	٤,٥
١٩	٠,٠٣٥٩	١٢٨٨	٢,٠٦٠	٢٥٦,٠	
٢٠	٠,٠٣٢٠	١٠٢٢	٣,٢٨٠	٣٢٣,٠	٣
٢١	٠,٠٢٨٥	٨١٠	٥,٢١٠	٤٠٨,٠	
٢٢	٠,٠٢٥٣	٦٤٢	٨,٢٩٠	٥١٢,٠	١,٨
٢٣	٠,٠٢٢٦	٥٠٩	١٣,٢٠٠	٦٤٨,٠	
٢٤	٠,٠٢٠١	٤٠٤	٢٠,٩٠٠	٨١٨,٠	١,١
٢٥	٠,٠١٧٩	٣٢٠	٣٣,٣٠٠	١٠٣١,٠	
٢٦	٠,٠١٥٩	٢٥٤	٥٢,٩٠٠	١٣٠٠,٠	٠,٧
٢٧	٠,٠١٤٢	٢٠١	٨٤,٢٠٠	١٦٣٩,٠	
٢٨	٠,٠١٢٦	١٥٩	١٣٣,٩٠٠	٢٠٦٧,٠	٠,٤
٢٩	٠,٠١١٣	١٢٦	٢١٣,٠٠٠	٢٦٠٧,٠	
٣٠	٠,٠١٠٠	١٠٠	٣٣٨,٠٠٠	٣٢٨٧,٠	
٣١	٠,٠٠٨٩	٧٩	٥٣٨,٠٠٠	٤١٤٥,٠	
٣٢	٠,٠٠٨٠	٦٣	٨٥٦,٠٠٠	٥٢٢٧,٠	
٣٣	٠,٠٠٧١	٥٠	١٣٦١,٠٠	٦٥٩١,٠	
٣٤	٠,٠٠٦٣	٣٩	٢١٦٥,٠٠	٨٣١١,٠	

جدول (١) يوضح نظام AWG

تعريف الأسلاك

يعتبر تعريف الأسلاك المفردة ضروري جداً في التجميع الإلكتروني لتسهيل تتبع الدوائر من خلال موصلاتها وكذا صيانتها. ففي الدوائر الإلكترونية المعقدة تتبع طرق مختلفة لتعريف الأسلاك أما الدوائر المبسطة فتستخدم الألوان في تعريف وظائف الأسلاك والجدول (٢) التالي يوضح ذلك:

وظيفة السلك	اللون	شفرة اللون	الاختصار
- الأرضي ، عنصر الأرض	Black	0	Bk
- الفتائل	Brown	1	BR
- تغذية القدرة ، الفرعة الموجبة	Red	2	R
- مشع الترانزيستور	Yellow	4	Y
- قاعدة الترانزيستور	Green	5	G
- اللوح ومجمع الترانزيستور	Blue	6	BL
- تغذية القدرة ، الفرعة السالبة	Violet	7	V
- خطوط تغذية جهد متغير AC	Gray	8	GY

جدول (٢) يوضح تعريف الأسلاك

تعريف عازل السلك

بالإضافة إلى تعريف الأسلاك بالألوان واختصاراتها ، نجد أنه من الضروري استخدام المسميات المختصرة لتعريف العازل الذي يغطي الموصل ذاته. ومثال ذلك السلك ذو المقاس الأمريكي رقم ٢٠ والمغطى بطبقة نيلون مفردة وغطاء قطن يعرف على الرسم والغلاف بالمختصر " 20 NCCB " ولذا يمكن تعريف السلك بمقاس السلك ذاته وحرف تشفير العازل.

الكوابل المستخدمة

هناك صورتان تتواجد فيهما الأسلاك. صورة يوجد فيها السلك مفرداً وهو ما تم الإشارة إليه سابقاً ، والأخرى يوجد فيها مجموعة من الأسلاك في غلاف واحد ويطلق عليها اسم " الكابل Cable ". وهو ما سوف نتناوله الآن بشيء من التفصيل.

الكابل Cable

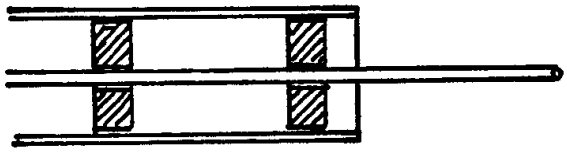
من المعروف لدى أي مصمم للأجهزة الكهربائية والإلكترونية أن تصميم هذه الأجهزة يكون على مراحل وفي شكل وحدات وأن الربط الكهربائي بين هذه المراحل أو الوحدات يتم باستخدام الكوابل المعدة لذلك. وتعتبر هذه الكوابل وحدة من وحدات الجهاز. ومن أنواع الكوابل المستخدمة:

١- الكوابل المحورية - شكل (٢)

٢- كوابل الدوائر المتكاملة الشريطية - شكل (٣)

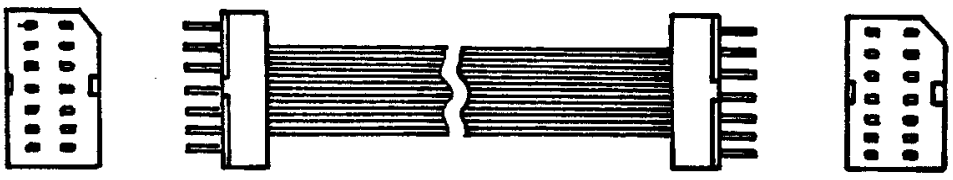
٣- الكوابل المتعددة الموصلات - شكل (٤)

الكوابل المحورية، كما في الشكل (٢)، هي عبارة عن موصل محوري محاط بموصل أسطواني الشكل، وبالتالي يقال إن الموصل المحوري محجب بالموصل الأسطواني وهو الذي يحجب انتشار الموجات خارج حيز الموصل أو الكابل. ولهذا النوع من الكوابل مقابس وقابسات مخصصة لربطه كهربياً وميكانيكياً بمدخلات ومخارج الدوائر والأجهزة والوحدات أو مع كوابل أخرى. وتستخدم الكوابل المحورية في الدوائر التي تتعامل مع الموجات عالية التردد.

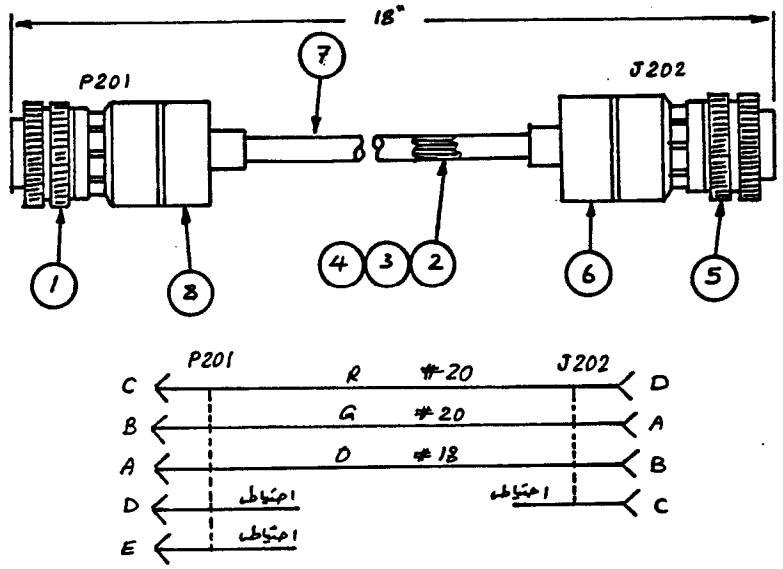


شكل (٢) يوضح تكوين الكابل المحوري

ومع ظهور الدوائر المتكاملة والمطبوعة اتجهت الصناعات الإلكترونية إلى إتاحة قابسات ومقابس ذات ١٤ و١٦ طرف في محاولة لخفض تكاليف مقابس الكوابل المتعددة. ويمتاز هذا النوع من الكوابل بأنه شريطي ومبسط وذو ألوان كودية وسلك مقاس 26 AWG والشكل (٣)، يوضح نموذجاً لهذا النوع.



شكل (٣) يوضح تكوين الكابل الشريطي



شكل (٤) يوضح تكوين كابل متعدد الوصلات

شكل (٤)، يوضح الكوابل ذات الموصلات المتعددة، والتي تستخدم لتوصيل عدة أطراف توصيل، من جهاز لآخر أو من وحدة إلى أخرى أو بين وحدات الجهاز الواحد. وهذه الكوابل متاحة بأشكال ومقاسات عديدة ومختلفة حسب الاستخدام. ويلزم لهذا النوع من الكوابل عمل قائمة بأجزائه نظراً لأغراض التوصيل العديدة والمطلوبة. ويستخدم لهذا النوع من الكوابل مقابس وقابسات دائرية ذات أدلة أو مستطيلة ذات الشكل D.

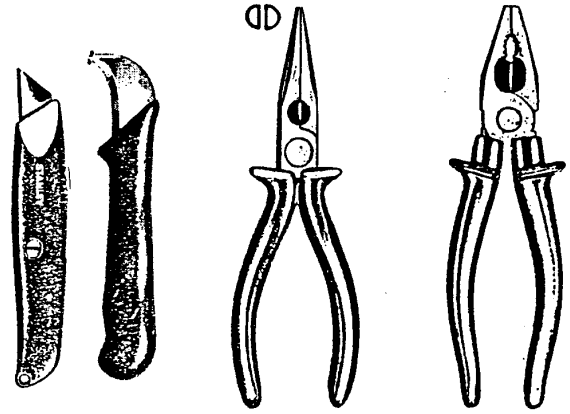
تقشير الأسلاك

لتهيئة الأسلاك ذات الغلاف العازل لعملية الربط الكهربائي أي التوصيل الكهربائي فإننا يجب أولاً رفع العازل من نهايات الأسلاك لمسافة مناسبة، طبقاً لنوع وأطراف الربط المستخدمة. وعملية إزالة العازل هذه تسمى عملية تقشير السلك. وهي عادة ما تتم بواسطة حد سكين عادي كما بالشكل (٥). كما يمكن أيضاً إحداث التقشير بواسطة زرادية أو قشارة مهيأة لذلك.

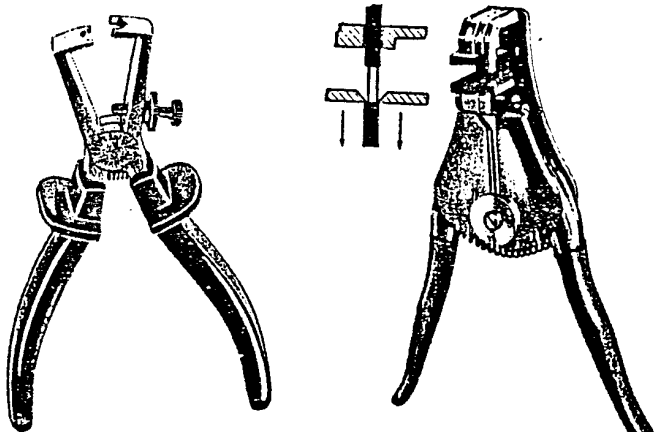
وتتضمن عملية التقشير عملية تحزيز للغلاف العازل عند طول مناسب من طرف السلك ثم عملية دفع هذا الغلاف للخارج في اتجاه طرف السلك. بعد ذلك يتم تنظيف جزء السلك العاري حتى نتأكد من جودة التماس أو التوصيل الكهربائي وحتى يتمكن قصدير اللحام من الالتصاق الجيد مع سطح التماس.

وهناك العديد من أدوات تقشير وقطع السلك فهناك أدوات تقوم بتقشير السلك فقط وهذه يطلق عليها قشارات وهناك أدوات تقوم بقطع السلك فقط ويطلق عليها قطاعات أو قصافات.

الشكل (٥)، يوضح حدي قطع لقطع السلك وتقشيره إلا أنها تحتاج إلى الأيدي الماهرة لاستخدام الزراديات ذات الأحدة القاطعة. الشكل (٦) يوضح قشارة مزودة بفكي تحزيز ومسمار ضبط لترك فراغ بين الفكين يساوي قطر السلك المطلوب تقشيره ويقوم مستخدم هذه القشارة بشد أو دفع الغلاف المحزز للخارج. أما الشكل (٦) فيوضح قشارة تقوم بعمليتي التقشير وهما التحزيز والدفع للخارج.



شكل (٥) يوضح حداً قاطعاً وزراديات بأحدة قاطعة



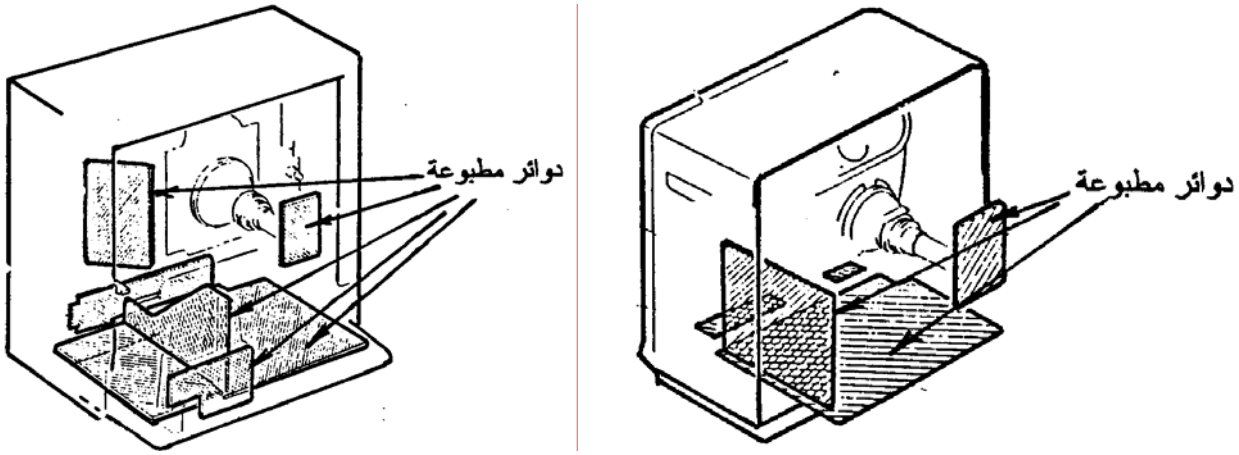
شكل (٦) يوضح قشارة بمسمار الضبط لقطر السلك وقشارة تجمع بين عمليتي التحزيز والشد

ويجب أن نشير إلى أن الزراديات المستخدمة والشائعة الاستخدام والموضحة في الشكل (٥) تتطلب مهارة في الاستخدام، ونوضح هنا أن بعض الزراديات لها حدا قطع ليسا متوازيين ويتطابقان في نقطة تعتبر هي نقطة القطع للسلك أما طرفا الحدين البعيدين والمتباعدين فيستخدمان في عملية تحزيز الغلاف العازل للسلك، وبدفع مستخدم الزرادية لمنطقة التقشير للخارج يخرج الغلاف العازل المطلوب إزاحته لتعرية السلك. المسافة بين طرفي الحدين المتباعدين وطرفيهما المتطابقين يعطي الفرصة لتحديد موضع التحزيز طبقاً لقطر السلك المراد تقشيره.

ألواح الدوائر المطبوعة Printed Circuit Boards

يلاحظ المرء خلال مراحل تطوير الصناعات الإلكترونية ظهور تقنية لوحة الدوائر المطبوعة Printed Circuit Board والمعروفة بالمختصر PCB. فقد ظهر هذا النوع من الدوائر بظهور العناصر الإلكترونية صغيرة الحجم والوزن بل وبالتحديد مع ظهور الترانزستورات والتي حلت محل الصمامات الإلكترونية المفرغة فمحت من الذاكرة الهندسية عيوب جمة كانت تظهر نتيجة لاستخدام هذه الصمامات.
واستخدمت لوحات الدوائر المطبوعة والتي تميزت عما سبقها بمميزات كثيرة في تجميع العناصر الكهربائية والإلكترونية الصغيرة الحجم والخفيفة الوزن أو لتجميع بعض العناصر الصغيرة في الدائرة الواحدة أو النظام واستثناء العناصر التي لها شكل وحجم ميكانيكي كبير حيث تثبت على كابينة أو هيكل الجهاز. الشكل (٧) يوضح نموذجين لجهازي تليفزيون وقد احتوى كل منهما على عدد من الدوائر المطبوعة المختلفة المساحات وذلك لتجميع العناصر الصغيرة في دائرة التليفزيون وتركت أنبوبة الصورة بمفردها حيث يستخدم لها تثبيت ميكانيكي منفرد نظراً لكبر حجمها ووزنها.

تعتبر لوحات الدوائر المطبوعة أكثر كفاءة وأكثر الطرق الصناعية إنتاجية ولذا فقد تعرضت في الآونة الأخيرة إلى التطوير المستمر للوصول بها إلى الصورة الأمثل. فظهر إلى جانب لوحات الدوائر المطبوعة أحادية الطبقة (السطح المعدني)، لوحات أخرى ثنائية (مزدوجة) الطبقات وأخرى متعددة الطبقات. وظهرت أيضاً صناعة للدوائر المطبوعة المرنة إلى جانب الدوائر المطبوعة على الألواح المتماسكة.



شكل (٧) يوضح كيف أن جهاز التليفزيون يتكون من عديد من الدوائر المطبوعة

ولوحات الدوائر المطبوعة أحادية الطبقة عبارة عن شريحة من مادة عازلة (الفيبر) ملصق على إحدى وجهيها طبقة رفيعة من النحاس تأخذ شكل مسارات الموصل الخاص بالدائرة المطلوبة بعد تشغيلها.

أما لوحات الدوائر المطبوعة ثنائية الطبقة فهي عبارة عن شريحة من مادة عازلة ملصق على كل من وجهيها طبقة رفيعة من النحاس، حيث تأخذ كل طبقة شكل مسارات الموصل المتمم والمكمل لخدمة توصيلات الدائرة المطلوبة.

ولوحات الدوائر المطبوعة متعددة الطبقات تعتبر نفس لوحات الدوائر المطبوعة ثنائية الطبقة إلا أن جسم الشريحة العازلة يتخلله طبقة أو أكثر من النحاس أو أي مادة موصلة، تعبر عن موصلات أخرى تتمم التوصيلات الناتجة من طبقتي النحاس الخارجيتين للدائرة المرغوبة، كما يتضح من الشكل (٨)

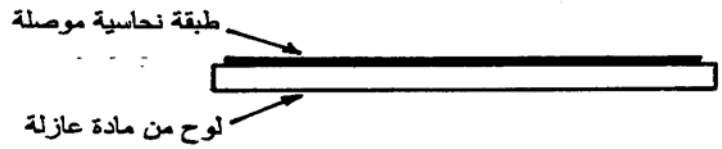
مكونات لوح الدائرة المطبوعة

من الشرح السابق نستطيع أن نستنتج أن لوح الدائرة المطبوعة الخام يتكون من ثلاث مواد هي:

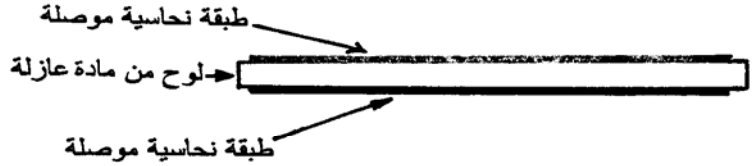
١- طبقة رقيقة من مادة موصلة (النحاس)

٢- شريحة عازلة متماسكة

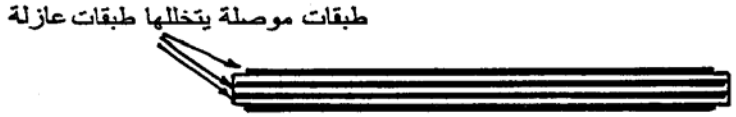
٣- مادة لاصقة



دائرة مطبوعة أحادية الطبقة النحاسية



دائرة مطبوعة ثنائية الطبقة النحاسية



دائرة مطبوعة متعددة الطبقات النحاسية

شكل (٨) يوضح أنواع الدوائر المطبوعة

وطبقة النحاس الموصلة تعتبر الجزء الهام في تصميم الدائرة المطبوعة، حيث إنها الجزء الذي يحقق مسار الموصلات والتي تقابل المتطلبات الكهربائية للنظام أو الدائرة المطبوعة. وطبقة النحاس هذه متاحة بأسماك مختلفة وكل سمك تم تعريفه بمقدار وزنه في مساحة القدم المربع ووحدة الوزن المستخدمة هي الأونس. فإذا كان المطلوب لوحة دائرة مطبوعة خام ذات طبقة نحاسية بسمك 0.0014 بوصة لتنفيذ دائرة ما، فإن مواصفات هذا السمك عند شرائه يعرف بالوزن والذي يساوي واحد أونس/ قدم مربع. حيث يوضح الجدول (٣) التالي، قائمة لبعض أوزان النحاس بالأونس/ قدم مربع والأسماك المناظرة لها.

أما الشريحة العازلة المتماسكة والتي يلصق عليها طبقة النحاس الرفيعة فلها أسماء تجارية كما هو موضح بالجدول (٤).

السمك بالبوصة	الوزن بالأونس/قدم	السمك بالبوصة	الوزن بالأونس/قدم
٠، ٠٠١٨	١/٨	٠، ٠٠٢٨	٢ ❖
٠، ٠٠٣٥	١/٤	٠، ٠٠٤٢	٣
٠، ٠٠٥٣	٣/٨	٠، ٠٠٥٦	٤
٠، ٠٠٧	١/٤ ❖	٠، ٠٠٧٠	٥
٠، ٠١٤	١ ❖	٠، ٠٠٨٤	٦

حيث أن الرمز ❖ يعني شائع الاستخدام

جدول (٣) يوضح أسماك وأوزان طبقة النحاس

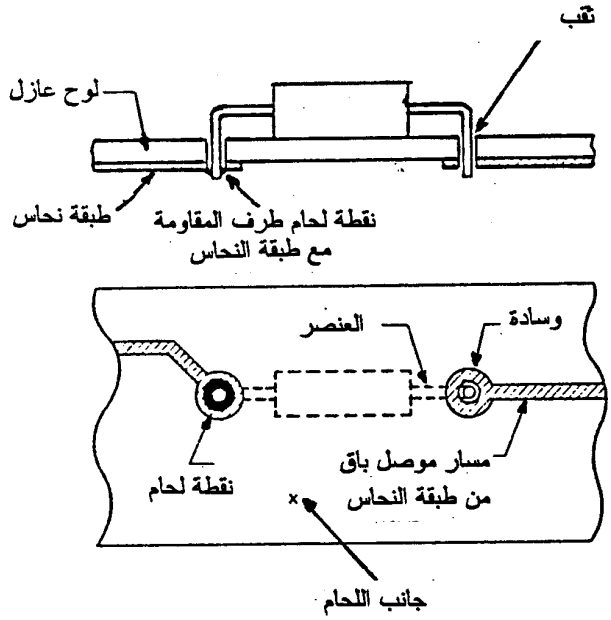
الاسم التجاري	المادة العازلة	المادة اللاصقة	ملاحظات
XXXPC	ورق	فينولك	يمكن إجراء عملية التخريم في درجة حرارة الغرفة
FR-3	ورق	إبوكسي	مقاومة عزل عالية ، يمكن إجراء التخريم في درجة حرارة الغرفة
G-10	زجاج	أبوكسي	للاستخدام العام ، خواص ميكانيكية وكهربية متوافقة وجيدة
FR-4	زجاج	إبوكسي	نفس خواص G-10 بالإضافة إلى أنه مثبط للاشتعال وهو مستخدم بكثرة
CEM-3	زجاج	إبوكسي	يمكن إبداله ب FR-4 أو G-10 في بعض التطبيقات
GX	زجاج	تيفلون	ذو ثابت عازل محكوم للتطبيقات عالية التردد

جدول (٤) يوضح نوع المادة العازلة واللاصقة

لوحات الدوائر المطبوعة أحادية الطبقة

وهي تتكون من طبقة نحاسية رفيعة واحدة فقط على أحد أوجه الشريحة العازلة وبالتالي يظهر شكل مسار الموصلات على هذا الوجه. ويكون جسم العنصر الإلكتروني على الجانب الآخر ويطلق عليه جانب العناصر. أما الجانب الذي تمتد إليه أطراف العناصر خلال ثقوب الدائرة المطبوعة حيث يتم لحامها بموصلات الدائرة المطبوعة نفسها ، فيسمى جانب موصلات الدائرة أو جانب اللحام. والشكل (٩) يوضح طريقة استخدام هذا النوع من الدوائر المطبوعة.

ولتحقيق التوصيل الكهربائي المطلوب بين طرف العنصر ومسارات الموصلات للدائرة المطبوعة، لابد من إجراء عملية اللحام بين طبقة النحاس المعبرة عن مسار الموصل وطرف العنصر. كما أن طبقة الموصل الذي يحيط بالثقب تسمى الوسادة.



شكل (٩) يوضح كيفية استخدام الدائرة المطبوعة أحادية الطبقة

ويعتبر لوح الدائرة المطبوعة أحادية الطبقة من أبسط الأنواع في التصميم والتصنيع وهو أقل تكلفة عند استخدامه. ولكنه محدود التطبيق في تصميمات الدوائر البسيطة. أما في تنفيذ الدوائر المعقدة والمركبة فيتجه المصمم إلى استخدام الدوائر المطبوعة ثنائية الطبقة أو المتعددة الطبقات.

تحديد مقاس لوحة الدائرة المطبوعة

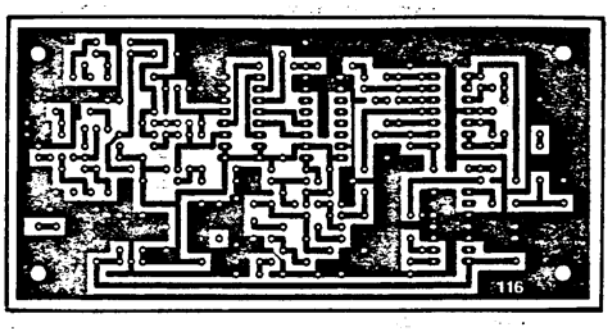
قبل البدء في التنفيذ يجب قراءة الرسم التخطيطي للدائرة الإلكترونية المراد تنفيذها. حيث يتم التعرف على كل العناصر الإلكترونية فيها وتحديد الأبعاد الميكانيكية لها من خلال كاتلوجات المصانع الموردة لها. وأبسط طريقة لتحديد مقاس (مساحة) الدائرة المطبوعة لهذه الدائرة هو عمل نماذج من الورق المقوى بمساحات أحد مساقط العناصر المستخدمة في الدائرة والقيام برصها بطريقة تقريبية للوصول بها إلى شكل الدائرة النهائي، ثم يحدد الإطار الخارجي الذي يضم هذه العناصر ويفضل أن تكون مساحة اللوح مستطيلة الشكل. وهناك برامج تقوم بحساب مساحة اللوح المطلوب في حالة ما إذا أدخلت البيانات عن أبعاد العناصر الإلكترونية.

وهناك حدود ميكانيكية في التصميم يجب الالتزام بها وهو الوصول بمساحة الدائرة المطبوعة إلى أصغر مساحة ممكنة لتجنب التعرض للالتواء والانحناء والتمدد والانكماش طبقاً للظروف الجوية. وكل هذا يؤدي إلى تشقق وتصدع مسارات الموصلات الملتصقة بالمادة العازلة مما يسبب حدوث فصل كهربي في الدائرة.

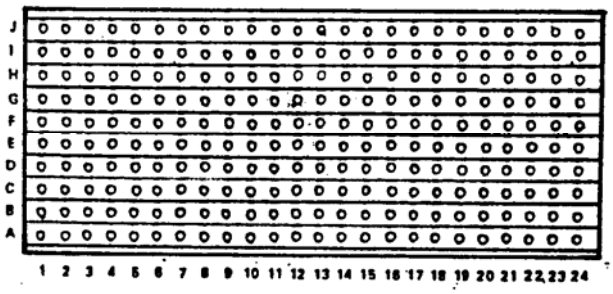
وللدوائر المطبوعة أنواع مختلفة تتوقف على التصميم والتنفيذ ومن هذه الأنواع ما يظهر بالشكل (١٠)، حيث تم بيان ثلاثة أنواع من طرق تنفيذ الدوائر المطبوعة. النوع الأول يستخدم في الإنتاجية الكبيرة حيث يتم تصميمه على الشفافيات ويطبع على طبقة النحاس للدائرة المطبوعة الخام (قبل التشغيل) ثم بعد ذلك تعامل بالأحماض حيث تزال طبقات النحاس غير المرغوبة ويتبقى الشكل ذو المسارات الموصلة.

أما النوع الثاني فهو عبارة عن دوائر مطبوعة ذات شرائط نحاسية موصلة ومثقبة وذلك في الصورة الخام أي قبل التشغيل. ثم تستخدم هذه الشرائط في موصلات لعناصر دائرة إلكترونية معينة كما سيتبع في تنفيذ تمرين جهاز تغذية القدرة.

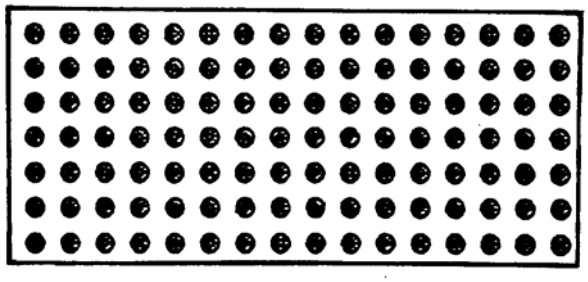
النوع الثالث فهو عبارة عن مادة عازلة عليها وسائد دائرية نحاسية مثقبة مركزياً وسوف نستخدم هذا النوع في التمرين على عمليات اللحام.



دائرة مطبوعة إنتاجية



دائرة مطبوعة ذات شرائط نحاسية



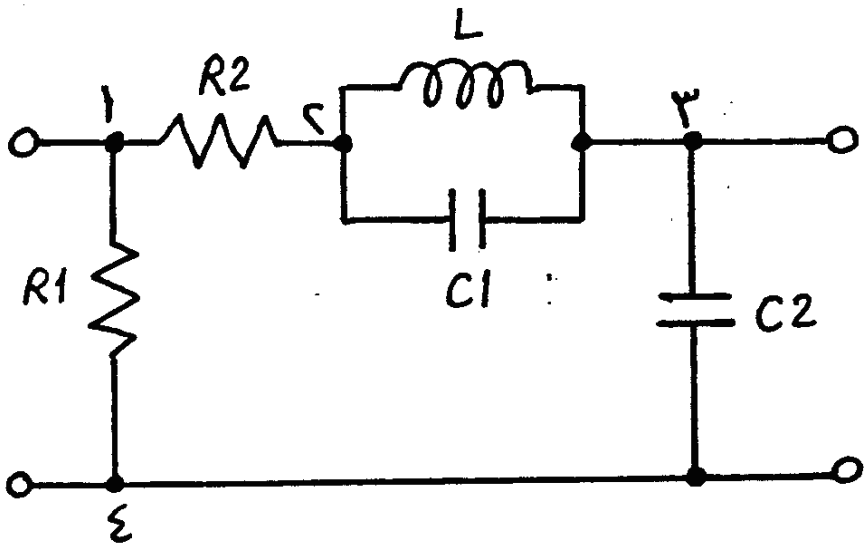
دائرة مطبوعة ذات وسائد مثقبة

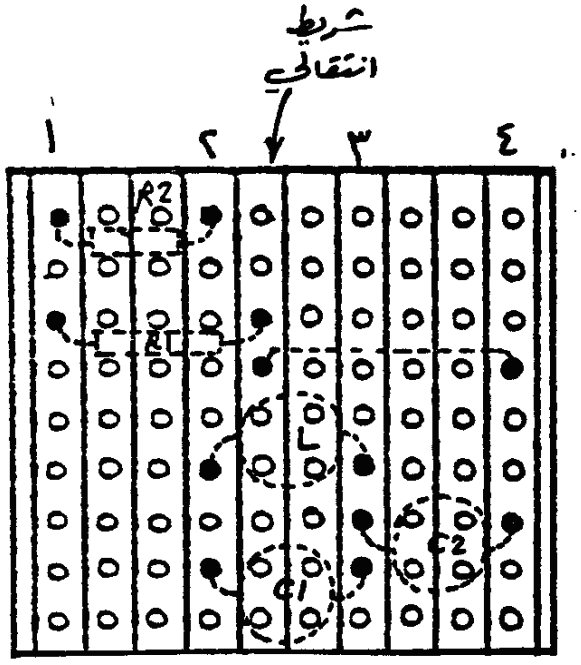
شكل (١٠) يوضح بعض تصميمات الدوائر المطبوعة

التعامل مع الدوائر المطبوعة ذات الشرائط النحاسية

الدوائر المطبوعة ذات الشرائط هي النوع المستخدم في تمارين الورش الإلكترونية أما النوع الإنتاجي فسيتم شرحه فيما بعد. ولتنفيذ دائرة إلكترونية على لوح دائرة مطبوعة ذات الشرائط النحاسية يتبع الخطوات التالية:

١- ترقيم نقط التفريع المختلفة على الرسم التخطيطي للدائرة النظرية كما هو موضح بالشكل (١١).





شكل (١١) يوضح كيفية ترقيم نقط الجهود على الشرائط النحاسية للدائرة المطبوعة

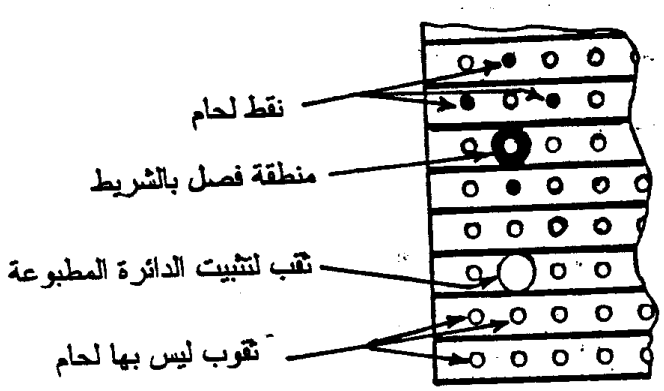
٢- ترقيم الشرائط النحاسية بالترتيب أو حسب كثافة عناصر الدائرة النظرية على لوح الدائرة المطبوعة بنفس عدد الأرقام المعرفة للإسقاط الجهدي المختلف على الدائرة النظرية.

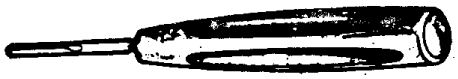
ملاحظة

يمكن ترك عدد من شرائط النحاس بين كل ترقيم وترقيم لأغراض الوصلات الانتقالية.

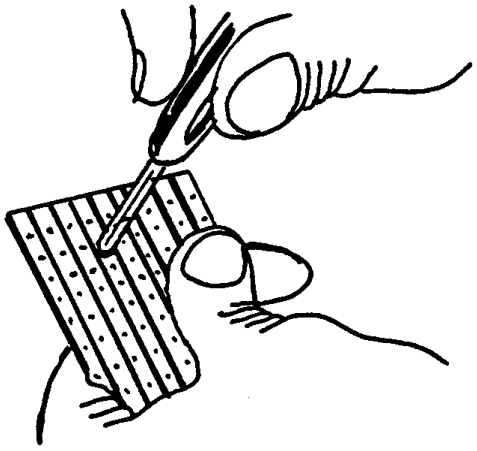
٣- إذا لم تتوافر الشرائط النحاسية على الدائرة المطبوعة نظراً لصغر مساحة الدائرة المطبوعة نفسها أو كثرة العناصر الإلكترونية للدائرة النظرية المراد تنفيذها، فإننا نتجه إلى إعادة استخدام الشرائط التي استخدمت سابقاً في توصيلات أخرى وذلك بفصل الجزء المراد استخدامه عن التوصيل السابق. ويتم هذا الفصل بواسطة قاطع الشرائط النحاسية الموضح بالشكل (٦٧). ويتضح في الدائرة المطبوعة ما يلي:

- الثقوب الصغيرة القطر المملوءة بالأسود تعبر عن نقطة لحام عنصر إلكتروني موضوع في جانب العناصر.
- الثقوب الصغيرة القطر غير المملوءة بالأسود لا تعبر عن نقطة لحام.
- الثقوب الكبيرة التي يتوسطها ثقب صغير غير مملوءة بالأسود تعبر عن إحداث فصل في الشريط النحاسي بالدائرة المطبوعة، وبالتالي يكون جزء الشريط النحاسي على يمين الثقب الكبير مفصولاً كهربياً عن جزء الشريط النحاسي على شمال الثقب ذاته.
- الثقوب الكبيرة غير المملوءة بالأسود تعني ثقباً لتثبيت الدائرة المطبوعة بكابينة الجهاز، راجع الشكل (١٢).





أداة قطع الشريط النحاسي بالدائرة المطبوعة

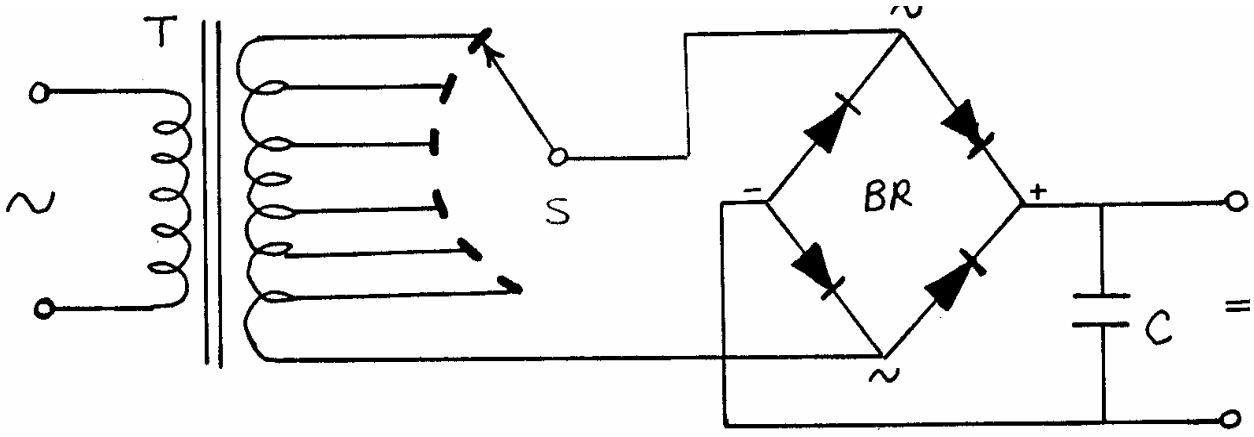


شكل (١٢) يوضح كيفية فصل جزء من الشريط النحاسي كهربياً

خطوات تجميع الأجهزة الإلكترونية

سوف نقوم في هذا الجزء بتجميع دائرة تغذية قدرة مستمرة كنموذج للجهاز الإلكتروني. ولبدء تنفيذ هذا الجهاز يجب اتباع الخطوات التالية :

١- قراءة الدائرة الإلكترونية والتعرف على عناصرها كما بالشكل (١٣)



شكل (١٣) يوضح الدائرة التخطيطية لدائرة تغذية قدرة مستمرة

٢- تحديد العناصر ذات التثبيت الميكانيكي المنفصل وهي:

- المحول الكهربائي
- سلك مأخذ الكهرباء
- مفتاح الإختيار
- لمبة البيان
- بنانات خرج الدائرة (مخرج الجهد المستمر)

٣- تحديد العناصر التي ستثبت في واجهة ومؤخرة الجهاز

- على واجهة الجهاز يتم تثبيت لمبة البيان وبنانات خرج الدائرة ومفتاح الإختيار
- على مؤخرة الجهاز يتم تهيئة مدخل سلك مأخذ الكهرباء المتغيرة

٤- تحديد العناصر الصغيرة وخفيفة الوزن مثل:

- قنطرة التوحيد
- المكثف الكيميائي
- المقاومة الكربونية

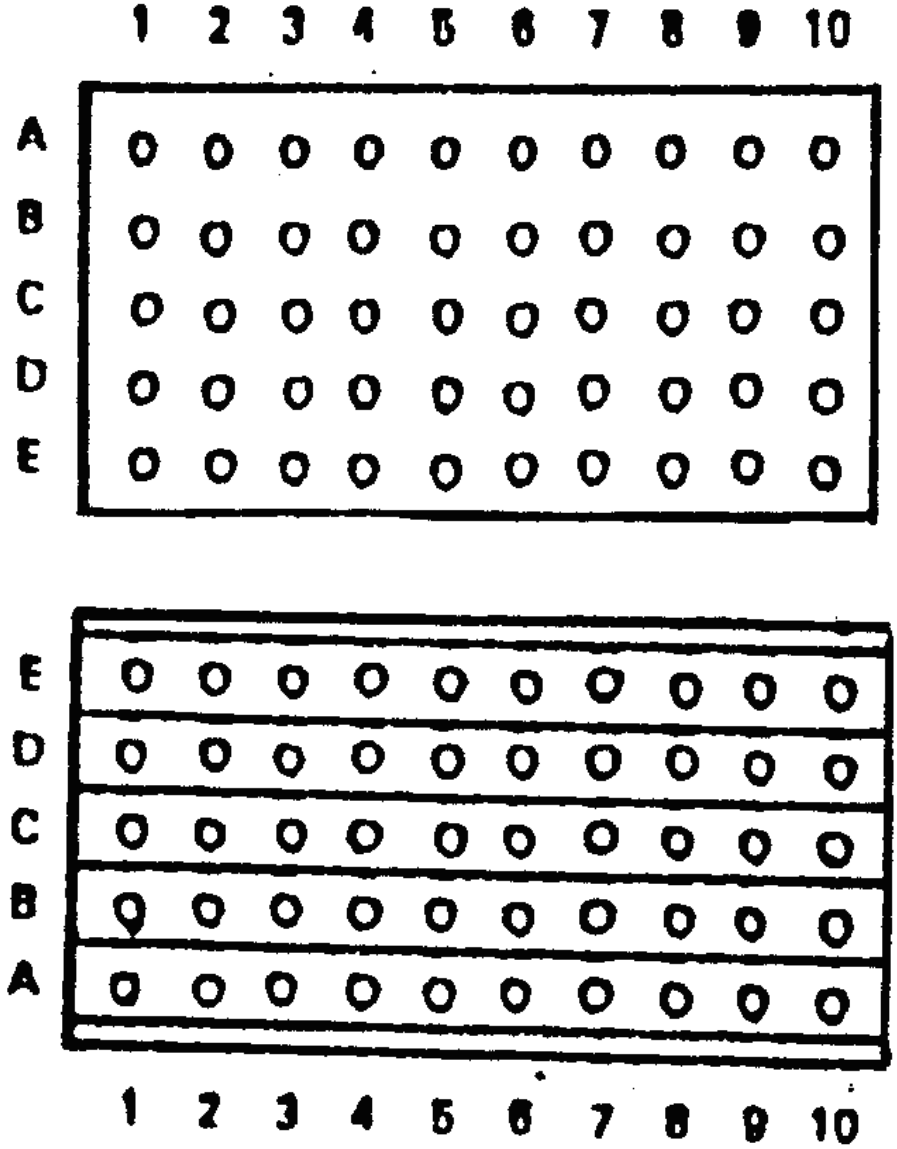
وجميع العناصر الصغيرة والخفيفة الوزن المذكورة في الخطوة رقم (٤) يتم تجميعها على دائرة مطبوعة، يتم تحديد مساحتها طبقاً لمجموع مساحات مساقط العناصر المثبتة عليها وكذا طريقة تثبيتها عليها.

وسوف نتناول الخطوة السابقة رقم (٤) بشيء من التفصيل نظراً لأهميتها في هذا الجزء. يتم اختيار نوع الدائرة المطبوعة التي ستستخدم في تثبيت العناصر المشار إليها سابقاً. حيث سنتجنب تنفيذ الدائرة المطبوعة الإنتاجية ذات المعاملة الكيميائية نظراً لكثرة خطوات الإنتاج لها في تجميع تمرين تدريبي لطلبة مبتدئين. وسوف نتجه إلى استخدام الدائرة المطبوعة ذات الشرائط النحاسية لسهولة استخدامها وتطبيقها وقلة تكلفتها وقلة خطوات تنفيذها.

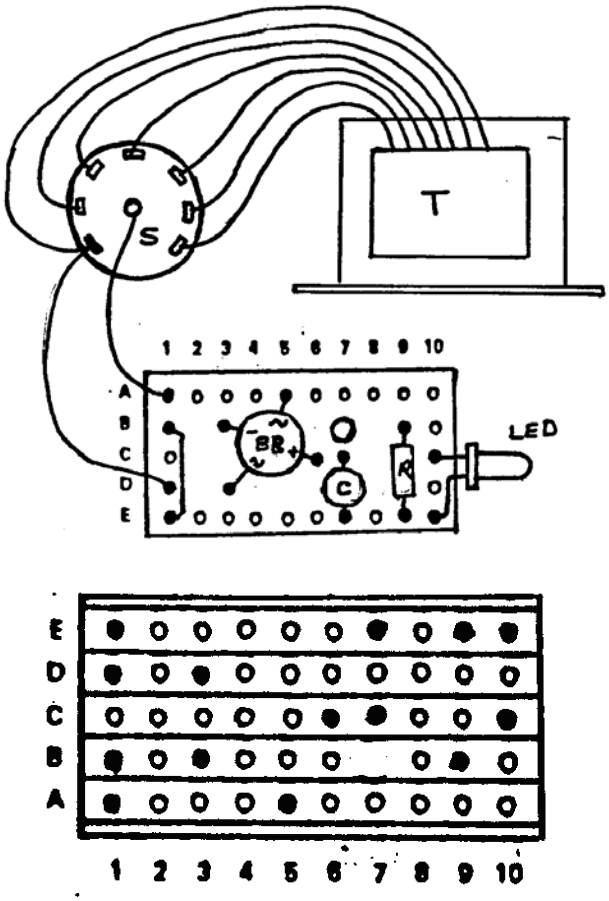
تحدد المساحة المستخدمة من هذا النوع من الدوائر كما سبق أن ذكرنا لمساحات مساقط العناصر المستخدمة. والمساحة الأدنى المناسبة لهذه الدائرة هي المساحة التي تشتمل على خمسة شرائط نحاسية وعشرة ثقوب على الشريط النحاسي الواحد.

الشكل (١٤) يوضح جانب العناصر وجانب اللحام لمساحة من الدائرة المطبوعة تحتوي على خمسة شرائط وعشرة ثقوب بدون توصيل. المطلوب من المتدرب محاولة رسم العناصر بالقلم الرصاص على مساحة هذه الدائرة المطبوعة ومحاولة تحقيق التوصيل بينها بمساعدة الشرائط النحاسية طبقاً لوصلات العناصر الموجودة بالشكل التخطيطي لدائرة تغذية القدرة المستمرة بالشكل (١٣).

بعد إجراء نقط اللحامات بالدائرة المطبوعة الموضحة بالشكل (١٤) تعتبر الدائرة المطبوعة وحدة لها أطراف مثلها مثل باقي الوحدات (العناصر) ذات التثبيت الميكانيكي المنفصل. وتحتاج هذه الدائرة المطبوعة إلى تثبيت ميكانيكي. حيث يتم ثقبها وتثبيتها بمسمار وصامولة على حامل معدني. وبالتالي يثبت هذا الحامل في قاع الكابينة بشرط أن يكون طوله مناسباً لوضع لمبة البيان المثبتة على الدائرة المطبوعة ، أمام الثقب المخصص لها على واجهة الكابينة أو الجهاز.



شكل (١٤) يوضح جانب العناصر وجانب اللحام للدائرة المطبوعة



شكل (١٥) يوضح تنفيذ الدائرة المطبوعة ووصلها بالعناصر الأخرى للدائرة

المرحلة الرابعة: الربط الميكانيكي والكهربائي لجميع عناصر الدائرة

هناك مبدأ هام
يجب الالتزام به في تنفيذ
عملية تجميع الأجهزة الإلكترونية
هو تحقيق

الربط الميكانيكي و الربط الكهربي

لأي عنصر من عناصر الدائرة المنفذة

مثال:

المقاومة الكربونية بمجرد لحام أطرافها في الدائرة المطبوعة فإننا نكون قد قمنا بعمليتين في خطوة واحدة وهما الربط الميكانيكي أي تثبيتها والربط الكهربائي أي توصيلها كهربياً بالدائرة.

مثال:

الدائرة المطبوعة تم اعتبارها وحدة لها أطراف مثلها مثل أي عنصر آخر وبالتالي تمت معاملتها معاملة العناصر فوجب تثبيتها ميكانيكياً في موضع يخصص لها وربطها كهربياً مع باقي عناصر دائرة التغذية. ولذا تم عمل حامل معدني لها وتم تثبيتها على الحامل ميكانيكياً في موقع محدد بقاع الكابينة. أما الربط الكهربائي فيتم بلحام أطرافها مع الأطراف الأخرى طبقاً لتخطيط دائرة تغذية القدرة. نخلص من هذا أن هذه الدائرة لها ربط ميكانيكي منفصل عن الربط الكهربائي وليس كمثل ما حدث مع المقاومة الكربونية.

مثال:

المحول الكهربائي يعتبر كوحدة قائمة بذاتها نظراً لتكوينه وكبر وزنه فقد تمت تهيئة ثقوب له بقاع الكابينة لتثبيته ميكانيكياً ثم تناول أطرافه السلكية العديدة والقيام بلحامها في النقاط الموضحة بدائرة التغذية.

وهكذا لباقي عناصر دائرة تغذية القدرة وأي دائرة أخرى .....

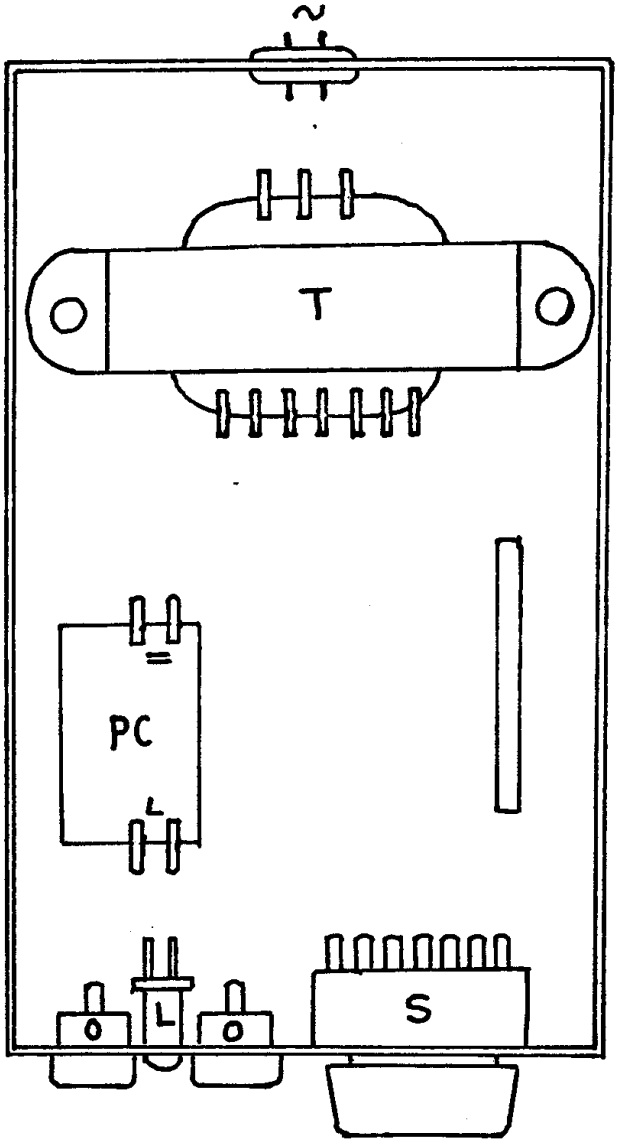
الشكل (١٦) التالي يوضح مسقطاً أفقياً لقاع الكابينة يظهر جميع عناصر دائرة تغذية القدرة المستمرة وقد تم تثبيتها ميكانيكياً بقاع الكابينة، والمطلوب القيام بتحقيق (التأكد) الربط الكهربائي طبقاً لمخطط التوصيل بالشكل التخطيطي لدائرة تغذية القدرة مع كتابة بيان عن ألوان الأسلاك المستخدمة.

الشكل (١٧) يوضح أوضاع تثبيت المحول الكهربائي ومفتاح الإختيار في قاع الكابينة. الشكل (١٨) يوضح مكان تثبيت حامل الدائرة المطبوعة بعد تثبيت المحول والدائرة المطبوعة. الشكل (١٩) يوضح تثبيت جميع وحدات جهاز تغذية القدرة المستمرة.

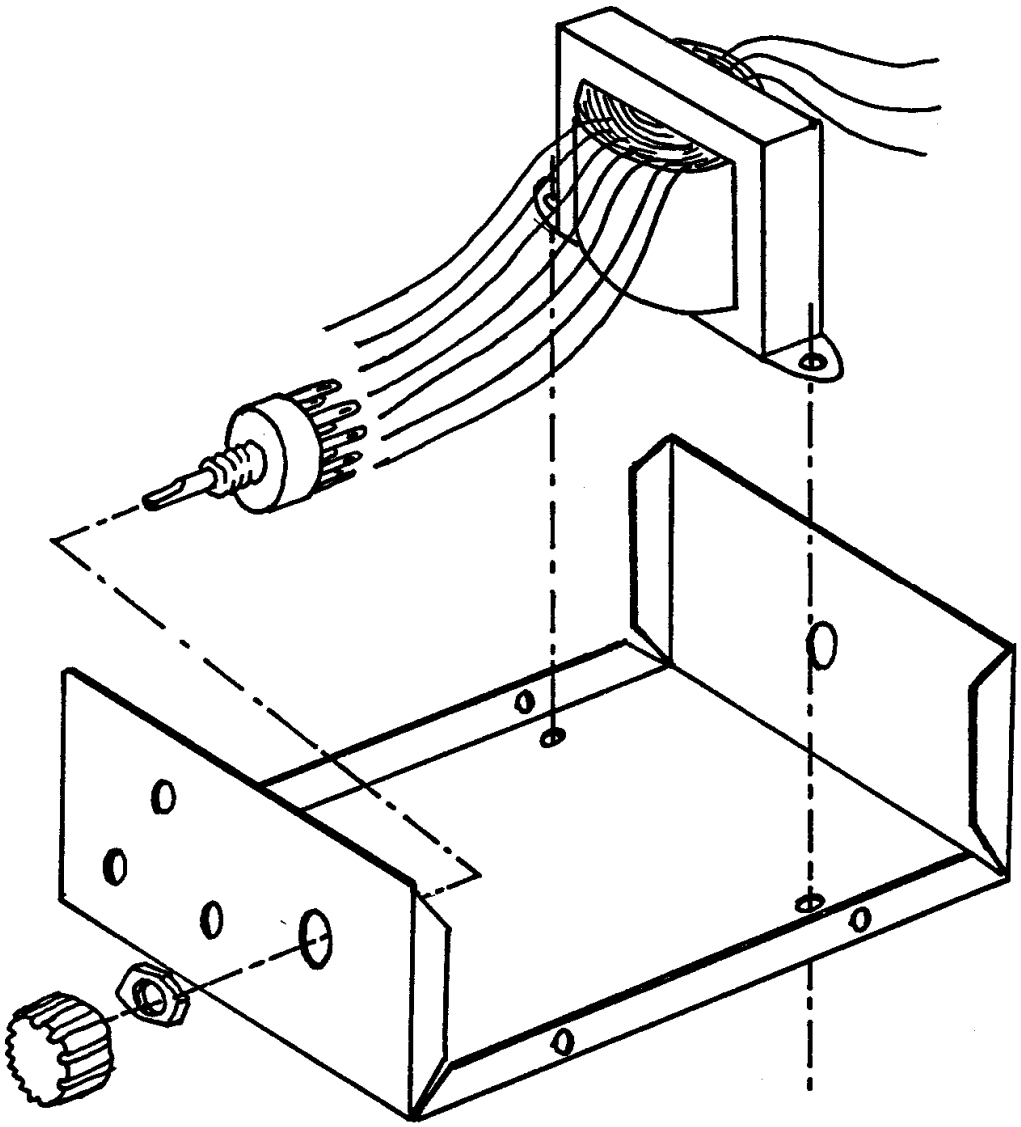
وأخيرا، الشكل (٢٠) يوضح تنفيذ هذا المبدأ بعدة طرق.

ملاحظة:

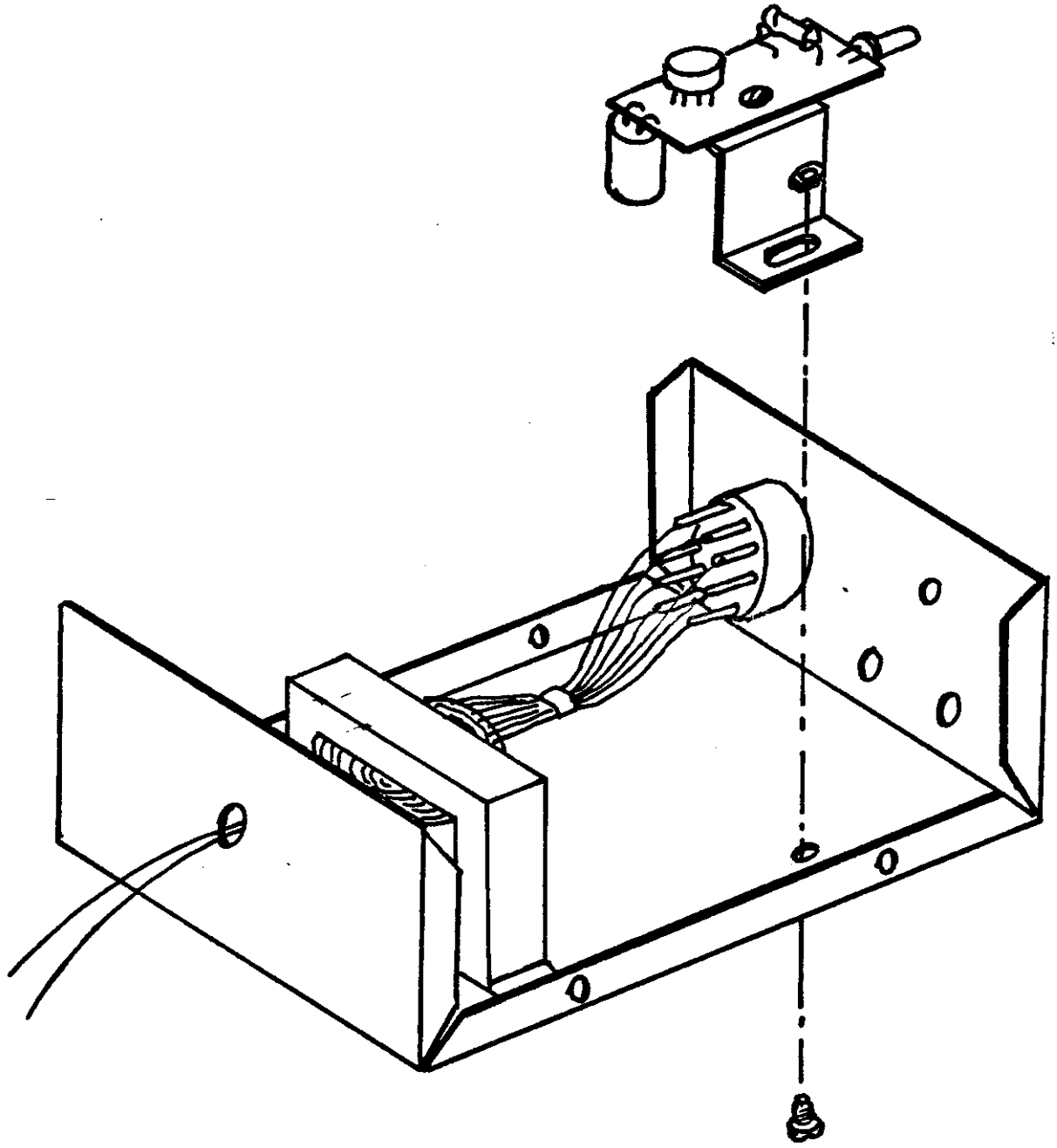
يمنع منعاً باتاً
القيام بلحام سلك مع سلك
و لكن اللحام لابد و أن يكون بين
سلك وطرف توصيل لعنصر مثبت ميكانيكياً



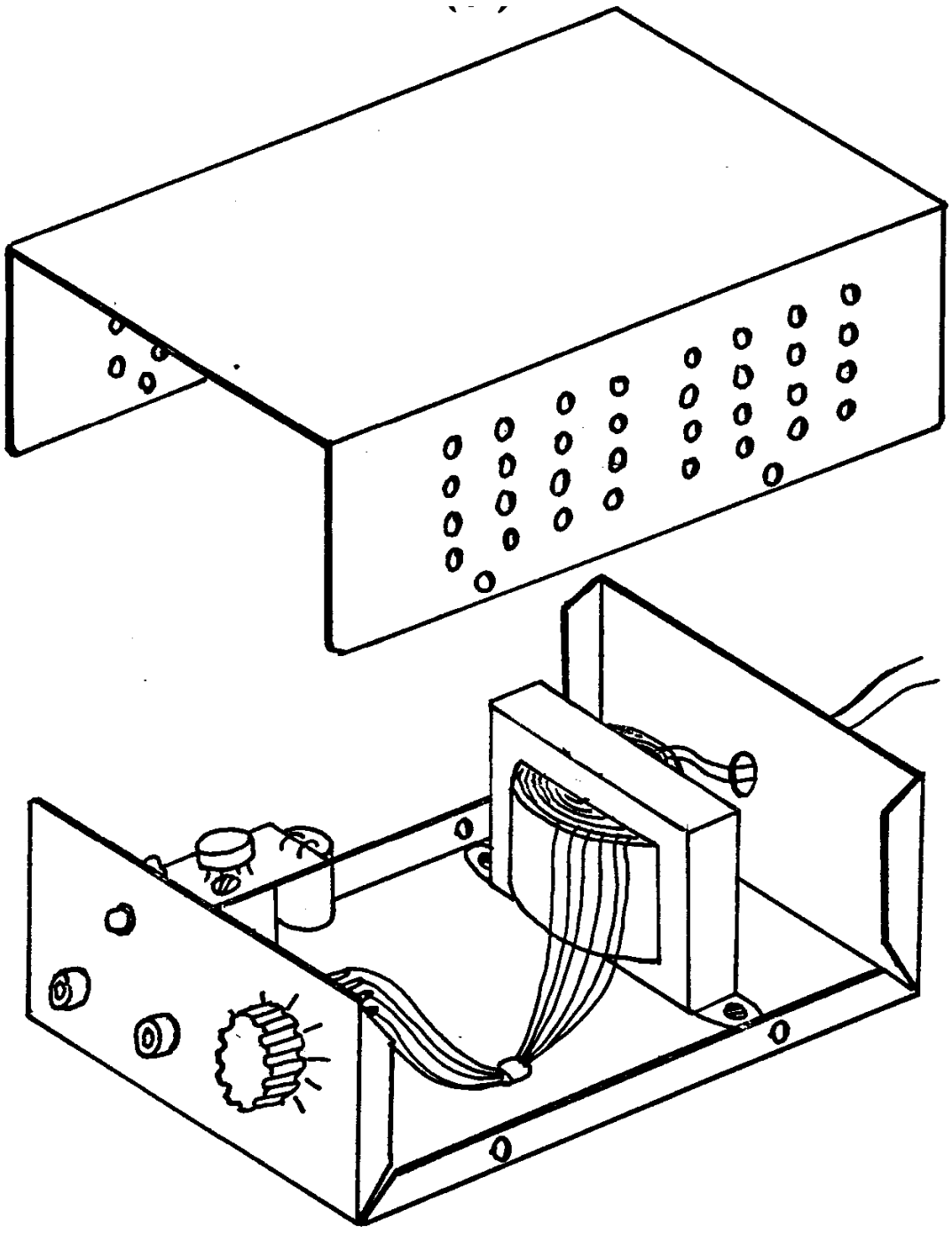
شكل (١٦) يوضح مسقطاً أفقياً لقاع الكابينة يظهر جميع عناصر دائرة تغذية القدرة المستمرة وقد تم تثبيتها ميكانيكياً بقاع الكابينة



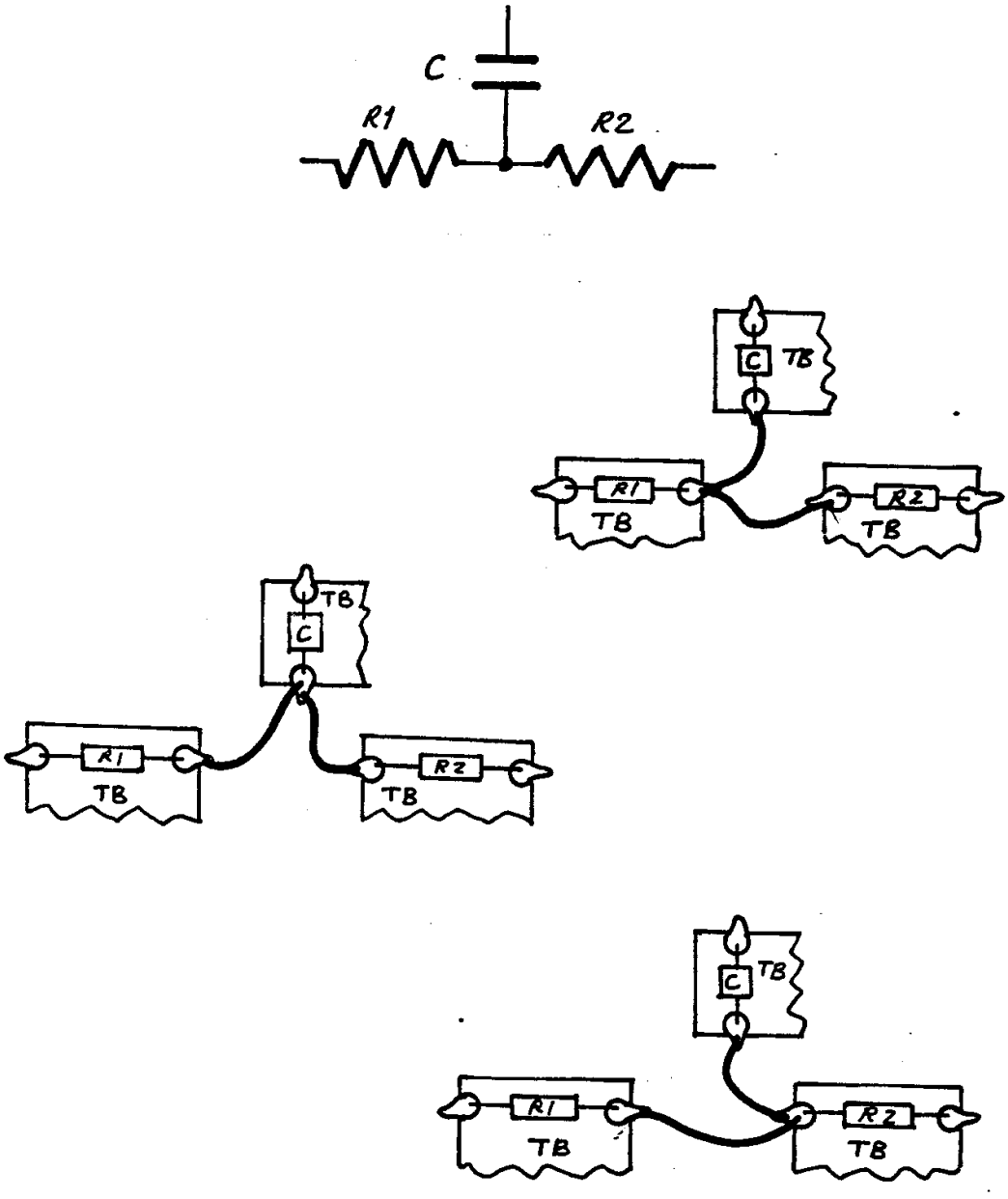
شكل (١٧) يوضح أوضاع تثبيت المحول الكهربائي ومفتاح الإختيار في قاع الكابينة



شكل (١٨) يوضح مكان تثبيت حامل الدائرة المطبوعة بعد تثبيت المحول والدائرة المطبوعة



شكل (١٩) يوضح تثبيت جميع وحدات جهاز تغذية القدرة المستمرة.



شكل (٢٠) يوضح تنفيذ اللحام بين سلك وطرف عنصر بعدة طرق.

صناعة الدوائر المطبوعة الإنتاجية Printed Circuit Manufacturing

الخطوة الأولى : تصميم الدائرة المطبوعة PRINTED CICUIT DESIGN

١- طريقة الرسم اليدوي

وهي الطريقة القديمة إلا أنها قد تستخدم في الإنتاجية الصغيرة جدا للدوائر المطبوعة البسيطة

٢- طريقة البرمجيات

وهي الطريقة الحديثة وتستخدم في الإنتاجية الكبيرة للدوائر المطبوعة المعقدة. ويتطلب عند الاستخدام ما يلي:

- اختيار البرنامج المناسب
- التدرب عليه لإكتساب المهارة العالية في تشغيله
- تحديد العناصر المطلوب تثبيتها على الدائرة المطبوعة.
- التعرف الكامل على الأبعاد الميكانيكية لأغلفة العناصر المطلوب تثبيتها على الدائرة المطبوعة
- تصميم الدائرة المطبوعة

بعد هذه الخطوة يكون أمامنا إما أن نختار تنفيذ ملف الدائرة المطبوعة على ماكينة التفريز والتثقيب MECHANICAL MILLING التي سيتم شرحها في نهاية هذه الوحدة بشرط أن يكون البرنامج المستخدم في التصميم يحتوي على ملف جربر GERBER وهو الذي يقوم بتعريف ملف الدائرة المطبوعة المصممة لملف تشغيل الماكينة، أو طباعة شكل الدائرة من ملفها على ورق شفاف ثم نكمل خطوات تشكيل الدائرة المطبوعة كيميائيا CHEMICAL ETCHING وهو ما سوف يتم شرحه الآن.

الخطوة الثانية : طباعة شكل الدائرة المطبوعة PCB PATTERN PRINTING :

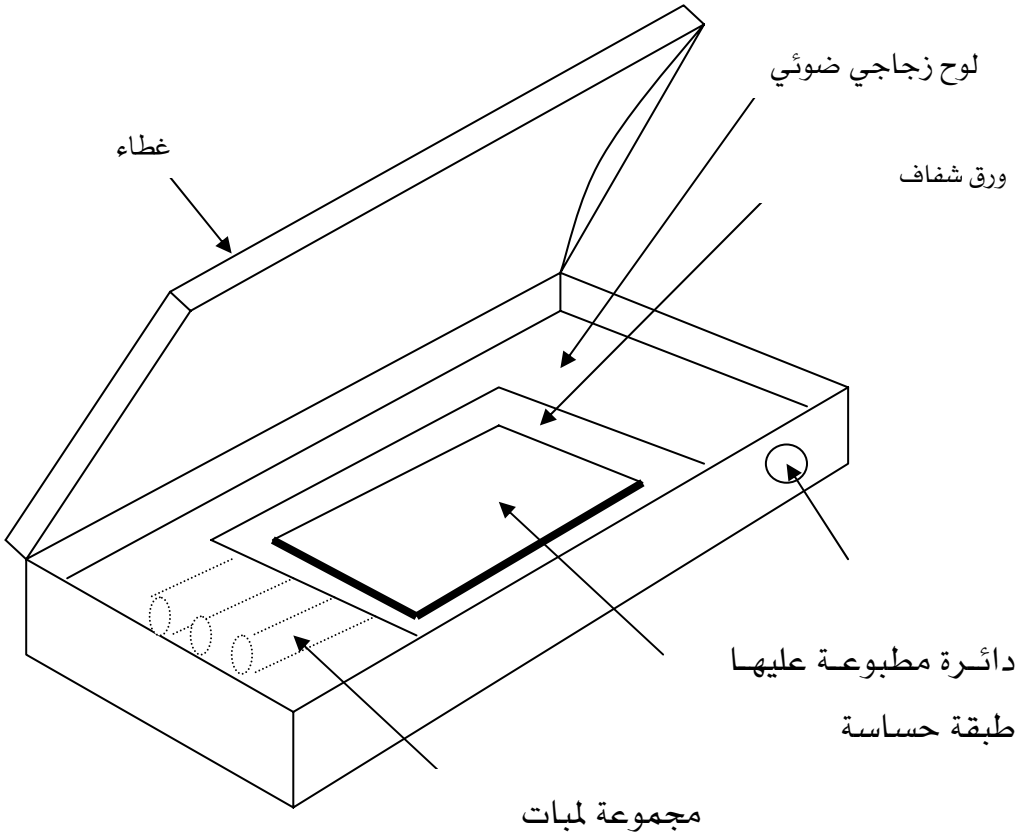
١- الطباعة اليدوية:

- بواسطة قلم الدوكو، في حالة الدوائر البسيطة جدا والإنتاجية الضئيلة
- بواسطة الألواح المجهزة، في حالة الدوائر البسيطة جدا والإنتاجية الضئيلة

٢- الطباعة الضوئية:

تستخدم في الدوائر المعقدة والإنتاجية الكبيرة، ويتطلب لهذه العملية ما يلي:

- ورق شفاف مطبوع عليه الدائرة المطبوعة المصممة
- لوح الدائرة المطبوعة الخام
- جهاز التعريض للأشعة فوق البنفسجية Ultra-Violet (UV) ، شكل (٢١)
- مواد حساسة للضوء حتى يمكن طباعة شكل المسارات على الجانب النحاسي للدائرة المطبوعة



شكل (٢١) يوضح جهاز الطباعة الضوئية

خطوات الطباعة الضوئية:

- ضع الورق الشفاف المطبوع عليه مسارات الدائرة المطبوعة السابق تصميمها بواسطة برنامج تصميم الدائرة المطبوعة على اللوح الزجاجي بوحدة الطباعة الضوئية حيث جانب طبقة الفيلم يرى من أعلى.
- أزل الورق الحامي من المادة الحساسة الأساسية والمنتشرة على السطح النحاسي للدائرة المطبوعة الخام، ثم ضع هذا الوجه النحاسي مواجها لورق الشفاف.
- اضبط لوح الدائرة المطبوعة وورق الشفاف ثم أقفل غطاء وحدة الطباعة الضوئية
- وصل الكهرباء لوحدة الطباعة وانتظر حتى ينتهي الوقت (طبقا لكفاءة الفيلم يأخذ من ١ إلى ٥ دقائق).

ملاحظة

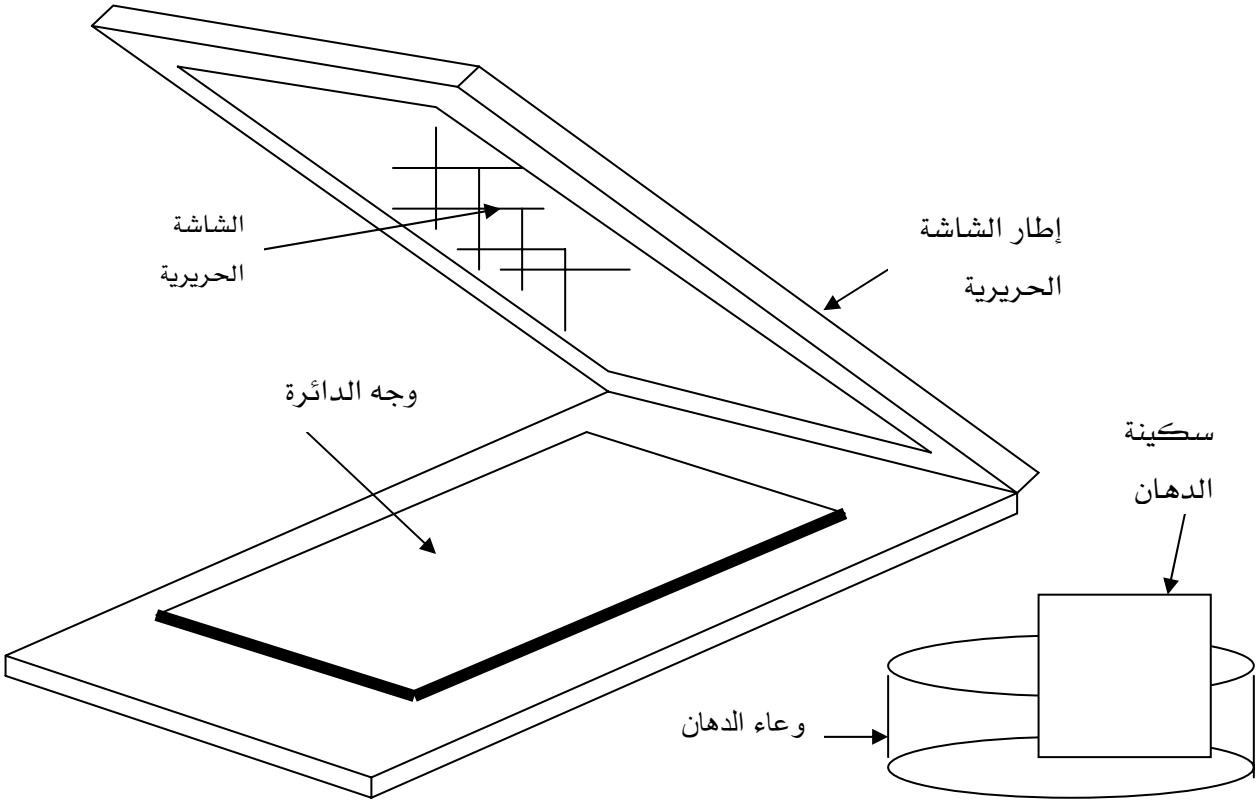
يتم اختيار زمن تعريض أطول في حالة الفيلم الجيد. وزمن تعريض أقصر في حالة فيلم بكفاءة أقل (الضوء يمكنه اختراق مساحات مسار الدائرة المطبوعة)

٣- الطباعة بواسطة الشاشة الحريرية

وهي طريقة إنتاجية، يتم فيها إعداد الشاشة الحريرية بشكل الدائرة المطلوبة. تستخدم هذه الشاشة المعدة سابقا في إطار كالموضح بالشكل (٢٢)، حيث يوضع لوح الدائرة المطبوعة (بدون طبقة حساسة مثل ما تم في الطباعة الضوئية)، والطبقة النحاسية لأعلى. ثم يتم تطبيق الشاشة الحريرية على هذا السطح. وبواسطة سكينة دهان أسود يتم دهان الشاشة الحريرية من جهة الوجه الآخر بمادة دهان مقاومة للأحماض. ينفذ الدهان خلال المسافات البينية للخيط الحريري في مناطق الشكل المطلوب ولا ينفذ خلال المناطق الأخرى غير المطلوبة نتيجة انسدادها.

ملاحظة

الشكل المطبوع على الوجه النحاسي بهذه الطريقة يكون مؤهلاً لمعاملته كيميائيا لإزالة الطبقات النحاسية المكشوفة (خارج نطاق الشكل المطلوب والمطبوع بالحبر أو الدهان الأسود).



شكل (٢٢) يوضح كيفية إجراء الطباعة بالشاشة الحريرية

الخطوة الثالثة : عملية الأظهار DEVELOPMENT PROCESS

- الخامات المطلوبة

- هيدروكسيد الصوديوم Sodium hydroxide لإظهار مسارات الدائرة المطبوعة (الإعداد: ١٠ جرام لكل لتر)- (١٠ جرام للنوع رقم ١٥٠٠٠١ و ١,٢ كيلوجرام للنوع رقم ١٥٠٠٠٢)

- مكونات حوض الإظهار

محلول من ٥٠ جرام من هيدروكسيد الصوديوم (بيكربونات الصوديوم) مذاب في ٥ لترات من الماء لعملية الإظهار. أدخل الكمية الموزونة من الحبيبات (٥٠ جرام) بحذر في الحوض اليسار من وحدة الأحواض. خزن المحلول المعد (استخدم شريحة التنظيف) حتى يتم تحلل (ذوبان) الحبيبات تماما. المحلول المعد هو عبارة عن محلول صودا قلوي ١٪ تقريبا. كما ينبغي التنبيه على أن الجزيئات الباقية والتي لم تتحلل (تذوب) يمكنها تدمير الطبقة غير المعرضة للضوء بسبب تكوينها المركز.

- **عملية الإظهـــار:**

لإظهار مسارات لوح الدائرة المطبوعة المعرض للضوء، نحتاج إلى حوض بنسبة ١٪ صودا. بشرط أن تكون درجة حرارة الحوض من ٢٠ إلى ٢٥ درجة مئوية. كما يجب تثبيت اللوح المعرض للضوء في ماسك اللوح المخصص ثم تعليقه في حوض سائل الإظهار. يمكنك ملاحظة إزالة الطبقة الحساسة للضوء جيدا بواسطة الأشعة البنفسجية. وإذا كنت تريد تعجيل عملية الإظهار، يمكنك تحريك اللوح عدة مرات أو استخدام فرشاة. يتم إنهاء خطوة الإظهار إذا بدأت مساحات من النحاس اللامع تظهر (لاحظ أنه مازال شكل المسار مغطى بالطبقة الحساسة للضوء).

- **عملية الشطف:**

قم بتعليق ماسك لوح الدائرة المطبوعة تحت التنفيذ في وسط حوض الوسط وأشطف اللوح بواسطة تحريك الماسك للأمام وللخلف بحركة بسيطة.

- **انخفاض إنتاجية حوض الإظهار:**

انخفاض إنتاجيته تناظر انخفاض إنتاجية حوض الحفر. بعد الاستخدام من المهم قفل الحوض باستخدام الغطاء. يمكن استخدام المحلول حتى شهر. يصبح الحوض غير مفيد إذا زاد زمن الإظهار لأكثر من ٧ دقائق في هذه الحالة لابد من تغييره.

- **علاج الصرف لمحاليل الإظهار المستهلكة ومحاليل الإزالة:**

علاج صرف محلول الإظهار يتم بمعادلته (إبطال مفعوله) وذلك بإضافة محلول فوق كبريتات الصوديوم (٢٠٠ جرام / لتر) إلى محلول الإظهار المتبقي. أصلاً، قيمة ph لمحلول الإظهار هي ١٣. بواسطة تحميض إلى ph ١١ إلى ١٢ والفصل التالي للترسيب حتى ٩٠٪ من المادة العضوية المحللة من محلول الإظهار المستهلك يمكن إزالته.هذه الطريقة، يتم بها إقلال حمولة الصرف اعتباريا.

يمكنك بالمثل المتابعة مع محلول المزيل، فقط يتم ملء المحلول المستهلك حتى مرتين ونصف المرة بالماء أولا قبل خطوة detoxification (كل واحد لتر محلول مزيل أضف عليه لتر واحد ونصف لتر من الماء)

يمكنك فصل الطينة (الخليط) بمرشح قهوة كبير مع ثقب عدة ثقوب في قاعدة المرشح لزيادة معدل الصرف.

الخطوة الرابعة : عملية الحفر الكيميائي CHEMICAL ETCHING PROCESS

الحفر الكيميائي معناه التشكيل لطبقة النحاس الرقيقة الموجودة بلوح الدائرة المطبوعة باستخدام الطرق الكيميائية من خلال قناع (الشكل المطبوع سواء بالطباعة الضوئية أو الطباعة بالشاشة الحريرية) يمثل مسارات التوصيل في الدائرة المطبوعة المرغوبة.

- **مكونات وحدة الحفر الكيميائي:**

تتكون وحدة الحفر الكيميائي من الأجزاء التالية:

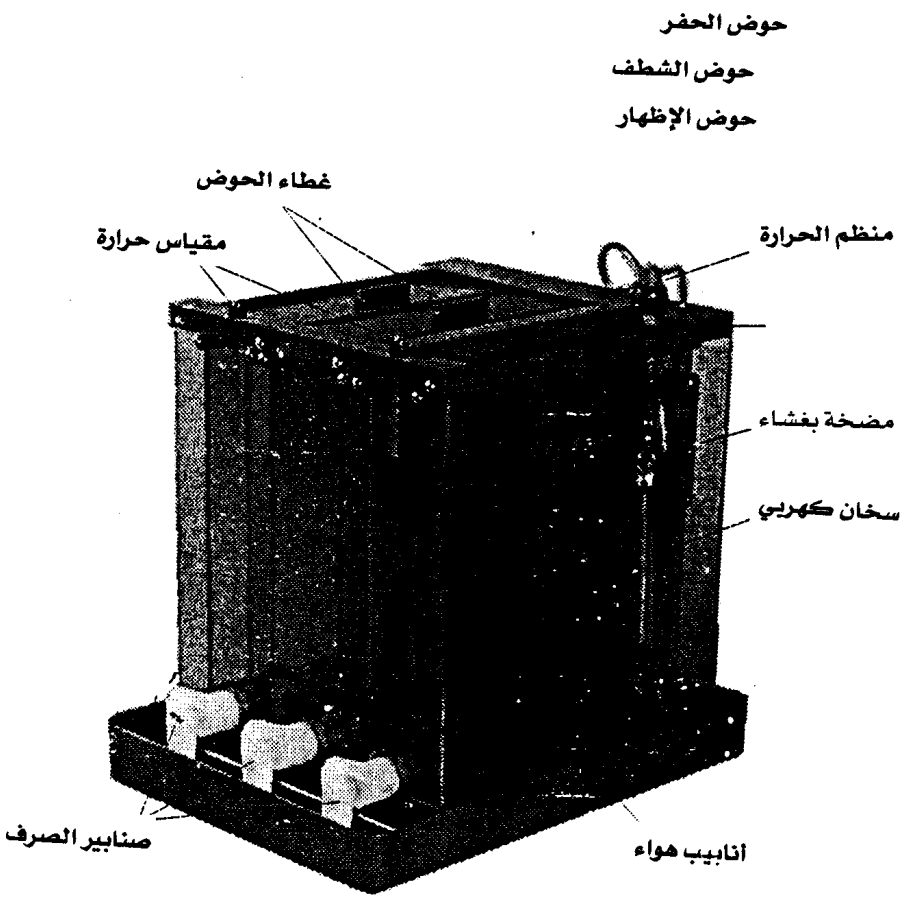
- فوق كبريتات الصوديوم Sodium per-sulfate لحفر أو تشكيل طبقة النحاس للوح الدائرة المطبوعة (الإعداد : ٢٥٠ جرام لكل لتر تقريبا)
- أشرطة اختبار عامة
- صنبور مياه نقية
- وسيلة صرف المياه والمركب الكيميائي
- حوض بغطاء لإجراء عملية الحفر الكيميائي
- ماسك أو حامل لألواح الدوائر المطبوعة المطلوب تشغيلها كيميائيا
- مسخن كهربائي Heater قدرته ٢٠٠ وات
- منظم حرارة الحوض
- مضخة غشائية لدفع الهواء داخل الحوض أو لتحريك المركب الكيميائيmembrane pump
- مقياس درجة الحرارة Thermometer

- **تجميع وتشغيل وحدة الأحواض:**

الشكل (٢٣) يوضح وحدة الحفر الكيميائي كاملة، وهي مكونة من ثلاثة أحواض للحفر- الشطف- الإظهار بكافة الأجهزة المساعدة مثل السخان الكهربائي وأجهزة قياس درجة الحرارة (الترمومتر) والمضخة الغشائية وأنابيب توصيل الهواء.

ملاحظة

يمكنك ضبط ماسك الدائرة المطبوعة بواسطة فك المسامير القلاووظ الموجودة تحت شريحة المقبض. إذا لم تربط المسامير ، فإنك لا تستطيع أيضاً إزاحة الشريحة بدون استخدامك المسامير القلاووظ.



شكل (٢٣) يوضح مكونات حوض الحفر بالأحماض

ملاحظة

لاستخدام ماسك الدوائر المطبوعة للمقاسات الكبيرة منها ، أزل الشريحة الوسطى. في حالة اللوح أحادي الطبقة النحاسية ، يمكنك مضاعفة عدد الدوائر المطبوعة المثبتة وذلك بواسطة مسك لوحي دائرة مطبوعة وتثبيتهما ظهرا بظهر.

- **الوضـع**

ضع وحدة الأحواض أفقيا وبطريقة مستقرة وأن يكون سطح الطاولة الموضوع عليها وحدة الأحواض مقاوماً للمحاليل الكيميائية. كما يجب أن يكون مكان وحدة الحفر الكيميائي جيد الإضاءة وبه تهوية كافية (شفاطات) بل ويستحسن تقريبه إلى النافذة أو الشفاط.

- **الملئ**

ويجدر بالذكر أن الكمية الضرورية من الماء المطلوبة لعمليتي الإظهار والحفر في وحدة الحفر الكيميائي هذه هي ٥ لترات بينما الكمية المطلوبة لعملية الشطف بحوض الشطف بالوحدة (الحوض في الوسط) هي ٨ لترات تقريبا. يتم ملئ الأحواض جميعها أولا بالماء ثم وضع الكميات الكيميائية فيها.

- **تشغيل حوض الحفر الكيميائي:**

لتشكيل طبقة النحاس بالدائرة المطبوعة يتم استخدام "فوق كبريتات الصوديوم " في هذه الوحدة. وهو محلول حفر عديم الرائحة odorless - نظيف لا يتبلور ولا يلوث الوحدة أو الجهاز المساعد. سرعة الحفر تكون بين ٤ إلى ٧ ميللي متر لكل دقيقة عندما يستقبل النحاس ٣٠ جرام لكل لتر تقريبا. وذلك لإعداد من ٢٠٠ إلى ٢٥٠ جرام يحتاج إلى واحد لتر ماء.

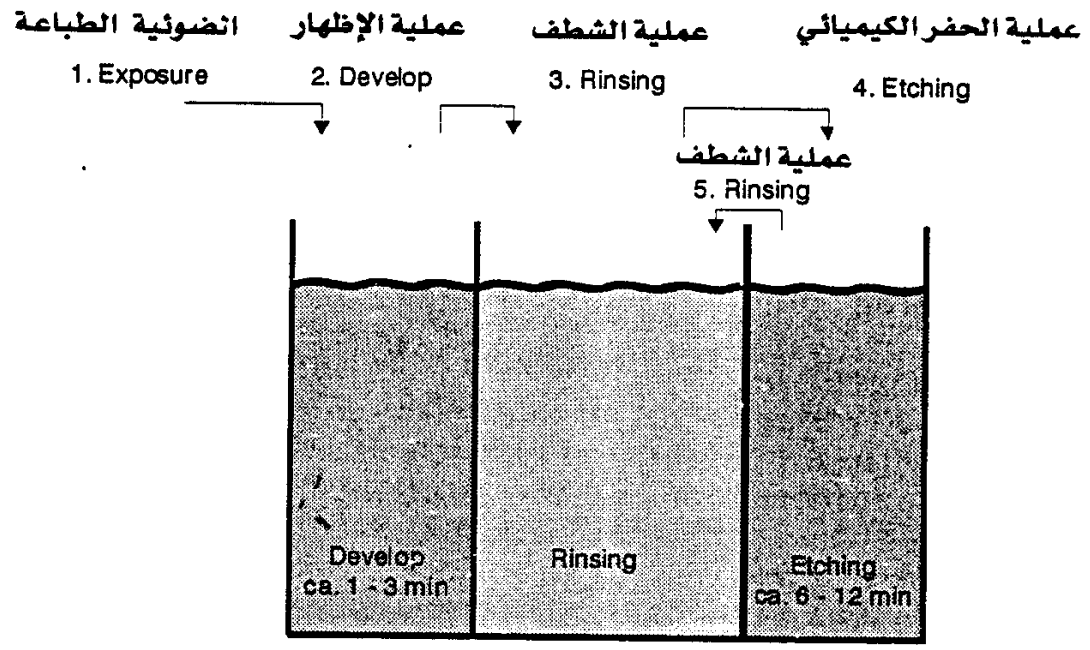
ملاحظة

في حالة استخدام وسائل أخرى للحفر، لا نستطيع أخذ أكثر مما يتقرر طبقا لإمكانيات الوحدة.

أدخل الكمية الموزونة سابقا بحذر إلى حوض الحفر (الحوض على الجانب اليمين) مملوء بمقدار ٤ لترات تقريبا من الماء وأذب الكمية بالتقليب. علما بأن الحبيبات تذوب أسرع في الماء السابق التسخين (تقريبا لدرجة ٣٥ مئوية)، كما ويمكنك تشغيل المضخة للمساعدة.

إذا تمت إذابة الحبيبات كاملة ، قم بملء الحوض حتى ٢ سم أسفل حافة الحوض العليا تقريباً.

يجب أن يصل مستوى السائل في حوض الحفر على الأقل إلى العلامة البيضاء لقضيب التسخين المغموس أو الغاطس في السائل وإلا فإن تنظيم الحرارة لن يعمل بطريقة صحيحة، انظر الشكل التالي:



شكل (٢٤) يوضح الأحواض الثلاثة بحوض الحفر الكيميائي

- **ضبط منظم التسخين:**

قبل البدء في تشغيل الوحدة لعمل أول دائرة مطبوعة لابد من ضبط منظم تسخين السائل. قم بتوصيل منظم التسخين لمدة ١٠ دقائق تقريبا لمغذي قدرة ٢٣٠ فولت تيار متغير قبل الاستخدام وهو في السائل. بإدارة المقبض في الاتجاه الموجب يعمل على زيادة الحرارة، وبإدارته في الاتجاه السالب يعمل على خفض الحرارة.

ملاحظة

أدر قضيب التنظيم ببطء شديد للخلف حتى تنطفئ اللمبة إذا وصلت درجة الحرارة إلى ٤٥ مئوية مع دفع الهواء بواسطة المضخة الغشائية.

- قم بتوصيل الكهرباء لقضيب التسخين فقط إذا كان الحوض مملوء
- يجب أن يكون مستوى الماء أعلى العلامة البيضاء الموجودة على قضيب التسخين بمقدار عدد قليل من المليمترات حتي يعمل منظم المسخن بطريقة صحيحة.
- لا تقدم على تسخين السائل بالحوض إلى درجة حرارة أعلى من ٥٠ درجة مئوية حيث إن هذا يمكن أن يسبب تشويها لبلاستيك الحوض وانهيار وظيفة مقياس الحرارة.

- **خطوات التشغيل:**

وهي تشمل الآتي:

١- الطباعة الضوئية لشكل المسارات على الطبقة النحاسية

٢- عملية إظهار المسارات على الطبقة النحاسية

٣- الشطف بالماء

٤- الحفر الكيميائي

٥- الشطف بالماء

الشكل (٤) يوضح العمليات السابقة خلال وحدة الحفر الكيميائي

- **الحفر الكيميائي:**

إزالة النحاس المكشوف من الدائرة المطبوعة بعد الشطف يتم باستخدام فوق كبريتات الصوديوم. ولتحقيق زمن حفر كيميائي قصير، يجب عمل تسخين سابق حتى درجة ٤٥ درجة مئوية (الدرجة المثالية)، ويجب تشغيل المضخة الغشائية لتحقيق درجة انسياب للسائل (مرور تيار هواء صغير). علق حامل الدائرة المطبوعة في حوض الحفر الكيميائي واضبط المضخة على أقصى تيار هواء خلال اللوح.

بعد عملية الحفر الكيميائي هذه قم بشطف الدائرة المطبوعة في حوض الشطف مرة أخرى.

بعدها قم بتنظيف لوحة الدائرة المطبوعة المنتجة من الطبقة المتبقية الحساسة للضوء. ويمكننا استخدام محلول مزيل (محلول إزالة الطبقة، ٥٠ جرام من هيدروكسيد الصوديوم لكل لتر ماء) أو سائل مذيب (محلول كحولي أو أسيتون...الخ) أو قم بحك وإخراج الطبقة ميكانيكيا باستخدام نوع من الصنفرة. ويتبع ذلك خطوة شطف تحت ماء جاري ويمكننا استخدام طبقة حافظة لمنع الصدأ للنحاس.

- **انخفاض إنتاجية حوض الحفر الكيميائي:**

السائل بالحوض يصبح متشبعا إذا تغير لون السائل إلى اللون الأزرق الغامق وامتداد أوقات الحفر إلى أكثر من ٣٠ دقيقة. وعند هذه الحالة يجب تجديد السائل. حيث يمكن لحوض مملوء بالسائل أن يقوم بإنتاج ٤٥ لوح دائرة مطبوعة الحجم الأوروبي أحادية الوجه (٣٥ميللي متر من طبقة النحاس).

ملاحظة

ربما يمكث سائل الحفر في الحوض عدة شهور دون أن يفقد تأثيره، لأن قوة السائل التي ترجع إلى التبخر يمكن تعويضها باستخدام الماء.

- **علاج الصرف لمحاليل الحفر المستهلكة:**

طبقا لقانون المياه المعمول به عالميا، يحدد نسبة بقايا النحاس المتبقية بالمقدار ٢ ميللي جرام / لتر في السوائل التي ربما تكون مدفوعة إلى الصرف. وهذا يتم تحت إشراف الهيئات أو الإدارات المتخصصة بصرف المياه لتحديد هذه القيمة فأقل. لهذا السبب فإنه من المناسب طلب معلومات مناظرة من التوكيلات الحكومية المناسبة. ويجدر بالذكر أن النمط الأكثر تأثيرا لتشغيل ترسيب النحاس:

١- صب سائل الحفر الكيميائي المستهلك في حاوي بلاستيك والذي يأخذ حوالي أربع مرات ونصف المرة من كمية المحلول المستهلك.

٢- ومن ثم قم بإعداد قلوي الصودا القوي (٤٠ جرام من هيدروكسيد الصوديوم لكل لتر ماء). حيث إننا نحتاج إلى ثلاثة لترات من قلوي الصودا القوي لكل لتر من محلول الحفر المستهلك تقريبا.

٣- قم بخلط قلوي الصودا القوي ببطء مع محلول الحفر المستهلك حتى يحقق قيمة ph ذات المقدار ١١. وتستخدم شرائط الاختبار لتوضيح قيمة ph. احتفظ بقيمة ph هذه لمدة ٣٠ دقيقة (بالإمكان إدخال المزيد من قلوي الصودا).

٤- بعد ساعتين بواسطة المؤقت، يكون الناتج ترسب طينة (خليط) سوداء يمكننا ترشيحها باستخدام مرشح مناسب (يمكنك استخدام ورق مرشح القهوة ١×١٠، ولتحقيق صرف أحسن أضف عدة ثقوب في قاعدة المرشح وليس في الورق) والطينة المحجوزة خلف ورق المرشح (هيدروكسيد النحاس) يمكن التخلص منها مع مراعاة الوسائل الآمنة لذلك (قم بإستشارة المدرب).

- **الصيانة والتنظيف:**

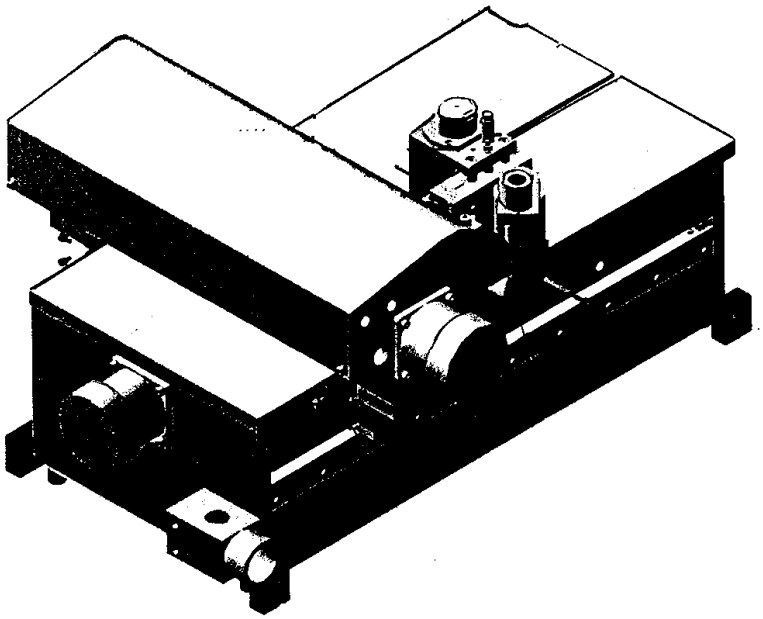
- طبقا لتكرار استعمال وحدة الحفر الكيميائي، لابد من تنظيفها باستمرار حتى نضمن أداءها الجيد. وهذا يتضمن جميع الأجزاء مثل أغطية الأحواض والمضخة وأنابيب التوصيل ، ...الخ.
- إذا كان من الضروري، قم بإزالة المتبقيات الكيميائية بعد كل تشغيل.
- بعد تفريغ الأحواض، نظف حوائط الأحواض من الداخل للحفاظ على شفافيتها.
- قبل استخدام الوحدة افحص مستويات السوائل (وبالأخص حوض الحفر الكيميائي)
- من الممكن أن يخرج الهواء من أنبوب موزع الهواء بطريقة غير منتظمة أو أنه يسبب انسداداً كاملاً. وهذا يحدث خاصة بعد عدم الاستخدام الطويل أو مكوث محلول الحفر المستهلك. يمكنك إزالة هذا التأثير بواسطة الطرق على الأماكن الظاهرة للأنبوب باستخدام قضيب صغير.

- بيانات فنية :

الأبعاد	وحدة الحفر الكيميائي	٣٥٠×٣٣٥×٤٤٠ ميللي متر
	حوض الصرف	٤٧٠×٣٥٠×٥٠ ميللي متر
	حوض الإظهار	٣٣٥×٥٠×٣٨٣ ميللي متر
	حوض الحفر الكيميائي	٣٣٥×٥٠×٣٨٣ ميللي متر
	حوض الشطف	٣٣٥×٨٨×٣٨٣ ميللي متر
السعة	حوض الحفر الكيميائي	٥ لترات تقريبا
	حوض الإظهار	٥ لترات تقريبا
	حوض الشطف	٨لترات تقريبا
متطلبات كيميائية	مادة الحفر الكيميائي	١,٢٥ كيلوجرام تقريبا
	مادة الإظهار	٥٠ جرام تقريبا
لوحات الدوائر المطبوعة	أقصى مقاس	٢٤٠×٣٢٥ ميللي متر
	لوحات المقاس الأوروبي :	
	ذات الوجهين	٤
	ذات الوجه الواحد	٨
تفاصيل فنية	التسخين	٢٣٠ فولت/٢٠٠ وات قابل للضبط باستمرار
	زمن التسخين	٣٠ دقيقة
	مضخة غشائية	٢٣٠ فولت/٥ وات
	صنابير الخرج	¾ بوصة
الوزن	فارغ	١٠,٥ كيلوجرام تقريبا
	مملوء	٣٠ كيلوجرام تقريبا

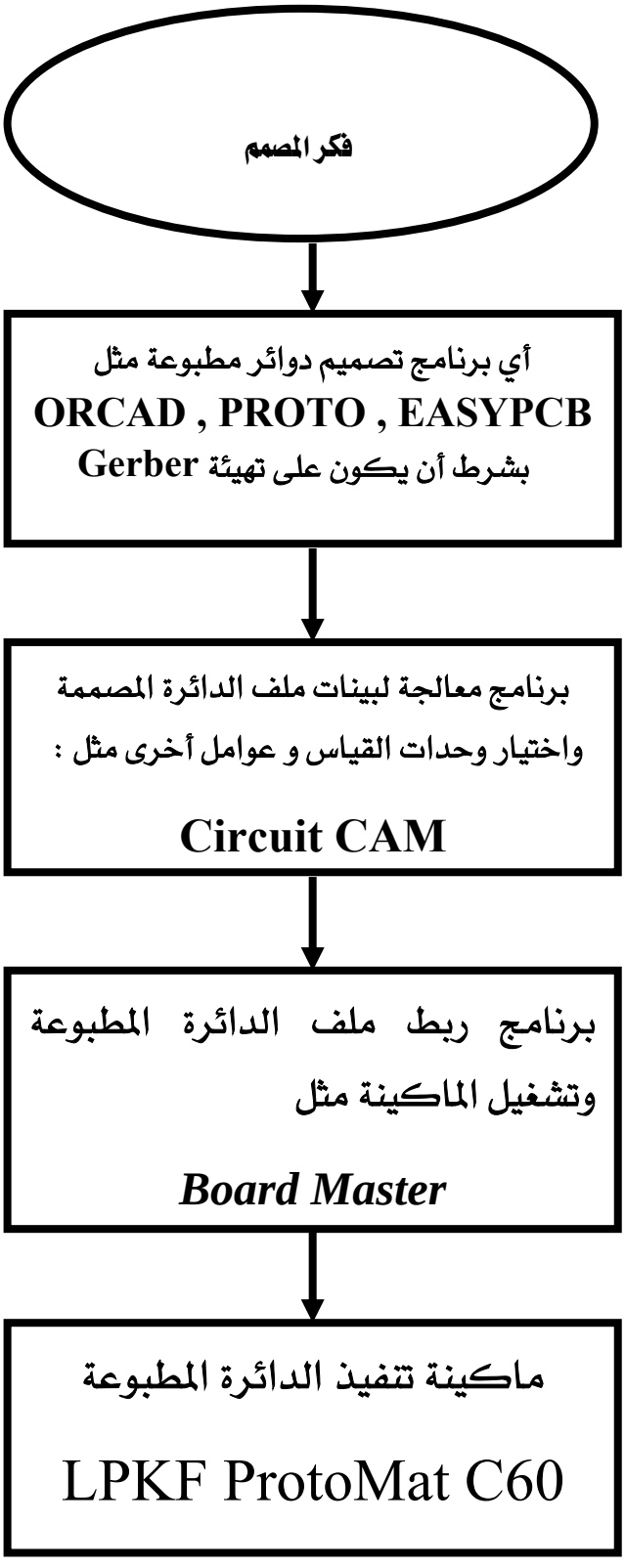
الخطوة الخامسة : الحفر الميكانيكي

تقوم ماكينة LPKF ProtoMat C60، الشكل (٢٥)، أو أي موديل متوفر، بتشكيل طبقة النحاس الموجودة في لوح الدائرة المطبوعة وذلك بإزالة طبقة النحاس من مناطق دون الأخرى طبقا للشكل المطلوب لمسارات التوصيل بين أرجل العناصر التي سيتم تجميعها على هذه اللوحة. ثم بعد ذلك يتم تثقيب أماكن إدخال أرجل العناصر حيث يتم لحامها مع طبقة النحاس المتبقية من عملية التفريز السابقة. وهناك مهام أخرى تقوم بها هذه الماكينة مثل حفر الأفلام الحساسة، وكذا حفر الألومنيوم أو البلاستيك.



شكل (٢٥) ماكينة تفريز وتثقيب ألواح الدوائر المطبوعة

ويقوم بتشغيل هذه الماكينة والتحكم فيها برنامج يسمى "Board Master"، حيث يتم من خلاله تعريف المساحة المطلوب تشغيلها وكذا تعريف العملية المطلوبة ثم ربط ملف شكل الدائرة المطبوعة بعملية التشغيل لتنفيذها. أما بالنسبة لعملية تصميم الدائرة المطبوعة المطلوبة فإنها تتم من خلال إحدى البرمجيات المتوفرة لدى القائم بالتصميم. ويشترط في هذه البرمجيات أن تعطي ملف الرسم على هيئة HP-GL أو كملفات ثنائية من LPKF (بالتهيئة LMD). وعلى سبيل المثال من البرمجيات المتوافقة مع التشغيل لهذه الماكينة والتي تعطي ملفاتها على الهيئات المذكورة سابقا نذكر منها: EASYPCB, ORCAD, PROTO. ويلحق بهذه الماكينة برنامج آخر اسمه "Circuit CAM"، ومهمته تنحصر في معالجة ملف تصميم الدائرة المطبوعة المجلوب من أحد برمجيات تصميم الدائرة المطبوعة المذكورة سابقا، حتى يكون مؤهلا للربط مع برنامج التشغيل Board Master، الشكل (٢٦).



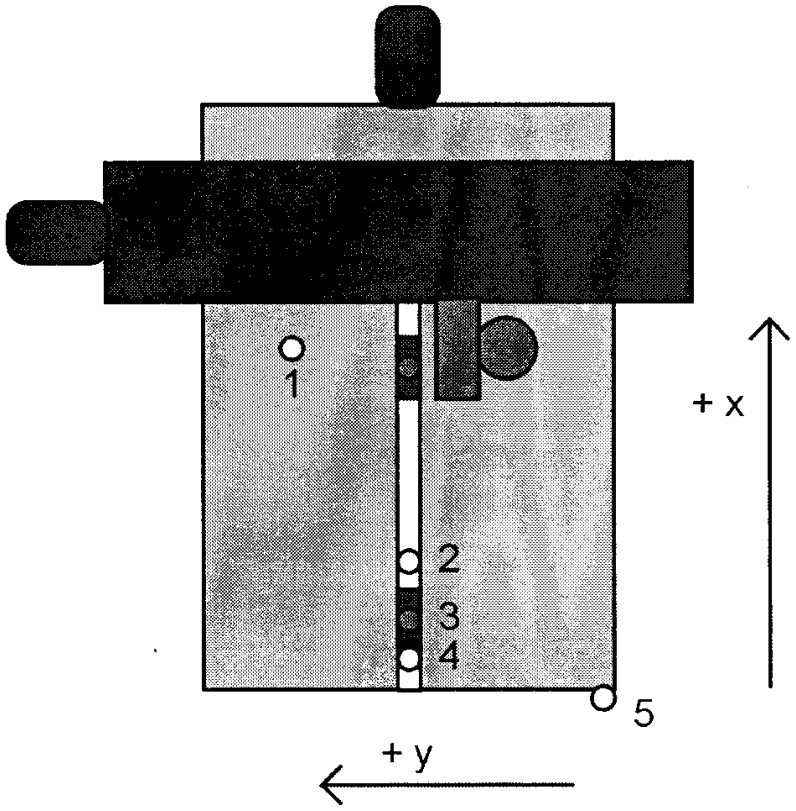
شكل (٢٦) يوضح مراحل تنفيذ الدائرة المطبوعة خلال ماكينة التفريز والتثقيب

محركات ماكينة التفريز والتثقيب:

لماكينة التفريز والتثقيب ثلاثة محركات وملف دافع Solenoid وهي العناصر التي تعطي الحركة. فهناك محرك يعطي الإزاحة الطولية في اتجاه المحور X، لاحظ من الشكل (٢٧) اتجاه المحور X الموجب ومتى يكون سالبا. وهناك محرك يعطي الإزاحة العرضية Y، لاحظ الاتجاه الموجب. أما المحرك الثالث فهو يعطي الحركة الدورانية لأداة التفريز أو التثقيب. حيث يقوم الملف الدافع بدفع رأس التفريز أو التثقيب أثناء دوران أداة التفريز أو التثقيب إلى أسفل أي في اتجاه السطح المراد تفريزه أو تثقيبه لتنفيذ عملية التفريز أو التثقيب.

ملاحظة

تستلزم عملية التثقيب أن يكون الحد القاطع للريشة طويلاً بالدرجة التي تمكنه من النفاذ من سمك لوح الدائرة المطبوعة بالكامل وإصابة سمك القاعدة لعمق ليس نافذ منها. أما عملية التفريز فيشترط فيها أن يكون الحد القاطع لأداة التفريز قصيراً بالدرجة التي تمكنه من إصابة طبقة النحاس فقط والملصقة أعلى طبقة الفيبر للوح الدائرة المطبوعة. لاحظ الشكل التالي لملاحظة الفرق والتحقق من العمليتين.



شكل (٢٧) **محركات ماكينة التفريز والتثقيب**

الواجهة الأمامية لماكينة التفريز والتثقيب:

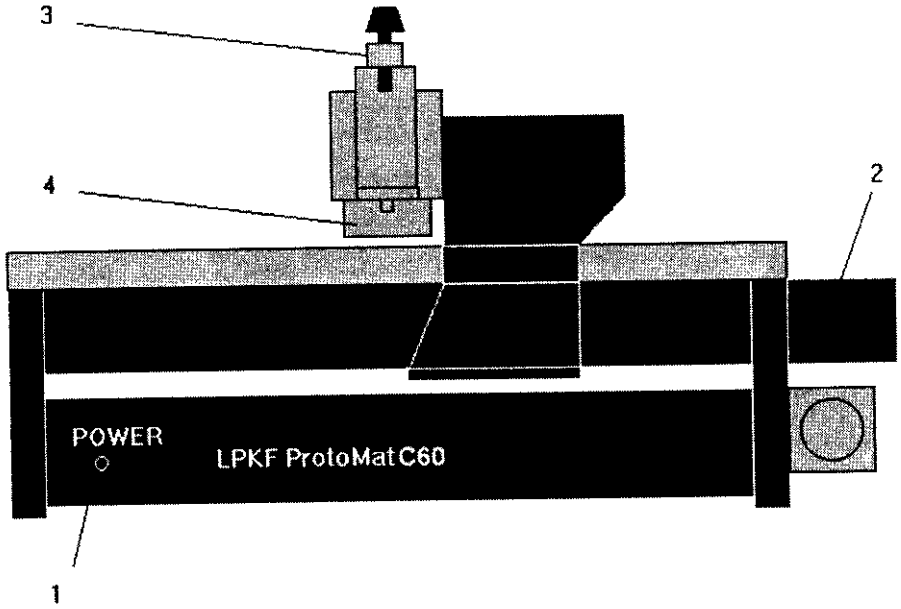
الشكل التالي يوضح الواجهة الأمامية لماكينة التفريز والتثقيب حيث يحتوي على ما يلي:

(١) مبين تشغيل الماكينة متكاملة

(٢) محرك الدفع في اتجاه المحور X

(٣) محرك محور دوران ظرف أداة التفريز ذو السرعة العالية

(٤) محدد التشغيل في اتجاه العمق



شكل (٢٨) الواجهة الأمامية لماكينة التفريز والتثقيب

الواجهة الخلفية لماكينة التفريز والتثقيب:

الشكل التالي يوضح الواجهة الخلفية للماكينة حيث تحتوي على ما يلي:

(١) توصيل وحدة الشفط

(٢) قابس وحدة المواجهة التوالي للخرج (٩ أطراف) للتحكم في الجهاز الاختياري

(٣) مقبس وحدة المواجهة التوالي للدخل (٢٥ طرف) للتوصيل مع الحاسب

(٤) توصيل محرك الدفع في اتجاه X

(٥) توصيل محرك الدفع في اتجاه Y

(٦) توصيل رأس التفريز والثقب

(٧) مفتاح وصل وفصل القدرة الكهربائية ووصلة سلكية ومصهرات

(٨) محرك المحور X

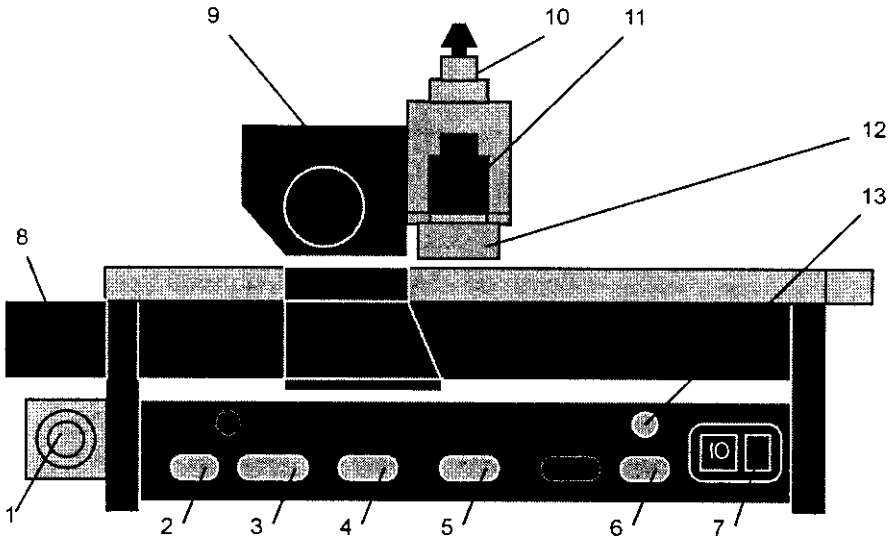
(٩) محرك المحور Y

(١٠) محرك إدارة الظرف

(١١) ملف دفع

(١٢) محدد التشغيل في اتجاه العمق

(١٣) توصيل محور دوران



الشكل (٢٩) الواجهة الخلفية لماكينة التفريز والتثقيب

طريقة عمل برنامج Board Master لتشغيل الماكينة:

البيانات المطلوبة لدفع وتشغيل الراسم (رأس التفريز (أو التثقيب)) تم توليدها في برنامج Circuit CAM حيث تم تخزينها في ملفات بالتهيئة HP-GL أو كملفات ثنائية من LPKF (بالتهيئة LMD). يقوم برنامج Board Master الخاص بتشغيل الماكينة، بقراءة الملفات المجلوبة من برنامج Circuit CAM وفك ترميز أوامر الرسم وتعديلها لنظام LPKF. يستخدم في التشغيل بيانات HP-GL أو LMD ، وبالإضافة للوظائف الهامة للماكينة مثل التدريج SCALLING ، والتحكم في المحرك ، ... الخ، فإن راسم لوح الدائرة لماكينة LPKF ProtoMat C60 يستجيب للأوامر التي تأخذ هيئة HP-GL، ويزود التشغيل هنا بإمكانيات إضافية مثل الخطوة والإعادة والحركة والدوران ، ...الخ.

الأوضاع الرئيسة لرأس التفريز (أو التثقيب):

لرأس ماكينة التفريز والتثقيب وهو المعروف بالراسم ثلاثة أوضاع رئيسة في التشغيل نسردها فيما يلي

(١) **موضع التوقف المؤقت PAUSE**: يتحرك رأس التفريز أو الثقب إلى هذه النقطة لإخلاء معظم طاولة الماكينة حتى يمكن تثبيت المادة المطلوب تشغيلها (لوح الدائرة المطبوعة مثلا) على الطاولة أو تغييرها.

(٢) **موضع نقطة البداية HOME**: هو الوضع النسبي للصفر ويجب وقوعه على المحور (X) لمرآة الماكينة ويقوم بتحديد نقطة الإسناد حيث X=0, Y=0 لمحرك الماكينة (وذلك من خلال برنامج Board Master والماكينة LPKF ProtoMat C60).

(٣) **موضع تغيير أداة التفريز أو الثقب CHANGE** (موضع الصفر المطلق).

والشكل (٢٧) يوضح منظراً من أعلى للماكينة يصف الأوضاع الرئيسة لها

لتنفيذ الدائرة المطبوعة باستخدام هذا النوع من الماكينات يجب التدرب على استخدامها، وكذا التدرب على تصميم الدوائر المطبوعة بواسطة البرمجيات المتاحة. كما يجب التعرف على حدود التشغيل وأنواع الريش المستخدمة في التشغيل. حيث إن هذا التشغيل يتطلب تصميم الدائرة المطبوعة فقط ثم تشغيلها على الماكينة مباشرة.

ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(تابع) ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات للمدرب

١- التخطيط للقيام بزيارات ميدانية للشركات الصناعية المتخصصة للاطلاع على وسائل تنفيذ الدوائر المطبوعة وتجميع الأجهزة الإلكترونية.

٢- دفع المتدربين إلى القيام بفتح الأجهزة والاطلاع على طرق تجميع الأجهزة الإلكترونية.

٣- يجب تنفيذ تدريب عملي أو أكثر داخل الورشة لتجميع عدد من الدوائر الإلكترونية.

٤- يجب شرح خطوات تنفيذ وتجميع الأجهزة الإلكترونية.

٥- يجب تنمية وزرع روح الابتكار والاختراع في نفس المتدرب والسعي لاختيار أفضل التمارين وترشيحها في المسابقات المعلنة.

التدريبات والتمارين

اختر الجملة المناسبة:

- يستخدم السلك المجدول في:
- التوصيلات المتحركة
- التوصيلات الثابتة
- كل ما سبق

- يشير رقم المقياس الأمريكي للسلك AWG إلى:
- قطر السلك
- التيار الذي يتحمله السلك
- كل ما سبق

- الدوائر المطبوعة هي:
- وسيلة لتجميع الأجهزة الإلكترونية
- غاية التجميع الإلكتروني
- وحدة تجميع كافة عناصر الدائرة المطلوب تنفيذها

- تحدد مساحة الدائرة المطبوعة طبقا إلى:
- حجم العناصر المثبتة عليها
- الأبعاد الميكانيكية للعناصر المثبتة عليها
- حجم فراغ علبة الجهاز

- عملية الإظهار تقوم:
- بإظهار شكل الدائرة بعد الطباعة الضوئية على اللوح الحساس
- بإظهار شكل الدائرة قبل الطباعة الضوئية على اللوح الحساس
- كل ما سبق

تقييم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج:

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب على.....

قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه:

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤- مثال إجراء عملية الحفر الكيميائي				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

ورشة إلكترونية

تطبيقات

الوحدة السادسة : تطبيقات على الدوائر الإلكترونية

معلومات عامة للمدرب والمتدرب

الجدارة : الإلمام بتقنية التجميع الإلكتروني للأجهزة الإلكترونية.

الأهداف : عندما تكمل هذه الوحدة تكون قادرا على:

١ - تنفيذ أي دائرة إلكترونية في صورة جهاز.

٢- افتتاح مصنع لصناعة الأجهزة الإلكترونية.

٣- عمل دراسة جدوى لتصنيع الأجهزة والبطاقات الإلكترونية.

٤- الإقدام بفكر متميز للابتكار والاختراع.

٥- المشاركة في المسابقات.

مستوى الأداء المطلوب : ١٠٠٪.

الوقت المتوقع للتدريب : محاضرتان نظري + ست محاضرات عملية.

الوسائل المساعدة :

١- تدريب المتدرب على كيفية فتح المواقع المتخصصة على شبكة المعلومات الدولية

٢- الزيارات لمواقع الصناعات الإلكترونية.

٣- استخدام الوسائل التعليمية المتاحة بالورشة (عارض البيانات والنظام المرئي).

الجدارة المطلوب تحقيقها :

توسيع مدارك المتدرب العملية وإكسابه مهارة عالية في تنفيذ الأجهزة الإلكترونية.

متطلبات الجدارة :

١- مواظبة المتدرب على اكتساب مهارة وفن التجميع الإلكتروني.

٢- تشجيع المتدرب على شراء الأجهزة القديمة ومحاولة إصلاحها والاطلاع على سبل تجميعها

المحتوى

- التمرين الأول : تنفيذ وحدة تغذية ٥ فولت مستمر منتظم
- التمرين الثاني : تنفيذ حلقة اتصال بصرية
- التمرين الثالث : تنفيذ دائرة اتصال داخلية

التمرين الأول: وحدة تغذية ٥ فولت مستمر منتظم
REGULATED 5-VOLT POWER SUPPLY

سوف يقوم المتدرب في هذا التمرين بتنفيذ جهاز تغذية قدرة مستمرة **DC Power Supply**، وقبل أن يشرع في التنفيذ يجب التعرف على بعض المعلومات التي تؤهله للتعامل مع عناصر الدائرة والدراية الكاملة بالتوصيلات بينها. وسوف نتجه إلى تنفيذ التمرين بالكامل داخل الورش الإلكترونية وبأيدي المتدرب نفسه حرصاً على مصلحته حتى يؤهل باكتسابه المهارات الفنية إلى أن يكون ناجحاً في حياته العملية.

وأثناء تنفيذك التمرين سوف تحتاج إلى المساعدة فلا تخجل واسأل المدرب أو قم بالقراءة في الجزء النظري للحقيبة التدريبية، فقد حاولنا الإلمام بكل معلومة نافعة لك في كل مرحلة من مراحل التنفيذ.

أنواع دوائر تغذية القدرة

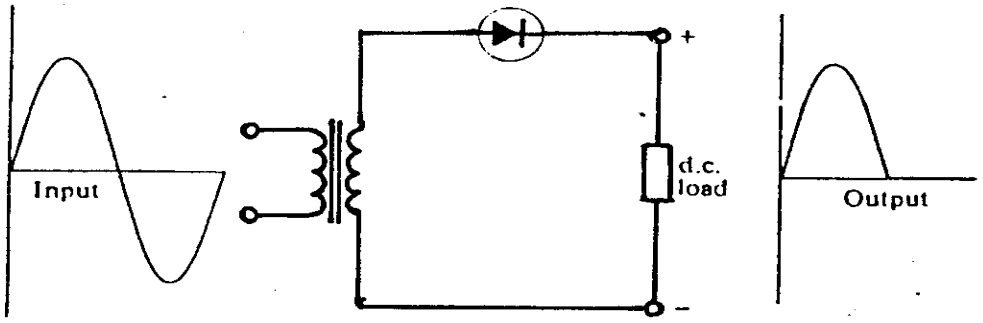
تعتبر دوائر تغذية القدرة المستمرة DC Power Supply Circuits، من أشهر الدوائر على الاطلاق في عالم الإلكترونيات. فجميع الأجهزة الإلكترونية تعمل على جهد مستمر صغير بينما شبكات التغذية المتغيرة AC والتي تمد جميع المباني هي عبارة عن جهود مترددة. فكان من الطبيعي أن يحتوي كل جهاز إلكتروني على دائرة تغذية قدرة مستمرة وإذا لم يكن يحتوي على ذلك فلابد من توفيرها له. وعلى ذلك لابد من محاولة فهم وتنفيذ دائرة تغذية قدرة مستمرة في الحياة العملية. ويجب أن نعرف أن كل دائرة تغذية قدرة مستمرة تختلف عن الأخرى من حيث القدرة المسحوبة منها أو مقدار دقتها وتنعيم خرجها وهو ما سوف نعرفه فيما يلي. **وهناك عديد من خواص دوائر تغذية القدرة المستمرة نذكر منها:**

١- دائرة تغذية قدرة مستمرة تعمل بنظام توحيد نصف موجة
٢- دائرة تغذية قدرة مستمرة تعمل بنظام توحيد موجة كاملة
٣- دائرة تغذية ثنائية الأقطاب
٤- دائرة تغذية أحادية الأقطاب
٥- دائرة تغذية منتظمة الخرج
٦- دائرة تغذية غير منتظمة الخرج

سوف نتناول كلاً منها على حدة كما يمكنك أن تجمع خاصيتين معا في دائرة تغذية واحدة

توحيد نصف الموجة Half-Wave Rectification

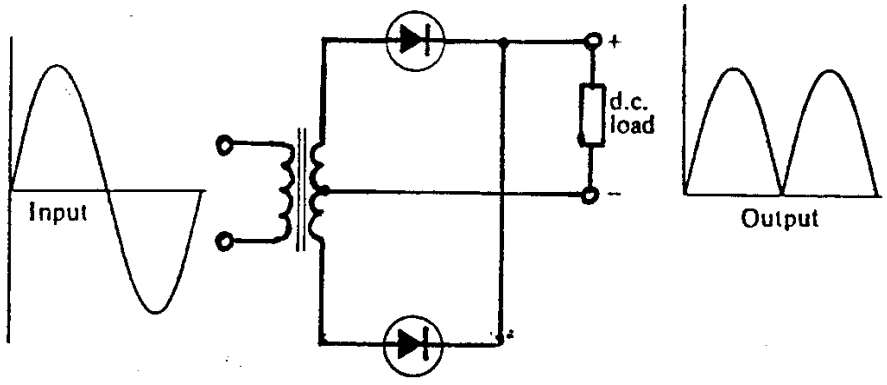
يظهر نموذج لهذا النوع من دوائر تغذية القدرة العاملة بنظام توحيد نصف الموجة بالشكل (١). علما بأنه أصبح غير شائع الاستخدام.



شكل (١) يوضح دائرة توحيد نصف موجة

توحيد موجة كاملة Full-Wave Rectification

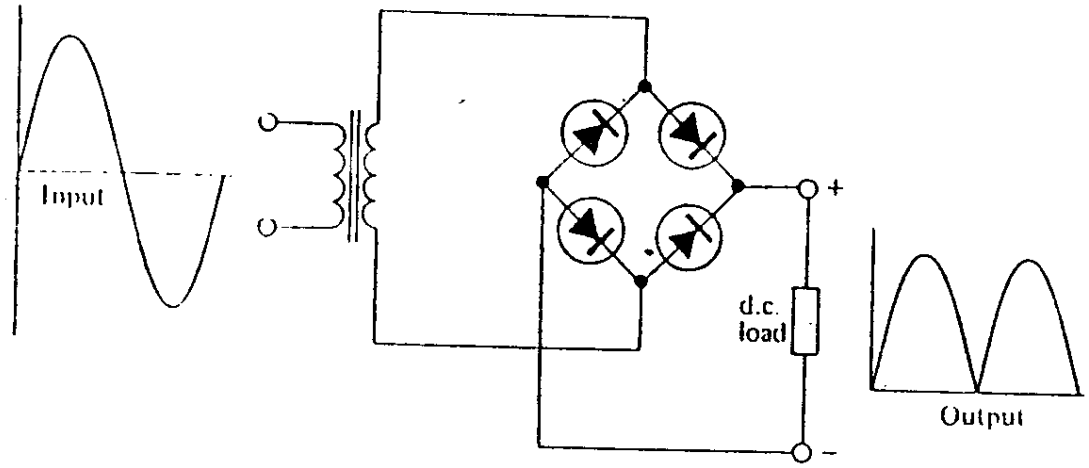
كما يتضح من الشكل (٢) أن كلاً من نصفي الدورة لتيار التغذية المتغير يتم استخدامه بواسطة ثنائيين، ولكن هذا النوع من الدوائر يحتاج محولاً ذا نقطة تنصيف للملف الثانوي يكون معدلها ضعف جهد الحمل.



شكل (٢) يوضح دائرة توحيد موجة كاملة

قنطرة توحيد موجة كاملة Full Wave Rectifier Bridge

يتضح من الشكل (٣) أن دائرة التغذية تتكون من أربعة ثنائيات في غلاف واحد يطلق عليها قنطرة توحيد ، وهذه القنطرة عامة رخيصة الثمن وكل زوج متوازٍ من ثنائيات التوحيد بالقنطرة يعمل على توصيل التيار في كل نصف دورة لموجة التيار المتغير.



شكل (٣) يوضح دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام قنطرة

التغذية ثنائية الأقطاب Bipolar Power Supply

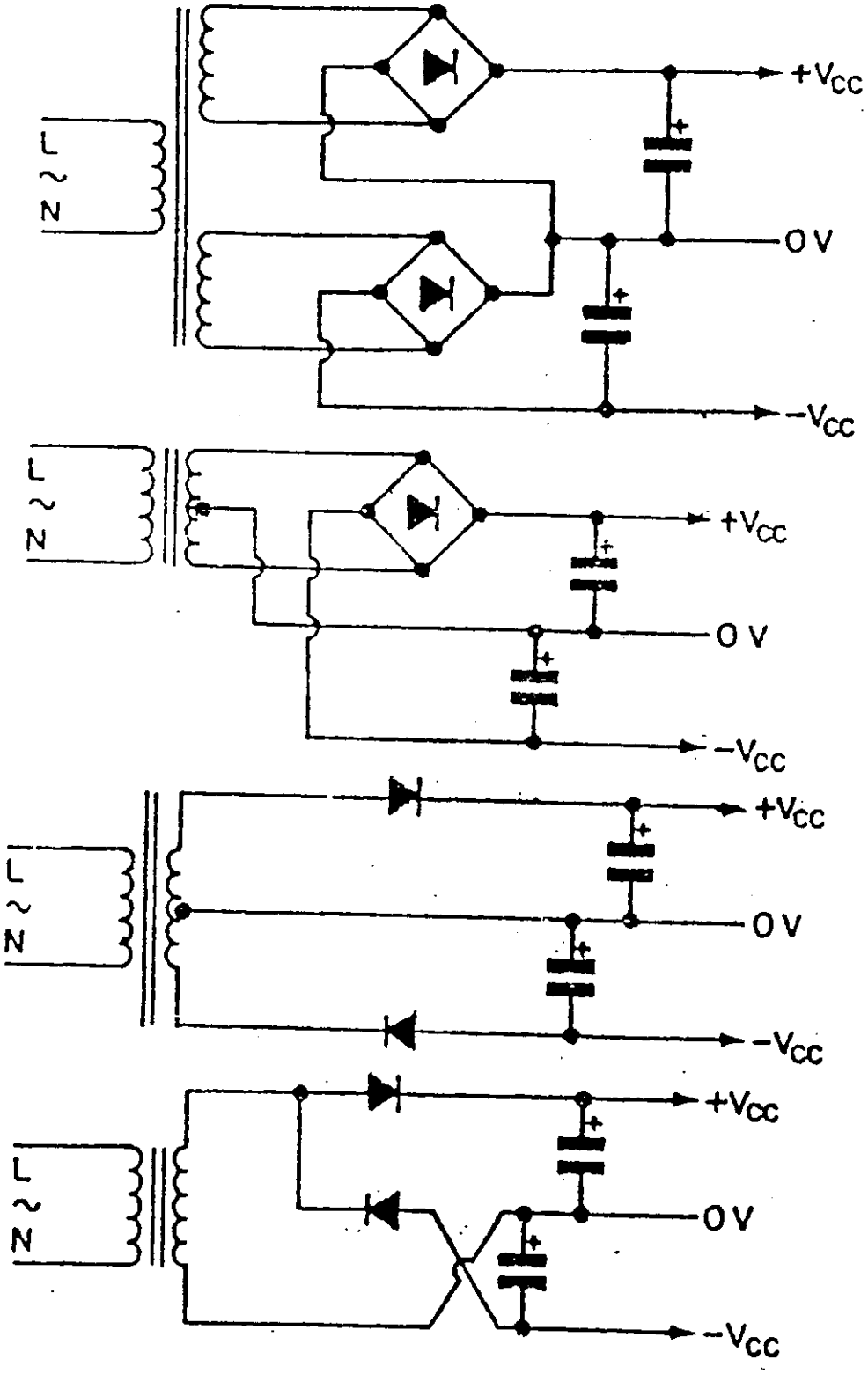
وهذه التغذية هامة للدوائر المتكاملة عامة وهي تنشأ باستخدام منبعي جهد مستمر مفصولين، كما بالشكل (٤) مع توصيل الطرف الموجب لأحدهما مع الطرف السالب للآخر داخلياً ونقطة التوصيل هذه لها طرف خارجي يعبر عن نقطة الوسط. أو يسمى مشترك تغذية القدرة أما الطرفان الآخران فمن كان منهما موجباً أصبح كذلك ومن كان سالباً أصبح سالباً وكلاهما يقاس منسوبا إلى مشترك تغذية القدرة 0V.

التغذية أحادية الأقطاب Unipolar Power Supply

وهي دوائر التغذية التقليدية المستخدمة قديماً حيث يكون لها طرفا تغذية، إحدهما يعبر عن الطرف المشترك 0V، ويسمي الأرضي والآخر الطرف الموجب ويعبر عن جهد التغذية كما هو واضح من الأشكال (٣، ٢، ١) السابقة.

التغذية غير المنتظمة Unregulated Supply

وهي عبارة عن دائرة توحيد سواءً كانت نصف موجة أو موجة كاملة دون تنظيم خرجها خلال دائرة منظم باستخدام أي نبيطة أو دائرة تنظيم وفي أبسط الأمور ثنائي زينر وهناك تكوينات للدائرة تتوقف على شكل المحول وعدد ملفات الثانوي أو تقسيماتها كما بالشكل (٤).



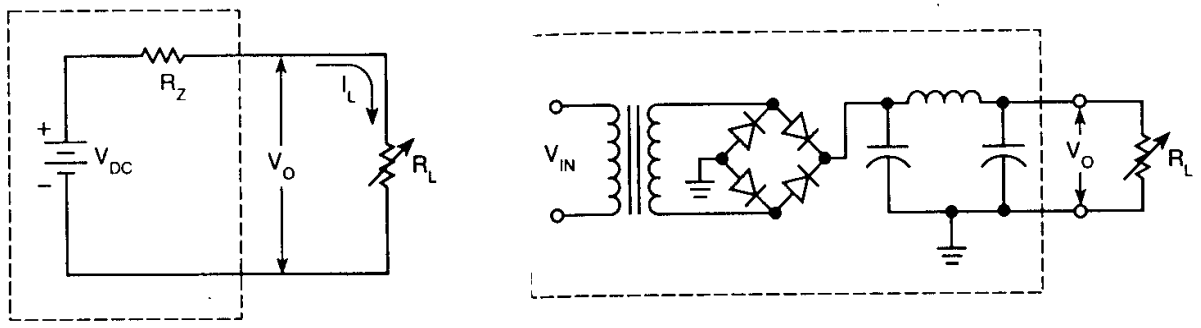
شكل (٤) يوضح دوائر تغذية ثنائية الأقطاب

التغذية المنتظمة Regulated Supply

تتطلب أغلب الدوائر المتكاملة اليوم، تغذية قدرة عالية الثبات أي منتظمة. ولذا فقد تم تدعيم خرج أي دائرة توحيد بوسائل تنظيم عالية الثبات حتى يمكن تجنب أي اضطراب في عمل أو تشغيل الدوائر المتكاملة. ولن تصل درجة تنظيم خرج أي دائرة توحيد إلى درجة الكمال ولكنها قد تصل إلى نسبة تغير صغيرة تؤخذ في الاعتبار.

ولتصميم وحدة تغذية قدرة منتظمة **Regulated Power Supply**، تتم الاستعانة بدوائر التغذية غير المنتظمة والموجودة بالشكل (٤) مع إضافة دائرة تنظيم على خرجها. وسوف نقوم بشرح كيفية قيام دائرة التنظيم هذه بمراقبة خرج دائرة التوحيد وكيف تقوم بالضبط الذاتي حتى يظل جهد الخرج في حيز الحدود المعروفة للتنظيم. أما الشكل (٥)، فيوضح دائرة تغذية قدرة مستمرة غير منتظمة **unregulated power supply**. كما أن الشكل (٥- ب) يوضح دائرة تخطيطية بسيطة مكافئة للدائرة بالشكل (٥- أ).

ولذا في حالة عدم وجود حمل **no-load** نعتبر منبع الجهد المستمر كمنبع V_{DC} ومقاومة توالي R_z وهي تسمى ممانعة الخرج. وبالتالي فإن أي تيار حمل I_L سوف يمر خلال المقاومة R_z. وبالتالي يكون هناك سببان رئيسيان لتغيير جهد الخرج V_O، أحدهما التغير في تيار الحمل والآخر في جهد الدخل لدائرة التغذية V_{IN}، والتي بدورها تغير الجهد V_{DC}. في بعض الأحيان يحدث السببان معا وأحيانا أخرى يحدث كل منهما على حدة.



أ- دائرة التغذية غير المنتظمة ب- الدائرة المكافئة لها

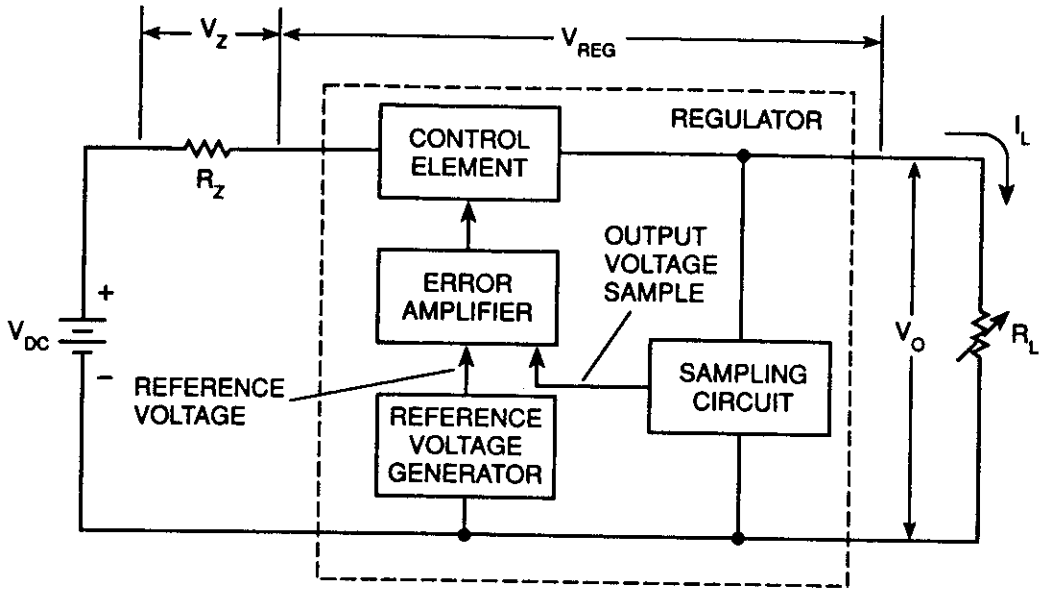
شكل (٥) يوضح دائرة تغذية قدرة مستمرة غير منتظمة

وللحصول على جهد ثابت (منتظم) V_O ، نضع دائرة منظم بين المقاومة R_z والمقاومة R_L كما بالشكل (٦). ومن ذلك يتضح ظهور جهد عبر دائرة المنظم، V_{REG}. ومن الشكل (٦) نجد أن قيمة الخرج هي:

$$V_O = V_{DC} - (V_Z + V_{REG})$$

طريقة عمل منظم الجهد:

يتغير جهد المنظم V_{REG} للحفاظ على ثبات جهد الخرج V_O كلما تغير تيار الحمل I_L وجهد التغذية المستمرة V_{DC}. فإذا زاد تيار الحمل I_L ، فإن الجهد R_z يزداد مما يؤدي إلى انخفاض جهد الخرج V_O ، وبالتالي تقوم دائرة المنظم بتخفيض جهد التنظيم V_{REG} لاسترجاع الزيادة في الجهد V_Z ومن ثم يبقى الجهد V_O عند القيمة الثابتة له. وبالعكس إذا انخفض تيار الحمل I_L حيث يؤدي هذا إلى زيادة الجهد V_O ، فإن دائرة التنظيم تقوم بزيادة الجهد V_{REG} للحفاظ على قيمة جهد الخرج V_O ثابتة. وبالمثل ، تقوم دائرة المنظم بزيادة أو خفض جهد التنظيم V_{REG} إذا زاد أو قل V_{DC} على التوالي.



شكل (٦) يوضح مكونات عنصر منظم الجهد المستخدم في دوائر تغذية القدرة المستمرة.

مكونات دائرة المنظم:

تتكون دائرة المنظم كما بالشكل (٦) مما يلي:

١- دائرة أخذ العينات **sampling circuit** وهي تراقب جهد الخرج وتأخذ منه عينة وترسلها في الاتجاه العكسي لمكبر الخطأ.

٢- مولد الجهد الإسنادي **reference voltage generator** وهو يحتفظ بقيمة جهد الإسناد الثابتة (قيمة جهد خرج وحدة التغذية الاسمية) لمكبر الخطأ.

٣- مكبر الخطأ **error amplifier** وهو مكبر يقوم بمقارنة عينة جهد الخرج بجهد الإسناد ويولد جهد الخطأ أي الفرق بين الجهدين إذا كان هناك أي فرق بينهما. يقوم مكبر الخطأ بتغذية عنصر التحكم بجهد الخطأ ليقوم الثاني بالتحكم في قيمة جهد التنظيم V_{REG}.

٤- عنصر التحكم **control element** وهو عبارة عن مقاومة متغيرة موصولة على التوالي مع R_L و R_z و V_{DC}. عند تغير V_{DC} أو I_L ، فإن الدخل الآتي من مكبر الخطأ يقوم بضبط قيمة المقاومة المتغيرة هذه لتغيير جهد التنظيم V_{REG} وذلك لتثبيت جهد الخرج V_O كما تم شرحه سابقاً.

نسبة التنظيم:

تتوافر الدوائر المتكاملة الرقمية ذات المدى العريض من التعقيدات لأغراض تطبيقية كثيرة. وكلما تغيرت الدوائر المتكاملة كان المتطلب الرئيس هو جهد تغذية منتظم بنسبة تنظيم ١٠٪ ، وعلى أي حال فإن الدوائر المتكاملة والأكثر تعقيدا مثل وحدات المعالجة الدقيقة **MICROPROCESSORS** ، تتطلب نسبة تنظيم ٥٪ للجهد.

يتم التعبير عن نسبة تنظيم الحمل كما يلي :

$$\%Load\ \mathrm{Re}g. = (V_{NL} - V_L)/V_L \times 100$$

وهو عبارة عن التغير في الجهد ، معبرا عنه بالنسبة المئوية ، والذي يحدث عند تغير الحمل من حالة عدم الحمل NO-LOAD (NL) إلى حالة الحمل LOAD (L) مقسوما على جهد الحمل. وهذه الطريقة هي المعبرة عن مدى تغير جهد الخرج عند الإستجابة إلى التغير السريع في التيار المطلوب بواسطة الحمل. دعنا نتحقق من التغذية بمقدار ٥ فولت بنسبة تنظيم مقدارها ٥٪ وذلك باستخدام معادلة تنظيم الحمل. في الحسابات التالية ، V_V عبارة عن التغير $V_{NL} - V_L$ في المعادلة السابقة.

وبالتالي يمكن حساب القيمة كما يلي:

$$\pm 5\% = V_V / 5 \times 100$$
$$\pm 0.05 = V_V / 5$$
$$+V_V = 5(+0.05) = +0.25$$
$$-V_V = 5(-0.05) = -0.25$$

لذا، بنسبة تنظيم $\pm 5\%$ ، نجد أن جهد الخرج سوف يتغير من 5.25 إلى 4.75 فولت بصرف النظر عن التغير السريع بين قمة وقاع التيار المطلوب. ونسبة التنظيم هذه تطبق أيضاً على تغيرات جهد الدخل.

تيار الحمل:

متطلبات تيار الدوائر المتكاملة الرقمية تتغير عدد قليل من الميللي أمبيرات للعناصر المنطقية إلى عدد قليل من مئات الميللي أمبيرات للدوائر المتكاملة المعقدة. وغالبا ما تتحكم عناصر القدرة للقفل والفتح في تيارات الحمل بالمقدار ١٠٠ ميللي أمبير أو أكثر حيث تستطيع تشغيل المحركات، وعناصر التماس CONTACTORS والمصابيح والمرحلات. وكنتيجة لذلك، فإن التغذية بالجهد +٥ فولت بأقصى معدل تيار مقداره ١ أمبير (١٠٠٠ ميللي أمبير) والتيار الممكن ١,٥ أمبير(١٥٠٠ ميللي أمبير) يجب أن يكون كافياً لتشغيل مشاريع وتجارب صغيرة والتي تتكون من حوالي عشرة دوائر متكاملة وبعض عناصر القدرة.

التنعيم لجهد التغذية المستمر smoothing

التموج غير المرغوب RIPPLES في وحدات التغذية:

للتخلص من التموج غير المرغوب **ripples** في الخرج المستمر من دائرة التغذية للقدرة يجب استخدام مرشح يتخلص من هذه التموجات ويعمل بذلك على تنعيم الجهد الخارج. والمرشح هذا يتكون من مكثف كيميائي كبير يتم توصيله عبر طرفي الحمل كما هو واضح بالشكل (٧) وربما يتكون من شبكة ترشيح على شكل π كما بالشكل (٨). وعملية التنعيم هذه تكون لرفع متوسط مستوى الجهد المستمر.

ملاحظة

تردد التموجات غير المرغوبة **ripples** سوف يكون ضعف تردد التغذية لتوحيد الموجة الكاملة.

يمكن استنتاج مواصفة التموج غير المرغوب من معادلة مرشح المكثف (من الباب الثاني) وحقيقة فإن المنظم يعوض تغيرات جهد التموج عند الخرج . وتسمى خاصية المنظم بلفظ التموج.
وعادة يكون هناك أقل من ٢٠٠ ميللي فولت هامش ضوضاء حول مستويات المنطق الحرجة في الدوائر المنطقية في تصميم النظام. أي تموج لوحدة تغذية يقلل كمية التفاوت على هامش التصميم. لذا، عندما يتسبب جهد التموج في تغيير مستويات المنطق بالقيمة ٢٠ ميللي فولت، فإنه يجب خفض هامش الضوضاء بالنسبة ١٠ ٪.

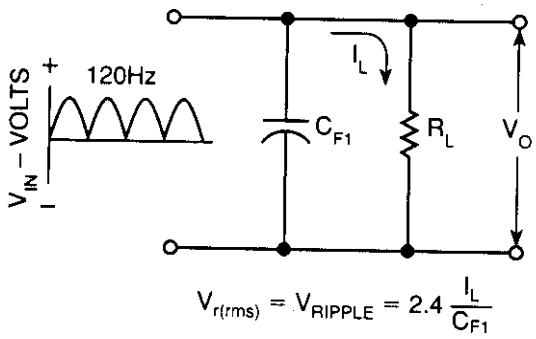
تم اختيار مرشح ذي مكثف دخل، CF_1 ، بالسعة ذات المقدار ٤٧٠٠ ميكروفاراد تم اختيارها لهذا المشروع. عند تيار حمل مقداره ١٥٠٠ ميللي أمبير ، فإن جهد التموج يساوي:

$$V_{r(rms)} = 2.4 \times 1500 / 4700$$
$$V_{r(rms)} = 0.76 \quad or \quad 760 \quad millivolt$$

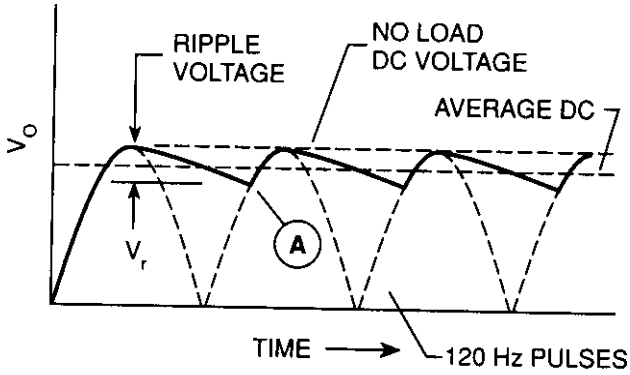
أيضا، عنصر التنظيم ذو الرقم 7805 سوف يتم استخدامه في هذا التصميم. حيث يمتاز بخاصية لفظ التموج بكسب ٦٠ ديسبل. والديسبل هي وحدة تستخدم للتعبير عن جهد التموج الذي يظهر عند خرج المنظم عند تطبيق جهد معين عند الدخل. ويتم التعبير عن العلاقة هذه كما يلي:

$$-60dB = 20 \log_{10} V_O / V_{IN}$$
$$-3 = \log_{10} V_O / V_{IN}$$
$$10^{-3} = V_O / V_{IN}$$

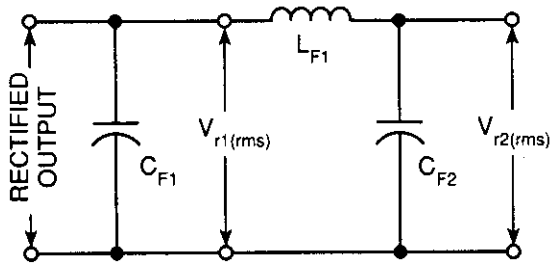
وهذا يعني أن جهد تموج الخرج، V_O ، سوف ينخفض بالمقدار ١٠٠٠ مرة أعلى مما يظهر عند الدخل، V_{IN}. وحيث أن جهد تموج الدخل يساوي ٧٦٠ ميللي فولت، فإنه يجب أن يكون هناك جهد مقداره ٠,٧٦ ميللي فولت عند خرج المنظم. وهذا يكون صغيراً بدرجة كافية ليسبب عدم وجود مشكلة مع هامش الضوضاء.

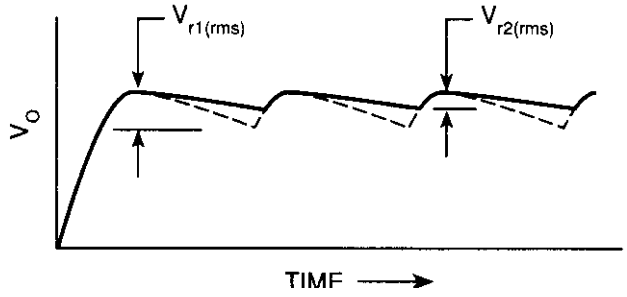


$$V_{r(rms)} = V_{RIPPLE} = 2.4 \frac{I_L}{C_{F1}}$$



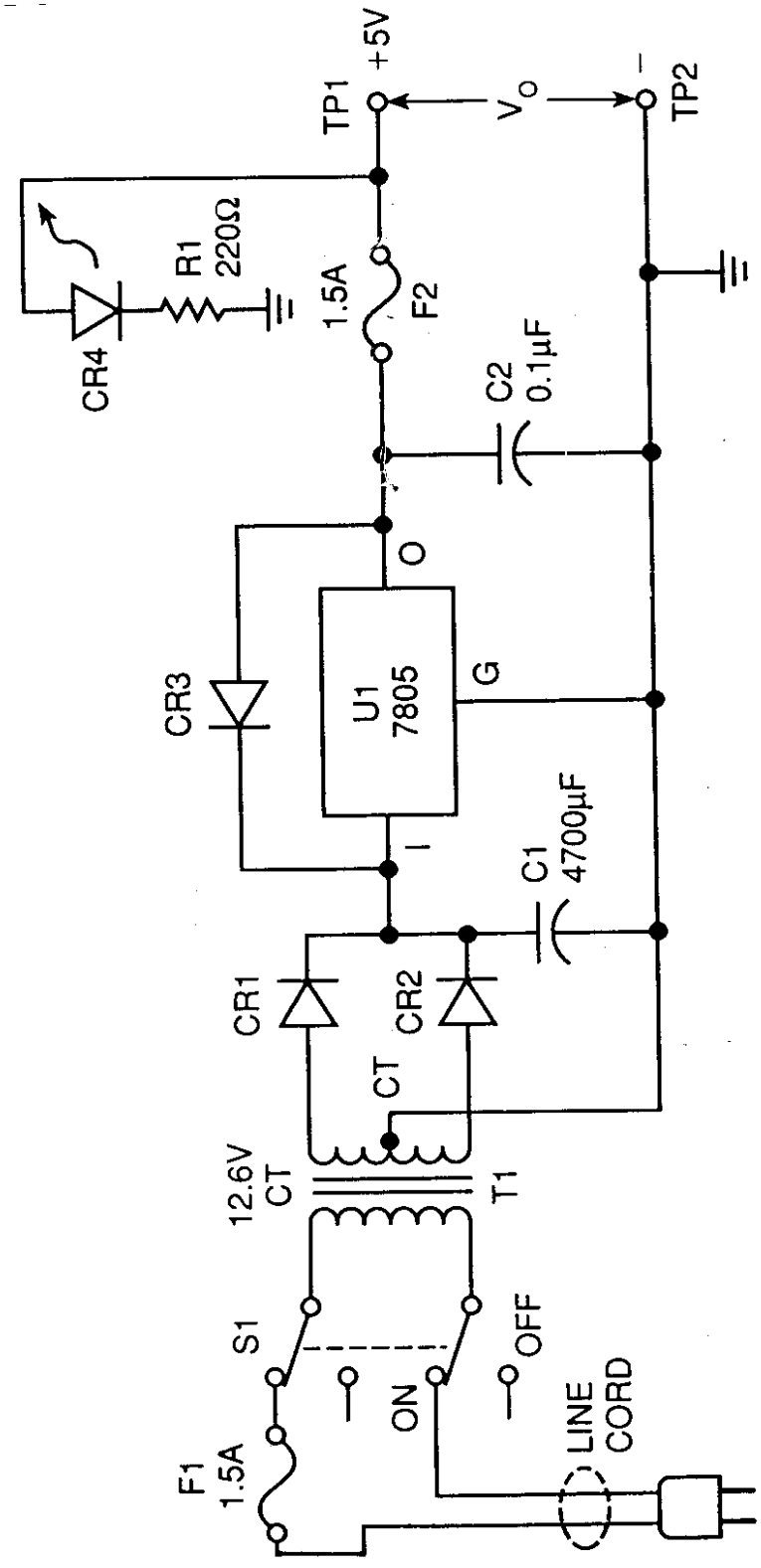
شكل (٧) يوضح دائرة مرشح سعوي Capacitive Filter





شكل (٨) يوضح دائرة مرشح (سعوي –حثي) على شكل π

الرسم التخطيطي لدائرة التمرين



شكل (٩) يوضح الدائرة التخطيطية لوحدة تغذية قدرة ٥ فولت منتظمة

جدول بعناصر دائرة تغذية القدرة المستمرة:

م	اسم الصنف بالعربي	اسم الصنف بالإنجليزي	الكمية	التسمية الإسنادية على الشكل
١	محول كهربائي ٢٢٠- ١٢,٦فولت	12.6V transformer	١	T1
٢	ثنائي ، 1N5400	Diode , 1N5400	٣	CR1-CR3
٣	دائرة متكاملة رقم 7805	IC,7805 Voltage regulator	١	U1
٤	مبين ثنائي مشع ضوء	LED indicator	١	CR4
٥	مكثف كيميائي ، ٤٧٠٠ ميكروفاراد ، ٣٥ فولت	Capacitor, 4700 uF, 35V electrolytic	١	C1
٦	مكثف سيراميك، ٠,١ ميكروفاراد ، ٥٠ فولت	Capacitor, 0.1 uF, 50V ceramic	١	C2
٧	مقاومة ، ٢٢٠ أوم ، ٠,٢٥ وات	Resistor , 220 Ω , ¼W	١	R1
٨	مسرب حراري	Heat sink	١	-
٩	مسمار وصامولة لتثبيت المسرب	Heat sink mounting hardware	١	-
١٠	مفتاح ثنائي القطب ثنائي الطريق	DPDT switch	١	S1
١١	لوح دائرة مطبوعة ($2\frac{3}{4}\times3\frac{3}{4}$)	$2\frac{3}{4}\times3\frac{3}{4}$ Circuit board	١	-
١٢	صندوق أو كابينة الوحدة	Box $2\frac{3}{8}\times4\frac{3}{8}\times7\frac{3}{4}$	١	-
١٣	ماسك مصهر	Fuse holder	٢	-
١٤	مصهر يتحمل حتى ١,٥ أمبير	1.5A fuse	٢	F1, F2

١٥	وصلة سلك كهربائية	Line cord	١	-
١٦	مقابس توصيل	Connectors	٢	TP1, TP2
١٧	مجموعة أقدام مطاطية	Rubber feet (set)	١	-
١٨	أعمدة بلاستيكية أو من مادة PVC	Standoffs	٤	-
١٩	أنابيب الانكماش الحرارية	Heat shrinkable tubing		
٢٠	مسامير قلاووظ ٦- ٣٢، طول ¾	Screws 6-32, ¾ long		
٢١	صواميل ٦- ٣٢	Nuts 6-32		
٢٢	مسامير قلاووظ ٤- ٤٠، طول ¼	Screws 4-40, ¼ long		
٢٣	صواميل ٤- ٤٠	Nuts 4-40		
٢٤	لوحات طباعة حروف وأرقام	Letter print sheet		

ملاحظات على دائرة التمرين :

اختيار المنظم :

متطلبات وحدة التغذية المنتظمة ذات الخرج +٥ فولت يجب أن تكون قريبة من معدلات الجهد الثابت لمنظم الدائرة المتكاملة 7805 حيث له ٥ فولت جهد خرج وأقصى تيار حمل مقداره ١,٥ أمبير.

وحيث إن الدائرة المتكاملة 7805 سوف تعطي تغذية قدرة بمعدل تيار مقداره ١ أمبير حيث أقصى تيار ممكن ١,٥ أمبير، وحيث إن أدنى جهد له هو ٣ فولت، فإنها سوف تبدد قدرة أقل من ٤,٥ وات عند أقصى حمل. ولذا يجب احتواؤها وتثبيتها في مسرب حراري heat sink وعمل ثقوب تهوية في كابينة أو علبة وحدة التغذية لمنع التزايد الحراري.

اختيار المحول والموحد:

يتطلب المنظم ذو الرقم 7805 أدنى جهد تفارقي بين الدخل والخرج مقداره ٣ فولت. لذا، للحصول على خرج مقداره ٥ فولت، فإن الدخل للمنظم لابد وأن يكون على الأقل ٨ فولت. ولذا كان الملف الثانوي ذو التفريع الوسطي تم تصميمه على جهد مقداره ١٢,٦ فولت عند ٣ أمبير. وباستخدام دائرة توحيد موجة كاملة تتكون من موحدين يمكن الحصول على ٨,٩ فولت من القمة للقمة (٦,٣ × ١,٤١٤) عند تيار مقداره ٣ أمبير.

وحيث إن ثنائيات التوحيد تحتاج إلى PIV مقداره ١٧,٨ فولت، وثنائي الحماية عبر المنظم تم وضعه على معدل تيار مقداره ٣ أمبير و PIV مقدارها ٥٠ فولت. وباختيارنا محول ذو تفريع وسطي يعطي ١٨ فولت، فإن التغذية تستطيع أن تعمل عند ١,٥ أمبير باستمرار لأن جهد القمة تم رفعه. على أي حال، تسريب حرارة المنظم 7805 يجب أن تكون أكثر كثافة لحماية المنظم من زيادة فقد القدرة وحدود حرارة العلبة.

المرشحات:

الترشيح وجهد التموج الناتج هما كما تم وصفهما للمنظم 7805. المكثف الصغير (٠,١ ميكروفاراد) تم وضعه عبر الخرج للمنظم لإمرار ضوضاء التردد العالي والذي ربما يكون متولدا بواسطة الحمل.

وسائل الحماية الموجودة بدائرة التمرين

هناك عدد من وسائل الحماية استخدمت في هذا التصميم:

١- **مفتاح القدرة، S1**، هو عبارة عن مفتاح ذي قطبين وطريقين DOUBLE-POLE DOUBLE-THROW (DPDT) يتم ربطه على وصلة سلكية مؤدية إلى التغذية العمومية. وهذا يعزل جهد الخط داخل جسم المفتاح عند غلق المفتاح OFF.

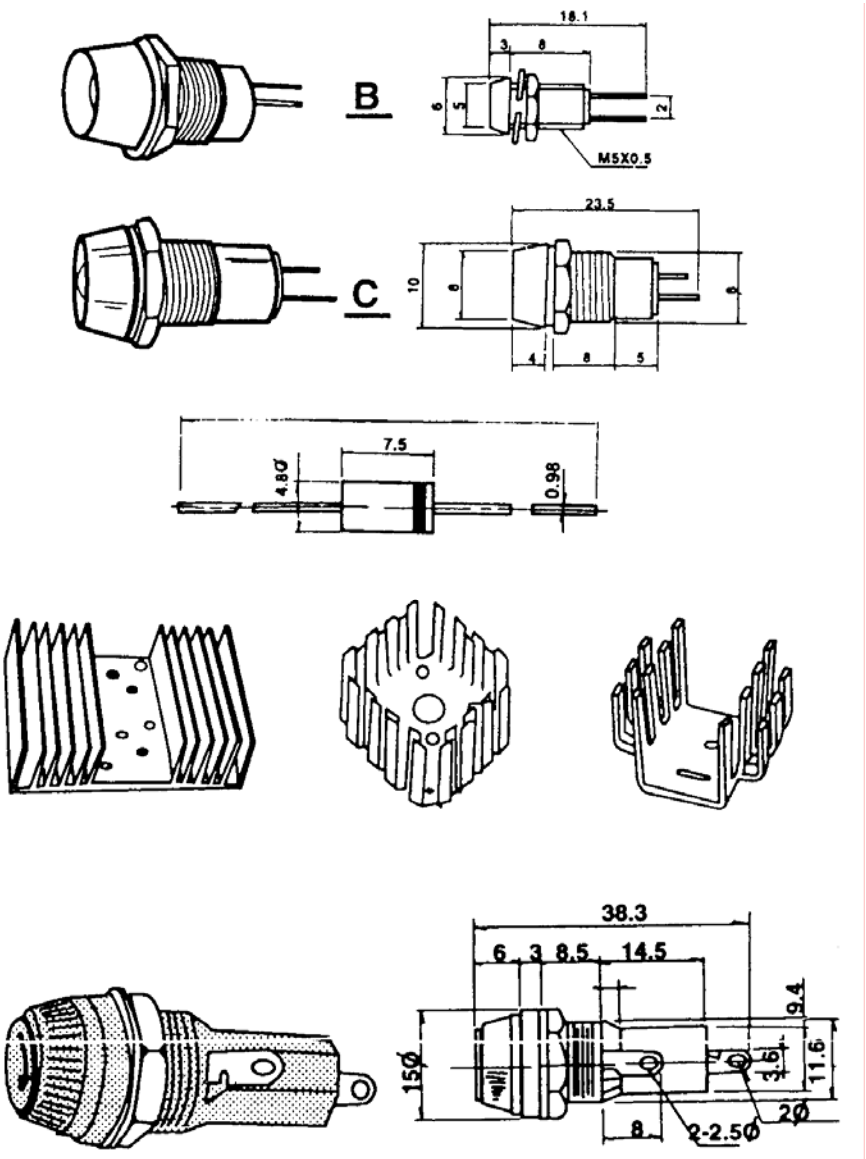
٢- **مصهر الدخل** وهو موصول على التوالي مع أحد طرفيات الملف الابتدائي للمحول للحماية ضد حدوث قفلة (قصر short) للمحول.

٣- **لمبة LED** تم توصيلها عبر أطراف الخرج كدليل ضوئي وكمساعدة في إيجاد وقت تفريغ مكثفات المرشح.

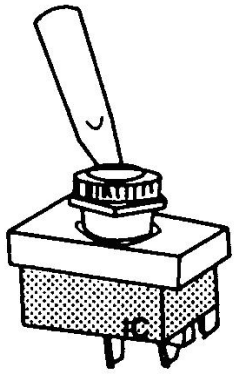
٤- **مصهر على التوالي** مع الخرج يساعد في منع حدوث قفلة في التجربة. وتم احتواؤه لبحث استخدامه في التصميم. وهو حقيقة غير ضروري بسبب أن المنظم رقم 7805 له تيار محدود. فإذا لم يكن المنظم

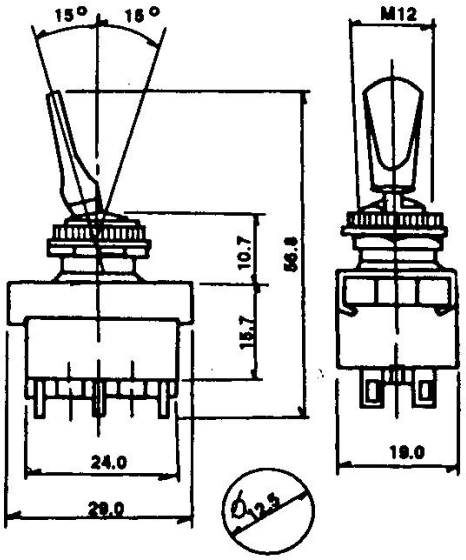
المستخدم يحتوي على وسيلة حماية ضد القصر، فإن المصهر يكون ضرورياً بطريقة مطلقة لتغذية تجربة مثل هذه.

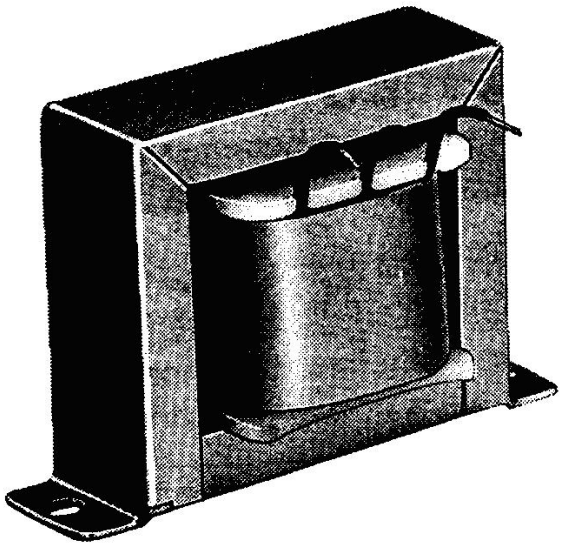
٥- وبسبب أن هذه الوحدة يمكن استخدامها لتغذية أحمال متغيرة، فإنه قد تم توصيل **موحد** من الدخل إلى الخرج لكي تكون ذات انحياز عكسي تحت التشغيل العادي. وهذا يحسن الحماية إذا كانت الكمية الكبيرة من السعة تم توصيلها إلى الخرج. عندما يتم فصل جهد الدخل، فإن سعة مكثف كبيرة على الخرج ربما تفرغ أكثر بطأ عن السعة عند الدخل. وهذا يمكنه عكس انحياز المنظم ويمكنه تدميره. والموحد يؤمن المسار لتيار التفريغ.

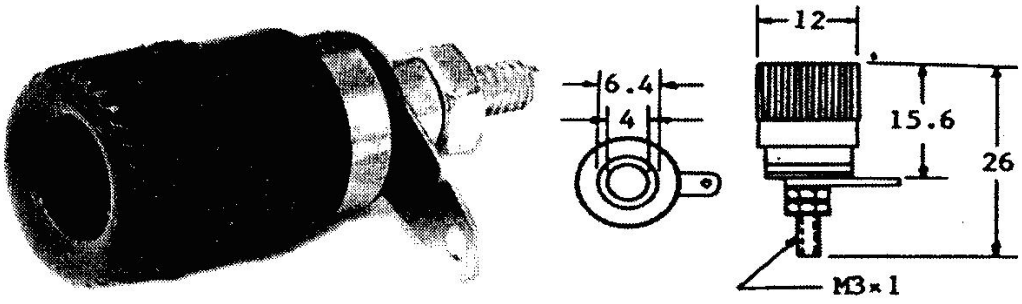


شكل (١٠) يوضح الأشكال العملية لعناصر دائرة التمرين كنماذج إرشادية تساعد المتدرب عند الشراء

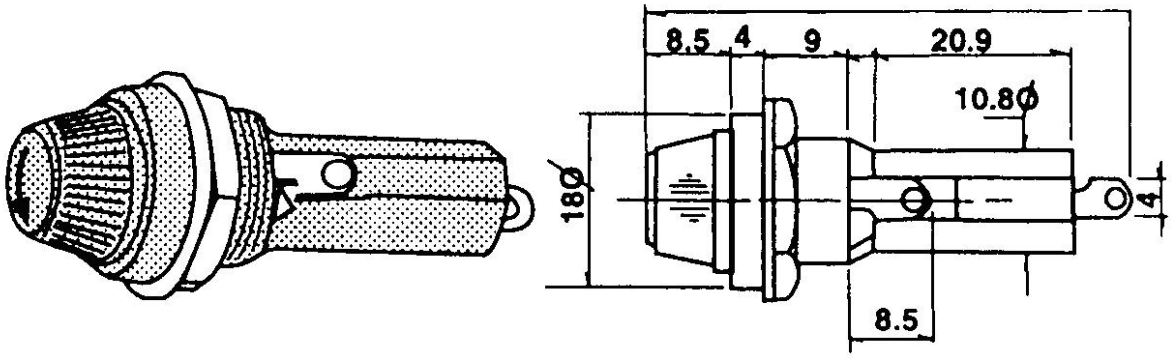


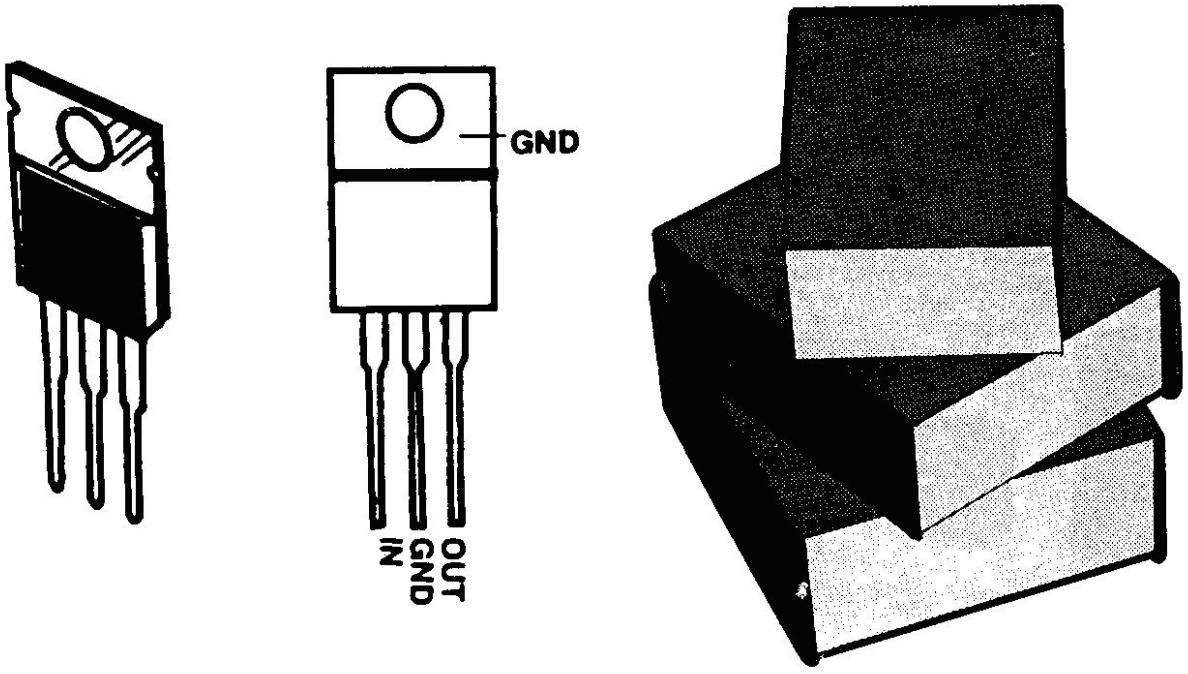


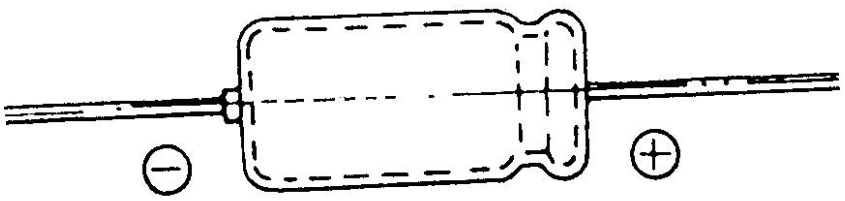




تابع شكل (١٠) يوضح الأشكال العملية لعناصر دائرة التمرين كنماذج إرشادية تساعد المتدرب عند الشراء







تابع شكل (١٠) يوضح الأشكال العملية لعناصر دائرة التمرين كنماذج إرشادية تساعد المتدرب عند الشراء

خطوات تنفيذ وحدة التغذية ٥ فولت مستمر:

قبل القيام بأى خطوة تنفيذ يجب أولا التنفيذ على لوحات الرسم الورقية وعمل جداول التكلفة حتى نكون على رؤية كاملة بخطوات سير عملية التجميع لهذه الوحدة.

الخطوة الأولى: تحديد العناصر التي لها أوزان وأحجام كبيرة أو لها ظروف تثبيت معينة. بإعادة النظر إلى الشكل التخطيطي لهذه الدائرة والأبعاد الميكانيكية والأوزان للعناصر التي تم شراؤها لتنفيذ هذه الدائرة نجد أن المحول هو أكبر العناصر حجما ووزنا وبالتالي لا يمكن تثبيته على لوح الدائرة المطبوعة، وسوف يخصص له تثبيت ميكانيكي في علبة الوحدة.

الخطوة الثانية: تحديد العناصر التي تثبت على واجهة الجهاز ومؤخرته نظرا لاستخدامها الدائم في تشغيل الجهاز وتوصيله لمنابع الكهرباء العامة وبمراجعة جميع عناصر الدائرة سوف نجد الآتي:

١- مفتاح توصيل ON وفصل OFF وحدة تغذية القدرة.
٢- لمبة البيان LED الدالة على اشتغال وحدة تغذية القدرة.
٣- أطراف (مقابس) أخذ القدرة من وحدة تغذية القدرة.
٤- مصهران يمكن وضعهما على واجهة الجهاز أو مؤخرته حتى يمكن صيانتهما.
٥- مدخل الوصلة السلكية التي تربط الوحدة بمنابع الكهرباء العامة AC.

الخطوة الثالثة: قم بطرح العناصر التي تم تحديدها في الخطوتين السابقتين، الأولى والثانية، من العناصر الإجمالية بكشف عناصر دائرة وحدة تغذية القدرة، فيكون الناتج هو العناصر المتبقية صغيرة الوزن والحجم والتي يمكن تثبيتها على لوح الدائرة المطبوعة بوحدة تغذية القدرة. حيث يمكنك توزيعها على لوح أو لوحين أو أكثر من الدوائر المطبوعة إذا كان عددها كبيرا.

يتم تعريف الدائرة المطبوعة بتعريف الوحدة مثلها مثل العناصر الأخرى التي لها تثبيت خاص ومنفرد على واجهة الجهاز أو مؤخرته أو داخله. المفتاح S1 يعتبر وحدة لها أطراف – ولمبة البيان LED تعتبر هي الأخرى وحدة بما أن لها تثبيتاً ميكانيكياً مستقلاً وهكذا لباقي العناصر الأخرى والمثبتة على واجهة ومؤخرة الجهاز.

العناصر المجمعة على لوح الدائرة المطبوعة:

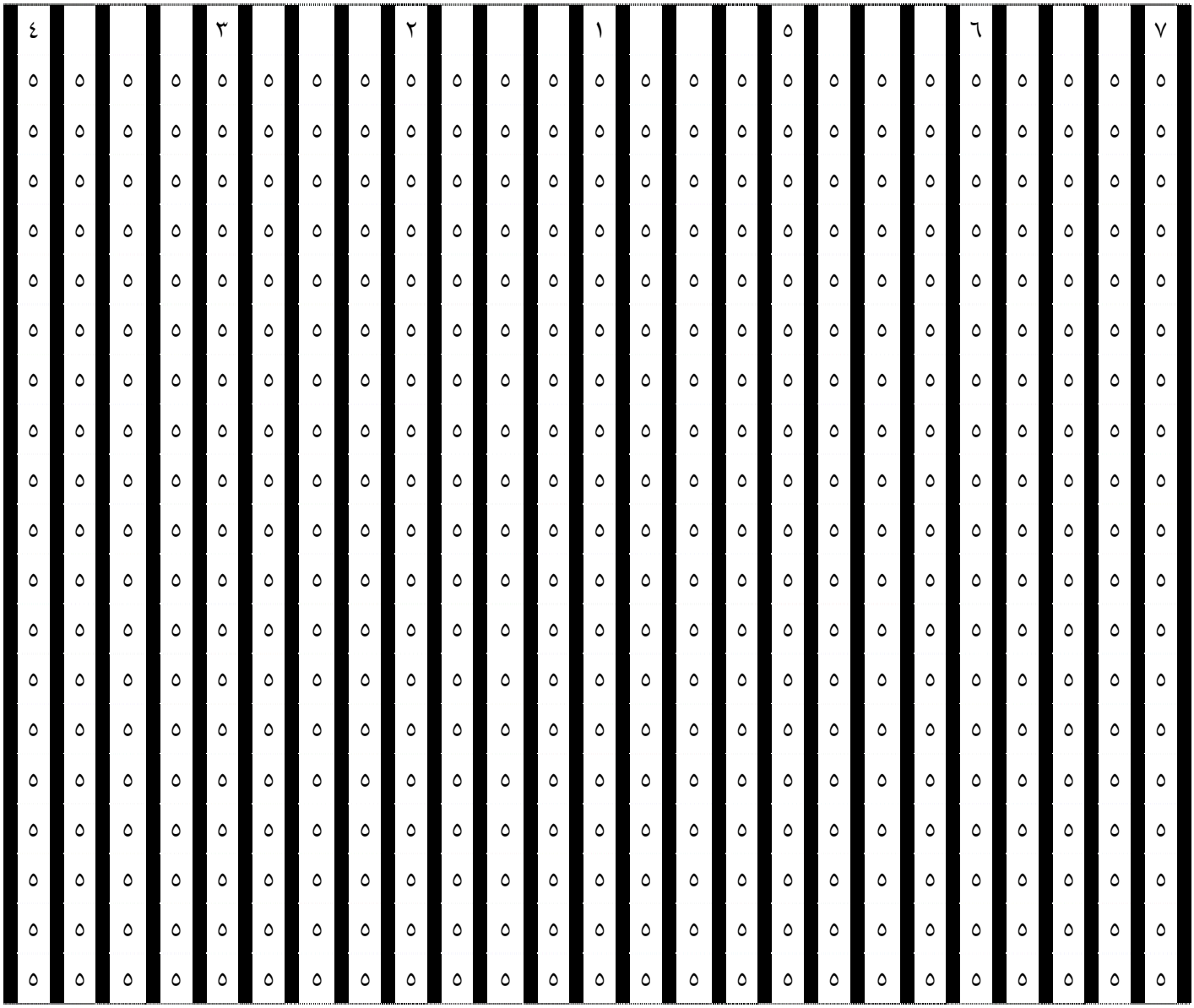
قم بتدوين العناصر المثبتة على لوح الدائرة المطبوعة بالكشف التالي:

م	نوع العنصر	رمز العنصر على الدائرة	ملاحظات
١	ثنائي توحيد	CR1	لاحظ اتجاهية التوصيل
٢	ثنائي توحيد	CR2	لاحظ اتجاهية التوصيل
٣	ثنائي توحيد	CR3	لاحظ اتجاهية التوصيل
٤	مقاومة كربونية	R1	-
٥	مكثف كيميائي	C1	لاحظ القطبية في التوصيل
٦	مكثف سيراميك	C2	-
٧	منظم (دائرة متكاملة)	U1(7805)	القراءة للأطراف تأتي من الأمام

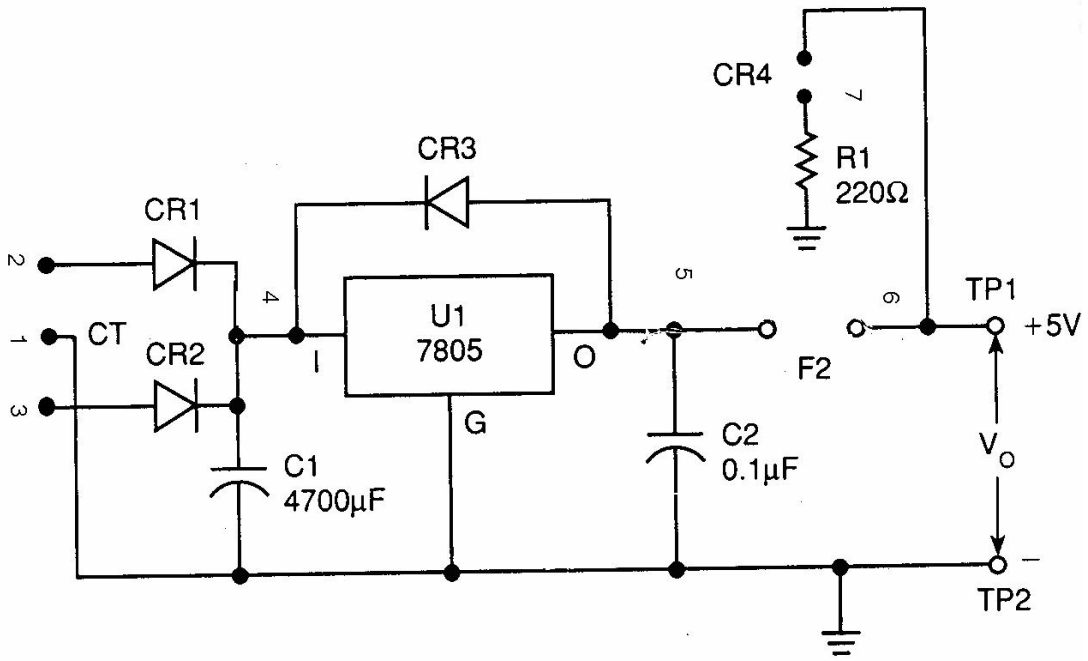
بعد تحديد العناصر المثبتة على لوح الدائرة المطبوعة والموضحة بالكشف السابق وتوافر لوح الدائرة المطبوعة المناسب تكون الخطوة التالية هي تصميم (رسم) الدائرة المطبوعة. فإذا كنا نريد تصميم دائرة مطبوعة إنتاجية فإنه يجب استخدام أحد البرمجيات العاملة في تصميم الدوائر المطبوعة مثل :
Easy PCB و ORCAD و PCB123 و Express PCB و Eagle و..... الخ.

أما إذا كان عدد العناصر المثبتة على الدائرة المطبوعة صغيرا، ففي هذه الحالة يمكن استخدام الدوائر المطبوعة ذات الشرائح strip PCB، والتي سوف نعيد شرحها تطبيقا على هذه الدائرة كما يلي:

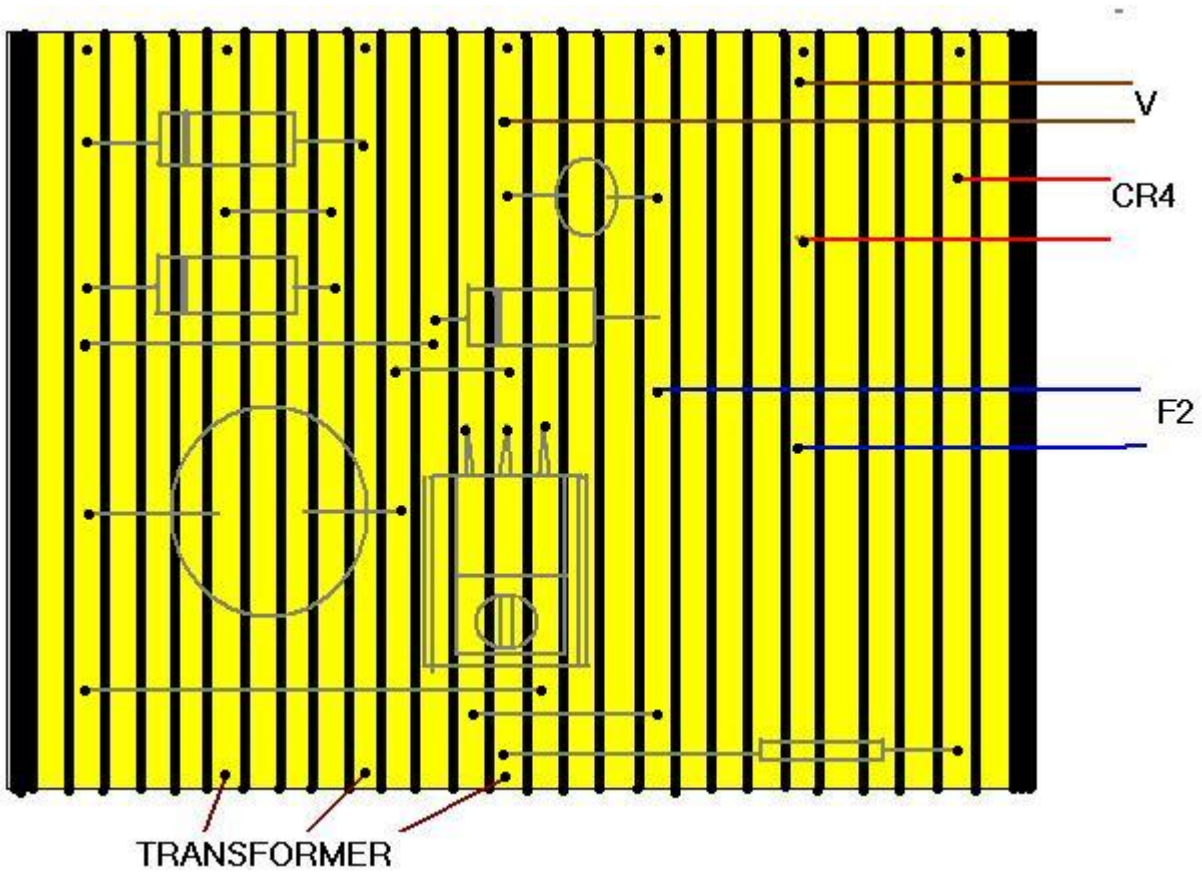
١- قم بتحديد وترقيم نقاط التفريع (توصيل العناصر) بالدائرة
٢- قم بتحديد عدد الشرائح في المساحة المحددة للدائرة المطبوعة
٣- اقسم عدد الشرائح في الدائرة المطبوعة على عدد نقاط التفريع (التوصيل)
٤- الناتج يعبر عن الشريحة الرئيسة للتوصيل بالإضافة إلى شرائح التوصيل الانتقالي البينية



شكل (١١) يوضح الدائرة المطبوعة ذات الشرائح



شكل (١٢) يوضح كيفية ترقيم نقاط التفريع

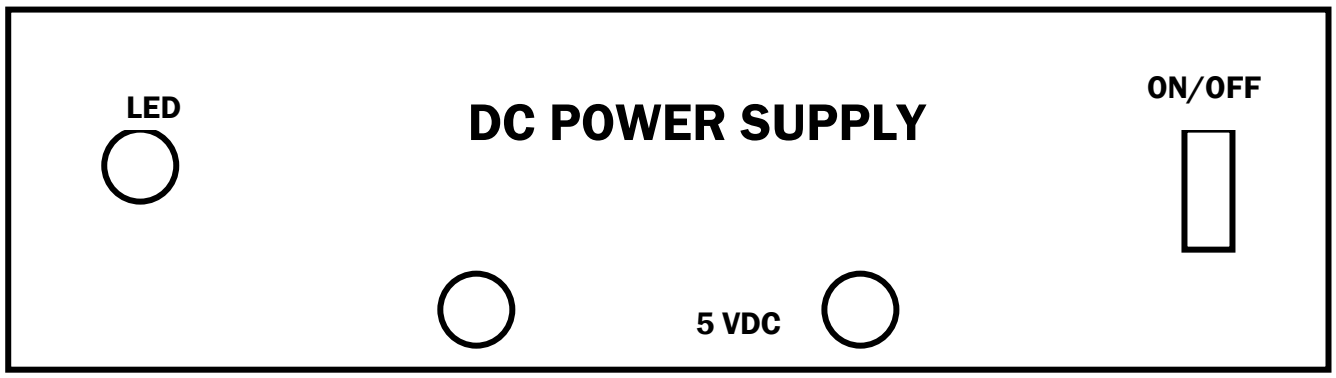


شكل (١٣) يوضح كيفية توصيل العناصر الصغيرة الوزن والحجم على الدائرة المطبوعة

العناصر المثبتة على واجهة الجهاز:

م	نوع العنصر	رمز العنصر على الدائرة	ملاحظات
١	ثنائي مشع للضوء	CR4	-
٢	مقبس خرج الجهاز من التغذية المستمرة +٥ فولت	TP1	-
٣	مقبس خرج الجهاز من التغذية المستمرة (-)	TP2	-
٤	مفتاح تشغيل الجهاز	S1	-

قم بتخطيط واجهة الجهاز للعناصر المدرجة بالجدول السابق كما يلي:



شكل (١٤) يوضح تخطيط واجهة الجهاز للعناصر المدرجة بالجدول السابق

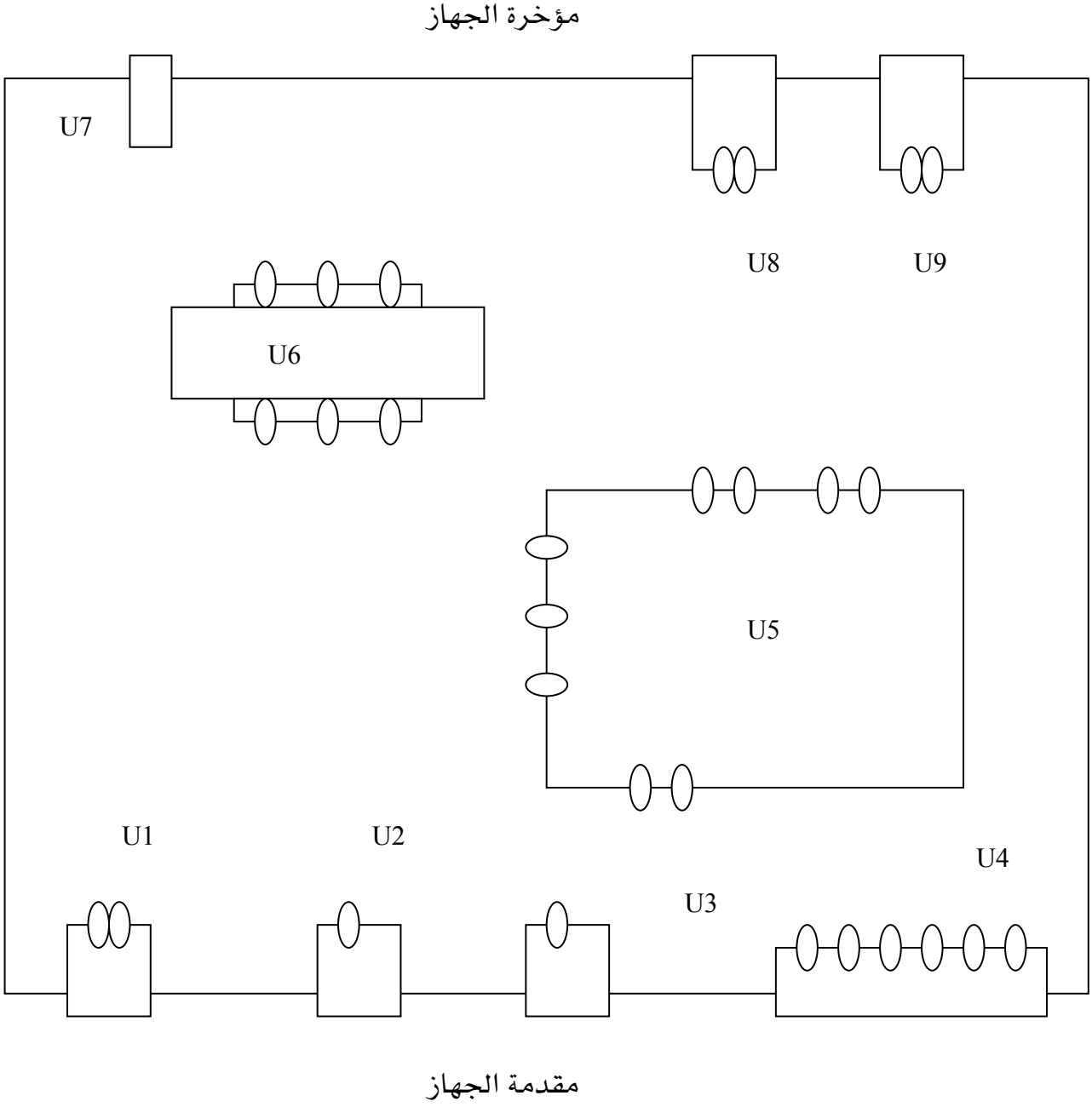
العناصر المثبتة على مؤخرة الجهاز :

م	نوع العنصر	رمز العنصر على الدائرة	ملاحظات
١	مصهر	F1	-
٢	مصهر	F2	-
٣	وصلة الكهرباء المترددة	AC	

قم بتخطيط مؤخرة الجهاز للعناصر المدرجة بالجدول السابق كما يلي:

شكل (١٥) يوضح تخطيط مؤخرة الجهاز للعناصر المدرجة بالجدول السابق

عدد الوحدات داخل كابينة الجهاز :



شكل (١٦) يوضح منظراً أفقياً لوحدات جهاز تغذية القدرة

جدول مسميات وحدات الجهاز:

U9	U8	U7	U6	U5	U4	U3	U2	U1
F2	F1	AC	T1	PCB	S1	TP2	TP1	CR4

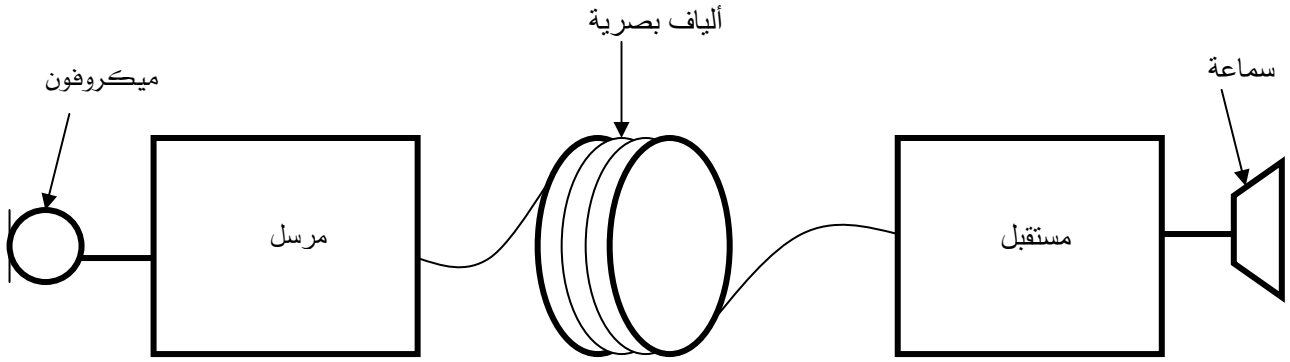
بيان بكمية الأسلاك المستخدمة في التوصيل بين وحدات الجهاز :

قم بالتوصيل بين وحدات الجهاز بواسطة الأسلاك من خلال قراءتك للدائرة التخطيطية للتمرين –استعمل ألوان الأسلاك للتمييز بين الوصلات- ثم اكتب بيان كل وصلة سلك بالجدول التالي:

رقم السلك	اللون الشفري	طوله بالسم	مقياس AWG	من		إلى	
				الوحدة	الطرف	الوحدة	الطرف

التمرين الثاني : تنفيذ حلقة اتصال بصرية
OPTICAL FIBER LINK

وهي عبارة عن وسط بصري يقوم بالربط بين دائرتين إلكترونيتين إحداهما مرسلة **TRANSMITTER** والأخرى مستقبلة **RECEIVER**. والشكل (١٧) يوضح المكونات الأساسية لحلقة الاتصال البصرية.



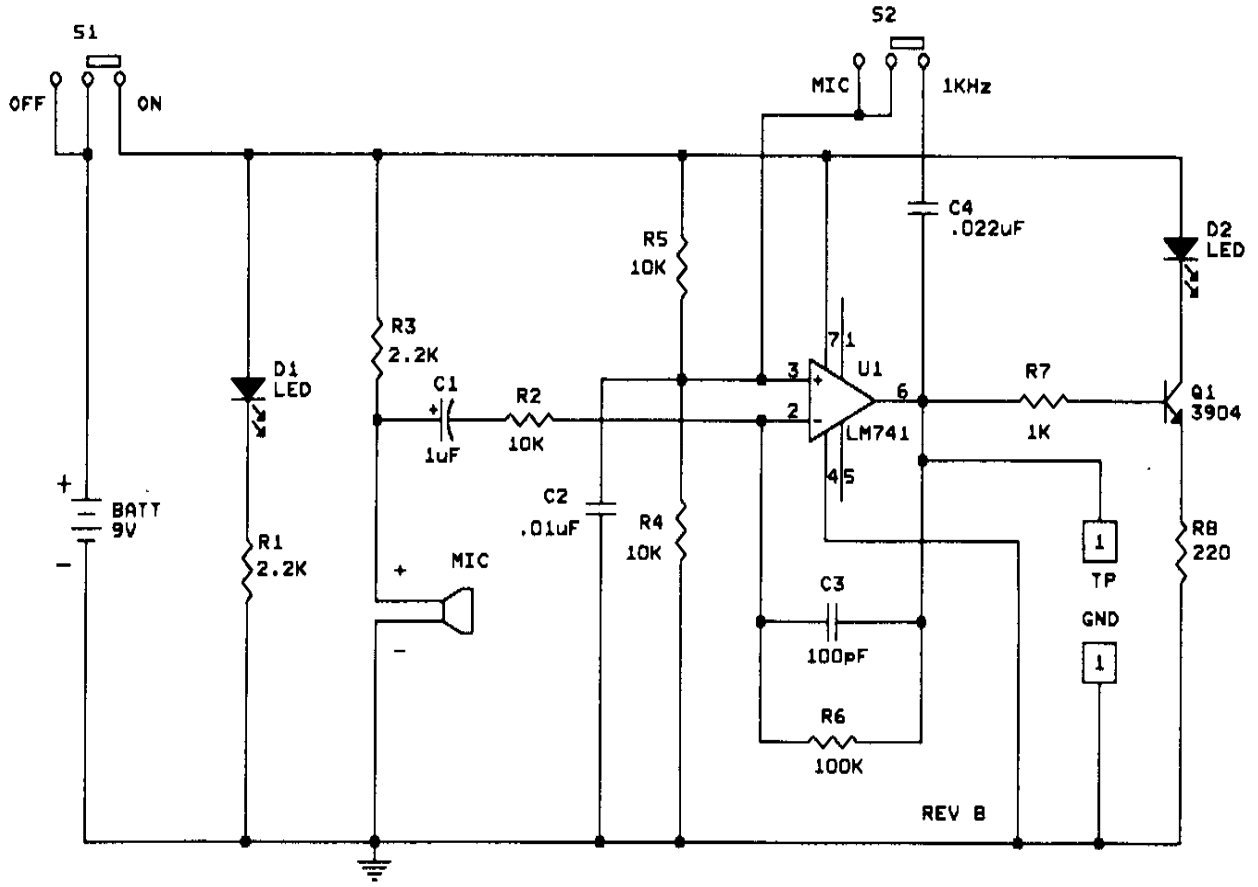
شكل (١٧) يوضح حلقة اتصال بصرية

يقوم المرسل بتحويل الإشارة الكهربائية إلى إشارة ضوئية. والمرسل هو عبارة عن ثنائي مشع للضوء **Light Emitting Diode (LED)** أو ثنائي ليزر **Laser Diode (LD)**. يتم دفع الإشارة الضوئية من المنبع الضوئي إلى داخل الليفة البصرية (الضوئية) حيث تسير في اتجاه طرف الاستقبال الآخر. يقوم المستقبل في الطرف الآخر من الليفة البصرية بتحويل الإشارة الضوئية إلى إشارة كهربائية يمكنها المرور في الدوائر الإلكترونية. والمستقبل هو عبارة عن كاشف ضوئي **Optical Detector**.

دائرة المرسل

يتكون المرسل من خمسة أجزاء رئيسة، وهي كما بالشكل (١٨):

١- بطارية التغذية الكهربائية للدائرة (٩ فولت)
٢- ميكروفون (**MIC**)
٣- مكبر تشغيل **Op. Amp LM741**
٤- ترانزستور النوع **NPN** ذو الرقم التجاري **2N3904**
٥- ثنائي مشع للضوء (الأشعة تحت الحمراء **Infrared**)



شكل (١٨) يوضح مكونات دائرة المرسل

يلتقط الميكروفون الإشارات الصوتية ويقوم بتحويلها إلى إشارات كهربائية. تتوقف شدة هذه الإشارات الكهربائية على طبقة وجهارة الصوت. هذه الإشارة الكهربائية تمر خلال المكثف **C1** والمقاومة **R2** إلى رجل مكبر التشغيل رقم ٢ وذلك لتكبيرها. حيث يتوقف كسب مكبر التشغيل على النسبة بين المقاومة **R6** إلى المقاومة **R2** ، حيث إنها تساوي **100K/10K** أي تساوي **10**. ومن ثم فإن الإشارة الآتية من الميكروفون سوف يتم تكبيرها إلى عشرة أضعاف الإشارة الأصلية خلال مكبر التشغيل حيث تظهر على خرجه. كما يمكن القول أنه عندما يكون التردد يساوي صفراً أي في حالة **DC** فإن الممانعة للمكثف **C1** تصبح مالانهائية. وعند ذلك يصبح مكبر التشغيل **Voltage Follower** وهو عبارة عن مكبر تشغيل فيه يكون جهد الدخل يساوي جهد الخرج. وفي حالتنا هذه نجد أن جهد الخرج على الرجل رقم ٦ يساوي جهد الدخل على الرجل رقم ٣ والرجل رقم ٢ حيث يكون حوالي ٤,٥ فولت. ويعود الجهد (٤,٥ فولت) على أرجل الدخل للمكبر إلى تأثير المقاومتين **R4, R5** حيث يقوما بفعل مجزيء الجهد. وهذا الجهد المستمر يساعد على حفظ الترانزستور **NPN** رقم **2N3904** في جميع الأوقات.

ووظيفة الترانزستور **NPN** رقم **2N3904** هو التحكم في سريان التيار خلال المنبع الضوئي **LED**. وسريان هذا التيار سوف يتوقف على جهد قاعدة الترانزستور. وجهد القاعدة هذا يتوقف بدوره على طبقة الصوت وجهارته. لذا فإن شدة الضوء للمنبع الضوئي **LED** سوف تتغير كلما تكلمت أمام الميكروفون. وهذه الإشارة المعدلة سوف يتم إرسالها للمستقبل خلال الليفة البصرية.

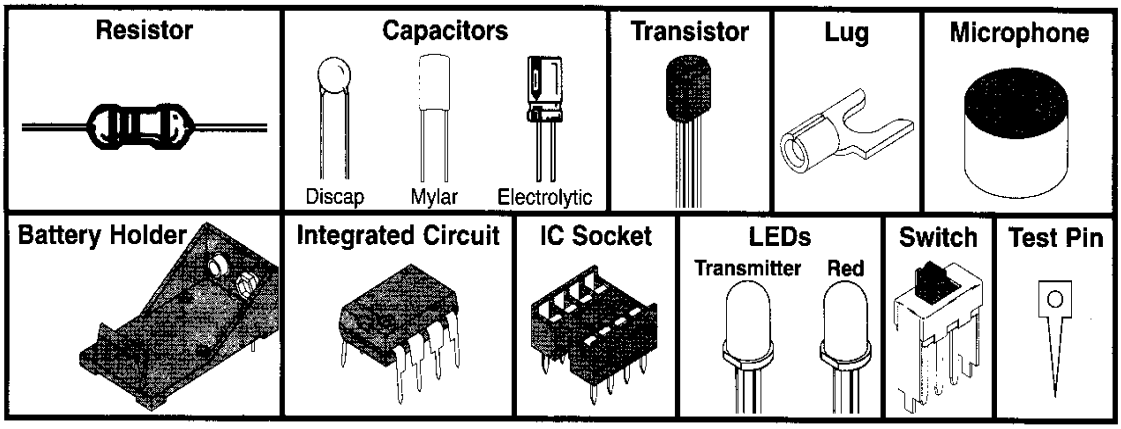
يقوم الثنائي **LED (D1)** بفعل مبين الفصل والوصل **ON/OFF**. وهو سوف يبين أيضاً حالة البطارية. فعندما يصبح الثنائي **LED** خافتا، يدل ذلك على ضعف البطارية ويجب عند ذلك تغييرها. يقوم المكثف **C2** بترشيح أي ضوضاء تأتي خلال مجزيء الجهد. أما المكثف **C3** فإنه يساعد على استقرار مكبر التشغيل. ويقوم أيضاً بخفض أي ضوضاء عالية التردد والمتولدة خلال المرسل. وعند قفل المفتاح **S2**، يتم وضع المكثف **C4** في الدائرة وسوف يبدأ مكبر التشغيل بإنتاج ترددات حول التردد واحد كيلوهيرتز. وكنتيجة لذلك فإنك سوف تسمع صوتاً حاداً من سماعة المستقبل.

كشف عناصر دائرة المرسل:

م	اسم الصنف بالعربي	اسم الصنف بالإنجليزي	الكمية	التسمية الإسنادية على الشكل
١	مقاومة كربونية، ٢٢٠ أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 220 Ω, 5% , 0,25W	١	R8
٢	مقاومة كربونية، ١ كيلو أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 1KΩ, 5% , 0,25W	١	R7
٣	مقاومة كربونية، ٢,٢ كيلو أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 2.2KΩ, 5% , 0,25W	٢	R1, R3
٤	مقاومة كربونية، ١٠ كيلو أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 10KΩ, 5% , 0,25W	٣	R2, R4, R5
٥	مقاومة كربونية، ٦ كيلو أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 6KΩ, 5% , 0,25W	١	R6
٦	مكثف سيراميك ، ١٠٠ بيكوفاراد (١٠١)	Capacitor, 100 PF(101) , ceramic	١	C3

٧	مكثف سيراميك ، ٠,٠١ ميكروفاراد (١٠٣)	Capacitor, 0.01uF (103) , ceramic		
٨	مكثف مايلر ،٠,٠٢٢ ميكروفاراد (٢٢٣)	Mylar capacitors, 0.022uF(223)	3	C4
٩	ترانزستور النوع NPN رقم 2N3904	Transistor NPN , 2N3904	١	Q1
١٠	مكبر تشغيل ، رقم LM-741	Audio Op-Amp IC, LM-741	١	U1
١١	ثنائي مشع للضوء LED أحمر	LED Red	١	D1
١٢	ثنائي مشع للضوء LED شفاف (المرسل)	LED Transmitter Clear	١	D2
١٣	لوح دائرة مطبوعة ($2\frac{3}{4}\times3\frac{3}{4}$)	$2\frac{3}{4}\times3\frac{3}{4}$ Circuit board	١	-
١٤	مفتاح أحادي القطب ثنائي الطريق	SPDT switch	٢	S1, S2
١٥	ماسك البطارية (٩ فولت)	Battery holder	١	BATT
١٦	ميكروفون	Microphone	١	MIC
١٧	قاعدة للدائرة المتكاملة ذات ٨ أرجل	IC Socket 8-pin	١	-
١٨	صندوق أو كابينة الوحدة	Box $2\frac{3}{8}\times4\frac{3}{8}\times7\frac{3}{4}$	١	-
١٩	لوحات طباعة حروف وأرقام	Letter print sheet	١	-

والشكل التالي، يوضح أشكال العناصر لدائرة المرسل

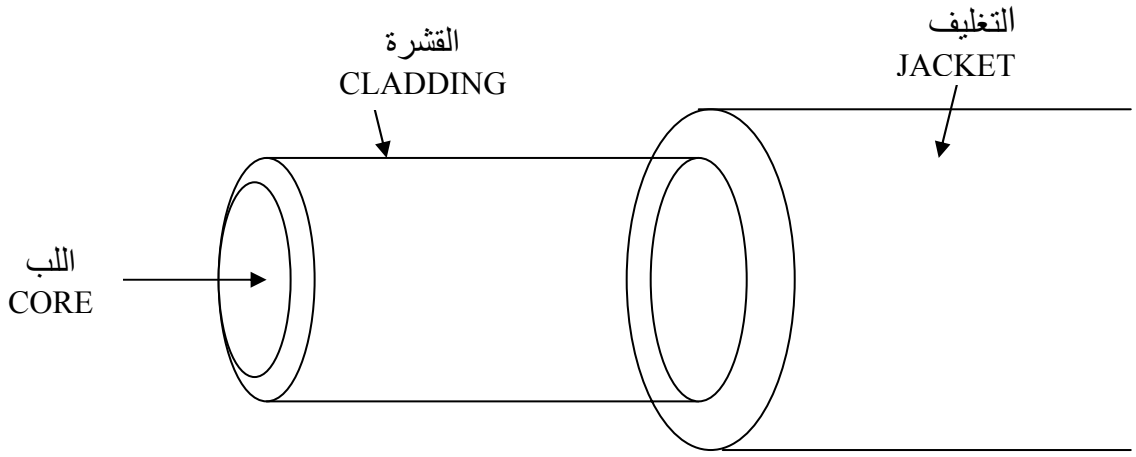


شكل (١٩) يوضح أشكال العناصر لدائرة المرسل

الوسط التراسلي الضوئي:

وهو عبارة عن ألياف بصرية حيث تصنع من البلاستيك أو الزجاج وهي عبارة عن أوساط شفافة تمر من خلالها الموجات الضوئية. وتمتاز الألياف البصرية عن الكوابل المعدنية (النحاسية) بالآتي:

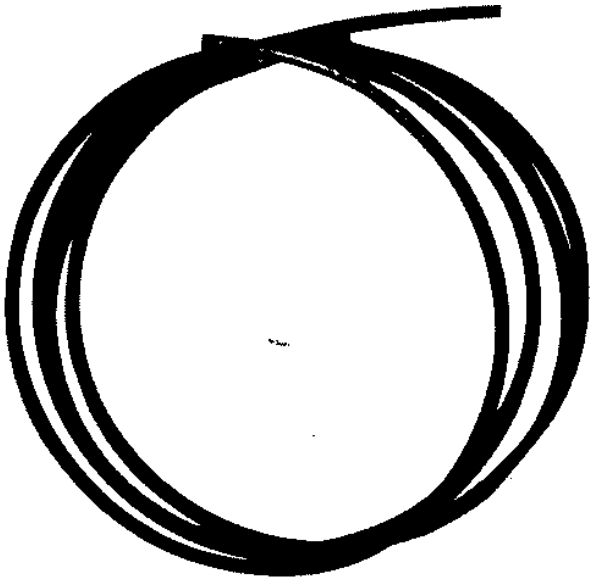
١- تسمح بمرور عرض نطاق متسع للإشارات
٢- أقل فقد في التراسل
٣- حصانة ضد الكهرومغناطيسيات
٤- وزن خفيف
٥- حجم صغير
٦- تحقق الأمان عند استخدامها
٧- تحقق السرية في الاتصالات



شكل (٢٠) يوضح أجزاء الليفة البصرية

كشف عناصر الوسط التراسلي:

م	اسم الصنف بالعربي	اسم الصنف بالإنجليزي	الكمية	التسمية الإسنادية على الشكل
١	ليفة بصرية (مصنوعة من البلاستيك) ، طولها لا يقل عن متر واحد	Optical fiber (manufactured from plastic) one meter length	١	-
٢	مقبس ربط الليفة البصرية أمام المنبع وأخرى أمام الكاشف	Connectors	٢	-



شكل (٢١) كابل ألياف بصرية

ملاحظات:

- عرض النطاق هو بيان مؤثر للمعدل الذي يتم فيه إرسال المعلومات. ويجدر بالذكر أن سعة حمل المعلومات تزداد مع زيادة عرض نطاق لوسط التراسل.
- قبل استخدام الألياف البصرية وصل النطاق الترددي الحامل للمعلومات إلى ١٠ جيجاهيرتز بينما بعد استخدامه وصل مداه لحوالي واحد تيرا هيرتز.

طريقة إنتشار الضوء داخل الليفة البصرية:

نتخيل أن الأشعة الضوئية تخرج من المنبع الضوئي في صورة خطوط مستقيمة، فخط الشعاع العمودي على السطح المشع للضوء يسمى شعاع النمط الأساسي Fundamental mode وهو الشعاع الهام الذي يخترق لب الليفة البصرية عند زاوية سقوط عمودية ويحمل المعلومات بدون فقد أو تشويه. بينما هناك أشعة تبث من السطح المشع للمنبع بزوايا ميل مختلفة القيمة وهذه الأشعة تزداد مشاكلها التراسلية كلما زادت زاوية ميلها عن الرأسي للسطح المشع.

ينتقل شعاع النمط الأساسي دون فقد أو تشويه إذا اخترق الليفة البصرية خلال محورها. بينما الأشعة الأخرى ذات زوايا الميل المختلفة حول المحور فإنها تتأثر بالفقد والتشويه. ولا يسمح للأشعة ذات زوايا الميل الواقعة خارج زاوية القبول لليفة البصرية بالمرور داخل الليفة نفسها. يشترط أن ينعكس الشعاع المار داخل الليفة انعكاساً كليا على الحد الفاصل بين القشرة واللب حتى يمكنها الاستمرار في مواصلة السير داخل الليفة البصرية للطرف الآخر.

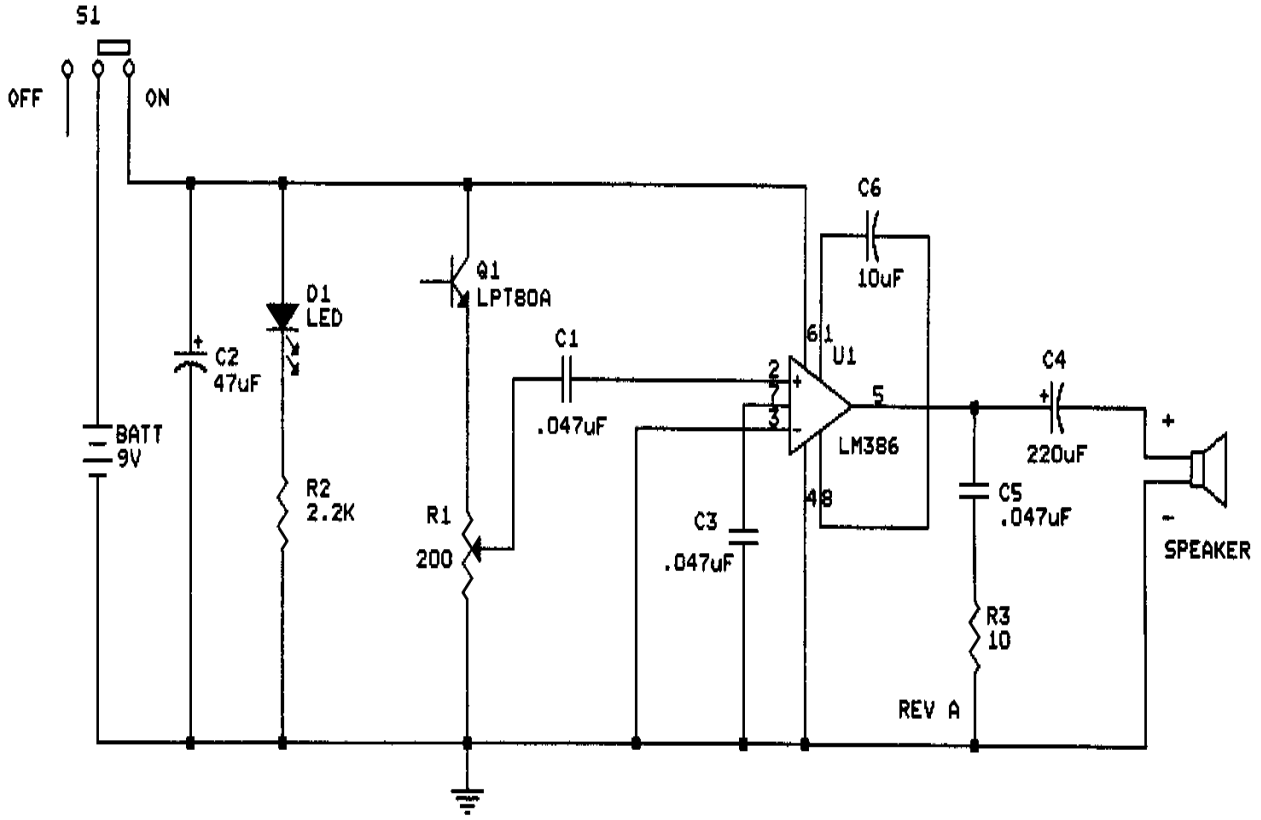
دائرة المستقبل:

يتكون المستقبل من أربعة أجزاء كما بالشكل (٢٢) وهي:

١- وحدة تغذية قدرة (بطارية مقدارها ٩ فولت)
٢- ترانزستور ضوئي (كاشف ضوئي) رقم LPT80A
٣- مكبر تشغيل صوتي رقم LM-386
٤- سماعة

يستخدم الترانزستور Q1، (LPT80A)، في الشكل " مشترك المجمع common-collector " حيث له كسب عال للتيار. هذا الترانزستور يعمل عمل الصنبور (المحبس) حيث يتحكم في سريان التيار إلى

المقاومة المتغيرة R1. ويتناسب سريان التيار طرديا مع شدة الضوء الساقط على قاعدة الترنزستور. وكلما زادت شدة الضوء، زاد التيار المار في الترانزستور Q1. ومن ثم يرتبط التيار مع المكبر LM386 خلال المكثف C1 لتكبيرها.



شكل(٢٢) يوضح مكونات دائرة المستقبل

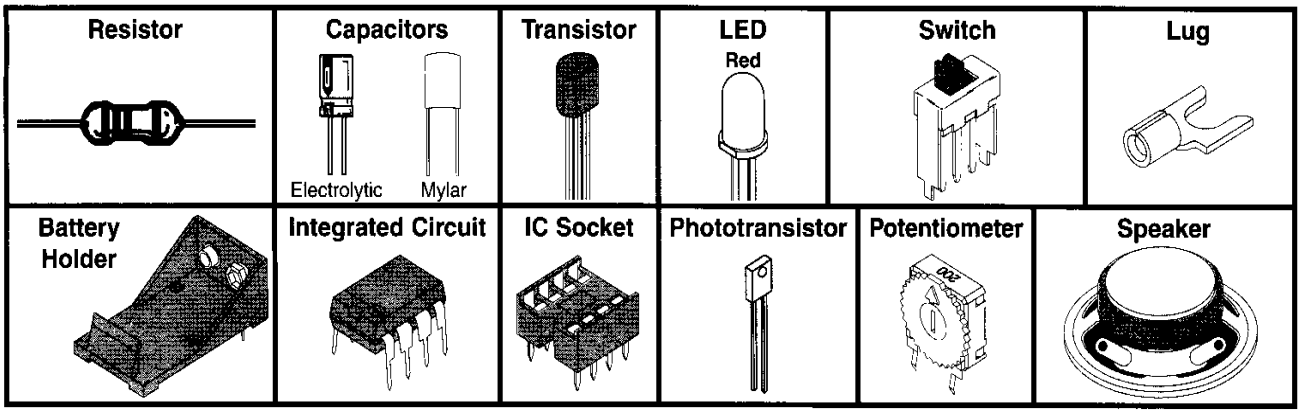
يتم ضبط كسب المكبر الصوتي LM386 داخليا عند ٢٠. ومن ثم، فإن إشارة الجهد يتم ربطها خلال المكثف C1 إلى رجل الدخل رقم ٢ حيث يتم تكبيرها ٢٠ مرة، وسوف تظهر على خرج مكبر التشغيل (الرجل رقم ٥). أيضا، سوف يتم ارتباط الجهد المكبر سابقا خلال المكثف C4 إلى السماعة. ومن ثم تقوم السماعة بتحويل هذ الجهد إلى صوت. كما يقوم الثنائي المشع للضوء (D1) LED، بفعل مبين الوصل والفصل ON/OFF. ويقوم أيضاً ببيان حالة البطارية. فإذا أصبح الثنائي المشع للضوء LED معتما أو خافتا، فإن البطارية تكون ضعيفة ويجب إبدالها. ويقوم المكثف C2 بالتخلص من أي ضوضاء في قدرة التغذية (البطارية ٩ فولت).

كشف عناصر دائرة المستقبل:

م	اسم الصنف بالعربي	اسم الصنف بالإنجليزي	الكمية	التسمية الاسنادية على الشكل
١	مقاومة كربونية، ١٠ أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 10 Ω, 5% , 0,25W	١	R3
٢	مقاومة كربونية، ٢,٢ كيلو أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 2.2KΩ, 5% , 0,25W	١	R2
٣	مقاومة متغيرة ، ٢٠٠ أوم	POTENTIOMETER, 200Ω	١	R1
٤	مكثف مايلر ،٠,٠٤٧ ميكروفاراد (٤٧٣)	Mylar capacitors, 0.047uF(473)	3	C1, C3, C5
٥	مكثف كيميائي ، ١٠ ميكروفاراد ، ٣٥ فولت	Capacitor, 10 uF, 35V electrolytic	١	C6
٦	مكثف كيميائي ، ٤٧ ميكروفاراد ، ٣٥ فولت	Capacitor, 47 uF, 35V electrolytic	١	C2
٧	مكثف كيميائي ، ٢٢٠ ميكروفاراد ، ٣٥ فولت	Capacitor, 220 uF, 35V electrolytic	١	C4
٨	ترانزستور ضوئي رقم LPT80A	Phototransistor , LPT80A	١	Q1
٩	مكبر تشغيل للصوت ، رقم LM-386	Audio Op-Amp IC, LM-386	١	U1
١٠	ثنائي مشع للضوء LED أحمر	LED Red	١	D1
١١	لوح دائرة مطبوعة ($2\frac{3}{4}\times3\frac{3}{4}$)	$2\frac{3}{4}\times3\frac{3}{4}$ Circuit board	١	-

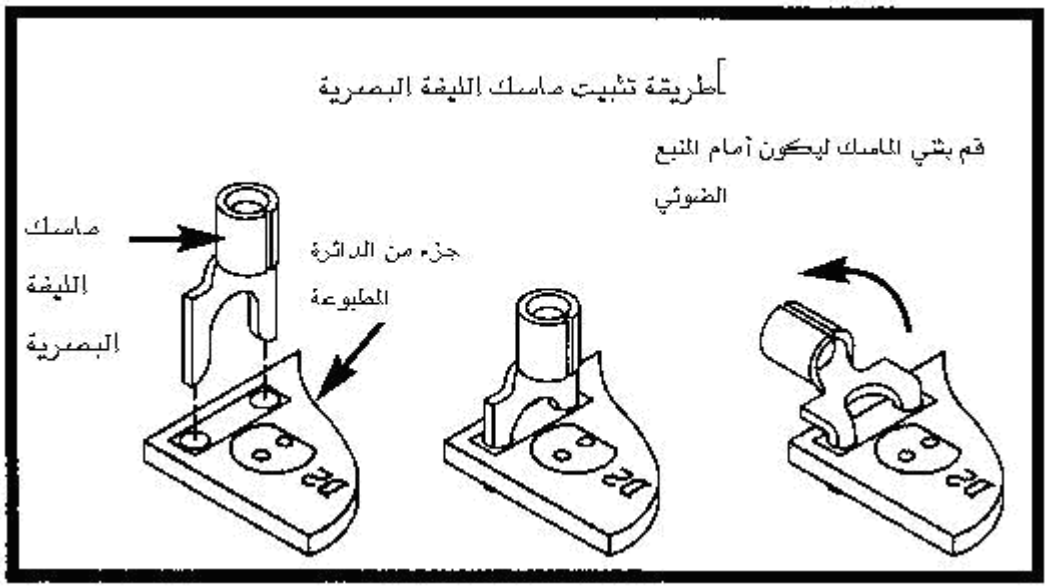
١٢	مفتاح أحادي القطب ثنائي الطريق	SPDT switch	١	S1
١٣	ماسك البطارية (٩ فولت)	Battery holder	١	BATT
١٤	سماعة	Speaker	١	SPEAKER
١٥	قاعدة للدائرة المتكاملة ذات ٨ أرجل	IC Socket 8-pin	١	-
١٦	صندوق أو كابينة الوحدة	Box $2\frac{3}{8}\times4\frac{3}{8}\times7\frac{3}{4}$	١	-
١٧	لوحات طباعة حروف وأرقام	Letter print sheet	١	-

والشكل التالي، يوضح أشكال العناصر لدائرة المستقبل

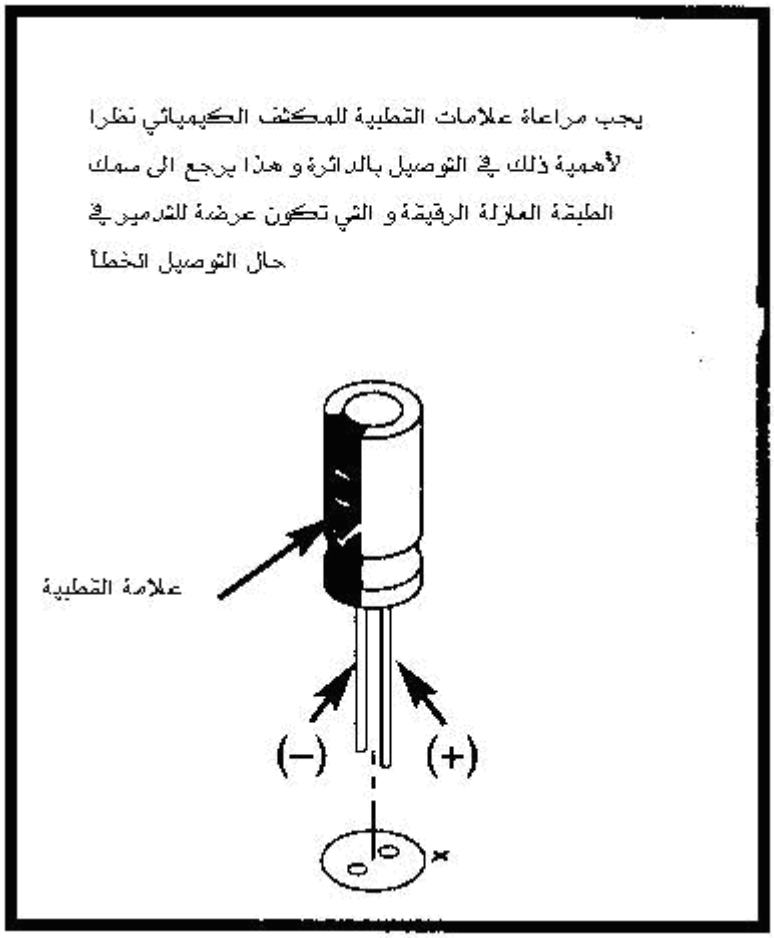


شكل (٢٣) يوضح أشكال العناصر لدائرة المستقبل

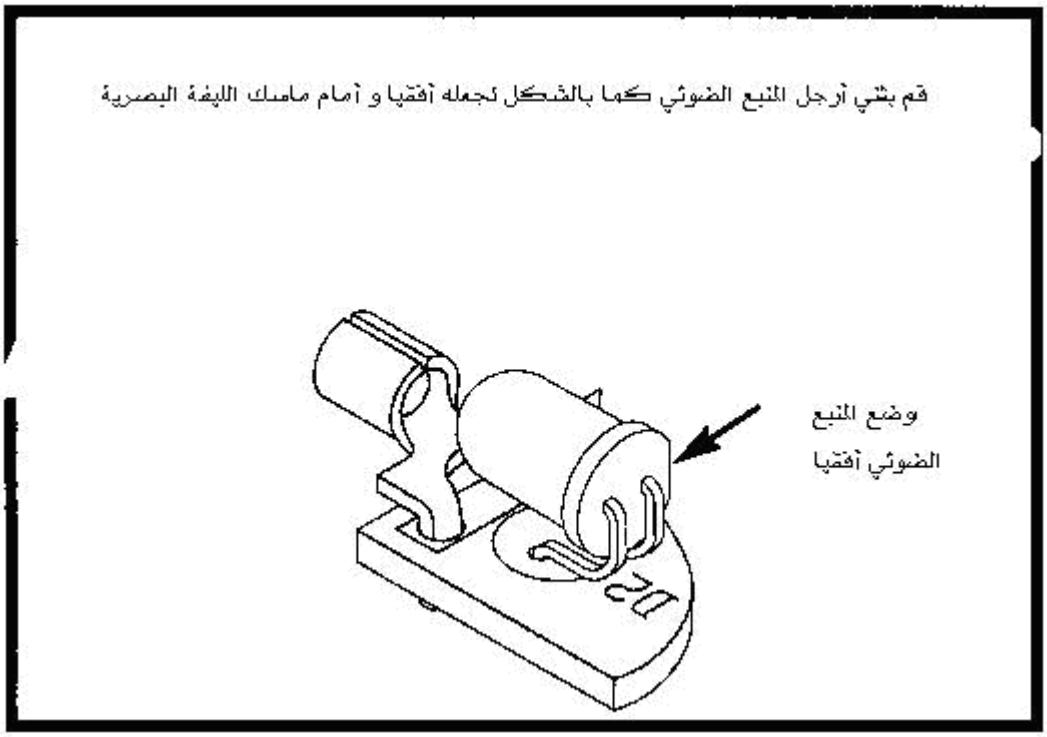
ملاحظات عن تجميع بعض العناصر :



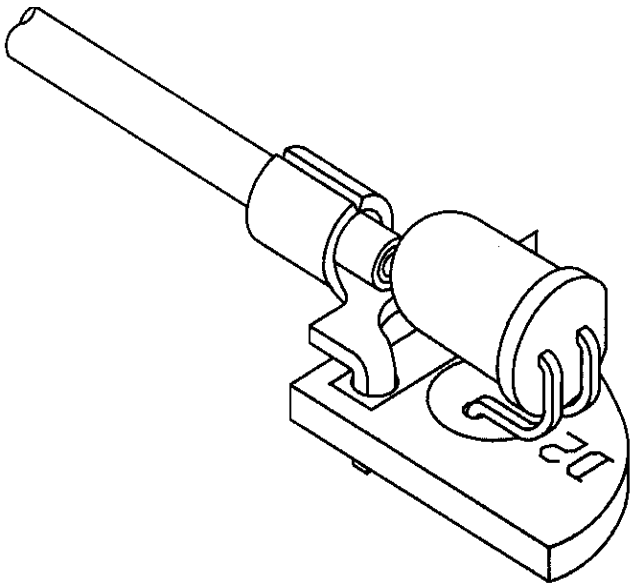
شكل (٢٤) يوضح طريقة تثبيت ماسك الليفة البصرية



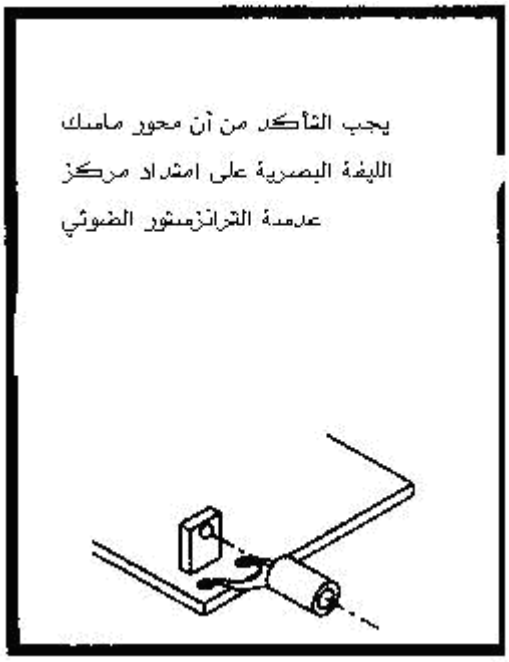
شكل (٢٥)يوضح كيفية التعرف على أطراف المكثف



شكل (٢٦) يوضح كيفية توجيه منبع الضوء لماسك الليفة البصرية

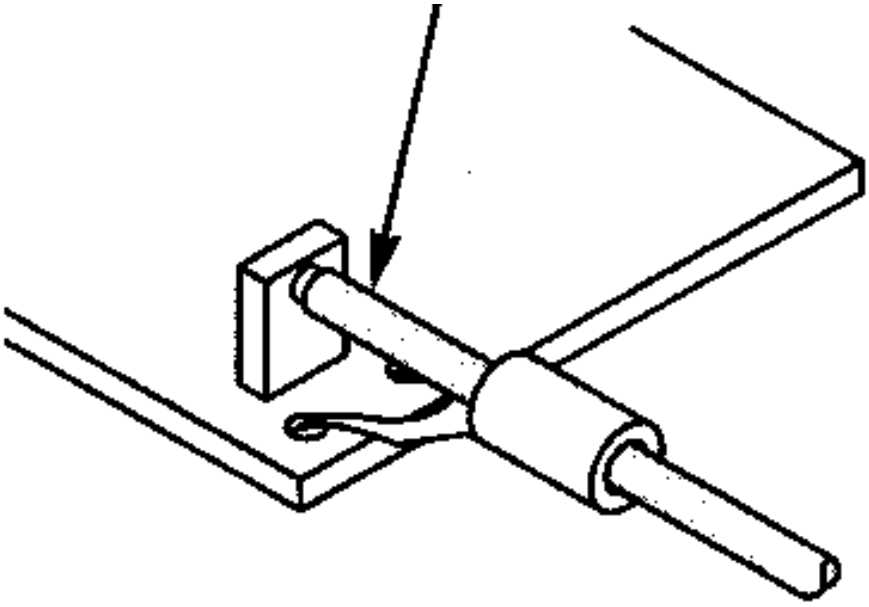


شكل (٢٧)يوضح كيفية وضع الليفة البصرية أمام المنبع الضوئي

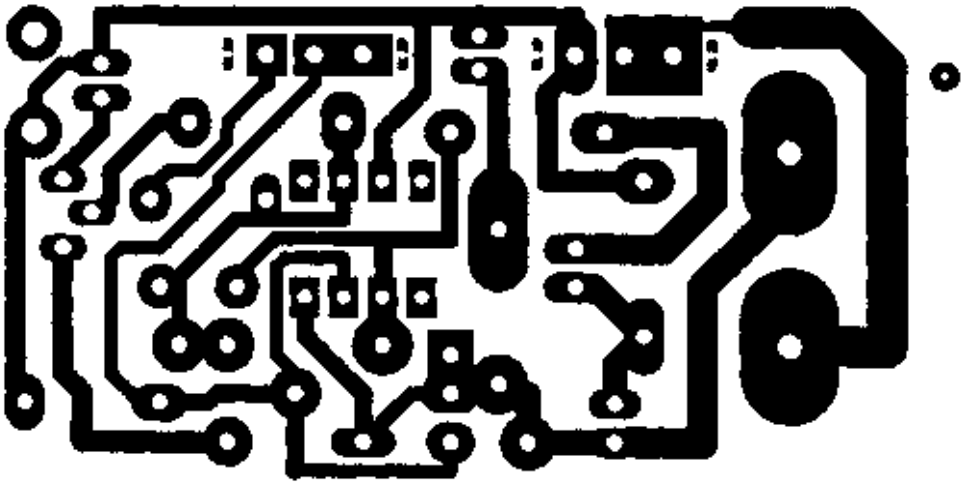


شكل (٢٨)يوضح كيفية تثبيت الترانزستور الضوئي

الليفة البصرية

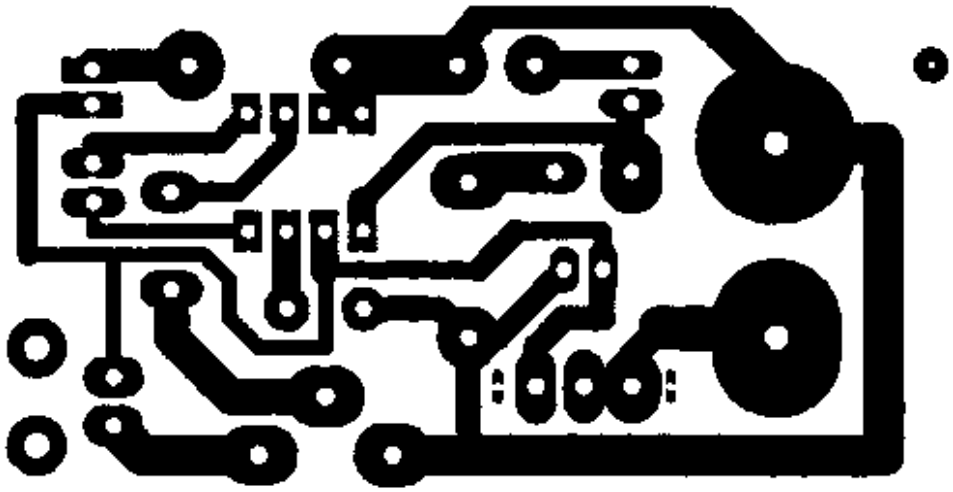


شكل (٢٩) يوضح كيفية وضع الليفة البصرية أمام الترانزستور الضوئي



المطلوب من المتدرب استخدام أحد برامج تصميم الدوائر المطبوعة لتصميم الدائرة المطبوعة للمرسل دون نقل هذا الشكل- هذا الشكل يعتبر إرشادياً و ليس للتنفيذ.

شكل (٣٠)يوضح شكل المسارات النحاسية للدائرة المطبوعة للمرسل



المطلوب من المتدرب استخدام أحد برامج تصميم الدوائر المطبوعة لتصميم الدائرة المطبوعة للمستقبل دون نقل هذا الشكل- هذا الشكل يعتبر إرشادياً و ليس للتنفيذ.

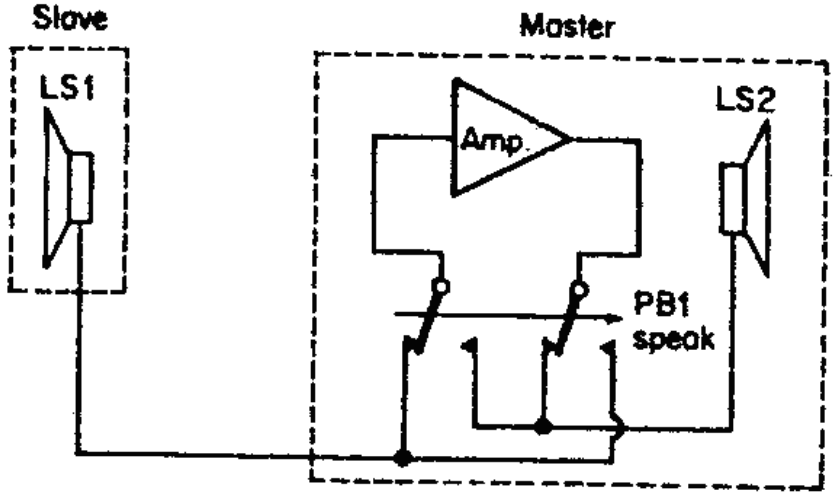
شكل (٣١) يوضح شكل المسارات النحاسية للدائرة المطبوعة للمستقبل

التمرين الثالث: وحدة اتصال داخلي INTERCOM

مقدمة:

هذه الدائرة تستخدم للاتصال داخل المباني. وتتكون الوحدة من ميكروفون صغير موصول لمكبر رئيسي Master Amplifier بواسطة كابل ذي فرعتين. ويمكن للمكبر الرئيسي أن يسمع من وحدة الميكروفون البعيد. ويجدر بالذكر أن الوحدة لها إمكانية الحديث الخلفي ليسمح للمكبر الرئيس بالكلام إلى وحدة الميكرفون (السماعة) البعيد. وعلى الرغم من وجود وحدات جاهزة في سوق الإلكترونيات وبإمكانيات كبيرة، إلا أننا آثرنا هنا تنفيذ هذه الوحدة لأن ثمن تكلفتها لا يصل إلى عُشر قيمة الوحدات الجاهزة بالسوق.

الدائرة البسيطة لهذه الوحدة موضحة بالشكل (١٦). حيث تحتوي على مكبر ترددات سمعية AMP، وسماعة رئيسة Master speaker في الوحدة الرئيسة مع مفتاح ضاغط PB1 للتمكين من التحدث والاستماع. كما ويوجد عند الطرف البعيد الفرعي (Slave) ميكروفون (يستخدم أيضاً كوحدة سماعة). ونشير هنا إلى أن الميكروفون ذو ملف متحرك وهو نفس تركيب السماعة أساسا. كما يمكن استخدام السماعات الصغيرة الموجودة في أجهزة راديو الترانزيستور كسماعات (وهي مصممة أساسا لهذا الغرض) ومن ناحية أخرى تستخدم كميكروفون رخيص. كما في الدائرة الموضحة بالشكل (١٦)، LS1 و LS2 تستخدم سواء كسماعات أو كميكروفونات حسب ظروف التحدث أو الاستماع.

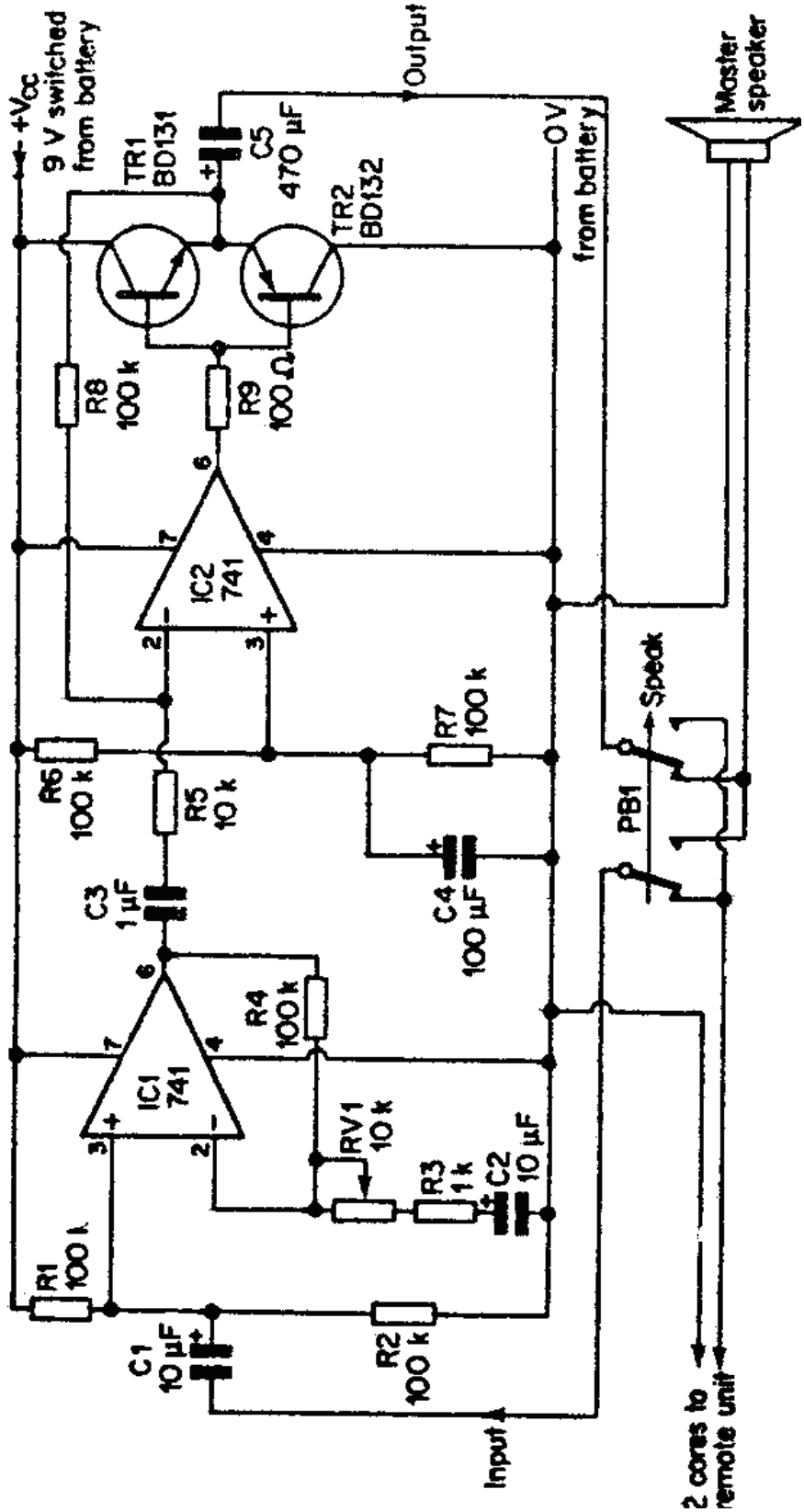


شكل (٣٢) يوضح فكرة دائرة الاتصال الداخلي

إن إستخدام المفتاح PB1 في الوضع العادي، يجعل الوحدة LS1 تعمل كميكروفون موصول إلى مدخل المكبر، والوحدة LS2 تعمل كسماعة موصولة إلى خرج المكبر. ويأتي الكلام من الوحدة البعيدة إلى وحدة المكبر الرئيسية. وإذا تم الضغط على المفتاح الضاغط PB1، فإن الوحدة LS1 يتم توصيلها إلى الخرج، والوحدة LS2 إلى الدخل. وفي هذه الحالة يمر الكلام من الوحدة LS2 (يعمل كميكروفون) إلى الوحدة LS1 (يعمل كسماعة).

دائرة وحدة اتصال داخلي INTERCOM:

ونفس دائرة المكبر تتضح بالشكل (١٧). وهي عبارة عن مكبر سمعي تقليدي يستخدم أساليب التعامل مع مكبرات التشغيل 741. يتم توصيل الدائرة المتكاملة IC1 على نمط المكبر غير العاكس non-inverting amp. لتقليل ضوضاء المكبر. المقاومة المتغيرة VR1 تحدد الكسب للمكبر IC1 وتعمل كأداة تحكم لمستوى الصوت. أما المكبر IC2 فهو عبارة عن مكبر عاكس inverting amp. بكسب ثابت. كما يقوم الترانزيستوران TR1 و TR2 بالإمداد بكسب تيار كاف لدفع حمل المانعة المنخفض للوحدتين LS1 و LS2. كما ينبغي الإشارة إلى أن الدائرة تعمل عند ٩ فولت مستمر توضع في وحدة التكبير الرئيسية.



شكل (٣٣) يوضح مفردات دائرة الاتصال الداخلي

كشف عناصر دائرة الاتصال الداخلي:

م	اسم الصنف بالعربي	اسم الصنف بالإنجليزي	الكمية	التسمية الإسنادية على الشكل
١	مقاومة كربونية، ١٠٠ أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 100 Ω, 5% , 0,25W	١	R9
٢	مقاومة كربونية، ١٠٠ كيلو أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 100KΩ, 5% , 0,25W	٦	R1, R2, R4, R6, R7, R8
٣	مقاومة كربونية، ١٠ كيلو أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 10KΩ, 5% , 0,25W	١	R5
٤	مقاومة كربونية، ١ كيلو أوم ،تفاوت ٥٪ ، قدرة ٠,٢٥ وات	Carbon resistor , 1KΩ, 5% , 0,25W	١	R3
٥	مقاومة متغيرة ، ١٠ كيلو أوم	POTENTIOMETER, 10KΩ	١	RV1
٦	مكثف ، ١ ميكروفاراد	capacitor, 1uF	١	C3
٧	مكثف كيميائي ، ١٠ ميكروفاراد ، ٣٥ فولت	Capacitor, 10 uF, 35V electrolytic	٢	C1, C2
٨	مكثف كيميائي ، ٤٧٠ ميكروفاراد ، ٣٥ فولت	Capacitor, 470 uF, 35V electrolytic	١	C5
٩	مكثف كيميائي ، ١٠٠ميكروفاراد ، ٣٥ فولت	Capacitor,100 uF, 35V electrolytic	١	C4
١٠	ترانزستور BD132	transistor BD132	١	TR2

١١	ترانزستور BD131	transistor BD131	١	TR1
١٢	مكبر تشغيل ، رقم 741	Op-Amp IC, 741	٢	IC1, IC2
١٣	لوح دائرة مطبوعة ($2\frac{3}{4}\times3\frac{3}{4}$)	$2\frac{3}{4}\times3\frac{3}{4}$ Circuit board	١	-
١٤	مفتاح ثنائي القطب ثنائي الطريق	DPDT switch	١	PB1
١٥	ماسك البطارية (٩ فولت)	Battery holder	١	BATT
١٦	سماعة	Speaker	٢	REMOTE, MASTER
١٧	قاعدة للدائرة المتكاملة ذات ٨ أرجل	IC Socket 8-pin	٢	-
١٨	صندوق أو كابينة الوحدة	Box	٢	REMOTE, MASTER
١٩	سلك معزول مزودج ، ٦ متر	Insulated wire, 6 meters	١	-
٢٠	لوحات طباعة حروف وأرقام	Letter print sheet	١	-

قم بتنفيذ نفس خطوات التمرين الأول لتجميع هذه الدائرة

ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(تابع) ملاحظات المتدرب في الورشة والتطبيقات

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

تعليمات للمدرب

١- التخطيط للقيام بزيارات ميدانية للشركات الصناعية المتخصصة للاطلاع على سبل التجميع الإلكتروني.

٢- دفع المتدربين إلى القيام بزيارات متعددة لمعارض المكونات والأجهزة الإلكترونية.

٣- يجب تنفيذ تمارين عملية داخل الورشة ذات طابع ابتكاري.

٤- دفع المتدربين إلى تقليب صفحات شبكة المعلومات الدولية بحثا عن المواقع المتخصصة.

٥- يجب التخطيط بالمشاركة مع إدارة الشباب بالكلية لعمل أنشطة إلكترونية (لوحات إعلامية- محطة إذاعية- معارض إلكترونية - ....الخ)

التدريبات والتمارين

أ- اختر العبارة الصحيحة لكل مما يلي:

- تستخدم دائرة تغذية الجهد المستمر المنتظم في :
- تغذية الدوائر الإلكترونية
- تحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر
- كل ما سبق

- يتم التخلص من التموج غير المرغوب في دوائر التوحيد بواسطة:
- دائرة التنعيم
- بوضع مكثف عبر الخرج
- بوضع مرشح عند الخرج

ب- اكتب أربعة من مميزات الألياف البصرية:

١- .....

٢- .....

٣- .....

٤- .....

ج- قم بتصفح شبكة المعلومات الدولية (الإنترنت)، للبحث عن مواقع تحتوي على دوائر إلكترونية للهواة – ناقشها مع مدربك – ثم قم بتنفيذها كنشاط علمي داخل الورشة.

د- قم بتصفح شبكة المعلومات الدولية (الإنترنت)، للبحث عن مواقع تحتوي على دوائر إلكترونية للهواة، أو ابحث بكتب الهواة للحصول على دائرة الكترونية – ناقشها مع مدربك – ثم قم بتنفيذها كنشاط علمي يمكن ترشيحه لأحد المسابقات أو المعارض التي تقوم بها المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني.

تقييم مستوى الأداء للمتدرب

بعد التدريب العملي أو أي نشاط يقوم به المتدرب ، يقوم المتدرب بتعبئة هذا النموذج:

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب على.....

قيم نفسك وقدراتك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتي بعد كل عنصر من العناصر المذكورة ، وذلك بوضع علامة (√) أمام مستوى الأداء الذي أتقنته، وفي حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع العلامة في الخانة الخاصة بذلك.

اسم النشاط التدريبي الذي تم التدرب عليه:

العناصر	مستوى الأداء (هل أتقنت الأداء)			
	غير قابل للتطبيق	لا	جزئيا	كليا
١- ..... ٢- ..... ٣- ..... ٤- مثال تنفيذ دائرة إلكترونية				

يجب أن تصل النتيجة لجميع المفردات(البنود) المذكورة إلى درجة الإتقان الكلي أو أنها غير قابلة للتطبيق ، وفي حالة وجود مفردة في القائمة "لا" أو "جزئيا" فيجب إعادة التدرب على هذا النشاط مرة أخرى بمساعدة المدرب.

المراجع

المراجع العربية :

١- "العناصر الإلكترونية وتطبيقات عملية " –تأليف دكتور/جابر السيد محمد الأبيض- دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع –الترقيم الدولي ٩- ٠٣٣- ٢٨٧- ٩٧٧.

٢- "الأجهزة المنزلية الكهربائية " –تأليف دكتور/جابر السيد محمد الأبيض- دار الكتب العلمية للنشر والتوزيع –الترقيم الدولي ٤- ٠٣٠- ٢٨٧- ٩٧٧.

٣- "دليل تصميم الحقائب التدريبية" المملكة العربية السعودية –المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني- الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج - ٢٦ أغسطس ٢٠٠٢م.

المراجع الأجنبية :

1- Practical Electronic Design Data, by OWEN BISHOP, ISBN 0 85934 316 2
2-How to Use Op Amp, by E. A. Barr, ISBN 0 85934 063 5
3-50 CMOS IC Projects, by R. A. PENFOLD, BERNARDS NO 224
4-Second Book of CMOS IC Projects, by R. PENFOLD, ISBN 0 900162 78 3
5-IC 555 Projects, by E. A. PARR, ISBN 0 85934 047 3
6- Electronic Drafting Printed Circuit Board, by Robert S. Villanucc et al , ISBN 0 02 423050 2
7-ELECTRONIC HAND SOLDERING, by Ralph, AUSTRALIAN NATIONAL TRAINING AUTHORITY, ACTRACT Products Ltd, ISBN 1 86437 248 6

المحتويات

مقدمة .....
الوحدة الأولى : السلامة ١
السلامة في الأعمال الكهربائية والإلكترونية ٣
دواعى الأمان عند التعامل مع الكهرباء والإسعافات الأولية اللازمة ٥
خطوات إجراء التنفس الصناعي ١٠
دواعي الأمان في عملية الحفر بالأحماض والإسعافات الأولية اللازمة ١٦
دواعي الأمان في عملية اللحام بالقصدير والإسعافات الأولية اللازمة ١٨
دواعي الأمان في التشغيل الميكانيكي والإسعافات الأولية اللازمة ١٩
دواعي الأمان عند تشغيل ماكينة تشكيل مسارات الدائرة المطبوعة ٢١
مستلزمات الأمان اللازمة للفرد داخل الورشة ٢٣
الحرائق وأخطارها وكيفية مقاومتها ٢٦
الوحدة الثانية : مقدمة عن الورشة ..... - ٣٥ -
جهاز متعدد القياس ..... - ٣٨ -
وحدة تغذية القدرة ..... - ٤٢ -
مولد الدوال ..... - ٤٥ -
راسم الإشارات ..... - ٥١ -
أجهزة أختبار متخصصة أخرى ..... - ٥٨ -
العدد والأدوات اليدوية المستخدمة بالورشة ..... - ٦٥ -
الوحدة الثالثة : عناصر الدوائر الإلكترونية ..... - ٧٣ -
المقاومات RESISTORS ..... - ٧٥ -
المكثفات CAPACITORS ..... - ٨٥ -
الملفات COILS ..... - ٩٢ -
ثنائيات أشباه الموصلات SEMICODUCTOR DIODES ..... - ٩٤ -
الترانزستورات TRANSISTORS ..... - ٩٨ -
الإلكتروضوئيات OPTELECTRONICS ..... - ١٠٧ -

الدوائر المتكاملة INTEGRATED CICUITS (IC) ..... - ١١٩ -
الوحدة الرابعة : اللحام الإلكتروني ..... - ١٣٦ -
اللحام بالقصدير Soldering ..... - ١٣٨ -
مادة اللحام Solder ..... - ١٣٨ -
مساعد اللحام Flux ..... - ١٣٩ -
كاوية اللحام Soldering iron ..... - ١٣٩ -
عملية الطلاء بالقصدير Tinning process ..... - ١٤٢ -
فك نقط اللحام Desoldering ..... - ١٤٧ -
حوض اللحام بالقصدير ..... - ١٤٨ -
الوحدة الخامسة : تركيب العناصر على لوحة إلكترونية ..... - ١٥٩ -
أنواع الأسلاك Wiring Types ..... - ١٦١ -
ألواح الدوائر المطبوعة Printed Circuit Boards ..... - ١٦٩ -
خطوات تجميع الأجهزة الإلكترونية ..... - ١٧٨ -
صناعة الدوائر المطبوعة الإنتاجية Printed Circuit Manufacturing ..... - ١٨٨ -
الوحدة السادسة : تطبيقات على الدوائر الإلكترونية ..... - ٢١٢ -
التمرين الأول : وحدة تغذية ٥ فولت مستمر منتظم ..... - ٢١٤ -
التمرين الثاني : تنفيذ حلقة اتصال بصرية ..... - ٢٣٩ -
التمرين الثالث : وحدة اتصال داخلي INTERCOM ..... - ٢٥٤ -
المراجع ٢٦٤