مرفق ١٥

وزارة التجارة والصناعة
مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى
الإدارة العامة للبرامج والمواصفات

الدوائر المطبوعة

الصف الثانى

مراكز التدريب المهنى

إعداد

مهندس / السيد عبد السلام مبارك
مهندس / عاطف محمد على
مهندسة / ريم عبد الله عبد القادر

مراجعة

مهندس / محمد عبد العزيز عزام

مدير عام
مجمع مراكز تدريب العاشر من رمضان

حقوق الطبع محفوظة لمصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهنى

الدوائر المطبوعة

الهدف من الوحدة:-

- **معارف نظرية:-**

١-التعرف على دوائر المطبوعة

٢- التعرف على رسم العناصر المختلفة للكارت الإلكتروني.

٣- التعرف على طرق الرسم المختلفة للوحة المطبوعة:

أ- بطريقة الحاسب الآلي من خلال برنامج الرسم circuit maker .

ب- باليد من خلال تصميم مخطط layout design باستخدام الأحماض و كيماويات المختلفة.

ج- باستخدام جهاز الأشعة فوق البنفسجية.

٤- التعرف على تحويل الدوائر العملية إلى الدوائر النظرية و تحويل الدائرة الإلكترونية النظرية الى دائرة الكترونية عملية.

٥- مراعاة القواعد و الاحتياطات العملية الواجبة عند تجهيز او تركيب او فك العناصر الالكترونية.

٦- تفادي الاخطاء عند التصميم و قبل و اثناء تركيب العناصر الالكترونية.

- **مهارات ادائية :-**

١- تعديل رسم الدوائر المطبوعة في البرنامج الحاسب الالي لجعلة بالشكل الامثل .

٢- كيفية عمل طريقة لحام العناصر فى الدوائر العملية بطريقة صحيحة

٣- كيفية طباعة الدوائر المطبوعة باستخدام الطابعة و الاشعة فوق البنفسجية.

٤- قادر على تصميم المخطط الكارت الالكتروني layout design

٥- قادر على تصنيع الدوائر المطبوعة باستخدام الاحماض و الكيماويات المختلفة.

- **المساعدات التدريبية :-**

- كروت الكترونية و أحماض و جهاز الأشعة فوق البنفسجية.
- جهاز كمبيوتر و برنامج الرسم circuit maker.
- الأشكال العملية للعناصر الموجودة بالورشة.
- الاستعانة بدوائر عملية سبق تنفيذها.
- عدة لحام كاملة – ادوات رسم و اقلام تحبير.
- تطبيقات عملية .

المحتـــــــــويـــــــات	الزمن
١- مقدمة عن الكروت الالكترونية. ٢- التصميم بواسطة الحاسب الالي (مقدمة عن البرنامج). ٣-كيفية رسم العناصر المختلفة للكارت الالكتروني. ٤-القدرة على فتح مكتبة المكونات و اختبار المكون المناسب. ٥- تعديل الرسم لجعلة بالشكل الامثل. ٦- طباعة باستخدام الطابعة printer. ٧- طبع الرسم على الكارت الالكتروني باستخدام جهاز الاشعة فوق البنفسجية. ٨- تصنيع الكارت باستخدام الاحماض و الكيماويات المختلفة. ٩- رسم مجموعة من التمارين المختلفة.	٥ أسابيع

مقدمة عن الكروت الإلكترونية:

جميع الأجهزة الكهربية و الإلكترونية لابد و أن تحتوي على مكونات إلكترونية التي يلزم لتوصيلها معا الكروت الإلكترونية ، و لذلك يعد الكروت الإلكترونية من أهم ما تتطلبه الصناعات الإلكترونية الدقيقة.

إن لوحات الدوائر المطبوعة تميزت عما سبقها بمميزات كثيرة فى تجميع العناصر الكهربية والالكترونية الصغيرة الحجم او خفيفة الوزن او لتجميع بعض العناصر الصغيرة فى الدائرة الواحدة او النظام و استثناء العناصر التى لها شكل وحجم ميكانيكى كبيرين حيث تثبت على أجزاء من كابينة او هيكل الجهاز.

وتعتبر لوحات الدوائر المطبوعة اكثر كفاءة واكثر الطرق الصناعية إنتاجية ولذا فقد تعرضت فى الآونة الأخيرة الى التطوير المستمر للوصول بها الى الصورة المثلى ، فظهر الى جانب لوحات الدوائر المطبوعة أحادية الجانب لوحات اخرى ثنائية الجانب وأخرى متعددة الطبقات، وظهرت أيضا صناعة الدوائر المطبوعة المرنة كالدائرة المطبوعة على الشريط البلاستيكى الموصل على الرأس المتحرك والذى يحتوى على مخزن الحبر الأسود والملون فى الطابعة التى فى المعمل او المكتب الى جانب الدوائر المطبوعة على لوح متماسك.

ما هو الكارت الإلكتروني ؟

هو عبارة عن لوحة لها طبقة نحاس و الطبقة الاخرى من الفيبر و التي تثبت عليها المكونات الالكترونية و يتم التوصيل للدائرة على الطبقة النحاس بمسارات معزولة عن بعضها البعض و لها عدة انواع منها :

- **ولوحات الدوائر المطبوعة أحادية الجانب** : عبارة شريحة من مادة عازلة (الفيبر) ملصق على أحد وجهيها طبقة رقيقة من النحاس تأخذ شكل مسارات الموصل الخاص بالدائرة المطلوبة بعد تشغيلها.

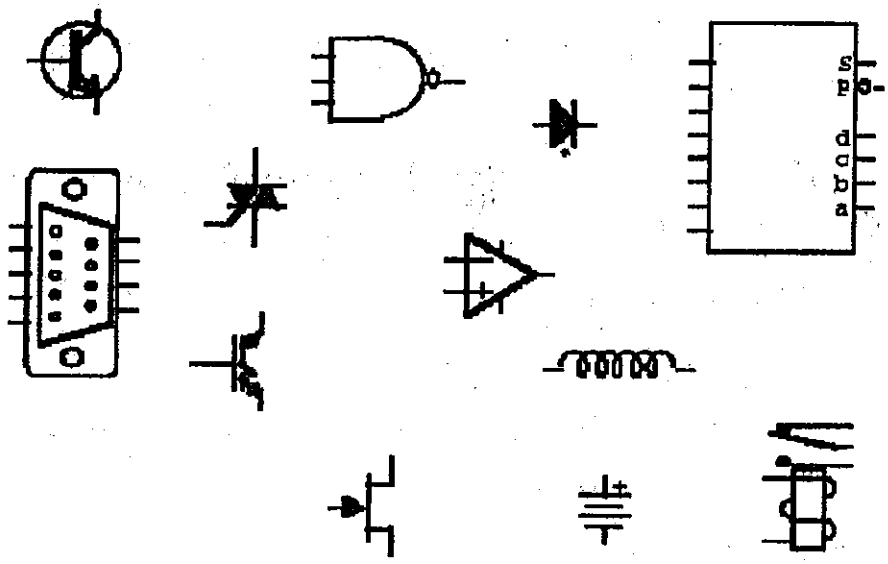
- **لوحات الدوائر المطبوعة ثنائية الجانب** : فهى عبارة عن شريحة من مادة عازلة ملصق على كلا وجهيها طبقة رقيقة من النحاس حيث تأخذ كل طبقة شكل مسارات الموصل المتمم والمكمل لخدمة توصيلات الدائرة المطلوبة .
- **لوحات الدوائر المطبوعة متعددة الطبقات Mu'ti-layer** : مثل اللوحة الام فى الحاسب (Motherboard) فهى تعتبر نفس لوحات الدوائر المطبوعة ثنائية الجانب الا ان جسم الشريحة العازلة يتخلله طبقة او اكثر من النحاس او اى مادة موصلة تعبر عن موصلات اخرى تتمم وتكمل التوصيلات

الناتجة من طبقتى النحاس الخارجتين للدائرة المرغوبة حيث يتم فى هذه الحالة رسم الدائرة على الحاسب وبعد التأكد من النتائج المطلوبة يتم طبع الطبقات المختلفة للدائرة ثم وضعها على جهاز خاص يقوم بحفر كل طبقة على لوحة خفيفة ومن ثم تجميع الطبقات مع بعضها حيث يتم كبسها عن طريق مكبس خاص ثم بعد ذلك يجرى تثقيبها ثم وضع العناصر المختلفة عليها ولحامها .

تتكون اى دائرة الكترونية من عدد من::

- **العناصر الإلكترونية الفعالة Active Elements :** وهى عبارة عن عناصر تحتاج الى مصدر جهد لتشغيلها مثل الترانزستورات Transistors ، الموحدات Diodes ، المكبرات Operational Amplifier او الدوائر المتكاملة Integrated circuit IC:) .

- **عناصر غير فعالة Passive Elements** :مثل المقاومات Resistors و المكثفات Capacitors والملفات Inductors والشكل (١) يوضح بعض من هذه العناصر الإلكترونية . كما انه عند إنتاج الدوائر الإلكترونية على اللوحات المطبوعة فانه يكون هناك بعض الاجزاء الميكانيكية والتى يتم تثبيتها على واجهة الجهاز والتى بدورها تكون متصلة بالدائرة الالكترونية من الداخل ويتم عن طريقها تشغيل الدائرة الالكترونية.



شكل (١) بعض الأنواع المختلفة للعناصر الإلكترونية

ولتجميع اية دائرة الكترونية فان ذلك يتم على نطاق مصغر وهو ما يقوم به المتدرب مثلا عند تجميع دائرة الكترونية لاختبارها فمثلا يمكن استخدام انوع مختلفة من اللوحات منها:

- **لوحة تجارب بلاستيكية وتسمى PlasticBoard :** حيث يمكننا وضع العناصر الالكترونية المختلفة عليها ومن غير استخدام لحام القصدير كما انها تتميز بالسرعة من ناحية الاستخدام ويستخدمها المتدرب او المصمم وذلك لاختبار دائرة الكترونية ما او جزء من دائرة لمعرفة كيفية تشغيلها او لدراسة الدائرة بوجه عام ولإجراء بعض التغييرات على الدائرة ومن ثم دراسة اثر هذه التأثيرات على الدائرة. وهذا النوع من اللوحات لا يعتبر الشكل النهائى للدائرة المنتجة.

الخطوة التالية هي خطوة استخدام اللوحات المطبوعة Printed Circuit Boards حيث يختلف ثمن هذه اللوحات حسب المادة المستخدمة فى تصنيع اللوحة حيث يتم طبع الدائرة الالكترونية عليها او بالأحرى طبع مسارات التوصيل بين مختلف العناصر الالكترونية المختلفة ثم باستخدام الاحماض يتم التخلص من النحاس الزائد على اللوحة وتبقى المسارات المطلوبة فقط. ثم بعد ذلك يتم ثقب اللوحة بواسطة المثقاب وذلك بعمل ثقوب مناسبة حسب العناصر المطلوبة ومن ثم تثبيت العناصر باللحام ويلى ذلك استخدام الدائرة المطبوعة للغرض الذى وضعت من اجله وقد يتم طبع كميات من هذا الدائرة لأغراض تعليمية او تجارية بحتة.

- **نوع اخر من اللوحات يسمى Strip Board** حيث ان هذا النوع من الشرائح يتميز بوجود ثقوب جاهزة للاستخدام فى تثبيت العناصر الالكترونية المختلفة حيث توجد هذه الثقوب على مسافات معدة سلفاً وطبقاً لمواصفات عالمية.

وبشكل عام هناك ثلاثة طرق يمكن اتباعها لرسم مخطط للوحة المطبوعة :

- ☐ الرسم اليدوي مباشرة على اللوح النحاسي باستخدام قلم خاص معبأ بحبر مقاوم للتحميض ولاستخدام هذه الطريقة بشكل فعال فيجب البدء بعملية الرسم على ورقة خارجية (مسودة) من أجل تخيل الرسمة بشكل صحيح مع الأخذ بعين الاعتبار مواقع العناصر المختلفة والتوصيلات بينها كذلك مواقع المخارج والمداخل ، ونستطيع بذلك مراجعة الرسم على المسودة وتصحيح الأخطاء الممكنة ومن ثم محاولة نقل ما رسمته على المسودة إلى اللوح النحاسي .

إن هذه الطريقة سهلة وعملية ويمكن اتباعها إذا كان الهدف هو عمل لوح مطبوع واحد من أجل الاختبار ، ولكن إذا احتجت لإنتاج عدد كبير من نفس اللوح ، فإنه من الصعب عليك أن ترسم كل مرة نفس الدائرة على كل لوح ، ولهذا يجب استخدام الطريقة التالية:

- **طريقة الرسم باستخدام أحد برامج الرسم الخاصة باللوحات المطبوعة بواسطة الحاسب** مثل Protel , Circuit maker وغيرها . وهذه الطريقة فعالة لأنها تسمح بتعديل الرسمة في أي وقت وتخزينها على الحاسب ومن طباعتها على ورقة شفافة باستخدام طابعة ليزرية مثلا . ومن الجدير ذكره أنه يمكن القيام بعملية رسم المخطط (Layout) والذي يتكون بشكل أساسي من النقاط التي تمثل أرجل العناصر والتوصيلات بين هذه النقاط قيمة ثلاثة وعشرون شيكا (tracks) مباشرة باستخدام هذه البرامج أو يمكن رسم مخطط الدائرة الإلكترونية (Schematic) أولا ومن ثم عمل قائمة شبكية (Net list) عندما تقرر البدء بعمل مخطط للوحة المطبوعة وبعد ذلك سوف يقوم البرنامج بعمل التوصيلات (tracks) بين نقاط الأرجل بشكل أوتوماتيكي ولنتعلم كيفية استخدام مثل هذا البرنامج يجب الرجوع لتعليمات الشركة المنتجة له .

- **تقنية التصوير الفوتوغرافي** :هي تقنية تعنى بعملية نقل المخطط (layout) من الورقة الشفافة إلى اللوح النحاسي والذي يجب أن يكون مطليا بمادة حساسة للضوء ، وللقيام بهذه العملية يجب أن تتوفر وحدة إنارة بالأشعة فوق البنفسجية ، هذه الوحدة هي عبارة عن صندوق غير منفذ للضوء يحتوى على لمبات إنارة فوق بنفسجية ، ويمكن لبعض هذه الوحدات أن تزود بمؤقت زمني لضبط وقت التعريض المطلوب نجد ان التعرف علي رموز العناصر والوحدات الكهربية والإلكترونية يعتبر ذا أهمية كبرى فى مجال الصناعة لكى نستطيع قراءة وفهم الدوائر الالكترونية المختلفة والعديدة للقيام بتشغيلها وصيانتها .

لذا نجد ان اى متخصص فى مجال الالكترونيات لابد ان يتوفر لديه الإلمـــام الكـــافى والمعرفة بالعناصر الإلكترونية المختلفة وطريقة عملهـــا مـــن النـــاحيتين النظريـــة

والتطبيقية بغية الوصول الى فهم وتصور لطريقة عمل دائرة ما تتكون من مجموعة من العناصر الالكترونية مجتمعة مع بعضها وتقوم بأداء وظيفة معينة .

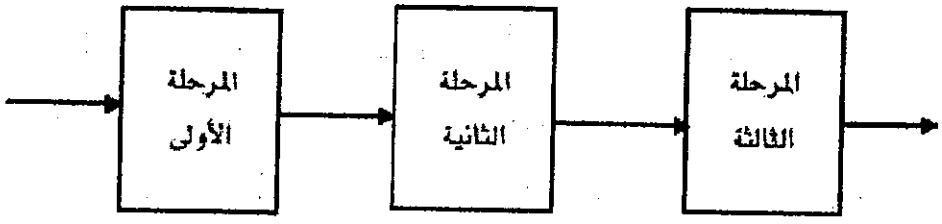
ومن ثم نجد ان جزءاً كبيراً من الرسم فى فرع الهندسة الكهربية والإلكترونية عبارة عن رسومات تخطيطية Schematic Diagrams . وهذا النوع من الرسومات يجعل استخدام الرموز سهلاً وذا معنى مهم . ومن المعروف أصلا ان هذه الرموز تم رسمها لتمثيل المعنى التكويني والوظيفي للعنصر الكهربى والإلكتروني بشرط ان تكون سهلة وميسورة فى الرسم المتخصص.وعلى اية حال فان الأشكال التكوينية والرموز تغيرت بصورة اعتبارية خلال السنوات الأخيرة وحتى الان لا يوجد تشابه كبير طبيعي بين الرموز والشكل التكويني المعبر او المكون او الإلكتروني.

وصف مكونات الدوائر الالكترونية :

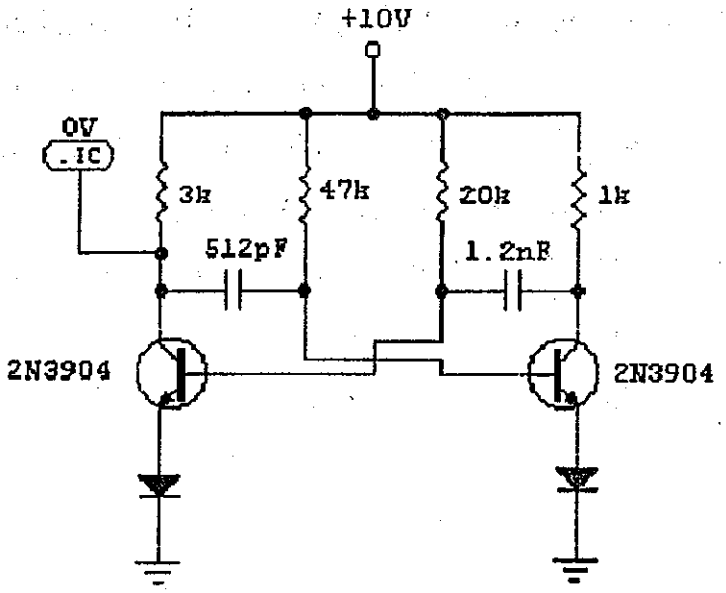
ان فكرة ونظرية تشغيل الدوائر الأساسية هو التعرف على قراءة الدائرة والتعرف على تكوينها حتى يتمكن من رسمها بمعرفة تامة دون الوقوع في أخطاء فنية .

و معرفة تبسيط وفهم نظام إلكتروني معين باستخلاص الرسم المرحلي (الصندوقي) له Block diagram من واقع الرسم التخطيطي Schematic Diagrams لمجموعة من الدوائر الإلكترونية الأساسية الممثلة لهذا النظام .

فإذا لم يعرف الطالب الدوائر المشهورة والأساسية فلن يستطيع تكوين الرسم المرحلي لجهاز معين يوضح شكل (٢) المخطط الصندوقي Block diagram بوجه عام. كما أن الشكل (٣) يوضح الرسم التخطيطي لدائرة إلكترونية Circuit diagram



شكل (٢) المخطط الصندوقي



شكل (٣) الرسم التخطيطى لدائرة الكترونية

و من هنا يكون المقدرة على تتبع الإشارات والجهود بالدوائر التخطيطية تعتبر اكتساب خبرة فى صيانة وإصلاح أعطال الدوائر الإلكترونية المختلفة .

ورسم الدوائر التخطيطية Schematic Diagrams يطلق عليه أيضا رسم الدوائر النظرية Theoretical Diagrams وجمعيها تشترك فى المعنى الواحد وهو إيضاح وظائف وعلاقة عناصر الدائرة ببعضها و أيضا الدوائر الجزئية Sub circuits بالنظام بعضها . ولذا فان هذا النوع من الرسم يستخدم فى تصميم وتحليل ودراسة الدوائر الكهربية و الالكترونية وفى إغراض بناء الأجهزة وأيضا فى صيانة وخدمة الأجهزة الالكترونية.

- **تجميع الدوائر الالكترونية:**

ان الدائرة الالكترونية المطبوعة لا يمكن الاستفادة منها على شكل منتج تجارى الا بعد وضعها فى كابينة او صندوق مناسب ثم تثبيت بعض الأجزاء الميكانيكية من الخارج والتى تسهل عملية التعامل مع هذه الدائرة او تلك . فمثلا فى جهاز الراديو يوجد مفاتيح ميكانيكية على واجهة جهاز الراديو وهى عبارة عن مقاومات متغيرة وذلك لضبط قيمة الموجة حيث انه لا يمكن الاستفادة من هذا الراديو بالنسبة للمستخدم العادى الا بوجود مثل هذه المفاتيح حتى يتمكن من استخدام ذلك الراديو اما فى

المختبر فيمكن عمل جهاز راديو على شكل لوحة مطبوعة واستخدامه من غير وجود اية اجزاء اضافية مثل الصندوق الخارجي للراديو

ولكى تتم عملية تجميع الدوائر بشكل فعال فانه تجب اتباع الخطوات التالية:

١- يتم تحديد العناصر التى تثبت على واجهة او مؤخرة الجهاز مثل المقاومات المتغيرة Variable Resistance مكثف متغير Variable Capacitor فيوز Fuse فرع التغذية ac او اية اطراف خارجية يتم توصيل الدائرة الالكترونية بها ولا تدخل فى تصنيع الدائرة المطبوعة وتثبت ميكانيكيا على واجهة او مؤخرة الجهاز حتى تكون فى متناول اليد.

٢- يتم تحديد العناصر ذات ظروف التشغيل المعينة مثل المحولات ومصادر الطاقة فى الدائرة والتى تتميز بكبر الحجم والوزن.

٣- تخصم العناصر من الفقرتين ١ و ٢ من مجموع العناصر الكلية للدائرة والمتبقى يفترض انه صغير الحجم والوزن.

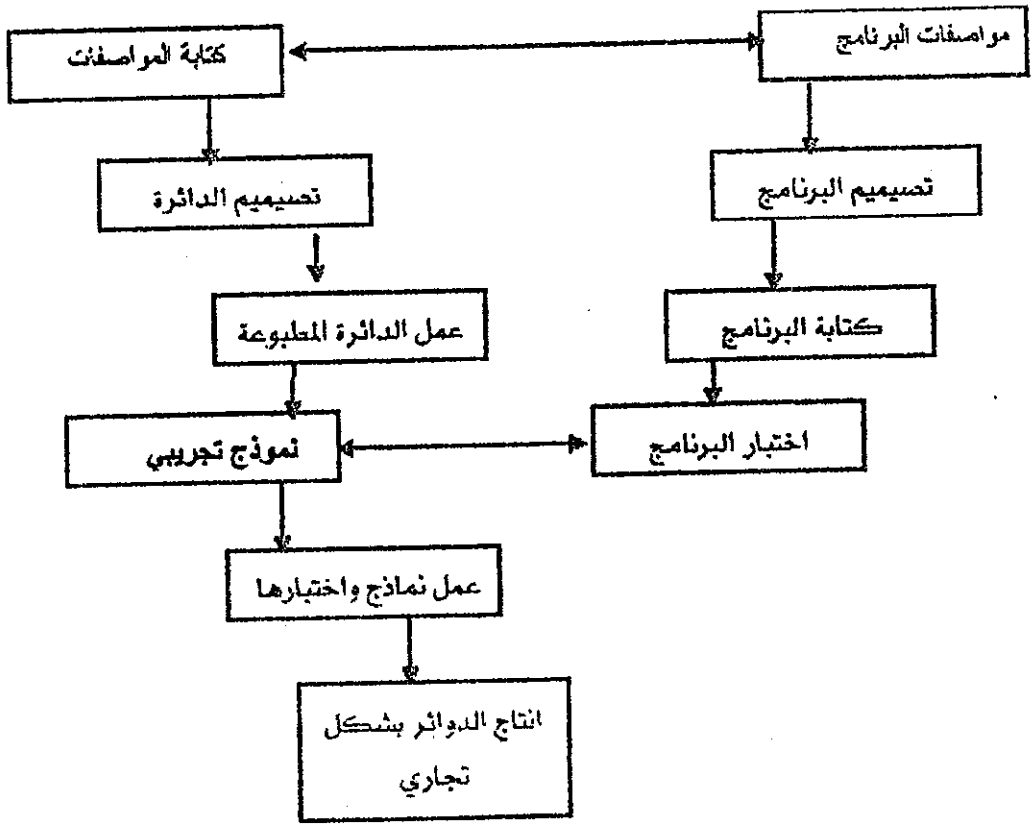
٤- يتم تثبيت العناصر المتبقية على دائرة ، او دائرتين او اكثر من ذلك.

٥- بعد ذلك يتم تعريف جميع العناصر المثبتة ميكانيكيا على واجهة الجهاز وخلفه اما الدوائر المطبوعة والتى تم عملها فيتم تثبيتها ميكانيكيا فى كابينة الجهاز ويتم توصيلها بالاجزاء الميكانيكية الخارجية.

- **المميزات العامة لاستخدام الرسم بواسطة الحاسب واهميته فى الصناعة.**

حتى يسهل علينا تقييم اهمية الرسم بواسطة الحاسب وبيان اهميته فى الصناعة يجدر بنا ان نتعرف على الكيفية التى يتم بها عمل هذه الدوائر وذلك من واقع ما يتم فى عالم تصنيع الدوائر الالكترونية .

فمثلا يوضح الشكل (٤) المراحل التى تمر بها عملية تصنيع الدائرة الالكترونية من البداية للنهاية.



شكل (٤) المراحل التى تمر بها عملية تصنيع الدائرة الإلكترونية

– من الشكل السابق يتبين لنا ما يلى :

١– ان اولى خطوات صناعة الدوائر المطبوعة هى عملية اعداد مواصفات الدائرة حيث يتم ذلك عن طريق الشخص او الجهة المستفيدة من الدائرة حيث يتم كتابة هذه المواصفات للدائرة مثل كم درجة الحرارة التى يمكن ان تعمل عندها الدائرة من غير ان يؤثر ذلك على طريقة عملها وما هى ابعاد هذه الدوائر ومواصفاتها الاخرى هذه المواصفات يتم اعطاؤها للجهة المصنعة للدائرة بحيث تستطيع فى ضوء هذه المعطيات ان يتخرج بالتصميم المطلوب للدائرة وفى نفس الوقت اذا كان يتطلب عمل الدائرة كتابة بعض البرمجيات بحيث يمكن تخزينها على ذاكرة فى الدائرة المطبوعة

فانه يمكن كتابة هذه المواصفات المطلوب عملها للبرنامج حتى يتم دمجه او وضعه مع الدائرة.

٢- الخطوة الثانية هى عملية تصميم الدائرة المطلوبة من حيث عمل الرسومات التخطيطية Schematic Diagrams وهى عبارة عن رسم للدائرة وهو عبارة عن رسم محدد للدائرة ويعكس تصميم الدائرة الحقيقية والتى يتم تكوينها من هذا الرسم التخطيطى. هنا يأتى البرامج التى تستخدم فى رسم الدوائر المطبوعة مثل برنامج circuit maker cadence, mentor graphics or cad, propel, eagle، وغيرها من البرامج التى تستخدم فى الصناعة والدوائر المطبوعة والجيدة يجب ان يتوفر فيها بعض المعلومات والتى تفيد فى فهم طريقة التعامل مع الدائرة مثل كتابة بعض الاسماء على الدائرة المطبوعة مثل اللوحة الام فى الحاسب الآلى حيث يكتب بجوار التوصيلات اسماؤها مثل توصيله القرص الصلب ومن اين يبدأ العد لاطراف التوصيل وهكذا .

حتى انه فى احيان أخرى يتم وضع عناصر إضافية خالية من اية مواصفات BlankComponents اثناء تصميم الدائرة على الحاسب ثم يتم طبعها على الدائرة المطبوعة وذلك حتى يتمكن الشخص من وضع العناصر المطلوبة فى هذه المنطقة من الدائرة مثل قاعدة لدائرة متكاملة رقمية يمكن إضافتها مثلا فى حالة الرغبة فى الحصول على مواصفات أفضل لطريقة عمل الدائرة بعد التصنيع.

ولقد سهلت عملية الرسم باستخدام الحاسب كثيرا من الامور المعقدة والتى كانت تستغرق كثيرا من الوقت للإعداد والتصميم اما الان فان يمكن للمصمم ان يختار نوع العناصر المطلوبة للدائرة ثم يقوم بتوصيلها ومن ثم القيام باختبار الدائرة ومحاكاتها كما لو كانت حقيقة ماثلة للعيان حيث ان ذلك يوفر الكثير من الجهد والمال بحيث اذا ما تم تصميم الدائرة ومحاكاتها بشكل ناجح فان الخطوة التالية لذلك هى عمل الدائرة المطبوعة نفسها.

٣- ان الدائرة المطبوعة تماثل الرسم التخطيطى ولكن هناك اختلافا بينهما حيث ان الرسم التخطيطي قد وضع لغرض ان تكون الدائرة سهلة القراءة readable والفهم اما الرسم او المخطط للدائرة المطبوعة فهو وظيفى functional وكذلك عند رسم الدائرة المطبوعة على الحاسب تظهر خطوط التوصيل غير مفهومة ومتداخلة حيث ان الحاسب يحاول حساب اقصر مسافة توصيل بين العناصر وبالتالى يأتى دور العنصر البشرى ذو الخبرة ذلك من الشخص استخدام الطريقة اليدوية وذلك باستخدام

الفأرة فى الحاسب وسحب بعض العناصر على اللوحة المطبوعة الى اماكن متفرقة بحيث تصبح عملية تصميم خطوط التوصيل وكأنها تبدو اقل تعقيدا من ذي قبل.

٤ - اما الخطوة الرابعة فى عمل الدوائر المطبوعة فهى عملية النموذج التجريبي Prototyping حيث يتم عمل عدة نماذج من الدائرة المطبوعة حيث يتم تجربتها فى المعمل للتأكد من أن طريقة عملها صحيحة . وعند هذه الخطوة يكون قد تم تصميم البرامج المناسبة (والتى ربما يحتاج إليها فى عمل الدائرة) وتمت كتابتها وعندها يتم تحميل هذه البرامج على ذاكرة موضوعة على نماذج الاختبار .

٥ - بعد ذلك تتم عملية توزيع نماذج لأكثر من جهة وذلك لمعرفة مدى صلاحيتها من ناحية الاستخدام وما هى العيوب التى يمكن أن تظهر فى الدائرة والتى لم يتم التعرف عليها معمليا ، وتسمى هذه الطريقة بطريقة عمل النماذج المثالية فى الأداء Pilot run.

٦ - بعد الانتهاء من المرحلة الخامسة وبعد اختبار الدائرة بشكل مكثف تأتى المرحلة الأخيرة وهى عملية تصنيع الدائرة على نطاق تجارى بحت حيث يتم دراسة العرض والطلب فى الأسواق ومن ثم يتم إنتاج العدد اللازم من هذه الدوائر المطبوعة ويتم تغليفها ببعض البلاستيك وأحيانا فى كروت التوسعة للحاسبات يتم تغليف هذه الكروت بأنواع خاصة من البلاستيك الواقي من الكهرباء الاستاتيكية والتي تنتج عن تلامس الجسم بهذه الكروت حيث يتم فى هذه الحالة وضع توصيله خاصة على اليد يتم توصيلها بالأرضي وذلك لسحب الكهرباء الساكنة أو الإستاتيكية وحتى لا يتأثر الكرت الإلكتروني بذلك .

أسئـــــــلة

السؤال الأول : ضع علامة (✓) أو علامة (×) :

(١) يطلق على Schematic Diagrams رسم الدوائر النظرية أو رسم الدوائر التخطيطية .

(٢) يوجد لوحات دوائر مطبوعة متعددة الطبقات ولا نعتبرها نفس لوحات الدوائر المطبوعة ثنائية الوجه .

(٣) أى دائرة إلكترونية تتكون من عناصر إلكترونية غير فعالة واخرى فعالة.

(٤) بالنسبة للوحات Stripboard يتميز هذا النوع من الشرائح بعدم وجود ثقوب جاهزة للاستخدام فى تثبيت العناصر الإلكترونية .

(٥) الخطوة الرابعة فى عمل الدائرة المطبوعة هى عملية النموذج التجريبي Prototyping وهى عمل عدة نماذج من الدائرة المطبوعة للتأكد من طريقة عملها صحيحة.

السؤال الثاني : اكمل ما يلي :

١. هناك ثلاثة طرق يمكن اتباعها لرسم مخطط اللوح المطبوعة هي: ----- و --- --- و -----.

٢. يمكن عمل تبسيط لنظام الكتروني معين باستخدام الرسم --- --- لة من واقع الرسم ------ لمجموعة من الدوائر الالكترونية الاساسية الممثلة لهذا النظام.

٣. تتكون أي دائرة الكترونية من عدد من العناصر الالكترونية --------- و هي عبارة عن عناصر تحتاج الى ------ لتشغيلها مثل ----، كما ان هناك عناصر – --- مثل -----

٤. يمكن استخدام لوحة تجارب بلاستيكية حيث يمكن وضع ------ بدون استخدام --- ---- ، اما استخدام اللوحات المطبوعة يتم استخدام ------ ، اما اللوحات التي تسمى strip board يتميز بوجود ------ جاهزة للاستخدام في ------ الالكترونية .

السؤال الثالث: ضع دائرة حول الحرف الدال على الإجابة الصحيحة :

(١) من العناصر الإلكترونية الفعالة Active Elements :

أ - مقاومات

ب - ملفات

جـ- ترانزيستور

د- لا يوجد.

(٢) من أهم المراحل التى تمر بها عملية تصنيع الدائرة الإلكترونية :

أ - عملية إعداد مواصفات الدائرة مثل كم درجة الحرارة التى تعمل عندها الدائرة

ب - عدم معرفة عملية تصميم الدائرة المطلوبة

جـ- تحديد العناصر ذات ظروف تشغيل معينة مثل المحولات

د - لا يوجد لها أى مراحل

تصميم بواسطة الحاسب

التعرف على برنامج الرسم من خلال بيئة النوافذ و كيفية تشغيل برنامج الرسم Circuit Maker. التعرف على البرنامج من خلال نظام النوافذ Windows. التعرف على جميع القوائم والإجراءات الخاصة بالبرنامج. إيجاد طرق مختلفة للرسم وتوصيل العناصر.

سوف نتعرض بالتفصيل لشرح برنامج الرسم الالكتروني Circuit Maker 6Pro وبيئة النوافذ فيه من حيث سهولة الاستخدام وذلك من خلال ما يوفره لنا على الواجهة الرئيسية من قوائم وأدوات تسهل علينا بشكل كبير عملية رسم الدوائر الالكترونية المختلفة سواء كانت تماثلية Analog أو رقمية Digital. يتميز البرنامج بوجود مكتبة الكترونية للعناصر الالكترونية المختلفة وكذلك يحتوى على أجهزة القياس تماما كالتي تستخدم في المعامل كالملتيميتر الذي نستطيع أن نقيس به الجهد والتيار والمقاومة وكذلك الاوسيلوسكوب أو راسم الموجة والذي من خلاله نستطيع أن نتتبع الشكل الموجى للخرج أو الدخل أو عند أية نقطة نختارها. هذا بالإضافة إلى أنه يمكننا الاستفادة من دوائر كنا قد حفظناها سابقا ونريد أن نستخدمها في تصميمات جديدة. حيث أنه بعد عملية الرسم يتم اختبار وفحص الدائرة الالكترونية وذلك من خلال عملية المحاكاة والتي تساعدنا على التأكد من آلية عمل الدائرة كما أن عملية المحاكاة تساعدنا في تغيير بعض العناصر الالكترونية في الدائرة ومن ثم عمل محاكاة لها من جديد بغية التعرف على التحسينات التي قد تطرأ على آلية عمل الدائرة في ظل وجود التغييرات التي أدخلت عليها.

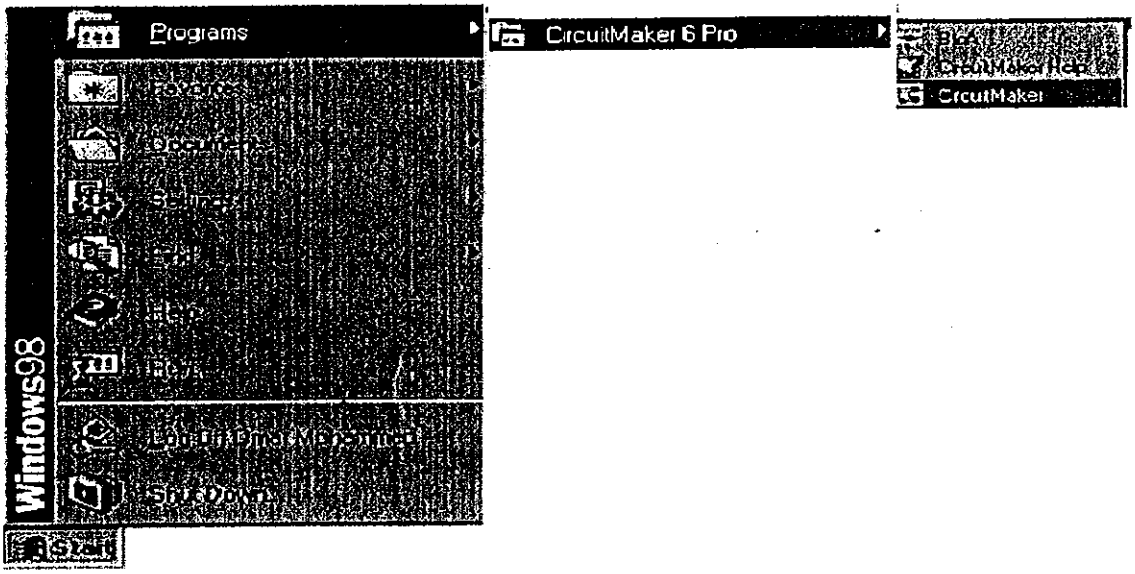
يتم توصيل الدائرة واختبار آلية عملها كما لو أنها حقيقة نشاهدها أمامنا ومن ثم يمكن بعد عملية المحاكاة والتأكد من صحة النتائج التي حصلنا عليها أن نقوم بشراء القطع الإلكترونية اللازمة وتوصيل الدائرة التي قمنا بمحاكاتها.

الخطوة التالية لذلك هي عملية الحصول على الدائرة الالكترونية المطبوعة وذلك من خلال برنامج TraxMaker والذي يساعدنا في الحصول على الدائرة المطبوعة بعد أن تتم عملية المحاكاة والتأكد من صحة النتائج والقياسات التي قمنا بها. أما الخطوة التالية فهي عملية حفر الدائرة المطبوعة التي حصلنا عليها وذلك على لوحة فيبر مغطاة بالنحاس ويتم ذلك عن طريق استخدام الأحماض الخاصة بذلك ومن ثم القيام بتثقيب الدائرة أما عن طريق المثقاب يدويا أو عن طريق مثقاب الكتروني يعمل عن طريق برنامج خاص حيث يقوم البرنامج بالتحكم في المثقاب وذلك لحفر الدائرة المطبوعة بثقوب مناسبة الأبعاد.

تشغيل البرنامج:

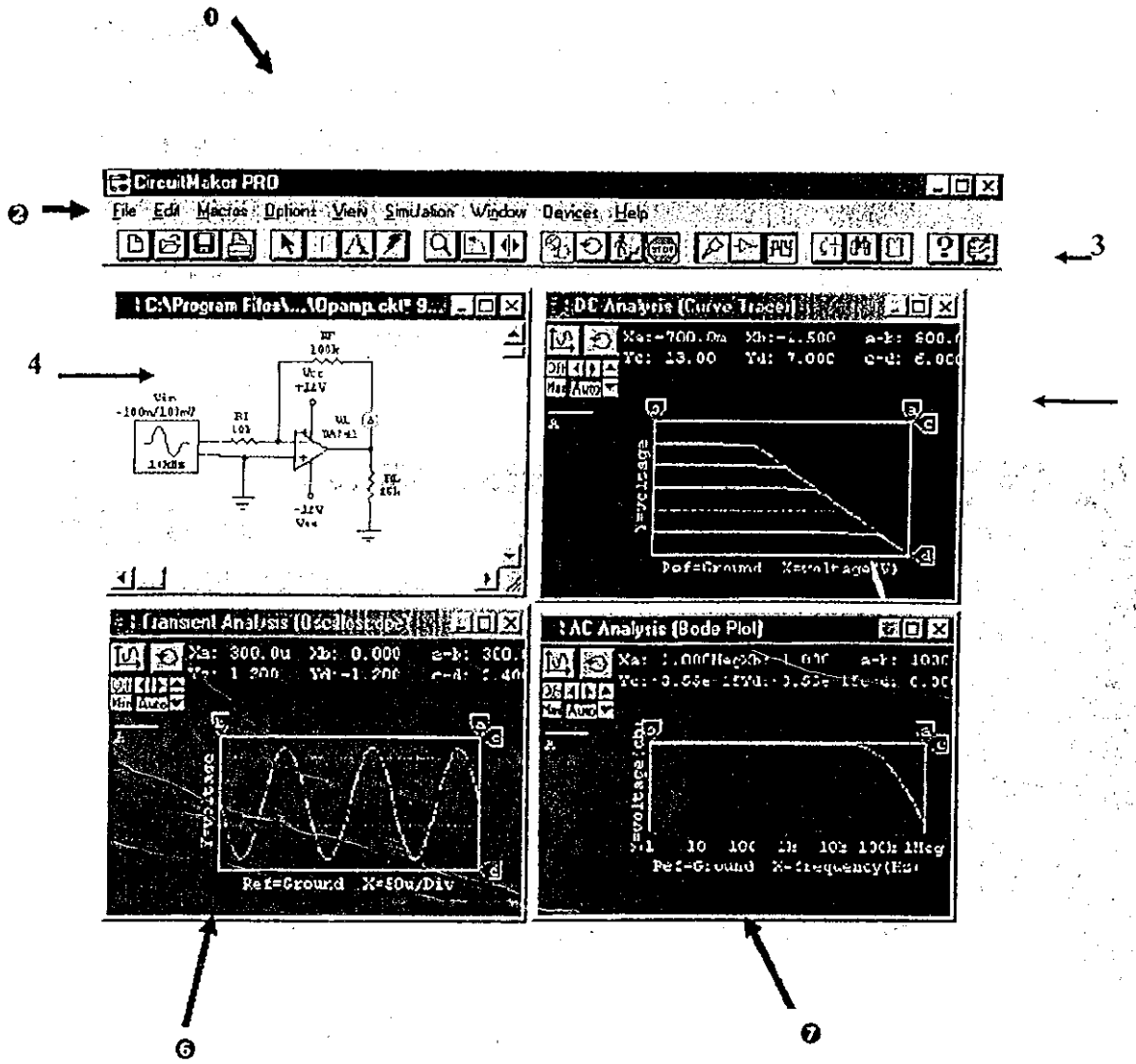
بعد تحميل برنامج الرسم الإلكتروني Circuit Maker 6Pro على الحاسب نقوم بأتباع الخطوات التالية لتشغيل البرنامج:

- نقوم أولا بالذهاب إلى شريط الأدوات ونقوم بالضغط على Start ثم نقوم باختيار Programs حيث تظهر لنا قائمة فرعية نختار منها Circuit Maker 6Pro ومنها أيضا تظهر لنا قائمة فرعية أخرى نختار منها Circuit Maker وكما هو موضح في الشكل (١) .



شكل (١) كيفية تشغيل برنامج الرسم الإلكتروني

نحصل على النافذة الرئيسية لبرنامج الرسم وذلك عند النقر على الاختيار Circuit Maker وكما هو موضح بشكل (٢)



شكل (٢) نافذة البرنامج الرئيسية

هنا نجد أن الشاشة الرئيسية للبرنامج تتكون من:

(١) شريط العنوان.

(٢) شريط القوائم.

(٣) شريط الأدوات.

(٤) نافذة الرسم.

(٥) نافذة تحليل دوائر التيار المستمر.

(٦) نافذة التحليل العابر.

(٧) نافذة تحليل دوائر التيار المتردد.

(١) شريط العنوان Title Bar :

وهذا الشريط يساعدنا في التعرف على اسم الأداة المختارة وذلك عند تمرير المؤشر أو الفأرة فوق أي من الأدوات الموجودة على شريط الأدوات فمثلا عند تمرير الفأرة على السهم فأن شريط العنوان يظهر كما هو مبين في الشكل ٣ كما أن هذا السطر يعطى أحيانا معلومات مفيدة عن الأداة المختارة.

شكل (٣) شكل شريط العنوان عند وضع الفأرة على السهم

(٢) شريط القوائم Menu Bar :

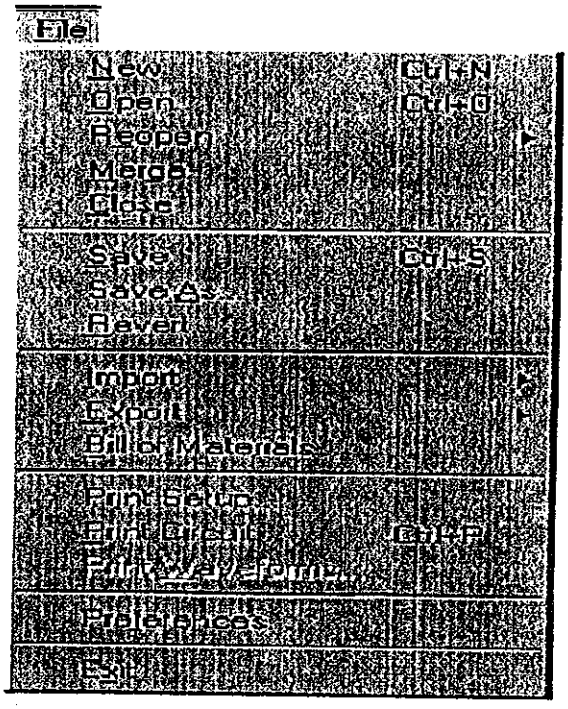
أن شريط للقوائم في برنامج الرسم Circuit Maker 6 Pro يتكون من القوائم التالية والموضحة في الشكل ٤ .

شكل (٤) شريط القوائم

- ☑ قائمة الملف File.
- ☑ قائمة التحرير Edit.
- ☑ قائمة الماكروز Macros.
- ☑ قائمة الخيارات Options.
- ☑ قائمة الرؤية View.
- ☑ قائمة المحاكاة Simulation.
- ☑ قائمة النافذة Window.
- ☑ قائمة العناصر أو المكونات Devices.
- ☑ قائمة المساعدة Help.

ونلاحظ أنه عندما نريد اختيار أي شئ من شريط القوائم فأننا نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة. أما الآن فسوف نسلط الضوء على مكونات شريط القوائم بشئ من التفصيل كما يلي:

☑ **قائمة الملف File**: وتحتوى هذه القائمة المبينة في شكل (٥) على الخيارات التالية:



شكل (٥) قائمة الملف

- **جديد New**: ويستخدم هذا الخيار لفتح ملف جديد. أما إذا كان هناك ملف مفتوح حاليا وتم اختيار "New" من قائمة الملف فان نافذة تظهر بخصوص ما إذا كنت تريد حفظ الملف المفتوح حاليا ويتم بعدها فتح ملف جديد أم لا.

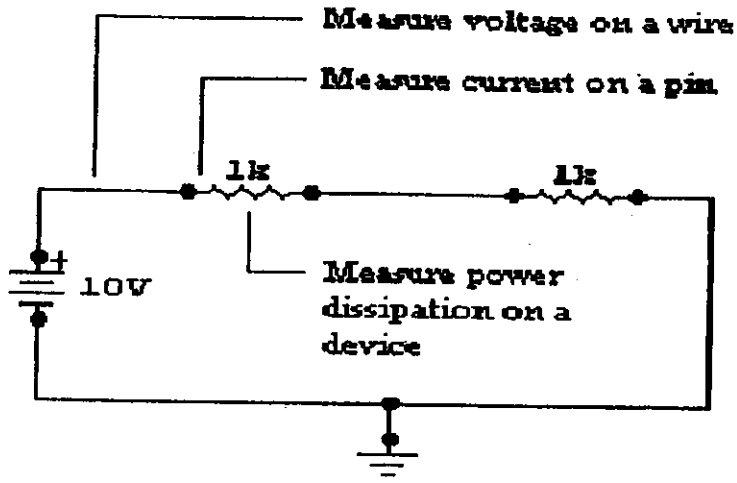
- **فتح ملف Open**: ويستخدم هذا الاختيار لفتح ملف موجود أصلا. وكما هو الحال كما في الاختيار السابق فأنه عندما نريد فتح ملف موجود لدينا من ذي قبل وحاليا يوجد ملف مفتوح فان النافذة التي ظهرت في الاختيار السابق تظهر لنا من جديد بهدف التأكد فيما إذا كنا نريد حفظ الملف الحالي قبل فتح الملف المحفوظ لدينا من قبل وعندما يتم اختيار فتح ملف سابق .

عند ذلك نقوم بالضغط مرتين بزر الفارة الأيسر على ملف الدائرة الذي نريد فتحه أو نقوم بالنقر مرة واحدة على أسم الملف بزر الفأرة الأيسر حيث سنجد أن الاسم المختار قد كتب في الخانة المسماة File Name بعد ذلك نقوم بالنقر بزر الفأرة الأيسر على الزر Open وعندما سيتم فتح الملف ونلاحظ أن أسماء الملفات يكون امتدادها هو ckt.

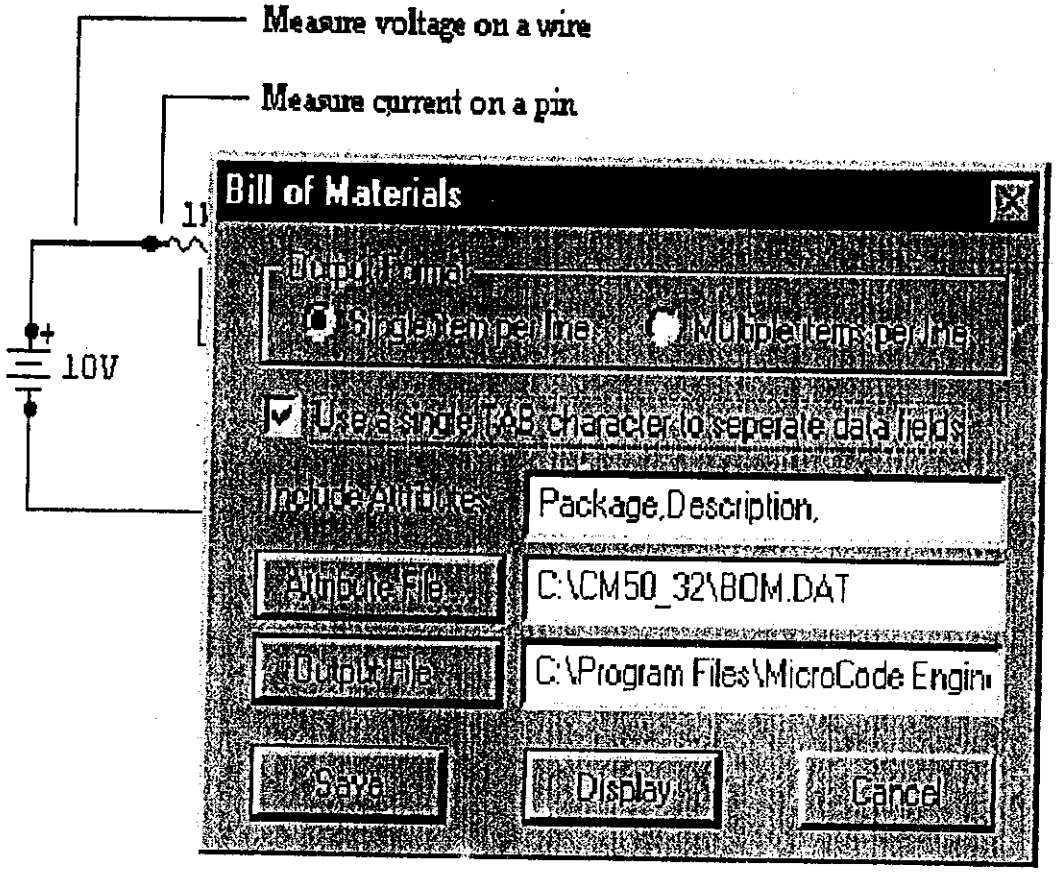
- **إعادة فتح ملف Reopen**: ويستخدم هذا الخيار وذلك لفتح أي من أخر ثمانية ملفات تم فتحها

- **تداخل Merge**: وهذا الخيار يساعدنا مثلا على إضافة دائرة تم رسمها مسبقا وموجودة على اسطوانة مرنة على سبيل المثال إلى الدائرة الحالية على نافذة الرسم.
- **قفل ملف Close**: ويستخدم هذا الاختيار لإغلاق ملف مفتوح مسبقا. وإذا كان هناك تغييرات قد حصلت على الملف وتم استخدام هذا الاختيار فأن نافذة تظهر للتأكد من انك تريد حفظ التغييرات التي قمت بها.
- **حفظ باسم Save As**: ويستخدم لحفظ الدائرة الموجودة على نافذة الرسم تحت أسم أخر.
- **عكس Revert** : ويستخدم هذا الخيار وذلك لإهمال اى تغييرات طرأت على الدائرة الموجود حاليا على نافذة الرسم وإرجاعها إلى وضعها الذي كانت عليه قبل عمل التغييرات وعندها تظهر نافذة صغيرة وذلك للتأكد من إننا نريد أن نرجع الدائرة إلى الوضع الذي كانت عليه قبل عمل أي تغيير فيها .
- **تصدير Export**: وهذا الخيار يسمح لنا بتصدير ملفات مختلفة وبأشكال مختلفة وتشتمل على الدوائر والإشكال الموجية والدوائر المطبوعة وغير ذلك.
- **قائمة بالعناصر Bill of Materials**: وهذا الخيار يساعدنا في الحصول على قائمة بأسماء العناصر المطلوبة للدائرة وعددها فمثلا لو كان لدينا دائرة كما هو مبين في الشكل (٦) ونريد أن نحصل على قائمة بالعناصر المكونة للدائرة فما علينا إلا إن نقوم بالنقر على هذا الاختيار ومن ثم تظهر النافذة الموضحة في الشكل (٧)

حيث أننا نريد أن نحدد شكل القائمة حيث قمنا باختيار Single Item Per Line أي عنصر واحد في السطر الواحد وكذلك اخترنا Use a Single TAB Character to وذلكSeparate Data Field وذلك بترك فراغ بالمسطرة بين كل حقل يظهر ويستخدم هذا الخيار لحفظ الدائرة الحالية باستخدام الاسم الموضح على شريط العنوان الخاص بالدائرة. أما عند ملف جديد فأن شريط العنوان الخاص بالدائرة سيحتوى على البيانات الموضحة في الشكل (٦) وهنا يمكن إعطاء اسم للدائرة مع ملاحظة كتابة امتداد اسم الملف وهو CKT وعند نسيان ذلك فان البرنامج سيعتبر أن هذا الامتداد موجود.



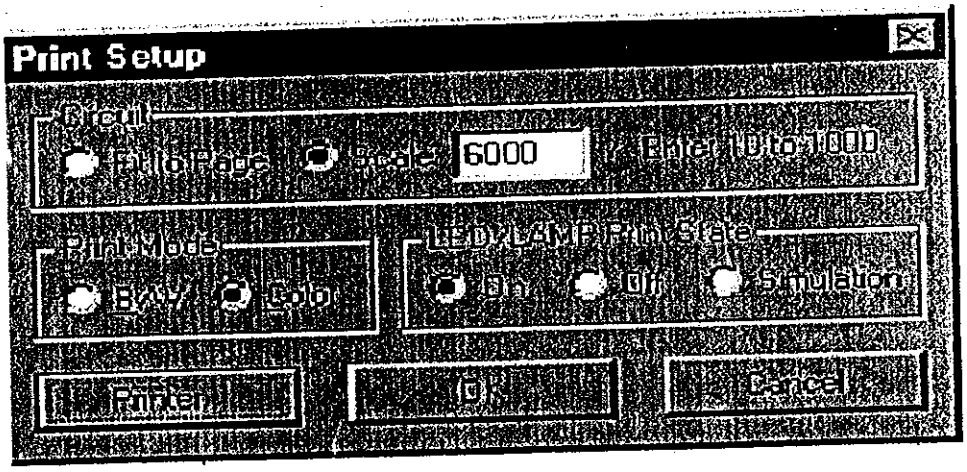
شكل (٦) الدائرة التى يراد إيجاد قائمة بأسماء مكوناتها



شكل (٧) النافذة التى تظهر بخصوص طريقة عرض المكونات

كما أن النافذة تسأل عما إذا كنا نريد حفظ هذه القائمة في ملف أم نريد إظهارها على ملف من نوع Text مكتوب ببرنامج المفكرة.

- **طباعة الاعدادات Print Setup** :وفى هذا الاختيار يتم تحديد الهيئة التي ستظهر عليها الدائرة عند طباعتها على الطابعة فمثلا عندما يتم اختيارنا لـ Print Setup عندها تظهر لنا النافذة الموضحة في الشكل (٨) حيث يمكننا اختيار ما إذا كانت الدائرة ستظهر ملونة وما هو المقياس الذي ستظهر به وكذلك نوع الطابعة ومقاس الورق المستعمل



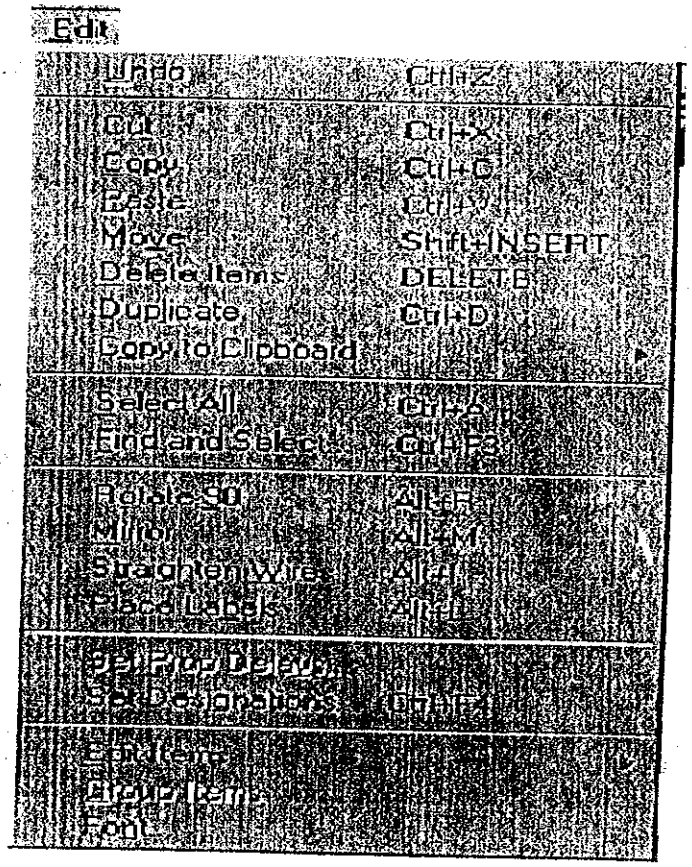
شكل (٨) تحديد مواصفات الدائرة قبل الطباعة

- **طباعة الدائرة Print Circuit**: حيث أننا نستطيع طباعة الدائرة الإلكترونية عند تنشيط هذا الخيار إما على الطابعة أو يمكن الطباعة إلى ملف.

- **طباعة الشكل الموجي للدائرة Print Waveforms**: هذا الخيار مثل الخيار السابق ولكن الفرق الوحيد هو أنه يمكن استخدامه فقط عندما نقوم بعمل محاكاة ويكون لدينا شكل موجي معين ناتج عن عملية المحاكاة ونريد طباعته.

- **المفضل Preference** :حيث أنه عندما نريد رسم الدائرة ربما نحتاج إلى وجود بعض المربعات على نافذة الرسم وذلك يساعدنا مثلا في وضع العناصر في أماكن سهل على العين المجردة رؤيتها حيث أننا يمكن تنشيط هذا الخيار وذلك عندما نفتح ملفا به دائرة أو ملف.
- **خروج من البرنامج Exit** : ويستخدم هذا الخيار للخروج من البرنامج.

☑ **قائمة التحرير Edit** : وتحتوى هذه القائمة المبينة في شكل (٩) على الخيارات التالية :

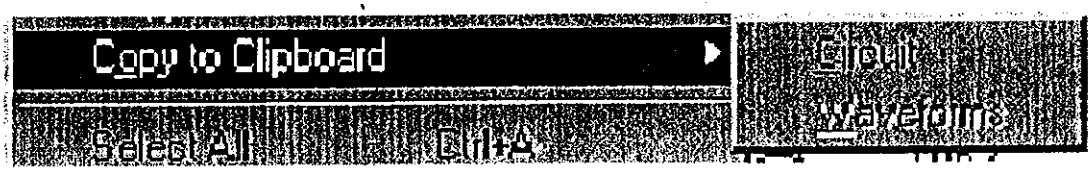


شكل (٩) قائمة التحرير

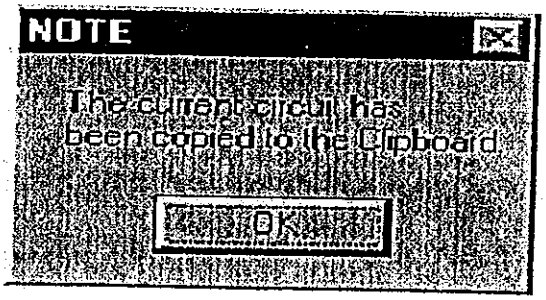
- **أعادة لما قبل Undo:** ويعنى إعادة أخر شئ تم عمله على الدائرة إلى وضعه السابق.فمثلا لو قمنا بمسح بعض الخطوط في الدائرة التي نعمل عليها فانه عند تنشيط هذا الاختيار لا يمكننا سوى إعادة أخر سلك تم مسحه.
- **قطع Cut:** وتعنى القطع اى مسح الجزء من الدائرة الذي نختاره ويتم ذلك باختيار العنصر المراد مسحة أو العناصر وذلك بالنقر على زر الفأرة الأيسر واستمرار الضغط مع التحريك على نافذة الرسم في الاتجاه الذي نرغب في أن يتم اختيار العناصر المراد قطعها ثم تنشيط هذا الاختيار. وفى هذا الخيار يتم وضع الجزء المقطوع في مكان تخزين مؤقت Buffer area حيث يمكن إرجاعه لاحقا.
- **نسخ Copy:** وهذا الاختيار يعنى نسخ دائرة أو جزء منها أو سلك توصيل ويتم ذلك باختيار ما نريد ثم تنشيط هذا الخيار.

- **لصق Paste**: حيث يمكن للجزء الذي نسخناه في الأداة السابقة أن نلصقه في مكان أخر على نافذة الرسم.
- **تحريك Move**: وهذا الخيار يساعدنا على تحريك الجزء الذي تم اختياره عن طريق أداة السهم ثم تنشيط هذا الخيار حيث سيظهر لنا الجزء الذي تم اختياره يتحرك مع حركة الفأرة ومن غير الضغط على أي من الأزرار وعندما نصل إلى المكان الذي نريد وضع الجزء المتحرك فيه نقوم فقط بالضغط مرة واحدة على زر الفأرة الأيسر.
- **مسح عناصر Delete Items**: ويتم ذلك باختيار الجزء المراد مسحه ثم القيام بتنشيط هذا الخيار ونلاحظ أنه هنا باستخدام هذا الخيار فأنه فعلا يتم مسح جميع الأجزاء التي قمنا باختيارها وهذا هو وجه الاختلاف بين هذا الخيار وأداة المسح التي سيتم التطرق إليها لاحقا حيث أنها فقط تستطيع مسح شئ واحد على الدائرة.
- **عمل نسخة أخرى مشابهة Duplicate**: هذا الخيار يمكننا من عمل نسخة مطابقة لما تم اختياره وبعد تنشيط هذا الاختيار سنرى أن الجزء المنسوخ يتحرك مع حركة الفأرة إلى الوجهة التي نريد حيث انه عندما نريد هنا أن نثبت الجزء المنسوخ فأننا أيضا نقوم بالضغط على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة.
- **النسخ على لوحة الرسم Copy to Clipboard**: في هذا الخيار يتم نسخ إما الدائرة أو الشكل الموجى إلى لوحة الرسم Clipboard حيث أنه يتم تنشيط هذا الخيار.

كما في الشكل (١٠) حيث تظهر لنا نافذة تفيد بان الدائرة مثلا قد تم نسخها إلى لوحة الرسم كما هو مبين في الشكل (١١) .

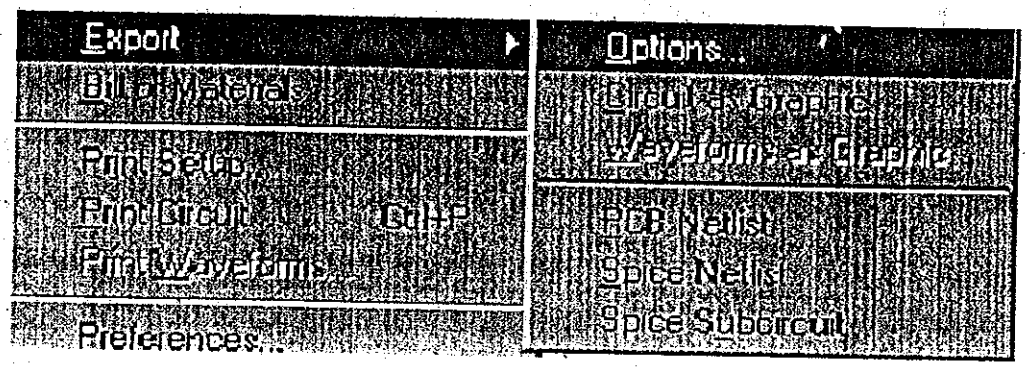


شكل (١٠) النافذة التى تظهر بعد اختيار Copy to Clipoard



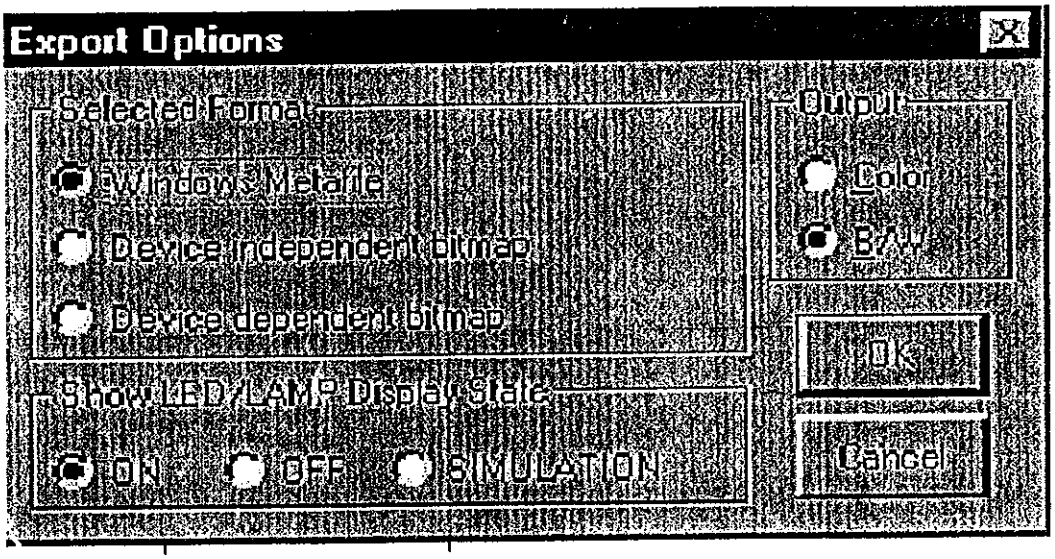
شكل (١١) النافذة التى تفيد أن الدائرة قد تم حفظها لوحة الرسم Clipboard

وبعد ذلك يتم الذهاب إلى الاختيار " تصدير " Export حيث يتم تنشيطه ومن ثم يظهر لنا شريط صغير مكتوب فيه خيارات Options كما هو مبين في الشكل(١٢).



شكل(١٢)

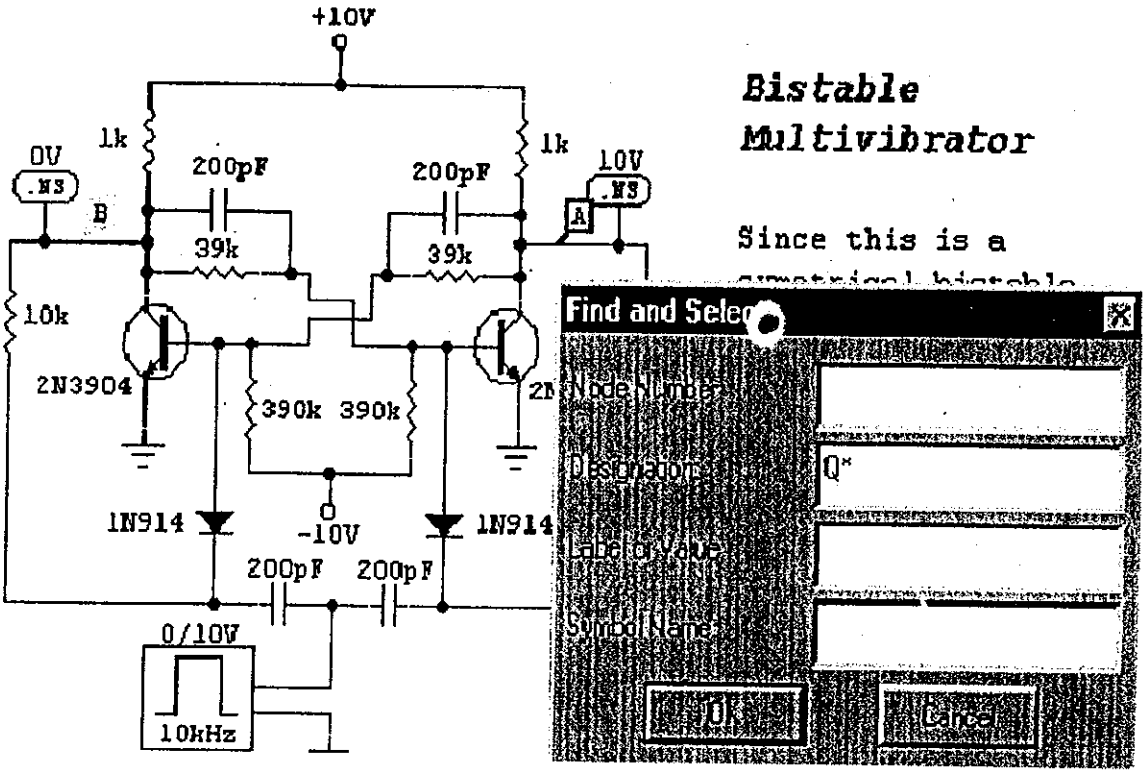
بعد ذلك تظهر لنا نافذة كما هو مبين في الشكل(١٣) .



شكل (١٣) النافذة التى تظهر بعد اختيار Options من الشكل السابق

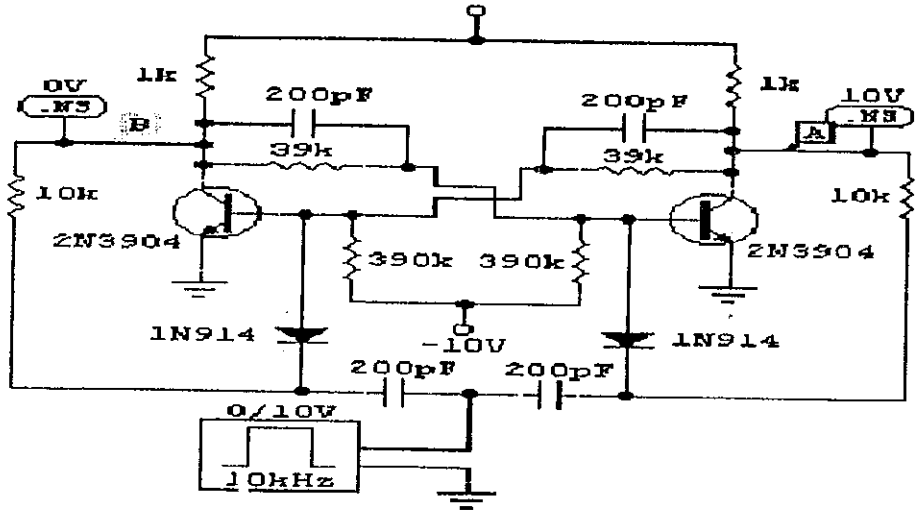
وكما نرى من النافذة السابقة أنه يمكننا تحديد أي نوع من الملفات نريد حيث يوجد ثلاثة أنواع من الملفات نختار منها مثلا Windows Metafile كذلك لون الدائرة وهل هو ابيض أو أسود B/W أم ملون Color ثم أنريد مثلا إن تكون المصابيح أو اللمبات المنطقية بالألوان أم لا وهل يتم ذلك في حالة المحاكاة أم لا. الخطوة التالية هي إننا All:إلى اى برنامج للرسم ونقوم بالنقر على الاختيار Paste وعندها سنجد إن الدائرة قد رسمت كما أردنا أما في حالة الشكل الموجى فأنه عند تنشيط الخيار Copy to Clipboard فأننا سنجد إن الاختيار Waveforms قد تم تنشيطه ونكرر ما فعلناه بالنسبة للشكل الموجى كما لو كان بالنسبة للدائرة مع ملاحظة أنه لابد من وجود شكل موجي لموجة رقمية أو تناظرية حتى يتم نسخها.

- **اختيار الجميع Select All :** وهذا الخيار مهم حيث يساعدنا في اختيار كل الدائرة وذلك في حالات النسخ أو المسح أو التحريك أو القطع .
- **أبحث واختار Find and Select:** وهذا الاختيار يساعدنا في تحديد بعض العناصر على الدائرة بلون أحمر وهذا مفيد لنا خاصة في عملية المحاكاة حيث انه عند ظهور خطأ ما في المحاكاة فأننا نستخدم هذا الخيار وذلك للبحث عن العنصر أو التوصيلة المتسببة فى الخطأ.



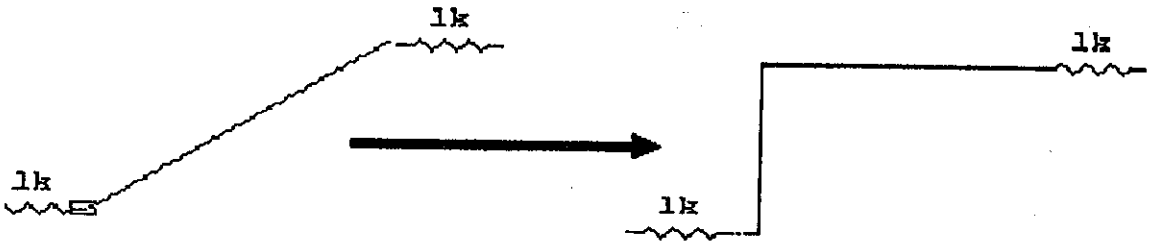
شكل (١٤) النافذة التى تظهر عند تنشيط خيار ابحث واختر

إذا أردنا تحديد جميع الترانزستورات الموجودة في الدائرة فإننا ندخل * Q في خانة Designation في الشكل (١٤) وبالضغط على الزر OK نكون قد حددنا جميع الترانزستورات الموجودة في الدائرة وكما ينضح من الشكل(١٥)



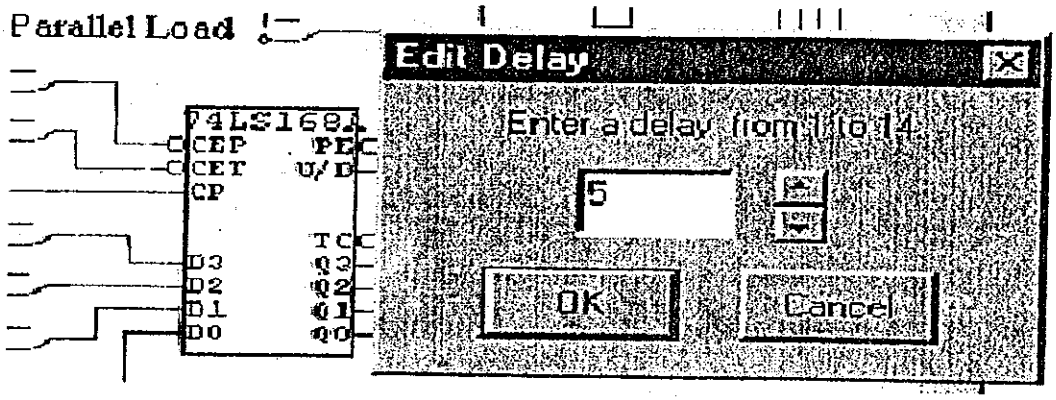
شكل (١٥) تحديد جميع الترانزستورات فى الدائرة

- **دوران بزاوية مقدارها ٩٠ درجة بعكس اتجاه عقارب الساعة Rotate 90:** وفى هذا الخيار يتم اختيار العنصر في الدائرة ولفة بزاوية دوران قائمة وذلك بعكس اتجاه عقارب الساعة.
- **مرآة أو صورة طبق الأصل معكوسة Mirror:** وفى هذا الاختيار يتم عمل صورة طبق الأصل ومعكوسة للعنصر الذي تم اختياره.
- **جعل الخط مستقيما Straighten Wires:** وفى هذا الخيار يتم جعل الخط الموصل بين عنصرين مستقيما. فمثلا في الشكل (١٦) يوجد لدينا مقاومتين في مستويين مختلفين وعند تنشيط هذه الأداة ثم اختيار أداة التوصيل من شريط الأدوات وهى علامة الزائد فأنه عندما نوصل الخط بين المقاومتان وهو خط مستقيم مع ملاحظة استمرار الضغط على زر الفأرة الأيسر والاتجاه نحو المقاومة الثانية وعند تلامس المؤشر مع طرف المقاومة الثانية نقوم بترك زر الفأرة وعندها سنجد أن خط التوصيل قد تعدل من خط مستقيم واصل بين المقاومتين إلى خط مستقيم بزاوية قائمة كما في الشكل (١٦) .



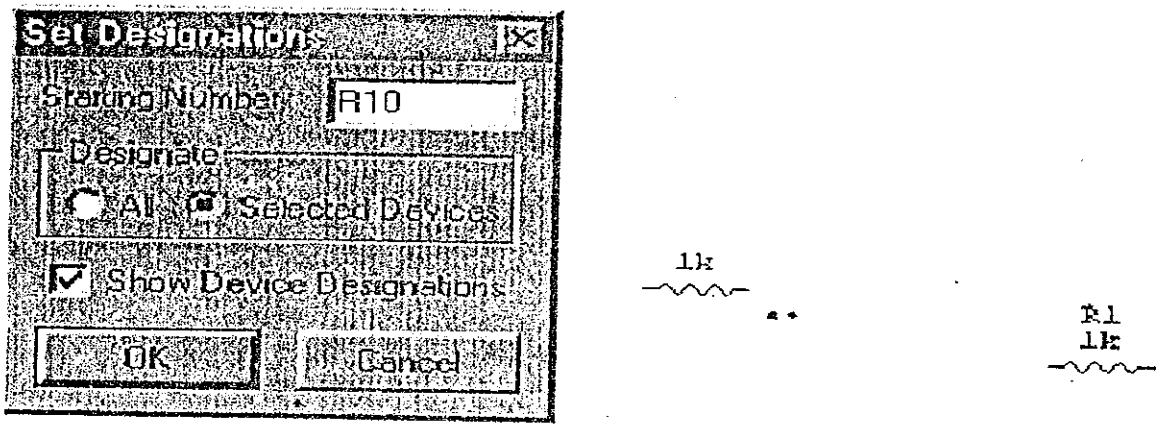
شكل (١٦) الخط المستقيم الواصل بين مقاومتين

- **وضع ملصق Place Labels:** يمكن عن طريق هذا الخيار تعديل قيمة مقاومة على سبيل المثال ويمكن أيضا عمل ذلك وذلك بالضغط على المقاومة مرتين حيث ستظهر نافذة تعديل البيانات الخاصة بالعناصر.
- **تحديد التأخير الزمني Set Prop Delay:** ويستخدم هذا الخيار في الأجهزة الرقمية حيث يقوم بتحديد مدة التأخير الزمني للعنصر الالكتروني وهى المدة أو الزمن الذي تحتاجه النبضة من وقت دخولها للعنصر والى خروجها منه. فمثلا في الشكل (١٧) وبعد اختيار الدائرة المتكاملة الرقمية LS168A 74 نقوم بتنشيط هذا الخيار وعندها ستظهر لنا النافذة الموضحة في الشكل والتي يمكن من خلالها تعديل زمن التأخير الزمني من واحد وهو ما يظهره البرنامج دائما إلى زمن أخر نحن نحتاجه.



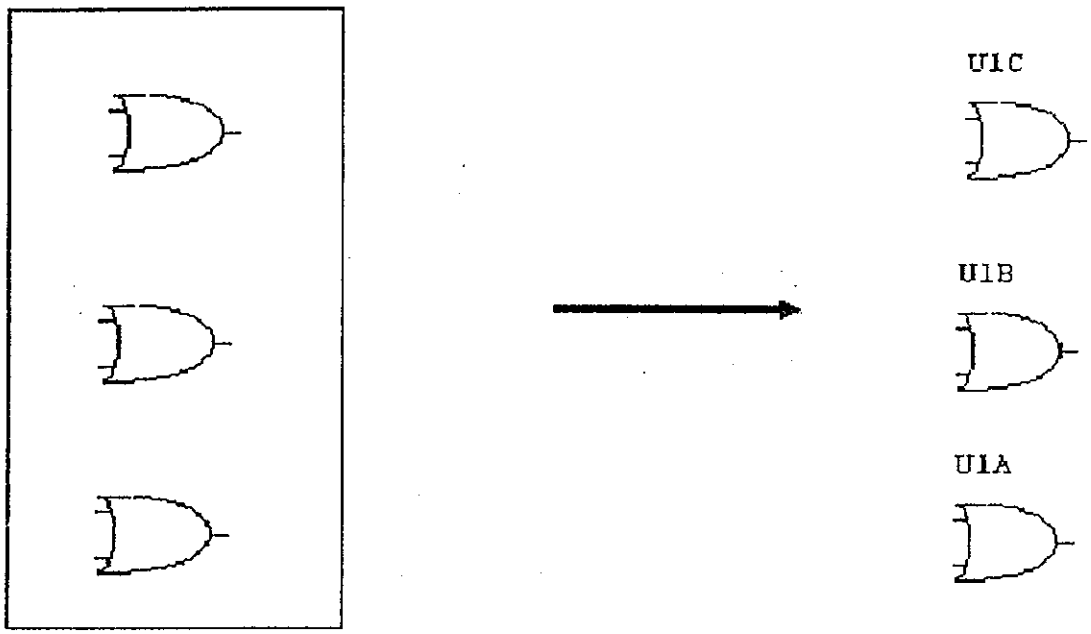
شكل (١٧) النافذة التى تظهر عند تنشيط خيار التأخير الزمنى

- **تحديد أسم العنصر Set Designation:** ويعنى هذا أنه بعد اختيار عنصر ما فأنه يمكن تغيير أسمه وهذا مفيد للمصمم حيث أنه يحتاج أن يسمى مجموعة مقاومات بأسماء R10, R11, R12 وهكذا حيث أنه بعد اختيار مقاومة مثلا يتم تنشيط هذا الخيار حيث ستظهر لنا النافذة الموضحة بالشكل (١٨) وفيها يتم وضع الاسم الجديد للمقاومة مثلا.



شكل (١٨) النافذة التى تظهر عند تنشيط خيار Designation

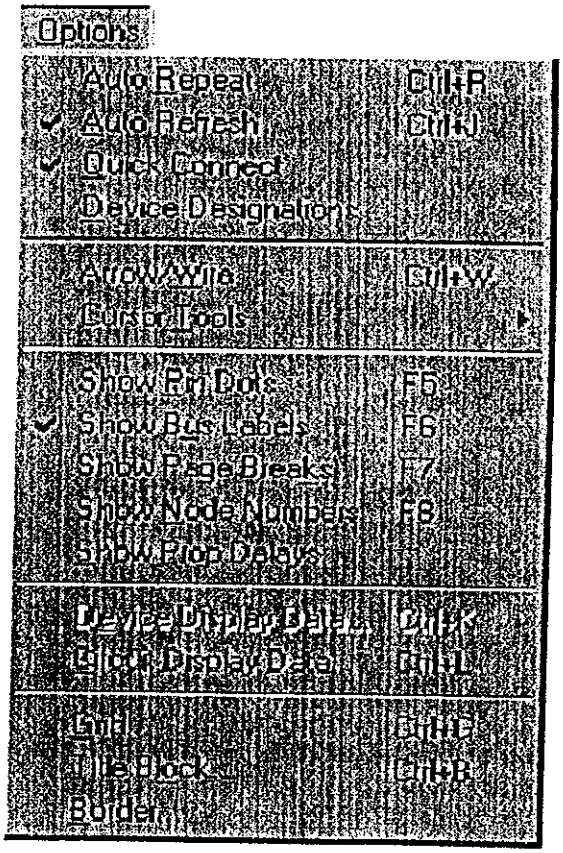
- تحرير عناصر **Edit Items:** ويستخدم هذا الخيار لتغيير بعض خصائص العنصر المختار
- تجميع عناصر **Group Items:** ويستخدم هذا الخيار لتجميع بعض العناصر المتشابهة من نفس النوع ويتم ذلك باختيار العناصر ثم تنشيط هذا الخيار. فمثلا بوابات " أو " في الشكل (١٩) تم اختيارها ومن ثم تنشيط هذا الخيار حتى أصبحت كما هو مبين على نفس الشكل بعد تنشيط هذا الاختيار.



شكل (١٩) البوابات " أو " بعد تنشيط خيار التجميع

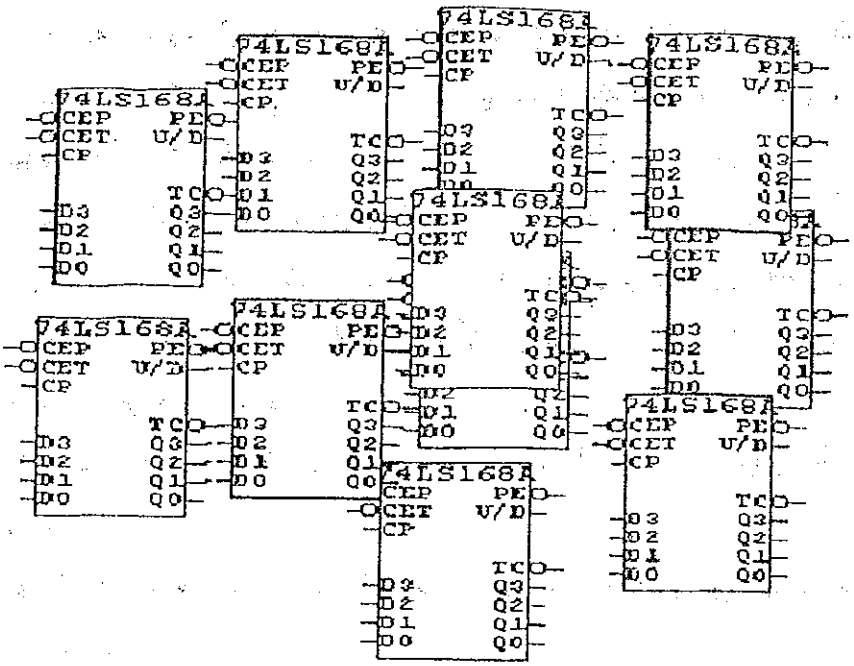
-**نوع الخط المستخدم Font:** حيث انه بعد اختيار أداة الكتابة من شريط الأدوات فأنه يمكن تنشيط هذا الخيار وذلك لاختيار نوعية الخط من حيث الشكل واللون والسماكة.

☑ **قائمة الخيارات Options:** وتحتوى هذه القائمة المبينة في شكل (٢٠) على الخيارات التالية:



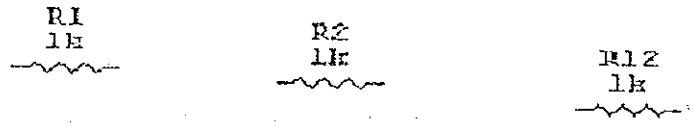
شكل (٢٠)

- **التكرار الأتوماتيكي Auto Repeat :** حيث يتم استخدام هذا الخياو قم أولا بتنشيط هذا الاختيار من قائمة الخيارات هذه ثم اذهب مثلا إلـى قائمـة Devices وقـم باختيـار Search منها وقم باختيار عنصر ما وليكن دائرة متكاملة رقمية هي 74LS168 وعندما نضغط على الزر Place ويعنى وضعْ ، عندها سنجد أن العنصر قد تم وضعه في مكان ما على نافذة الرسم وذلك بالضغط على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة عند ذلك سنجد أن هناك نسخة أخرى من نفس الدائرة قد ظهر . نكرر عملية النقر على زر الفأرة الأيسـر والى أن نحصل على العدد المطلوب من الدوائر وبعدها نقوم بالضغط مرتين علـى زر الفأرة الأيسر. وعندها مثلا تظهر لنا نافذة الرسم كما هو ، وضح بالشكل (٢١) .



شكل (٢١) الدائرة المتكاملة الرقمية بعد تنشيط الاختيار **Auto Repeat**

- **التحديث الاتوماتيكى Auto Refresh**: وهذا الخيار يساعد علي تحديث البيانات الخاصة بالدائرة في حالة الرسم.
- التوصيل السريع للعناصر مع خطوط التوصيل Quick Connect.
- اسم العنصر **Device Designation** : حيث أن هذا الخيار يفيدنا كثيرا في تسمية العناصر. حيث إن من ميزات برنامج الرسم هذا أنه يعطى مسمى مثلا لمقاومة تم وضعها حديثا على نافذة الرسم R1 بحيث أنه إذا تم عمل نسخة أخرى منها Duplicate فأن المقاومة الجديدة سيتم تسميتها R2 وهكذا بالترتيب. فمثلا عندما ننشط هذا الخيار من نافذة الخيارات Option فانه سوف تظهر لنا نافذة حيث نقوم مثلا بتغيير الرقم الذي في النافذة إلى مثلا الرقم ١٢ ونضغط OK فأنه وفى هذه الحالة وعندما ننسخ أي من المقومات ونبثها نجد أنها بدأت في هذا المثال بالاسم R12 بدلا من R3 أما إذا كتبنا الرقم ٢ فأنه وبعد نسخ أي من المقاومات الموجودة فان المقاومة الجديدة ستحمل الاسم R3 حيث أن R2 موجودة سلفا كما هو مبين في الشكل (٢٢) .



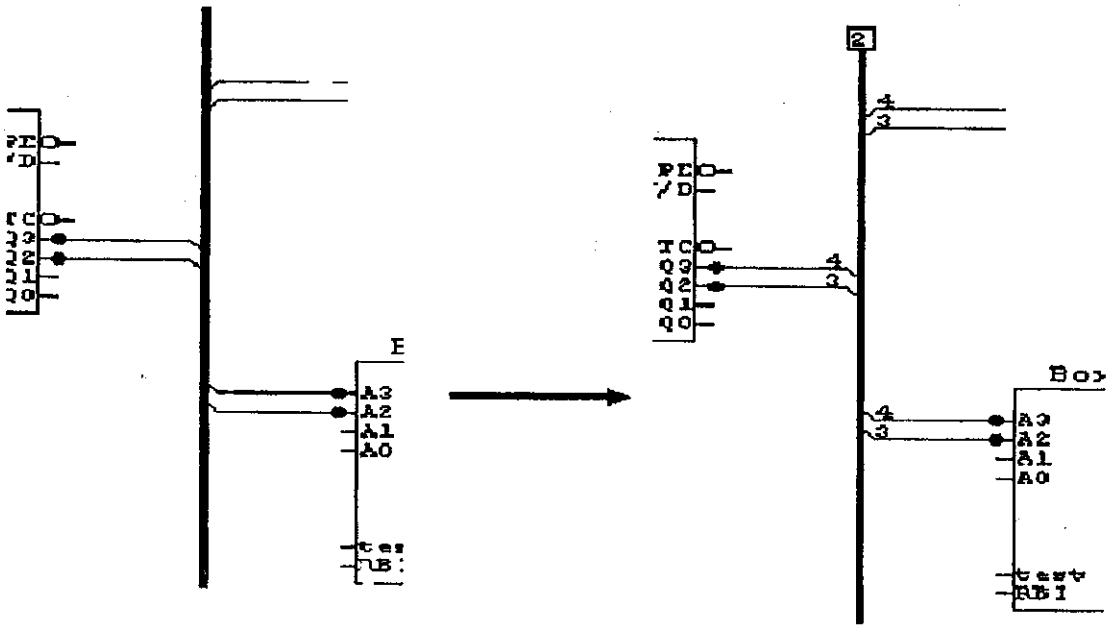
شكل (٢٢) شكل النافذة التى تظهر عند تنشيط خيار **Device Designation**

- تنشيط أداة السهم / خط التوصيل **Arrow / Wire**: حيث أن هذا الاختيار وفى حالة تنشيطه وكون المؤشر على شكل سهم وليس على شكل علامة الزائد فانه عند تقريب السهم من حافة عنصر ما وليكن مقاومة سنجد أن هناك مستطيلاً أحمر قد ظهر عند نقطة التقاء السهم بطرف المقاومة وعندها نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة ثم نترك الفأرة تتحرك وبدون ضغط وعندها سنجد أن هناك خط توصيل أزرق اللون قد ظهر وعندما نريد تغيير اتجاهه فأننا نقوم بالنقر مرة أخرى على زر الفأرة الأيسر مرة أخرى أما عندما نريد أن يتوقف الخط فأننا

نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرتين متتاليتين. كذلك يمكن استخدام نفس الطريقة لعمل امتداد لسلك التوصيل.

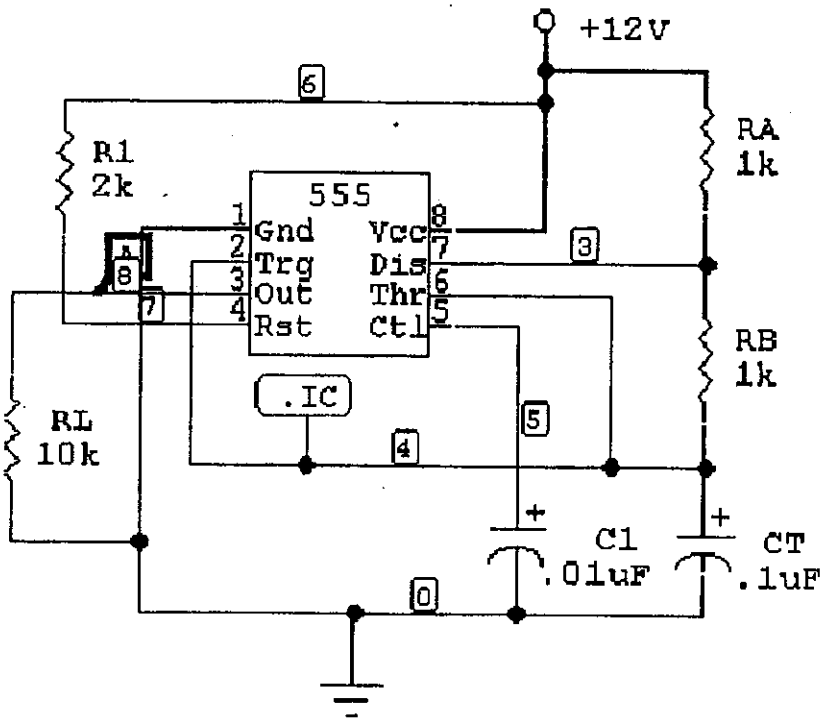
أداة المؤشر Cursor Tools: ويتم في هذا الاختيار تغيير شكل المؤشر إلى أشكل مختلفة من علامة الزائد أو السهم.

- **إظهار نقاط التوصيل Show Pin Dots**: وهذا الخيار عندما يتم تنشيطه فأنة يقوم برسم دوائر صغيرة عند نقطة التحام العنصر وليكن مقاومة مع سلك.
- **إظهار ملصق خط بيانات Show Bus Labels**: حيث أنه في حالة تنشيط هذا الاختيار فأن اسم خط البيانات وكل الخطوط المتصلة به تظهر أسماؤها بينما إذا لم يتم تنشيط هذا الاختيار فأن جميع الأسماء تختفي مع ملاحظة أن البرنامج يتيح لنا كتابة الاسم بحدود خمسة حروف فقط والشكل (٢٣) يبين حالة خط البيانات قبل وبعد تنشيط هذا الخيار.



شكل (٢٣) خط البيانات قبل وبعد تنشيط خيار ملصق خط البيانات

- **إظهار منطقة انقطاع الصفحات Show Page Breaks** : وهذا الخيار يفيد في حالة أن الدائرة المرسومة لدينا موجودة على أكثر من صفحة حيث أنه بتنشيط هذا الخيار يتم معرفة اتصال الجزء الأول من الدائرة والموجود فى الصفحة الأولى مثلا على الطابعة مع اتصال نهاية هذا الجزء بالجزء المكمل للدائرة فى الصفحة الثانية .
- **إظهار أرقام خطوط التوصيل Show Node Numbers** : حيث انه عند تنشيط هذا الاختيار فإنه يتم وضع أرقام على خطوط التوصيل على الدائرة كما فى الشكل (٢٤) وهذه الأرقام تفيدنا كثيرا فى حالة عمل الدائرة المطبوعة وكذلك عند رسم الأشكال الموجية حيث أنه عند وضع الفاحص أو المسبار على نقطة ما مرقمة فإن الشكل الموجى الذى يظهر هو الشكل الموجى الذى يمثل الموجة المارة فى خط التوصيل الذى وضع عليه المسبار.



شكل (٢٤) الدائرة بعد تنشيط خيار إظهار أرقام خطوط التوصيل

- **إظهار التأخير الزمني Show Prop Delays**: وفى هذا الاختيار يتم وضع مستطيل صغير على العناصر التي تحتوى على تأخير زمني مثل العدادات والمؤقتات أما العناصر مثل الموحدات Diodes فأنه لا ينطبق ذلك عليها. وفى حالة أردنا تغيير التأخير الزمني فأننا كما تعلمنا سابقا نقوم باختيار Edit ثم Set Prop Delays.

- **إظهار بيانات العنصر Device Display Data**: حيث أنه بتنشيط هذا الخيار والتي تتيح لنا إمكانية إظهار بيانات خاصة بالعنصر الالكتروني وليكن ترانزستور حيث يمكن من خلال هذه النافذة تحديد أمكانية إظهار بعض البيانات الخاصة بهذا الترانزستور مثل أسماء أطرافه كالباعث والقاعدة والمجمع وكذلك رقم الترانزستور.

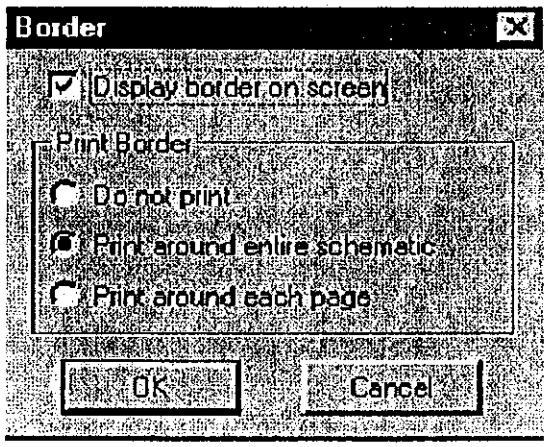
- **إظهار بيانات الدائرة Circuit Display Data**: حيث أنه عند تنشيط هذا الاختيار تمكننا من التحكم في إظهار البيانات الخاصة بجميع العناصر المرسومة على الدائرة مثل اسم العنصر والملصق، وأسماء أرجل العناصر وأرقامها.

- **الشبكة Grid**: عند تنشيط هذا الاختيار فان النافذة التي تظهر يمكن تحديد شكل الشبكة والتي تساعدنا في عملية تحديد مريح للعين المجردة عندما نريد وضع العناصر للدائرة.

- **عنوان الدائرة Title Block**: وهذا الخيار مهم لنا وذلك في حالة تسليم الواجب للمدرس أو المشاريع المعطاة في المادة فأنه يلزم كتابة الاسم ورقم المتدرب مثلا وكذلك عنوان الدائرة ورقم الإصدار حيث يتم إظهار هذه البيانات عند طباعة الدائرة في الركن السفلى من الصفحة على اليمين. ونلاحظ مثلا أنه إذا لم نكتب أي شئ في خانة الاسم أو العنوان فان البرنامج تلقائيا لا يطبعهما. كما انه يمكن أن نقوم بطباعة هذه المعلومات أما على الصفحة الأولى أو الأخيرة أو كل الصفحات إذا كانت الدائرة تمتد لأكثر من صفحة حيث يمكن تعبئة البيانات.

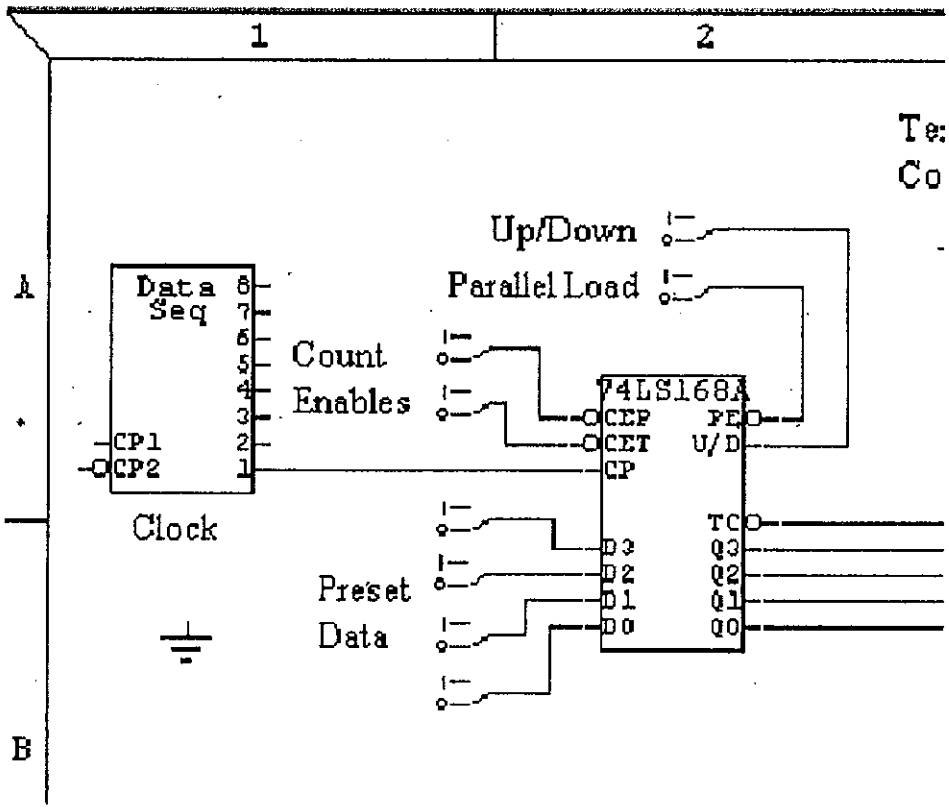
وبالنزول إلى أسفل نافذة الرسم وبعد الضغط على اختيار OK سنجد أن البيانات التي كتبناها في النافذة قد تم ترتيبها .

- **حدود Board**: عند تنشيط هذا الاختيار تظهر النافذة المبينة في الشكل (٢٥) وفيها يمكن تحديد ما إذا كنا نريد وضع حدود على الدائرة عند طباعتها أم لا حيث تظهر هذه الحدود على شكل أرقام من الجهة العلوية والسفلية في الشاشة وحروف من الجهة على الجانبين.



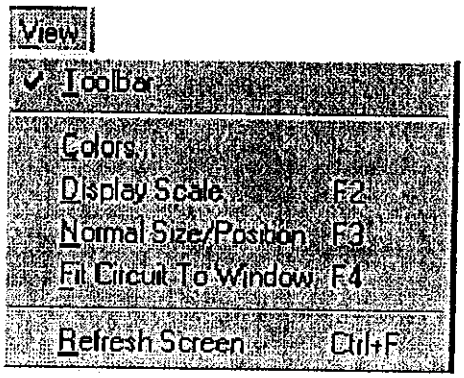
شكل (٢٥) النافذة التى تظهر عند تنشيط اختيار الحدود

- أما الشاشة التي تظهر بعد تنفيذ الاختيارات المبينة على النافذة في الشكل السابق فتظهر كما هو مبين بالشكل (٢٦).



شكل (٢٦) نافذة الرسم بعد تنشيط الاختيار " حدود "

☑ **قائمة الإظهار View:** وتحتوى هذه القائمة المبينة في شكل (٢٧) على الخيارات التالية:



شكل (٢٧) قائمة الرؤية

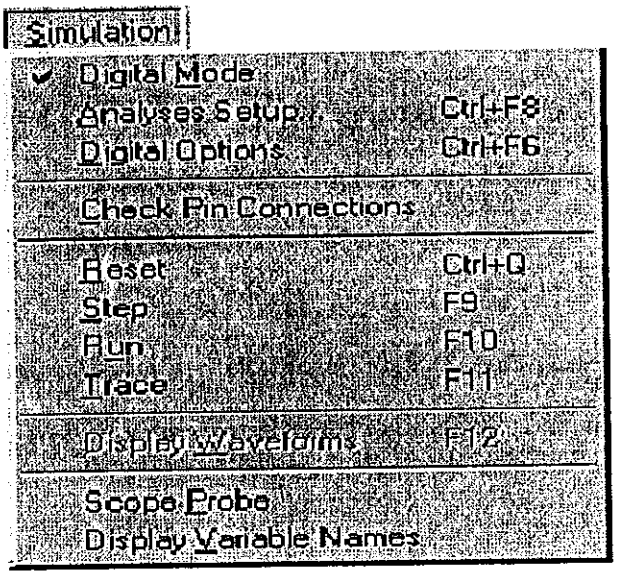
- **شريط الأدوات Tools:** عندما يتم تنشيط هذا الاختيار فأنه يتم إظهار شريط الأدوات أما عندما يتم اختياره ثانية فأن شريط الأدوات يختفي من الشاشة.

– **الألوان Colors:** حيث أنه عند تنشيط هذا الاختيار تظهر لنا نافذة نستطيع عن طريقها تلوين الدائرة وخطوط التوصيل والأجهزة الموصلة كل على حدة

التصغير والتكبير Auto Scale: هذا الاختيار يساعد على تكبير وتصغير الدائرة حيث انه عند تنشيطه تظهر نافذة ومنها نحدد مقدار التكبير أو التصغير. فمثلا الدائرة الموضحة في الشكل السابق بعد تصغيرها بنسبة ٥٠% .

- **المقاس الطبيعي Normal Size / Position:** وهذا الاختيار يساعدنا عند تنشيطه إلى إرجاع الدائرة إلى المقاس الطبيعي لها وبنسبة ١٠٠%.
- **ضبط حجم الدائرة مع مساحة الشاشة Fit Circuit To Window:** هذا الاختيار يساعد على إرجاع الدائرة إلى وضعها الطبيعي أيضا كسابقه.
- **تنشيط الشاشة Refresh Screen:** هذا الاختيار يقوم بتنشيط الشاشة وهو مفيد وذلك في حالة ما إذا نفذنا أمر معين على الدائرة أو عملية ما حيث أنه بعد تنفيذ الأمر أو العملية أصبح شكل الدائرة غير مرغوب فيه لذا نلجأ لتنشيط هذا الاختيار بحيث ترجع الدائرة إلى ما كانت عليه سابقا قبل التغيير.

☑ **قائمة المحاكاة Simulation:** وتحتوى هذه القائمة المبينة في شكل (٢٨) على الخيارات.



شكل (٢٨) قائمة المحاكاة

- **الوضع التماثلي / الرقمي/Analog Mode / Digital Mode:** يتم تنشيط أحد هذين الاختيارين وذلك بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة لاختيار أحدهما ثم تكرر النقر على زر الفأرة الأيسر مرة أخرى وذلك لتغيير لاختيار الأخر حيث يتم اختيار Analog Mode وذلك في حالة محاكاة الدائرة التماثلية والاختيار الأخر محاكاة الدائرة الرقمية.
- **التهيئة لعملية تحليل الدوائر Analysis Setup:** ويستخدم هذا الاختيار وذلك للتهيئة لعملية محاكاة الدائرة حيث أننا نحتاج إلى نوع معين من التحليل مثل تحليل دوائر التيار المستمر DC Analysis، أو تحليل دوائر التيار المتردد ACAnalysis، أو التحليل العابر للدوائر Transient Analysis وبمجرد تنشيط هذا الخيار تظهر نافذة التهيئة لعملية تحليل الدائرة .

أما عن التفاصيل لاستخدام هذه النافذة في عملية التحليل فسيتم عمل ذلك في التطبيقات العملية.

- **الخيارات الرقمية Digital Options :** هذا الخيار يساعدنا في حالة محاكاة الدائرة الرقمية حيث تظهر لنا النافذة حيث يمكن من خلالها تحديد كيفية عمل المحاكاة وسرعة المحاكاة أيضا بالإضافة إلى وضع نقاط توقف مثل هل نريد أن المحاكاة تتم عند حافة النبضة أم باستخدام مستوى النبضة من حيث أنه صفر أو واحد

- **التأكد من أن الدائرة موصله Check pin Connection** :وهذا الاختيار يساعدنا عند الانتهاء من توصيل الدائرة حيث يتم تنشيطه وعند ذلك نستطيع أن نعرف فيما اذا كان هناك جزء من الدائرة لم يتم توصيله حيث يتم تلوينه باللون الأحمر لسهولة رؤيته .

- **اعادة الوضع الى الحالة الإبتدائية Reset** : ويستخدم هذا الاختيار وذلك لارجاع الدائرة فى حاله المحاكاة الى الوضع الذى كانت عليه عند بدء المحاكاة وهو يشبه تماما اداة اعادة الوضع الى الحالة الابتدائية .

- **الخطوة step** :يتم استخدامه فى حاله الدوائر الرقمية حيث يسمح بعمل المحاكاة وذلك لخطوه واحدة ثم تتوقف عملية المحاكاة وهذا مهم جدا فى حالة تتبع عمل الدائرة أثناء عملية المحاكاة.

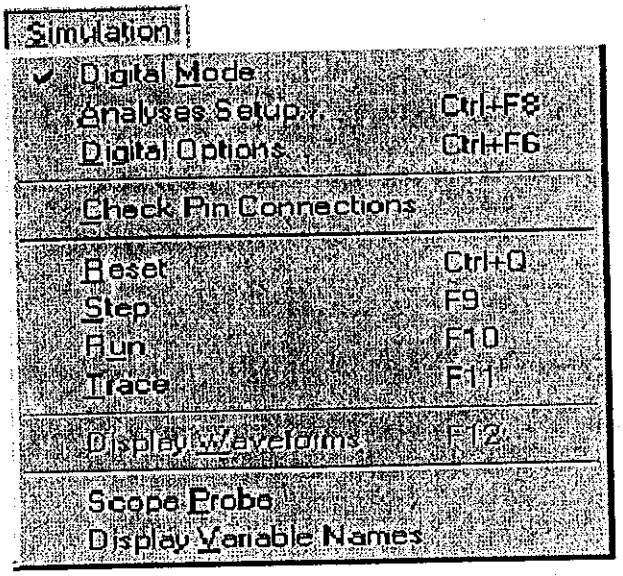
- **تنفيذ Run** :يستخدم هذا الاختيار وذلك لبدء عملية المحاكاة وهذا الاختيار موجود أيضا على شريط الأدوات .

- **تتبع Trace**: هذا الاختيار يسمح لنا بتتبع الدائرة الرقمية حيث أنه عند تنشيطه يتم تلوين خطوط التوصيل مما يساعد على تتبع آلية عمل الدائرة أو جزء منها كما أنه يوجد على شريط الأدوات أيضا أداة التتبع نفسها حيث يمكن تنشيطها إما من نافذة المحاكاة أو من أداة التتبع على شريط الأدوات.

- **عرض الشكل الموجى Display Waveforms** : تستخدم هذه الأداة لعرض الشكل الموجى للخرج للدائرة أثناء عملية المحاكاة كما أنه يوجد على شريط الأدوات أداة عرض الشكل الموجى وبتنشيط هذا الاختيار من شريط المحاكاة فأنه يمكن عرض الشكل الموجى للخرج وسنجد أن أداة بدء المحاكاة قد تغير شكلها الى علامة Stop وبتكرار نقر الاختيار بنفس زر الفأرة الأيسر فان الشكل الموجى يختفى وترجع علامة الشكل الموجى الى ما كانت عليه سابقا.

- **فاحص الإوسيلوسكوب Scope probe** : حيث يستخدم هذا الاختيار وذلك فى حالة المحاكاة للدوائر الرقمية حيث أنه بمجرد بدء عملية المحاكاة ووضع الفاحص على أي نقطه فان النبضة الرقمية تظهر كما هو مبين فى الشكل (٢٩) .

☑ **قائمة المحاكاة Simulation:** وتحتوى هذه القائمة المبينة في شكل (٢٨) على الخيارات.



شكل (٢٨) قائمة المحاكاة

- **الوضع التماثلي / الرقمي/Analog Mode / Digital Mode:** يتم تنشيط أحد هذين الاختيارين وذلك بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة لاختيار أحدهما ثم تكرر النقر على زر الفأرة الأيسر مرة أخرى وذلك لتغيير لاختيار الأخر حيث يتم اختيار Analog Mode وذلك في حالة محاكاة الدائرة التماثلية والاختيار الأخر محاكاة الدائرة الرقمية.
- **التهيئة لعملية تحليل الدوائر Analysis Setup:** ويستخدم هذا الاختيار وذلك للتهيئة لعملية محاكاة الدائرة حيث أننا نحتاج إلى نوع معين من التحليل مثل تحليل دوائر التيار المستمر DC Analysis، أو تحليل دوائر التيار المتردد ACAnalysis، أو التحليل العابر للدوائر Transient Analysis وبمجرد تنشيط هذا الخيار تظهر نافذة التهيئة لعملية تحليل الدائرة .

أما عن التفاصيل لاستخدام هذه النافذة في عملية التحليل فسيتم عمل ذلك في التطبيقات العملية.

- **الخيارات الرقمية Digital Options :** هذا الخيار يساعدنا في حالة محاكاة الدائرة الرقمية حيث تظهر لنا النافذة حيث يمكن من خلالها تحديد كيفية عمل المحاكاة وسرعة المحاكاة أيضا بالإضافة إلى وضع نقاط توقف مثل هل نريد أن المحاكاة تتم عند حافة النبضة أم باستخدام مستوى النبضة من حيث أنه صفر أو واحد

- **التأكد من أن الدائرة موصله Check pin Connection** :وهذا الاختيار يساعدنا عند الانتهاء من توصيل الدائرة حيث يتم تنشيطه وعند ذلك نستطيع أن نعرف فيما اذا كان هناك جزء من الدائرة لم يتم توصيله حيث يتم تلوينه باللون الأحمر لسهولة رؤيته .

- **اعادة الوضع الى الحالة الإبتدائية Reset** : ويستخدم هذا الاختيار وذلك لارجاع الدائرة فى حاله المحاكاة الى الوضع الذى كانت عليه عند بدء المحاكاة وهو يشبه تماما اداة اعادة الوضع الى الحالة الابتدائية .

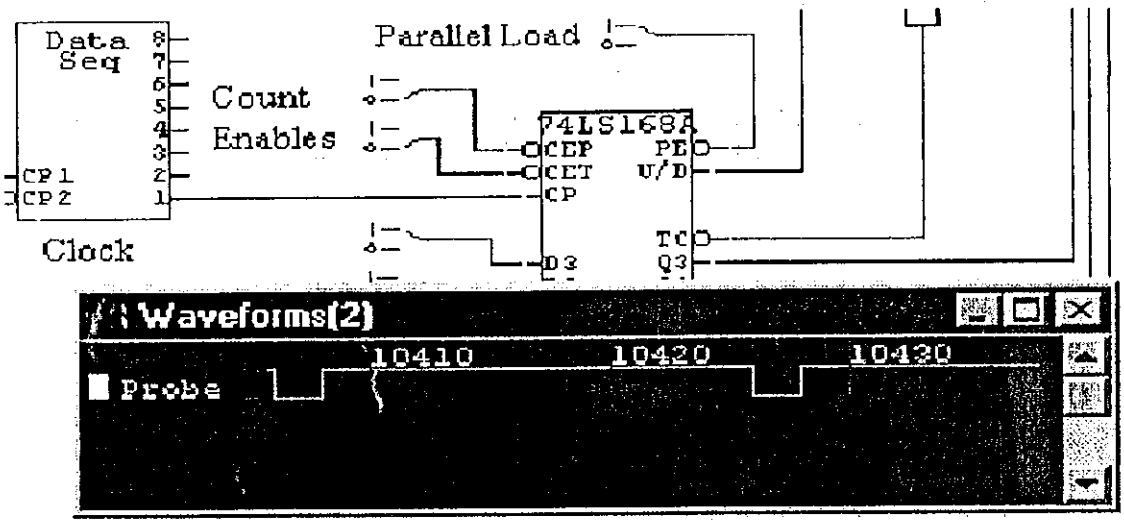
- **الخطوة step** :يتم استخدامه فى حاله الدوائر الرقمية حيث يسمح بعمل المحاكاة وذلك لخطوه واحدة ثم تتوقف عملية المحاكاة وهذا مهم جدا فى حالة تتبع عمل الدائرة أثناء عملية المحاكاة.

- **تنفيذ Run** :يستخدم هذا الاختيار وذلك لبدء عملية المحاكاة وهذا الاختيار موجود أيضا على شريط الأدوات .

- **تتبع Trace**: هذا الاختيار يسمح لنا بتتبع الدائرة الرقمية حيث أنه عند تنشيطه يتم تلوين خطوط التوصيل مما يساعد على تتبع آلية عمل الدائرة أو جزء منها كما أنه يوجد على شريط الأدوات أيضا أداة التتبع نفسها حيث يمكن تنشيطها إما من نافذة المحاكاة أو من أداة التتبع على شريط الأدوات.

- **عرض الشكل الموجى Display Waveforms** : تستخدم هذه الأداة لعرض الشكل الموجى للخرج للدائرة أثناء عملية المحاكاة كما أنه يوجد على شريط الأدوات أداة عرض الشكل الموجى وبتنشيط هذا الاختيار من شريط المحاكاة فأنه يمكن عرض الشكل الموجى للخرج وسنجد أن أداة بدء المحاكاة قد تغير شكلها الى علامة Stop وبتكرار نقر الاختيار بنفس زر الفأرة الأيسر فان الشكل الموجى يختفى وترجع علامة الشكل الموجى الى ما كانت عليه سابقا.

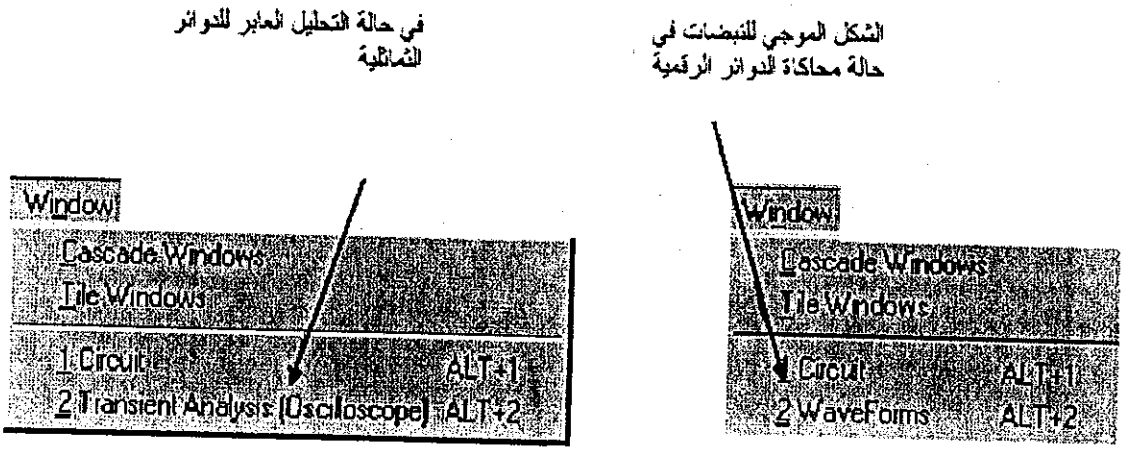
- **فاحص الإوسيلوسكوب Scope probe** : حيث يستخدم هذا الاختيار وذلك فى حالة المحاكاة للدوائر الرقمية حيث أنه بمجرد بدء عملية المحاكاة ووضع الفاحص على أي نقطه فان النبضة الرقمية تظهر كما هو مبين فى الشكل (٢٩) .



شكل (٢٩) اختيار فاحص الإوسيلوسكوب عند تنشيطه

استعراض أسماء المتغيرات Display Variable names : هذا الاختيار عند تنشيطه يساعدنا فى حالة المحاكاة للدوائر التماثلية على استبدال المسميات الحرفية فى المواضع المختلفة للدائرة مثلا A,B,C,D,E الى مسميات بالشكل V(1), V(2), V(3) وذلك على الشكل الموجى مما يتيح لنا سهولة رؤية هذه النقاط على الشكل الموجى والدائرة بشكل آخر.

☑ **قائمة النوافذ windows:** وتحتوى هذه القائمة المبينة في شكل (٣٠) على الخيارات.



شكل (٣٠)

- **النوافذ المتعاقبةCascade Windows :**هذا الخيار عند تنشيطه فانه يجعل نافذة الرسم ونافذة الشكل الموجى على شكل نوافذ فوق بعضها.

- **وضع النوافذ بجوار بعضها Tile Window** : هذا الخيار بعد تنشيطه فإن نافذتى الرسم والشكل الموجى تصبح بجوار بعضهما.

- **خيار أو التحليل العابر (فى حالة محاكاة الدوائر التماثلية) أو الشكل الموجى (فى حالة الدوائر الرقمية)** :يتم اختيار الدائرة فى كلا الحالتين وذلك لجعل نافذة الرسم هى الفعالة والظاهرة Active window أما اختيار التحليل العابر أو فى حالة الدوائر الرقمية الشكل الموجى فإن هذا الاختيار يجعل من هذه النافذة أو تلك هى الفعالة .

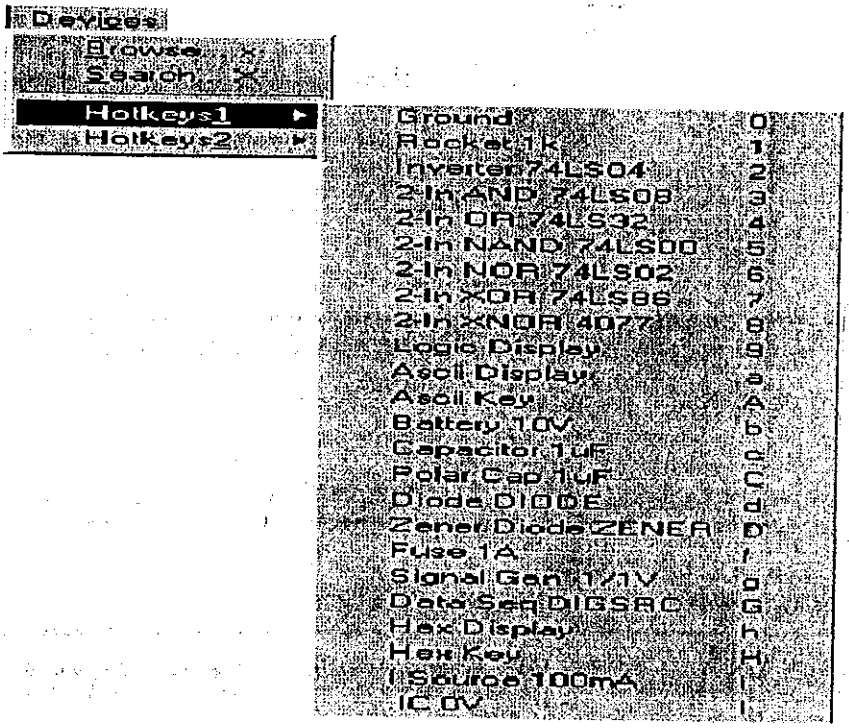
☑ **قائمة العناصر أو المكونات Devices** : وتحتوى هذه القامئة المبينة فى شكل (٣١) على الخيارات التالية :

شكل (٣١) قائمة الأجهزة والعناصر

- **استعراض Brows** : يستخدم هذا الاختيار عندما نريد استعراض العناصر مصنفة حسب التصنيف العام Major Device Class وهم ما يظهر فى النافذة الأولى من اليسار ثم التصنيف المتخصص Minor Device Class فى النافذة الثانية من اليسار ثم اسم العنصر ورمزه فى النافذتين الأخيرتين ، كذلك تحتوى النافذة على زر الدوران بزاوية ٩٠ درجة بعكس اتجاه عقارب الساعة ، كذلك تحتوى النافذة على زر مكتوب عليه " تغيير " Change ويستخدم لبرمجة المفاتيح الشائعة الاستعمال Hotkeys 1 and Hotkeys 2 . أما عندما ننقر على زر البحث Search فإننا نحصل على نافذة تحتوى على خيارات مثل Analog, Digital حيث أن ذلك يساعدنا على تقليص عدد العناصر وتحديدها بحيث أنها تعمل بدقة فى البرنامج تحت هذا الخيار أو ذاك . فمثلا عندما نختار من النافذة الأولى General ثم NPN Trans : B من النافذة الثالثة سيظهر لنا رمز الترانزستور فى النافذة الرابعة وعندما نختار Digital فقط فإن عدد العناصر التى ستظهر فى المستطيل الكبير من النافذة يكون قد تحدد أو قل فى العدد .
- **البحث Search:** عندما نقوم بتنشيط هذا الاختيار Search تحت قائمة Devices حيث يمكن من خلالها البحث عن أي عنصر فى مكتبة البرنامج حيث يتم كتابة رقم العنصر مثلا 74LS168A ثم الضغط على الزر Find ويعنى أبحث ،حيث أنه اذا كان هذا العنصر موجودا فسيظهر على النافذة الكبيرة كما أن هناك النافذة تحتوى على خيارات أخرى مثل استعراضBrowse بحيث أنه فى حالة وجدنا العنصر ونريد أن نعرف شكله فما علينا فى هذه الحالة الا الضغط على زر الأستعراض لنحصل على النافذة السابقه وتجدر الملاحظه على أنه فى حالة تم اختيار المستطيل الصغير والمكتوب بجانبه Return after place فان ذلك يعنى أنه بمجرد وضع العنصر على نافذة الرسم سيتم

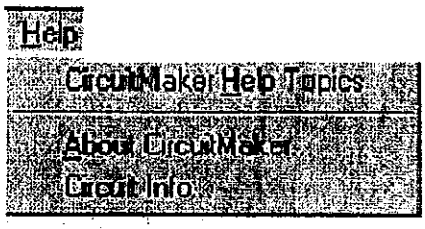
الرجوع الى نافذة البحث وذلك ربما للبحث عن عنصر آخر . كما أنه عندما يتم تحديد المستطيل الآخر والمكتوب بجانبه Place single items فانه فى هذه الحالة يتم وضع العنصر فقط ولن يتم الرجوع الى نافذة البحث مرة أخرى

- **المفاتيح الشائعة الاستعمال Hotkeys:** هذا الاختيار موضح فى الشكل (٣٢) حيث أنها تساعد المصمم فى سرعة الحصول على العنصر المطلوب والكثير الاستعمال دونما أية حاجة لاستعراض العناصر أو البحث عنها وهذا تماما يشبه ما نفعله نحن عندما نبرمج الهاتف المنزلى ذو الذاكرة بحيث أننا نستطيع برمجة بعد المفاتيح على الهاتف وذلك للأرقام المهمة لدينا بحيث عند الحاجة للاتصال فكل ما نقوم به هو الضغط على زر واحد بدل أن نقوم بإدخال رقم الشخص كاملا حيث أنه مكون مثلا من سبع خانات . وهنا فى حالة البرنامج عندما نبرمج هذه المفاتيح وعددها ستون مرتبه حسب الأرقام ثم الحروف بحيث مثلا اذا أردنا برمجة المفتاح رقم ١ كما فى الشكل (٣٢) من Rocket ١ الى Pulser فكل ما يجب عمله هنا هو أن نذهب الى نافذة الاستعراض وبعد الحصول على شكل مولد النبضات Pulser فإننا نضغط على الزر Change ويعنى غيرة هنا تظهر لنا نافذة صغيرة فيها أسماء المفاتيح الشائعة الاستعمال الحالة وحيث نقوم باختيار السطر الثانى وفيه المفتاح الشائع الاستعمال وكما لا ننسى كتابة الرقم واحد فى خانة الملصق Label-value والا فإنه عند الذهاب الى قائمة العناصر والأجهزة واختيار المجموعة الأولى من المفاتيح فإننا سنجد أن الرقم ١ فى القائمة قد تغير الى كلمة Pulser ولكن عندما نكتب الرقم ١الى كلمة Pulser 1 .

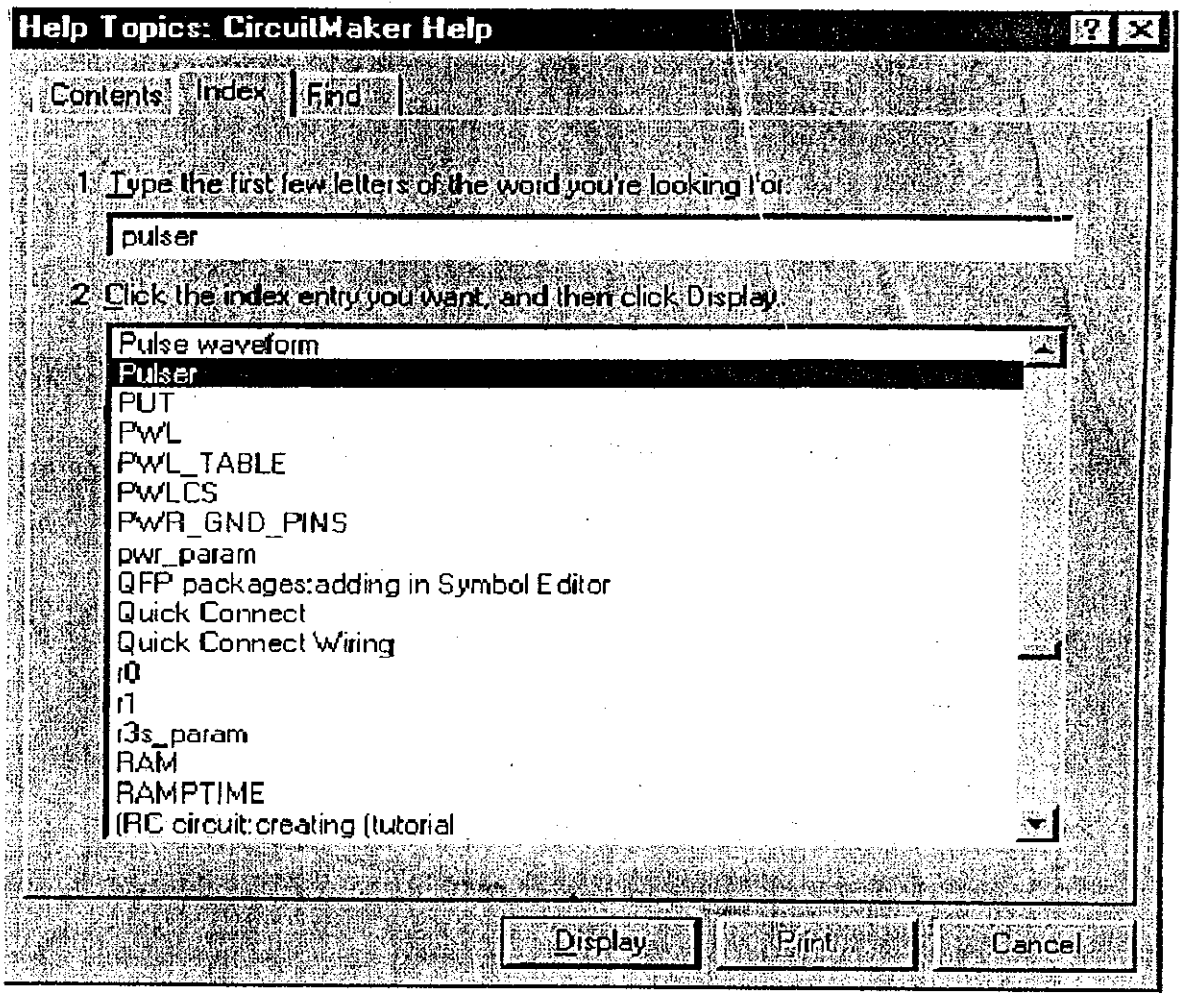


شكل (٣٢) قائمة المفاتيح الشائعة الاستعمال الأولى

☑ **قائمة المساعدة Help:** قائمة المساعدة الموضحة فى الشكل (٣٣) تعطى معلومات مساعدة للمصمم بحيث اذا اعترضه سؤال ما عن الدائرة فانه يمكن استخدام هذا الخيار حيث أنه عند تنشيط الأختيار الأول من هذة القائمه فان النافذة الموضحه فى الشكل (٣٤) تظهر لنا وفيها يمكن كتابة أي معلومه بخصوص الدائرة فى المستطيل العلوى ثم بالضغط على الزر Disply نحصل على المعلومات التى نريدها مع ملاحظة أنه عند كتابة الأحرف الأولى للعنصر الذى نبحث عنه فانه تبدأ فى الظهور جميع الكلمات المشابهه بداياتها لما كتبناه من حروف والى أن يستقر الأمر والى أن نجد العنصر مثلا أو لا نجده .



شكل (٣٣) نافذة المساعدة



شكل (٣٤) النافذة التى تظهر عند تنشيط الاختيار الأول من قائمة المساعدة

(١) شريط الأدوات Tools Bar :

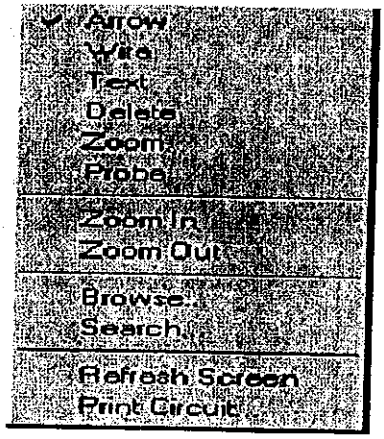
شكل(٣٥)

والآن سوف نتطرق الى دراسة الكيفية التى يتم بها رسم العناصر على نافذة الرسم الالكترونى حيث سيتم رسم العنصر الإلكترونى وسيتم التعرف على الكيفية التى من خلالها كيفية التعامل مع هذا العنصر من حيث تغيير بعض خصائصه من ناحية تغيير قيمة العنصر واظهار أرقام أطرافه وكتابة أسمه وغير ذلك ثم نتطرق بعد ذلك الى الكيفية التى يتم من خلالها توصيل العناصر ببعض كما سيتضح من خلال الأمثلة المعطاه.

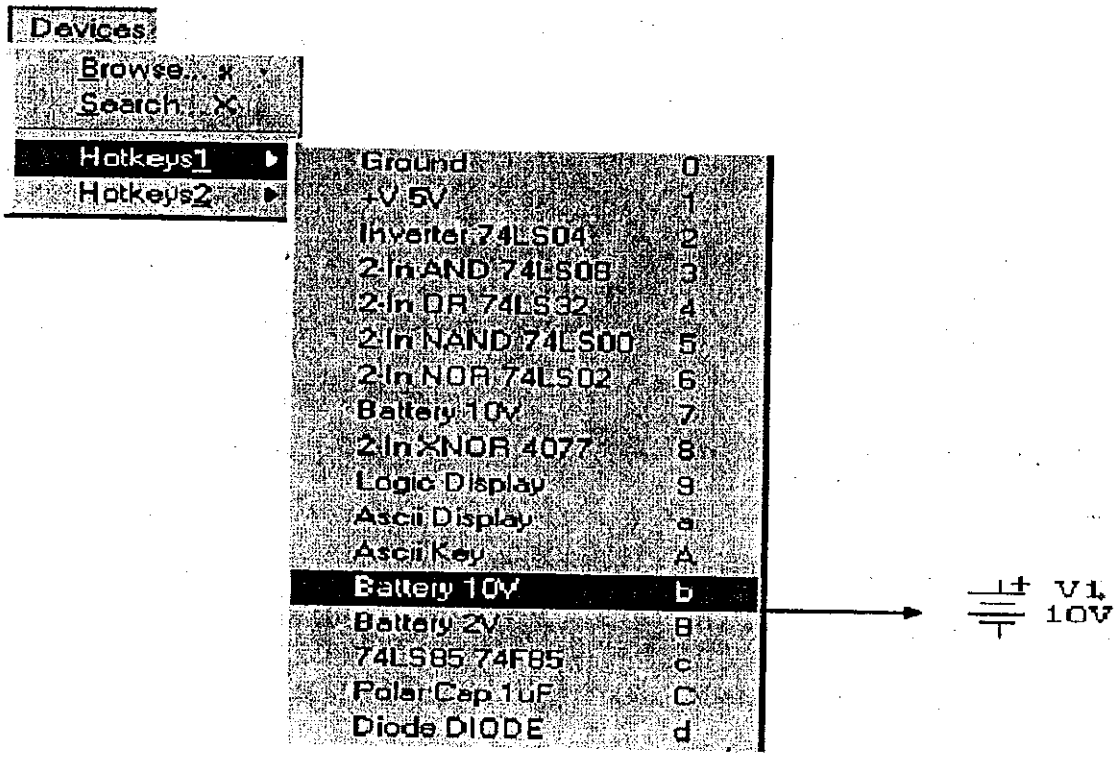
١- السهم

يستخدم السهم الموجود فى شريط الأدوات وذلك لاختيار عنصر ما على الدائرة أو لتحريكه من مكانه أو لتغيير قيمة معينه للعنصر المختار ، أو لتغيير وضع مفتاح . ولتوضيح ذلك سنقوم باتباع الخطوات التالية:

١- قم بالضغط على السهم الموجود على شريط الأدوات وذلك لتنشيط هذا الاختيار أو بالضغط بزر الفأرة اليمين على مكان فارغ على نافذة الرسم حيث تظهر القائمة المبينة فى شكل(٣٦) ومنها قم باختيار Arrow حيث سيتم تنشيط هذا الاختيار بعد ذلك أذهب الى قائمة Devices ثم أختار قائمة المفاتيح الشائعة الاستعمال القائمة الأولى مثلا Hotkeys عنها ستظهر قائمة من العناصر ٠ قم باختيار أي منها وليكن مثلا مصدر جهد ثابت ومقداره ١٠فولت ويتم الاختيار بالضغط على زر الفأرة الأيسر عندها ستجد أن البطارية أو مصدر الجهد الثابت قد ظهر على نافذة الرسم كما هو مبين فى الشكل(٣٧) أما تحريك البطارية من نقطة لأخرى على نافذة الرسم فيتم بالنقر على زر الفأرة الأيسر على البطارية والتحريك مع الاستمرار فى الضغط الى النقطة المراد وضع البطارية فيها.

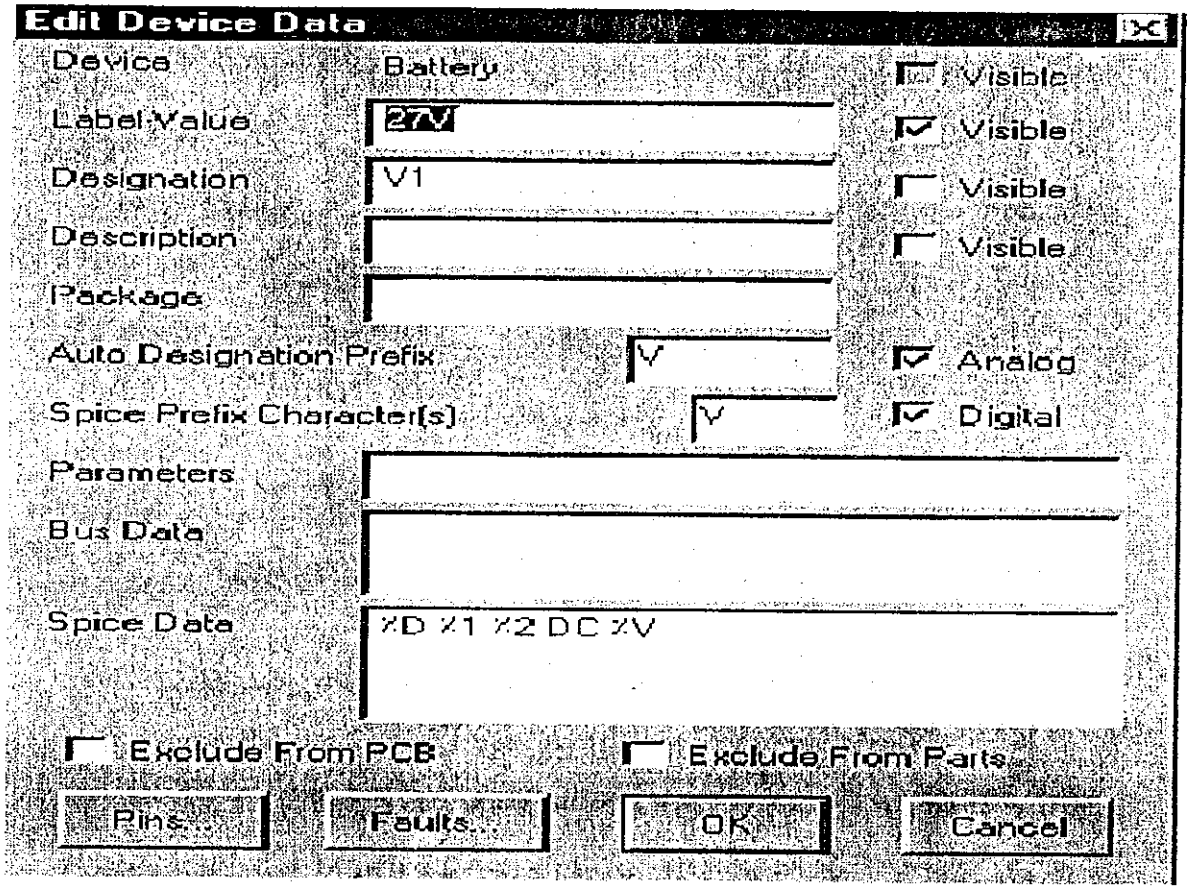


شكل(٣٦) القائمة التى تظهر عند الضغط بزر الفأرة الأيمن على مكان فارغ على نافذة الرسم



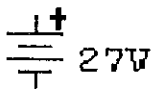
شكل (٣٧) اختيار مصدر جهد ثابت وقدره ١٠فولت

٢ - لتغيير قيمة البطارية من القيمة 10 V الى قيمه 27 V فإننا نقوم بالنقر بمؤشر الفأرة الأيسر مرتين على البطارية عندها ستظهر لنا نافذة تغيير بيانات العنصر أو الجهاز الإلكترونى كما هو موضح فى الشكل (٣٨) . عندها نقوم بتغيير قيمه الملصق Value Label –الى القيمة المطلوبة وهى Volt 27 .



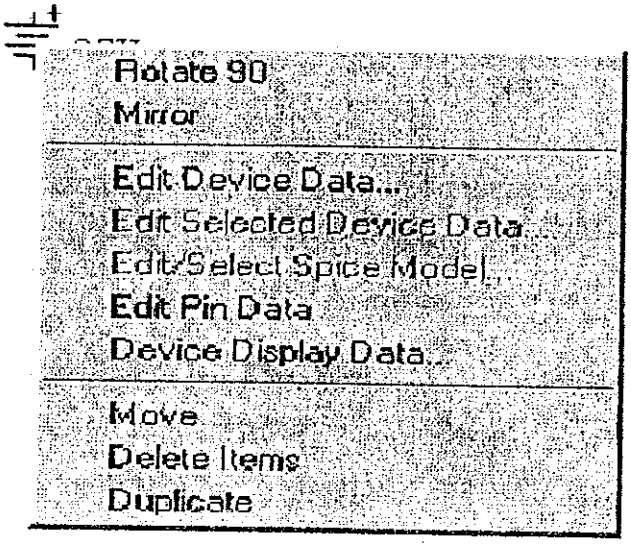
شكل(٣٨) نافذة تغيير بيانات البطارية

٣ - بالنقر على الزر OK نجد أن شكل البطارية أصبح كما هو موضح فى الشكل (٣٩) .



شكل (٣٩) البطارية بعد تعديل بياناتها

٤ - يمكن عمل الخطوة الثانية وذلك بالنقر بزر الفأرة الأيمن على العنصر فى هذه الحالة عندها تظهر لنا النافذة الموضحة فى الشكل (٤٠) عندها نقوم باختيار Edit Device Data وذلك عن طريق الفأرة الأيسر وعندها ستظهر لنا النافذة التى ظهرت فى شكل (٣٨).



شكل ٤٠: النافذة التى تظهر عند الضغط على البطارية بزر الفأرة الأيمن

٥- كذلك يمكن عمل نفس الخطوة السابقة من قائمه التحرير Edit وذلك باختيار Edit Items ثم اختيار Edit Device Data كما سبق شرحه فى الخطوة الرابعة سابقا.

٦ - عندما نريد تغيير وضع عنصر ما من وضع الى آخر مثل لو كان لدينا مقاومة مرسومة على نافذة الرسم بشكل أفقى ونريد أن نجعلها فى وضع عمودى فانه يمكننا عمل ذلك وذلك بتكرار الخطوة رقم ٤ واختيار Rotate 90 وهذا الاختيار يعنى تغيير وضع العنصر أو الجهاز الإلكترونى بزاوية قدرها ٩٠ درجه وذلك بعكس اتجاه عقارب الساعة فمثلا لو كانت لدينا المقاومة R المرسومة فى وضع أفقى ونريد تغيير وضعها بشكل عمودى.فإننا نقوم بالضغط بزر الفأرة الأيمن على المقاومة ثم نقوم باختيار Rotate 90 وذلك بزر الفأرة الأيسر عندها سنجد أن وضع المقاومة قد أصبح عموديا .

٧ - لقلب وضع العنصر حول الاحداثى الرأسى فإننا نقوم بالضغط بزر الفأرة الأيمن على العنصر المراد قلب وضعه حول الاحداثى الرأسى عندها سنجد أن النافذة الموضحة فى الشكل (٤٠) السابق قد ظهرت لنا وعندها نقوم باختيار Mirror وذلك بزر الفأرة الأيسر .

ملاحظة : لاحظ أننا اذا أردنا فى الشكل السابق أن نجعل علامة الموجب للأعلى والسالب للأسفل فإننا نقوم أولا بتدوير العنصر مرتين باستخدام Rotate 90 ثم نقوم باستخدام Mirror

٨ – نستعمل نفس الطريقة المشروحة فى الخطوة الرابعة ولكن باختيار Move بزر الفأرةالأيسر عندها نقوم بتحريك الفأرة من غير الضغط على أي من الأزرار وعندما نصل بالعنصر الى النقطة المطلوبة فإننا نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة وعندها سنجد أن العنصر قد ثبت فى مكانه .

٩ – عندما نرغب فى مسح أي عنصر على نافذة الرسم نقوم باختيار العنصر كما سبق شرحه فى الخطوة رقم ٤ ثم نقوم باختيار Delete Items وعندها سنجد أن العنصر قد أختفى.

١٠ – عندما نريد عمل نسخه مطابقة للعنصر فإننا نقوم باختيار العنصر كما سبق شرحه (خطوة رقم ٤) ثم نقوم باختيارDuplicate وعندها سنحصل على نسخه مكرره لنفس العنصر ولكن الملصق يختلف فى المسمى . فمثلا لو قمنا بعمل نسخة مكررة للمقاومة R1 فاننا سنحصل على نسخة مشابهة للمقاومة ولكن بمسى R2 .

١١ – لتغيير وضع مفتاح من حالة الى أخرى يتم استخدام أداة السهم لذلك حيث أنه بمجرد الضغط بالسهم على المفتاح تتحول حالة السهم من وضع الى أخر

٢– أداة التوصيل بين عناصر الدائرة :

يمكن تنشيط هذا الاختيار أما بالضغط على علامة الزائد الموجودة على شريط الادوات أو باختيار Wires وذلك من النافذة التى سبق شرحها فى الخطوة رقم ١ . حيث نجد إن المؤشر قد تغير شكله الى علامة الزائد وهذا يعنى أنه قد تم تنشيطه . أن أداة التوصيل بين العناصر يمكن استخدامها أما لتوصيل عنصرين مع بعضهما أو لرسم خطوط متقطعة لتوضيح بعض الاشياء الخاصة فى الدائرة ولتوضيح ذلك نستعرض النقاط التالية:

❖ توصيل عنصرين ببعضهما البعض :

❖ استعمال خطوط التوصيل كخطوط منقطة :

❖ توصيل خطوط بيانات مشتركة :

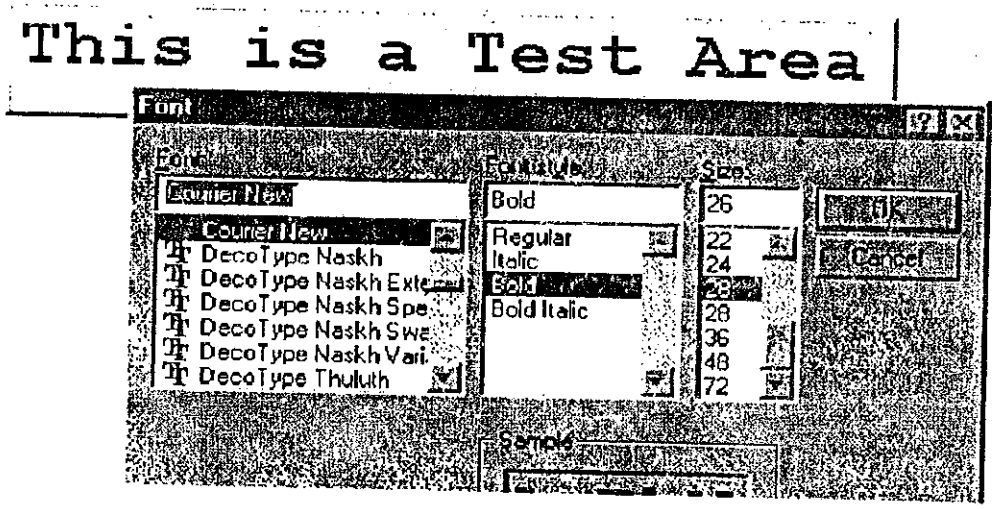
٣- أداة الكتابة :

يمكن استخدام هذه الأداة عندما نريد توضيح بعض الامور الخاصة بدائرة ما حيث أنه بعد تنشيط هذا الاختيار من مسطرة الادوات أو بالضغط على زر الفأرة الايمن فى مكـــان غيـــر مشغول ثم اختيار Text وعندها نكون قد قمنا بتنشيط أداة الكتابة وبعد ذلك نقوم بالضغط على زر الفأرة الأيسر فى الموضع الذى نريد وضع الكتابة فيه وعندها سيظهر لنا مستطيل كما هو موضح فى الشكل (٤١) هنا نستطيع كتابة ما نريد واذا أردنا الكتابة فى سطر أخر فأننا نقوم بتوسيع المستطيل وذلك بالضغط على زر الفأرة الأيسر عند حافة مستطيل الكتابة مع استمرار الضغط والتحريك لتوسيع المستطيل للجهة اليمنى .

This is a Test Area

شكل(٤١) المستطيل الذى يظهر عند تنشيط أداة الكتابة

إما اذا أردنا تعديل شكل ولون الخط فأنه يمكننا ذلك وذلك أولا بوضع المؤشر علـــى الكتابة ثم باختيار Edit من شريط القوائم ثم اختيار Font وعندها ستظهر لنا النافذة المبينـــة فى شكل(٤٢) حيث نستطيع تغيير شكل الكتابة .

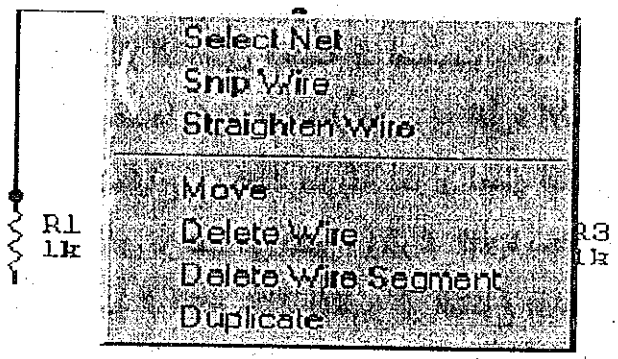


شكل (٤٢) النافذة التى تظهر عندما نختار Font من القائمة Edit على سطر القوائم

وأخيرا عندما نريد عدم تنشيط اداة الكتابة فأننا نقوم بوضع المؤشر فى مكان فـــارغ على نافذة الرسم ثم نقوم بالضغط مرة واحدة على زر الفأرة الأيسر .

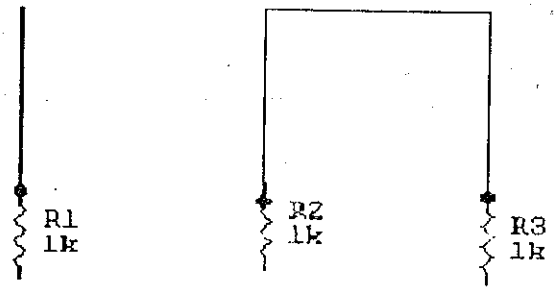
٤- أداة المسح :

حيث أنه بتنشيط هذه الأداة من شريط الادوات أو بالضغط فى مكان غير مشغول على نافذة الرسم واختيار Delete بعد النقر على زر الفأرة الايمن ويتم المسح وذلك بتحريك المؤشر بعد تنشيط أداة المسح الى العنصر أو الخط المراد مسحه ثم الضغط على زر الفأرة الأيسر وعندها يتم المسح. ونلاحظ أنه فى حالة مسح خط توصيل فانه يتم تحريك المؤشر الى الخط المراد مسحه ثم بالضغط مرة واحدة على زر الفأرة الأيسر وعندها سنجد إن الخط قد تم مسحه . إما اذا ما حركنا علامة المسح الى الخط وقمنا بالضغط باستمرار مع تحريك المؤشر بعيدا عن السلك فإننا سنجد أن السلك قد عاد الى لونه السابق وهو اللون الازرق ولم يتم مسحه . أما عندما نريد مسح جزء من سلك موصل بعدة نقاط فان ذلك يتم بتحريك المؤشر الى المنطقة المراد ازالة الجزء من السلك منها والضغط على زر الفأرة الايمن على السلك واختيار Delete Wire Segment وكما هو مبين فى الشكل (٤٣).



شكل (٤٣) النافذة التى يظهر بها اختيار مسح جزء من السلك

أما الشكل السابق فيظهر بعد المسح الجزئى كما هو مبين فى الشكل (٤٤).



شكل (٤٤) المقاومات الموصلة بعد مسح جزء من التوصيل

وأخيرا عندما نريد قص سلك توصيل الى جزأين فأن ذلك يتم بالضغط على المفتاح Shift الموجود على لوحة المفاتيح ومن ثم تحريك علامة المسح الى الموضع الذى نريد قص

السلك فيه وباستمرار الضغط على المفتاح Shift وكذلك الضغط بزر الفأرة الأيسر مرة واحدة نجد أن السلك قد أنقسم الى جزأين كما هو موضح فى الشكل (٤٥) .

شكل (٤٥) السلك بعد قصة إلى جزأين

كما أنه بامكاننا قطع السلم نفسه الى عدة قطع بنفس الطريقة .

٥- أداة التكبير والتصغير :

تستخدم هذه الأداة للتكبير أو التصغير حيث أننا أردنا التكبير فأننا نقوم بتنشيط هذه الأداة وعندها سنجد علامة التكبير أو العدسة قد ظهرت كما أننا نرى علامة الزائد بداخلها وهذا يعنى تكبير (Zoom In) ثم بعد ذلك نقوم بوضع علامة العدسة على المكان الذى نرغب فى تكبيره ونقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر عدة مرات حسب مقدار التكبير المناسب أما اذا أردنا العكس أي التصغير فأننا نقوم بتنشيط أداة التكبير أو أذا كنا قد نشطناها سابقا فأنه فى هذه الحالة يلزمنا الضغط على مفتاح Shift الموجود على لوحة المفاتيح وفى تلك اللحظة سنجد أن علامة الزائد داخل العدسة قد أصبحت علامة ناقص (-) وهذا يعنى تصغير (Zoom Out) وعندها نكرر الضغط على زر الفأرة الأيسر مع أستمرار الضغط على مفتاح Shift حسب الاحتياج . وهناك طريقة أخرى لعمل التكبير والتصغير وهى أننا نضع المؤشر على المكان الذى نرغب فى تكبيره ونترك الفأرة بعد ذلك ثم نقوم بالضغط على المفتاح Page Up على لوحة المفاتيح وذلك للتكبير أو المفتاح Page Down للتصغير ولكن نلاحظ هنا أن التكبير أو التصغير يتمحور على علامة المؤشر أو الموضع الذى وضعنا فيه المؤشر أي أن المؤشر أصبح النقطة المركزية التى يتم حولها التكبير أو التصغير .

٦- الدوران :

تستخدم هذه الأداة لتدوير العناصر المختارة بزاوية مقدارها ٩٠ تسعون درجة بعكس اتجاه عقارب الساعة ويتم ذلك باختيار العنصر أولا حيث سيصبح لونه أحمر اللون وعندها سنجد أن هذه الأداة قد أصبحت منشطة وتغير لونها من الرمادى غير النشط الى لون أكثر وضوحا كما هو موضح على عنوان هذه الفقرة . وعندها نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر عدة مرات والى أن نحصل على الدوران المطلوب .

٧- أداة المرآة أو الصورة العاكسة :

حيث إن هذه الأداة تستخدم لعمل صورة معكوسة لنفس العنصر ويتم ذلك باختيار العنصر بأداة السهم التى سبق شرحها ثم الضغط على أداة المرآة أو الصورة المعكوسة للعنصر مرة أو عدة مرات حسب الحاجة الى ذلك .

٨- أداة المحاكاة التماثلية / الرقمية :

هذه الأداة يتم استخدامها لعملية المحاكاة للدائرة الالكترونية حيث أنه عندما تكون الدائرة تناظرية فأننا نقوم بالضغط على هذه العلامة بزر الفأرة الأيسر بحيث تظهر لنا صورة الترانزستور أما فى حالة المحاكاة الرقمية فأننا لابد أن نتأكد من أن علامة بوابة " و " قد ظهرت لنا وكما هو موضح فى العنوان .

٩- أداة إرجاع الحالة الابتدائية لعملية المحاكاة :

هذه الأداة تستخدم فى بداية عملية المحاكاة وذلك لارجاع الدائرة الى وضعها الابتدائى . فعلى سبيل المثال عندما نقوم بعملية محاكاة لدائرة ما حيث أن بعض المصابيح فيها أصبحت مضيئة فى نهاية عملية المحاكاة بينما قبل البدء فى عملية المحاكاة كانت مطفأة وبفرض أننا غيرنا شئ ما فى الدائرة ونريد اختباره مرة أخرى فى هذه الحالة لابد من تنشيط هذا الاختبار وذلك لارجاع الدائرة الى الوضع الذى كانت عليه سابقا ومن ثم البدء فى عملية المحاكاة .

١٠- أداة الخطوة الواحدة :

وتستخدم هذه الأداة فى عمل المحاكاة وخطوة واحدة ويستفاد منها كثيرا فى عملية فحص الدائرة حيث نحتاج أحيانا لتتبع مسار معين على الدائرة مثلا وعلى عدة مراحل .

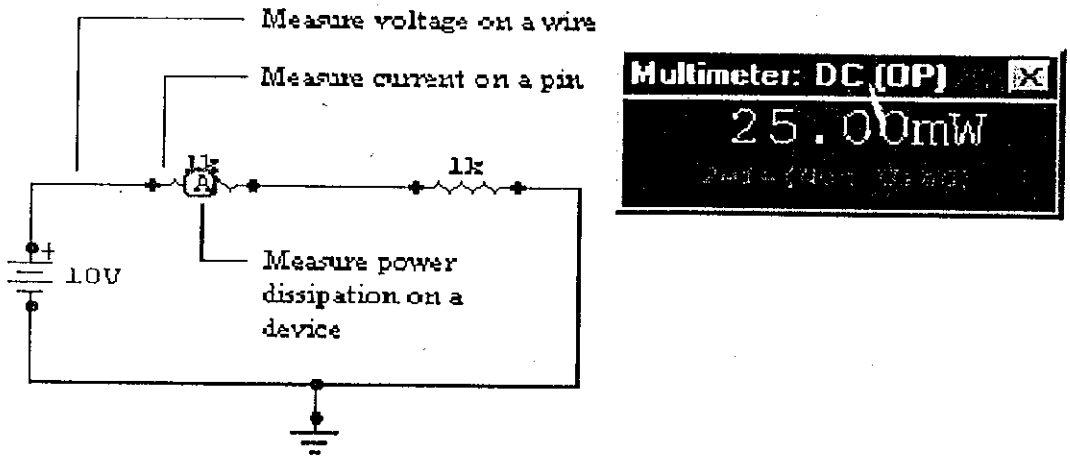
١١- أداة البدء وإنهاء عملية المحاكاة :

وهذه الأداة واضحة من المسمى حيث تستخدم عند تنشيطها أما لبدء عملية المحاكاة أو لانهائها

١٢- أداة الفحص (المسبار) :

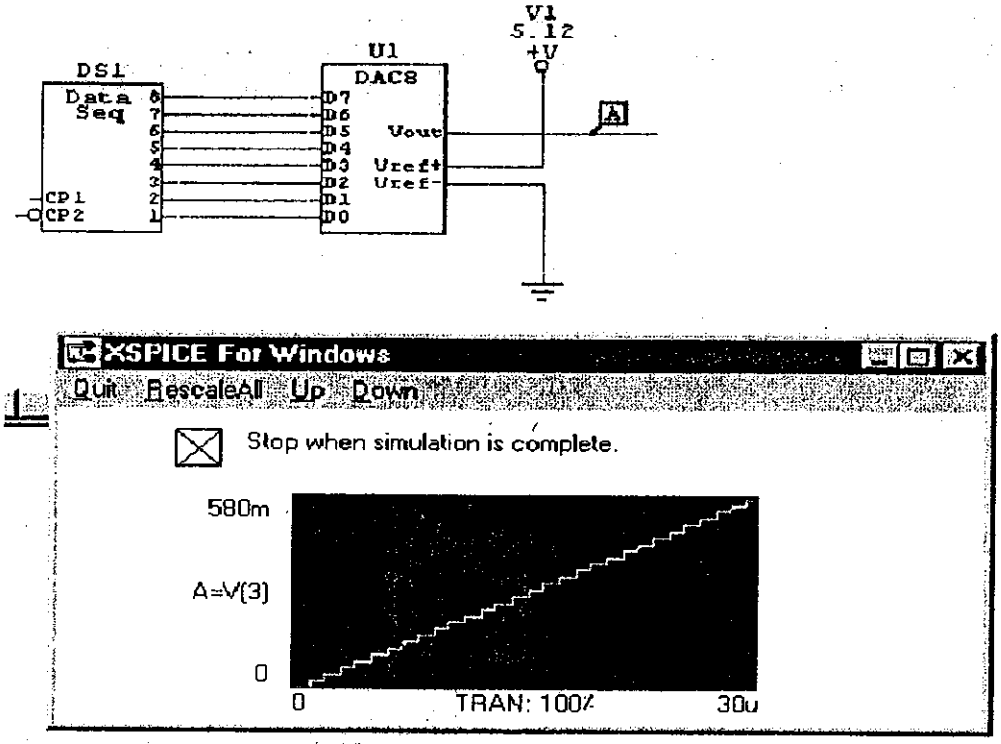
هذه الأداة مهمة جدا فى حالة فحص الدوائر التماثلية أو الرقمية على حد سواء فمثلا عند فحص الدوائر التماثلية فأننا نستخدم هذه الأداة لقياس قيمة التيار المار فى الدائرة ، فرق الجهد ، والطاقة، والمعاوقة فى حالة وجود مكثفات أو ملفات حثية فمثلا عندما نريد محاكاة الدوائر المبينة بالشكل (٤٦) هنا نقوم بتنشيط أداة المحاكاة وعندها ستظهر لنا اداة الفحص

وجهاز الملتيميتر كما هو مبين بالشكل عندها نحرك أداة الفحص مثلا على المقاومة الاولى من جهة البطارية بحيث يكون طرف أداة الفحص على جسم المقاومة وعندها سنلاحظ أن هناك حرف P قد ظهر داخل الأداة وهذا يعنى أننا نقيس الطاقة وكما هو مبين فى الشكل أن قيمة الطاقة تساوى ٢٥ ميلى وات . بينما لو حركنا أداة الفحص عند التقاء المقاومة بطرف السلك فأننا نجد حرف I قد ظهر على أداة الفحص وهذا يعنى أننا نقيس التيار أما عندما نريد قياس فرق الجهد فأننا نضع طرف جهاز الفحص على السلك نفسه سنجد حرف V قد ظهر داخل أداة الفحص . أما إذا ظهر حرف Z فأن ذلك يعنى أننا نقيس معاوقة .



شكل (٤٦) الدائرة المراد فحصها

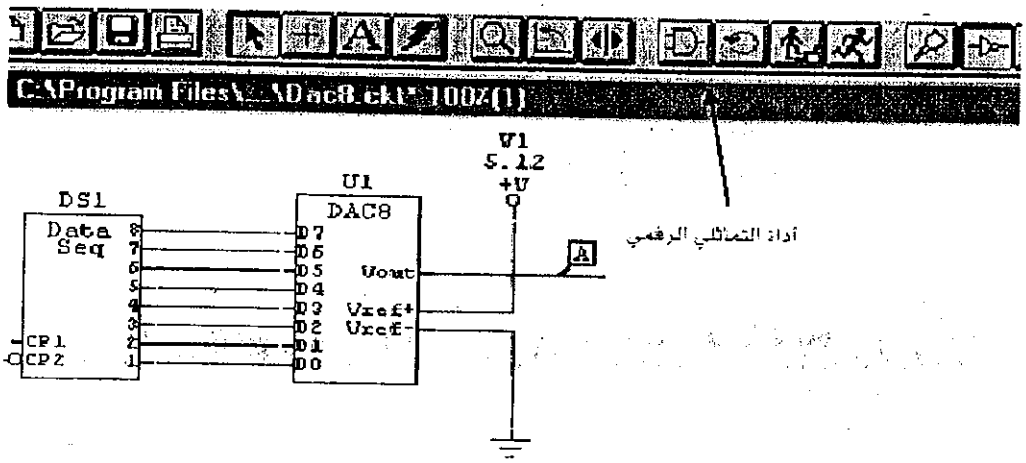
أما فى حالة الدوائر الرقمية فأنه يمكن استخدام أداة الفحص وذلك لمعرفة حالة خرج ما وفى هذه الحالة وبعد بداية عملية المحاكاة سنجد أنه وعند استخدام الفاحص إذا ظهر حرف H بداخله فهذا يعنى أن هناك فرق جهد عليه مثلا ٥ فولت وهذا يعنى ١ منطقى إما حرف L فيعنى أن هناك فرق جهد ضئيلا وهذا يعنى منطقى أما إذا ظهر حرف P فهذا يعنى أن هناك نبضات وفى حالة استخدام الفاحص أثناء المحاكاة ولا يوجد شئ مكتوب عليه فهذا يعنى قيمة غير معلومة أو ذات حالات ثلاث (Tristate) والشكل(٤٧) يوضح دائرة رقمية يتم محاكاتها .



شكل (٤٧) دائرة رقمية يتم محاكاتها

١٣- أداة التتبع Trace :

هذه الأداة تساعدنا فى سهولة فحص الدائرة الرقمية قبل وأثناء المحاكاة وذلك أنها تساعد على النظر الى الدائرة بصورة أفضل حيث يتم تلوين خطوط التوصيل بألوان تسهل تتبع بعض المسارات فى الدائرة على سبيل المثال لا الحصر فمثلا اللون الاحمر يدل على وجود جهد عال إما اللون الازرق فيدل على جهد يساوى صفر أما اللون الاخضر فيدل على حالة ثلاثية Tristate انظر الشكل(٤٨) .



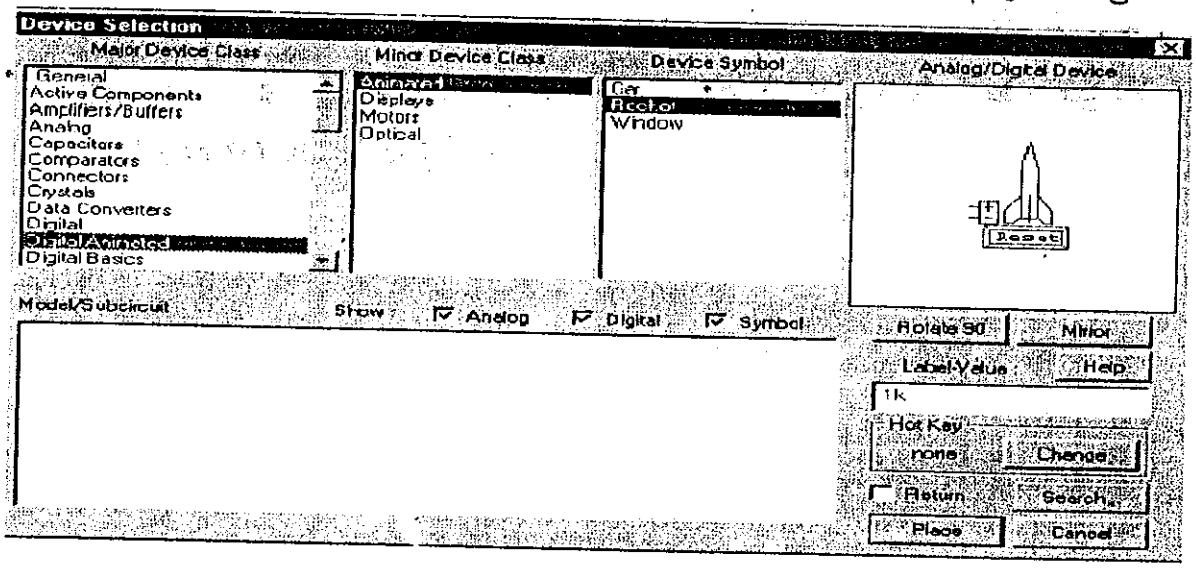
شكل (٤٨) الدائرة بعد تنشيط أداة التتبع ويلاحظ أنه يجب التأكد من أن أداة التماثلى الرقمى منشطة حتى يتم تنشيط هذه الأداة .

١٤- أداة شكل الشكل الموجى :

تستخدم هذه الأداة فى رسم الاشكال الموجية للموجات التماثلية والرقمية على حد سواء.

١٥- أداة القطع الالكترونية :

تستخدم هذه الأداة للبحث عن القطع الالكترونية فى مكتبة البرنامج ومن ثم وضع العنصر على نافذة الرسم حيث انه عند تنشيط هذه الأداة تظهر لنا النافذة الموضحة فى الشكل (٤٩) .

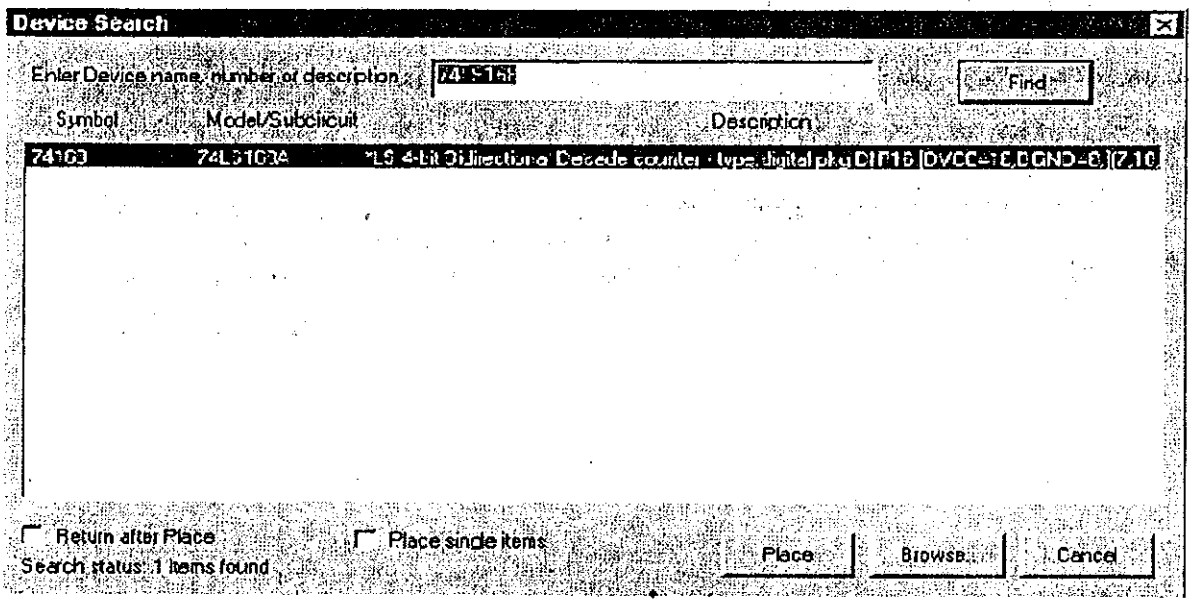


شكل (٤٩) النافذة التى تظهر عند تنشيط أداة البحث عن العناصر

وبعد اختيار العنصر المطلوب فأننا نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة على Place وعندها ستختفى النافذة التى فى الشكل ويظهر لنا العنصر على نافذة الرسم حيث يتم تحريك الفأرة من غير أي نقر على أي من الازرار وعندها نقرر أين نضع هذا العنصر فانه يلزمنا فقط النقر على زر الفأرة الأيسر ولمرة واحدة فقط وعندها سنجد أن العنصر قد ثبت فى موضعه المقرر.

١٦- أداة البحث بالاسم أو الرقم أو الوصف Search :

هذه الأداة تستخدم عندما نرغب فى البحث عن عنصر ما بالاسم مثل سيارة Car أو بالرقم كما فى الشكل (٥٠) أو بالوصف مثل OP Amp وتعنى مكبر العمليات التشغيلى حيث يظهر لنا فى هذه الحالة أنواع عديدة منه نختار منها حسب المطلوب .



شكل (٥٠) النافذة التى تظهر عند تنشيط أداة البحث

١٧- أداة الماكروز :

هذه الأداة يتم استخدامها وذلك لتصميم عناصر غير موجودة فى مكتبة البرنامج وبعد ذلك يتم أدراجها للاستعمال .

١٨- أداة المساعدة Help :

هذه الأداة مهمة للمساعدة فى فهم ما قد يعترض المصمم من أسئلة يمكن الاجابة عليها من خلال اداة المساعدة . فمثلا عندما نقوم بفتح ملف من الملفات الموجودة فى البرنامج وربما نجد عنصر على الدائرة ولكن لا ندرى ما هو بالتأكيد أو نريد أن نعرف عنه أكثر فكل

ما علينا فعله فى هذه اللحظة هو تنشيط اداة المساعدة حيث سيظهر لنا مستطيل صغير ذو رأس حاد جهة الاسفل وبداخله علامة استفهام حيث نقوم بوضعه على العنصر فى الدائرة والذى نريد أن نعرف عنه شرحا أكثر ثم نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة حيث ستظهر لنا نافذة معلومات عن العنصر المراد معرفة معلومات أكثر عنه .

١٩- أداة رسم الدائرة المطبوعة Trax Maker :

أن هذه الأداة تساعدنا على عمل الدائرة المطبوعة . حيث أنه بعد الانتهاء من تصميم الدائرة ومحاكاتها على البرنامج عندها نقوم بعمل الدائرة المطبوعة .

٢٠- تحريك عنصر فى دائرة :

نحتاج احيانا لتحريك عنصر وحيد ما فى اتجاه اليمين أو اليسار أو للاعلى أو للاسفل ولاتمام ذلك فأننا نقوم باختيار العنصر باستخدام الاسهم الموجودة على لوحة المفاتيح حيث يستخدم السهم العلوى ↑ وذلك لتحريك العنصر الى الاعلى وبمسافة نقطة واحدة One Pixel وكذلك الامر بالنسبة للسهم السفلى حيث يحرك العنصر بمسافة نقطة واحدة للاسفل إما السهم الايمن فيحرك العنصر جهة اليمنى نقطة واحدة أما السهم اليسار فيحرك العنصر أيضا لمسافة واحدة جهة اليسار.

الدوائر المطبوعة

تحول الدائرة التخطيطية Schematic Diagrams إلى دوائر الكترونية مطبوعة طباعة الطبقات المكونة منها الدائرة المطبوعة تمهيداً لعملها فى المعمل .

فى الجزء السابق تمت دراسة بعض التطبيقات العملية وذلك عن طريق تحليل وتصميم الدائرة ثم عمل الدائرة التخطيطية اللازمة لتنفيذ ذلك التصميم وإظهاره إلى حيز الوجود كدائرة تعمل . الخطوة التالية بعد عملية إختبار الدائرة الإلكترونية عن طريق البرنامج والتأكد من صحة عملها هى تحويل هذه الدائرة إلى دائرة إلكترونية مطبوعة عن طريق برنامج الرسم بحيث يمكن بعد ذلك تحويل هذه الدائرة إلى منتج للسوق بطريقتين :

الطريقة الأولى : عن طريق أجهزة خاصة ومتطورة تقوم بأخذ الدائرة المطبوعة وتحولها أتوماتيكيا إلى دائرة مطبوعة وتقوم أيضا بعمل ثقوب بها ومن ثم وضع العناصر الإلكترونية اللازمة بها ولحامها ومن ثم استخدام الدائرة التى حصلنا عليها فى تطبيقات عملية فى الحياة ، وهذا يتم فى المصانع التى تقوم بإنتاج الدوائر الإلكترونية المطبوعة لمختلف الأجهزة الإلكترونية وحسب مواصفات خاصة وعلى نطاق واسع Mass Production

أما الطريقة الثانية: فتتم بأخذ الدائرة المطبوعة التى حصلنا عليها من برنامج الرسم فى المعمل بحيث يتم تصويرها على لوحة نحاسية ثم باستخدام أحماض خاصة يتم التخلص من النحاس الزائد من على اللوحة أما بقية النحاس الموجود على اللوحة فيمثل مسارات التوصيل على الدائرة بين مختلف العناصر والمكونات الإلكترونية أو بمعنى آخر أن النحاس المتبقى على اللوحة هو نسخة من الدائرة المطبوعة التى حصلنا عليها من البرنامج .

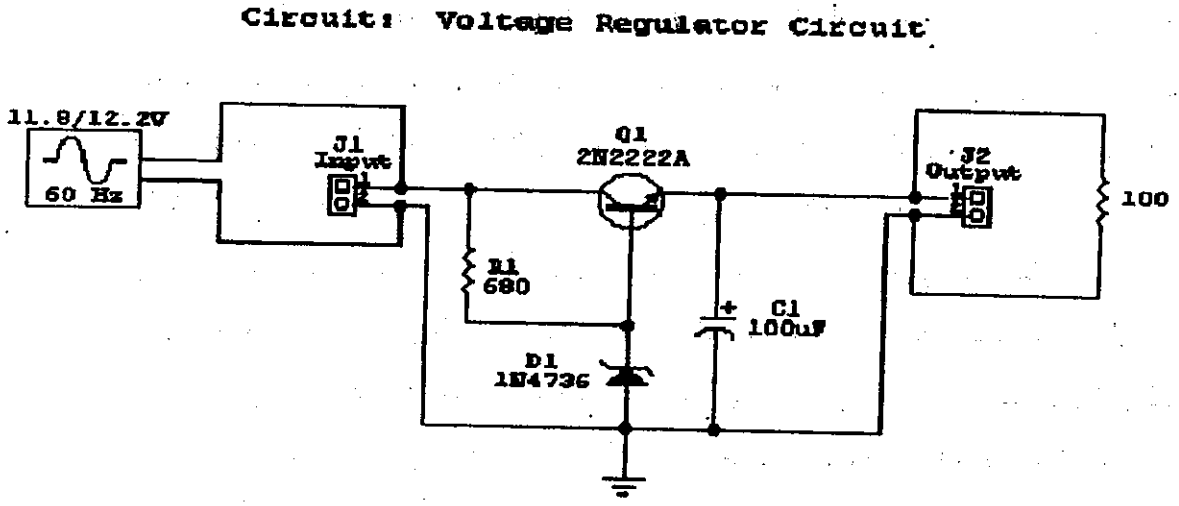
تحويل الرسم التخطيطى إلى دائرة مطبوعة :

لتحويل الدائرة التخطيطية Schematic Diagram إلى دائرة مطبوعة سنقوم بدراسة مثال عملى يوضح ذلك خطوة خطوة كما يلى :

١ – فى البداية يجب أن يكون لدينا دائرة تخطيطية قد تم بناؤها باستخدام برنامج الرسم CircuitMaker حيث يتم تحويل هذه الدائرة باستخدام أداة تحويل الدوائر التخطيطية إلى دائرة مطبوعة

وفى هذا المثال سنقوم بفتح ملف موجود فى البرنامج لدائرة منظم جهد Voltage Regulator Circuit واسم هذا الملف *PCB,CKT* وكما هو مبين فى الشكل (١).

Circuit : Voltage Regulator Circuit



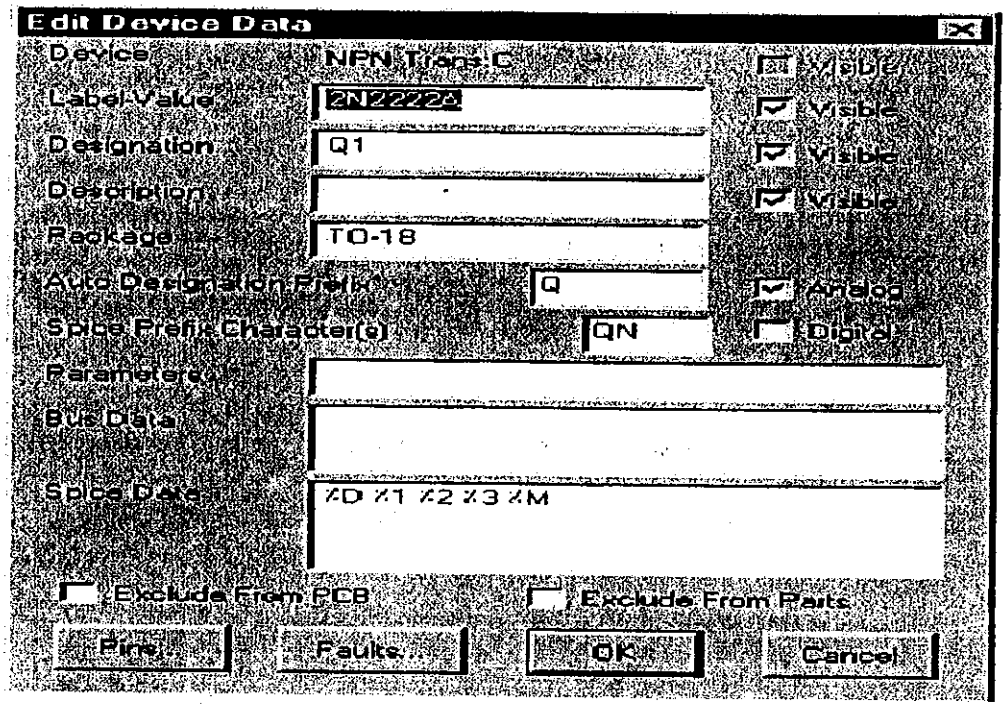
شكل (١) الدائرة التخطيطية لمنظم الجهد

٢ - بعد فتح الملف فى الخطوة الأولى نحتاج فى الخطوة التالية إلى تكوين قائمة تسمى Netlist تحتوى على سلسلة من النقاط (أى نقاط التوصيل للعناصر المختلفة) والعناصر والمسارات المختلفة والتى يسترشد بها برنامج TraxMaker لرسم الدائرة المطبوعة .

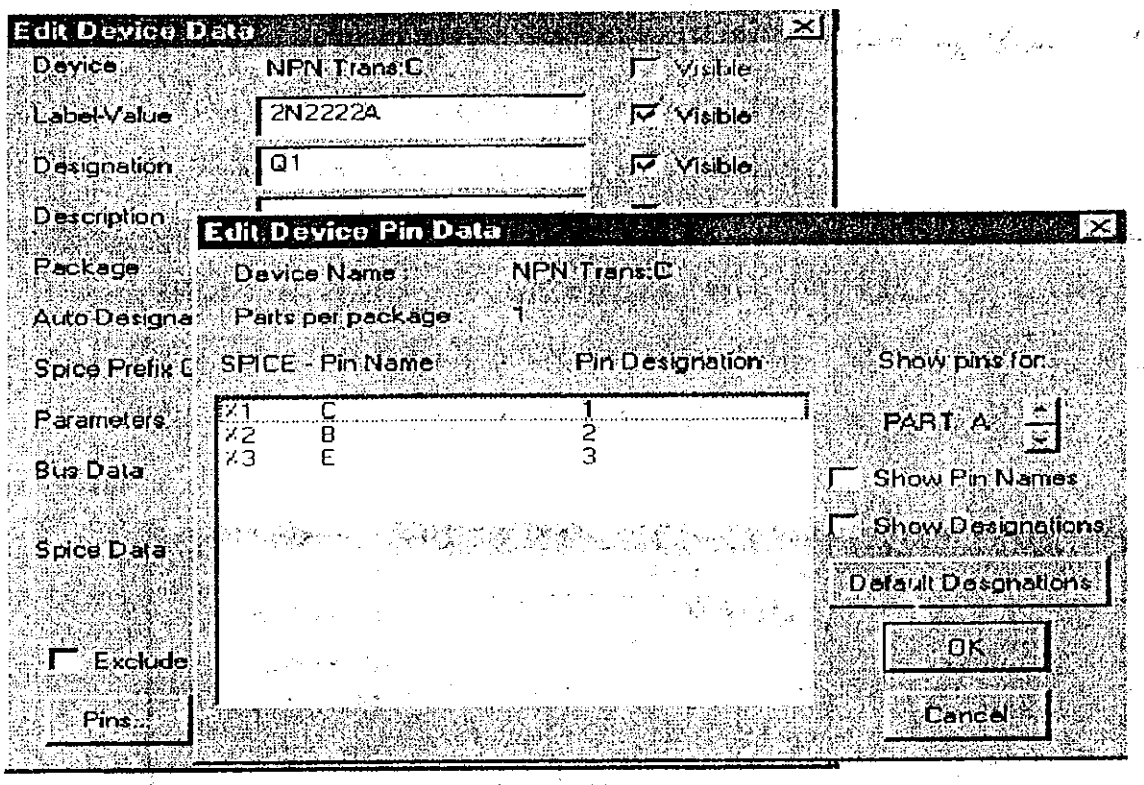
٣ - كل عنصر فى الدائرة الموضحة فى شكل (١) يجب أن يكون له قيمة أسمية تدل عليه وتسمى Label – Value مثل أن يظهر فى الدائرة التخطيطية السابقة الترانزستور قيمته الأسمية هى الرقم الذى عن طريقه يمكننا عن طريقه الحصول على هذا الترانزستور وفى هذا المثال N222A2 كذلك يجب أن يكون له اسم يدل عليه Designation مثل Q_1 كما يجب أن يكون له اسم العائلة أو الفصيلة Package التى ينتمى إليها فمثلا فى هذه الحالة لدينا بالنسبة للترانستور TO-18 كما يجب أن يكون لهذا العنصر فى الدائرة أطراف حيث أنه فى حالة الترانزستور لدينا ثلاثة أطراف وهى المجمع Collector والقاعدة Base والباعث Emitter الشكل (٢) يوضح نافذة بيانات الترانزستور الموجودة فى الدائرة التخطيطية السابقة

كما أن الشكل (٣) يوضح أطراف الترانزستور وذلك بعد الضغط على الاختيار Pins في أسفل نافذة بيانات الترانزستور والموضحة فى الشكل (٢) .

كما نلاحظ أن نافذة البيانات لمولد الإشارات وكذلك مقاومة الحمل ليست من ضمن ما نريد عمله فى الدائرة المطبوعة ولذلك ستجد أنه عند إظهار نافذة البيانات للمولد ومقاومة الحمل سنجد فى آخر النافذة كالتى فى الشكل (٢) والخاصة بكل منهما أننا استثنيناهما من الدائرة المطبوعة وكذلك من قائمة العناصر حيث أننا نجد أن المربعين الآخيرين فى النافذة التى فى شكل (٢) والخاصة بهما قد تم التأشير عليهما .

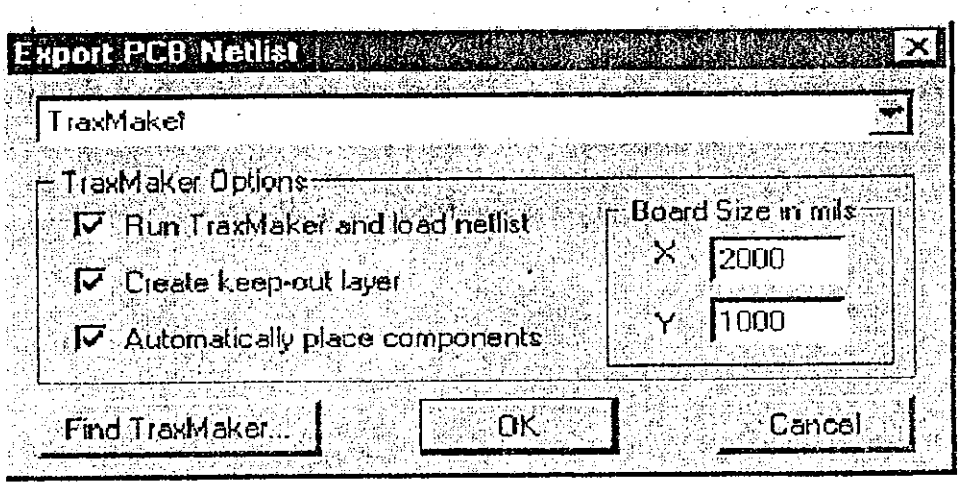


شكل (٢) نافذة بيانات الترانزستور



شكل (٣) نافذة بيانات أطراف الترانزستور

- الخطوة التالية هى تنشيط أداة تحويل الدوائر التخطيطية إلى دائرة مطبوعة وذلك بالنقر عليها بواسطة الفأرة حيث نحصل على النافذة الموضحة فى الشكل (٤) .



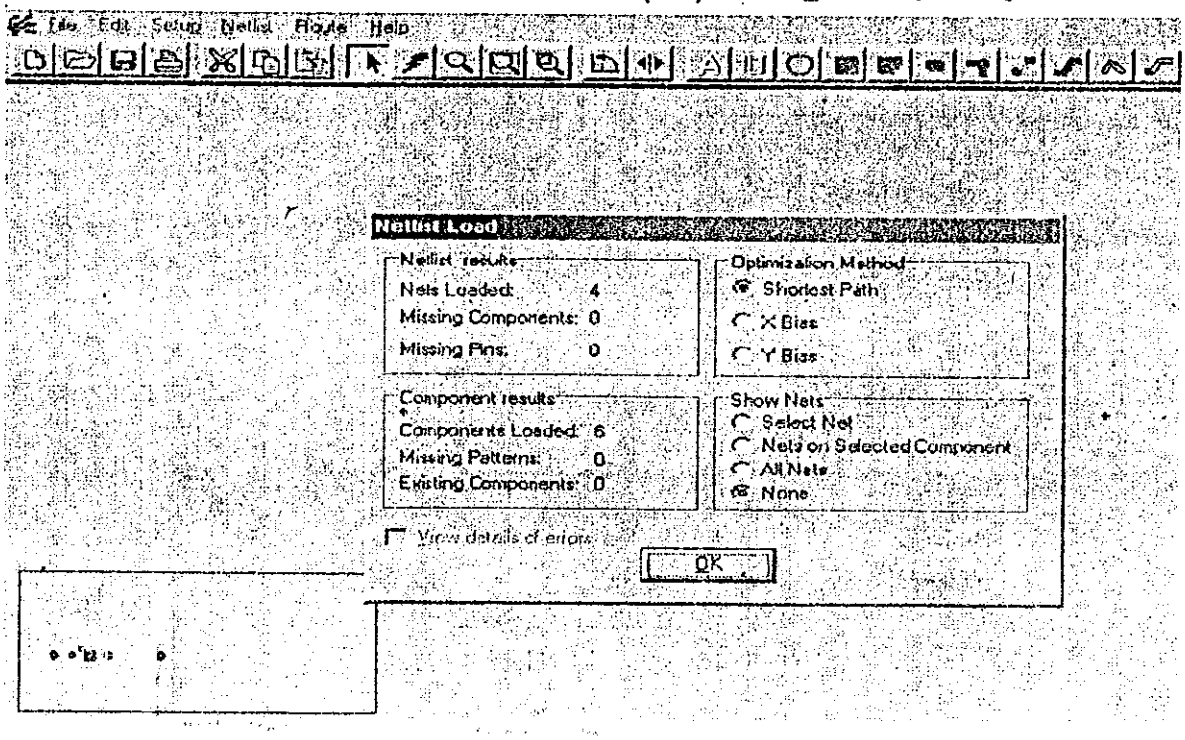
شكل (٤) النافذة التى نحصل عليها بعد تنشيط أداة الحصول على الدائرة المطبوعة

هنا نقوم بتعديل مقاسات اللوحة التي نريد الحصول عليها حيث نرى فى الشكل (٤) أننا أدخلنا القيمة X = 2000 mil للإحداثى السينى Y = 1000 mil للإحـداثى الصادى في النافذة السابقة حيث أن 1 mil = 0.001 inch = 0.0254 mm أى أنه وحدة قياس لأبعاد اللوحة المطبوعة المرغوب الحصول عليها

هنا لا بد أن لا ننسى من أن الخيارات الموجودة في الشكل (٤) مؤشر عليها .

٥- بعد الضغط على الإختيار OK فى النافذة السابقة فإن برنامج TraxMaker سوف يقوم بإظهار نافذة جديدة بغية حفظ القائمة netlist وذلك باستخدام اسم الملف السابق ولكن بالامتداد الجديد وهو ***PCB.net*** وهنا نقوم بالنقر علـى الاختيـار Save أى حفظ الملف .

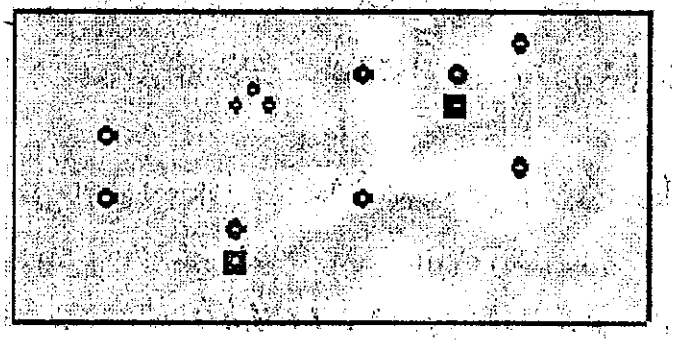
٦- الخطوة التالية هى أن برنامج TraxMaker سوف يقوم بإظهار شاشة رسم الدائرة المطبوعة الموضحة فى الشكل (٥) .



شكل (٥) شاشة رسم الدائرة المطبوعة

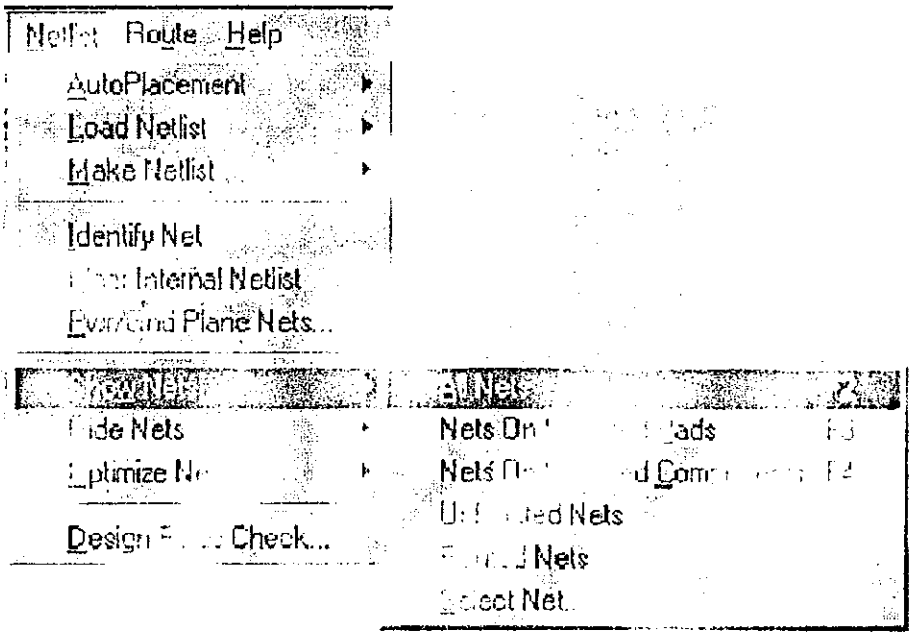
هنا تظهر النافذة التى فى الشكل السابق وفيها تقرير عن عدد العناصر التى فـى الدائرة حيث نقوم بالنقر على الاختيار Okحيث تظهر لنا عناصر الدائرة المطبوعـة بشكل أفضل من السابق وكما هو موضح فى الشكل (٦) نلاحظ أيضا انـه يوجـد

نافذة صغيرة فى الجزء السفلى الأيسر من شاشة الرسم فى الشكل (٥) ويظهر فيها عناصر الدائرة المطبوعة ولكن موضوعه بصورة يصعب فهمها كما هو موضح فى الشكل السابق (٥).



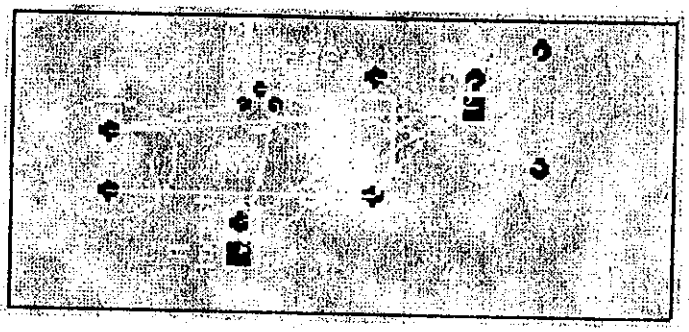
شكل (٦) الدائرة المطبوعة بعد النقر على الاختيار OK فى النافذة

٧- الخطوة التالية هى أننا نذهب الى اختيار قائمة الشبكة Netlist ونقوم بالنقر عليه ثم نختار All Nets كما هو موضح فى الشكل (٧) .



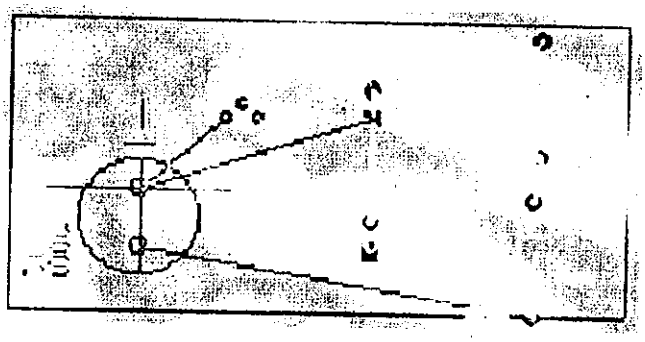
شكل اختيار قائمة الشبكة

٨- بعد النقر على الخيار السابق فى الشكل (٧) سيقوم البرنامج بمحاولة الحصول على أقصر مسار بين العناصر المختلفة بحيث نحصل على الدائرة المطبوعة الموضحة فى الشكل (٨) .



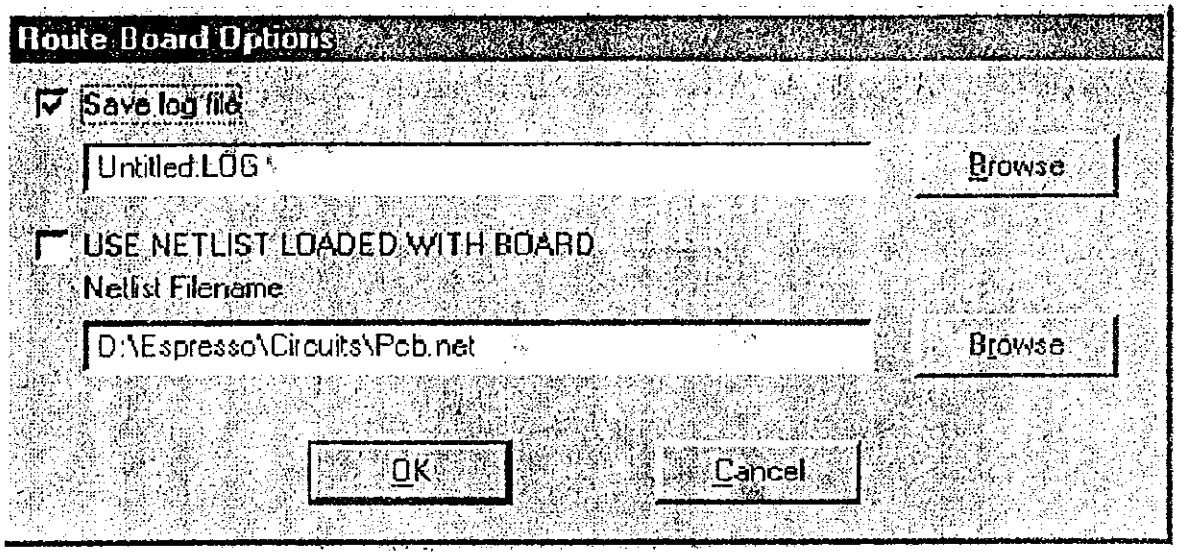
شكل (٨) الدائرة وفيها المسارات موضحة بين العناصر

٩- هنا يمكننا التدخل بعض الشئ بحيث يمكن تحريك بعض العناصر إلى أماكن مختلفة وذلك بالنقر على العنصر المطلوب بزر الفأرة الأيسر واستمرار الضغط مع التحريك بحيث تصبح اللوحة المطبوعة كما هو موضح فى الشكل (٩) .



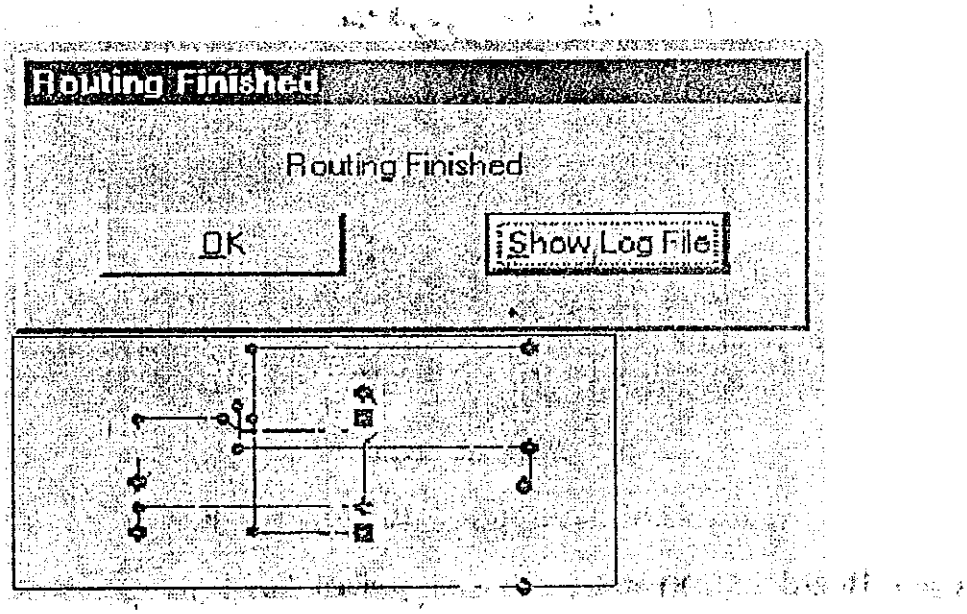
شكل (٩) الدائرة المطبوعة بعد تحريك بعض العناصر فيها

اذهب إلى خيار توصيل العناصر Route وتختار الاختيار Board وعندها سنحصل على النافذة الموضحة فى الشكل (١٠) .



شكل (١٠) اللوحة المطبوعة بعد التوصيل بين العناصر

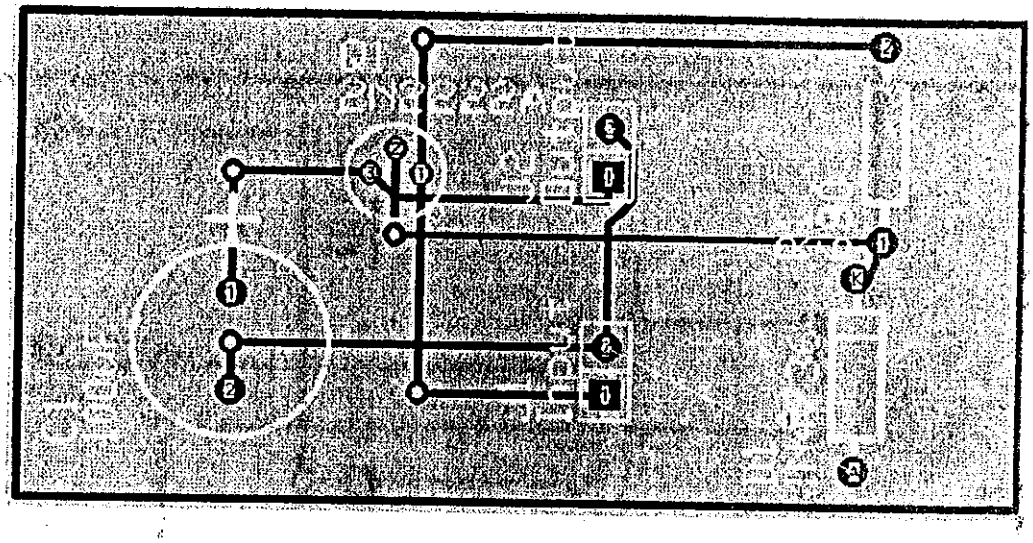
هنا نقوم بالنقر على الاختيار OK وعندها نحصل على الدائرة المطبوعة الموضحة في الشكل (١١) .



شكل (١١) الدائرة الإلكترونية المطبوعة

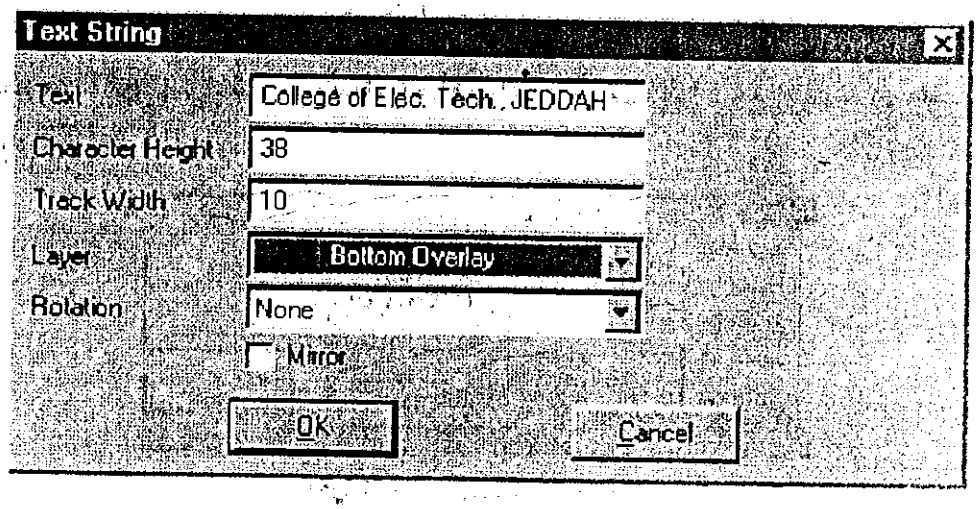
وكما نرى من الشكل السابق أن هناك نافذة تفيد أن عملية التوصيل قد تمت بنجاح .

بعد ذلك نذهب إلـى اختيـار التكبيـر Zoom ومنـه نختـار Fit Board to Window وعندها نحصل على اللوحة المطبوعة المبينة فى الشكل (١٢) .



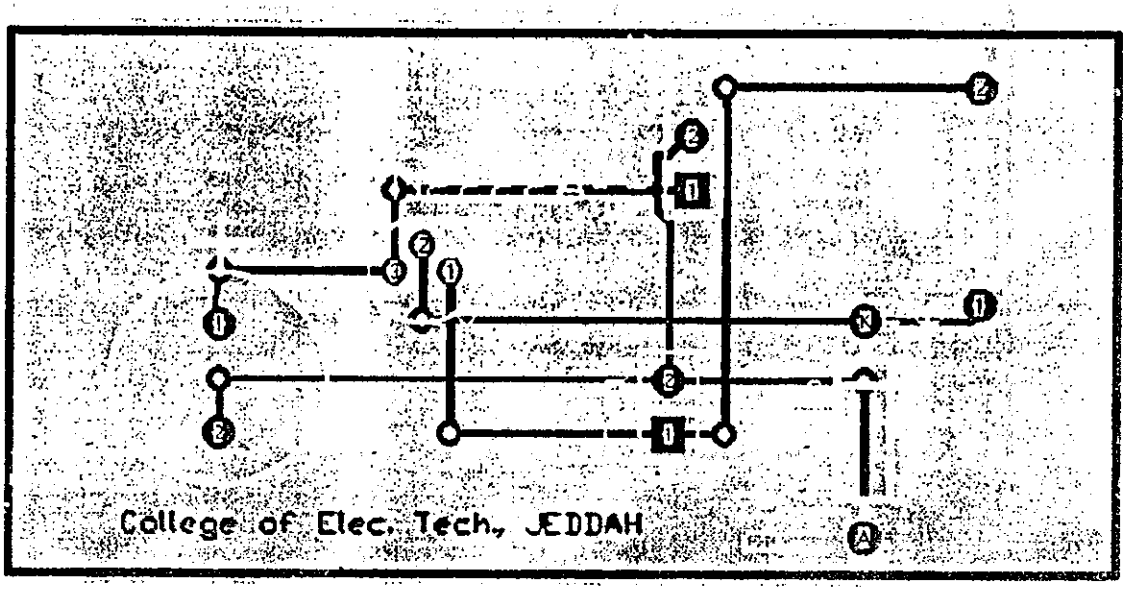
شكل (١٢) اللوحة المطبوعة بعد التكبير

١١- الخطوة التالية هى كتابة بعض المعلومات على اللوحة المطبوعة مثل الاسم أو اسـم الكلية حيث نقوم باختيار Edit ومنه نختارPlace ومن ثم نختـار Text String وعندها نحصل على النافذة المبينة فى الشكل (١٣) .



شكل (١٣) النافذة التى تظهر عند اختيار Text String

بحيث يمكن كتابة أى شئ نريده بالإضافة إلى لون الطبقة العليا وهل نرغب فـــى أن تكون الكتابة ملفوفة بزاوية أو مقلوبة وهكذا بحيث تظهر اللوحة المطبوعة فى النهاية كما هو مبين فى الشكل (١٤) .

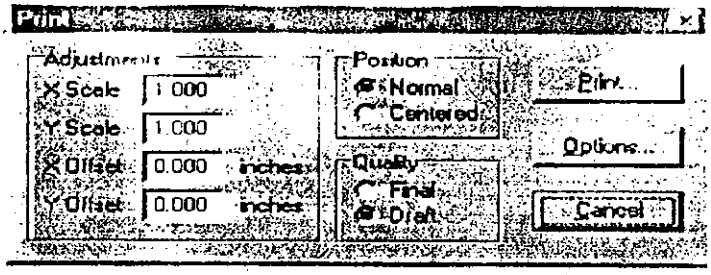


شكل (١٤) اللوحة المطبوعة بعد الكتابة عليها

طباعة اللوحة المطبوعة

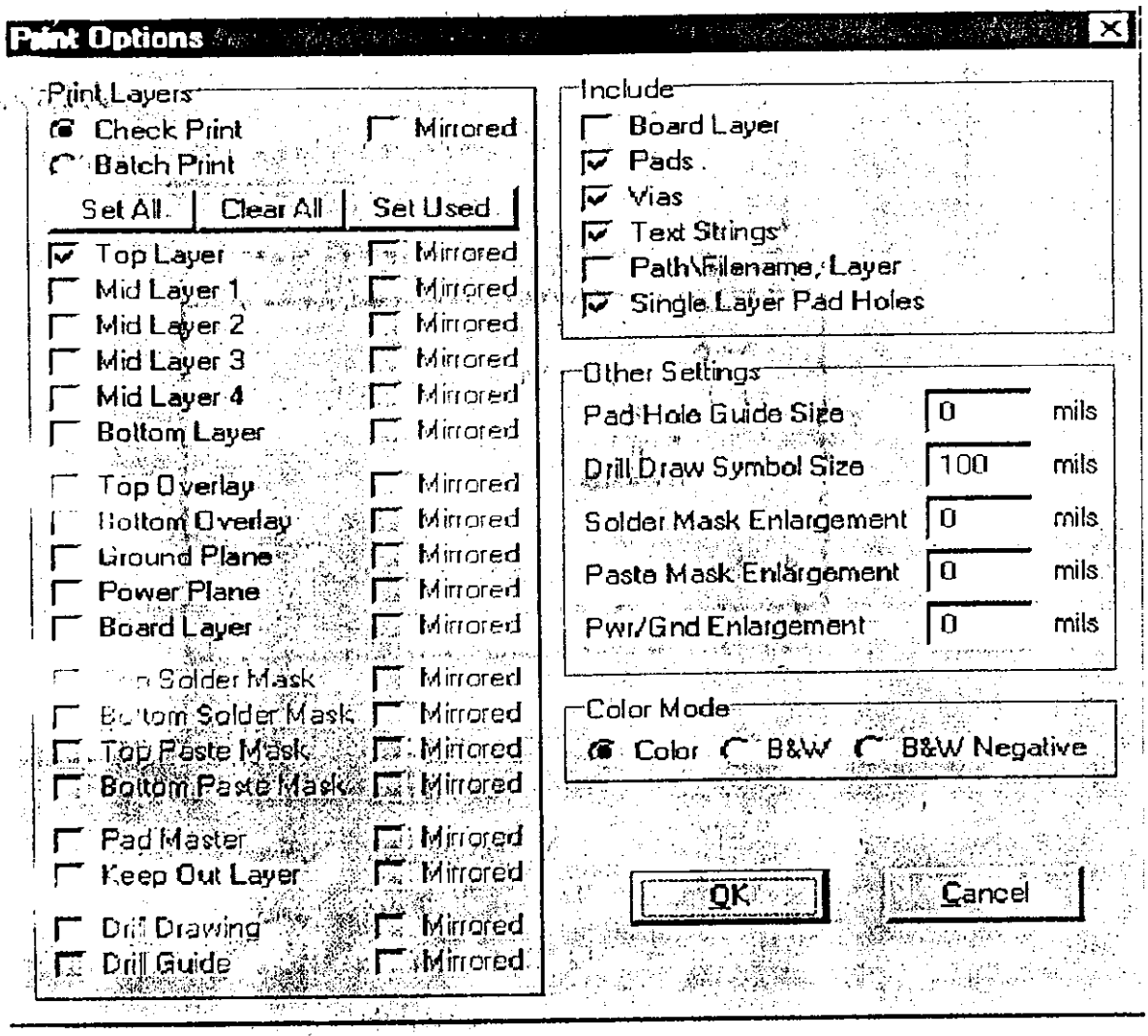
عندما نرغب فى طباعة الدائرة المطبوعة فاننا نتبع الخطوات التالية :

١ - نذهب الى قائمة ملف ثم نختار امر الطباعة فنحصل على النافذة المبينة فى الشكل (١٥)



شكل (١٥) نافذة الطباعة

نقوم باختيار Options وهنا تظهر النافذة المبينة فى الشكل (١٦) .



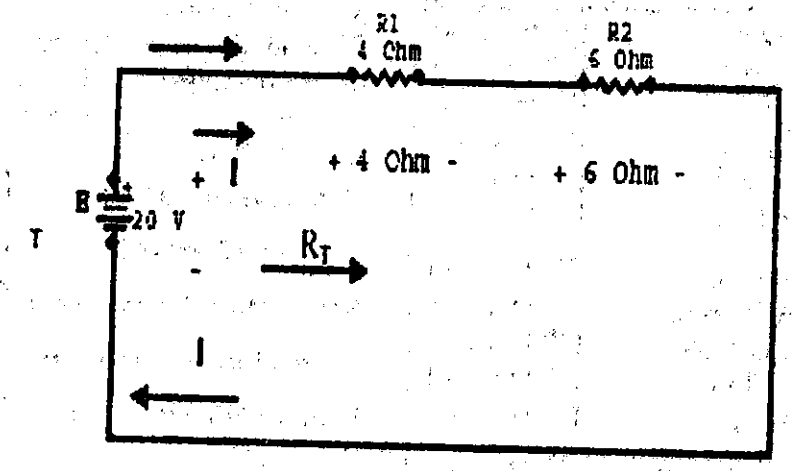
شكل (١٦) نافذة طباعة الطبقات فى اللوحة المطبوعة

من النافذة المبينة فى الشكل السابق يمكن طباعة طبقات اللوحة المطبوعة ويمكن تجربة ذلك على الحاسب.

تطبيقات عملية

تمرين الاول:

رسم دائرة مكونة من بطارية و مقاومتين على التوالي



العناصر المطلوبة لتكوين الدائرة:

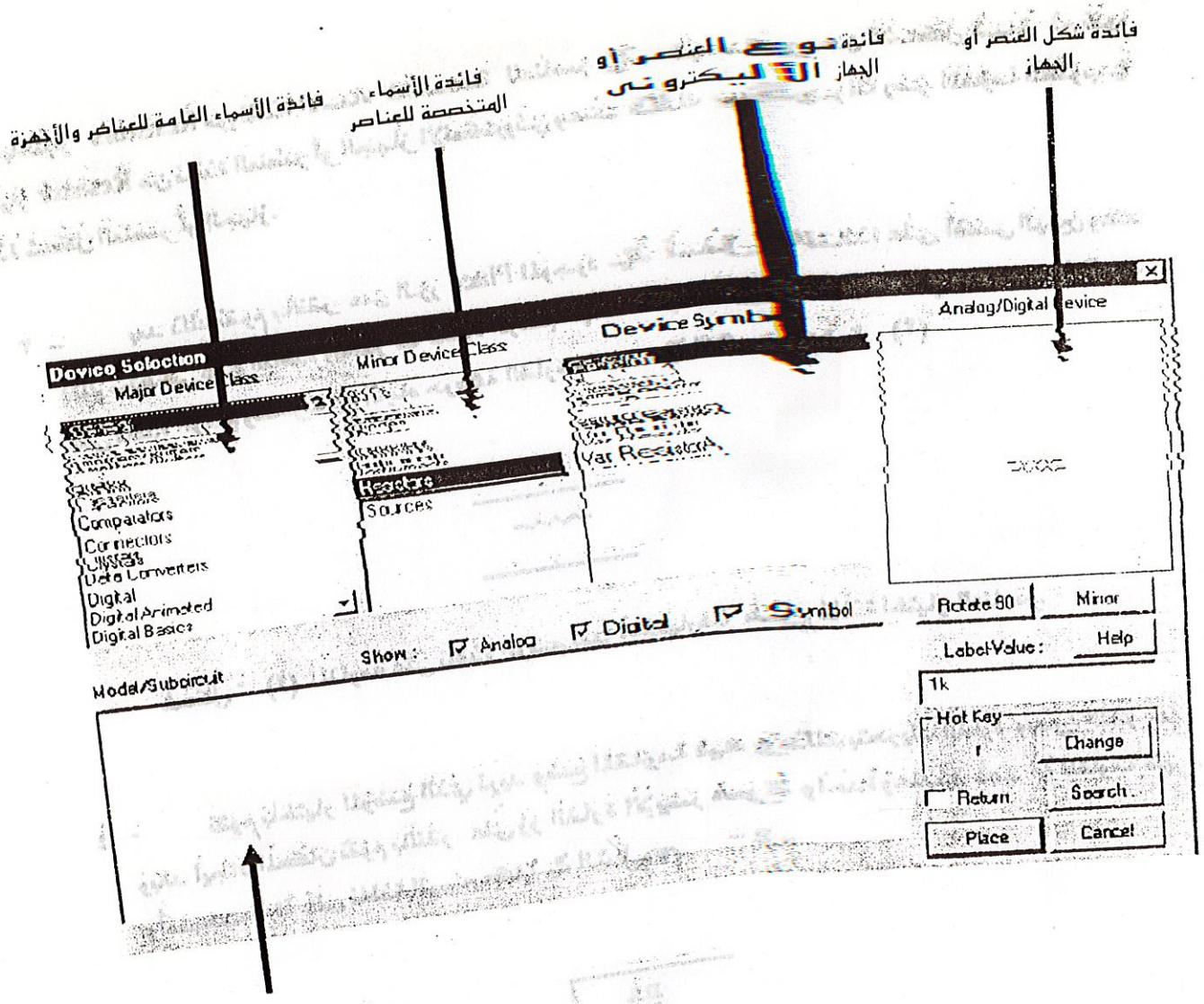
- بطارية Battery بقيمة ٢٠V
- مقاومة Resistor بقيمة 4Ω
- مقاومة Resistor بقيمة 6Ω
- أرضي GROUND.

خطوات بناء الدائرة عملياً على برنامج الرسم:

لبناء الدائرة السابقة فإننا نقوم باتباع الخطوات التالية:

١ – نقوم بتشغيل برنامج الرسم الإلكتروني Circuit Maker ٦ Pro وكما سبق شرح ذلك في كتاب.

٢ – نقوم بالنقر على زر القطع والعناصر الإلكترونية الموجود في شريط الأدوات وعند ذلك تظهر لنا نافذة إختيار العناصر كما هو مبين في شكل (١) على النحو التالي :

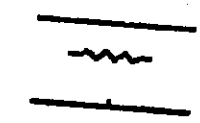


شكل(١)

نافذة اختيار العناصر أو الأجهزة الألكترونية.

نقوم باختيار Resistors من نافذة الاسماء المتخصصة للعناصر في اليسار من الشكل السابق ثم نقوم باختيار Resistor من نافذة العنصر أو الجهاز الإلكتروني وعند ذلك يظهر لك رمز المقاومة المطلوب في نافذة شكل العنصر أو الجهاز.

٣ - بعد ذلك نقوم بالنقر على الزر Place الموجود في أسفل النافذة على أقصى اليمين وعند ذلك ستختفي هذه النافذة وتظهر لنا نافذة الرسم حيث نجد أن المقاومة التي تم اختيارها ظهرت على نافذة الرسم وتتحرك مع اتجاه حركة الفارة كما في الشكل ٣ (٢)

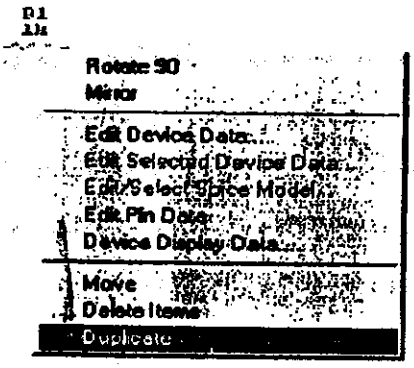


شكل (٢) المقاومة على نافذة الرسم بعد اختيارها من نافذة اختيار العناصر.

٤ - نقوم باختيار الموضع الذي نريد وضع المقاومة فيه وذلك بتحريك الفارة وبدون النقر على وبعد ايجاد المكان نقوم بالنقر على زر الفارة الأيسر مرة واحدة وعندئذ نجد ان المقاومة ظهرت وأصبحت ثابتة على نافذة الرسم كما في الشكل(٣) -٤.

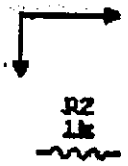
شكل (٣) المقاومة بعد الضغط على زر الفارة الأيسر.

نقوم بالضغط على المقاومة عن طريق الزر الأيسر للفارة حيث نلاحظ ان لون المقاومة تحول من اللون الأسود إلى اللون الأحمر. بعد ذلك ومؤشر الفارة على المقاومة نقوم بالضغط على زر الفارة الأيمن حيث نلاحظ أن النافذة التالية ظهرت لنا كما في الشكل (٤)



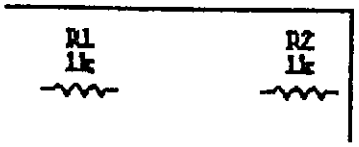
شكل (٤) النافذة التي تظهر بعد النقر على المقاومة بزر الفارة الأيمن.

٦ - حيث أننا نحتاج لمقاومتين في الدائرة لذا نختار من النافذة التي ظهرت لنا Duplicate وعند ذلك تظهر لنا مقاومة جديدة أخرى على نافذة الرسم كما في الشكل ٣ (٥)



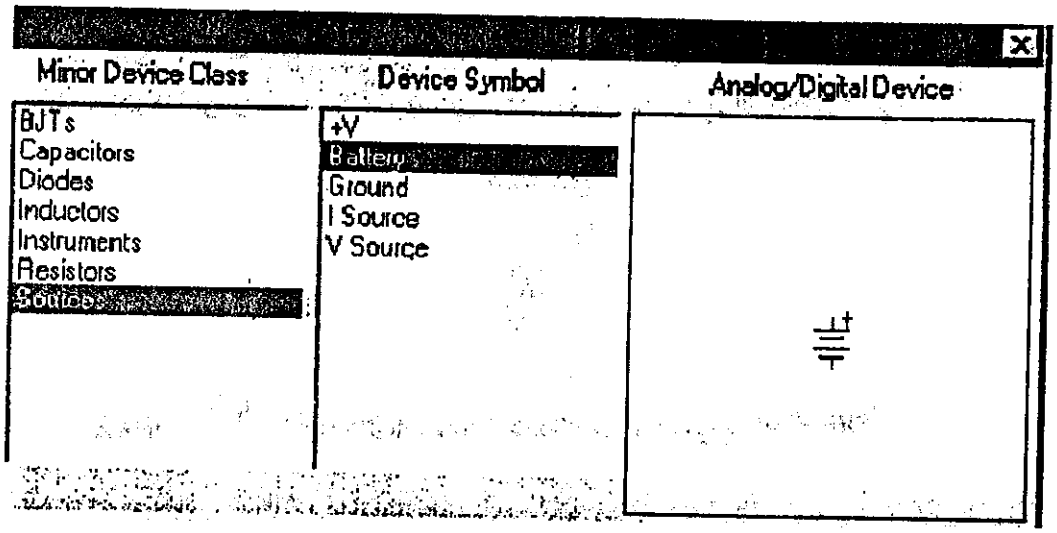
شكل ٣ (٥) المقاومة الثانية بعد الضغط على الاختيار Duplicate.

٧ - بعد النسخة الثانية من المقاومة الأولى والمسماة باسم R٢ نقوم بالضغط على المقاومة عند ذلك سيختفي السهمان المقلوبان (شكل ٣ (٥) تبقى المقاومة. عندئذ نقوم بالنقر على هذه المقاومة وتحريكها حتى تصبح في وضع أفقي مع المقاومة السابقة R_1 وكما يظهر في الشكل ٣ (٦)

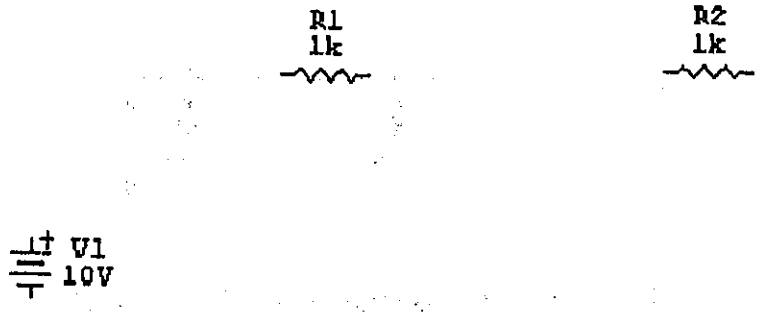


شكل ٣ (٦) مقاومتان R_1 و R٢ بعد ضبط تعديل وضع المقاومة R_1.

٨ بعد ذلك نقوم بتكرار الخطوة رقم ٢ وذلك بالضغط مجدداً على زر القطع والعناصر الالكترونية ولكن في هذه المرة نقوم باختيار Source من النافذة الثانية من نافذة اختيار العناصر ثم إختيار Battery من النافذة الثالثة في نفس النافذة كما هو موضح في شكل ٣ (٧) حيث أنه بالنقر على الزر Place فإن نافذة اختيار العناصر تختفي وتظهر البطارية على نافذة الرسم وتتحرك مع حركة الفارة من غير ضغط على أي من أزرة الفارة. وعند هذه الخطوة نقوم بتحديد مكان البطارية على نافذة الرسم ثم نقوم بالضغط على زر الفارة الأيسر وكما هو موضح في الشكل ٣ (٨)

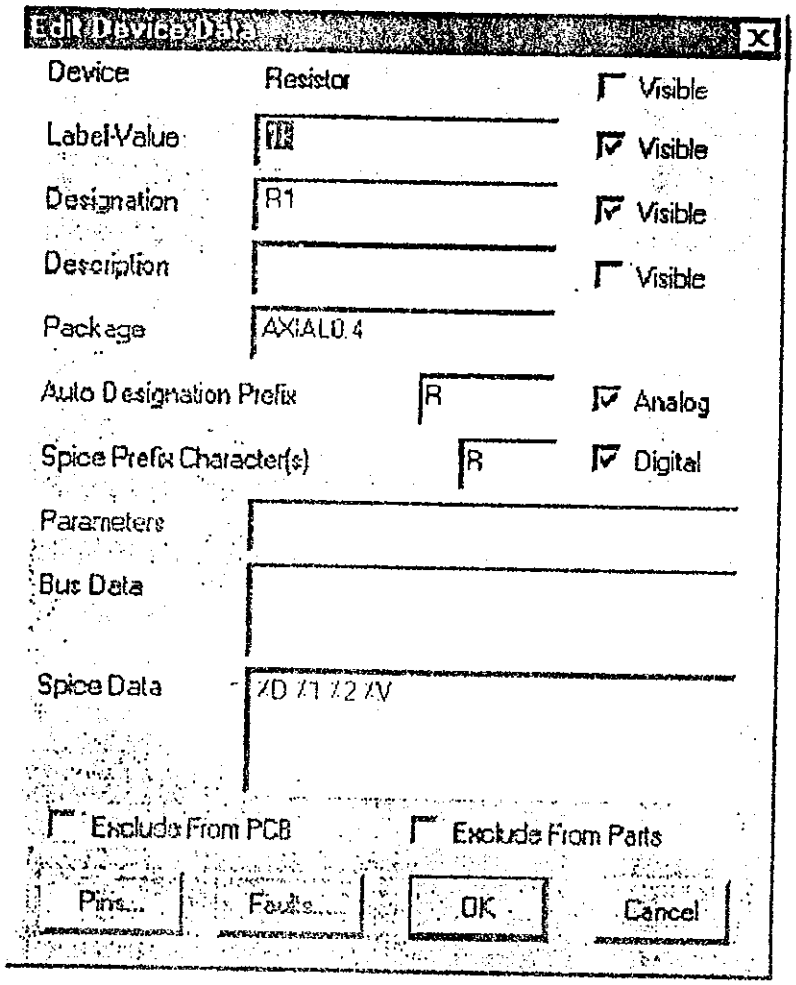


شكل ٣ (٧) تيار البطارية من نافذة العناصر



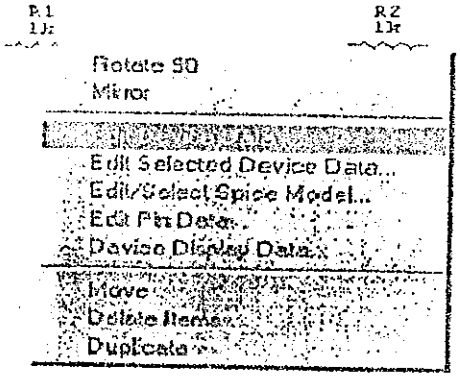
شكل ٣ (٨) ناصر الدائرة بعد اختيار البطارية.

٩ - بعد تحديد وضع البطارية والضغط على زر الفارة الأيسر نجد أن البطارية أصبحت ثابتة في المكان المحدد كما في الشكل ٣ (٨) كذلك نجد أن شكل مؤشر الفارة أصبح على شكل سهم. عند ذلك نقوم بالضغط مرتين متتاليتين على المقاومة الاولى وذلك باستخدام زر الفاره الأيسر وعند ذلك نجد أن نافذة تعديل بيانات العنصر الالكتروني قد ظهرت كما هو موضح بهاته شكل : (٩)



شكل (٩) نافذة تعديل بيانات العنصر الالكتروني

او يمكن عمل ذلك ايضا وذلك بزر الفارة الأيمن على المقاومة الأولى وكما سبق شرحه. حيث نجد أن لون المقاومة قد تحول إلى اللون الأحمر وأن النافذة الموضحة في الشكل (١٠) قد ظهرت.

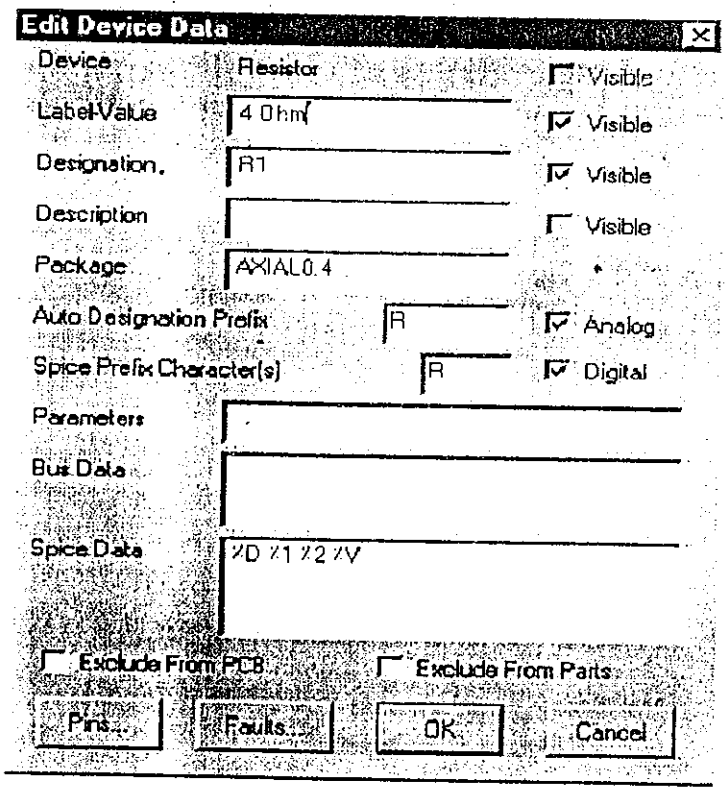


شكل (١٠) النافذة التي تظهر بعد الضغط على المنسر بزر الفارة الايمن.

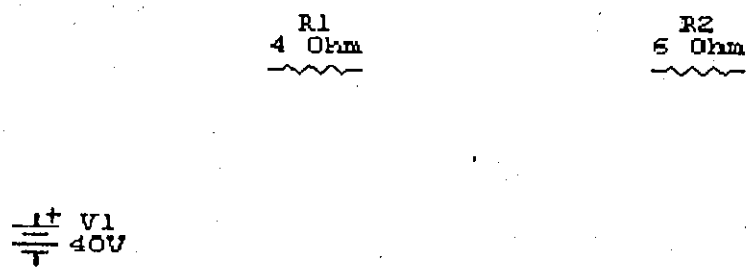
عند ذلك نقوم باختيار ...Edit Deviee Data وعند ذلك ستظهر لنا النافذة الموضحة في شكل ٣ (٩) ره اخرى. وعند ذلك نقوم بتعديل وضع بيانات العنصر وهو المقاومة الأولى في هذه الخانة حيث نقوم بتعديل قيمة المقاومة الأولى وذلك بالتعديل في خانة Label-Value الى Ohm ؛ وعندما نريد إظهار قيمة المقاومة يجب ان نتأكد من ان المربع الصغير المقابل ل Label-Value مؤشر عليه بعلامة صح وكذلك في حالة الرغبة في إظهار اسم المقاومة فإننا يجب أن نتأكد من أن الخانة المقابلة ل Designation على اليمين مؤشر عليها بعلامة صح أيضاً وكما هو موضح في الشكل ٣ (١١)

١٠ - قم بتكرار الخطوة رقم ٩ بالنسبة للمقاومة الثانية ومصدر الجهدحيث نكون قد حصلنا على الشكل ٣ (١٢)

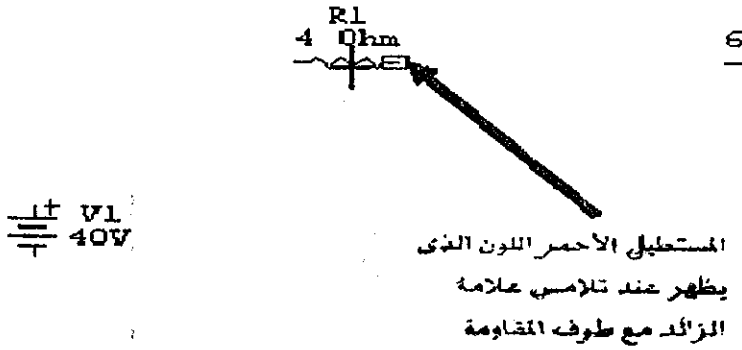
١١ - الخطوة التالية هي خطوة توصيل عناصر الدائرة بخطوط حيث يتم ذلك بالضغط على زر توصيل الخطوط بين عناصر الدائرة حيث ستظهر لنا علامة الزائد على نافذة الرسم وعند ذلك نجد أنه بتحريك الفارة (بدون الضغط على أي من أزرة الفارة) إلى بداية أحد المقاومات ولتكن المقاومة الأولى وعند تلامس علامة الزائد مع طرف المقاومة الأولى فإننا نرى مستطيلاً صغيراً أحمر اللون بدأ في الظهور كما هو موضح في شكل ٣ (١٣)



شكل ٣ (١١) : نافذة تعديل بيانات المقاومة الأولى بعد تعديل البيانات.

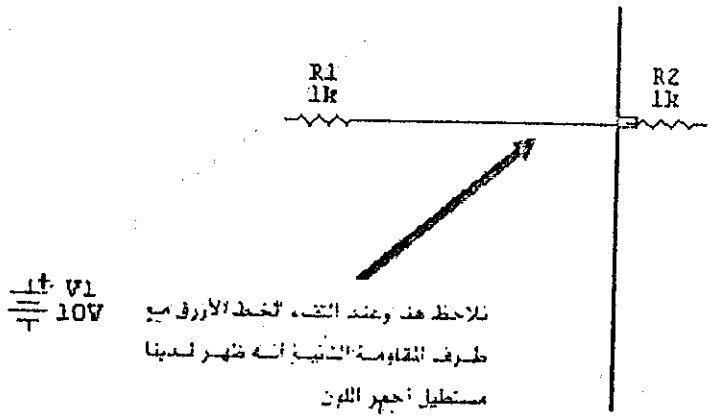


شكل ٣ (١٢) لعناصر بعد تعديل البيانات الخاصة بها.

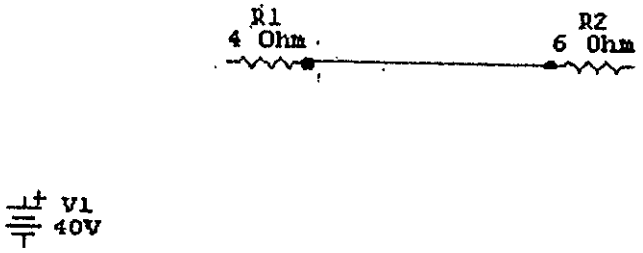


شكل ٠ (١٣) : المستطيل الذي يظهر عند تلامس علامة الزائد مع طرف المقاومة.

عند تلامس علامة الزائد وظهور المستطيل الأحمر كما هو موضح في شكل ١٤ نقوم عندها بالضغط على زر الفارة الأيسر مرة واحدة ثم نقوم بتحريك الفارة باتجاه المقاومة الثانية يمين المقاومة الأولى وذلك من أي مكان غير أي نقر على أي من أزرة الفارة حيث نجد أن هناك خطاً ازرق اللون بدأ في الظهور كما في الشكل ١٥. وعند انتهاء الخط الأزرق بطرف المقاومة الثانية نجد في المستطيل الأحمر بدأ في الظهور ثانية وعندها نقوم بالنقر مرتين متتابعتين بزر الفارة الأيسر وعندها تكون قد أتممنا توصيل المقاومتين وكما هو موضح في الشكلين ١٥ و ١٦.

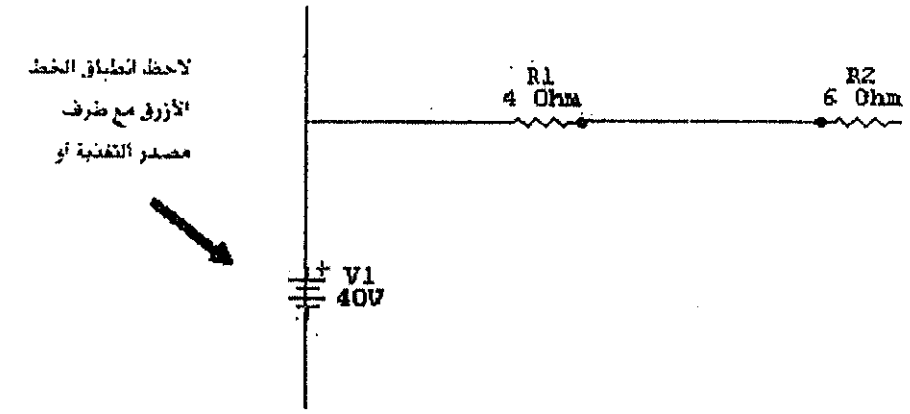


شكل ١٥: توصيل خط بين المقاومتين.

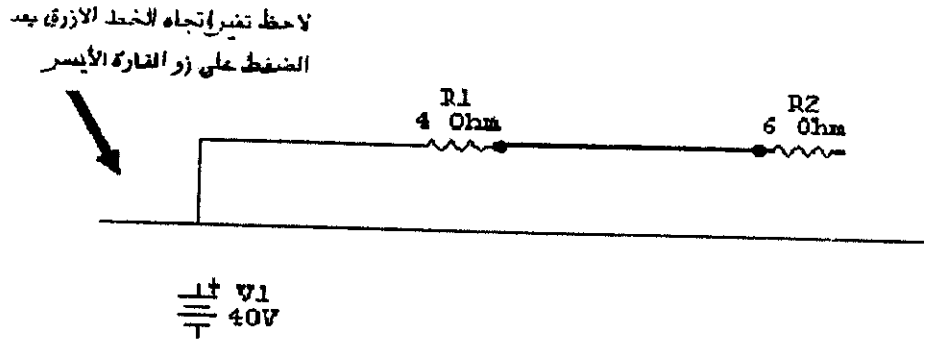


شكل ١٦: المقاومتان بعد التوصيل

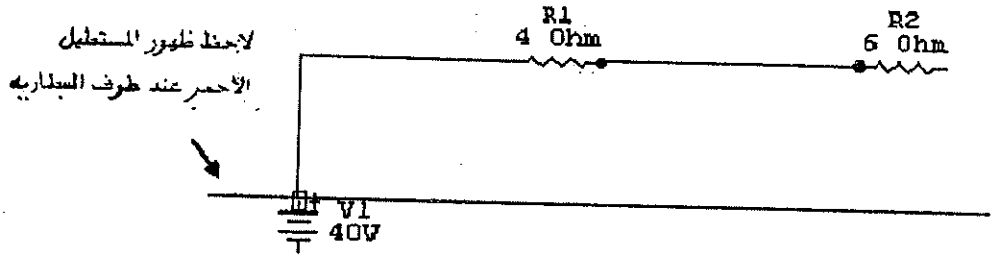
١٢ نقوم بتكرار نفس الخطوة رقم ١١ وذلك لتوصيل المقاومة الثانية بمصدر الجهد وكذلك الحال بالنسبة لتوصيل المقاومة الأولى بالطرف الموجب لمصدر الجهد. حيث أننا نقوم مثلاً بتحريك المؤشر أو الفارة إلى طرف المقاومة الأولى من الجهة اليسرى وسنجد المستطيل الأحمر قد ظهر وكما سبق شرحه سابقاً وعندها نقوم بالنقر مرة أخرى على زر الفارة الأيسر مرة واحدة ثم نتحرك باتجاه اليسار وعندما نجد أن الخط الأزرق بدأ ينطبق على طرف البطارية أو مصدر الجهد كما في الشكل ١٧٠ عندها نقوم بالضغط مرة واحدة بزر الفارة الأيسر وعندها سنجد أن الخط الأزرق غير اتجاهه من أفقي إلى عمودي كما هو موضح في الشكل ١٨. عندها نقوم بتحريك الفارة من غير ضغط إلى أن نصل إلى طرف مصدر الجهد عندها سنجد أن المستطيل الأحمر قد ظهر عندما تلامس طرف المصدر الموجب مع الخط الأزرق كما هو موضح في الشكل ١٩. بعد ذلك نقوم بالضغط مرتين على زر الفارة وعندها نحصل على الشكل ٢٠



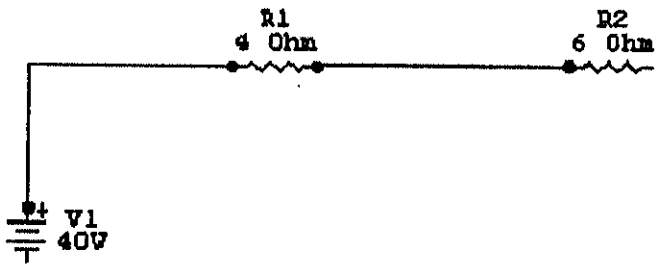
شكل ٣ ١٧: الخط الأزرق بعد انطباقه على طرف مصدر



شكل ١٨٠: الخط الأزرق بعد الضغط على زر الفارة الأيسر مرة واحدة.

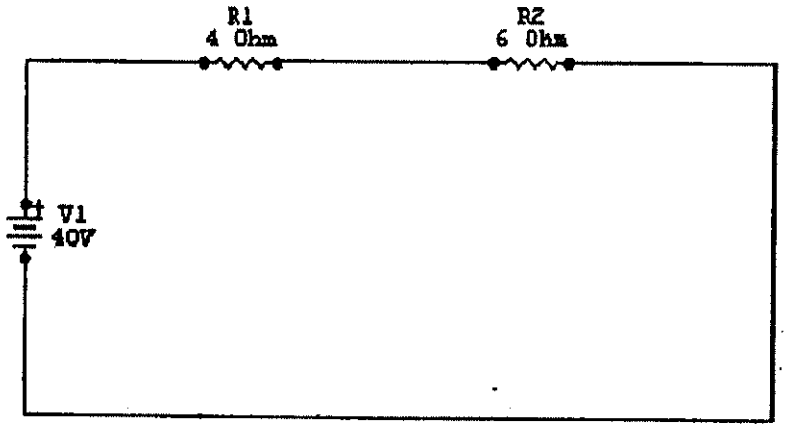


شكل ١٩: تلامس الخط الأزرق مع طرف مصدر الجهد.

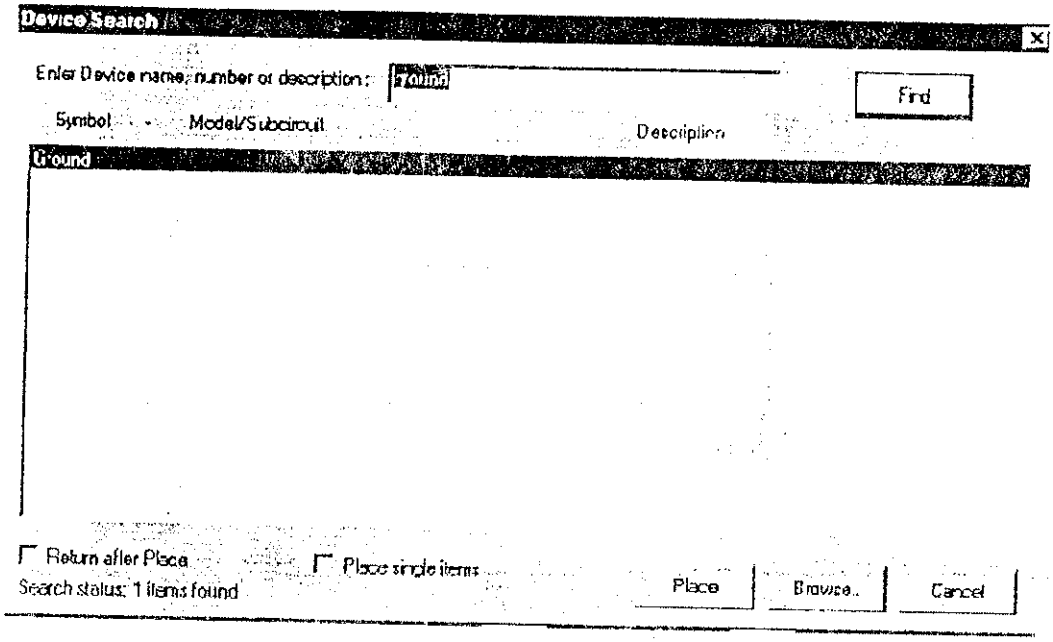


شكل ٢٠ : توصيل طرف المقاومة الأولى مع مصدر الجهد.

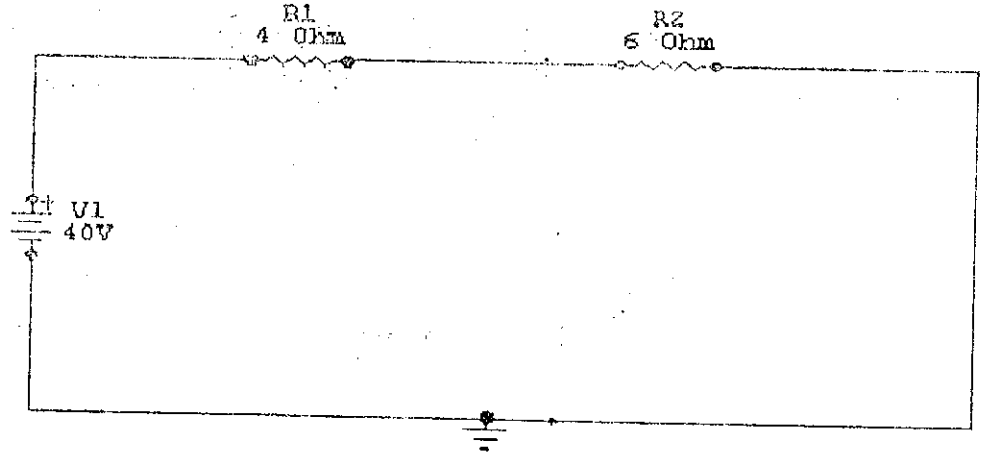
١٣ نقوم بتوصيل الدائرة المطلوبة وذلك بتكرار الخطوات ١١ و١٢ والى أن نحصل على الدائرة كاملة كما هو موضح في الشكل ٢١، مع ملاحظة أنه نحتاج لتاريض الدائرة حيث نقوم يمكن أن نعمل ذلك بطريقتين وهي أولا : نقوم باتباع الخطوة رقم ٢ وبدلاً من اختيار Battery نقوم باختيار أرضي Ground ثم نضع الأرضي في أسفل الدائرة أو نقوم بالضغط على زر البحث عن العناصر والأجهزة الإلكترونية حيث تظهر لنا النافذة الموضحة في شكل ٢٢ وذلك بعد كتابة كلمة ارضي (Ground) وبعد ذلك نقوم بالضغط على الزر Place حيث تختفي نافذة البحث ويظهر لنا رمز الأرضي حيث نقوم بتحريكه إلى أسفل الدائرة ثم نقوم بالضغط على زر الفارة الأيسر مرة واحدة عندها تبدو الدائرة كما هو مبين في الشكل ٢٣.



شكل ٢١ : الدائرة الإلكترونية بعد توصيلها.

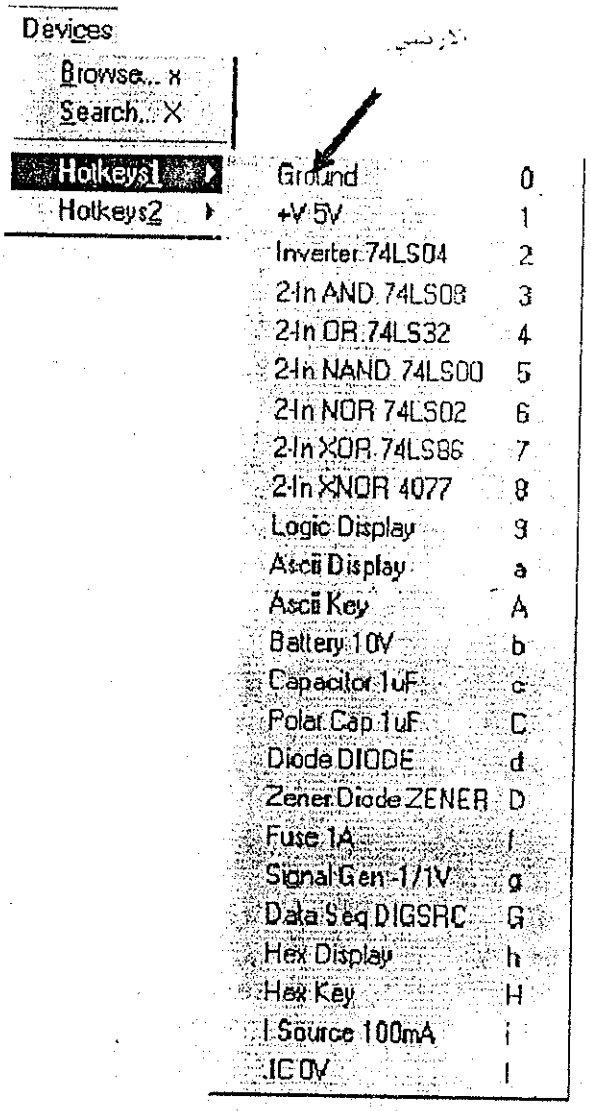


شكل ٢ ٢١ : نافذة البحث عن العناصر والأجهزة الإلكترونية.



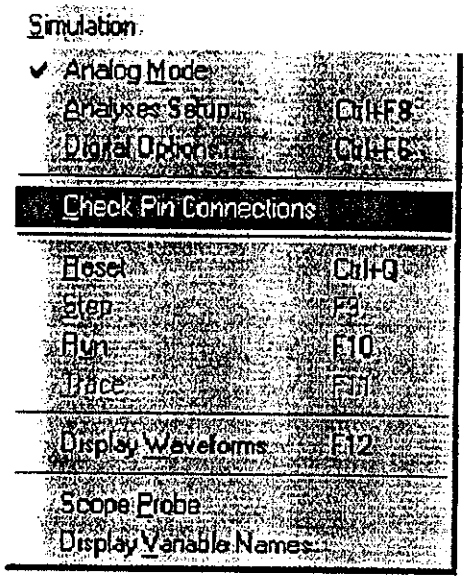
شكل ٢ ٢٢ : الدائرة الإلكترونية بعد رسمها كاملة.

١٤ - يمكن ملاحظة أن بعض العناصر المهمة أو التي نحتاجها دائماً يمكن برمجتها أو يمكن أن تكون ضمن قائمة المفاتيح كثيرة الاستعمال (Hotkeys١ or Hotkeys٢) والتي قمنا بدراستها في الوحدة السابقة والموجودة تحت قائمة Devices وكما هو موضح في الشكل ٢٤. حيث أننا نجد الأرضي موجود في القائمة الأولى نجد أن الأرضي يقابله الرقم صفر بحيث لو أننا ضغطنا على صفر الموجود على لوحة المفاتيح فإننا نرى على الفور أن رمز التأريض أو الأرض قد ظهر لنا على نافذة الرسم .



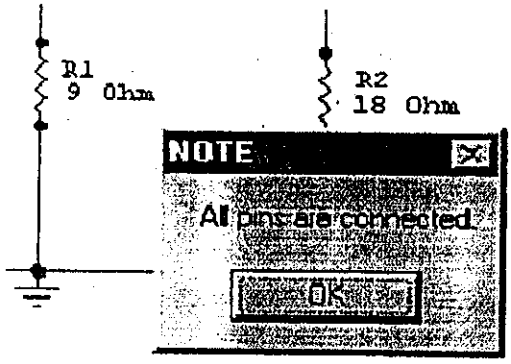
شكل -٢٤: قائمة المفاتيح كثيرة الاستعمال.

١٥ بعد توصيل الدائرة كما هو مبين في شكل٢١ ٢١ نحتاج أحيانا إلى التأكد من أن جميع العناصر أو مكونات الدائرة موصلة مع بعضها خاصة عندما تكون المنطقة مزدحمة بالتوصيلات . هنا في هذا المثال يمكننا التأكد من عملية التوصيل وذلك بإختيار Simulation ثم اختيار Check Pin Connection كما هو موضح في الشكل٢ ٢٢



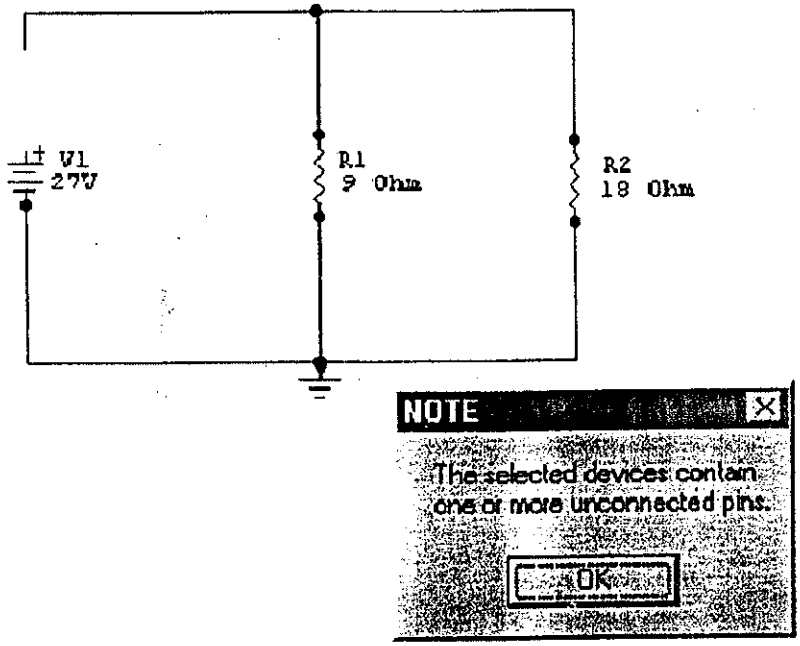
شكل ٢٥ بالتأكد من توصيل الدائرة.

حيث أنه عندما يكون توصيل الدائرة صحيحا فإننا نحصل على نافذة تفيدنا بصحة التوصيل كما هو مبين في الشكل ٢٦.



شكل ٢٦- : النافذة التي تفيد بصحة توصيل الدائرة.

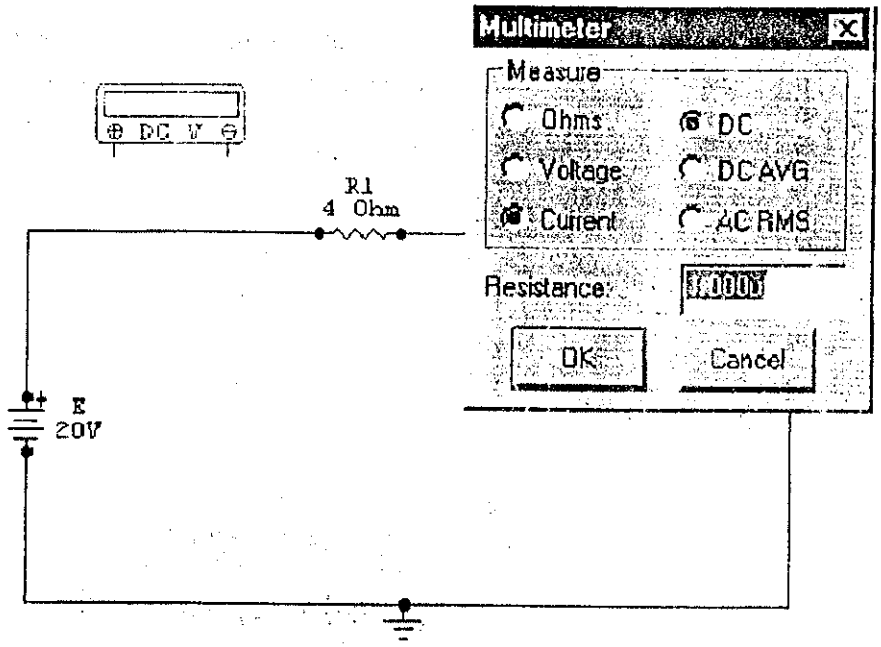
بينما لو كانت بعض التوصيلات غير مكتملة فإن العناصر المتصلة بهذة التوصيلات غير المكتملة تظهر باللون الأحمر وتظهر النافذة المبينة في الشكل ٢٧.



شكل ٢٧- : النافذة التي تظهر عندما يكون هناك توصيلات غير مكتملة.

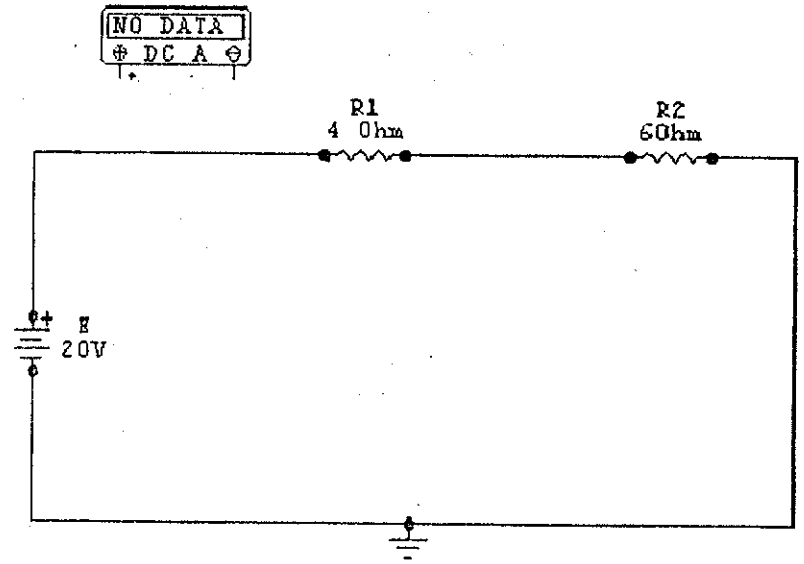
٢ -١ (المحاكاة وقياس النتائج):

التيار المار في المقاومات هو نفس التيار المار في الدائرة وذلك لأن المقاومات موصلة على التسلسل ولقياس التيار فإننا نحتاج إلى توصيل جهاز القياس الملتيميتر على التسلسل حيث يقوم بقياس التيار المار في الدائرة . أما عندما نريد قياس فرق الجهد على المقاومات فإننا نقوم بتوصيل الملتيميتر على التوازي وذلك لكل مقاومة. حتى نقوم بذلك نبدأ أولاً باستخراج الملتيميتر إما عن طريق المفاتيح الكثيرة الاستعمال أو



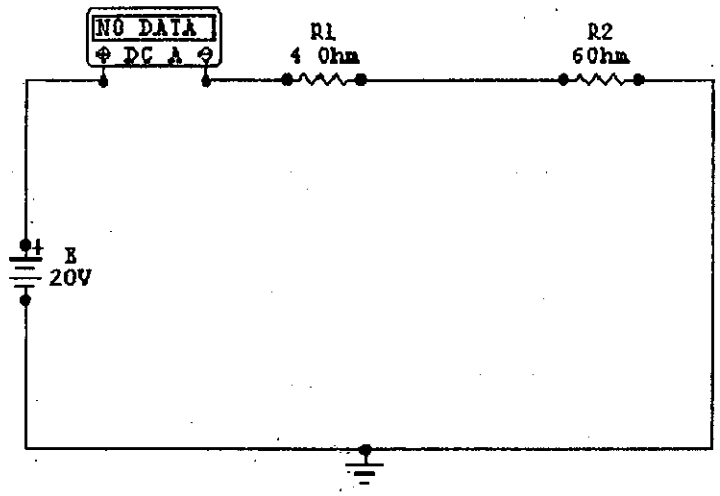
شكل ٢٨- : الدائرة الكهربية مع الملتيميتر.

وبمجرد وضع الملتيميتر على نافذة الرسم تظهر الشاشة الموضحة في الشكل السابق بحيث نستطيع أن نحدد أننا نريد قياس التيار Current وهو تيار مستمر DC ثم نقوم بالضغط على OK حيث تختفي النافذة السابقة وتظهر الدائرة كما هو مبين في الشكل ٢٩.



شكل ٣ ٢٩ : الدائرة بعد وضع الملتيميتر على نافذة الرسم.

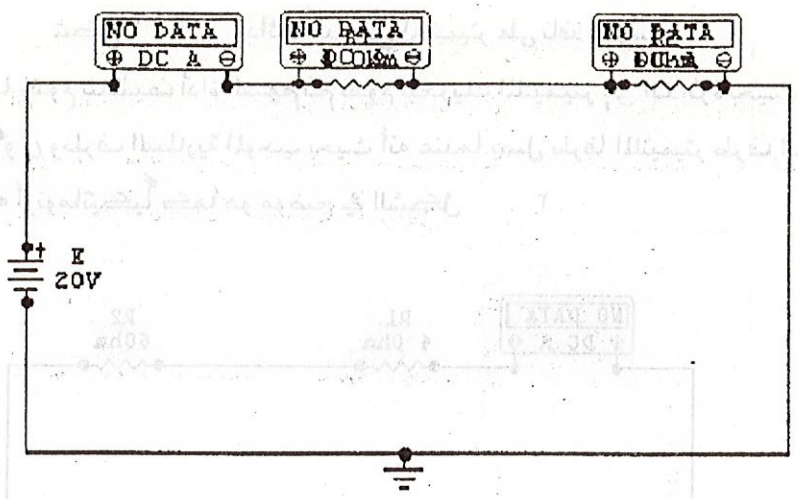
هنا نقوم بتنشيط أداة السهم ثم نقوم بتحريك الملتيميتر إلى الدائرة بحيث يكون موصلاً بين المقاومة الأولى وطرف البطارية الموجب بحيث أنه عندما يصل طرفا الملتيميتر طرف السلك في الدائرة فإنه يتم توصيله أوتوماتيكياً كما هو موضح في الشكل ٣٠.



شكل ٣٠ : الدائرة الكهربية بعد توصيل الملتيميتر على التسلسل لقياس التيار في الدائرة .

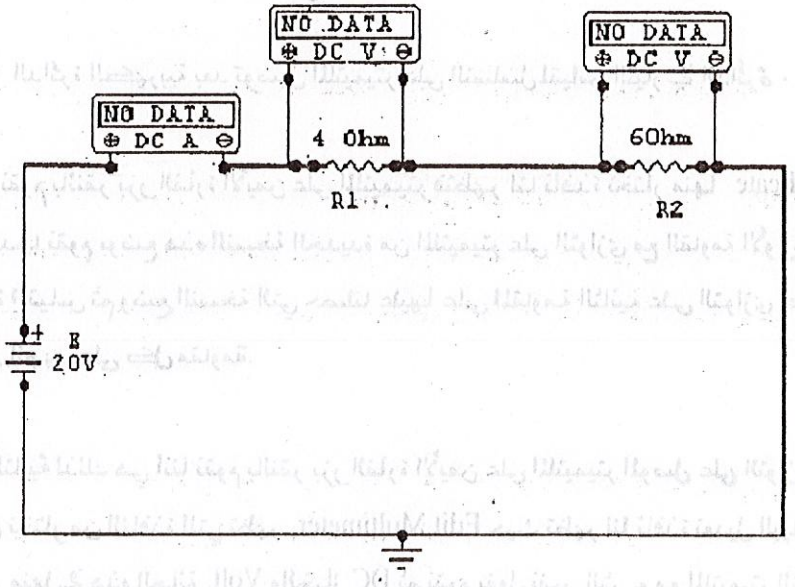
بعد ذلك نقوم بالنقر بزر الفأرة الأيمن على الملتيميتر فتظهر لنا نافذة نختار منها Duplicate أي نسخة أخرى وعندها نقوم بوضع هذه النسخة الجديدة من الملتيميتر على التوازي مع المقاومة الأولى ثم نقوم بنسخ أحد أجهزة القياس ثم وضع النسخة التي حصلنا عليها على المقاومة الثانية على التوازي حيث أننا نريد حساب فرق الجهد على كل مقاومة.

الخطوة التالية لذلك هي أننا نقوم بالنقر بزر الفأرة الأيمن على الملتيميتر الموصل على التوازي مع المقاومة الأولى ثم نختار من النافذة التي تظهر Edit Multimeter حيث تظهر لنا نافذة تعديل البيانات للملتيميتر فنختار منها في هذه الحالة Volt والخيار DC ثم نقوم بفعل نفس الشيء مع الملتيميتر الثالث بحيث يكون شكل الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣١.



شكل ٣١ : الدائرة بعد توصيل أجهزة القياس عليها

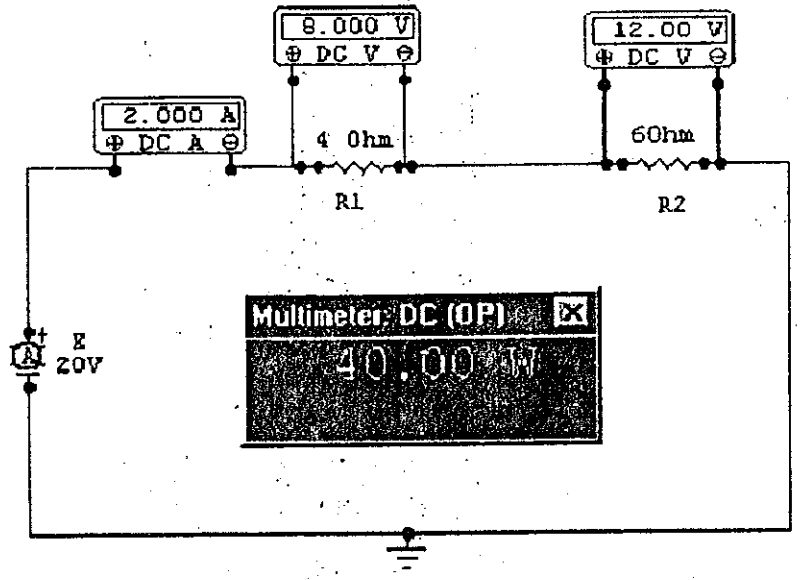
الخطوة التالية هي أننا نقوم بسحب الاجهزة الموصلة على المقاومات للأعلى وذلك بغية الحصول على رسم أوضح للدائرة كما هو مبين في الشكل ٣٢



شكل ٣٢ : الدائرة بعد سحب أجهزة القياس للأعلى لتوضيح الرسم.

لاحظ في الدائرة السابقة انه يمكن وباستخدام الفارة تحريك إسم المقاومة أو قيمتها لتظهر بشكل مقروء وأكثر وضوحاً حيث نقوم بتنشيط أداة السهم ثم نقوم بالنقر على زر الفارة الايسر على قيمة المقاومة أو إسمها ثم نقوم بالتحريك حسبما نريد (انظر الشكل ٣٣).

والآن يمكن تنشيط أداة المحاكاة في الدائرة حيث تظهر لنا قيمة التيار في الدائرة وكذلك قيم فرق الجهد على المقاومتين كما تظهر لنا شاشة مربعة صغيرة كما هو موضح في الشكل ٣٣٠.

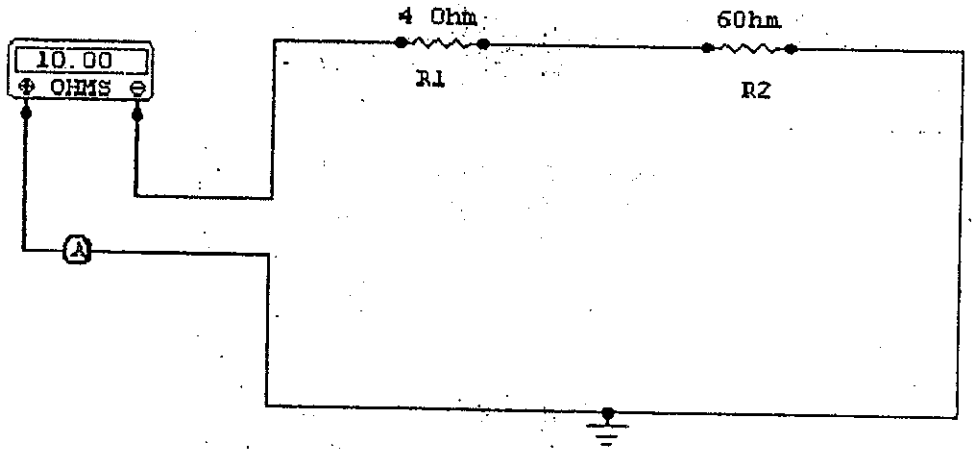


شكل ٣٣٠ : الدائرة أثناء تنشيط أداة المحاكاة.

من الدائرة السابقة يمكن مشاهدة قيمة التيار وهي ٢A وكذلك فرق الجهد على المقاومة الأولى ويساوي ٨V وكذلك فرق الجهد على المقاومة الثانية والذي يساوي ١٢V. كما نلاحظ على الشاشة التي في وسط الدائرة القيمة ٤٠ Watt وهي قيمة الطاقة على البطارية. ولما كان تحريك جهاز القياس (الملتيميتر) في هذه الحالة صعباً فإنه يمكن بالنقر على أي جزء في الدائرة بزر الفارة الأيسر فإنه يمكن قياس أي كمية معينة حيث أنه عند وضع الفارة على جسم المقاومة ثم الضغط على الزر الأيسر للفارة

فاننا نجد قيمة الطاقة المستهلكة في هذه المقاومة قد ظهرت على الشاشة التي في الوسط و عند تحريك المؤشر إلى طرف إحدى المقاومتين فاننا نجد صورة الفاحص وقد ظهر عليه الحرف I ويعني هذا اننا نقيس التيار حيث أنه بالنقر على المقاومة في هذه الحالة يزر الفارة الأيسر سنرى قيمة التيار المار في هذه المقاومة قد ظهر على الشاشة الصغيرة للقياس، أما عند تحريك الموشر وظهور الحرف P فهذا يعني اننا نقيس الطاقة أما ظهور حرف V على الفاحص فيدل على أننا نقيس فرق الجهد. ويمكن من هنا قياس جميع النتائج النظرية التي قمنا بحسابها والتأكد من صحتها.

أما لحساب قيمة المقاومة الكلية للدائرة فإننا نقوم بفصل البطارية وأجهزة القياس ثم نقوم بتوصيل الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣٤-.



شكل ٣٤- : قياس المقاومة الكلية (ثيفنن) للدائرة.

حيث يلاحظ من الشكل السابق أن قيمة المقاومتين على التسلسل يساوي مجموعهما والذي يساوي 10Ω. كما يجب أن لا ننسى عند تعديل بيانات الملتيميتر عندما نريد قياس المقاومة أن نختار Ohms .

نماذج تقييم الأداء (مستوى إجادة الجدارة)

١-نموذج تقييم مستوى الأداء للمتدرب ٠

[يملأ من قبل المتدرب]

تعليمات				
بعد الانتهاء من التدريب قيم نفسك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتى وذلك بوضع علامة (✓) أمـــام مستوى الأداء الذى أتقنته وفى حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع علامة (×) فى الخامة الخاصة بذلك ٠				
اسم النشاط التدريبى: رسم دائر مكونة من بطاربة و مقاومتين توالي				
العناصر	**هل أتقنت الوحدة**			
	غير قابل نهائياً	**لا**	**جزئياً**	**كلياً**
١- بناء الدائرة عمليا على برنامج الرسم. ٢- إجراء عملية المحاكاة و قياس النتائج.				

النتيجة :

إذا كانت الإجابة لا أو جزئياً أو غير قابل للتطبيق يعاد التدريب بمساعدة المدرب ٠

٢-نموذج تقييم مستوى الأداء للمدرب

[يملأ عن طريق المدرب]

اســـــــــــــــم المتـــــــــــــــدرب :	التاريخ : / /
رقم المتدرب ٣	رقم المحاولة : ١ : ٢ :
كل بند ١٠ نقاط العلامة : الحد الأدنى ما يعادل ٨٠ % بين مجموع النقاط. الحد الأعلى ما يعادل ١٠٠% من مجموع النقاط.	

بنود التقييم	النقاط
١. بناء الدائرة عمليا على برنامج الرسم. ٢. إجراء عملية المحاكاة و قياس النتائج.	
المجموع	

ملاحظات .....

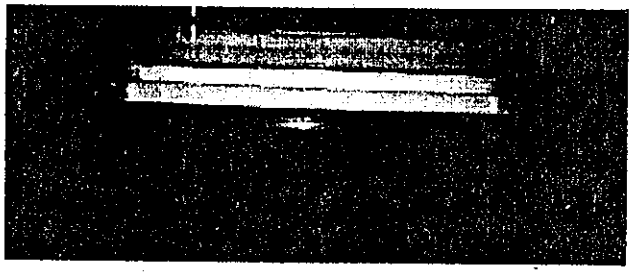
توقيع المدرب .....

تقنية التصوير الفوتوغرافى :

هى تقنية تعنى بعملية نقل المخطط (layout) من الورقة الشفافة إلى اللوح النحاسى والذى يجب أن يكون مطليا بمادة حساسة للضوء ، وللقيام بهذه العملية يجب أن تتوفر وحدة إنارة بالأشعة فوق البنفسجية ، هذه الوحدة هى عبارة عن صندوق غير منفذ للضوء يحتوى على لامبات انارة فوق بنفسجية ، ويمكن لبعض هذه الوحدات أن تزود بمؤقت زمنى لضبط وقت التعريض المطلوب .

- **التعريض:**

وتتخلص طريقة استعمال هذه التقنية بضرورة وضع الورقة الشفافة التى توجد عليها الرسمة على لوح الزجاج المقابل للامبات إنارة الأشعة فوق البنفسجية ، ومن ثم وضع اللوح النحاسى (بعد أن تتم عملية نزع الطبقة البلاستيكية غير المنفذة للضوء عن جانب اللوح الحساس للضوء) فوق الورقة الشفافة بحيث تكون الطبقة الحساسة للضوء من أسفل والجانب الآخر من اللوح (والذى هو جانب المكونات) يجب أن يكون من أعلى .



شكل رقم (١)

بعد ذلك يتم اغلاق الوحدة ويضبط الوقت المناسب لعملية تعريض اللوح للأشعة وتكون عادة بحدود أربع دقائق أو أكثر (يرجى الرجوع إلى تعليمات الصانع بهذا الصدد) .

ملاحظة : يجب أن تلبس نظارات شمسية غامقة لوقاية العينين من الأشعة أثناء القيام بهذه العملية ويجب أن لا تنظر مباشرة إلى مصدر هذه الأشعة .

- **التظهير :**

بعد الانتهاء من عملية التعريض تأتى عملية التظهير وهى عملية غمر اللوح فى محلول هيدروكسيد الصوديوم والذى يجب أن يكون طازجا . ويمكن الحصول على المحلول بالتركيز المطلوب بإذابة ٥٠٠ ملى ليتر من الماء تقريبا مع ملعقة كبرى من بلورات

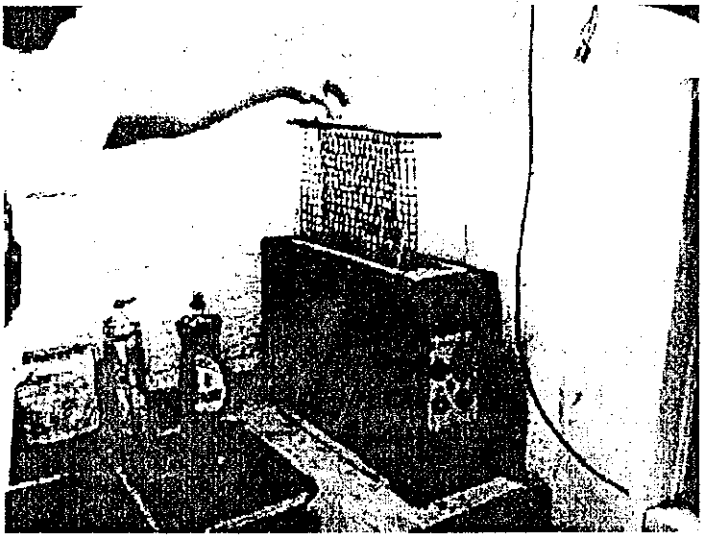
هيدروكسيد الصوديوم عند درجة حرارة الغرفة فى صينية بلاستيكية ، ومن المهم أن تعرف الأمور التالية:

- ☐ يجب القيام بعملية التظهير مباشرة بعد عملية التعريض .
- ☐ يجب تحريك اللوح داخل الصينية بلطف وغمره بالمحلول لمدة تتراوح بين ٢٠ ، ٤٠ ثانية.
- ☐ يجب أن لا يتعرض اللوح اثناء هذه العملية لأى مصدر للضوء (مصابيح كهربائية وخلافه).
- ☐ يجب غسل اللوح بعناية تحت صنبور الماء مع تجنب لمسه او محاولة حكه .

ملاحظة : يجب ارتداء قفازات مطاطية أثناء عملية التظهير .

- **التحميض :**

هو عملية إزالة طبقة النحاس من المساحات غير المغطاة بالمادة المقاومة . تتم هذه العملية عن طريق وضع اللوح فى محلول التنميش والذى هو محلول كلوريد الحديديك . حيث يتوفر عادة على شكل حبيبات . ولتشكيل المحلول يمكن إضافة الماء عند درجة حرارة الغرفة بحدود ٧٥٠ مللى ليترا من الماء إلى ٥٠٠ غرام من بلورات كلوريد الحديديك .



شكل رقم (٢) وحدة تنميش اللوحات المطبوعة .

ولتقليل زمن عملية التنميش يمكن تسخين المحلول بحدود ٤٠ درجة مئوية للحصول على فترة تنميش بين ١٠ إلى ١٥ دقيقة . ولا بد من تحريك اللوحة داخل المحلول لتقليل الزمن بشكل أكبر . وهناك تتوفر وحدات خاصة للتنميش يتم فيها تسخين المحلول وتنظيم الحرارة داخلة بالإضافة إلى إمكانية تحريك اللوح داخل هذه الوحدة . ومن المهم أيضا مراقبة

اللوحة باستمرار حتى تتم إزالة المنطقة غير المغطاة بالمادة المقاومة للتنميش تماما . ولا يجب بقاء اللوحة داخل المحلول أكثر من ذلك .

ملاحظة : يجب الحذر عند التعامل مع كلوريد الحديديك . حيث يلزم ارتداء قفازات مطاطية ونظارات واقية لحماية العينين . وعند تعرض الجلد إلى نقاط من المحلول يجب غسل المناطق المتعرضة بالماء مباشرة .

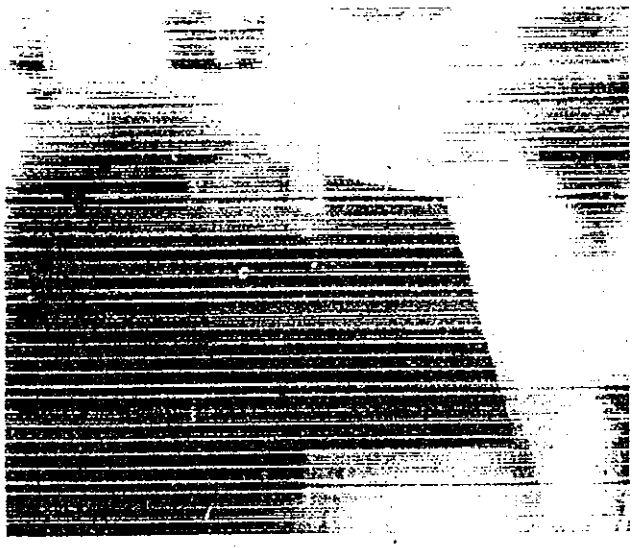
من الجدير ذكره أن كمية من المحلول بحدود ٧٥٠ مللى ليتر تكفى لتنميش ست أو أكثر من اللوحات من القياس المتوسط . ولهذا يجب حفظ المحلول بعد الإنتهاء من عملية التنميش فى وعاء خاص مكتوب عليه اسم المحلول والهدف منه كإجراء من إجراءات السلامة.

ومن الجديـر ذكره أنه يمكن استخدام آلة رقمية متحكم بها عن طريق الحاسوب (CNC Machine) أو تسمى أحيانا بآلة الحفر (engraving machine) وهذه الآلة تغنيك عن استخدام تقنية التصوير الفوتوغرافية لنقل رسمة اللوحة المطبوعة إلى اللوح النحاسى والذى يجب أن يكون من النوع الحساس للضوء . وتغنيك أيضا عن عملية التنميش والتى يصاحبها استخدام مواد كيماوية تحتاج إلى عناية خاصة . وكذلك ستغنيك هذه الآلة عن القيام بعملية التثقيب اليدوى .

يتم استخدام هذه الآلة بعد أن يتم رسم مخطط اللوحة المطبوعة (layout) باستخدام الحاسوب بعد ذلك يتم نقلها إلى الآلة على شكل ملف من نوع جيربر (Gerber File) ونقاط التثقيب تنقل أيضا من الحاسوب فى ملف خاص لذلك (Drilling file) بعد الإنتهاء من عملية التحميل تقوم الآلة بحفر وازالة النحاس من المناطق الفارغة من اللوح وتبقى التوصيلات وأماكن أرجل العناصر بدون إزالة . ان هذه الآلة جيدة وعملية لإنتاج اللوحات على أساس التجريب والاختبار (Proto-type) .

- **غسل اللوحة :**

بعد الانتهاء من عملية التنميش يتم غسل اللوح بالماء عند درجة حرارة الغرفة وتركه بعد ذلك حتى يجف

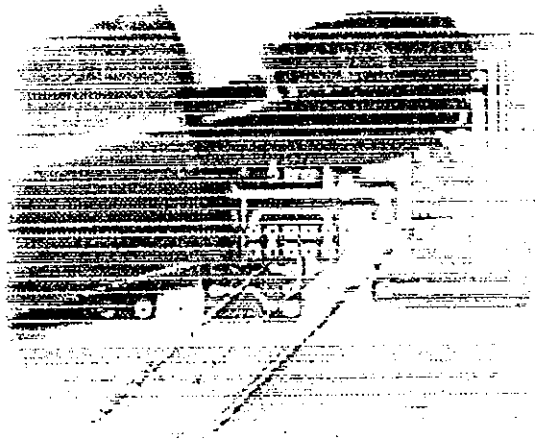


شكل رقم (٣) عملية غسل اللوحة بالماء

- عملية التثقيب :

في هذه العملية تتم عملية التثقيب فى مركز النقاط التى تم رسمها فى مواقع أرجل العناصر المختلفة حسب المخطط ، وعادة ما تستخدم ريشة قياس ٠,٨ ، ملم للدوائر المتكاملة والعناصر الأخرى إلا إذا كان العنصر هو عنصر قدرة ، فمثلا قد تحتاج إلى ريشة ١,٠ ملم أو اكثر وبالإضافة إلى ذلك ستحتاج إلى مثقاب كهربائى خاص باللوحة المطبوعة أو أى مثقاب كهربائى أو يدوى عادى يستطيع أن يقبل ريشاً من هذا القياس .

ومن الضرورى توخى عملية الدقة فى عملية التثقيب بحيث تكون الثقوب فى منتصف النقاط (Pads) المرسومة لتحديد مكان وضع أرجل العناصر على اللوح .



شكل رقم (٤) صورة للوح مطبوع مع مثقاب وريش

أسئلة

السؤال الاول : ضع دائرة حول الحرف الدال على الاجابة الصحيحة:

١. عملية التصوير الفوتوغرافي هي عملية نقل المخطط layout من:

أ- اللوح النحاسي الى الورقة الشفافة.

ب-الجاب الالي الى الورقة الشفافة.

ت-من الورقة الشفافة الى اللوح النحاسي.

٢- يجب ان يكون اللوح النحاسي المنقول علية مخطط layout مطليا ب :

أ- مادة غير حساسة للضوء

ب-مادة حساسة للضوء.

ت-مادة شفافة.

٣- وحدة إنارة الاشعة فوق البنفسجية عبارة عن :

أ- صندوق غير منفذ للضوء و يحتوي على لمبات انارة فوق بنفسجية

ب-صندوق منفذ للضوء و يحتوي على لمبات انارة فوق بنفسجية

ت-صندوق غير منفذ للضوء ولا يحتوي على لمبات انارة فوق بنفسجية

٤- احدى الطرق التي يتم استعمالها في تقنية التصوير الفوتوغرافي هي:

أ- الرسم اليدوي.

ب-الرسم باستخدام الحاسب الالي.

ت-التعريض و التظهير و التحميض.

السؤال الثاني: ضع علامة (√) او علامة (x):

١- عملية التظهير هي اول عملية تتم استخدامها في التصوير الفوتوغرافي.

٢- اثناء عملية التعريض يجب وضع الورقة الشفافة الموجودة عليها الرسم على لوح زجاج مقابل لمبات انارة اشعة فوق بنفسجية.

٣- لتقليل زمن عملية التنميش يجب تبريد المحلول للحصول على فترة تحميض بين ١٠ الى ١٥ دقيقة.

٤- يتم استخدام محلول كلوريد الحديديك في عملية التحميض.

٥- عملية التثقيب هي العملية التي تتم في مركز النقاط التي تم رسمها في مواقع ارجل العناصر المختلفة حسب المخطط.

٦- عملية غسل اللوحة هي العملية التي تتم بعد الانتهاء من عملية التظهير.

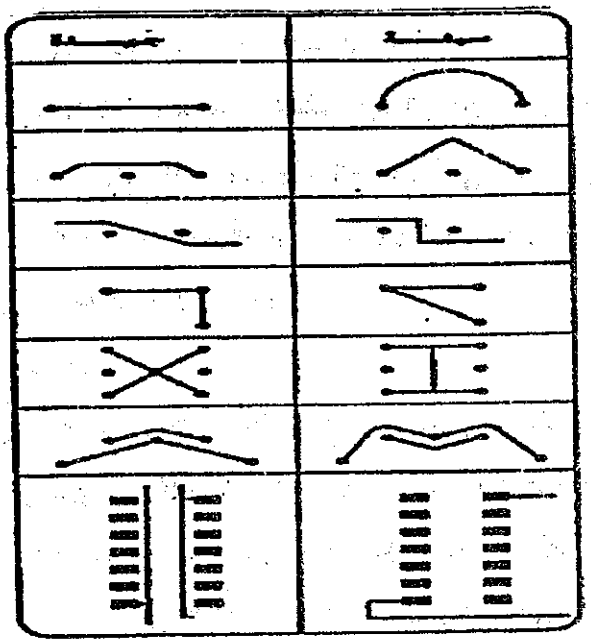
٧- عملية التحميض هي العملية التي تتم بعد الانتهاء من عملية التعريض.

تصنيع الكارت باستخدام الأحماض و الكيماويات المختلفة

▫ طريقة عمل الدائرة الإلكترونية المطبوعة :

١. الحصول على مخطط الدائرة الإلكترونية المطلوب تنفيذها .
٢. معرفة أحجام العناصر الإلكترونية المكونة للدائرة الإلكترونية المطلوب تنفيذها .
٣. تحديد مساحة البورد التى تستلزمه هذه الدائرة .
٤. يتم رسم جهة العناصر على ورق شفاف بمساحة البورد المطلوبة ويجب مراعاة حجم العناصر الحقيقية المكونة للدائرة المطلوب تنفيذها كذلك يجب ترتيب هذه العناصر على سطح البورد لتأخذ شكل متناسق بدون أن تسبب حدوث تقاطعات فى جهة التوصيلات كذلك يجب مراعاة وضع مداخل الدائرة ومخارجها
٥. يتم قلب ورق رسم جهة العناصر بطريقة عكسية أى من أسفل إلى أعلى لتكون الجهة الخلفية للورقة أمامك .
٦. يتم وضع ورقة شفاف أخرى على الورقة السابقة (من الجهة الخلفية) وذلك لرسم التوصيلات بين العناصر المكونة للدائرة .
٧. يتم نقل مخطط التوصيلات المرسوم على ورقة الشفاف على الجهة النحاسية فى البورد باستخدام قلم الرصاص .
٨. ضع ورق الباستيل المحتوى على خطوط ودوائر الباستيل على أماكن أرجل العناصر والمسارات المرسومة بقلم الرصاص ثم يتم حك ورق الباستيل حتى تلتصق خطوط الباستيل على النحاس ، كرر العملية إلى الانتهاء من رسم جميع المسارات .
٩. خطوط الباستيل سوف تكون مادة عازلة لحماية النحاس من الحمض الكيميائى .
١٠. يوضع البورد بعد ذلك فى حمض كلورايد الحديديك لفترة زمنية من ٥ إلى ١٥ دقيقة تقريبا وهذه الفترة الزمنية تعتمد على مدى تركيز الحمض ودرجة حرارة ، خلال هذه الفترة الزمنية يجب ملاحظة البورد لتأكد من التفاعل الكيميائى حيث إذا زادت الفترة الزمنية سوف تؤثر على خطوط الباستيل ومن ثم سوف تؤثر على النحاس أسفل منها.
١١. بهذه الطريقة يتم ازالة النحاس غير المرغوب فيه وتضل المسارات النحاسية المغطاة بالباستيل مرسومة على البورد .
١٢. يتم اخراج البورد من الحمض ثم غسله بالماء بعد ذلك يتم ازالة خطوط الباستيل .
١٣. يتم تخريم أماكن أرجل العناصر الإلكترونية .
١٤. بعد ذلك يتم تركيب العناصر الإلكترونية المكونة للدائرة فى جهة العناصر ثم يتم لحام باستخدام كاوية اللحام والقصدير .

١٥. الشكل التالي يبين أمثلة على مواضع جيدة وأخرى سيئة متعلقة بتوزيع المكونات والتخطيط على لوحة مطبوعة .



شكل(١)

١٦- يفضل وجود خط أرضى رئيس بمساحة كبيرة ويكون مميزا ويفضل توصيل جميع نقاط الأرضى فى الدائرة بهذا الخط لسهولة عمل القياسات وتتبع الأخطاء

١٧- كلما كان التصميم أبسط وقريبا من الدائرة النظرية كان هذا افضل لسهولة تتبع الاشارة وتتبع الخطأ فى التوصيل ان وجد .

١٨- عند التصميم يراعى عدم وجود أى تقاطعات وعند عدم المقدرة على تفادى بعض التقاطعات يمكن التغلب على ذلك بعمل جسر من سلك موصل يثبت على اللوحة من جهة العناصر

١٩- يجب مراعاة الدقة عند تمرير توصيلات وخطوط بين أطراف العناصر مثل تمرير خط بين أطراف ترانزستور حتى لا تحدث عملية تلامس انظر شكل (٢)

- **خطوات تحويل الدائرة النظرية إلى دائرة عملية :**

عند تحويل الدائرة النظرية الى دائرة عملية يجب تطبيق هذه الخطوات وبنفس التسلسل

١ - التصميم والتخطيط:

لتفادى الأخطاء يجب اتباع هذه الخطوات عند التصميم

أ- التعرف على المكونات والعناصر الإلكترونية المستخدمة فى الدائرة :-

يجب توزيع العناصر على المتدربين قبل البدأ فى التخطيط لتحديد الحيز الذي سيشغله العنصر بدقة والمسافة بين أطراف العنصر وكذلك تحديد الأطراف اذا لم تكن معروفة اما بطريقة القياس أو باستخدام جداول البيانات

ب-عمل تخطيط ابتدائى :-

١- يفضل احضار ورقة بيضاء لها نفس مقاس اللوحة المطبوعة وتبدأ من اليسار بوضع العناصر الالكترونية وبنفس ترتيب الدائرة النظرية تقريبا لتساعدنا على تخيل الشكل وباستخدام القلم الرصاص نحدد المساحة التى سيشغلها كل عنصر ورسم دوائر تمثل الثقوب التى سيركب فيها العنصر

٢- يفضل تمثيل المكونات برموزها ويفضل كتابة وتحديد أطراف العناصر التى لها أقطاب مثل الترانزستورات والموحدات والمكثفات الكيميائية وأول طرف فى الدائرة المتكاملة.

٣- ترسم التوصيلات بين العناصر على الورقة طبقا للرسم النظرى ويراعى عدم وجود تقاطعات وعند الضرورة يمكن تمرير خطوط توصيل بين أطراف العناصر ان وجدت مسافة كافية.

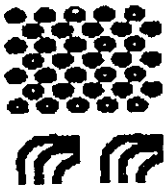
ج- التخطيط النهائى:-

بعد مراجعة خطوط التوصيل ومطابقتها بالدائرة النظرية ومراعاة الأبعاد الحقيقية للعناصر والمسافات المناسبة بين الثقوب يتم رسم تخطيط نهائى ويفضل استخدام ورق شفاف حيث يسهل لك عند قلب الورقة رؤية شكل الدائرة المطبوعة التى سترسم على اللوحة من جهة النحاس

٢ - التحبير:

بعد رسم الدائرة العملية يتم طبع التوصيلات المطلوبة على الوجه المغطى بالنحاس بواسطة حبر مقاوم للأحماض أو باستخدام أقلام تحبير خاصة وعمليا يمكن الاستفادة من وسائل الرسم والأشكال لمساعدة الجاهزة مثل الخطوط والوسائد كما فى الشكل ٢-٢ والمصنعة بأبعاد

قياسية والتى تكون مفيدة وخصوصا فى توصيلات الدوائر المتكاملة أو العناصر التى لها أبعاد ثابتة .

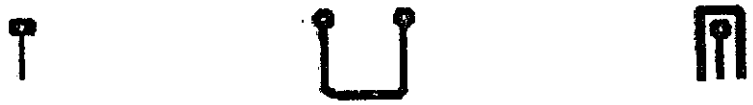


عند التحبير يجب مراعاة الآتى:

١- أن يكون مكان الثقب محاط بمساحة مناسبة من النحاس

٢- ألا يكون حواف وتعامد الخطوط بزوايا قائمة انظر الشكل (٣)

أن تكون طبقة الحبر جيدة حتى لا تتأكل التوصيلات



٣- التحميض :

بعد رسم التوصيلات على اللوحة من جهة النحاس بالحبر والأقلام الخاصة تغمس اللوحة فى محلول كيميائى خاص (حامض الهيدروكلوريك) فتتآكل طبقة النحاس ما عدا الأجزاء المغطاة بالحبر والذى سيزال بعد ذلك ويمكن تسريع وذلك بتسخين الحامض (بوضعه فى حمام ماء ساخن) أو بعمل تقليب مستمر للحامض .

٤ - التثقيب :

باستخدام المثقاب والبونطة المناسبة يتم عمل الثقوب فى الأماكن المخصصة لتثبيت العناصر

٥- تركيب العناصر وعملية التلحيم :

لا شك ان تقنية اللحام الجيدة هى العامل الأكثر أهمية فى عملية تركيب العناصر على الدائرة المطبوعة وذلك لضمان توصيل العناصر مع بعضها بطريقة صحيحة وقد يحدث الكثير من المشاكل العملية اذا تم اجراء اللحام بطريقة غير صحيحة وللدلالة على ذلك فان نقطة لحام واحدة سيئة bad contact فى أى دائرة الكترونية سينتج عنها عطل فى الدائرة ولن تعطى الدائرة الخرج المطلوب وكذلك فان عدم مراعاة الشروط والاحتياطيات أثناء عملية اللحام قد يتسبب فى اتلاف العنصر المراد تركيبه .

المراد هو اتباع الشروط الأساسية والخطوات الفنية فى اجراء هذه العملية حيث ان مهارة اللحام ليست مهارة عملية صعبة بل يمكن اكتسابها بسهولة باتباعك القواعد والاجراءات الصحيحة عند ممارسة هذا العمل وقبل ان تمسك الكاوية وتجرى أية عملية لحام عليك أن دائما ان تتذكر الشروط والخطوات والإحتياطات الآتية لتؤدى عملك باتقان وتتفادى الكثير من المشاكل التى قد تنتج .

- **الشروط الأساسية الواجب مراعاتها عند اجراء اللحام :**

١- استخدم الكاوية ذات الرأس المناسب والقدرة المناسبة (عادة نوصى باستخدام كاوية ذات رأس مدبب وقدرة مابين (40w ، 25w)

٢- تأكد من جودة القصدير المستخدم فى اللحام

٣- المحافظة على رأس الكاوية نظيفا دائما

٤- يجب أن يكون سطح النقطة المراد لحامها نظيفا

٥- يجب تسخين منطقة اللحام بدرجة كافية لضمان انسياب وانصهار القصدير حول النقطة .

٦- يجب أن يكون زمن التسخين مناسبا وقصيرا بقدر الامكان

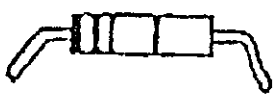
٧- توخى الحذر عند لحام النقاط المتجاورة لتجنب حدوث قصر Short بسبب تلاقى النقاط

٨- عدم النفخ على راس الكاوية وهو فوق نقطة اللحام .

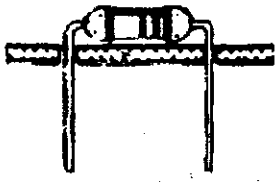
- **خطوات تركيب ولحام العناصر:**

فى خطوات التجميع سيتم تركيب العناصر على السطح العلوى للوحة المطبوعة من جهة العازل اذا لم يتم الاشارة بعكس ذلك

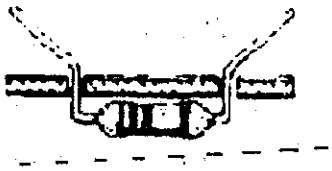
أ- قم بتجهيز أطراف العنصر المراد تلحيمه



ب-ادخل أطراف العنصر فى فتحات الثقوب المخصصة له

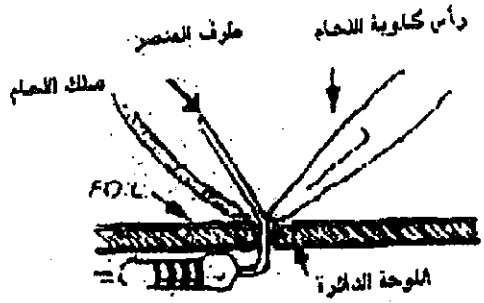


أ- اثنى أطراف العنصر ثم أقلب اللوحة لتصبح التوصيلات لأعلى لاجراء اللحام



د- قم بتلحيم العنصر مباشرة متتبعا الخطوات الاتية :

١- ضع كمية قليلة من القصدير على رأس الكاوية وسلك اللحام فى نفس الوقت على النقطة المراد لحامها بحيث يكون طرف العنصر بين رأس الكاوية والقصدير



- **التاكد من جودة نقطة اللحام:**

١- ان نعومة ولمعان وانسياب نقطة اللحام دليل على جودتها وقوة اتصالها بالوسادة النحاسية

٢- ان التسخين غير الكافى ينتج نقاط لحام سيئة

٣- وجود طبقة من مساعد اللحام بين طرف العنصر ونقطة اللحام يعمل كمادة عازلة وينتج هذا العيب عن خطا فى وضع سن الكاوية أو عدم الانتظار بها على نقطة اللحام حتى يتم تبخر المادة المساعدة للحام

٤- لا تنفخ فى نقطة اللحام حتى لا يتشقق سطح سطح نقطة اللحام واتركها تتجمد تلقائيا

٥- بعد أن تبرد نقطة اللحام تأكد من التصاقها جيدا بسطح اللوحة بتحريك طرف العنصر بلطف باستخداممقاط او بيدك

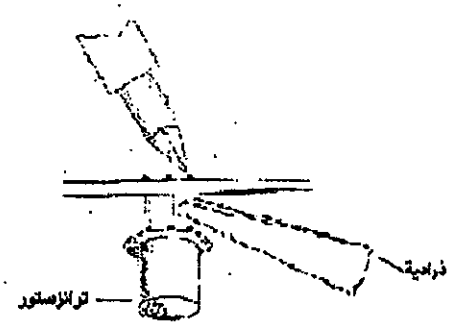
٦- يمكنك تصحيح نقاط اللحام السيئة باعدة تسخين النقطة مرة ثانية مع استخدام كمية صغيرة اضافية من اللحام .

احتياطيات وتدابير وقائية :

قبل واثناء إجراء عملية تجميع العناصر على اللوحة المطبوعة عليك أن تتوخى الحذر لتفادى الكثير من الأعطال والمشاكل العرضية التى قد تنتج أثناء عملية التجميع والتى قد تسبب حدوث أضرار كبيرة فى الدائرة لذا يجب الحذر ومراعاة النقاط الآتية :

١- قبل التركيب توخ الحذر عند تناول العناصر الالكترونية وكذلك عند تجهيز أطرافها للحام فقد تكسر الأطراف القصديرية للعنصر المراد تركيبه ٠

٢- بعض العناصر وخصوصا الحساسة لدرجة الحرارة مثل الترانزستورات والدوائر المتكاملة IC قد تتلف بسبب الحرارة الزائدة لذا يجب أن يكون زمن التسخين قصيرا بقدر الامكان ويفضل تركيب هذه العناصر على قواعد مثل قواعد الدوائر المتكاملة أو عمل مسرب حرارى بماسك أو زردية عند لحام أطراف هذه العناصر كما فى الشكل التالي.



٣- احذر من حدوث قصر لحامى Solder short بين نقاط اللحام المتجاورة أو الخطوط المتجاورة جدا بسبب استخدام كمية كبيرة من اللحام وقد يحدث هذا القصر عرضيا وبدون قصد أثناء سحب رأس الكاوية عبر الخطوط المعدنية فقد يسقط بعض القصدير المنصهر بين هذه الخطوط ويسبب قصر(Short).

الإجراءات والقواعد الواجب اتباعها عند العمل في الدوائر الإلكترونية :

عند العمل فى الدوائر الإلكترونية ولكي تتفادى الكثير من المشاكل التي قد تسبب إتلاف العناصر الإلكترونية أو أجهزة القياس يجب أن تتبع هذه الإجـــراءات والقواعد عند تركيب أو فك أى عنصر وكذلك عند عمل القياسات على الدوائر الإلكترونية .

١- اختبر نقاط اللحام وتأكد من جودة التوصيل وانسيابها بنعومة .

٢- تأكد من عدم وجـــود التصاق بين نقاط اللحام المتجاورة أو بين خطوط التوصيـــل ناتجة عن سقـــوط لحام بطريقة غير مقصودة بين الخطوط .

٣- تأكد أن أطراف العناصر القطبية مثل الترانزستـــورات والثنائيـــات والمكثفات القطبية وغيرها مركبة في أماكنها الصحيحة كما تشير الدائرة النظرية .

٤- افحص جميع الدوائر المتكاملة وتأكد إنها مركبة كما يشير الشق (notch) فى اللوحة المطبوعة .

٥- قبل توصيـــل القدرة اختبر جميع التوصيلات وتأكد من مطابقتها لمخطط الدائرة النظرية

٦- تأكد من فصـــل القدرة عن الدائـــبرة عند تركيب أو فصل عنصـــر من الدائرة .

٧- قبل توصيل القدرة للدائرة تأكد من قيمة جهـــود التغذية وذلك بقياس جهد التغذيـــة قبل تطبيـــق القدرة على الدائرة .

٨- قبل عمل القياس تأكد من ضبط الجهاز على الاختر المناسب (أوم- فولت- ٠٠٠) والمدى المناسب حتى لا تتلف الجهاز .

٩- إطلاقا لا تستخدم الأوميتر لقياس مقاومة أى عنصر عندما يكون العنصر مطبق عليه قدرة (جهد) ويمكـــن قياس مقاومة العنصر الذى يطبق عليه جهد بطريقة أخرى كما سيأتى لاحقا .

١٠- يجب فصل القدرة عن الدائرة عند قياس مقاومة أى عنصر لتجنب تلف جهاز الأوميتر.

١١- للحصول على قراءة دقيقة عند قياس المقاومة أو فحص أي عنصر في الدائرة يجب فصل أحد أطراف العنصر فقد يكون متصلا مع عناصر أخرى تؤثر في عملية القياس .

١٢- عند قياس المقاومة أو فحص أي عنصر في الدائرة يجب فصل أحد أطراف العناصر فقد يكون متصلا مع عناصر أخرى تؤثر فى عملية القياس.

١٣- يجب أن تتذكر : عند قياس الجهد يوصل الفولتميتر توازى – وعند قياس التيار يوصل الأمبيروميتر توالى .

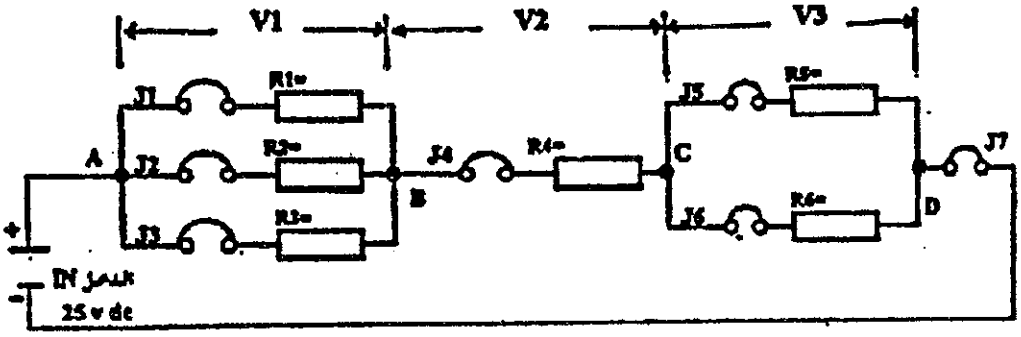
١٤- لا تنس أن قياس التيار فى مسار معين يتطلب عمل فتح أو قطع فى الخط المطلوب قياس التيار فيه.

١٥-عند قياس القيم المجهولة لتجنب تلف أجهزة القياس يجب ضبط مدى الجهاز على مدى اكبر من القيمة المقاسة المتوقعة.

تطبيقات عملية

دائرة مقاومات توالى توازى

الدائـــرة النظريـــة :-



مكونات الدائرة :

١ - بورد عادى مقاس ١٠ سم × ٣ سم .

٢ - مجموعة من المقاومات قيمها على التتابع هى :

$$R1 = 5\ K\Omega \quad R2 = 10\ K\Omega \quad R3 = 20\ K\Omega$$
$$R4 = 2\ K\Omega \quad R5 = R\,6 = 6\ K\Omega$$

٣ - نهايات طرفية (J1 , J2 ,....., J7).

الأدوات المستخدمة :

١ - نقاط وخطوط باستيل .

٢ - ورق شفاف للرسم .

٣ - قلم رصاص .

٤ - مصدر قدرة مستمر DC V .

٥ - جهاز أفوميتر .

٦ - كاوية لحـــام .

٧ - قصديـــر .

خطوات العمل :

١ - قلم بتحويل الرسم النظرى للدائرة إلى رسم عملى على ورق شفاف .

٢ - انقل مخطط التوصيلات من على الورق الشفاف إلى البورد فى جهة النحاس باستخدام قلم الرصاص .

٣ - ضع نقاط وخطوط الباستيل على أماكن أرجل العناصر والمسارات المرسومة بقلم الرصاص على الجهة النحاسية فى البورد .

٤ – ضع البورد فى الحمض حتى تتم إزالة جميع النحاس غير المرغوب فيه بعد ذلك اغسل البورد بالماء ثم نظف البورد من الباستيل .

٥ – قم بتخريم أماكن أرجل العناصر باستخدام بنطة مقاس 1 mm .

٦ – قم بتركيب عناصر الدائرة ثم قم بعملية التلحيم باستخدام الكاوية والقصدير .

٧ – قم بعملية القياسات المطلوبة كما فى الجدول الذى أمامك .

جدول حساب وقياس قيم المقاومات بالدائرة

مكان القياس	القيمة حسابياً	القيمة قياسياً
مجموع المقاومات R1 R2 R3 بين A ' B		
مجموع المقاومات R5 R6 بين C ' D		
المقاومة الكلية للدائرة بين A ' D		

جدول حساب وقياس فرق الجهد بالدائرة

مكان القياس	القيمة حسابياً	القيمة قياساً
جهد المصدر بين A ' D		
الجهد الواقع على المقاومات R1 R2 R3 بين A ' B		
الجهد الواقع على المقاومة R4 بين B ' C		
الجهد الواقع على المقاومات R5 R6 بين C ' D		

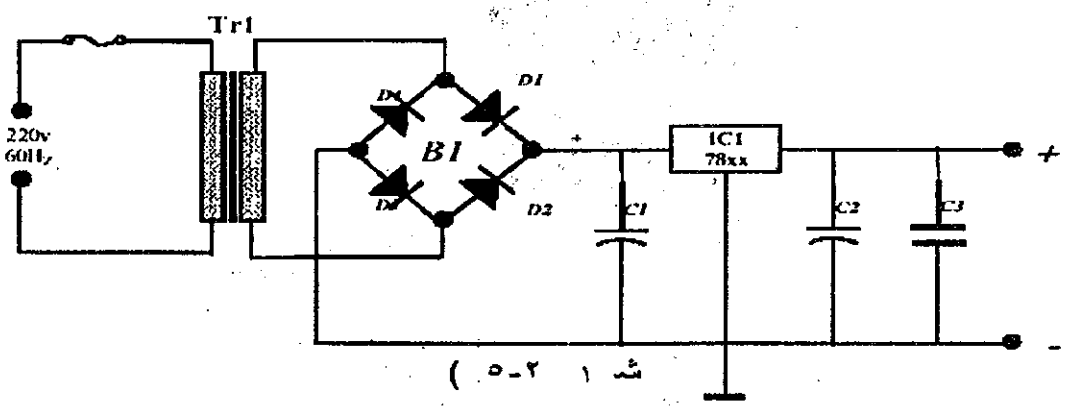
جدول حساب وقياس التيارات بالدائرة

مكان القياس	القيمة حسابياً	القيمة قياساً
التيار المار فى المقاومة R1 عبر J1		
التيار المار فى المقاومة R2 عبر J2		
التيار المار فى المقاومة R3 عبر J3		
التيار المار فى المقاومة R4 عبر J4		
التيار المار فى المقاومة R5 عبر J5		
التيار المار فى المقاومة R6 عبر J6		
التيار الكلي للدائرة المار عبر J7		

تطبيق عملى محلول

فى الشكل (١) دائرة مصدر قدرة منظم باستخدام دائرة متكاملة تعطى جهدا مستمرا ثابتا 12 V

- المطلوب : تحويل الدائرة النظرية فى الشكل (١) الى دائرة عملية على لوحة نحاسية ثم تنفيذ الدائرة

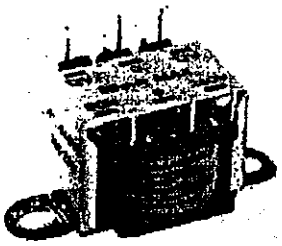


(شـ ١ ٢-٥)

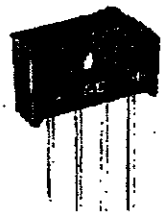
التصميم والتخطيط :

أ- التعرف على المكونات :-

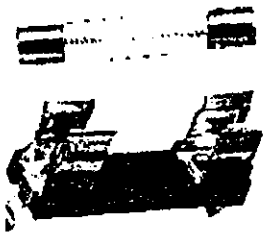
١- المحول الخافض للجهد Tr1 محول له طرفان للدخل وثلاثة أطراف خرج (220v/ 12v)وبتيار خرج مقداره (IA)



٢- قنطرة توحيد B1 رقمها B40C1000 أو ما يكافئها المواصفات40v-1A



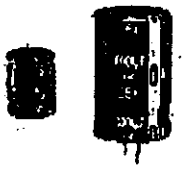
٣- فيوز 250V/1A



٤- المكثفات:

C1 : مكثف كيميائي 2200uF / 25V

C2: مكثف كيميائي 10uF / 25V



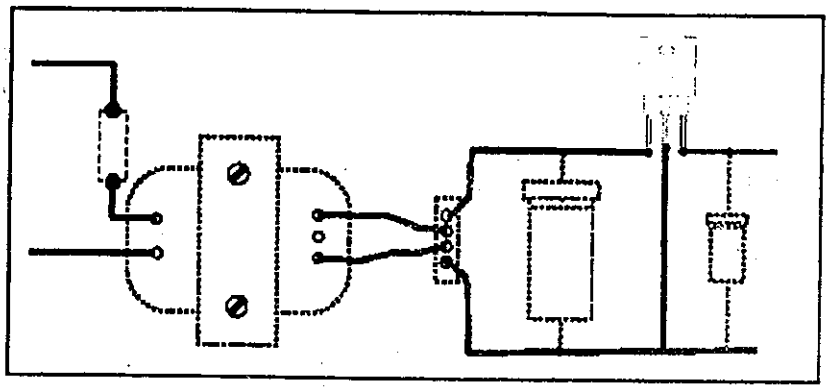
٥- منظم الجهد IC1

الدائرة المتكاملة 7812C

منظم ذو ثلاثة أطراف يعطى جهد خرج ثابت 12V وأقصى تيار حمل 1.5A

ب – التخطيط الأولى

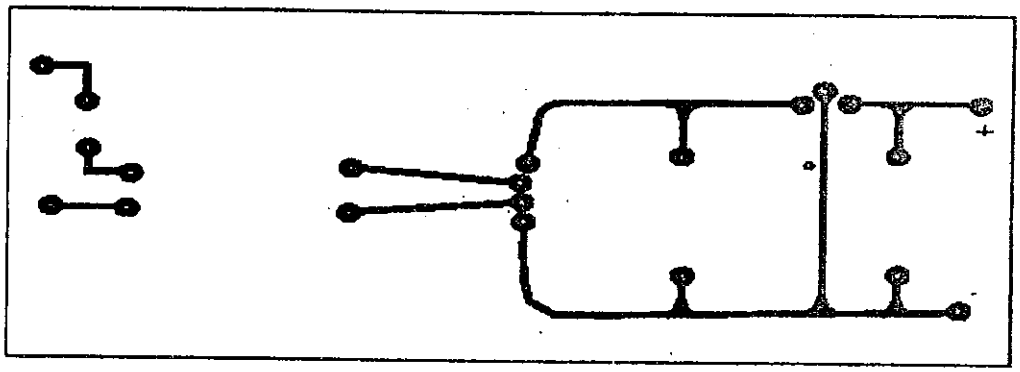
١- على ورقة بيضاء لها نفس مقاس اللوحة المطبوعة ابدأ من الشمال وبالقلم الرصاص حدد المساحة التى يشغلها كل عنصر وأماكن الثقوب ثم قم بالتوصيل بين العناصر طبقا للدائرة النظرية فى الشكل (٢)



شكل(٢)

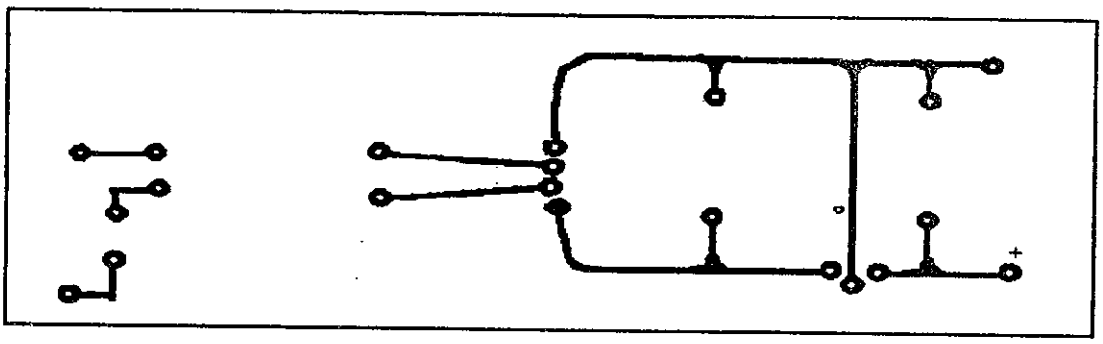
ج- التخطيط النهائى :

على ورقة شفافة ارسم خطوط التوصيل النحاسية وحدد نقاط التثقيب بدقة كما بالشكل (٣)



شكل(٣)

ثم أقلب الورقة الى أعلى يظهر لك الأرضى الى أعلى كما فى الشكل (٤) ثم انقل الرسم على اللوحة المطبوعة على جهة النحاس بالقلم الرصاص وتأكد من المسافات بين أطراف العناصر .



شكل(٤)

د- التحبير:

بواسطة أقلام التحبير الخاصة ارسم التخطيط على اللوحة المطبوعة مراعيا أن يكون مكان الثقب محاطا بمساحة مناسبة وأن تكون طبقة الحبر جيدة حتى لا تتأكل واتركها حتى يجف الحبر.

ه- التحميض

اغمس اللوحة فى محلول الحامض مراعيا قواعد السلامة.

و- التثقيب

اغسل اللوحة من الحبر ثم قم بالتثقيب فى الأماكن المخصصة بالبونطة المناسبة.

ز- تركيب العناصر:

قم بتركيب العناصر بإتباع خطوات التركيب واللحام السابق ذكرها مراعيا كافة الشروط والاحتياطيات.

ح- القياسات المطلوبة

باستخدام الأوسلوسكوب (أو جهاز فولتميتر) تتبع الجهود على أطراف المحول الثانوية (الجهد AC)وعلى طرفى المكثف C1 وعلى طرفى الخرج

تصميم مخطط الكارت الإلكترونى
Layout Design

لتصنيع أى كارت الكترونى لابد من تصميم المخطط له وقبل البداية فى التصميم لابد من تحديد المكونات اللازمة لتصنيع الكارت والخامات المستخدمة ودراسة أبعاد المكونات ووضع التصور المبدئى لترتيب المكونات على الكارت والمخطط هو توصيل أطراف المكونات طبقا للدائرة الإلكترونية مع تفادى أى تقاطعات للمسارات مع عمل أطراف لدخل الدائرة واطراف للخرج وفى حالة تعذر الحصول على مسار لتوصيل طرفان يتم استخدام الكبارى

- الشكل التنفيذى للدائرة :

هو خطوط التوصيل النحاسية التى تمثل دائرة ما دون إحداث فتح أو قصر فى هذه الدائرة

- جهاز تثبيت العناصر على اللوحة المطبوعة : Surface Mount Apparatus هو الجهاز الذى تلحم فيه العناصر والمكونات .

القواعد الأساسية الواجب مراعاتها عند تصميم الدائرة العملية :

قبل تصميم الدائرة العملية يجب مراعاة الاتي :

١. يجب تجميع العناصر و المكونات الالكترونية للدائرة المطلوب تنفيذها عمليا ليكون لديك المعلومات الكاملة عن مواصفات هذة العناصر من حيث معرفة الاطراف و الحجم و عند عدم معرفة اطراف العناصر القطبية يمكن الاستعانة بجداول البيانات لتحديد اطراف هذة العناصر.
٢. يجب مراعاة الحيز الذي يشغلة كل عنصر و تقدير مكانة بدقة مثال المكان الذي سيشغلة المحول يختلف عنة المكان الذي سيشغلة الترانزستور.
٣. يراعى الا تكون المكونات متلاصقة مع بعضها ليسهل عليك التعامل معها اثناء عملية التركيب او الاستبدال و لتوفير قدر من التهوية.
٤. بعض المكونات تحتاج لدرجة من التهوية مثل المقاومات الحرارية او السلكية و بعض العناصر ستحتاج لمشتت حراري heat sink مثل ترانزستور القدرة و منظمات الجهد فيجب مراعاة ذلك عند التصميم.
٥. يراعى ترك مسافة كافية بين الخطوط النحاسية حتى لا ينتج سعات شاردة stray و خصوصا عند الترددات العالية.

٦. العناصر كبيرة الحجم مثل المحولات و الملفات و بعض انواع الثايرستور و الموحدات تحتاج لمسامير لتثبيتها لذلك يجب مراعاة ذلك و عمل ثقوب التثبيت في المكان المناسب.

٧. يجب مراعاة عرض خط التوصيل و خصوصا مع دوائر القدرة ليتناسب عرض الخط مع شدة التيار المار فية.

٨. يجب مراعاة المسافة بين الخطوط بما يتناسب مع فرق الجهد بين الخطوط و خصوصا عند الجهود العالية حتى تتفادى حدوث شرارة كهربية و يوجد جداول لتحديد هذة المسافة.

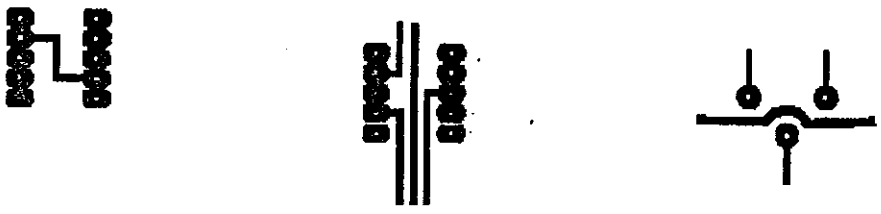
٩. يجب ان تحدد بشكل واضح اطراف الخرج و الدخل و اطراف التغذية للدائرة بالجهد و يفضل ان تكون عند حواف الدائرة و يجب ان نفصل بين الدخل و الخرج بحيث يكون الدخل في جهة و الخرج في الجهة المقابلة.

١٠.يفضل وجود خط ارضي رئيسي بمساحة كبيرة و يكون مميزا و يفضل توصيل جميع نقاط الارضي في الدائرة بهذا الخط لسهولة عمل القياسات و تتبع الاخطاء.

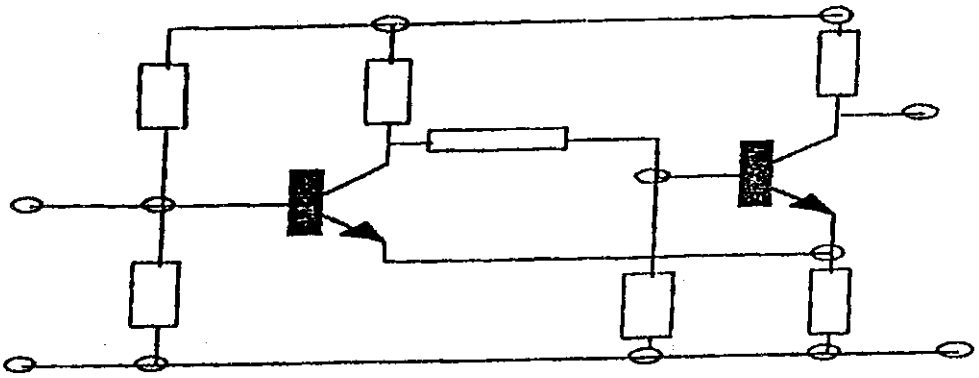
١١.كلما كان التصميم ابسط و قريبا من الدائرة النظرية كان هذا افضل لسهولة تتبع الاشارة و تتبع الاخطاء في التوصيل ان وجد.

١٢.عند التصميم يراعى عدم وجود أي تقاطعات و عند عدم القدرة على تفادي التقاطعات يمكن التغلب علي ذلك بعمل جسر من سلك موصل يثبت على اللوحة من جهة العناصر.

١٣.يجب مراعاة الدقة عند تمرير توصيلات و خطوط بين اطراف العناصر مثل تمرير خط بين اطراف ترانزستور حتى لا تحدث عملية تلامس انظر الشكل(٥) الاتي :

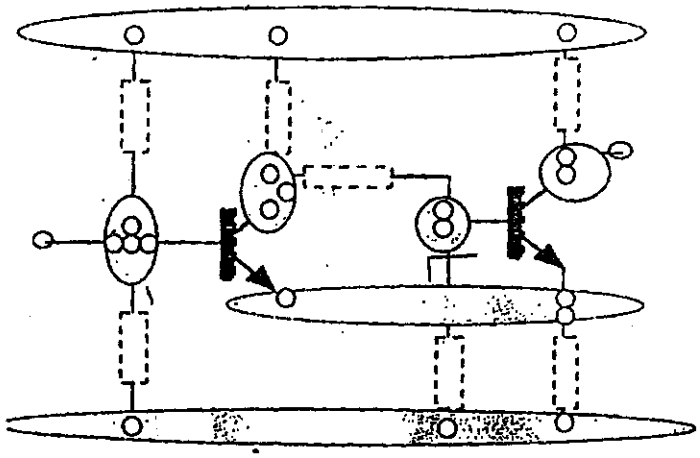


كيفية تحويل الشكل التخطيطى الموضح فى شكل (٦) لشكل تنفيذى



شكل رقم (٦) الشكل التخطيطى لدائرة إلكترونية

يمكن التفكير في استبدال الخطوط الواصلة بين العناصر بخطوط توصيل نحاسية كالموضحة بشكل (٧) :



شكل (٧) الشكل التنفيذى للدائرة الإلكترونية السابقة

فى شكل (٧) :

- المناطق المظللة هى خطوط التوصيل النحاسية
- الدوائر البيضاء الصغيرة هى الثقوب المعدة لتوصيل المكونات .
- الأشكال المرسومة بالخطوط المقطعة هى المكونات المطلوب تجميعها على اللوحة المطبوعة .

- ويمكن تحويل الشكل التخطيطى الواحد إلى عديد من الأشكال التنفيذية ، فلكل مصمم ذوقه وتفكيره وخبرته .
- وما عليك إلا أن تمسك بورقة وقلم رصاص وتحاول التحويل من الشكل التخطيطى لدائرة ما إلى شكلها التنفيذى ، بل وحاول التغيير فى شكلها التنفيذى عدة مرات .
- فى الأيام الأخيرة حيث وضع الحاسب الآلى بصماته على عديد من المجالات ظهر الكثير من البرامج التى تقوم بتحويل الأشكال التخطيطية للدوائر إلى أشكال تنفيذية مهما صعبت تلك الدوائر وتعقدت .
- ويمكن طباعة هذه الأشكال بواسطة الحاسب ذاته تمهيداً لرسمها على لوح العازل المغطى بالنحاس .

جهاز تثبيت العناصر على اللوحة المطبوعة Surface mount apparatus :

للحام العناصر باللوحة المطبوعة يتم ادخال طرفى / أطراف العنصر فى ثقوب معدة لذلك ، ثم يتم لحام طرفى / اطراف العنصر مع خطوط التوصيل النحاسية تسمى هذه التكنولوجيا Pin in hole technology .

فى الوقت الحاضر تعقدت الأجهزة وزاد عدد العناصر على اللوحة المطبوعة وضاقت المسافات بين الثقوب المعدة لتوصيل العناصر وظهرت تكنولوجيا جديدة لا تعتمد على تثقيب اللوحة المطبوعة .

فى التكنولوجيا الجديدة :

- تعد خطوط التوصيل النحاسية .
- تلصق المكونات مع نقط التوصيل لصقاً مؤقتاً بواسطة عجينة للحام أو فلكس لحام .
- تدخل المكونات الملتصقة باللوحة المطبوعة لصقا مؤقتاً إلى فرن يمكن التحكم فيها حيث تنصهر عجينة اللحام وتلحم المكونات مع نقط اللحام على اللوحة المطبوعة .

يسمى الجهاز الذى تلحم فيه العناصر والمكونات بهذه الطريقة " جهاز تثبيت العناصر على اللوحة المطبوعة " .

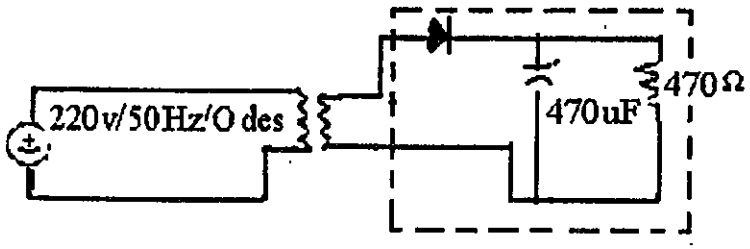
وفيما يلى أمثلة اخرى توضح عملية تصميم مخطط الكارت الإلكترونى .

- ☐ دائرة توحيد نصف موجة .
- ☐ دائرة أخرى لتوحيد موجة كاملة باستخدام أربعة الموحدات (نظام القنطرة).

وفى الأمثلة الآتية سيتضح ان من مميزات الرسم اليدوى سهولة التصميم ولكن بعض الاحتياجات الدقيقة لسهولة التنفيذ لا يمكن الحصول عليها مثل أماكن الثقوب للمكونات ونقط التوصيل والتى يمكن التغلب عليها باستخدام الحاسب.

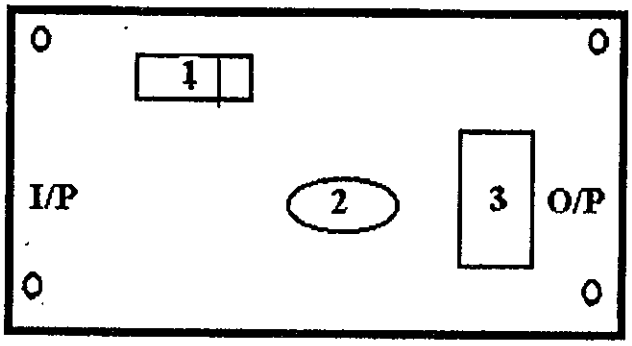
المثال الأول :

تصميم المخطط (Layout) لدائرة توحيد نصف الموجة مع تحديد اطراف الدخل والخرج للكارت :



شكل(٨)

الحل :

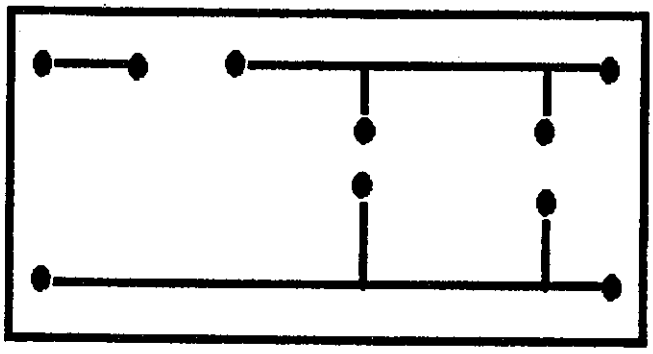


شكل(٩)

١ - موحد IN4004

٢ - مكثف 470µF

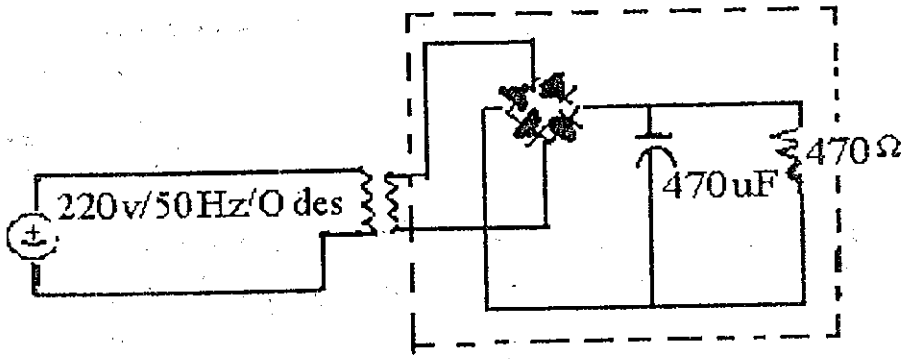
٣ - مقاومة 470 Ω



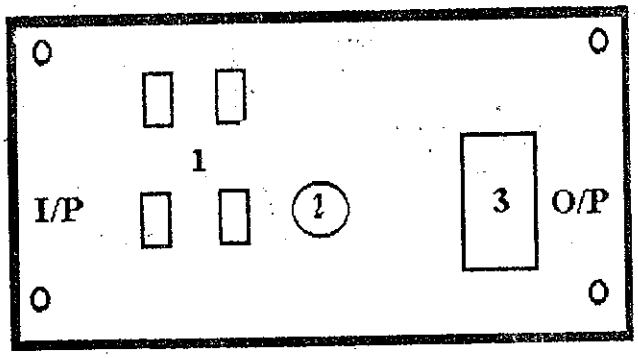
شكل(١٠) مخطط دائرة نصف موجة

المثال الثانى :

تصميم المخطط (Layout) لدائرة توحيد موجة كاملة مع تحديد أطراف الدخل والخرج .



شكل (١١)

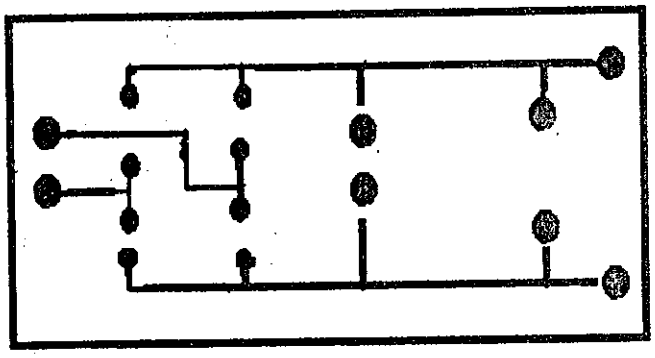


شكل (١٢)

١ - عدد ٤ موحدات IN4004

٢ - مكثف 470µF

٣ - مقاومة 470 Ω



شكل(١٣) مخطط دائرة موجة كاملة

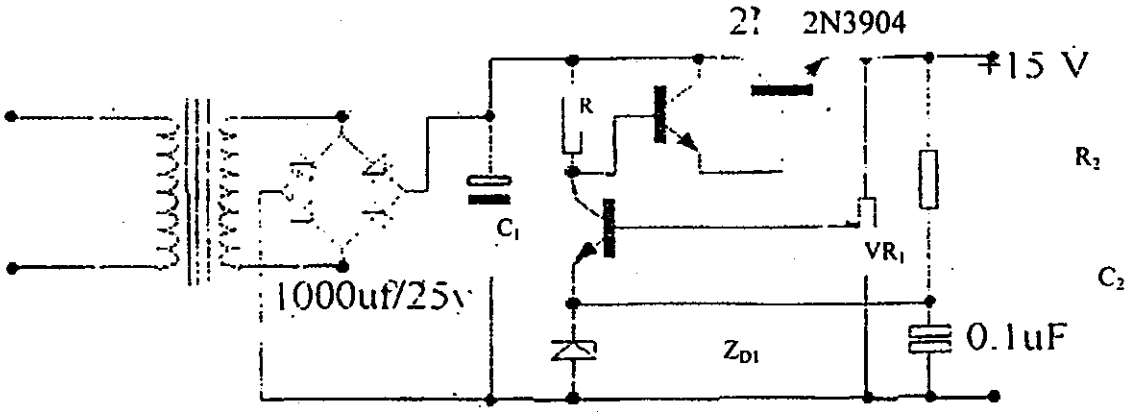
تطبيقات عملية

التمرين الاول:

دائرة توحيد موجة كاملة ملحق بها منظم جهد

الهدف من التمرين :

تحويل الشكل التخطيطي للدائرة الى دائرة عملية (الشكل التنفيذي) و التعرف على كيفيـة عمل layout لأي دائرة نظرية.



شكل(١٤)

الأجهزة ومكونات الدائرة :

عدد	
١	محول ذو قلب حديدي 300mA
١	دائرة توحيد (قنطرة)
١	مكثف كيميائي ١٠٠٠ ميكروفاراد
١	موحد زينر

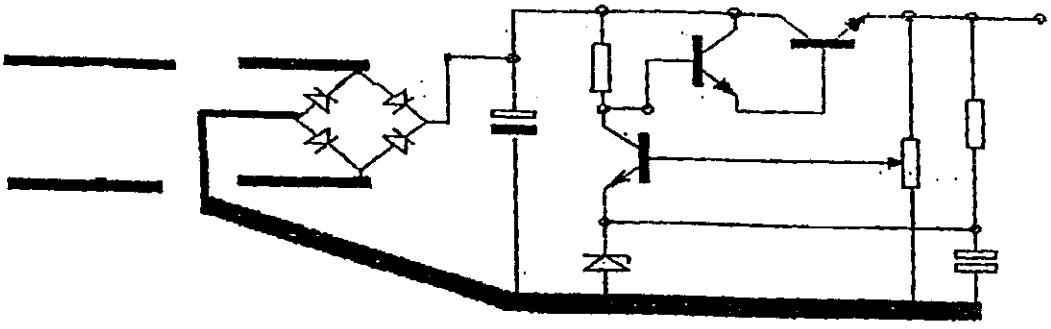
١	ترانزستور 2N3904	
	مكثف ٠,١ميكروفاراد	

خطوات العمل :

١-قم بنزع الرمز الدال على المحول واستبداله بخطوط التوصيل النحاسية التى تتصل بأطراف المحول

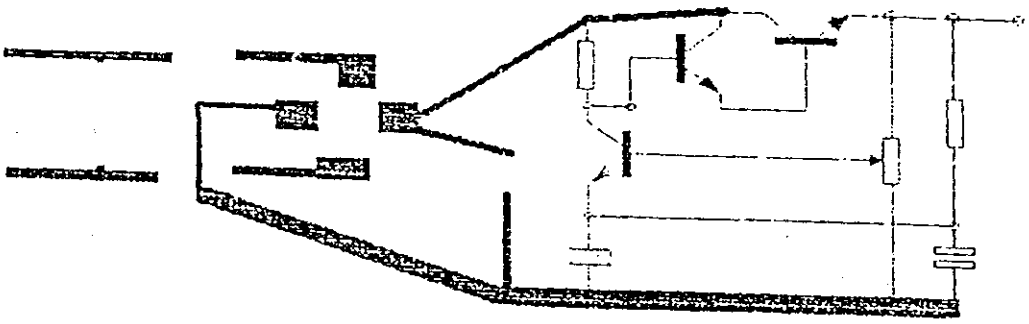
٢- قم باستبدال الخط الدال على الأرضى بخط التوصيل النحاسى المتصل بالأرضى كما يتضح من شكل (١٥)

٣-قم بنزع الرموز الدالة على ثنائيات التوحيد ومكثف التنعيم واستبدالها بالخطوط النحاسية التى تستخدم فى تثبيتها ولحام أطرافها وتوصيلها ببقية أجزاء الدائرة كما يتضح من شكل (١٦) .



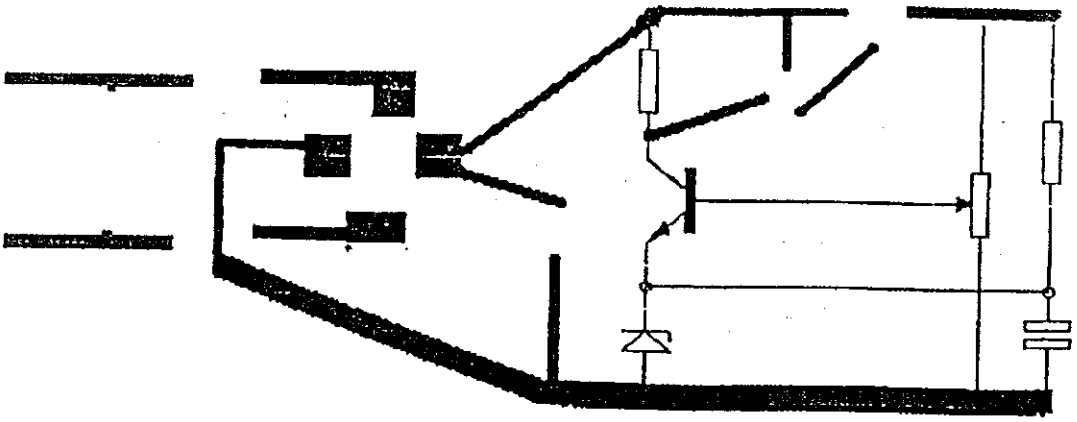
شكل(١٥)

خطأ!



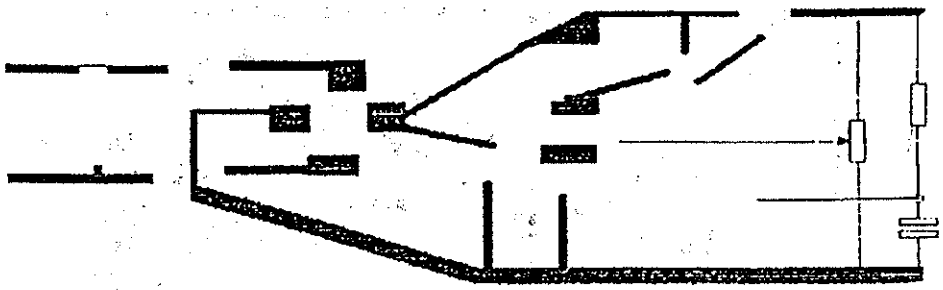
شكل(١٦)

٤- انزع الرمزين الدالين على الترانستورين الموصلين معاً واستبدالهما بخطـوط التوصـيل النحاسية التى تستخدم فى توصيلهما بالدائرة كما يتضح من شكل (١٧) .



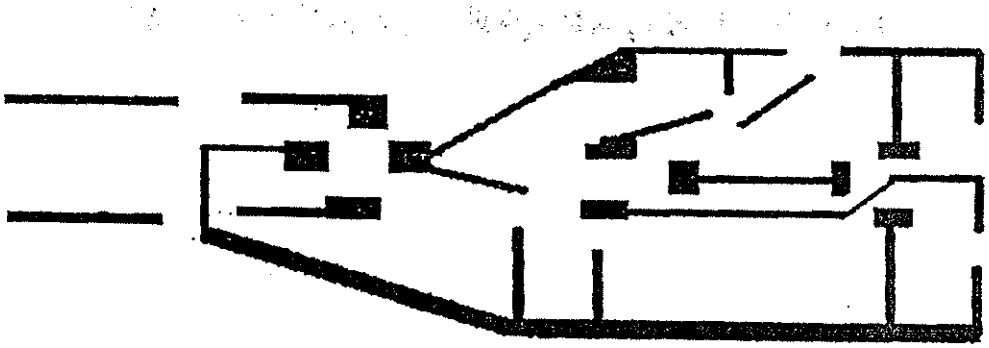
شكل (١٧) مواصلة التحويل إلى الدائرة التنفيذي

٥- انزع الرمزين الدالين على الترانزستور الثالث وموحد الزينـر ونسـتبدلهما بخطـوط التوصيل النحاسية المستخدمة فى تثبيتهما بالدائرة كما يتضح من شكل (١٨) .



شكل (١٨) مواصلة التحويل إلى الدائرة التنفيذية

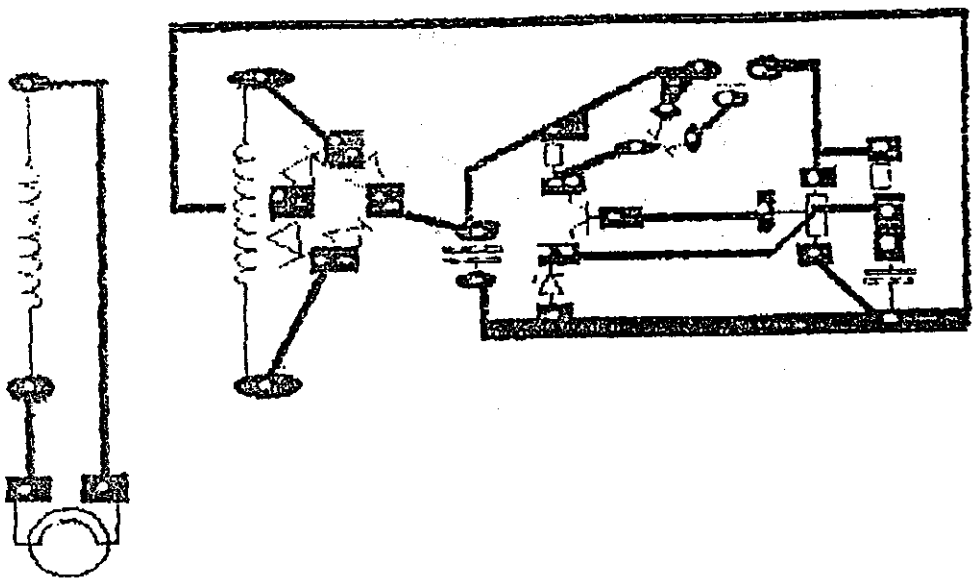
٦- انزع رموز بقية المكونات واستبدالها بخطوط التوصيل النحاسية التى تستخدم فى لحامها وتثبيتها وتوصيلها بالدائرة كما يتضح من شكل (١٩) .



شكل (١٩) مواصلة التحويل إلى الدائرة التنفيذية

<u>ملاحظات هامة:</u>

- يلاحظ أننا لم نستخدم كبارى على الإطلاق ولكن استغلت المساحات البينية التى لم يوجد بها خطوط توصيل نحاسية فى عمل توصيلات بينية على مثال الخط الواصل بين سالب قنطرة التوحيد وسالب الدائرة وفى هذه التوصيلة قد استغل الفراغ الموجود بين أطراف المحول المتباعدة .
- كما يلاحظ أيضا أننا قد أخذنا فى الاعتبار الأبعاد والأحجام الطبيعية للمكونات .
- لا بد من إعداد رسم للثقوب والفتحات التى تدخل فيها أطراف المكونات كما يتضح من شكل (٢٠) .



شكل (٢٠) الشكل النهائى للدائرة التنفيذية لموحد ومثبت جهد

نماذج تقييم الأداء (مستوى إجادة الجدارة)

١- نموذج تقييم مستوى الأداء للمتدرب .

[يملأ من قبل المتدرب]

تعليمات

بعد الانتهاء من التدريب قيم نفسك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتى وذلك بوضع علامة (✓) أمـــام مستوى الأداء الذى أتقنته وفى حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع علامة (×) فى الخامة الخاصة بذلك .

اسم النشاط التدريبى: دائرة توحيد موجة كاملة ملحق بها منظم جهد

العناصر	هل أتقنت الوحدة			
	غير قابل نهائياً	لا	جزئياً	كلياً
١- نزع الرمز الدال على كلا من : أ. المحول. ب. الارضي. ت. ثنائيات التوحيد و مكثف التنعيم ث. ترانزستور المتصلة ببعضها. ج. الترانزستور الثالث و موحد الزينر. ح. رموز بقية الكونات.				
٢- استبدال كلا من هذة الرموز بخطوط التوصيل النحاسية				
٣- استخدام كباري اثناء عمل خطوط التوصيل.				
٤- تم الاخذ في الاعتبار الابعاد و الاحجام الطبيعية للمكونات.				
٥- اعداد رسم للثقوب و الفتحات التـــي تـــدخل فيهـــا اطـــراف المكونات.				
٦- التوصل الى الشكل النهائي للدائرة التنفيذية .				

النتيجة :

إذا كانت الإجابة لا أو جزئياً أو غير قابل للتطبيق يعاد التدريب بمساعدة المدرب ٠

٢- نموذج تقييم مستوى الأداء للمدرب

[يملأ عن طريق المدرب]

اســـــــــــــــم المتـــــــــــــــدرب :	التاريخ : / /
رقم المتدرب رقـم المحاولـة : ١ : ٢ : ٣	
كل بند ١٠ نقاط **العلامة : الحد الأدنى ما يعادل ٨٠ % بين مجموع النقاط٠** **الحد الأعلى ما يعادل ١٠٠% من مجموع النقاط٠**	

بنود التقييم	النقاط
١- نزع الرمز الدال على كلا من : i. المحول. ii. الارضي. iii. ثنائيات التوحيد و مكثف التنعيم iv. ترانزستور المتصلة ببعضها. v. الترانزستور الثالث و موحد الزينر. vi. رموز بقية الكونات. ٢- استبدال كلا من هذة الرموز بخطوط التوصيل النحاسية . ٣- استخدام كباري اثناء عمل خطوط التوصيل.	

٤- تم الاخذ في الاعتبار الابعاد و الاحجام الطبيعية للمكونات. ٥- اعداد رسم للثقوب و الفتحات التي تدخل فيهـــا اطـــراف المكونات. ٦- التوصل الى الشكل النهائي للدائرة التنفيذية .	
المجموع	

ملاحظات .....

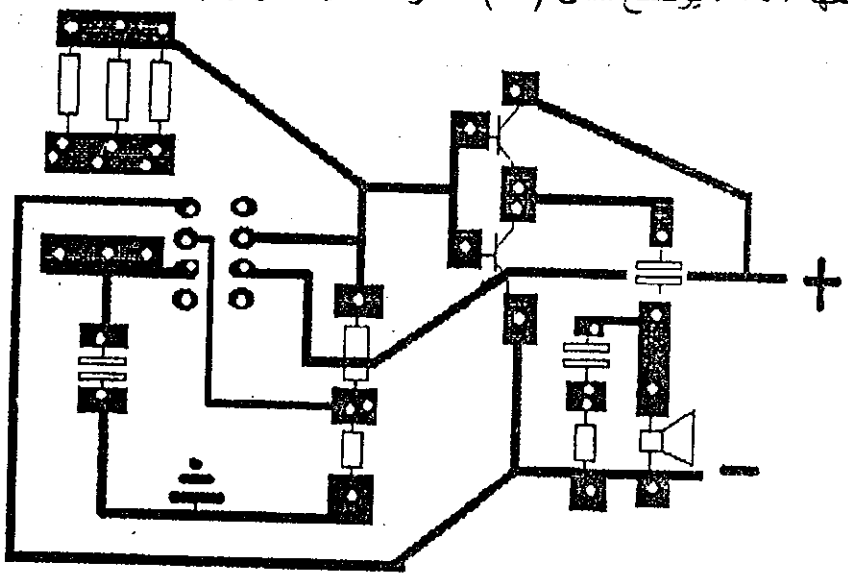
توقيع المدرب .....

التحويل من الدوائر العملية إلى الدوائر النظرية (الشكل التخطيطى)

التحويل من الدائرة العملية لجرس إلكترونى إلى الدائرة النظرية لهذا الجرس :

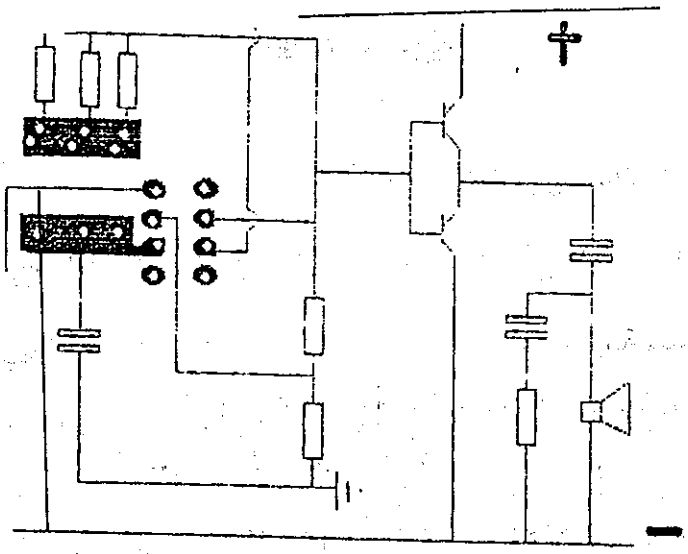
فكرة عامة عن الدائرة :

الدائرة تعطى ثلاثة نغمات مختلفة وتستخدم مثل هذه الدائرة إذا كان للمنـــزل ثـــلاث مداخل أو ثلاث أبواب ، يستخدم فى هذه الدائرة مكبرة تشغيلى أو مكبر عمليات داخل دائـــرة متكاملة رقمها ٧٤١ . يوضح شكل (٢١) الدائرة العملية لجرس إلكترونى :



شكل (٢١) الدائرة العملية لجرس إلكترونى

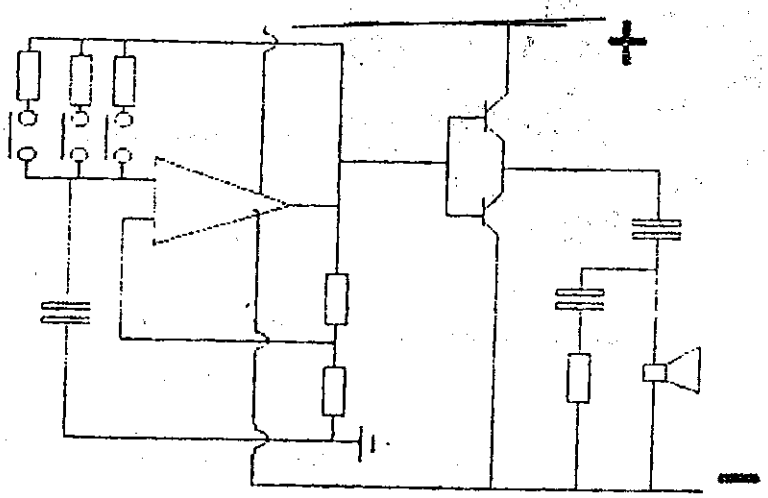
نقوم بتحويل خطوط التوصيل النحاسية إلى خطوط رسم منتظمة الشكل ونستبقى فقط المتكاملة لأن المكبر التشغيلى أو مكبر العمليات غالبا ما يرسم فى صورة مثلث ، أحد رؤوس هذا المثلث تتصل بخرج المكبر .



شكل.(٢٢) محاولة التحويل من الدائرة العملية لجرس الكترونى إلى الدائرة النظرية له .

تعبر عن المتكاملة بمثلث وتعبر عن مفاتيح الضغط (الجرس) الثلاثة بالرموز التـــى تـــدل عليها وبذلك نصل إلى الشكل النهائى للدائرة النظرية .

يوضح شكل (٢٣) الدائرة النظرية لجرس إلكترونى بعد استنتاجه من الدائرة العملية لهذا الجرس .



شكل (٢٣) الدائرة النظرية لجرس إلكترونى

تطبيقات عملية

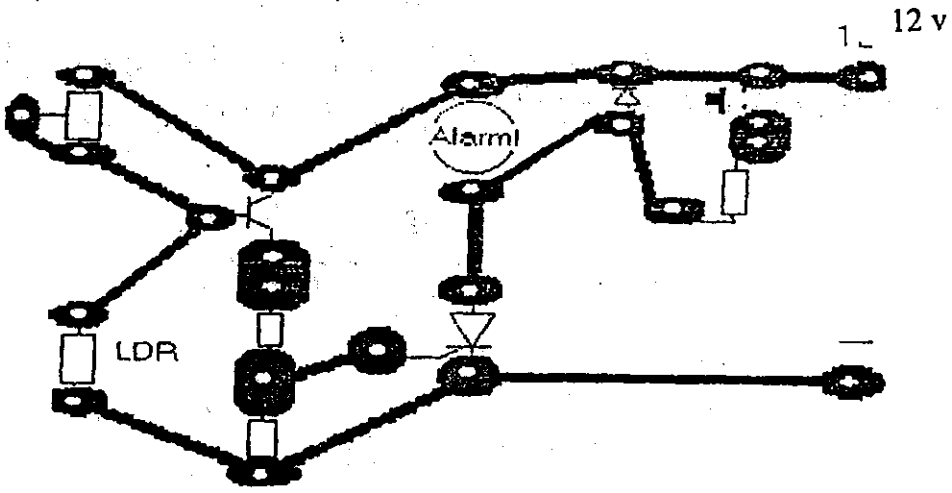
التمرين الثاني:

التحويل من الدائرة العملية لدائرة انذار سرقة إلى الدائرة النظرية لها

فكرة عامة عن الدائرة :

ينبعث ضوء من لمبة ، يمكن تركيز هذا الضوء على مقاومة ضوئية LDR بواسطة عدستين إحداهما قرب اللمبة والأخرى قرب المقاومة الضوئية ، عندما يعبر شخص ما بين اللمبة والمقاومة الضوئية ترتفع قيمة المقاومة الضوئية ويقوم الترانزستور بتوصيل تيار لبوابة الثير ستور فيعمل الثير ستور ويمر تيار في دائرة الإنذار ، ويصدر من دائرة الإنذار أصواتا تنبه الناس .

يوضح شكل (٢٤) الدائرة العملية (الشكل التنفيذى) لدائرة إنذار سرقة .

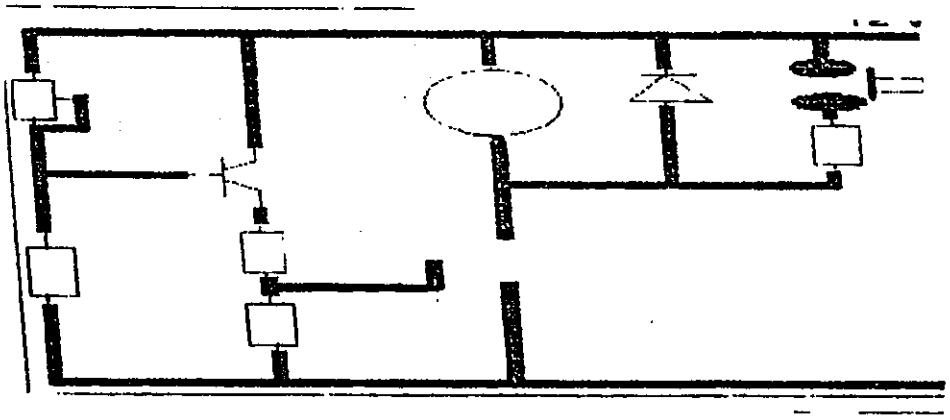


شكل (٢٤)الدائرة العملية لدائرة إنذار سرقة

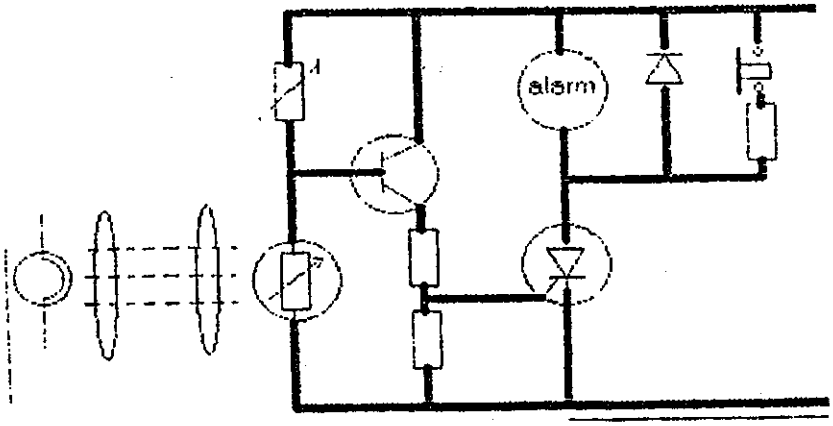
خطوات العمل :

١- استبدل خطوط التوصيل النحاسية بخطوط رسم أفقية ورأسية .

٢- قم بتحويل الدائرة العملية لدائرة الإنذار إلى دائرة نظرية.



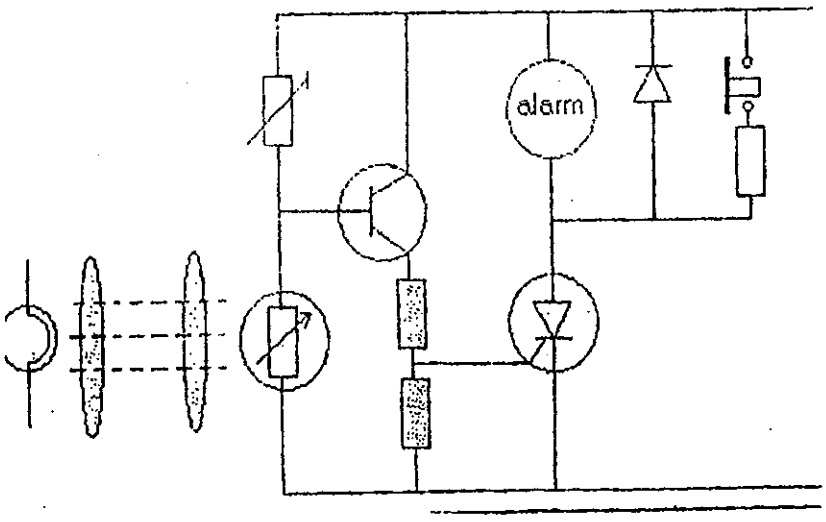
٣- ارسم أو إضف مصدر ضوء (لمبة) وعدستين إلى الرسم .



شكل (٢٦) الاستمرار فى التحويل لدائرة نظرية

٤- استبدل الخوط السميكة بخطوط رسم رفيعة .

٥- اكتب البيانات على الرسم .



شكل (٢٧) الشكل النهائى للدائرة النظرية لدائرة إنذار سرقة

نماذج تقييم الأداء (مستوى إجادة الجدارة)

١-نموذج تقييم مستوى الأداء للمتدرب .

[يملأ من قبل المتدرب]

تعليمات
بعد الانتهاء من التدريب قيم نفسك بواسطة إكمال هذا التقييم الذاتى وذلك بوضع علامة (✓) أمـــام مستوى الأداء الذى أتقنته وفى حالة عدم قابلية المهمة للتطبيق ضع علامة (×) فى الخامة الخاصة بذلك .

اسم النشاط التدريبى: دائرة انذار سرقة

العناصر	هل أتقنت الوحدة			
	غير قابل نهائياً	لا	جزئياً	كلياً
١-استبدال كلا من التوصيلات النحاسية بخطـــوط رســـم افقية و راسية . ٢-تحويل الدائرة العملية الى نظرية. ٣- رسم او اضافة لمصدر ضوء و عدستين للرسم. ٤- استبدال الخطوط السميكة بخطوط رسم رفيعة. ٥- كتابة البيانات على الرسم. ٦- التوصل الى الشكل النهائي للدائرة النظرية .				

النتيجة :

إذا كانت الإجابة لا أو جزئياً أو غير قابل للتطبيق يعاد التدريب بمساعدة المدرب .

٢-نموذج تقييم مستوى الأداء للمدرب

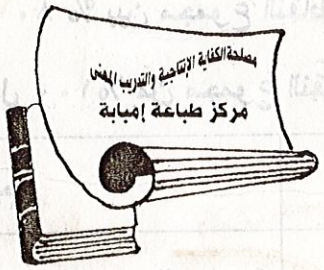
[يملأ عن طريق المدرب]

اســـــــــــــــم المتـــــــــــــــدرب :	التاريخ : / /
رقم المتدرب ٣	رقم المحاولة : ١ : ٢ :
كل بند ١٠ نقاط العلامة : الحد الأدنى ما يعادل ٨٠ % بين مجموع النقاط. الحد الأعلى ما يعادل ١٠٠% من مجموع النقاط.	

بنود التقييم	النقاط
١-استبدال كلا من التوصيلات النحاسية بخطوط رسم افقية و راسية . ٢-تحويل الدائرة العملية الى نظرية. ٣- رسم او اضافة لمصدر ضوء و عدستين للرسم. ٤- استبدال الخطوط السميكة بخطوط رسم رفيعة. ٥- كتابة البيانات على الرسم. ٦- التوصل الى الشكل النهائي للدائرة النظرية .	
المجموع	

ملاحظات .....

توقيع المدرب .....



مدير المركز

مهندسة / عائشة عبد العزيز