الفصل الأول

١

أساسيات عامة

General Principles

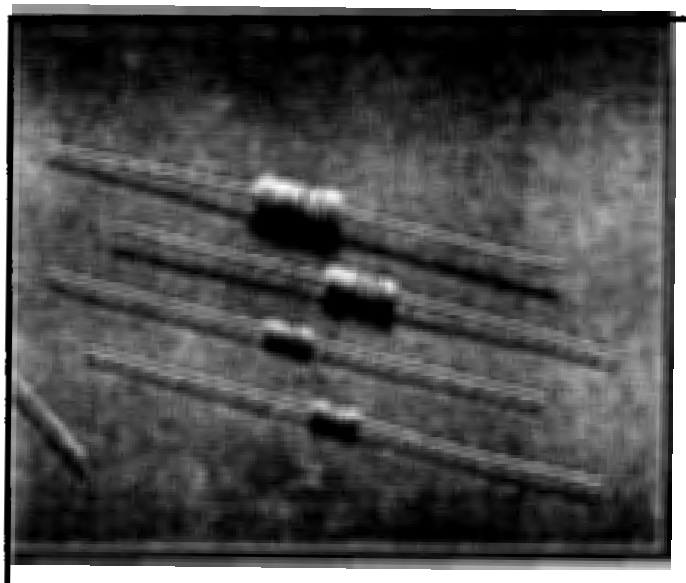
١-١ مقدمة

سنقدم فى هذا الفصل بعض المعلومات الأساسية التى نحتاجها عادة عند تصميم أى دائرة إلكترونية مثل أنواع المقاومات المتاحة فى السوق وكيفية تصنيفها وكيفية قراءتها ونفس الشيء سيكون بالنسبة للمكثفات . سنعرض أيضا للأشكال المختلفة للشرائح الإلكترونية وكيفية عد أطرافها . بعد ذلك سنعرض للفرق بين الأنظمة الرقمية والأنظمة الانسيابية وأهمية استخدام الإشارات والأنظمة الرقمية فى عالم من الرقميات نعيشه الآن . سنختم هذا الفصل بعرض سريع للأجهزة المستخدمة فى بناء واختبار الدوائر الإلكترونية .

١-٢ المقاومات الكهربية Resistances

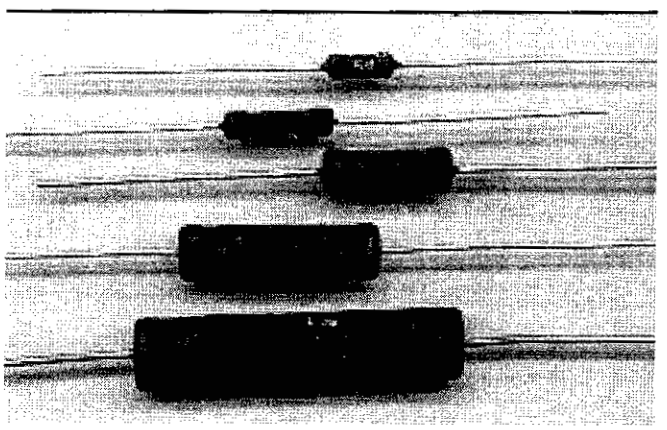
أولا: المقاومات الثابتة القيمة

توجد المقاومة الكهربية فى أشكال متعددة منها المقاومات الثابتة القيمة والمتغيرة القيمة . توجد المقاومات الثابتة فى أحجام كثيرة على حسب القدرة الكهربية لكل مقاومة . القدرة الكهربية يقصد بها حاصل ضرب التيار المار فى المقاومة فى فرق الجهد الموجود على المقاومة ويقدر ذلك عادة بالوات . توجد مثلا مقاومات ربع وثلث ونصف وواحد واثنين وات ، وأخرى تتحمل أكثر من وات وبالذات المقاومات المكونة من سلك ملفوف والتى تصل قدرتها إلى ٢٠٠ وات . تتميز المقاومات ذات الوات العالى بكبر حجمها ويكتب عليها فى العادة قيمتها بالأوم والقدرة التى تتحملها . شكل (١-١) يبين بعض هذه المقاومات التى تقدر قدرتها بربع وثلث ونصف وواحد وات ابتداء من أصغر مقاومة .



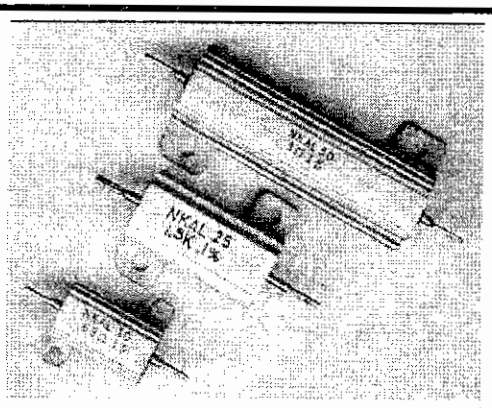
شكل (١-١) مقاومات كهربية مختلفة القدرة من ربع إلى واحد وات

الأشكال (١-٢ و ١-٣ و ١-٤ و ١-٥) تبين أشكالا مختلفة من المقاومات ذات الوات العالى . تتميز هذه المقاومات بدقتها العالية حيث أنها فى العادة تكون ذات قيمة قليلة . فقيم هذه المقاومات تبدأ أحيانا من ٠،١ أوم وتصل إلى ١٥٠ كيلوأوم وهذه قيمة قليلة تحتاج لدقة عالية فى التصنيع .

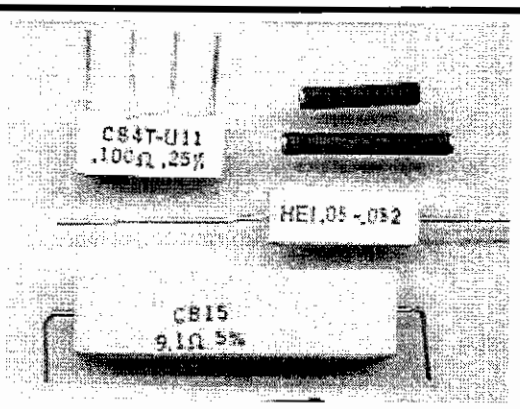


شكل (١-٢) أحد أشكال المقاومات ذات الوات العالى

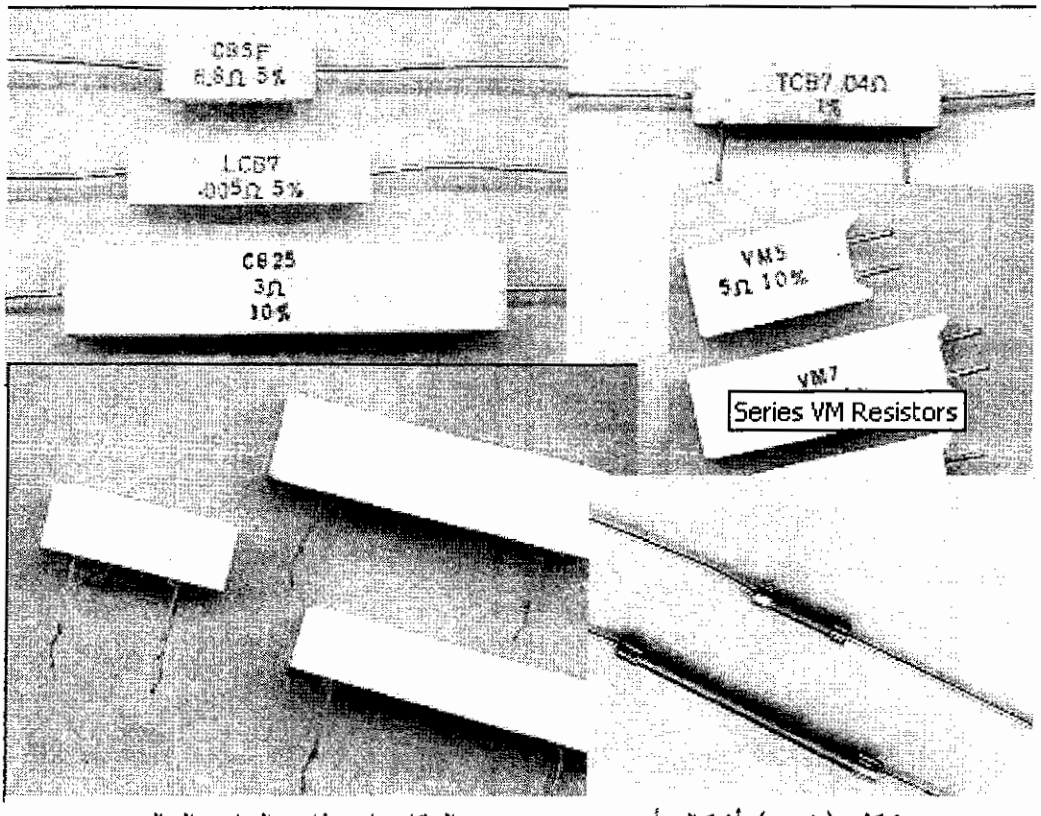
المقاومات الموجودة فى شكل (١-٣) تتميز بأن لها غلاف معدنى يكون فى الغالب من الألومونيوم وذلك للمساعدة فى تسريب درجة الحرارة العالية التى من الممكن أن تتولد فى المقاومة نفسها . قيم هذه المقاومات تكون مكتوبة عليها فى الغالب كما فى الشكل .



شكل (١-٣) شكل آخر من
المقاومات ذات الوات العالى المغلفة
بمعدن لزيادة تسرب الحرارة



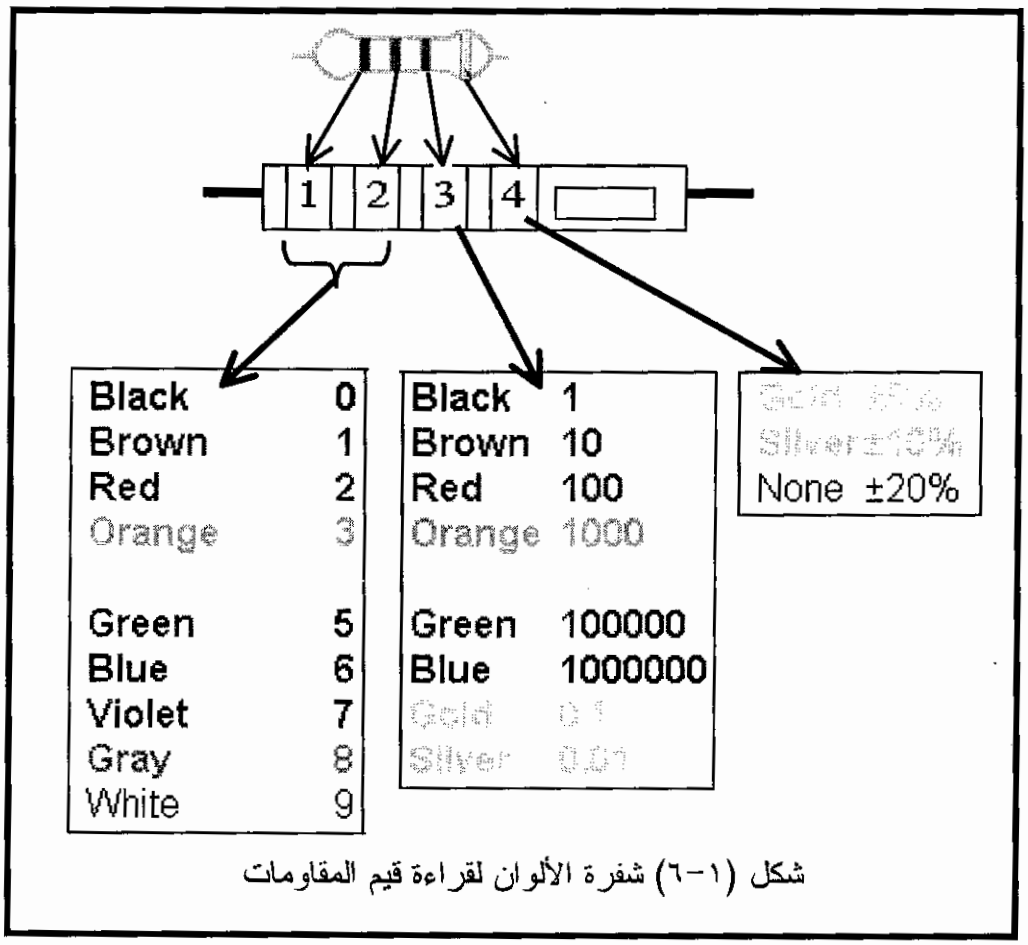
شكل (١-٤) أشكال أخرى للمقاومات
ذات الوات العالى



شكل (١-٥) أشكال أخرى عديدة من المقاومات ذات الوات العالى

إذا كانت المقاومات ذات الوات العالى مكتوب عليها قيمتها ، فماذا عن المقاومات ذات الوات المنخفض كيف نقرأ قيمتها ؟ هذه المقاومات تكتب عليها قيمتها بطريقة مختلفة تماما وفى صورة شفرة من الحلقات الملونة كما فى شكل (١-١) . تتكون شفرة القيمة لأى مقاومة من ٤ حلقات بألوان مختلفة حول جسم المقاومة كما فى شكل (١-٦) . الحلقتين الأولى والثانية

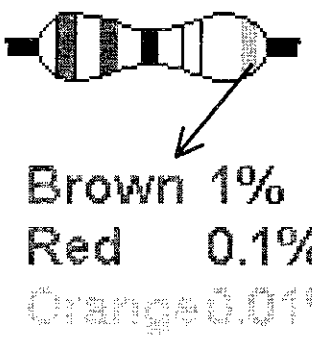
من جهة اليسار تحددان أول رقمين فى المقاومة على حسب جدول الألوان الموجود فى شكل (١-٦) . فمثلا إذا كانت الحلقة الأولى زرقاء كما فى الشكل فأول رقم فى المقاومة هو ٦ ، وإذا كانت الحلقة الثانية خضراء كما فى الشكل أيضا ، فالرقم الثانى هو ٥ . وعلى ذلك فأول رقمين فى قيمة هذه المقاومة هما ٦٥ . الحلقة الثالثة على جسم المقاومة تحدد عدد الأصفار بعد الرقمين السابقين . فإذا كانت هذه الحلقة حمراء كما فى الشكل فإن ذلك يعنى أننا يجب أن نضع صفرين على يمين الرقمين السابقين أو أن نضربهما فى مائة لتصبح قيمة المقاومة ٦٥٠٠ أوم أو ٦،٥ كيلوأوم . الحلقة الرابعة على جسم المقاومة تحدد دقة تصنيعها ، فاللون الذهبى يعنى أن هذه المقاومة مصنعة بدقة مقدارها ٥% . أى أن قيمة المقاومة ستكون ٦٥٠٠ أوم زائد أو ناقص ٥% من هذه القيمة . فى حالة عدم وجود حلقة رابعة فإن ذلك يعنى أن الدقة هى ٢٠% كما هو موضح فى شكل (١-٦) .



شكل (١-٦) شفرة الألوان لقراءة قيم المقاومات

بعض المقاومات تحتوى حلقة خامسة على يمين حلقة الدقة . هذه الحلقة تعنى الإعتمادية أو الثقة reliability فى هذه المقاومة . شكل (١-٧) يبين مثالا لأحد هذه المقاومات وجدول الألوان الذى يحدد مدى هذه الثقة فى المقاومة بعد تشغيلها ١٠٠٠ ساعة . فمثلا اللون البرتقالى يعنى أن حد الثقة فى هذه المقاومة هو ٠،٠١% وهذا يعنى أن احتمال أن هذه المقاومة ستفشل فى الأداء بعد فترة عمل ١٠٠٠ ساعة هو ٠،٠١% . بمعنى آخر أن مقاومة من كل ١٠٠٠٠ مقاومة تفشل فى الأداء بعد فترة عمل مقدارها ١٠٠٠ ساعة . هناك ٤ ألوان فقط لتمثيل حد الثقة فى المقاومة وهى البنى والأحمر والبرتقالى والأصفر كما فى شكل (١-٧) حيث نلاحظ أنها آخر حلقة من ناحية اليمين على جسم المقاومة .

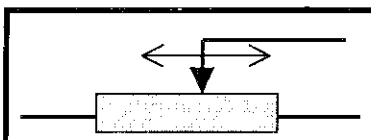
كلمة أخيره نقولها هنا وهى أنه عند مسك المقاومة بين أصابعك لتقرأ قيمتها ، دائما إبحث عن حلقة الدقة أولا التى تكون ذهبى أو فضى واجعلها ناحية اليمين ثم ابدأ فى قراءة الحلقات من اليسار كما أشرنا . إذا كانت هذه المقاومة لا تحتوى حلقة للدقة فاجعل المساحة الفاضية من جسم المقاومة التى لا تحتوى حلقات ألوان ناحية اليمين ثم ابدأ .

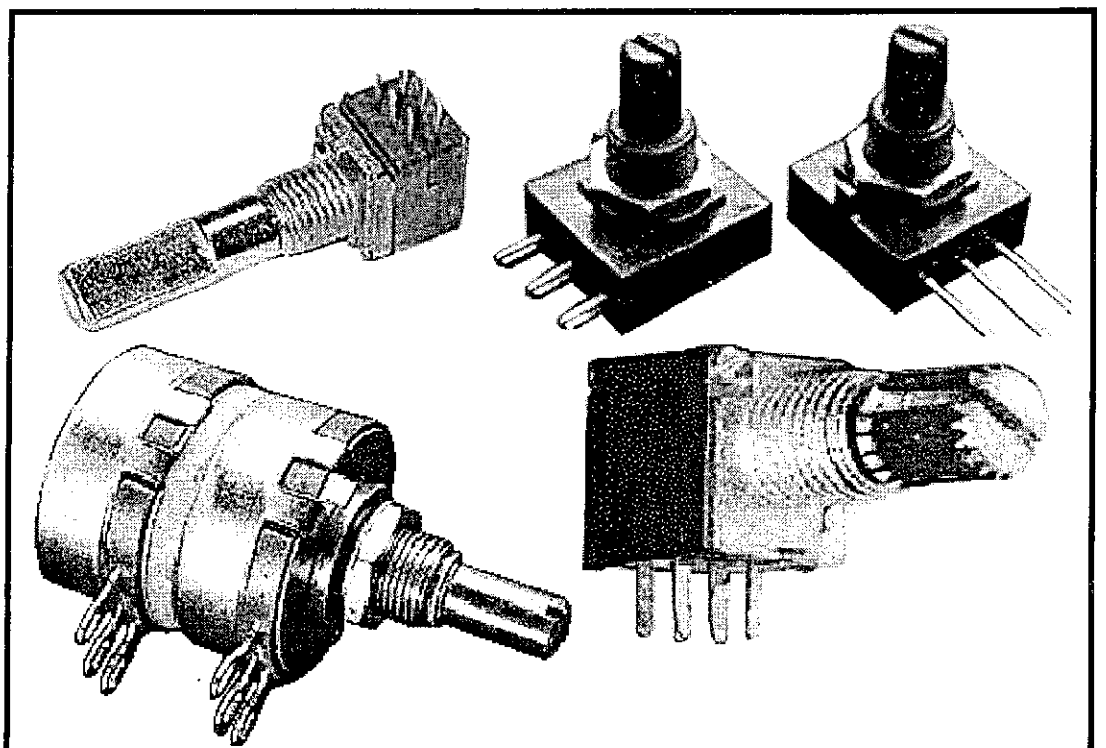


شكل (١-٧) حد الثقة فى المقاومة

ثانيا: المقاومات المتغيرة Potentiometer

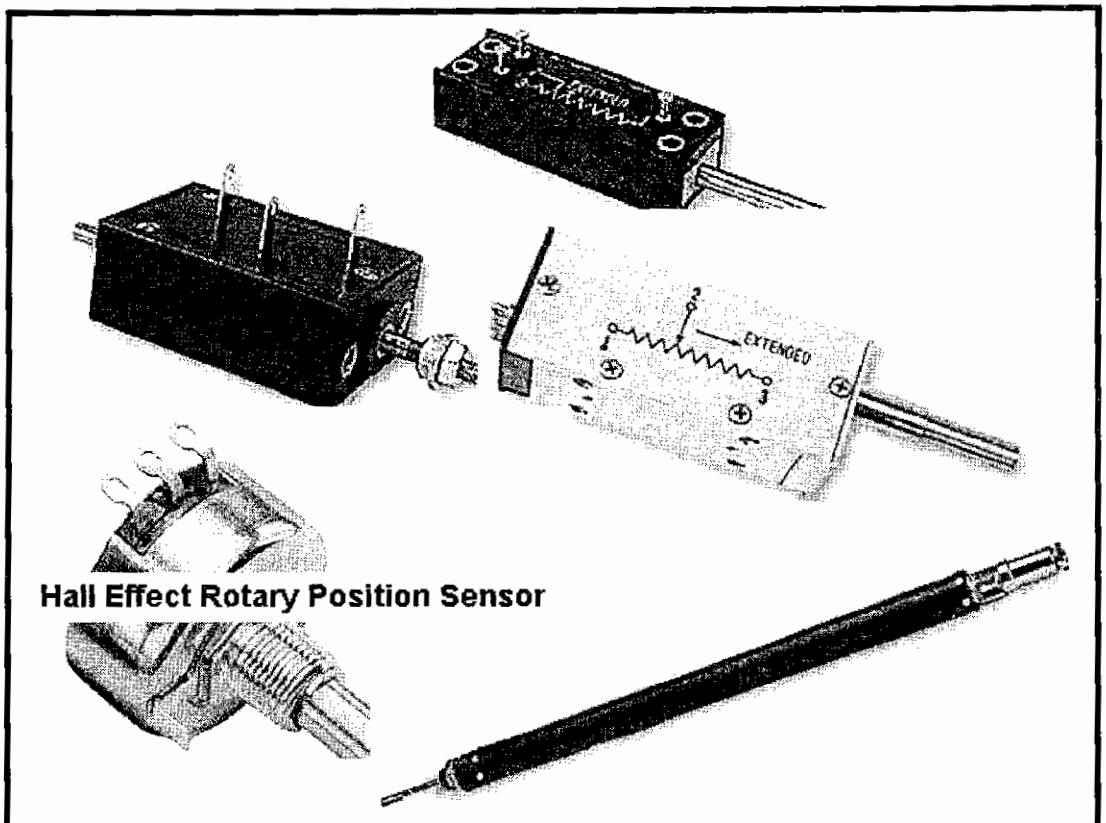
توجد المقاومات المتغيرة فى أشكال وقيم عديدة وفى الغالب تكون الأشكال مناسبة لطبيعة الوضع أو المكان الذى تستخدم فيه . فمقاومة التحكم فى درجة الصوت مثلا تختلف فى الشكل عن مقاومة التحكم فى سرعة موتور من حيث الشكل فقط . المقاومات المتغيرة تكون عبارة عن طرف منزلق يتحرك بين طرفين ثابتين كما فى شكل (١-٨) . العلاقة بين حركة المنزلق والتغير الحادث فى قيمة المقاومة تكون خطية أو غير خطية . فى حالة العلاقة الغير خطية فإن التغير فى قيمة المقاومة لا يقابل تغير خطى فى حركة منزلق المقاومة وهذا هو النوع الشائع من المقاومات المتغيرة وهى رخيصة الثمن . النوع الثانى من المقاومات


شكل (١-٨) المقاومة المتغيرة


شكل (١-٩) بعض الأشكال الشائعة للمقاومات المتغيرة الغير خطية

المتغيرة هو النوع الخطى والذى يعنى أن أى تغير فى حركة المنزلق يعطى تغير فى قيمة المقاومة متناسب خطيا مع هذه الحركة . هذا النوع أغلى سعرا من النوع السابق ويستخدم فى

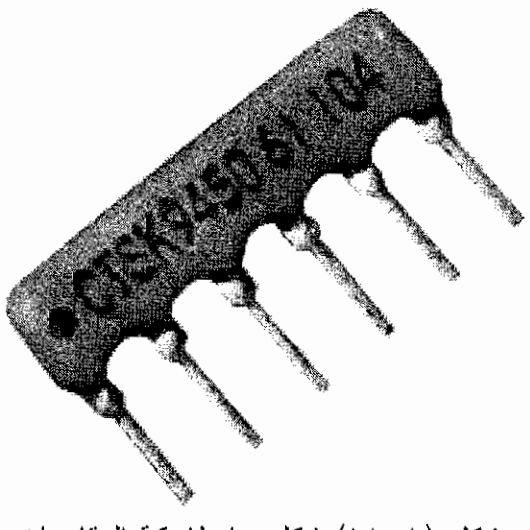
التطبيقات التى تحتاج لتغيرات دقيقة فى قيمة المقاومة . شكل (١-٩) يبين العديد من الأشكال المتاحة فى السوق من المقاومات المتغيرة .



شكل (١-١٠) مجموعة من المقاومات المتغيرة الخطية

شكل (١-١٠) يبين مجموعة من المقاومات الخطية . هناك أشكال عديدة أخرى لا يتسع المكان لحصرها هنا .

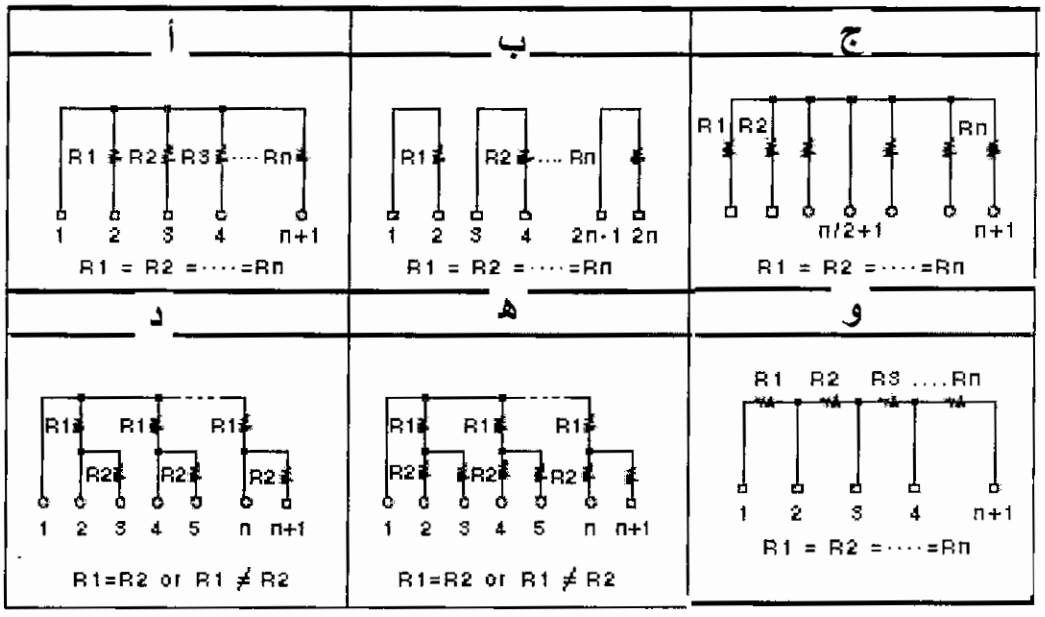
ثالثا: شبكة المقاومات Resistor Network



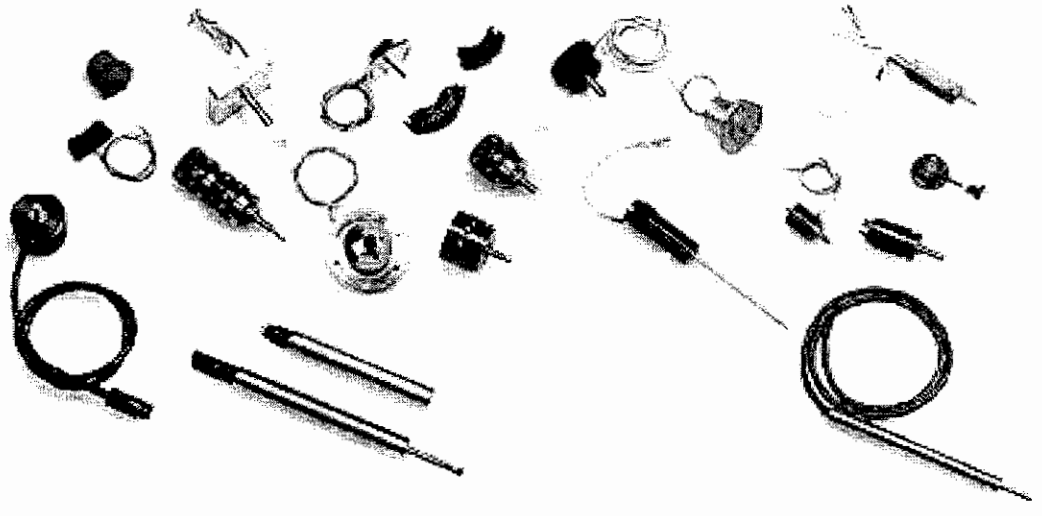
شكل (١-١١) شكل عام لشبكة المقاومات

شبكة المقاومات كما فى شكل (١-١١) تحتوى عدد من المقاومات المتساوية الموصلة مع بعضها بطريقة معينة داخل نفس المحتوى . شكل (١-١٢) يبين الطرق المختلفة لتوصيل هذه المقاومات مع بعضها داخليا . شكل (١-١٢أ) مثلا يبين توصيل كل المقاومات فى نقطة واحدة عامة والطرف الثانى لكل مقاومة والطرف العام تخرج كأطراف من المحتوى . شكل (١-١٢ب) يبين أن كل مقاومة تم إخراج طرفيها من المحتوى . حاول دراسة باقى طرق التوصيل فى شكل (١-١٢) للتعرف على الطرق المختلفة الأخرى

للتوصيل . نؤكد هنا على أن كل المقاومات داخل الشبكة تكون متساوية . تستخدم شبكة المقاومات فى الكثير من التطبيقات التى تتطلب هذه المقاومات مثل توصيل مقاومات على التوالى مع مجموعة من الدايودات المضيئة LED .
شكل (١-١٣) يبين صورا لمقاومات متغيرة تستخدم فى بعض الأغراض الخاصة مثل التحكم فى الصواريخ وسفن الفضاء والأزرعة الآلية حيث تكون هذه المقاومات متناهية الدقة .



شكل (١-١٢) الطرق المختلفة لتوصيل شبكة المقاومات

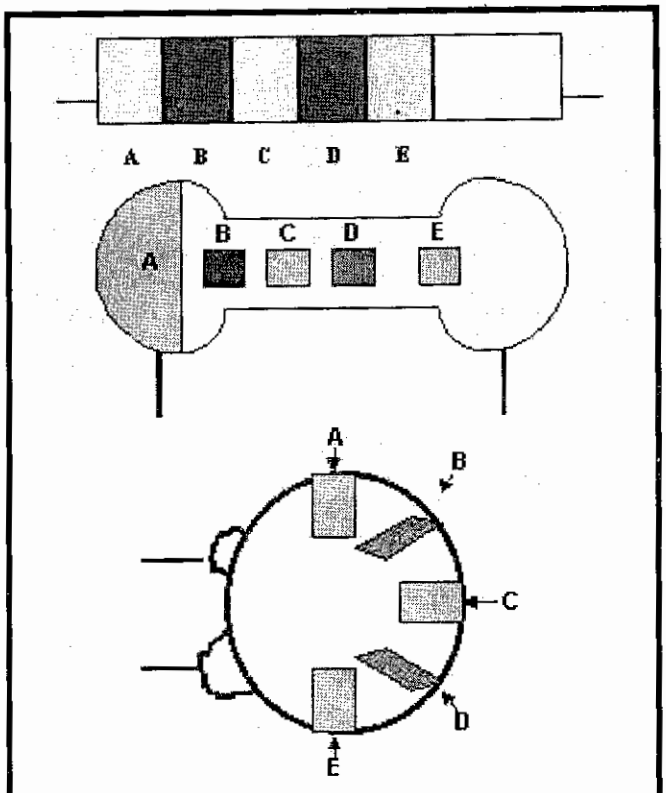


شكل (١-١٣) صور كثيرة للمقاومات المتغيرة المستخدمة لأغراض خاصة

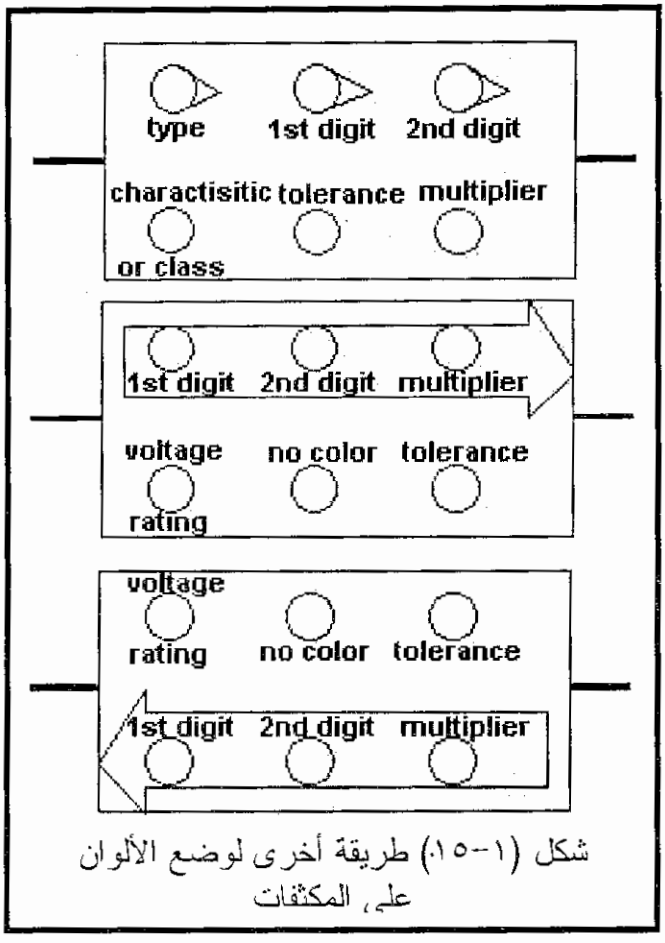
١-٣ المكثفات الكهربية Capacitors

توجد المكثفات الكهربية فى الكثير من الأشكال ومنها الثابت القيمة والمتغير ويتم تصنيفها بطرق عديدة ، فهى إما أن تصنف على حسب فرق الجهد الذى يمكن أن تتحمله ، أو على حسب طريقة التصنيع . قيمة المكثف إما أن تكتب على جسم المكثف إذا كان الوضع يسمح

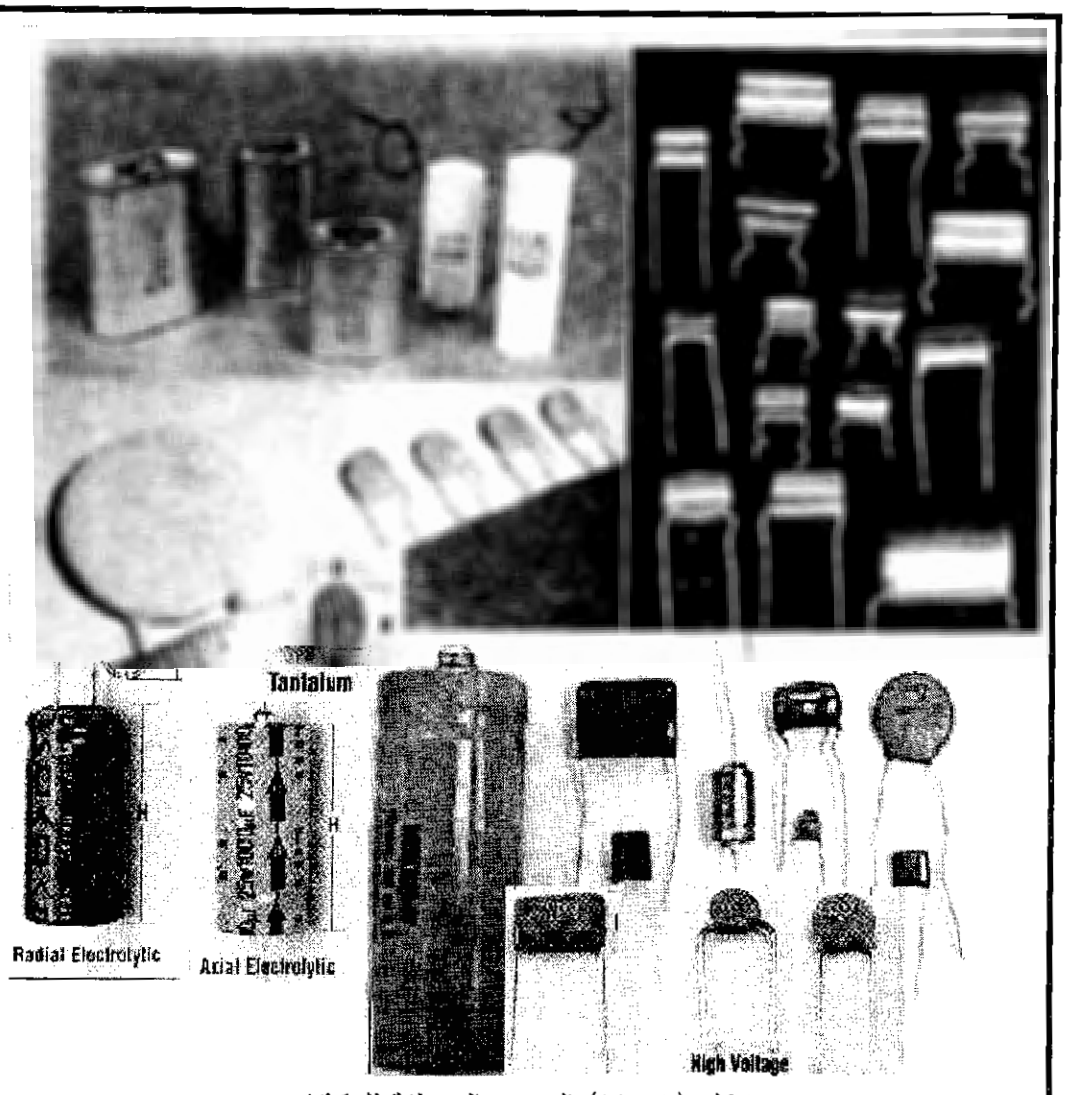
بذلك أو يتم قراءتها عن طريق شفرة ألوان كما كان يحدث فى حالة قراءة قيمة المقاومات . شكل (١-١٤) يبين طريقة ترتيب الألوان على جسم المكثف حسب شكله . كما فى الشكل نجد أن هناك ٥ حلقات أو ٥ ألوان وهذه الألوان يتم تمييزها بالحروف A, B, C, D, E من اليسار كما فى شكل (١-١٤) . الحرف A يمثل المعامل الحرارى للمكثف ، أى مقدار التغير فى قيمته نتيجة التغير فى درجة الحرارة . الحرف B هو الرقم الأول من القيمة . الحرف C يمثل الرقم الثانى من القيمة . الحرف D يمثل معامل الضرب أو بمعنى آخر عدد الأصفار . الحرف E يمثل الدقة فى قيمة المكثف . القيمة المحسوبة من هذه الشفرة تكون بالبيكوفاراد PF . القيمة العددية لكل لون هى نفس القيم المستخدمة مع المقاومات كما فى شكل (١-٦) . عدد الألوان على جسم المكثف من الممكن أن يكون ثلاثة أو ستة وفى كل حالة تبقى الشفرة كما هى . شكل (١-١٥) يبين طريقة أخرى لوضع الألوان على جسم المكثف حيث توضع فى صورة دوائر كما فى الشكل وترتب تبعا لسهم يرسم على جسم المكثف كما فى الشكل أيضا . هناك ٣ دوائر مهمة ، الأولى والثانية تمثل الرقم الأول والثانى والدائرة الثالثة تمثل عدد الأصفار التى توضع على يمين الرقمين السابقين .
شكل (١-١٦) يبين بعض الصور المختلفة والشائعة للمكثفات .



شكل (١-١٤) الصور المختلفة لترتيب حلقات الألوان على جسم المكثف



شكل (١-١٥) طريقة أخرى لوضع الألوان على المكثفات

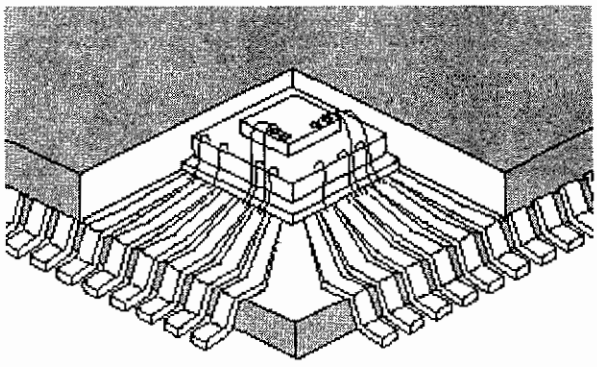


شكل (١-١٦) الصور المختلفة للمكثفات

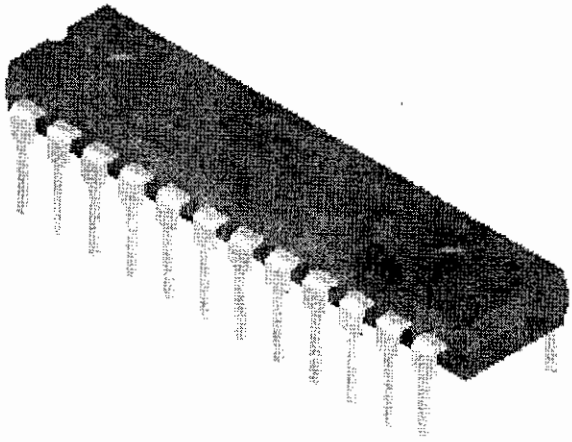
١ - ٤ الدوائر التكاملية Integrated Circuits, ICs

كل واحدة من الدوائر المنطقية التى سنتكلم عنها فى هذا الكتاب متاحة فى صورة شرائح إلكترونية . من مميزات وضع هذه الدوائر فى شرائح إلكترونية أنها ستكون صغيرة الحجم ورخيصة الثمن يمكن الاعتماد عليها فى الكثير من ظروف التشغيل reliable ، كما أن معظم هذه الشرائح تستهلك القليل من القدرة الكهربية . لذلك لزم علينا أن نعرض للأشكال المختلفة للشرائح الإلكترونية المتاحة فى الأسواق وكيفية قراءة وترتيب أطراف هذه الشرائح حتى نستطيع التعامل معها معمليا .

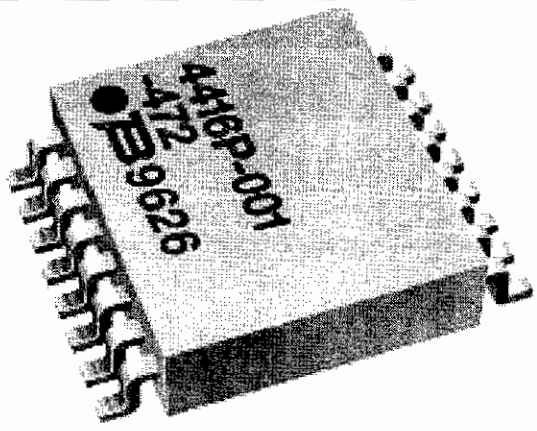
الكثير منا ينظر إلى الحجم الأسود لأى شريحة على أن هذا هو حجم الشريحة الأصلى ، ولكن الحقيقة هى أن هذا الجسم الأسود يكون عادة من مادة عازلة تغطى أو تغلف الجسم الحقيقى للشريحة الموجود بالداخل وهذا الجسم فى العادة يكون صغيرا جدا بالنسبة لهذا الغلاف الأسود الموجود فقط لكى يتمكن المصنع من إخراج الأطراف المختلفة للشريحة بطريقة مريحة للمستخدم . شكل (١-١٧) يوضح ذلك .



شكل (١-١٧) الشريحة الحقيقية داخل الغلاف العازل لأحد أنواع الشرائح



شكل (١-١٨) الشرائح ذات الصفين DIP

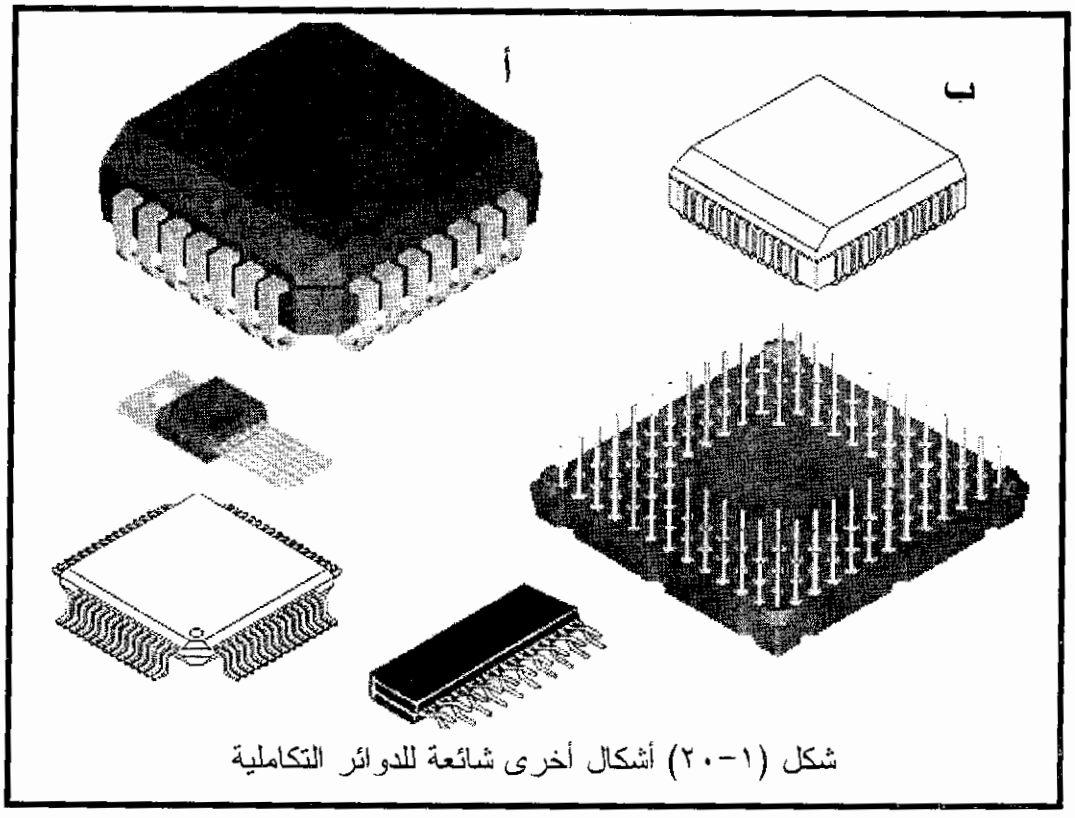


شكل (١-١٩) الشرائح ذات التثبيت السطحي الصغيرة SOIC

هناك أكثر من طريقة لتغليف الشرائح الإلكترونية ، أولها وأكثرها شيوعا هى الشرائح ذات الأطراف النافذة أو الخارمة . فى هذه الحالة لابد من عمل خرم أو فتحة لكل طرف من أطراف الشريحة على اللوحة ينفذ منها الطرف ويتم لحامة أو تثبيته من الناحية الأخرى للوحة التثبيت . أى أن الشريحة تكون موجودة على أحد أوجه اللوحة والأطراف مثبته على الوجه الآخر لها . من الأشكال الشائعة لذلك الشرائح المعروفة بذات الصفين النافذة Dual In line Package, DIP الموضحة فى شكل (١-١٨) .

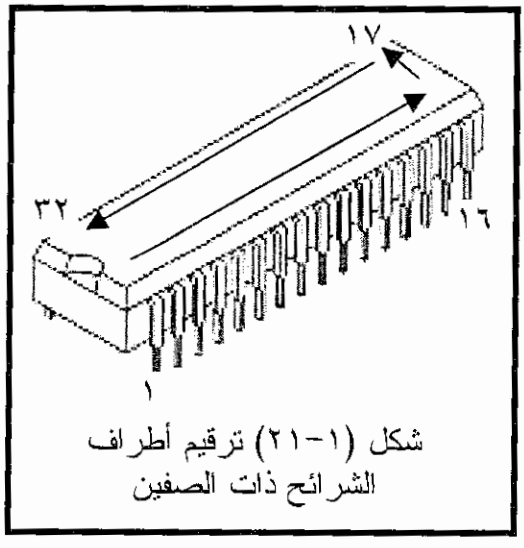
النوع الثانى من الشرائح هو الشرائح السطحية أو غير النافذة وهى لا تحتاج لتخريم اللوحة لتثبيتها ولكنها تثبت مباشرة على نفس السطح الموجودة عليه . وهذه بالطبع تكون أفضل فى الكثير من التطبيقات لأنها ستوفر مساحة على اللوحة كما أنها فى العادة تكون صغيرة الحجم . هذه الشرائح تسمى الشرائح السطحية الصغيرة Small Outline IC, SOIC . شكل (١-١٩) يوضح مثالا لهذا النوع من الشرائح .

هناك أشكال عديدة من الشرائح السطحية مثل الشرائح ذات الأرجل السلكية Plastic Leaded Chip Carrier, PLCC. والتى تكون أطرافها عبارة عن أسلاك ملفوفة تحت جسم الشريح فى صورة الحرف J كما فى شكل (١-٢٠أ) . هناك أيضا الشريحة السيراميكية التى تكون أطرافها عبارة عن أسلاك لاصقة فى جسم الشريحة Leadless Ceramic Chip Carrier, LCCC كما فى شكل (١-٢٠ب) ، كما أن هناك أيضا العديد من الأشكال الأخرى الموضح بعضها فى شكل (١-٢٠) .



شكل (١-٢٠) أشكال أخرى شائعة للدوائر التكاملية

ترقيم أطراف الشرائح التكاملية



شكل (١-٢١) ترقيم أطراف الشرائح ذات الصفين

فى العادة تكون هناك علامة على سطح أى شريحة تشير إلى الطرف رقم ١ . نمسك الشريحة أفقيا والسطح لأعلى والعلامة ناحيتنا ثم نبدأ عد الأطراف متجهين ناحية اليمين حتى آخر الصف ثم نلف للصف المقابل ونستمر فى العد متجهين ناحية اليسار كما فى شكل (١-٢١) . بنفس الطريقة مع جميع أشكال الشرائح التى رأيناها ، نحدد الطرف ١ ، نعد متجهين ناحية اليمين مع جميع أطراف الشريحة دورانيا حتى ننتهى عند الطرف المقابل للطرف ١ . حاول أن تطبق ذلك مع الشرائح الموجودة فى شكل (١-٢٠) وبالذات الشريحة فى شكل (١-٢٠أ) حيث علامة الطرف ١ موجودة فى منتصف صف وليس فى أحد الأركان كما تعودنا .

كثافة المكونات على الشريحة

أحيانا تصنف الشرائح الإلكترونية على حسب كثافة المكونات عليها حيث تقاس هذه الكثافة بعدد الترانزستورات المكونة لهذه الشريحة . لاحظ أن جميع مكونات أى شريحة تؤول فى النهاية إلى مجموعة من الترانزستورات . من هذه التصنيفات ما يلى :

١- **الشرائح ذات التكامل الصغير Small Scale Integration, SSI** وهى الشرائح التى تحتوى أقل من ١٠٠ ترانزستور ، وهذه تحتوى بعض البوابات المنطقية والقلابات .

٢- **الشرائح ذات التكامل المتوسط Medium Scale Integration, MSI** وهى التى تحتوى من ١٠٠٠ حتى ١٠٠٠٠ ترانزستور ، ويتكون منها العدادات والمسجلات والمشفرات وفاككات الشفرة .

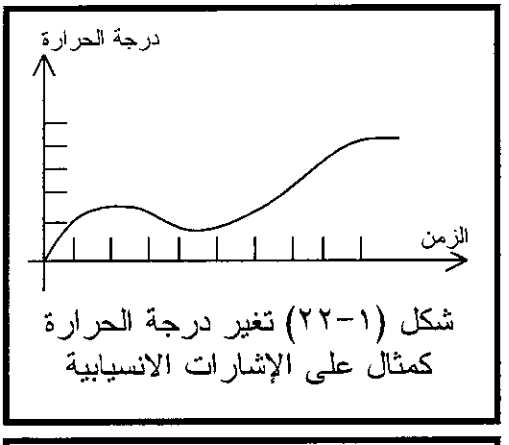
٣- **الشرائح ذات التكامل العالى Large Scale Integration, LSI** وهى التى تحتوى من ١٠٠٠٠ حتى ١٠٠٠٠٠ ترانزستور ، ويتكون منها شرائح الذاكرة والأجيال الأولى من المعالجات .

٤- **الشرائح ذات التكامل العالى جدا Very Large Scale Integration, VLSI** وهى التى تحتوى من ١٠٠٠٠٠ حتى مليون ترانزستور ، ويتكون منها الأجيال المتوسطة من المعالجات وشرائح الذاكرة .

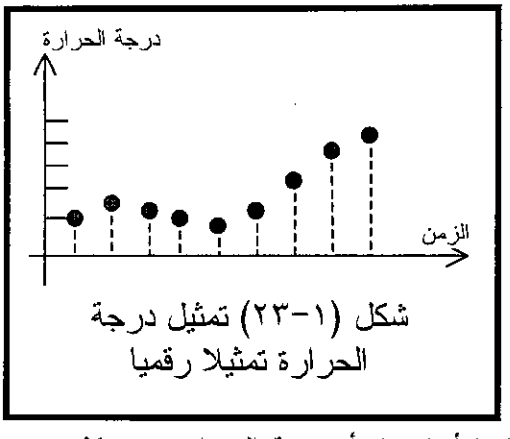
٥- **الشرائح فائقة التكامل Ultra Large Scale Integration, ULSI** وهى التى تحتوى فوق المليون ترانزستور . الأجيال الأخيرة من المعالجات وصلت كثافتها حتى ١٠ مليون ترانزستور .

١-٥ الإشارات الانسيابية والإشارات الرقمية
Analog and digital signals

توجد الإشارات الرقمية فى واحدة من صورتين ، إما الصورة الانسيابية (التماثلية كما يطلق عليها أحيانا) أو الصورة الرقمية . الإشارة الانسيابية هى الإشارة التى تتغير قيمتها بصورة انسيابية من قيمة إلى قيمة مارة بجميع القيم الممكنة بين القيمتين . كمثال على ذلك درجة حرارة الجو التى تتغير قمتها بين قيمة صغرى (٢٠ درجة مثلا) وقيمة كبرى (٣٥ درجة مثلا) . عندما تتغير درجة الحرارة من ٢٠ إلى ٣٥ درجة فإنها تمر بجميع القيم الممكنة بين هاتين القيمتين مثل ٢٠،٠٠١ و ٢٢،٠٠٠٠١ و ٣٣،٥٥٠٥ وهكذا . أى أن درجة الحرارة تنساب من قيمة إلى قيمة أخرى بحيث أنها لابد أن تأخذ أى قيمة تخطر على بالك فى المدى الذى تتغير فيه . شكل (١-٢٢) يبين تغير هذه الإشارة مع الزمن . لاحظ أن هذه الإشارة انسيابية من حيث القيمة كما رأينا ، كما أنها انسيابية فى الزمن أيضا ، فهذه الدالة يمكن أن تكون لها قيمة معينة عند أى زمن يخطر على بالك أيضا .



شكل (١-٢٢) تغير درجة الحرارة كمثال على الإشارات الانسيابية



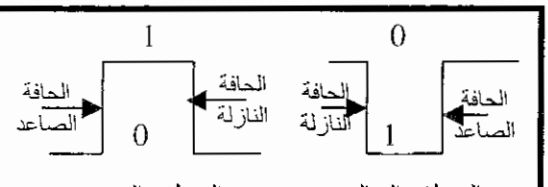
شكل (١-٢٣) تمثيل درجة الحرارة تمثيلا رقميا

تخيل أننا بدأنا نأخذ درجة الحرارة عند فترات زمنية متساوية ومحددة ، كل نصف ساعة مثلا . كما أننا سنقرأ درجة الحرارة عند كل زمن فى صورة رقم صحيح وخانة عشرية واحدة فقط . أى أن درجة الحرارة ستكون مثلا ٢٠ و ٢٢،١ و ٢٥،٩ و ٣٣،٤ وهكذا . هذا التمثيل لدرجة الحرارة نقول عنه أنه تمثيل رقمى وهذه الإشارة نقول عنها أنها إشارة رقمية . شكل (١-٢٣) يبين هذه الإشارة . بمجرد تحويل

الإشارة الانسيابية إلى رقمية تصبح كل عينة من العينات الموضحة فى شكل (١-٢٣) عبارة عن رقم يوضع فى العادة فى الصورة الثنائية المكونة من وحايد وأصفار . بالرغم من أن كل الإشارات الطبيعية (درجة الحرارة والصوت والضغط وشدة الإضاءة وغيرها الكثير) موجودة فى الصورة الانسيابية إلا أنه يمكن وضعها فى الصورة الرقمية تمهيدا لإدخالها إلى الحاسب حتى يمكن معالجتها رقميا بالحاسب وتخزينها فى صورة رقمية على أى وسط من أوساط التخزين . كلنا نرى الآن الصوت وقد تم تخزينه فى الحاسب بحيث يمكن استرجاعه فى أى وقت . كذلك إشارة الصورة فهناك الأفلام والأغانى المسجلة على ذاكرة الحاسب أو على أقراص ليزر .

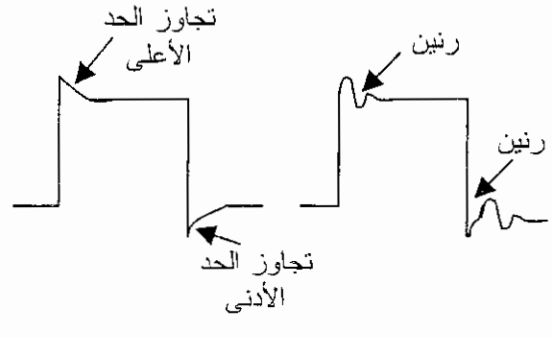
شكل (١-٢٤) التمثيل الزمنى للإشارات الرقمية

بعد تحويل أى إشارة إلى الصورة الرقمية (وحايد وأصفار) فإنها كإشارة جهد تأخذ مستويين فقط ، مستوى يحدد الواحد ، ومستوى يحدد الصفر . بذلك تصبح الإشارة الرقمية مع الزمن فى صورة موجة مربعة كما فى شكل (١-٢٤) . بعض الأنظمة الرقمية تخصص الجهد الأعلى للواحد والجهد الأقل للصفر ، وهذه الأنظمة تسمى أنظمة المنطق الموجب positive logic كما أن بعض الأنظمة تخصص الجهد الأعلى للصفر والجهد الأقل للواحد وتسمى أنظمة المنطق السالب negative logic كما فى الشكل (١-٢٥) . لاحظ الحافة الصاعدة والحافة النازلة فى كل حالة .



شكل (١-٢٥) تمثيل إشارات المنطق الموجب والمنطق السالب

من الأشياء الغير مرغوب فيها التى يمكن أن تحدث مع الموجات المربعة هو تجاوز الحدود عند الحافة الصاعدة أو النازلة والرنين أيضا الذى يكون عبارة عن موجة جيبية تموت بعد فترة زمنية كما فى شكل (١-٢٦) . هذه العيوب تظهر فى العادة نتيجة وجود مكثفات طفيلية غير مرغوب فيها فى الدائرة .



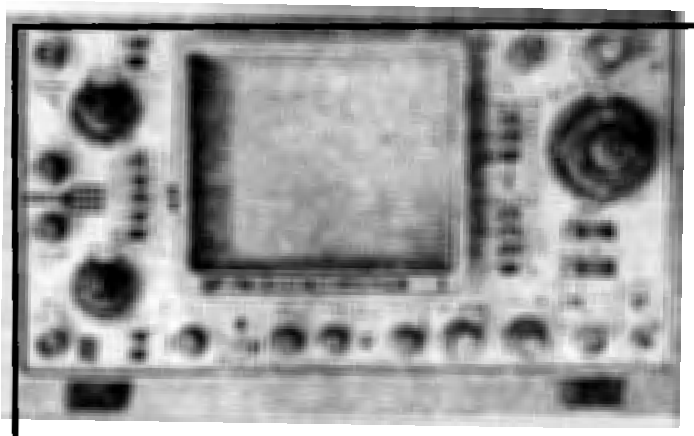
شكل (١-٢٦) تجاوز الحد والرنين فى الموجات المربعة

١-٦ الأجهزة المستخدمة لاختبار الدوائر الرقمية

سنعرض هنا سريعا لبعض الأجهزة الكثيرة الاستخدام فى اختبارات وقياسات الإشارات الرقمية ، ونؤكد على أننا لن نشرح هذه الأجهزة بالتفصيل لأن المكان المخصص لذلك هو مقرر قياسات ولكننا سنعرض شرحا سريعا مع صورة تبين كل واحد من هذه الأجهزة .

مبين الذبذبات (الأوسولوسكوب) Oscilloscope

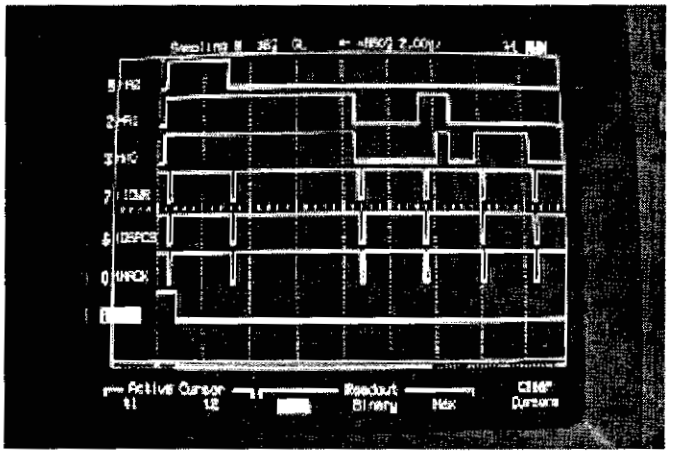
يعتبر الأوسولوسكوب من أكثر أجهزة القياس استخداما فى معامل الإلكترونيات . يستخدم الأوسولوسكوب لبيان شكل الموجة الكهربية وكيفية تغيرها مع الزمن حيث يعرض العلاقة



شكل (١-٢٧) الأوسولوسكوبOscilloscope

بين الجهد (أو التيار) مع الزمن . يمكن بذلك تحديد تردد الموجة ومقدار جهدها وزمن الارتفاع وزمن الانخفاض ، كما يمكن ملاحظة أى تشويه فى شكل الموجة . يمكن كذلك عرض موجتان فى نفس الوقت وملاحظة العلاقة بينهما . فمثلا يمكن عرض دخل الدائرة وخرجها فى نفس الوقت وملاحظة الفرق بينهما لمعرفة إذا كان هناك إزاحة فى زاوية الطور بينهما أو إذا كان كل منهما معكوس الآخر ، وعلاقة التردد بين كل منهما . شكل (١-٢٧) يبين صورة لأوسولوسكوب بقناتين . هناك بعض الأوسولوسكوبات الغالية الثمن التى تحتوى على ثلاث قنوات أو أربع قنوات وليس أكثر من ذلك .

المحلل المنطقى Logic analyzer



شكل (١-٢٨) المحلل المنطقى Logic analyzer

يستخدم المحلل المنطقى فى دوائر المعالجات أو الحاسبات بكثرة نظرا لوجود الكثير من الإشارات التى يلزم رؤيتها كلها فى نفس الوقت لتحليلها ومعرفة العلاقات بينها مثل الإشارات على خطوط مسار البيانات أو مسار العناوين أو خطوط التحكم . يمكن استخدام المحلل المنطقى فى أكثر من طريقة لعرض الإشارات كما يلى :

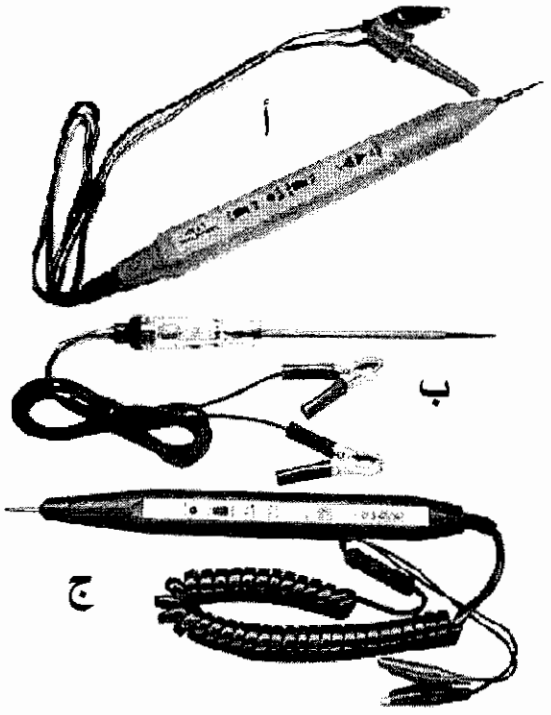
١- يستخدم المحلل المنطقى كأوسولوسكوب حيث يمكن عرض الإشارة مع الزمن ويمكن عرض أكثر من إشارة فى هذه الطريقة قد يصل إلى ٤ إشارات فى نفس الوقت .

٢- يستخدم المحلل المنطقى لبيان المخطط الزمنى لعدد من الإشارات يصل إلى ١٦ إشارة فى نفس الوقت . المخطط الزمنى فى هذه الحالة يبين العلاقة الزمنية لكل إشارة وهل هى واحد أم صفر عند أى لحظة زمنية . عرض الإشارات يختلف عن الحالة السابقة حيث لا يبين تفاصيل مقدار الإشارة إلا أنها صفر أم واحد . هذه الحالة مهمة جدا فى بيان إشارات المعالجات أو الحاسبات .

٣- يمكن للمحلل المنطقى أن يعرض أكثر من إشارة بطريقة الأوسولوسكوب كما فى الطريقة الأولى وفى نفس الوقت يعرض باقى الإشارات فى نظام المخطط الزمنى كما فى الحالة الثانية .

٤- يمكن للمحلل المنطقى أن يعرض الإشارات بنظام جدول الحقيقة حيث يعرض الإشارات عبارة عن وحايد وأصفار مكتوبة وليست فى مخطط زمنى كما فى الحالة الثانية .

شكل (١-٢٨) يبين رسما توضيحيا للمحلل المنطقى .



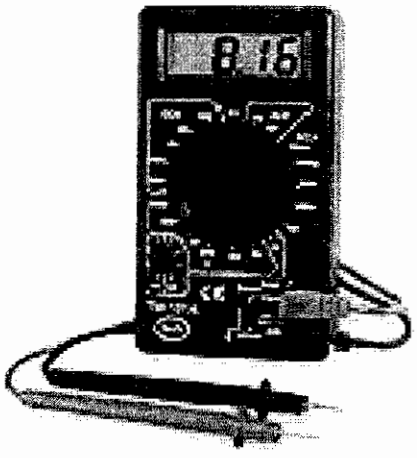
شكل (١-٢٩) (أ) و (ب) مبين منطقى ، (ج) حاقن نبضات

المبين المنطقى Logic probe

هذا المبين عبارة عن أداة سهلة وبسيطة تمسك فى اليد وهى فى حجم القلم العادى تستخدم لاختبار نقطة معينة فى الدائرة لمعرفة هل الجهد عند هذه النقطة واحد أم صفر أم عبارة عن نبضات حيث يتم بيان كل حالة على لمبة بيان معينة مع صوت رنينى معين لكل حالة . شكل (١-٢٩أ و ب) يبين شكلين مختلفين لهذا المبين . هذا المبين رخيص الثمن ويمكن أن يكون فى متناول أى واحد من الهواة .

حاقن النبضات Pulse injector

حاقن النبضات يشبه المبين المنطقى تماما سوى أنه يمكن به حقن نبضات عند نقطة معينة فى الدائرة كدخل لهذه الدائرة حيث يمكن ملاحظة استجابة الدائرة لهذه النبضات عند أى خرج من مخارج الدائرة . شكل (١-٢٩ج) يبين هذا الحاقن .



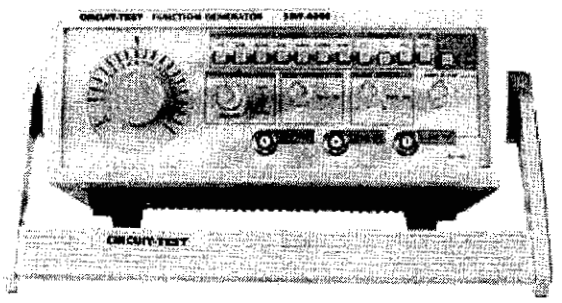
شكل (١-٣٠) الجهاز متعدد الأغراض Multimeter

جهاز القياس متعدد الأغراض Multimeter

هذا الجهاز من الأجهزة كثيرة الاستخدام فى اختبار الدوائر الإلكترونية سواء الرقمية أو غير الرقمية . يمكن بهذا الجهاز قياس المقاومة بالأوم وقياس التيار وفرق الجهد سواء كان متردد أو مستمر . يتميز هذا الجهاز بصغر حجمه ورخص ثمنه بحيث يمكن أن يكون فى متناول أى هاوى . شكل (١-٣٠) يبين صورة هذا الجهاز . هذا الجهاز منه الأنواع الرقمية كما فى الشكل أو الأنواع الانسيابية ذات المؤشر .

مولد ذبذبات Function generator

لابد أن يحتوى أى معمل للإلكترونيات على أجهزة توليد الذبذبات بالأشكال المختلفة سواء الموجات الجيبية أو المربعة أو المثلثة أو الموجات TTL القياسية ، مع إمكانية تغيير كل من تردد ومقدار أى واحدة من هذه الموجات . شكل (١-٣١) يبين مولد الذبذبات .



شكل (١-٣١) مولد ذبذبات Function

مصدر قدرة Power supply

لابد أن يحتوى أى معمل للإلكترونيات على مصادر قدرة تستخدم لتشغيل أى دائرة أو نظام إلكترونى تنوى اختباره أو تشغيله . فى العادة تعطى مصادر القدرة جهدا متغيرا يمكن التحكم فيه أو جهدا ثابتا ٥ فولت يستخدم لتغذية الدوائر الرقمية بالذات . شكل (١-٣٢) يبين أحد مصادر القدرة .

شكل (١-٣٢) مصدر قدرة Power supply

١-٧ تمارين

١- حاول قراءة العديد من المقاومات ذات الألوان المتاحة فى المعمل أو على أى لوحة إلكترونية يمكنك العثور عليها .

٢- بعد قراءة كل مقاومة فى التمرين السابق عن طريق ألوانها حاول قياسها باستخدام الجهاز متعدد الأغراض ، وقارن بين النتيجتين . هل هناك خطأ؟ وهل هذا الخطأ يقع فى المدى المحدد لدقة المقاومة ؟

٣- حاول توصيل أكثر من مقاومة على التوالى ، ثم على التوازى وقس قيمة المقاومة الناتجة فى كل حالة .

٤- أعد التمارين ١ و ٢ و ٣ ولكن هذه المرة على المكثفات .

٥- على أى لوحة من اللوحات الإلكترونية حاول التعرف على أنواع الشرائح الإلكترونية المثبتة عليها .

٦- حاول التعرف على كل أجهزة القياس الموجودة فى المعمل أو الورشة التى تتدرب فيها .

٧- وصل مولد الذبذبات على الأوسولوسكوب ولاحظ الأشكال المختلفة للموجات التى ينتجها المولد .

٨- حاول قياس تردد ومقدار كل إشارة وقارن القراءة التى تحصل عليها من على الأوسولوسكوب مع القراءة الموجودة على زر المولد .