جمهورية مصر العربية
وزارة التربيه والتعليم والتعليم الفني

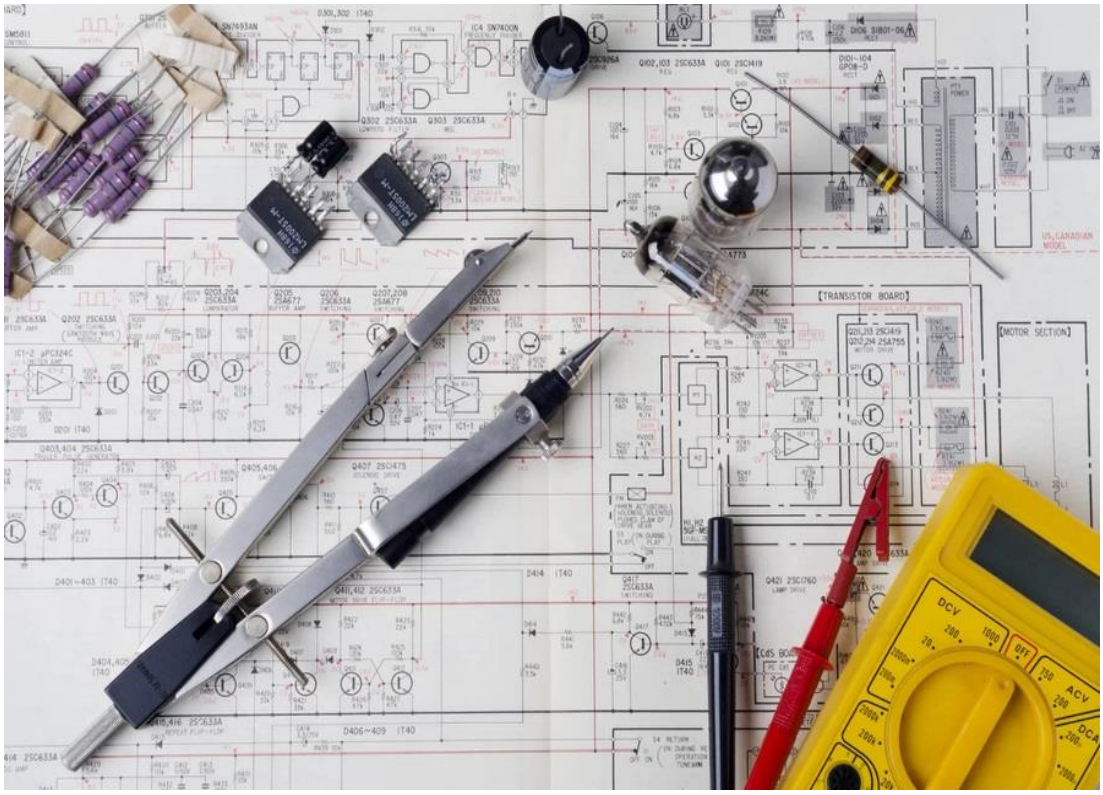
دليل الطالب

وحدة جدارات

رسم الدوائر الإلكترونية

برنامج فني أجهزة الكترونية

المستوى (٣)



اعداد

أ / خلود محمد احمد
معلم خبير الإلكترونيات العلمي

أ / أيمن فاروق عبدالتواب
معلم خبير الإلكترونيات العلمي

اشراف

م / هدى غريب
موجه مركزي الإلكترونيات العلمي

أ / خالد بسيوني
موجه مركزي الإلكترونيات العملي

اسم الوحدة: رسم الدوائر الالكترونية

ملخص الوحدة

تهدف هذه الوحدة الي اكساب الطلاب الجدارات المرتبطة بالرسم الفني اليدوى والالكتروني وكذلك تحويل الدوائر النظرية الي دوائر تنفيذية بنظم مختلفة والعكس بالإضافة الي جدارة تفسير المخططات الفنية المصاحبة للأجهزة والكروت الالكترونية المختلفة.

(١): يجهز متطلبات عملية الرسم الهندسي.

(٢): يرسم العمليات الهندسية الأساسية.

(٣): يرسم الدوائر الالكترونية يدويا.

(٤): يرسم الدوائر الالكترونية بواسطة برامج الحاسب.

(٥): يقيم أداءه الخاص ويخطط لتحسينه.

مخرج تعلم (١) : يجهز متطلبات عملية الرسم الهندسي

١.١. أدوات الرسم الهندسي

تمهيد :

يعد الرسم الهندسي هو اللبنة الأساسية لتعلم واتقان أي نوع من أنواع الرسم ، لذا يجب عليك اتقانه جيدا. فهو يمكنك من تطبيق الخطوات الخاصة باي رسم للحصول في النهاية على المطلوب ويهدف هذا الدرس إلي التعرف الجيد على أدوات الرسم المستخدمة ووظيفة كل أداة والطريقة الصحيحة والمثلي لاستخدامها، كما يهدف لإتقان تنفيذ العمليات الهندسية. يوضح هذا الدرس النقاط الأساسية اللازمة لدراسة الرسم الفني الهندسي مثل المواصفات القياسية المتعلقة بالرسم، أدوات الرسم ووظيفة كل أداة وطرق استخدامها الاستخدام الصحيح والخطوط المستخدمة واستخدام كل نوع من أنواع الخطوط وكتابة الحروف الهجائية والرموز التخطيطية والاكواد

أولًا : أدوات الرسم الهندسي

اذا كان المقصود من الرسم الفني والعمليات الهندسية هو الوصول باستخدام أدوات الرسم الى انشاء رسوم ذات خطوط جميلة ومتقنة وشكل جمالى، فان هذه الرسومات تؤدى الى غرض معين، فيجب عليك عزيزى الطالب ان تراعي في عملك الدقة التامة والنظافة وحسن الأداء، وليست العبرة بكثرة الأدوات وتنوعها وغلاء ثمنها وانما هي بالقدر الذي يستفاد منها والمحافظة عليها وحسن استخدامها، ومن الأدوات التي يحتاجها الطالب في الرسم الفني للالكترونيات :

الأقلام الرصاص:

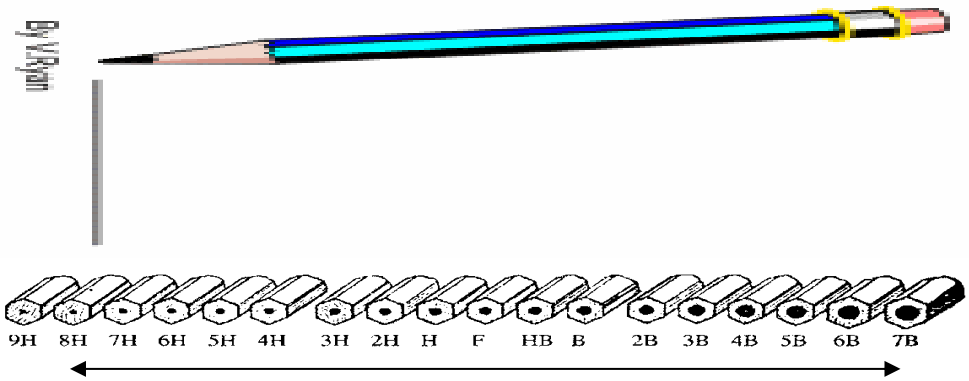
للتعرف على القلم الرصاص المناسب يجب المعرفة والإلمام بخواص واستعمالات كل درجة من درجات الأقلام كما يرتبط بنوع الرسم المراد تحضيره كما يؤثر نوع الورق المستخدم في نوع القلم المستخدم من حيث نعومة سطح الورق وخشونته وكذلك قوة ومتانة الورق .

ويمكن معرفة درجات القلم الرصاص من الأرقام التالية :

أ) القلم ذو السن القاسي ويعرف بالحرف (H) وتتوقف درجة قساوة هذا النوع على الرقم الذي يسبق الحرف H فيوجد منه أقل درجة من القساوة ويرمز لها بالرمز H وتزداد الدرجة إلى ،2H ، 3H، .....H9.

) القلم اللين ويعرف بالحرف B وتتوقف درجة الليونة على الأرقام التي تسبق الحرف B فيوجد منه B وهو الأقل ليونة وتزداد الليونة كما يلي (2B, 3B, ...6B)

) القلم الرصاص الجاف اللين وهو يجمع بين الحرفين HB وهو قلم متوسط الليونة والقساوة والشكل (١-١) يوضح أنواع القلم الرصاص من حيث درجة قساوة السن



الشكل (١-١) : أقلام الرصاص الخشبية

وحاليا تتوفر أقلام رصاص ذات سنون لها سمك مختلف يتدرج بين 0.3 الى 3mm تسمى بالأقلام الميكانيكية كما هو موضح بالشكل (٢-١).

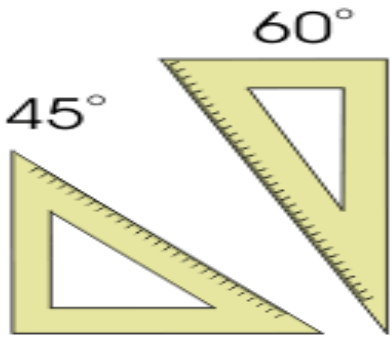
الشكل (٢-١) : مثال لأحد الأقلام الميكانيكية

المثلثات:

يحتاج الطالب إلى المثلثين الموضحين بشكل (٣-١) أحدهما بزوايا مقدارها:

(٤٥ ° 90 ° 45 °)، والآخر (٣٠ ° 90 ° 60 °) ، وتصنع المثلثات عادة من اللدائن ويفضل أن تكون من

البلاستيك الشفاف لتسهيل الخطوط التي بأسفلها .



الشكل (٣-١): مثلثات الرسم.

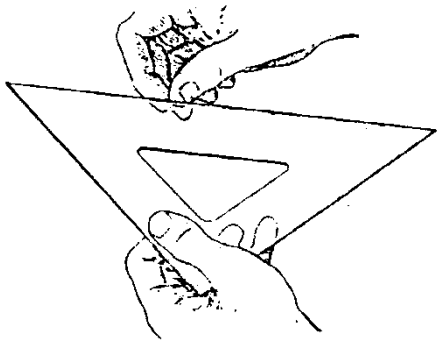
ملاحظات :

عند استخدام المثلثات يجب أن يراعى الآتي:

١) التأكد من أطرافه بحيث تكون مستقيمة وخالية من التموجات او الشروخ.

٢) عدم استخدام الأدوات الحادة مع المثلثات لما قد تسببه من أضرار لأطرافها .

٣) اختبر سلامة استقامة الأضلاع بإ مرار ظفر إبهام يد ك عليها كما هو موضح بشكل (٤-١).



الشكل (٤-١): اختبار استقامة أضلاع المثلث

<u>البراجل :</u>

تصنع البراجل المستخدمة في الاغراض الهندسية من المعادن وتستخدم مع اقلام أو أسنان الرصاص أو أقلام التحبير في رسم الدوائر والأقواس. تتوفر البراجل المستخدمة في الأغراض الهندسية بالأسواق التجارية في علب من الخشب أو اللدائن. تحتوى على برجل واحد أو مجموعة براجل مختلفة، كما هو موضح في شكل (٥-١).

الشكل (١-٥) : علبة تحتوى على مجموعة براجل

الممحاة:

يوجد العديد من الأنواع منها ولكن الجيدة منها هي التي تمحو الرسم بسهولة دون قشط قد يخدش او يتلف الورق. ويستحب ان يكون المسح بالممحاة دون ضغط كما يستحب ان يكون في اتجاه واحد ان امكن ذلك . والشكل (١-٦) يوضح احدى هذه الأنواع.

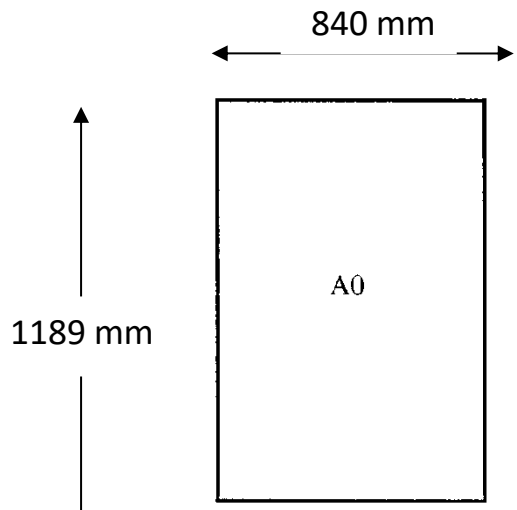
الشكل (١-٧) : مثال لممحاة

لوحة الرسم الورقية :

يجب أن يراعى في اختيار لوحة الرسم الورقية المواصفات الأتية:

- لا تتمزق عند الرسم عليه بأقلام الرصاص الحادة ولا عند المحو.
- لا يحتفظ بأثار الخطوط عند مسحها.
- لا يتغير لونها مع مرور الزمن أو يتأكل.
- لا يمتص الرطوبة حتى لا تتأثر الرسومات.
- مقاوم للتشرب عند الرسم عليه بالحبر.
- تقاوم التكسر عند طيه.

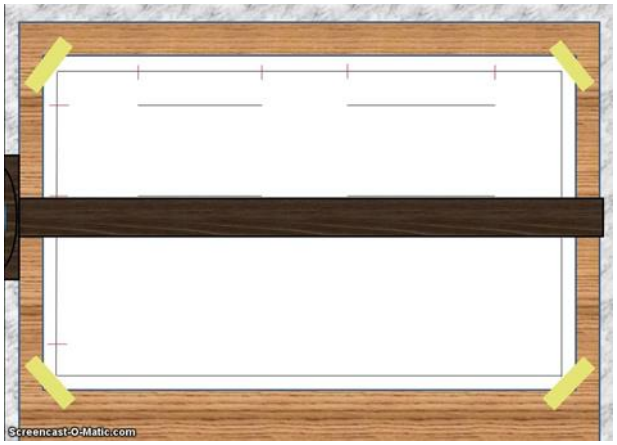
ويلاحظ أن أبعاد أوراق الرسم المتداول هي (1189 × 840 مليميتر) كما هو موضح بالشكل (١-٨)



الشكل (٨-١): أبعاد لوحة الرسم الورقية

لوحة الرسم الخشبية:

تصنع هذه الألواح الخشبية وتجمع مع بعضها البعض بحيث يكون سطحها العامل ناعماً ومستوياً وخالياً من التموجات، وأن تكون جوانبها الأربعة مستوية ومتعامدة فيما بينها. كما هو موضح بشكل (٩-١).



الشكل (٩-١) : لوحة الرسم الخشبية البسيطة

يوضع علي الجانب الأيسر قطعة من خشب الأبنوس (أو الألوميتال) المستوية تماما لتنزلق عليها المسطرة T .

المسطرة حرف T:

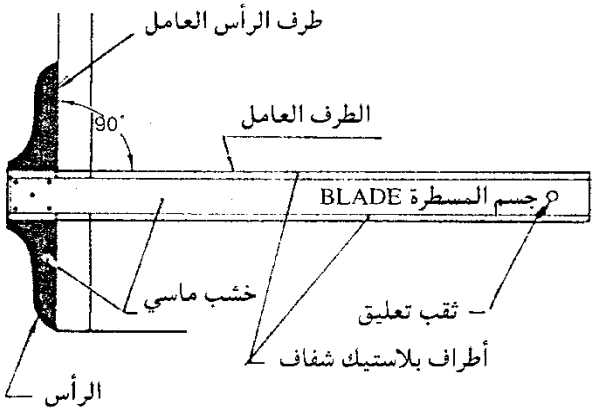
تصنع المساطر حرف T شكل (١٠-١) من الخشب أو من اللدائن أو من الألومنيوم، ولا ينصح باستخدام مساطر الألومنيوم لأثرها السيء على ورقة الرسم والأقلام.

والمسطرة حرف T تتكون من جزأين أساسين وهما :

جسم المسطرة الطويل نسبيا، ويحتوى على الطرف العامل الذى يعتبر من أهم عناصر المسطرة،

رأس المسطرة وهو متعامد على جسم المسطرة الطولي بدقة.

يثبت الرأس مع المسطرة بواسطة مسامير قلاووظ بالنسبة للمساطر الخشبية، أو بمسامير برشام بالنسبة للمساطر الألومنيوم، أو تكون حرة ويقوم الطالب بتركيبها عند الاستخدام وفكها عند عدم الاستخدام.



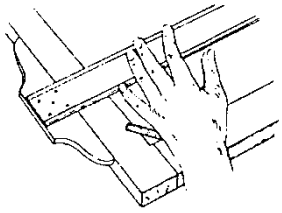
الشكل (١٠-١): المسطرة حرف T

استعمالات المسطرة حرف T:

تستعمل المسطرة حرف T في رسم الخطوط الأفقية المستقيمة، كما تستعمل في كسنادة أدوات الرسم الأخرى مثل المثلثات.

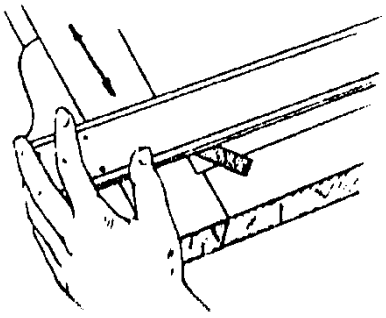
توجد بعض الملاحظات التي يجب الانتباه إليها عند استخدام المسطرة حرف T ، وهى:

توضع المسطرة على لوحة الرسم المثبت عليها ورقة الرسم كما هو موضح بشكل (١١-١)، بحيث يلامس سطح رأسها العامل مع الطرف الأيسر للوحة.



الشكل (١١-١): المسطرة حرف T في وضع العمل

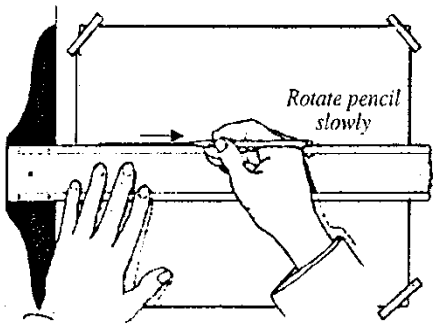
يضغط على رأس المسطرة باليد اليسرى مع انزلاقها إلى أعلى أو إلى أسفل حسب الوضع المطلوب كما هو موضح بشكل (١٢-١).



الشكل (١٢-١) : حركة المسطرة حرف T على اللوحة

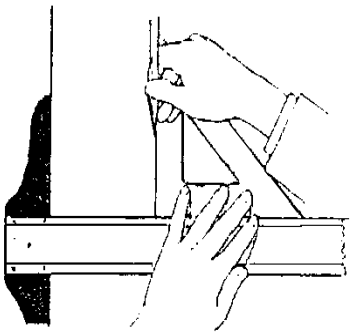
عند وصول المسطرة حرف T إلى الوضع المطلوب، تثبت باليد اليمنى، ثم ينقل التثبيت من اليد اليمنى إلي اليد اليسرى على جسم المسطرة مع الضغط عليها بضغط مناسب، بحيث تمنع المسطرة من الابتعاد عن الوضع المطلوب.

لرسم الخطوط الأفقية يمسك القلم باليد اليمنى، ويبدأ الرسم من الجهة اليسرى متجها نحو الجهة اليمنى كما هو موضح بشكل(١٣-١).



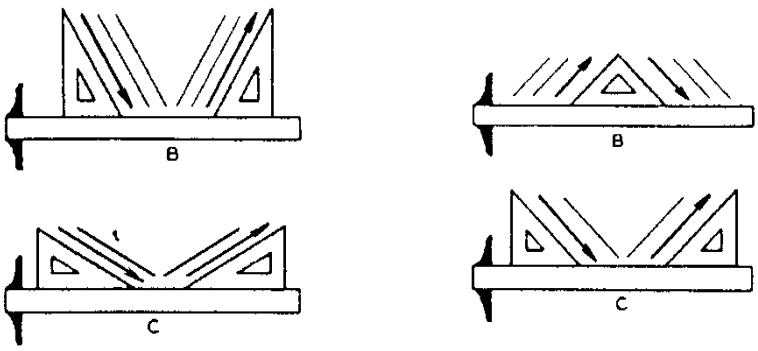
الشكل (١٣-١) : طريقة رسم الخطوط المستقيمة الأفقية

يستعان بإحدى المثلثات عند رسم الخطوط الرأسية، حيث يسند المثلث على السطح العامل بالمسطرة مع الضغط على المسطرة والمثلث باليد اليسرى كما هو موضح بشكل (١٤-١).



الشكل (١٤-١) : رسم الخطوط المستقيمة الرأسية

عند رسم الخطوط المائلة أو الخطوط المتوازية المائلة، يستعمل أحد المثلثين أو كليهما مع تثبيت المثلث أو المثلثين مع المسطرة باليد اليسرى، ويتم رسم الخطوط المائلة أو رسم الخطوط المتوازية المائلة كما هو موضح بشكل (١٥-١).

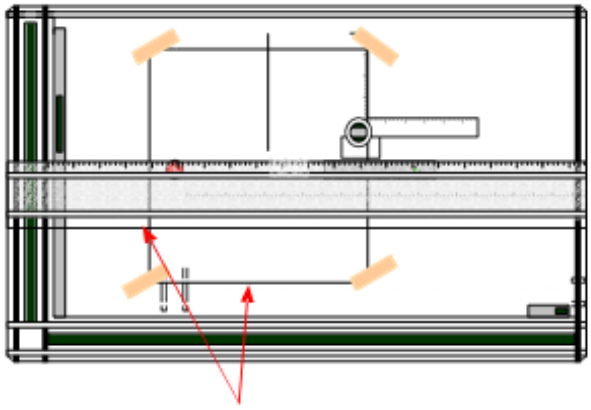


الشكل (١٥-١) : رسم الخطوط المائلة أو الخطوط المتوازية المائلة

<u>شريط اللصق:</u>

يستخدم شريط اللصق لتثبيت الورق على لوحة الرسم من زواياه الأربعة، بحيث يكون ملاصقا تماما للسطح، وتكون

ورقة الرسم موازية لحواف لوحة الرسم وذلك للحصول على رسومات دقيقة وللمحافظة على الورق من التمزق أثناء تحريك المسطرة عليه شكل (١٦-١)



الشكل (١٦-١): تثبيت ورقة الرسم

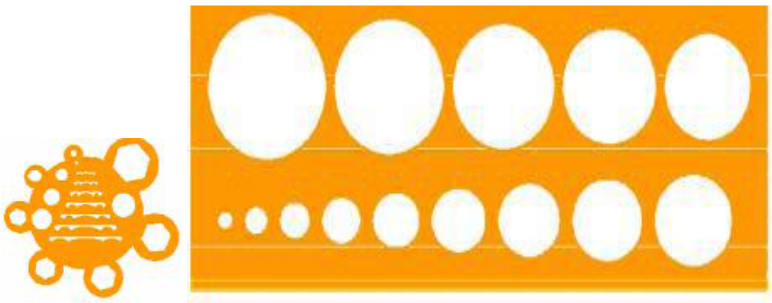
مساطر القياس :

تصنع مساطر القياس من المعدن أو الخشب أو اللدائن . وعادة تستخدم المساطر المصنوعة من اللدائن فى الأغراض الهندسية . وتستعمل فى قياس الأطوال أو لتحديد فتحات البراجل. توجد مساطر القياس بأشكال مختلفة وشكل (١٧-١) يوضح بعض نماذج منها .

الشكل (١٧-١) : مساطر القياس

مساطر الأرقام والحروف ورموز الأشكال الهندسية :

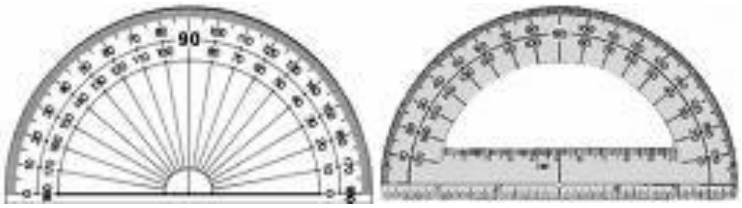
تصنع مساطر الأرقام والحروف ورموز الأشكال الهندسية من اللدائن الشفافة . وهى عبارة عن مساطر محفور بها أرقام وحروف والعديد من أشكال ورموز المصطلحات الهندسية بمقاسات متدرجة . لتشمل كافة التخصصات. وشكل (١٨-١) يوضح بعض نماذج لهذه المساطر .



الشكل (١٨-١) : اشكال مختلفة لمساطر الأرقام و الحروف و الرموز الهندسية

المنقلة:

تصنع المناقل من اللدائن الشفافة وبألوان مختلفة، وتستخدم في رسم الزوايا التي لا يمكن رسمها عن طريق المثلثات، وكذلك تستخدم في قياس الزوايا المختلفة. المناقل لها أشكال مختلفة وشكل (١٩-١) يوضح أهم أشكالها، علماً بأن المنقلة النصف دائرية هي الأكثر استعمالا.



الشكل (١٩-١) : المنقلة

فوطه تنظيف

هي عباره عن قطعه من القماش تستخدم لتنظيف اللوحة الورقية و كذألك ادوات الرسم المختلفة كما بشكل (٢٠-١).

الشكل (٢٠-١): مثال لفوطة التنظيف

ثانيا : تثبيت لوحة الرسم الورقية:

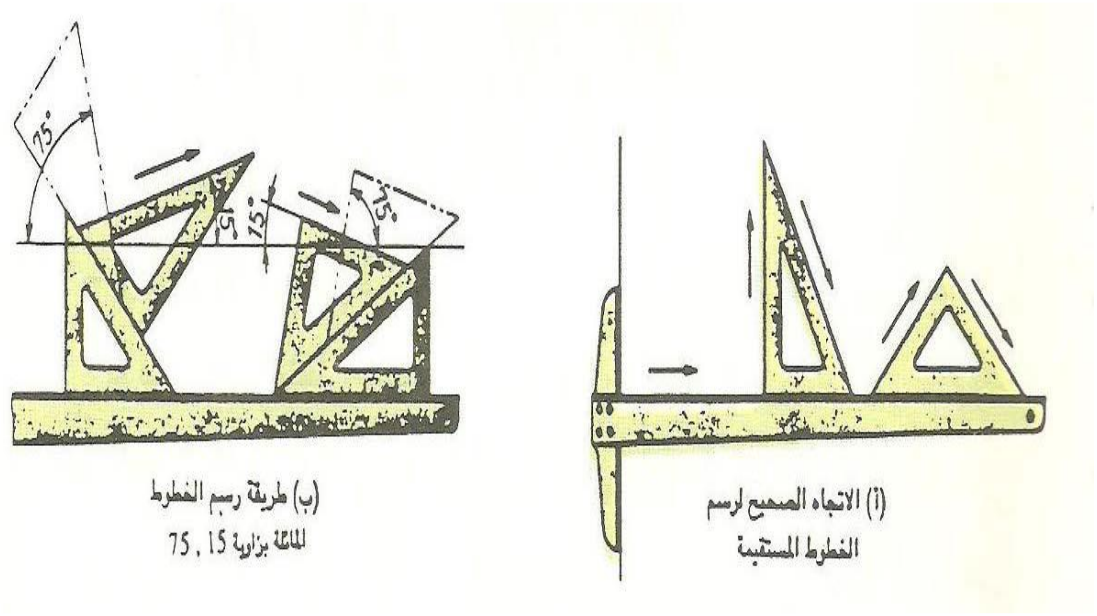
لتثبيت ورقة الرسم على اللوح الخشبي أهمية كبيرة في المحافظة عليها من التمزق، وللحصول على درجة عالية من الدقة ، ويفضل عند تثبيت اللوحة مراعاة النقاط التالية :

تثبيت الورقة من زواياها الأربع، والورقة الكبيرة نشبت زواياها وأطرافها.

عند استعمال مسطرة (T) تثبت الورقة قرب الحافة اليسرى للطاولة وذلك لتقليل الخطأ الناتج من انحناء المسطرة عند الرسم، وتترك مسافة بين حافة الورقة وحافة الطاولة السفلى لتسهيل حركة المسطرة والأدوات

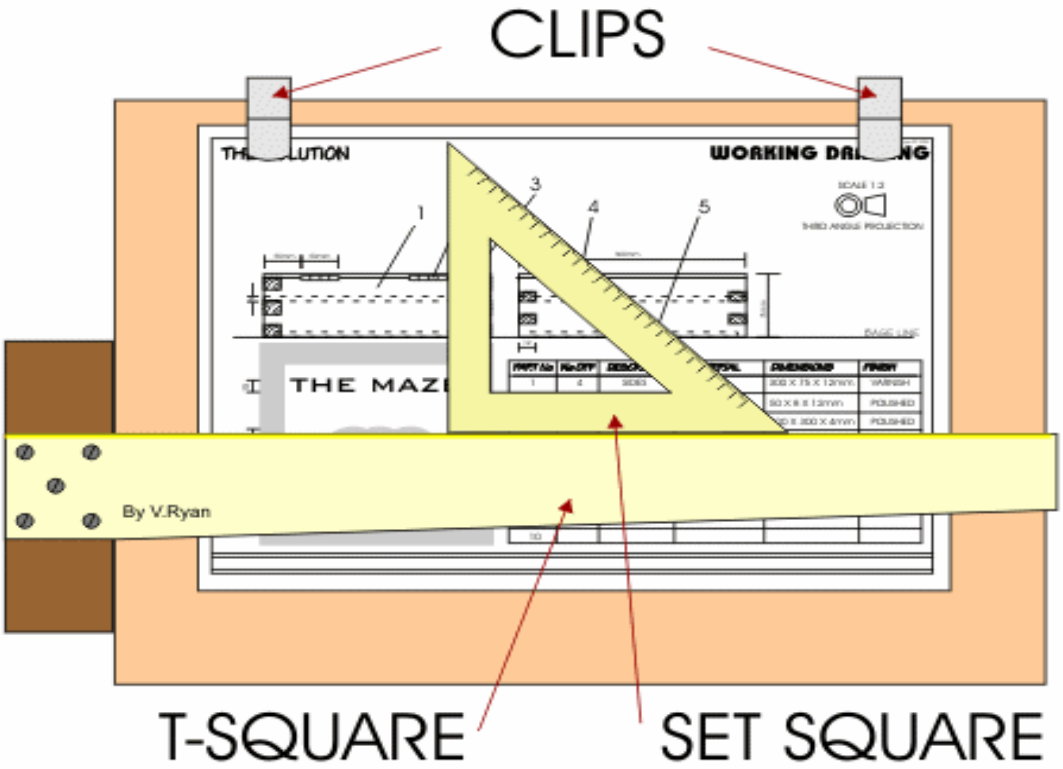
يجب أن تكون حواف الورقة موازية لحواف الطاولة تماماً، ويتم التأكد من ذلك بالاستعانة بالمسطرة حرف (T) عند تثبيت الورقة.

الشكل رقم (٢١-١) يبين الطريقة الصحيحة لاستخدام مسطرة حرف T مع المثلثات



الطريقة الصحيحة لتثبيت اللوحة شكل (٢١-١)

كما يبين الشكل (٢٢-١) بعض أنواع لوحات الرسم



الشكل (٢٢-١) بعض أنواع لوحات الرسم

ثالثا : تقسيم لوحة الرسم الورقية:

أنواع الخطوط المستخدمة في الرسم:

١) **الخطوط المتصلة: يستخدم هذا النوع للتعبير عن الخطوط الظاهرة الأساسية.**

٢) **الخطوط المتصلة الرفيعة : يستخدم هذا النوع من الخطوط للتعبير عن خطوط الابعاد – خطوط تحديد الابعاد على الرسم .**

٣) **خطوط متقطعة: هذا النوع من الخطوط يكون عبارة عن خط متقطع طول الشرطة من ٤:٢ مم والفراغ يكون ١ مم وهو يعبر عن الخطوط غير الظاهرة (المختفية الى لا يمكن مشاهدتها من أحد مساقط الرسم).**

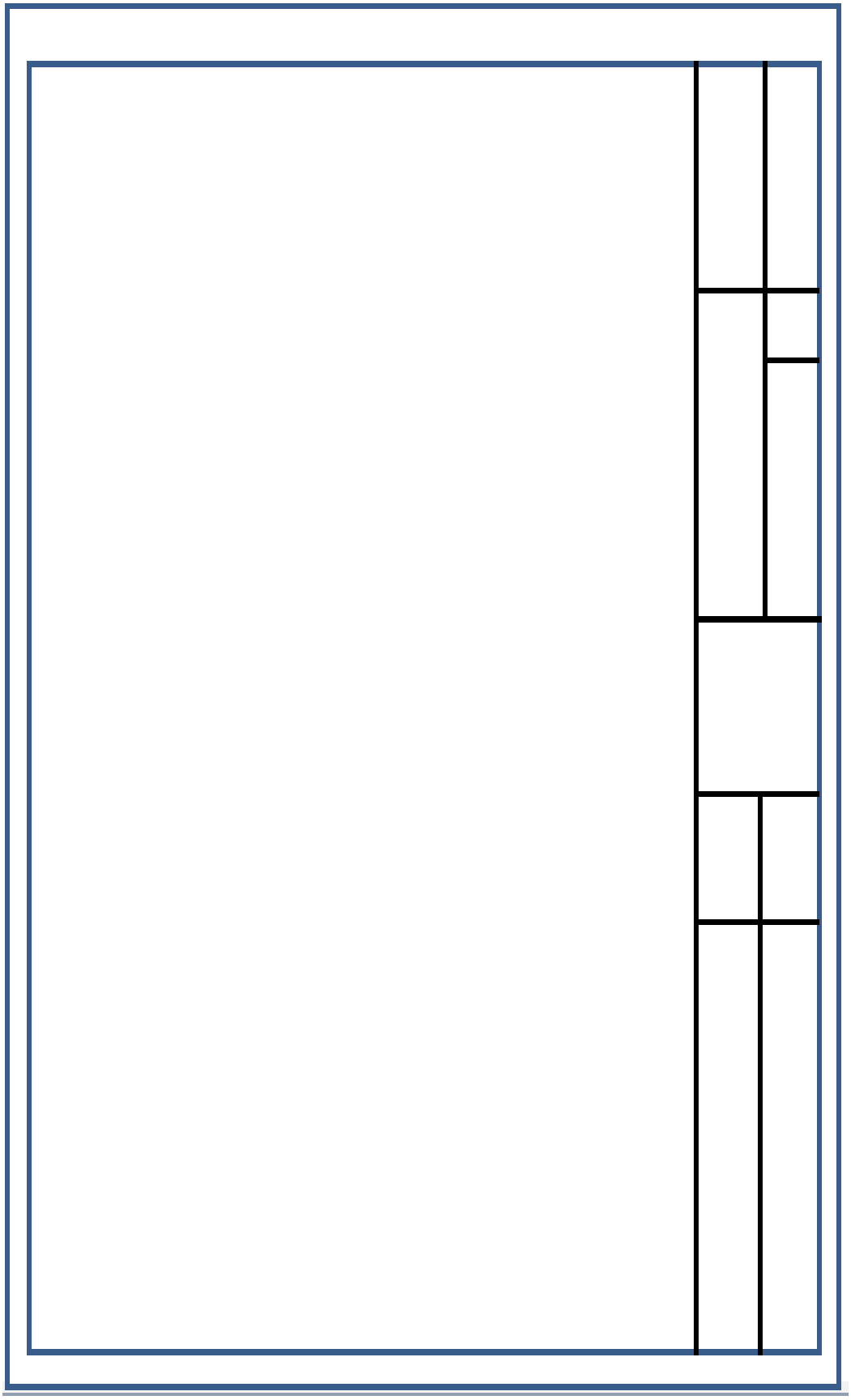
٤) **خطوط سلسلة (شرطة ونقطة): في هذا النوع من الخطوط يكون طول الشرطة حوالى ٢٠ مم يتبعها أخرى قصيرة ٢ مم وبينهما فراغ ١ مم ويستخدم هذا النوع من الخطوط للتعبير عن المحاور في الرسم.**

٥) **خطوط سلسلة (شرطة ونقطتين): في هذا النوع من الخطوط يكون طول الشرطة حوالى ٢٠ مم يتبعها أخرى قصيرة ٢ مم ثم أخرى بطول ٢ مم وبينهما فراغ ١ مم ويستخدم هذا النوع من الخطوط للتعبير عن المحاور في الرسم.**

ملاحظات على خطوط الرسم

- يتم اختيار واستخدام بعض أنواع من أقلام الرصاص بسماكات مختلفة لكل سمك خط مطلوب.
- يلاحظ عند اختيار السماكة ان يتم تصنيف أنواع السماكات بوضوح كما يجب ان يكون سمك الخط في اطار المجال المناسب.
- يرسم الخط بحيث يكون بسمك واح ومنتظم الوضوح.
- يضغط بقوة ثابتة اثناء الرسم بالرجل.
- عند رسم خط الكسر او خط المحور يرسم بحيث تكون الاطوال

تقسيم لوحة الرسم الورقية



نشاط (١):

بالتعاون مع زملائك حدد أدوات الرسم الهندسي – وخطوات تثبيت أدوات اللوحة الورقية – وخطوات تقسيم لوحة الرسم الورقية وتجهزها لعملية الرسم المطلوبة.

عزيزي الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذا الدرس ينبغي ان تكون قادرا على تحديد أدوات الرسم الهندسية وكيفية تثبيت لوحة الرسم الورقية وتجهزها لعملية الرسم المطلوبة وإليك بعض مصادر التعلم الاثرائية للمزيد من المعرفة:

- بنك المعرفة المصري .http://www.ekb.eg
- https://www.youtube.com/watch?v=369dTuYGGxU
- https://www.youtube.com/watch?v=aKh5LBwZ_24
- https://www.youtube.com/watch?v=YSDBe7kvtAE
- https://www.youtube.com/watch?v=9Pv-OdeIOsA

مخرج التعلم (٢): يرسم العمليات الهندسية الاساسية

أولاً: تنصيف قطعة مستقيمة :

عزيزى الطالب إليك بعض الإرشادات العامة التي يجب اتباعها عند تنفيذ عملية الرسم:

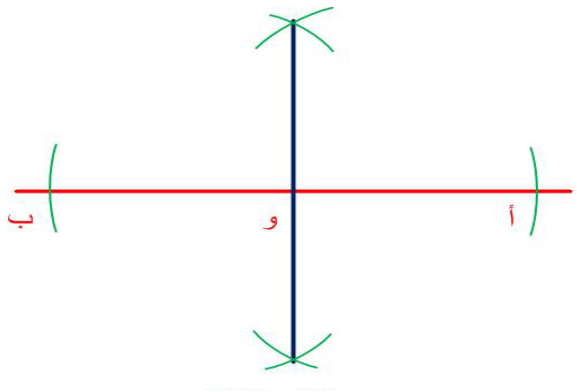
- تأكد من احضار جميع أدوات الرسم وتأكد من صلاحيتها.
- لا تبداء العمل قبل تنظيف لوحة الرسم والأدوات الهندسية.
- تأكد من نظافة أدوات الرسم ولوحة الرسم قبل بدء عملية الرسم.
- لا تستعمل لوحة الرسم وهى مزدحمة بالادوات.
- تأكد من تثبيت لوحة الرسم بطريقة صحيحة وجيدة قبل بدء عملة الرسم.
- اجلس بشكل صحيح وحافظ على نظافة ادواتك وتعامل بسلوك قويم مع زملائك ومعلمك.
- لا تستعمل أقلام رصاص من الأنواع الرديئة في الرسم بل حاول ان تنتقي أنواع

ارسم القطعة المستقيمة (أ ب) بطول ٦٠ مم .

١) افتح الفرجار بطول أكبر من نصف طول القطعة المستقيمة (أ ب) أي اكبر من ٣٠ مم.

٢) يتم الارتكاز في كل من النقطتين (أ ، ب) وارسم قوسين أعلى وأسفل القطعة المستقيمة.

٣) صل نقاط تقاطع الاقواس فتحصل على التنصيف المطلوب. كما هو بالشكل رقم (١-٢).



الشكل (١-٢): تنصيف القطعة المستقيمة

تمرين (١):

مطلوب تنصيف قطعة مسقيمة (أ ب) طولها ٨٥مم.

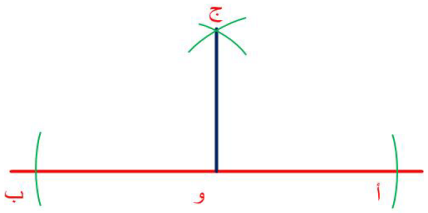
ثانيا : إقامة عمود على مستقيم من نقطة معلومة عليه :

١) في القطعة المستقيمة (أ ب) تقع النقطة (و) هي النقطة المطلوب إقامة العمود عليها.

٢) ارتكز في النقطة (و) وبفتحة مناسبة اقطع المستقيم في (أ ب).

٣) بفتحة أكبر من السابقة ارتكز في كل من (أ ، ب) ارسم قوسين يتقاطعان في النقطة (ج).

٤) صل النقطة (ج) (تقاع الاقواس) مع النقطة (و) تحصل على العمود المطلوب كما هو موضح بالشكل (٢-٢).



الشكل (٢-٢) : إقامة عمود على مستقيم من نقطة معلومة عليه

تمرين (٢):

مطلوب اقامة عمود ع قطعة مستقيمة (أ ب) طولها ٧٠مم.

ثالثاً: اسقاط عمود على مستقيم من نقطة معلومة خارجة عنه:

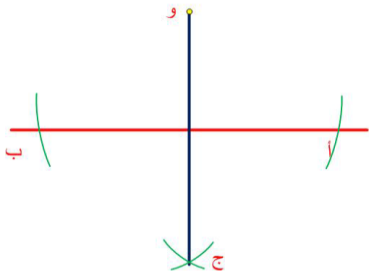
في القطعة المستقيمة (أ ب) الذي طوله (٨٠ مم) ، النقطة (و) تقع خارج المستقيم وعلى بعد ٥٠مم وهى النقطة المطلوب اسقاط العمود منها.

الخطوات:

١) من النقطة (و) المطلوب اسقاط العمود منها ارسم قوس يقطع المستقيم في النقطتين (أ ب).

٢) بفتحة مناسبة ارتكز في النقطتين (أ ب) وارسم قوسين يتقاطعان في النقطة (ج).

٣) صل النقطة (و ، ج) ستحصل على العمود المطلوب كما هو موضح بالشكل (٣-٢) .



الشكل (٣-٢): اسقاط عمود على مستقيم من نقطة خارجة عنه

تمرين (٣):

مطلوب إسقاط عمود على قطعة مستقيمة (أ ب) طولها ٦٥مم، من النقطة (و) التي تبعد ٣٠مم.

رابعًا :إقامة عمود على مستقيم من نقطة معلومة عليه :

في القطعة المستقيمة (أ ب) الذي طوله ٧٠ مم المطلوب إقامة عمود على المستقيم من نقطة (أ).

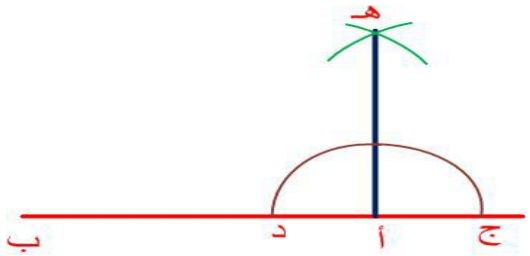
الخطوات:

مد المستقيم (أ ب) في اتجاه النقطة (أ) وبطول مناسب.

من النقطة (أ) ارسم قوس بفتحة مناسبة يقطع المستقيم (أ ب) وامتداده في النطتين (جـ ، د)

بفتحة أخرى مناسبة ارتكز في كل من (ج ، د) وارسم قوسين يتقاطعان في النقطة (هـ).

صل (هـ) مع النقطة (أ) لتحصل على العمود المطلوب. كما هو موضح بالشكل (٤-٢).



الشكل (٤-٢): إقامة عمود على مستقيم من نقطة معلومة عليه

تمرين (٤):

مطلوب إسقاط عمود على قطعة مسقيمة (أ ب) طولها ٩٥مم ، من النقطة (أ) التي تقع عليه.

خامسا : تنصيف زاوية معلومة:

المطلـوب: تنصيف الزاوية ∠(أ ب جـ) والتي قياسها (٦٠)٥

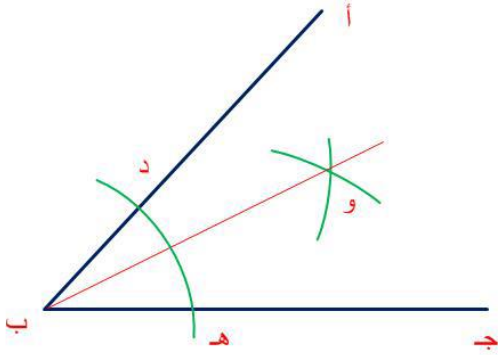
الخطـوات :

١) ارسم الزاوية (أ ب جـ) وقياسها (٦٠)٥

٢) ارتكز في النقطة (ب) وبفتحة مناسبة ارسم قوس يقطع (أ ب) في النقطة (د) ويقطع (جـ ب) في النقطة (هـ).

٣) بنفس الفتحة ارتكز في (د ، هـ) وارسم قوسين يتقاطعان في النقطة (و) .

٤) صل النقطة (و) بالنقطة (أ) تحصل على تنصيف الزاوية. كما هو موضح بالشكل رقم (٥-٢).



الشكل (٥-٢) : تنصيف زاوية معلومة

تمرين (٥):

مطلوب تنصيف الزاوية ∠(أ ب جـ)والتي قياسها (٧٠)°

سادسا : رسم مضلعات منتظمة:

رسم المثلث بمعلومية أطوال اضلاعه الثلاثة (متساوي الاضلاع)

لرسم ∇ (أ ب جـ) بمعلومية اطوال اضلاعه (ب جـ = ٦٠ مم، ب أ = ٦٠ مم ، جـ أ = ٦٠ مم).

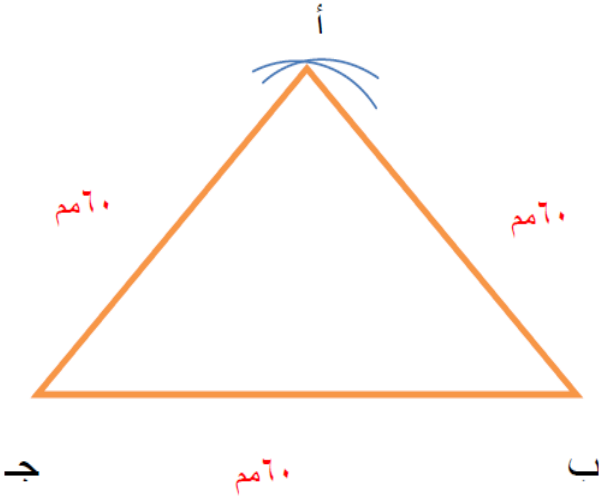
الخطوات :

ارسم الضلع (ب جـ) معلوم الطول ٦٠ مم.

من النقطة (ب) وبفتحة تساوي طول الضلع (ب أ) أي ٦٠ مم ارسم قوسا .

من النقطة (جـ) وبفتحة تساوي (أ جـ) أي ٦٠ مم ارسم قوسا يتقاطع مع القوس السابق في النقطة (أ).

صل النقطتين (ب ، جـ) بالنقطة (أ) نحصل على المثلث المطلوب . كما هو موضح بالشكل (٦-٢).



الشكل (٦-٢) : رسم مثلث بمعلومية اضلاعه

تمرين (٦):

مطلوب رسم مثلث (أ ب جـ) متساوي الاضلاع طول ضلعه ٨٠مم

رسم مربع بمعلومية قطره:

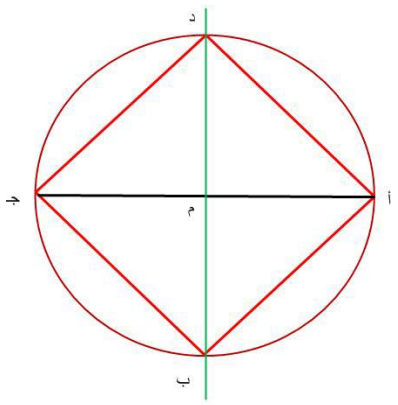
الخطوات :

ارسم قطر المربع (أ جـ) بطول ٦٠ مم.

نصف القطر (أ جـ) في النقطة (م) أي ان (م أ = م جـ = ٣٠ مم) واقم منه عمود بخط مناسب.

ارتكز في النقطة (م) وبفتحة تساوي (م أ) (أي ٣٠ مم) ارسم دائرة تقطع امتداد خط تنصيف القطر (د ، ب) على الترتيب.

صل النقاط (أ ، ب ، جـ ، د) تحصل على المربع المطلوب. كما هو موضح بالشكل (٧-٢).



شكل (٧-٢) : رسم مربع بمعلومية قطره

تمرين (٧):

مطلوب رسم مربع (أ ب جـ د) متساوي الاضلاع طول ضلعه ٨٠مم

رسم الخماسي المنتظم بمعلومية طول ضلعه (الطريقة الخاصة)

لرسم خماسي بمعلومية طول ضلعه

الخطوات:

١) ارسم الضلع (أ ب) بطول ٦٠ مم ثم نصفه في النقطة (و).

٢) أقم من النقطة (أ) عمود (أ ن) ويساوي (أ ب) في الطول.

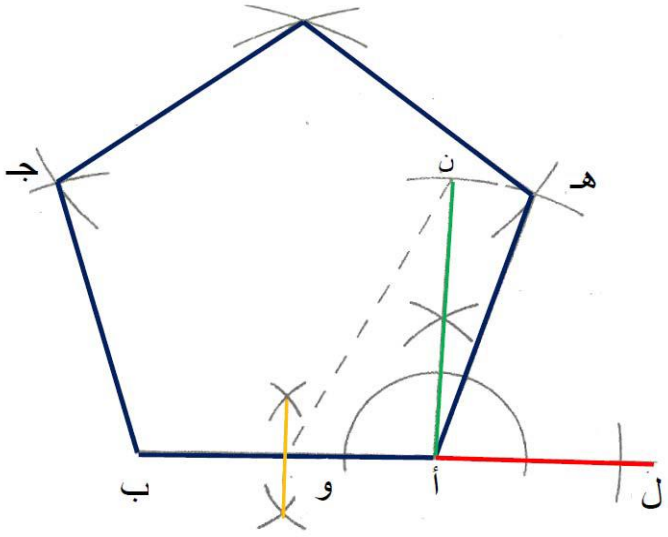
٣) صل النقطة (و) بالنقطة (ن).

٤) ارتكز في (و) وبفتحة تساوي (م ن) ارسم قوسا يقطع امتداد (ب أ) في (ل).

٥) ارتكز في (أ ، ب) وبفتحة تساوي (ب ل) ارسم قوسين في جهة واحدة من (أ ب) يتقاطعان في النقطة (د).

٦) ارتكز في (أ ، ب) مرة أخرى وبفتحة تساوي (أ ب) ارسم قوسين في جهة النقطة (د) وبنفس الفتحة ارتكز في (د) واقطع القوسين السابقين في (هـ ، جـ).

٧) صل النقاط (ب ، جـ ، د ، هـ ، أ) تحصل على المخمس المطلوب. كما هو موضح بالشكل رقم (٨-٢).



الشكل (٨-٢) رسم خماسي منتظم بالطريقة الخاصة

تمرين (٨):

مطلوب رسم مخمس (أ ب جـ د هـ) طول ضلعه ٧٥مم ، باستخدام الطريقة الخاصة

رسم شكل سداسي منتظم الاضلاع بمعلومية طول ضلعه:

الخطوات:

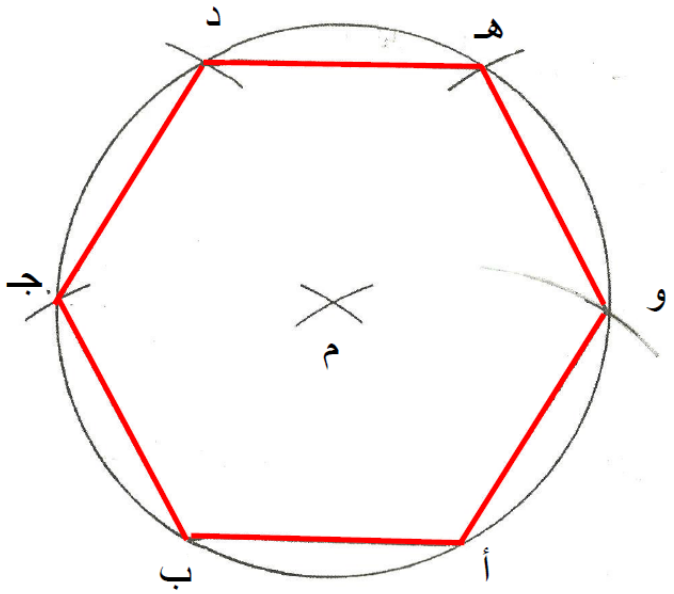
١) ارسم (أ ب) بطول ٥٠ مم طول ضلع الشكل السداسي المطلوب رسمه.

٢) بفتحة تساوي طول (أ ب) أى ٥٠ مم اركز في (أ) وارسم قوسا وبنفس الفتحة اركز في (ب) واقطع القوس السابق في (م).

٣) ارتكز في النقطة (م) وبفتحة تساوي (م أ) ارسم دائرة تمر بالنقطتين (أ ، ب).

٤) بنفس الفتحة ارتكز في (أ) واقطع محيط الدائرة في (و) ثم ارتكز في (و) واقطع الدائرة في (هـ) وارتكز في (هـ) واقطع الدائرة في (د) ثم ارتكز في (د) واقطع الدائرة في (ج) .

٥) صل النقاط (ب ، جـ ، د ، هـ ، و ، أ) تحصل على الشكل السداسي المطلوب. كما هو موضح بالشكل (٩-٢).



الشكل (٩-٢) : رسم سداسي منتظم بمعلومية طول ضلعه

تمرين (٨):

مطلوب رسم سداسي (أ ب جـ د هـ و) طول ضلعه ٦٠مم

نشاط (١):

بالتعاون مع زملائك حدد خطوات رسم العمليات الهندسية الآتية:

المثلث – المربع – المخمس – المسدس.

عزيزي الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذا الدرس ينبغي ان تكون قادرا على رسم بعض الاشكال الهندسية مثل رسم مثلث – مربع – مخمس – مسدس .وإليك بعض مصادر التعلم الاثرائية للمزيد من المعرفة:

- كتاب الرسم الفني : م/ سيد مهدي عنبه.
- كتاب الرسم الفني للإلكترونيات: ترجمة دار السيف للترجمة . ط١. الرياض . المؤسسة العامة للتدريب المهني ١٩٩٤

Book *: ELECTRONICS DIAGRAMS:* MORRIS A.COLWELL

You Tube : https://www.youtube.com/watch?v=mh4CgNZHBxk

مخرج التعلم (٣): يرسم الدوائر الالكترونية يدويا

تمهيد

بما ان الرسم الفني هو اللغة الدولية التي يتعامل بها المهندسون والفنيون فإننا في هذه الوحدة سوف نتعرض لهذه اللغة التي تتعامل بها في مجال الالكترونيات حيث ستقوم بدراسة أسس رسم العناصر الالكترونية والتي هي أساس تصميم الدوائر الالكترونية حيث تصمم الدائرة النظرية من العناصر الالكترونية والتي ترسم بأبعاد وقياسات محددة ولكي نسهل على الفني قراءة هذه الرسومات يجب ان تتميز بالوضوح وبالتناسق وعدم التعقيد لسهولة تتبع مساراتها وتوصيلاتها ولذلك سنتدرب على رسم رموز العناصر الالكترونية بطريقة صحيحة ووفق الابعاد والقياسات الدولية المتعارف عليها والتي ستمكننا فيما بعد من رسم الدوائر النظرية كما ان معرفة رموز العناصر الالكترونية العملية تمكنا من رسم المخططات العملية للدوائر الالكترونية حتى يتثنى لها تنفيذها.

أولًا : الرموز والمصطلحات الالكترونية

عزيزي الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذا الدرس ينبغي ان تكون قادرا على رسم رموز جميع العناصر الالكترونية النظرية والعملية طبقا للتعليمات المتبعة ووفق الابعاد والنسب المتعارف عليها .

لقد تعددت العناصر الالكترونية حتى طغت الاجهزة الالكترونية الحديثة المتطورة على كل ميادين الحياة العصرية ودخلت فى معظم المجالات وتغلغلت فى كل التخصصات حتى سمى هذا العصر بعصر الالكترونيات .

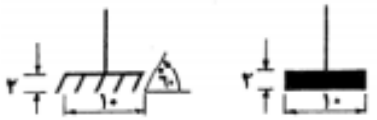
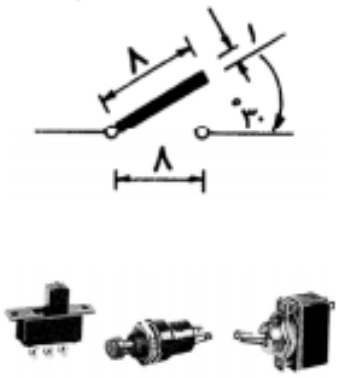
لذلك قام العاملون فى حقل الالكترونيات من خلال مؤتمرات دولية بالاتفاق على توحيد الرموز الاصطلاحية الخاصة بالعناصر الالكترونية .. وحيث اصبح الرسم الفنى لغة دولية ، يستطيع الانسان المتخصص أو الملم بالمبادئ الأساسية لعلم الالكترونيات أن يقرأ هذه الرموز وكذلك الدوائر الالكترونية .. ويفهمها المهندس والفنى فى أى دولة من العالم مهما اختلفت لغته أو جنسيته .

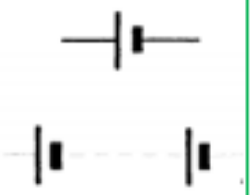
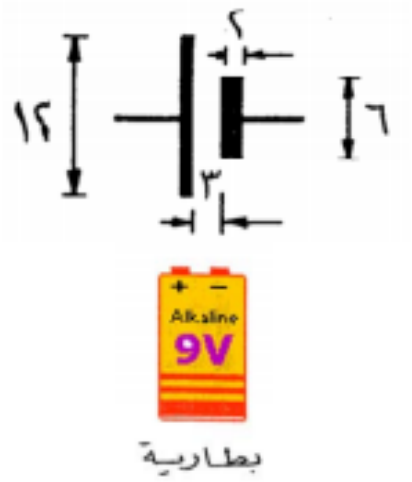
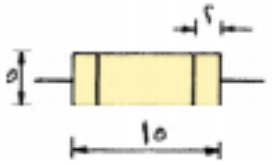
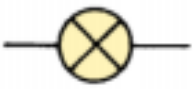
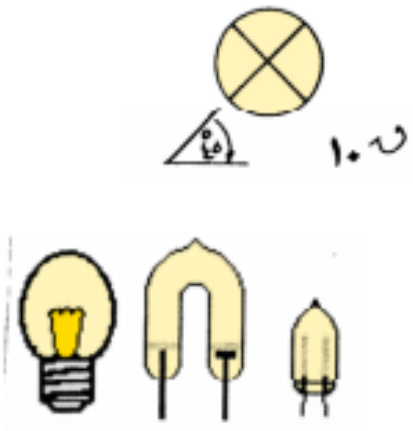
ويستطيع الفنيون بهذه اللغة إعداد الرسومات والتصميمات التى تعبر عن أفكارهم أو قراءة رسوم سبق اعدادها ، كما يمكنهم تسجيل هذه الافكار أو تنفيذها عملياً بالورش والمصانع كما تستخدم هذه الرسوم المعبرة عن الدوائر الالكترونية فى حالة تتبع الأعطال فى الأجهزة عند الحاجة إلى اصلاحها .

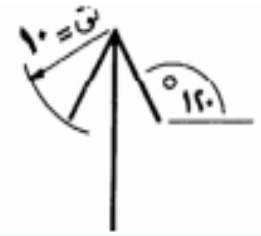
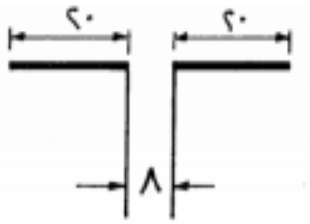
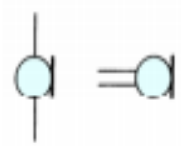
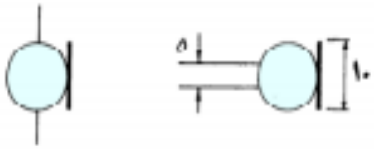
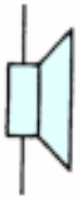
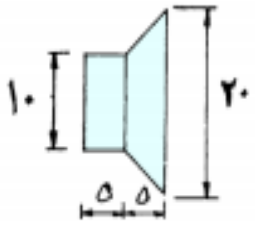
وعلى الصفحات التالية الجداول الخاصة برموز العناصر الالكترونية القياسية المتفق عليها دولياً موضحاً عليها الابعاد النسبية لكل عنصر سواء المستخدم فى الدوائر النظرية أو المستخدم فى الدوائر التنفيذية وشكل وصور العناصر الحقيقية .

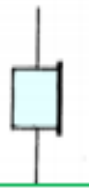
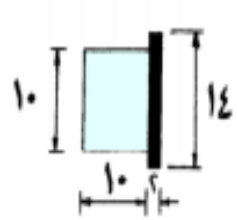
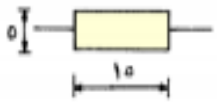
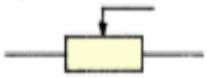
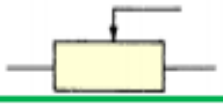
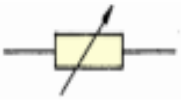
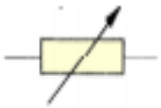
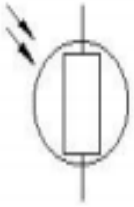
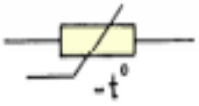
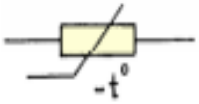
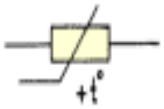
وكما أنه توجد قواعد لأى لغة .. فإن للرسم الفنى للدوائر الالكترونية قواعده وأسسه التى يجب الالتزام بها عند رسم الدوائر حتى تسهل عملية الدراسة أو الممارسة وهذا ما سوف يأتى فى الأبواب القادمة .

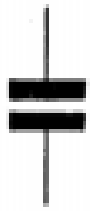
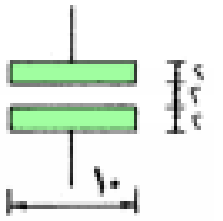
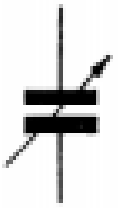
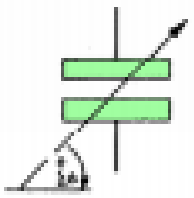
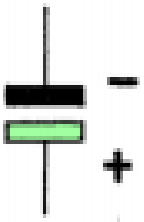
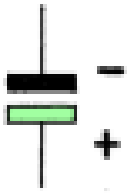
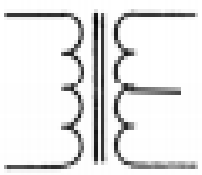
الرموز والمصطلحات الإلكترونية:

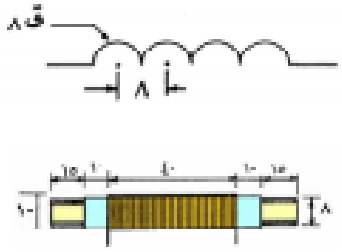
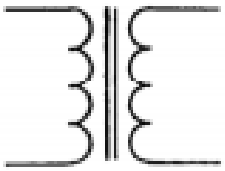
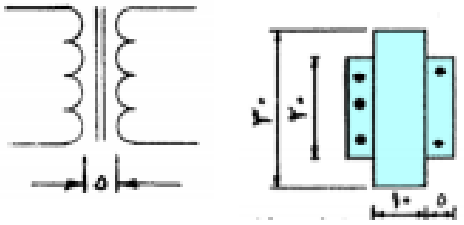
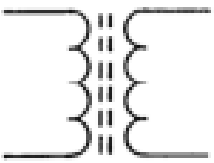
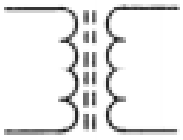
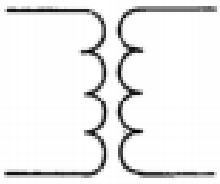
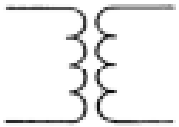
م	اسم العنصر	رمز العنصر	أبعاد ونسب رسم العنصر بالملي متر مع الشكل العملي
١	أسلاك توصيل		هي خطوط ترسم بسمك نصف ملي متر
٢	أسلاك غير موصله		طول الأسلاك يتناسب مع العنصر الموصل معه
٣	أسلاك متصلة		توضع دائرة حول نقطة الاتصال بدائرة قطرها ٢ مم
٤	١- ارضي ٢- شاسيه		
٥	مفتاح مفرد		 مفتاح فتح وقفل

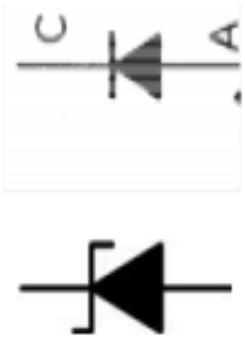
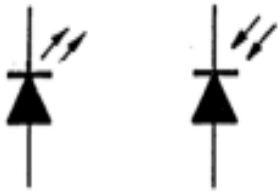
م	اسم العنصر	رمز العنصر	أبعاد ونسب رسم العنصر بالملي متر مع الشكل العملي
٦	بطارية		 بطارية
٧	مصهر أو فيوز		
٨	مصباح		

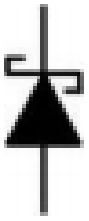
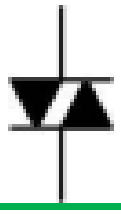
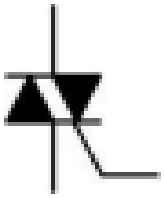
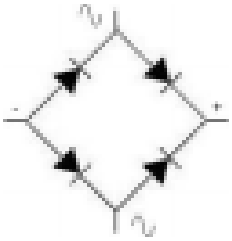
	اسم العنصر	رمز العنصر	ابعاد ونسب رسم العنصر بالملي متر مع الشكل العملي
٩	هوائي استقبال		
١٠	هوائي إرسال		
١١	هوائي ثنائي الاستقبال		
١٢	ميكروفون		
١٣	سماعة		

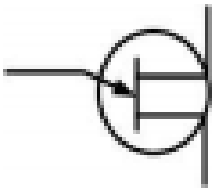
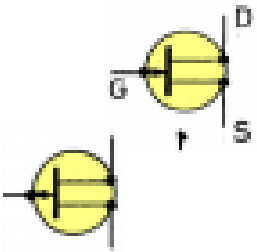
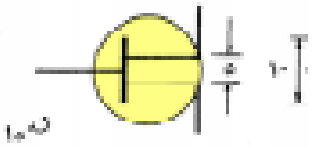
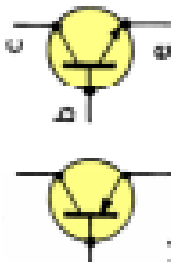
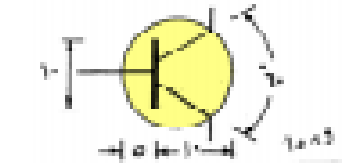
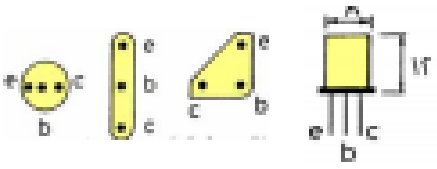
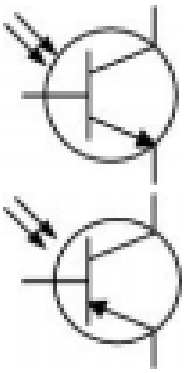
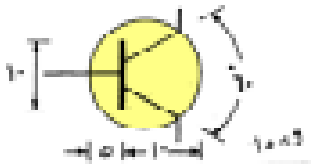
م	اسم العنصر	رمز العنصر	ابعاد ونسب رسم العنصر بالملي متر مع الشكل العملي
١٤	سماعة رأس		
١٥	مقاومة ثابتة		
١٦	مجزئ جهد		نفس أبعاد المقاومة الثابتة 
١٧	مقاومة متغيرة		نفس أبعاد المقاومة الثابتة والسهم يرسم بزاوية ٤٥° 
١٨	مقاومة ضوئية		نفس أبعاد المقاومة الثابتة والسهم يرسم بزاوية ٤٥° وطول القطعة ٢:٣ مم ، وترسم حولها دائرة
١٩	مقاومة ذات معامل حراري سالب		نفس أبعاد المقاومة الثابتة والخط يرسم بزاوية ٤٥° وطول ١ سم ويكتب حرف -t 
٢٠	مقاومة ذات معامل حراري موجب		نفس أبعاد المقاومة الثابتة والخط يرسم بزاوية ٤٥° وطول ١ سم ويكتب حرف +t

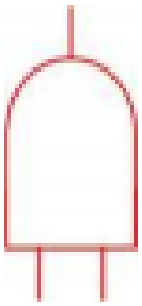
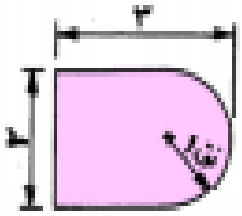
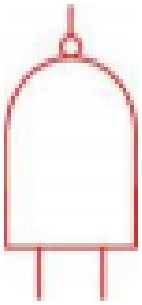
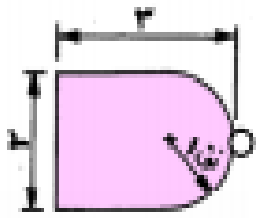
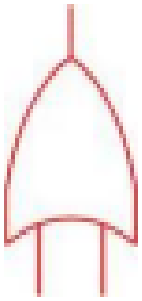
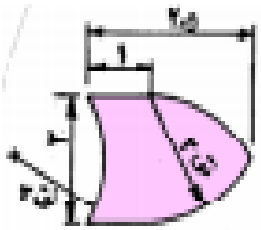
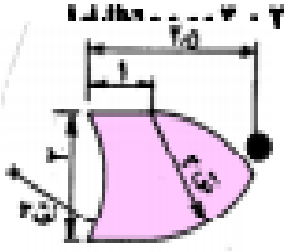
م	اسم العنصر	رمز العنصر	ابعاد ونسب رسم العنصر بالقلم الرصاص مع الشكل العملي
٢١	مكثف ثابت		
٢٢	مكثف متغير		نفس أبعاد المكثف الثابت ويرسم السهم بزاوية ٤٥° 
٢٣	مكثف كيميائي		نفس أبعاد المكثف الثابت مع تظليل القطب السالب 
٢٤	ملف المتغير		ترسم الملفات والمحولات بأنصاف دوائر قطرها من ٦ : ٨ مم ، يرسم السهم بزاوية ٤٥ ويطول مثلا
٢٥	محول ذو نقطة منتصف		ترسم الملفات والمحولات بأنصاف دوائر قطرها من ٦ : ٨ مم ، ويرسم القلب بخطين تقريباً يساوي ارتفاع المحول

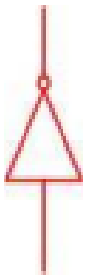
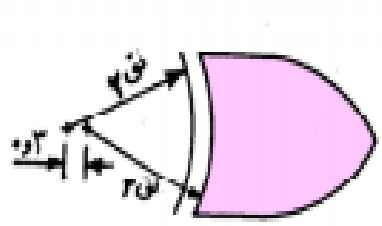
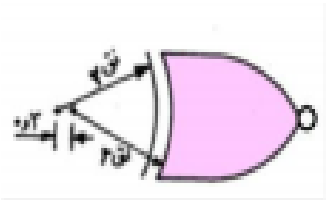
م	اسم العنصر	رمز العنصر	ابعاد ونسب رسم العنصر بالملي متر مع الشكل العملي
٢٦	ملف		ترسم الملفات والمحولات بأنصاف دوائر قطرها من ٦ : ٨ مم 
٢٧	محول ذو قلب حديدي		ترسم الملفات والمحولات بأنصاف دوائر قطرها من ٦ : ٨ مم 
٢٨	محول ذو قلب فرايت		ترسم الملفات والمحولات بأنصاف دوائر قطرها من ٦ : ٨ مم ويرسم القلب بشرط ٢ مم والمسافة بينهم ١ مم 
٢٩	محول قلب هوائي		ترسم الملفات والمحولات بأنصاف دوائر قطرها من ٦ : ٨ مم والمسافة بين ملفي المحول ٤ : ٥ مم 

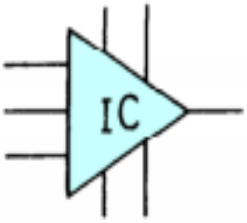
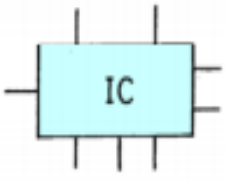
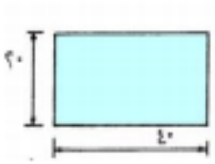
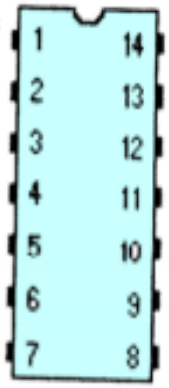
م	اسم العنصر	رمز العنصر	ابعاد ونسب رسم العنصر بالملي متر مع الشكل العملي
٣٠	١- ثنائي عادي ٢- ثنائي زينر		يرسم على شكل مثلث متساوي الأضلاع طول الضلع من ٦ : ٨ مم ويرسم خط الكاثود بسمك ١ مم وبنفس طول قاعدة الثنائي
٣١	- ثنائي مستقبل للضوء - ثنائي مشع للضوء		يرسم على شكل مثلث متساوي الأضلاع طول الضلع من ٦ : ٨ مم وترسم الأسهم الساقطة أو الخارجة من الثنائي بطول ٥ مم 
٣٢	ثنائي الفاريكاب او الفاركتور VARACTOR		يرسم على شكل مثلث متساوي الأضلاع طول الضلع من ٦ : ٨ مم ويرسم خط الكاثود بسمك ١ مم وبنفس طول قاعدة الثنائي المسافة بينهم ١ : ٢ مم
٣٣	الثنائي النفقي		يرسم على شكل مثلث متساوي الأضلاع طول الضلع من ٦ : ٨ مم ويرسم خط الكاثود بسمك ١ مم وفي نهايته يرسم خطين للداخل بزاوية ٩٠° بطول ٢ مم

م	اسم العنصر	رمز العنصر	ابعاد ونسب رسم العنصر بالتالي مثال مع الشكل العملي
٣٤	ثنائي شوتكي		يرسم على شكل مثلث متساوي الأضلاع طول الضلع من ٦ : ٨ مم ويرسم خط الكاثود بسمك ١ مم وفي نهايته يرسم خطين للداخل بزاوية ٩٠° بطول ١:٢ مم ثم يرسم الخطين الاطرين بطول ١:٢ مم
٣٥	الديالك		يرسم مثلثين متساوي الأضلاع طول الضلع من ٦ : ٨ مم على انهم موحدين متقابلين
٣٦	التريالك		يرسم مثلثين متساوي الأضلاع طول الضلع من ٦ : ٨ مم على انهم موحدين متقابلين ثم توصل القاعدة بطول مناسب من احد اطراف الكاثود لاحد الموحدين
٣٧	٣- ثايرستور		ترسم على شكل مثلث متساوي الأضلاع طول الضلع من ٦ : ٨ مم ويرسم خط الكاثود بسمك ١ مم وينقص طول قاعدة الثنائي ثم ترسم البوابة بزاوية ٤٥° وبطول مناسب
٣٨	قنطرة التوحيد		أطوال الأضلاع ٢٠ مم ويرسم في منتصف كل منهم موحد بالأبعاد السابق ذكرها ثم

م	اسم العنصر	رمز العنصر	ابعاد وكيف يرسم العنصر بالقلم مع الشكل العملي
٣٩	ترانزستور احادي الوصلة		يرسم بدائرة قطرها ١٥ مم وطول الشع ١٠ مم على مسافة ٥ : ٤ مم من الدائرة ثم يرسم طرفي القاعدة وتكون المسافة بينهم ٤ : ٥ مم ثم ترسم الأطراف الخارجة بطول مناسب
٤٠	ترانزستور تأثير المجال FET		
٤١	- ترانزستور npn – pnp - ترانزستور ثنائي الوصلة		 
٤٢	الترانزستور الضوئي NPN PNP		يتبع ابعاد الترانزستور العادي ويرسم الاشعة الساقطة بطول ٦ مم مع مراعاة ان تكون الاشعة ساقطة على القاعدة كما يوجد بعض الانواع ليس لها اطراف قاعدة 

م	اسم العنصر	رمز العنصر	ابعاد ونسب رسم العنصر مع الشكل العملي
٤٣	بوابة AND		٢ سم و ٣ سم 
٤٤	بوابة NAND		نفس أبعاد بوابة and مع إضافة دائرة قطرها من ٢ 
٤٥	بوابة OR		
٤٦	بوابة NOR		نفس أبعاد بوابة and مع إضافة دائرة قطرها من ٢ 

م	اسم العنصر	رمز العنصر	ابعاد ونسب رسم العنصر بالملي متر مع الشكل العملي
٤٧	بوابة النفي NOT		ترسم بوابة النفي كمثلث طول ضلعه ٦: ٨ مم وتوضع دائرة قطرها ٢ مم
٤٨	بوابة XOR		
٤٩	بوابة XNOR		

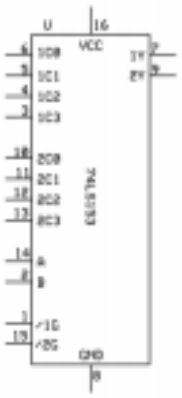
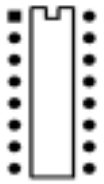
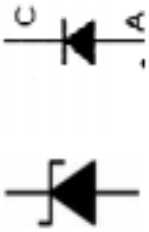
م	اسم العنصر	رمز العنصر	ابعاد ونسب رسم العنصر مع الشكل العملي
٥٠	دائرة متكاملة	 	ترسم الدائرة المتكاملة على شكل مثلث أو مربع أو مستطيل كما هو موضح بالأبعاد على الرسم على ان لا تقل المسافة بين كل طرفين عن ١٥ مم  

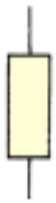
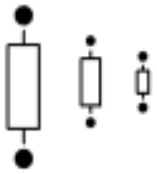
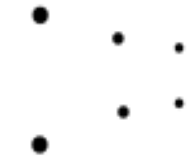
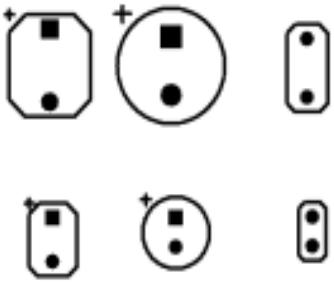
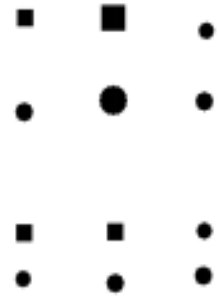
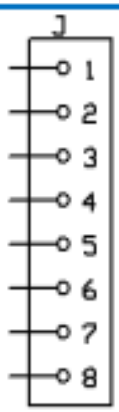
تمرين (١):

مطلوب رسم العناصر الالكترونية الآتية (نظري / عملي) على لوحة رسم ورقية :

المقاومة (بأنواعها) – المكثف (بأنواعه) – الثنائي الضوئي – الدياك – الترياك – الترانزستور – الثايرستور – الدائرة المتكاملة – البوابات المنطقية

رموز بعض العناصر الالكترونية على اللوحات المطبوعة من اتجاه المكونات واتجاه المسارات

م	الرمز في الدائرة النظرية	رموزها على الدائرة المطبوعة	
١	 دائرة متكاملة		
٢	 الثنائيات		
٣	الثنائي الضوئي		

م	الرمز في الدائرة النظرية	رموزها على الدائرة المطبوعة	
٤	 المقاومات		
٥	المكثفات		
٦	 اطراف التوصيل (الموصلات)		

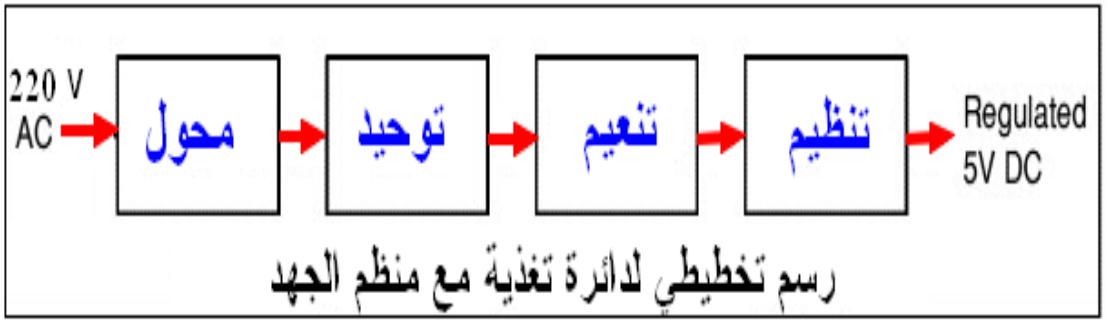
عزيزي الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذا الدرس ينبغي ان تكون قادرا على رسم مراحل الدوائر النظرية الالكترونية على اللوحة طبقا للخطوات المتبعة ووفق الابعاد والنسب المتعارف عليها .

ثانيًا : طرق رسم الدوائر النظرية الالكترونية :

توجد عدة طرق لرسم الدوائر الالكترونية للتعبير عن مكوناتها وطريقة توصيلها وهذه الطرق هي :

❖ الرسم التخطيطي للمراحل Block Diagram

وهو يوضح المراحل الاساسية الهامة للدائرة، ويرسم على هيئة مربعات أو مستطيلات ويكتب بداخل كل مربع اسم المرحلة أو الرمز الخاص بها ، كما يبين طريقة توصيل المراحل ببعضها حسب اتجاه سريان الاشارة . والشكل (١-٣) يوضح الرسم التخطيطى لدائرة تغذية ممع منظم جهد.

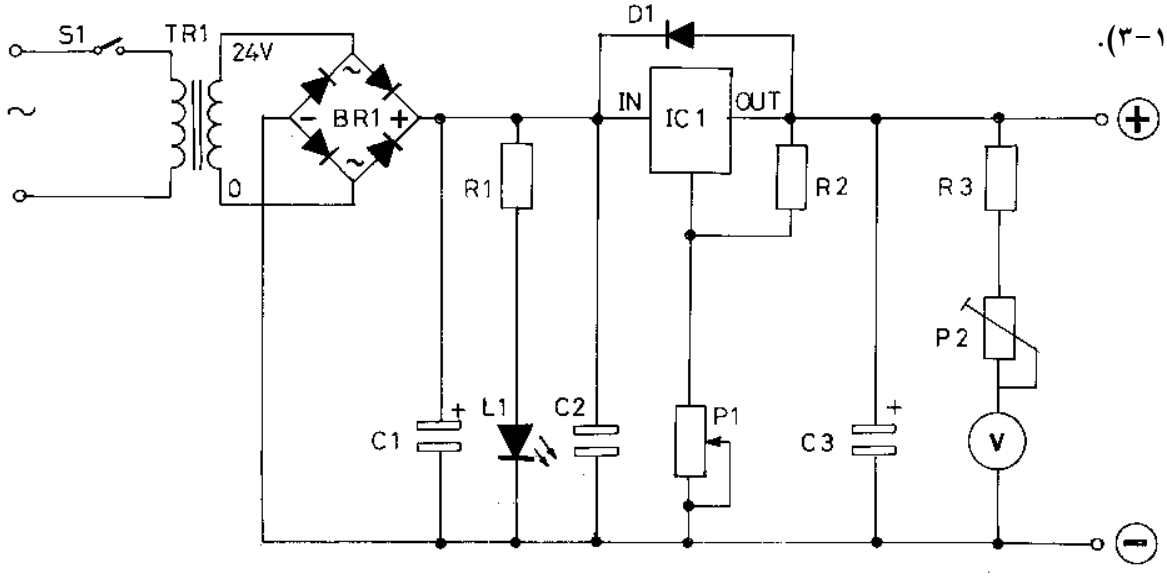


الشكل (١-٣) : الرسم التخطيطى لدائرة تغذية ممع منظم جهد

❖ ثانيا: الرسم التخطيطي للدائرة Circuit Digram

الرسم التخطيطى للدائرة هو الرسم النظرى لها ، ويعتبر امتداد للرسم التخطيطى للمراحل ، حيث يتم رسم التفاصيل عن مكونات كل مرحلة – التى يمثلها المربع أو المستطيل – وذلك باستخدام المصطلحات الرمزية الدولية حسب طريقة توصيل وعمل كل مرحلة ووظيفتها .

والشكل (٢-٣) يبين الدائرة النظرية لدائرة تغذية مع منظم جهد وهى دائرة تفصيلية للرسم التخطيطى الموضح بالشكل (١-٣).



الشكل (٢-٣) : الدائرة النظرية لدائرة تغذية مع منظم جهد

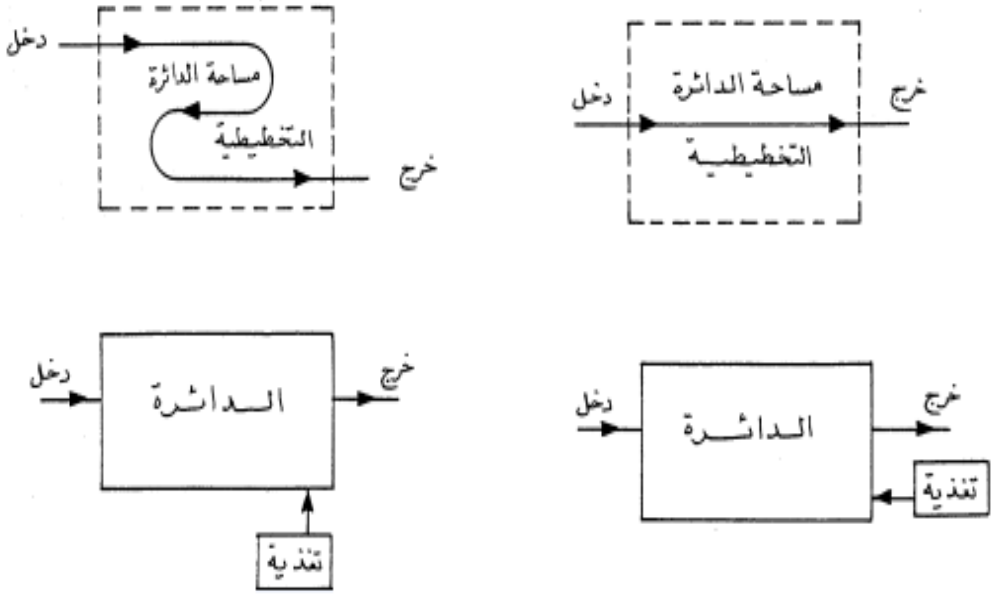
❖ **الرسم التنفيذى (العملى) Wiring Digram**

الرسم التنفيذى لدائرة جهاز الكترونى أو رقمى يوضح بصفة خاصة ترتيب وضع مكونات الجهاز عملياً ، ووضع الأسلاك اللازمة للتوصيل بين الوحدات والمكونات ، ويستخدم هذا النوع من الرسم كأساس عند تجميع مكونات الجهاز أو معرفة مكان أى جزء من مكوناته .

ولا يمكن المفاضلة بين هذه الأنواع الثلاثة للرسم الفنى للدوائر الالكترونية والرقمية فهى جميعاً تلزم الفنى ليتمكن من فهم عمل وتشغيل وضبط أى جهاز وكذلك تتبع الإشارة لتحديد مواضع الأعطال المحتملة لإصلاحه أو أجراء تعديلات به ليصبح أكثر جودة فى الأداء المطلوب منه .

ثالثًا : ترتيب وتوزيع مراحل الدوائر الالكترونية :

رسم دائرة أي جهاز الكتروني أو رقمي يوضح طريقة عمله ككل .. وكذلك عمل كل جزء منه .. كما يوضح أيضا توصيل التغذية بالتيار إلى مكونات هذا الجهاز ويراعى ترتيب وضع الدائرة على أساس أن يبدأ الدخل من اليسار وينتهي الخرج من جهة اليمين أو أن يكون الدخل من أعلى إلى أسفل أما الجزء الخاص بتوفير التغذية بالتيار اللازم للدائرة فيوضع يمين أو أسفل الدائرة كما في شكل (٣-٣) مع ملاحظة أنه يشغل حوالي ٤/١ عرض اللوحة التي ترسم بها الدائرة .



الشكل (٣-٣) : ترتيب وتوزيع مراحل الدوائر الالكترونية

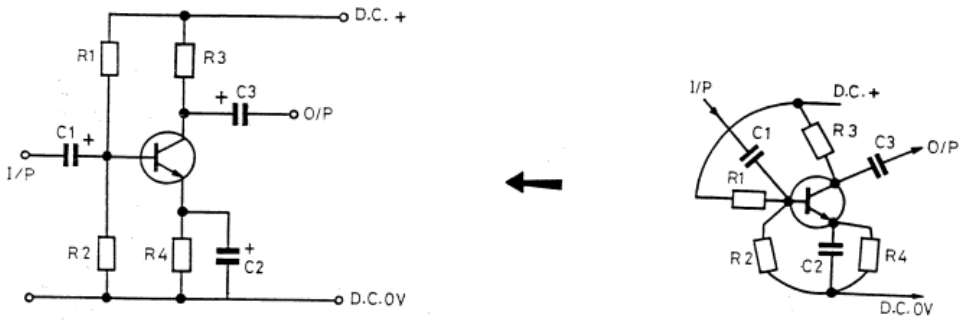
ويخرج عن هذه القواعد الدوائر ذات الأوضاع الخاصة كرسم الدوائر الكبيرة التي تحتوي على عدد كبير من المراحل المختلفة، وذلك تجنبا لتداخل الخطوط وتقاطعها. فيمكن رسم الدائرة متعددة المراحل في طبقات أو مستويات، بحيث تسير الإشارة من اليسار إلى اليمين كما سبق أو من أعلى إلى أسفل .

ولتوفير الوقت والجهد يفضل عمل رسم كر وكي بدون استخدام الأدوات الهندسية، أو مسودة تخطيطية للدائرة مع ملاحظة اتجاه سريان الإشارة ومتابعتها من الدخل حتى الخرج ويمكن تكرار الرسم الكر وكي أكثر من مرة حتى نصل إلى الشكل الأمثل للدائرة التخطيطية وكذلك الوضع المناسب لدائرة التغذية الخاصة بتغذية الدائرة وموقعها من الدائرة الأساسية.

وعند رسم الدوائر الالكترونية أو الرقمية لابد أن تكون على شكل يسهل معه قراءة ومعرفة وظيفة الدائرة، وطريقة توصيلها وعلاقة المكونات والعناصر ببعضها البعض.

وفي المثال التالي بيان لطريقة تنظيم مكونات دائرة مكبر يعمل باستخدام ترانزستور موصل بطريقة المشع المشترك قبل وبعد إعادة ترتيب مكونات الدائرة بحيث أصبحت في شكل منظم ومألوف يسهل معه فهم الدائرة وتتبع مسار الإشارة من الدخل وحتى الخرج.

مثال (١):

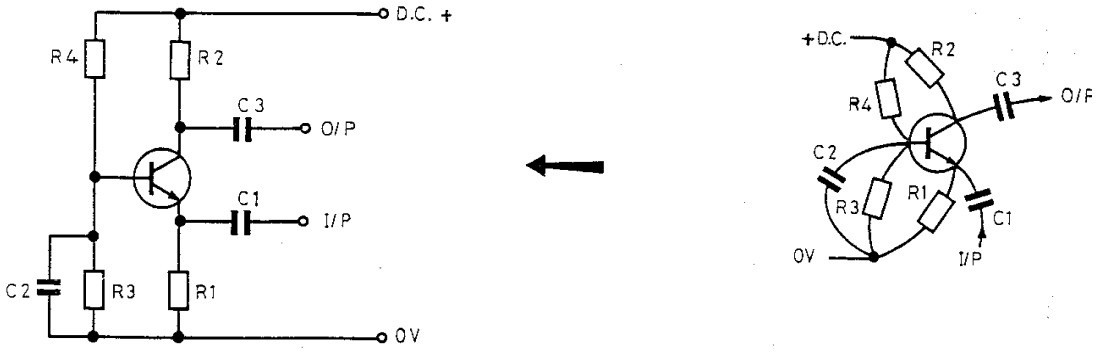


شكل (٤-٣) يوضح دائرة مكبر باستخدام ترانزستور وطريقة تنظيم وترتيب الدائرة :

يلاحظ صعوبة تتبع أو قراءة الدائرة بهذه الصورة — نفس الدائرة مرتبة بحيث يسهل فهمها وتتبع الإشارة بها

الشكل (٤-٣) : دائرة مكبر باستخدام ترانزستور

مثال (٢) :



شكل (٥-٣) يبين دائرة الكترونية وطريقة إعادة ترتيب وتوزيع عناصرها:

الدائرة قبل الترتيب — الدائرة بعد الترتيب

الشكل (٥-٣) : دائرة الكترونية وطريقة إعادة ترتيب وتوزيع عناصرها

رابعا: تنسيق رسم الدوائر الالكترونية:

عزيزي الطالب اليك بعض التعليمات والإرشادات التي يراعي اتباعها عند تنسيق رسم الدوائر النظرية:

١- اختيار أبعاد نسبية للمكونات والعناصر المستخدمة في رسم الدائرة بحيث تكون مناسبة لمساحة اللوحة.

٢- توزع مكونات الدائرة على مساحة اللوحة بالتساوي بحيث لا يكون هناك تزاحم بين الخطوط والمكونات في جزء من اللوحة بينما يكون هناك فراغ في أجزاء أخرى.

٣- استخدام الرموز والاصطلاحات بنظام واحد في كل اجزاء الدائرة فمثلا لا يجوز عمل نقط اتصال بين خطين بالدائرة في جزء منها للدلالة على توصيل هذين الخطين بينما يكتفى في جزء أخر بتقاطع الخطين فقط.

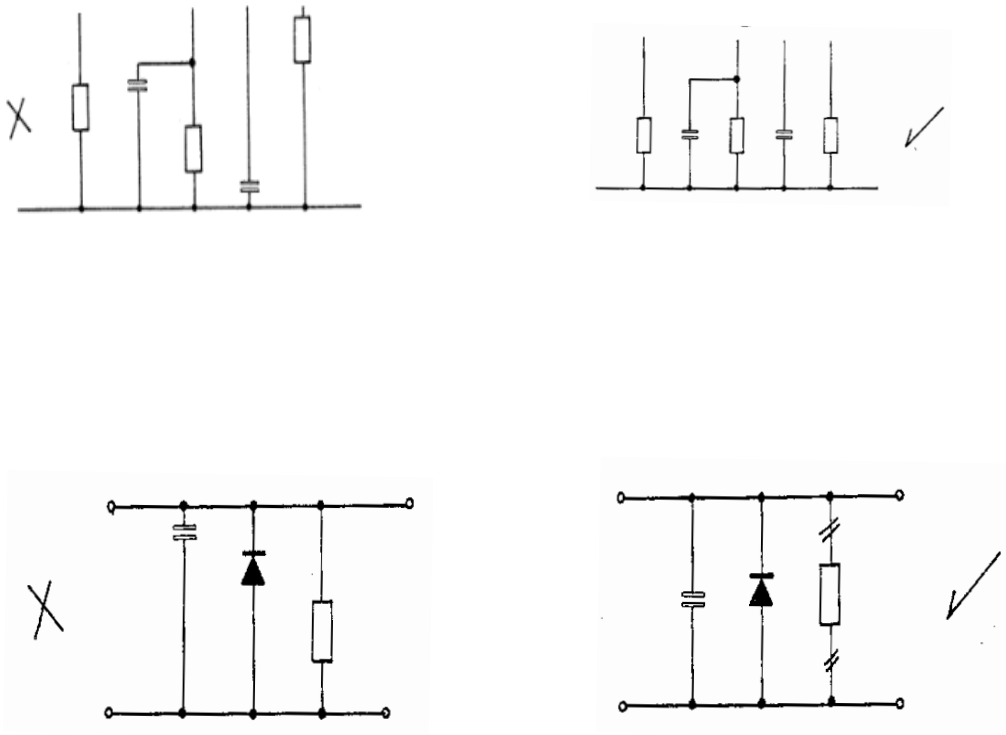
٤- يجب التأكد من أن كل عناصر الدائرة موصلة كهربيا بطريقة صحيحة.

٥- يجب الالتزام بقواعد التوزيع للعناصر الأساسية باللوحة (الترانزستور – الدائرة المتكاملة) التي سيأتي شرحها في الصفحات التالي.

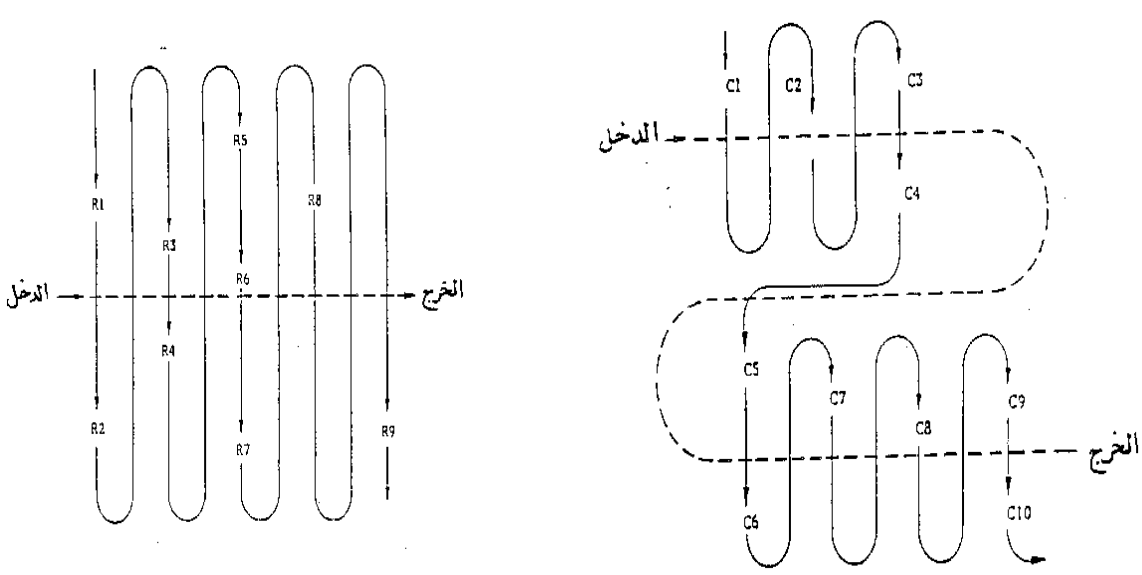
٦- يراعى عند الرسم وضع المكونات والعناصر المتشابهة في مستويات واحدة، ويوضع كل عنصر في منتصف الخط الذي يمثل الفرعة التي تحتوي على هذا العنصر كما في شكل (٦-٣).

٨- يتم تسمية عناصر الدائرة بحروف مختصرة لنوعية العناصر مثل (R – للمقاومات، C – للمكثفات)، بالإضافة إلى رقم لتمييز العنصر مثل (R1,R2,.....) & (C1,C2,....) ..... الخ.

٩- يفضل ترقيم العناصر بالبدء من جهة الدخل حتى الخرج أو البدء من أعلى إلى أسفل حسب تتابع مراحل الدائرة كما موضح بالشكل (٧-٣).



الشكل (٦-٣) : وضع المكونات والعناصر المتشابهة في مستويات واحدة



الشكل (٧-٣) ترقيم العناصر بالبدء من جهة الدخل حتى الخرج أو البدء من أعلى إلى أسفل حسب تتابع مراحل الدائرة

خامسًا: خطوات توزيع ورسم عناصر الدوائر الالكترونية :

عزيزي الطالب اليك بعض التعليمات والارشادات التي يراعي اتباعها عند توزيع ورسم عناصر الدوائر النظرية:

١- تخصيص مكان من اللوحة لرسم دائرة التغذية الخاصة بها وغالبا ما تشمل ما يقرب من ربع عرض اللوحة إذا وضعت أسفل الدائرة .... ثم تقسم على النحو التالي :

- تحدد أبعاد اللوحة المناسبة للدائرة المراد رسمها (حسب الغرض المطلوب من الدائرة) ثم تقسم رأسيا كما يلي:
- تعد المكونات أو العناصر الرئيسية بالدائرة (ترانزستور – دوائر متكاملة).
- يقسم طول اللوحة على عدد العناصر الرئيسية زائد رقم إضافي، فينتج عدد أقسام اللوحة رأسيا.

٢- يقسم عرض اللوحة أفقيا بنفس الطريقة السابقة، فيكون تقاطع خطوط التقسيم الرأسية والأفقية محور لارتكاز لرسم العناصر الرئيسية بالدائرة.

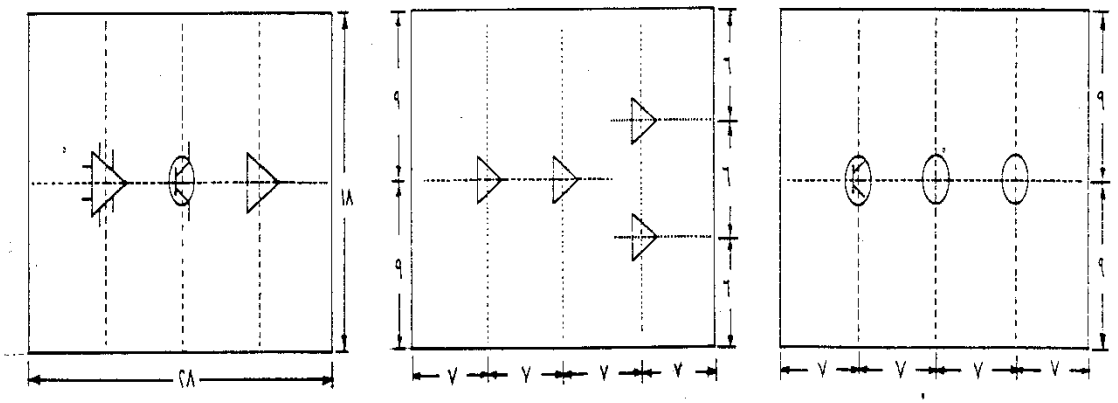
٣- يرسم خطي التغذية الموجب والسالب على أبعاد مناسبة ومتساوية من إطار اللوحة، كما توضع أقطاب العناصر الرئيسية للدائرة.

٤- تحديد مستويات أعلى وأسفل العناصر الرئيسية لرسم باقي مكونات الدائرة مثل المقاومات والمكثفات ، وذلك عن طريق خطوط أفقية خفيفة .

٥- يتم رسم الدائرة بالبدء بوضع المحاور ثم العناصر الرئيسية ثم رسم الخطوط الأفقية لجميع أجزاء الدائرة دفعة واحدة ... ثم الخطوط الرأسية كذلك .

٦- تزال الخطوط الخفيفة المساعدة في نهاية الرسم ثم تكتب أسماء أو قيم المكونات ، والبيانات الخاصة بالدائرة.

خطوات توزيع عناصر الدائرة الالكترونية



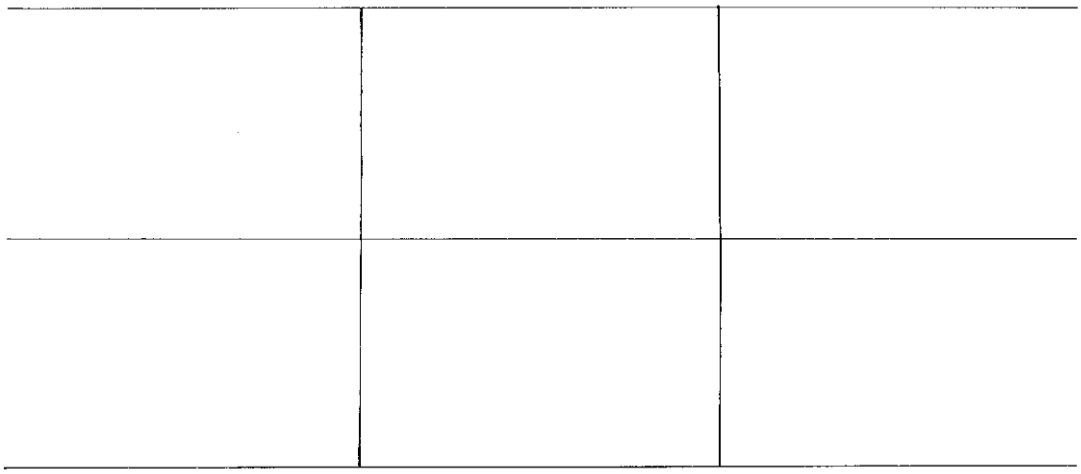
١- **التقسيم الطولي** = طول اللوحة / عدد العناصر +١ = ٢٨ / ١+٣ = ٢٨ / ٤ = ٧سم (أى يقسم طول اللوحة إلى اربعة أقسام متساوية قيمة كل منها ٧سم)

٢- التقسيم العرضي للمرحلة الأولى والثانية

= عوض اللوحة / عدد العناصر +١ = ١٨ / ١+١ = ١٨ / ٢ = ٩سم (أي يقسم عرض اللوحة إلى قسمين كل منهما ٩سم حتى نهاية المرحلة الأولى والثانية)

٣- التقسيم العرضي للمرحلة الثالثة والتي تشغل عدد ٢ ترانزستور أو ٢ دائرة متكاملة

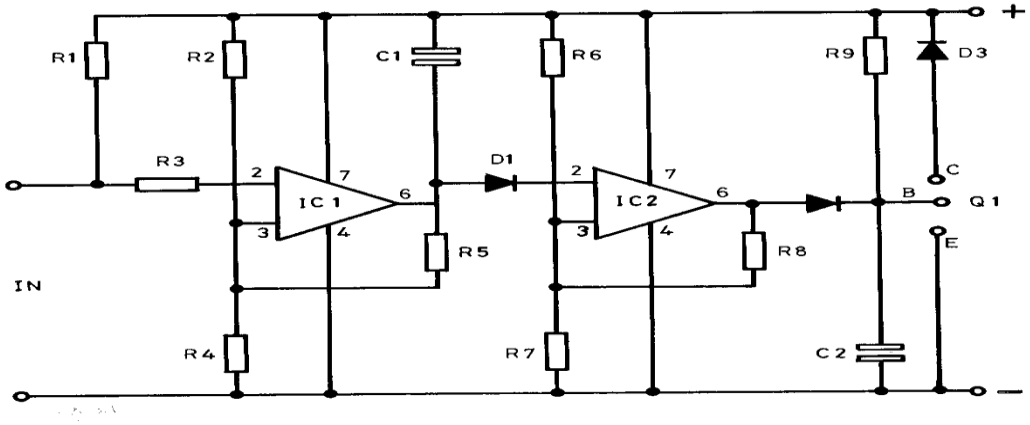
= عوض اللوحة / عدد العناصر +١ = ١٨ / ١+٢ = ١٨ / ٣ = ٦سم (أي يقسم عرض اللوحة إلى ثلاثة أقسام كل منها ٦سم في المرحلة الثالثة فقط) ويعتبر تقابل خطوط التقسيم الرأسية والأفقية مراكز لرسم العناصر كما يتضح بالشكل .



مثال (٣) : كيفية توزيع العناصر على اللوحة :

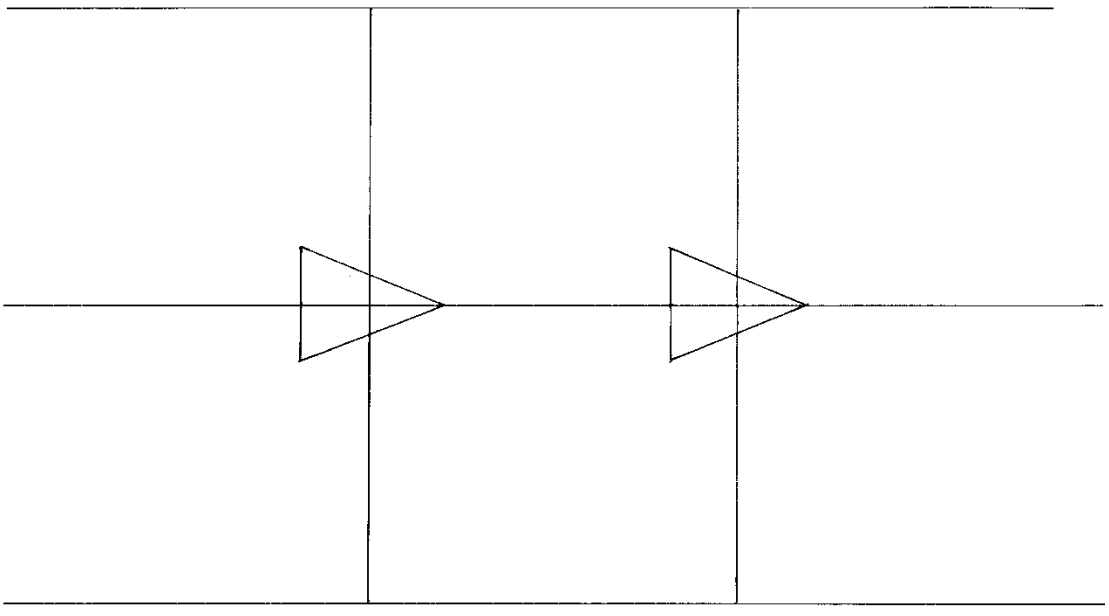
إذا كان المطلوب رسم الدائرة الالكترونية الموضحة بالشكل (٨-٣) داخل إطار أبعادة ٢٨ × ١٨ سم فإن التقسيم يتم بالطريقة الأتيه :

الدائرة الموضحة تحتوى على عدد ٢دائرة متكاملة والمطلوب رسمها داخل اطار ابعادة ٢٨×١٨سم بخطوط خفيفة

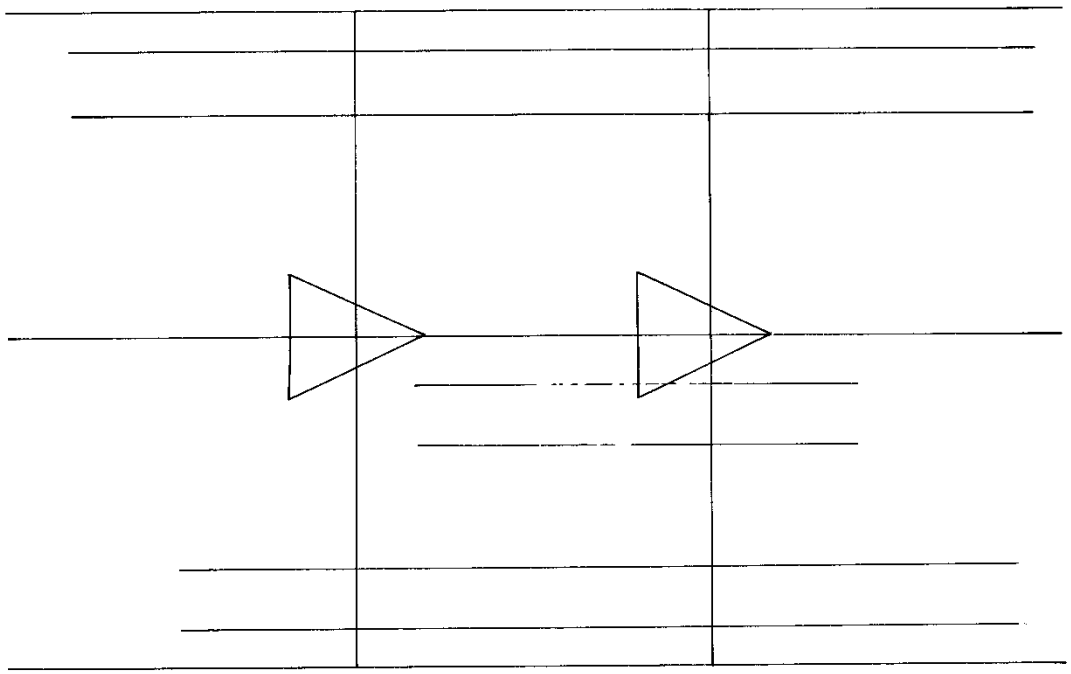


الشكل (٨-٣) دائرة الكترونية

- يقسم الطول رأسياً حسب عدد العناصر وكذلك يقسم العرض أفقياً حسب عدد العناصر أيضاً.
- تقابل خطوط التقسيم الرأسية مع خطوط التقسيم الأفقية يعطى مراكز رسم العناصر

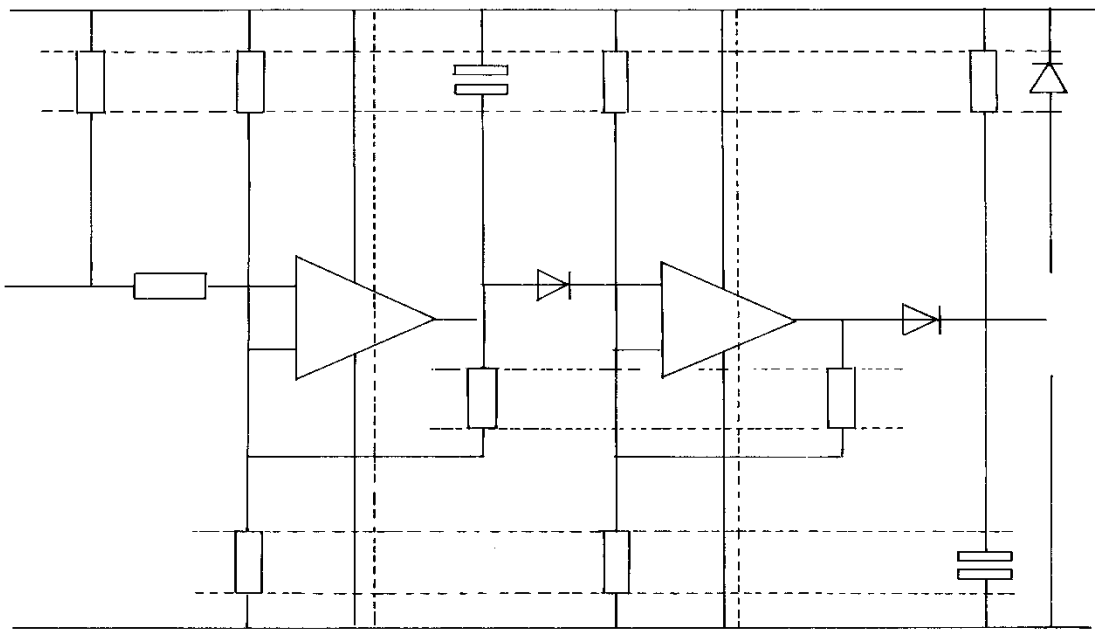


مركز العنصر قد يكون لشكل مثلث أو دائرة أو مربع أو مستطيل

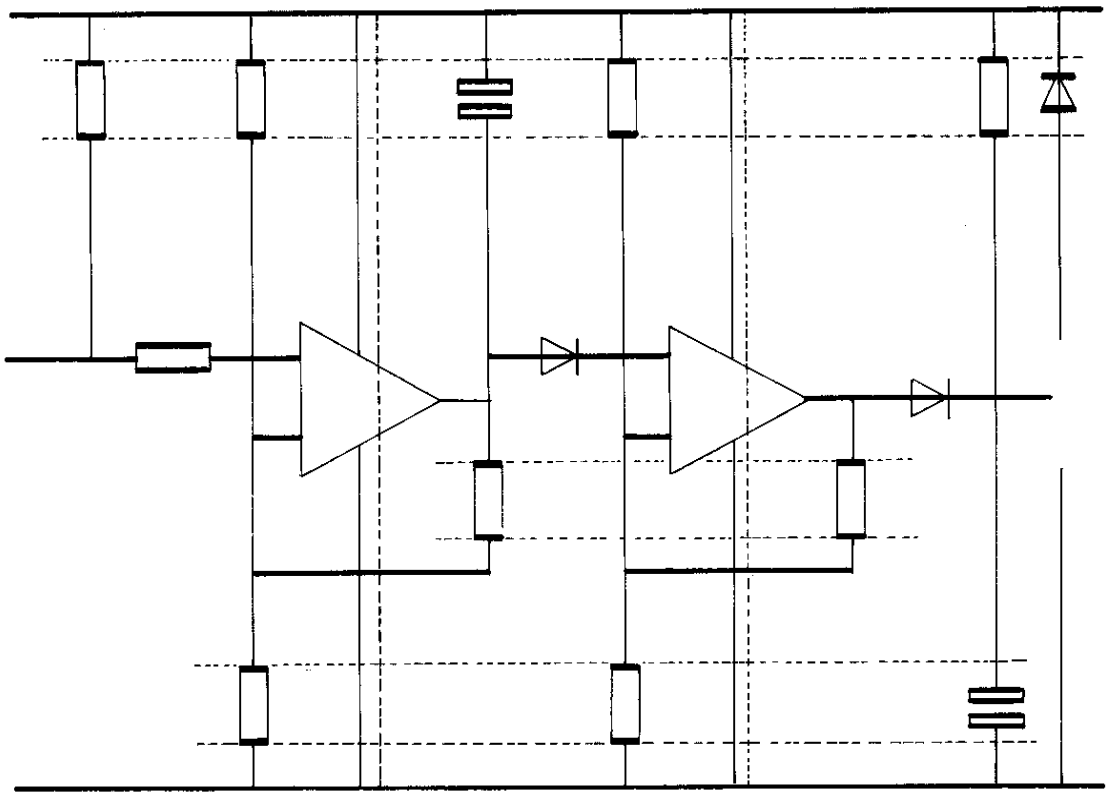


بعرض مساوى لأرتفاع المقاومات ترسم خطوط أفقية تحت خط الموجب العام وفوق خط السالب العام ترسم بينها باقى مكونات الدائرة من مقاومات ومكثفات وموحدات وغيرها على مستويات واحدة .

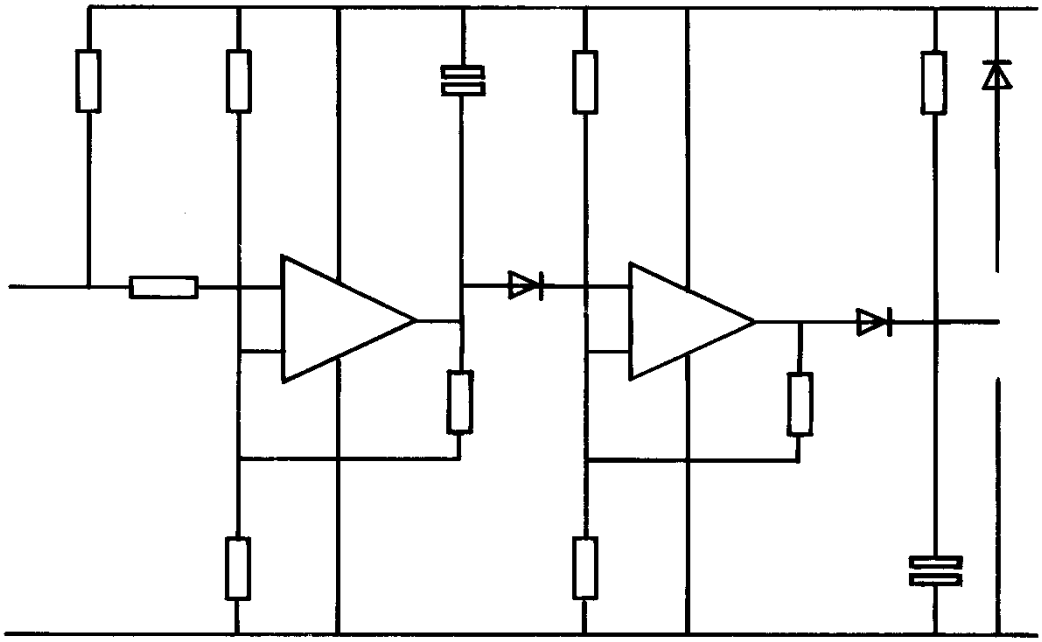
يستكمل رسم باقى العناصر بخطوط خفيفة حتى يسهل محوها



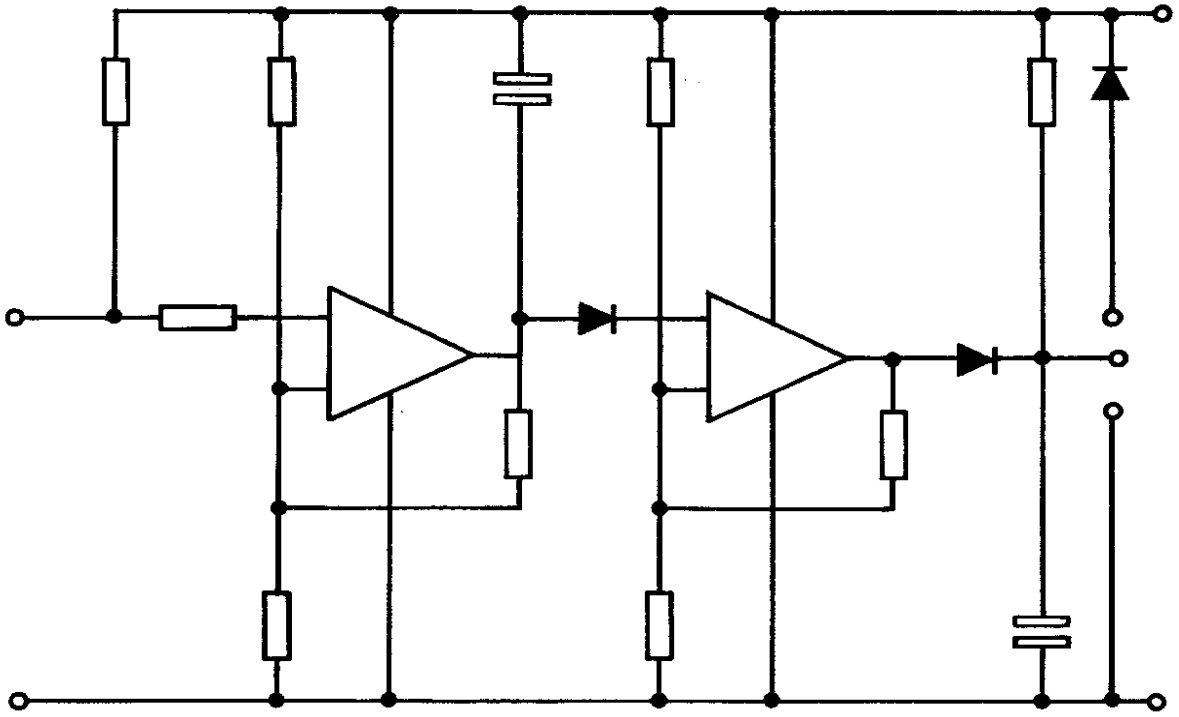
ترسم الخطوط النهائية الأفقية لجميع مكونات اللوحة دفعة واحدة



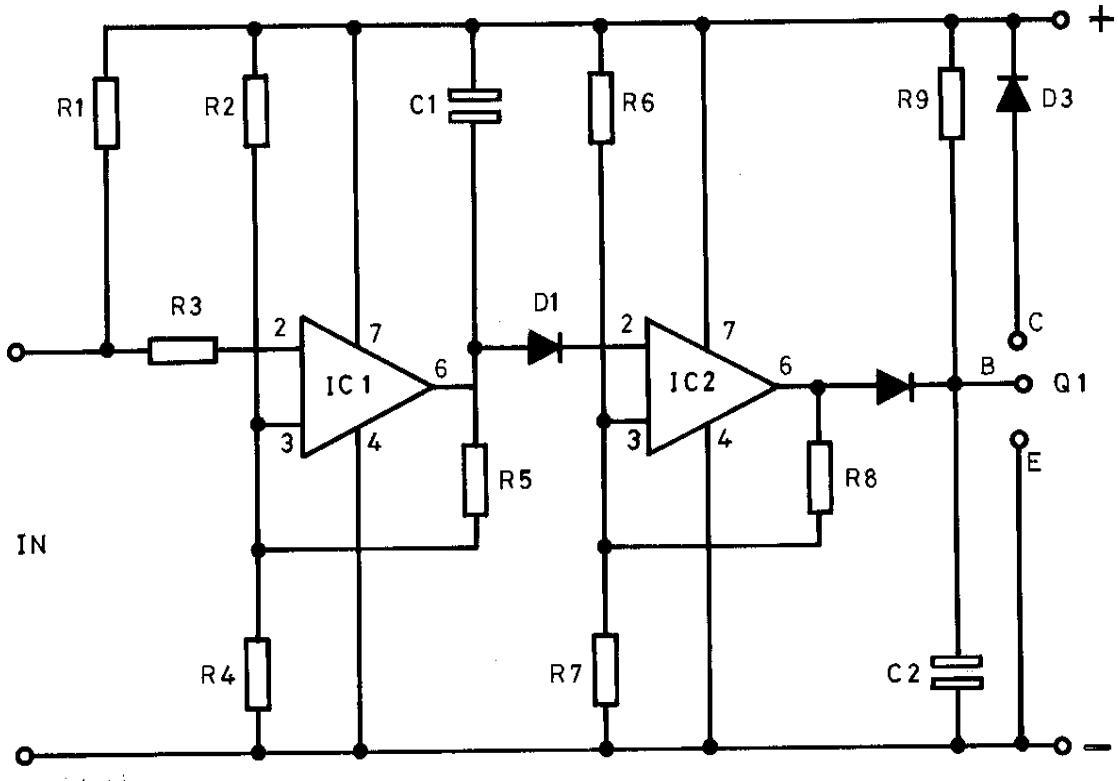
ترسم الخطوط النهائية الرأسية لجميع مكونات اللوحة دفعة واحدة وتزال الخطوط المساعدة



توضع نقاط اللحام الأساسية وبيانات الدخل والخرج تظلل العناصر المطلوب تظليله

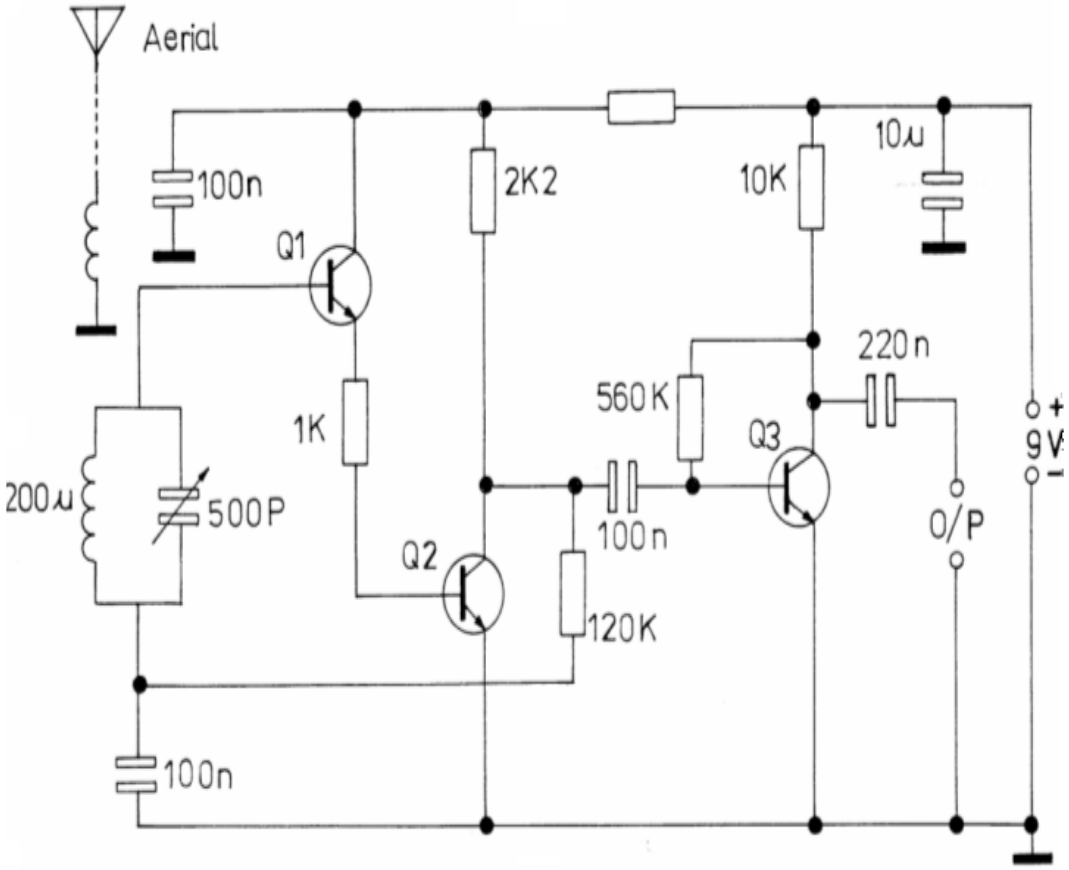


يتم كتابة اسماء العناصر أوقيم المكونات وكذلك البيانات الخاصة بدخل وخرج الدائرة



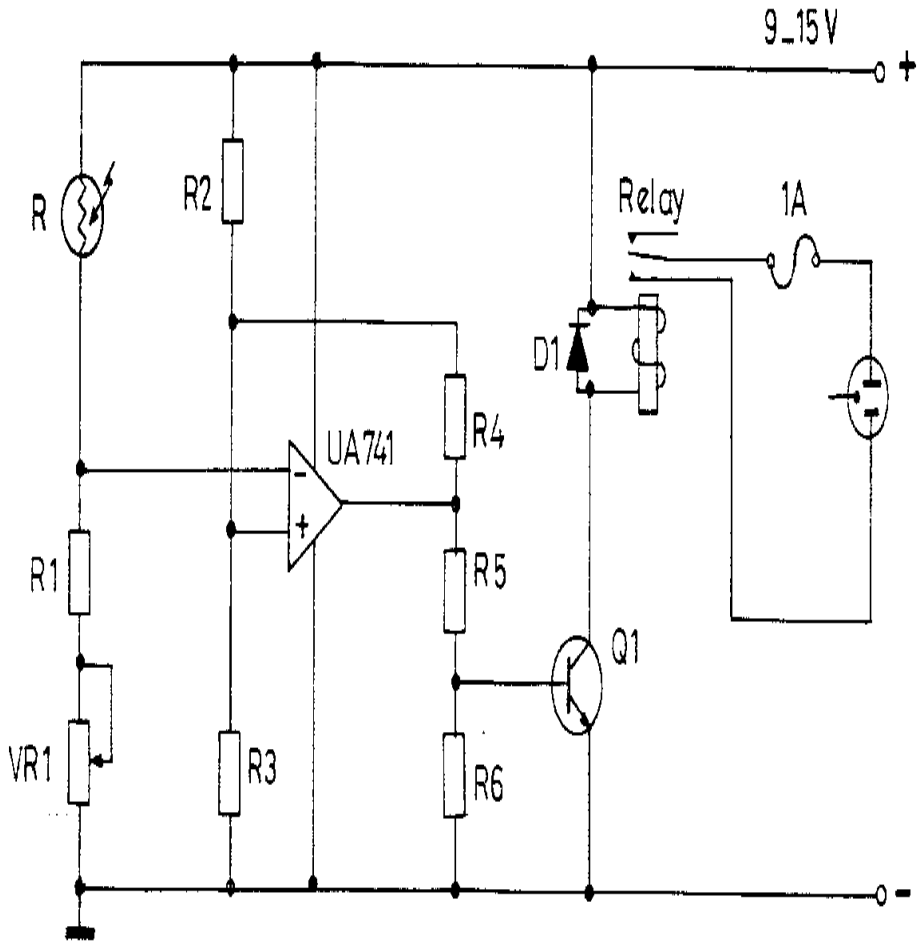
سادسًا : تمارين على رسم الدوائر النظرية الالكترونية

تمرين (١) الشكل (٩-٣) يبين الدائرة النظرية لجهاز استقبال بسيط ، المطلوب إعادة رسم الدائرة داخل إطار أبعاده (١٥سم x ١٠سم)



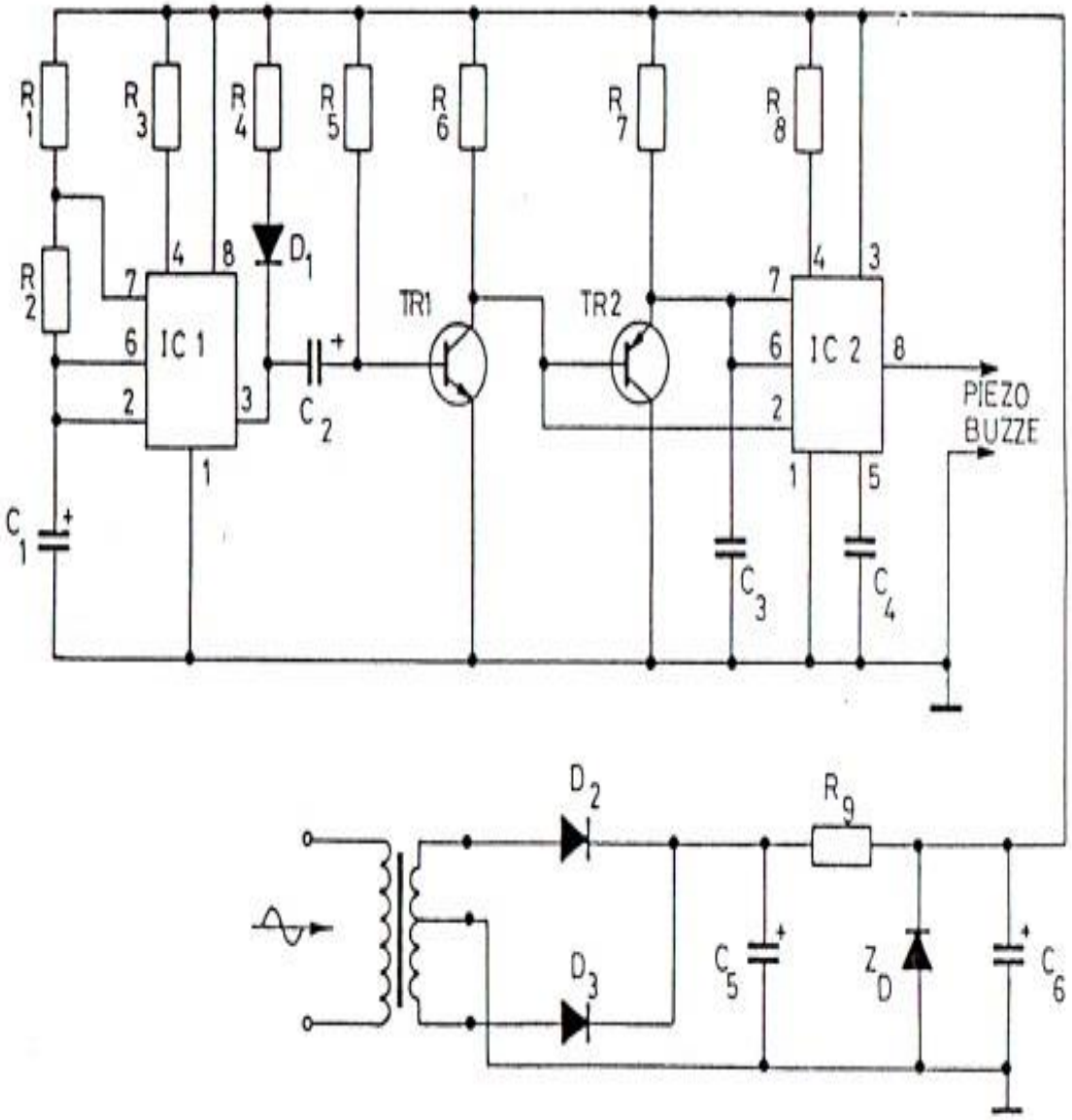
الشكل (٩-٣) : دائرة نظرية لجهاز استقبال بسيط

تمرين (٢) : الشكل (١٠-٣) يبين دائرة تحكم عن طريق الضوء ، المطلوب إعادة رسم الدائرة بنفس الأبعاد



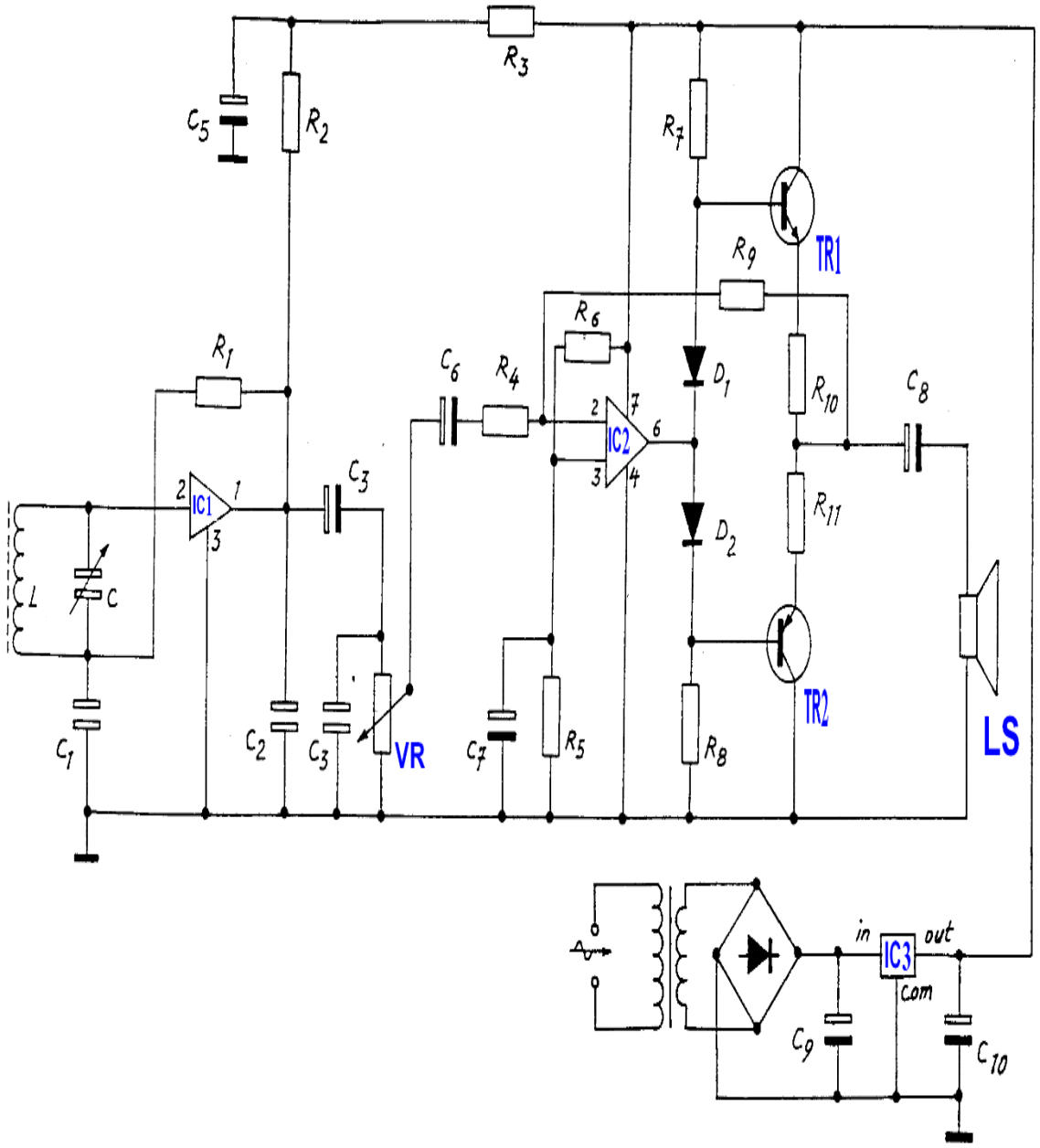
الشكل (١٠-٣) : دائرة تحكم عن طريق الضوء

تمرين (٣) : الشكل (١١-٣) يبين دائرة الكترونية باستخدام الدوائر المتكاملة والترانزستورات ، المطلوب إعادة رسم الدائرة داخل إطار أبعاده (٢٥سم x ١٨سم)



الشكل (١١-٣) : دائرة الكترونية باستخدام الدوائر المتكاملة والترانزستورات

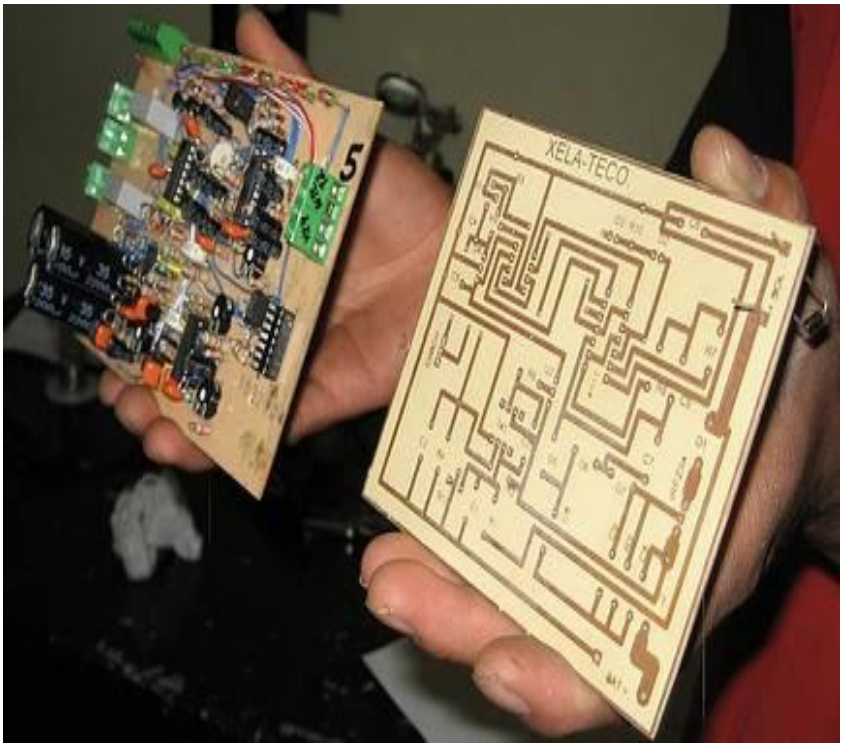
تمرين (٥) : الشكل (١٢-٣) يبين دائرة جهاز استقبال المطلوب إعادة رسم الدائرة داخل إطار أبعاده (٣٥سم x ٥٠سم)



الشكل (١٢-٣) : دائرة جهاز استقبال

سابعًا : الدوائر التنفيذية

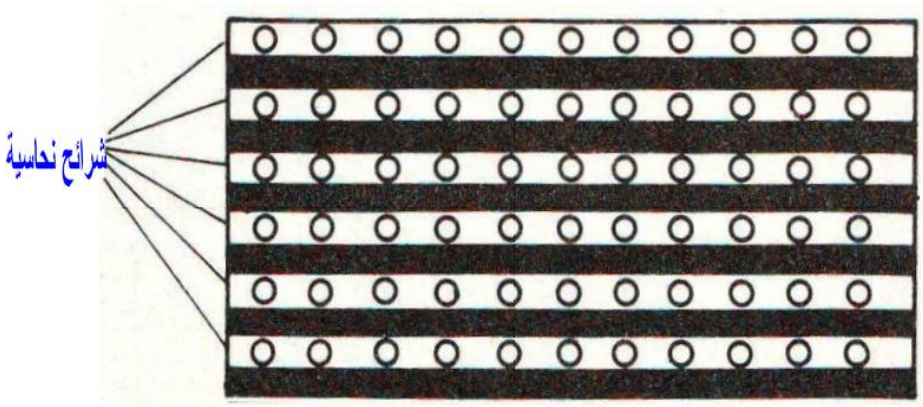
عزيزي الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذا الدرس ينبغي ان تكون قادرا على تحويل ورسم الدوائر التنفيذية على نظام الشرائح النحاسية أو اللوحة المطبوعة على اللوحة الورقية طبقا للخطوات المتبعة ووفق الابعاد



أولًا: الدائرة التنفيذية على لوحات ذات موصلات مطبوعة على شكل شرائح نحاسية:

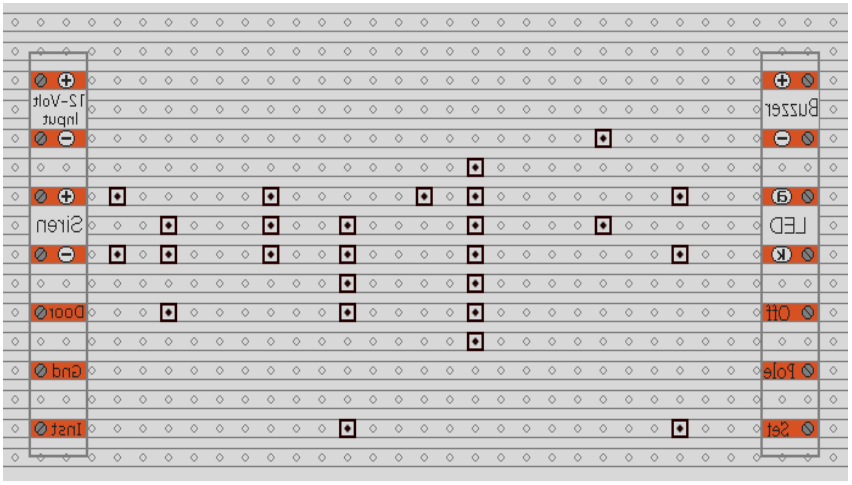
في هذا النوع من الدوائر التنفيذية، تجمع المكونات على لوحة عازلة، يوجد على أحد أوجهها طبقة نحاسية رقيقة على شكل شرائح بها ثقوب على محاور واحدة رأسيا و أفقيا على هيئة مصفوفة Matrix كما في شكل (١٣-٣).

ويلاحظ أن المسافة بين الثقوب متساوية وقياسية لتكون مناسبة لتنفذ منها قواعد الدوائر المتكاملة وهذه اللوحات تصلح لتنفيذ أي دائرة الكترونية وتوصيلها دون الحاجة إلى أسلاك، مما يؤدى إلى جودة اللحامات باللوحة وثبات المكونات.



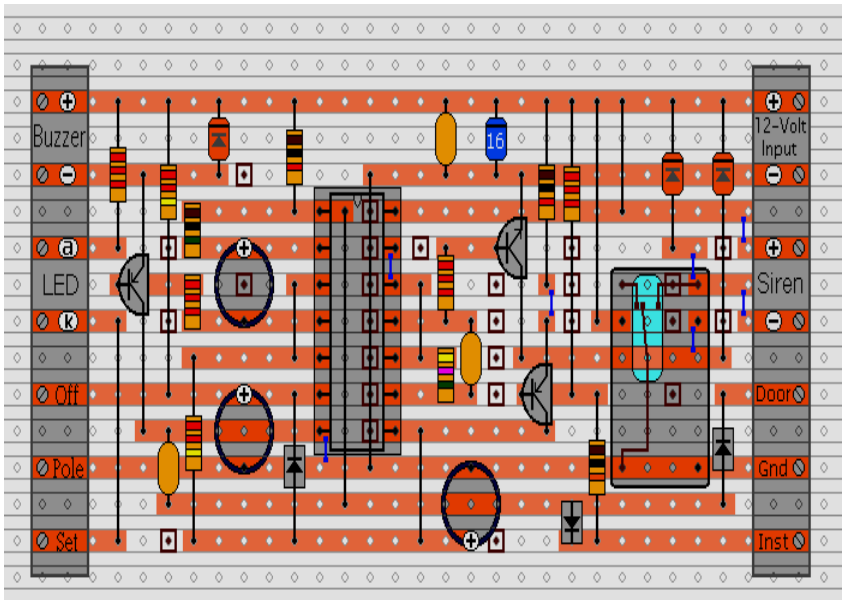
شكل (٣-١٣): لوحة ذات موصلات مطبوعة على هيئة شرائح

والشكل (٣-١٤) يوضح مثال لتجزئ الشرائح النحاسية أثناء انتاج اللوحة.



الشكل (٣-١٤) : مثال لتجزيء الشرائح النحاسية أثناء إنتاج اللوحة

كما يوضح الشكل (٣-١٥) اللوحة ذات الشرائح المجزئة بعد تجميع المكونات



الشكل (٣-١٥) :اللوحة ذات الشرائح المجزئة والموضحة بشكل (٣-١٤) بعد تجميع المكونات

خطوات عمل مخطط التوصيلات على اللوحات ذات الشرائح:

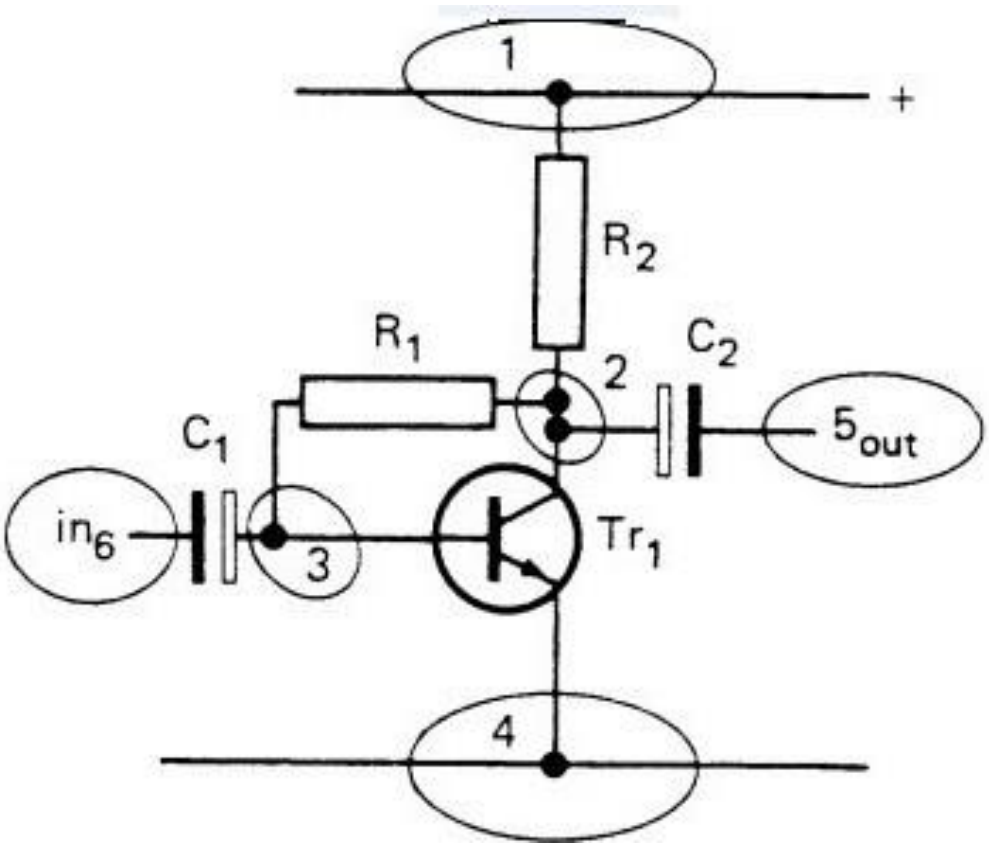
١- تحديد نقط الاتصال بالدائرة ، وذلك بالاستعانة بالدائرة النظرية ، حيث أن نقطة الاتصال بالدائرة هى المكان الذي يتم فيه توصيل عنصر بأخر أو توصيل سلكين من أو إلى اللوحة المطبوعة . وباستخدام قلم رصاص يتم وضع علامة دائرية تحيط نقط الاتصال بالدائرة كل على حده.

٢- ترقم نقط الاتصال السابق تحديدها، على أن نبدأ بالرقم واحد بالنسبة لنقطة الاتصال الخاصة بخط التغذية الموجب (+) كما في الأشكال (١٦-٣)، (١٧-٣).

وفي حالة احتواء الدائرة على ترانزستورات فأنه يتم ترقيم أطراف كل ترانزستور بأرقام متتالية مثل: ٣،٤،٥ أو ٦،٧،٨ وهكذا حتى يمكن استخدام ترانزستورات لها أطراف قصيرة.

٣- يتم الرسم التنفيذي للدائرة بعد ذلك بالاستعانة بأرقام الشرائح للوحة .

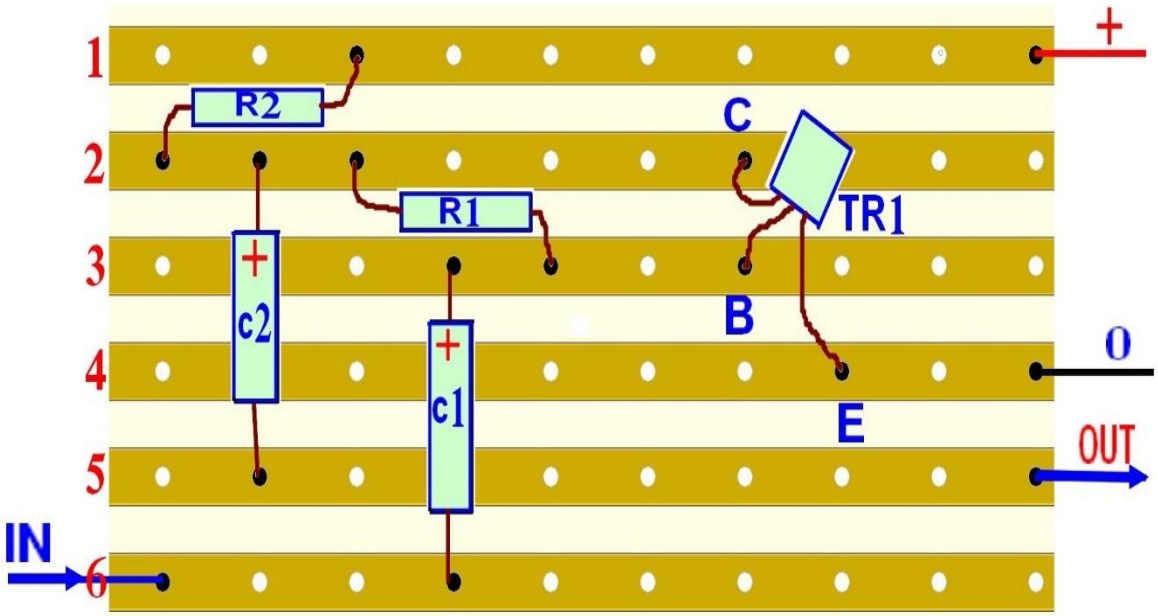
مثال ١:



الشكل (١٦-٣)

بالنظر إلى الدائرة الموضحة بشكل (١٦-٣) يتم ما سبق ايضاحه كالآتي:

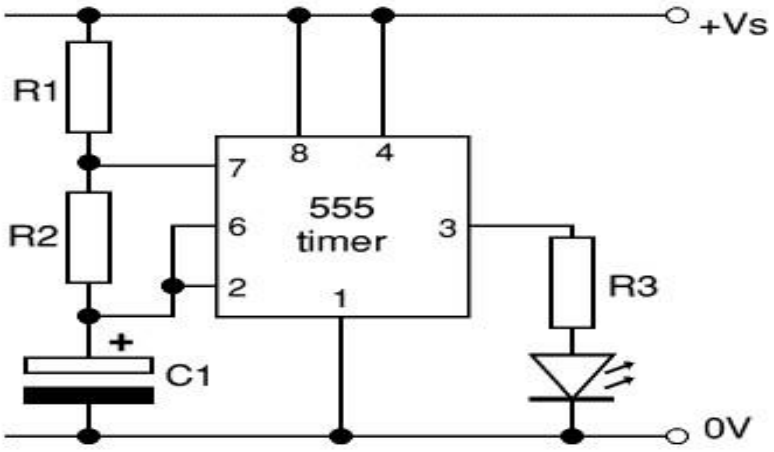
- نرسم المقاومة R1 بين الشريحة رقم (٢) والشريحة رقـم (٣)
- نرسم المقاومة R2 بين الشريحة رقم (١) والشريحة رقم (٢)، وأيضا المكثف C1 بين الشريحة رقم (٦) والشريحة رقم (٣)،
- وهكذا فنحصل على الرسم التنفيذي كما في شكل (١٧-٣).



شكل (١٧-٣) : الرسم التنفيذي

مثال (٢)

الشكل (١٨-٣) **يبين دائرة مذبذب متعدد الاهتزازات باستخدام دائـرة متكـاملة 555 وفي شكـل (١٩-٣) نـري رسـم الدائـرة التنفيذية لهذه الدائرة. وسـوف نوجز خطـوات رسـم الدائرة التنفيذية كالآتي:**

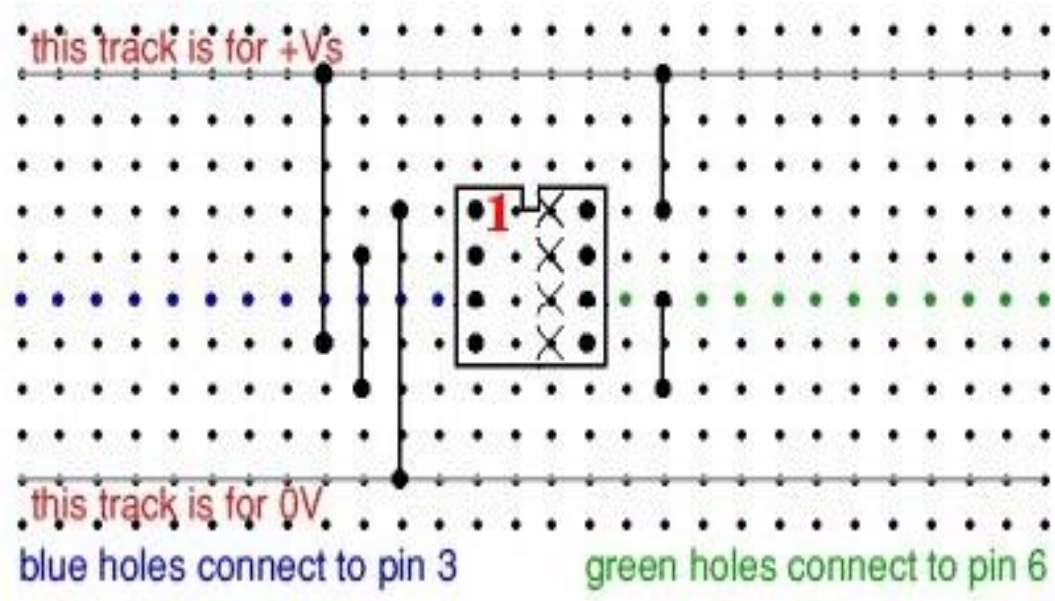


الشكل (١٨-٣) : دائرة مذبذب متعدد الاهتزازات باستخدام دائرة متكاملة 555

- نرسم قاعدة الدائرة المتكاملة بمنتصف اللوحة تقريبا على أن يكون الطرف (١) كما هو مبين بشكل (١٩-٣) ثم نرقـم أرجل القاعدة على الرسم . وأفضل طريقة لذلك هى البدء من طرف رقم (١) للدائرة المتكاملة ثم الطرف

(٢) وهكذا.

- **يتم وضع علامة (X) على الشرائح أسفل قاعدة الدائرة المتكاملة والتي سوف يتم قطع جزء منها لفصلها إلى جزأين**
- **نضع علامة على شريحة خطي (VS+) و (0V) بحيث يكون كل منهما أعلى أو أسفل القاعدة بعدد شريحتين أو ثلاث.**
- **يتم رسم وصلات سلكية (رأسية) للربط بين الشرائح كما شكل في (٢٠-٣)**
- **يتم رسم رمز أو شكل مكونات الدائرة (المقاومات والمكثفات ....) على اللوحة حسب الرسم النظري للدائرة.**
- **يتم رسم الأسلاك التي تربط بين اللوحة والمكونات التي لا تجمع عليها مثل المفاتيح أو أسلاك بطارية التغذية كما في شكل (٢١-٣)**
- **يتم اختبار التوصيلات بالمقارنة مع الدائرة النظرية كما في شكل (٢٢-٣).**

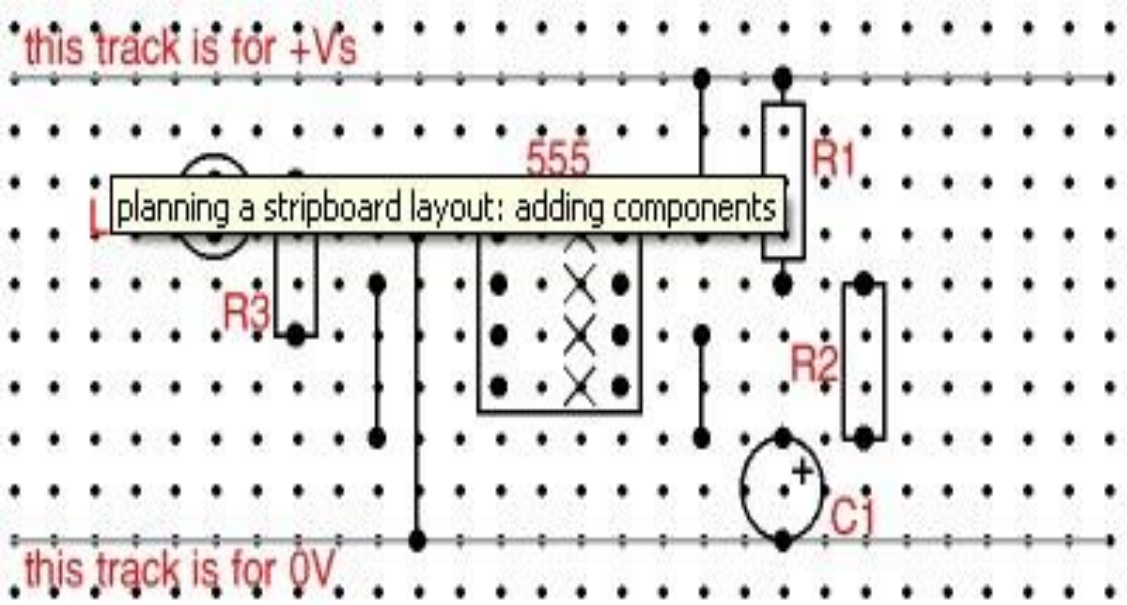


شكل (١٩-٣) : نرسم قاعدة الدائرة المتكاملة بمنتصف اللوحة تقريبا

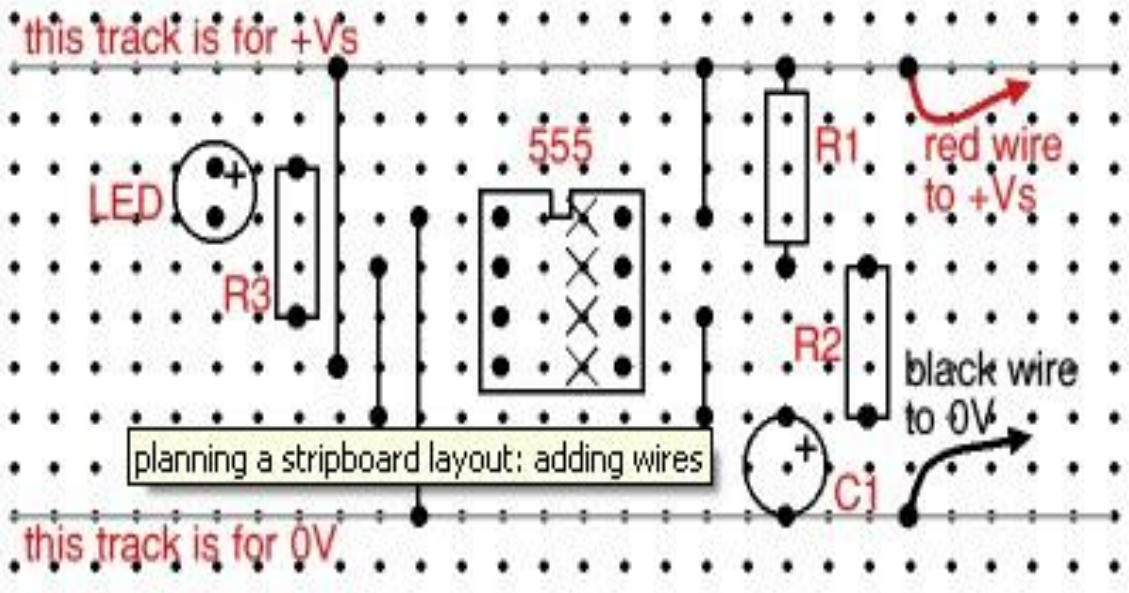
* ترقيم أرجل القاعدة

* وضع علامة X مثلا على الشريحة التي تقطع

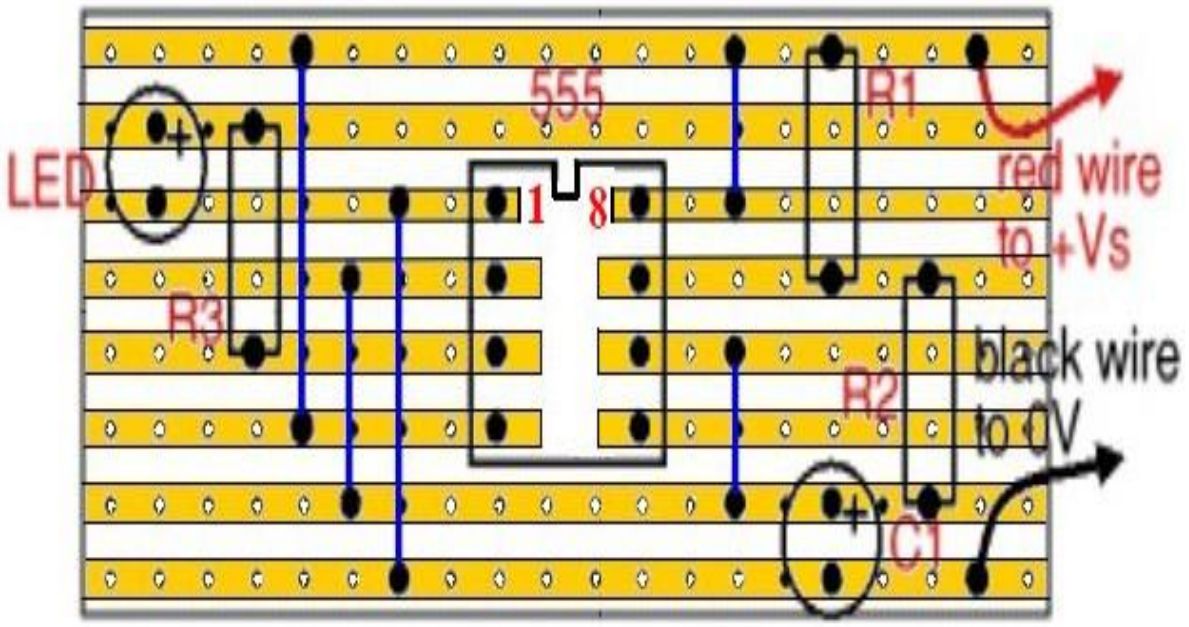
* توصيل أسلاك للربط بين الشرائح



شكل (٢٠-٣) : إضافة المكونات

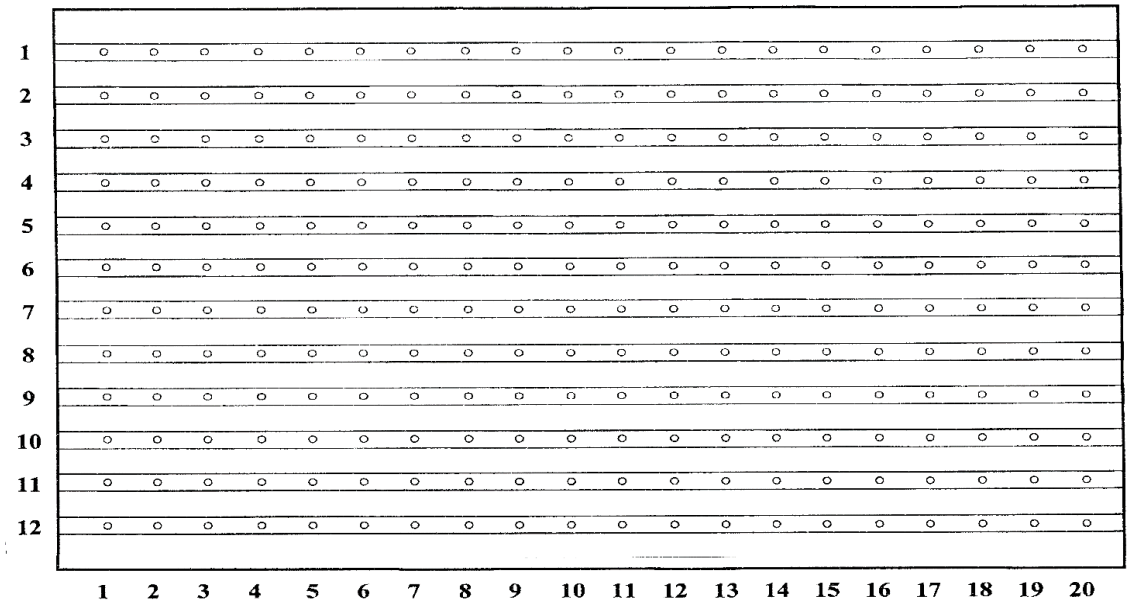


شكل (٢١-٣) : إضـافة الأسلاك التي تربط بين اللوحة ومصدر التغذية أو المفاتيح



شكل (٢٢-٣) : الدائرة التنفيذية في شكلها النهائي

الشكل (٢٣-٣) يوضح نموذج للوحة ذات شرائح نحاسية مطبوعة يمكن الاستعانة بها عند رسم

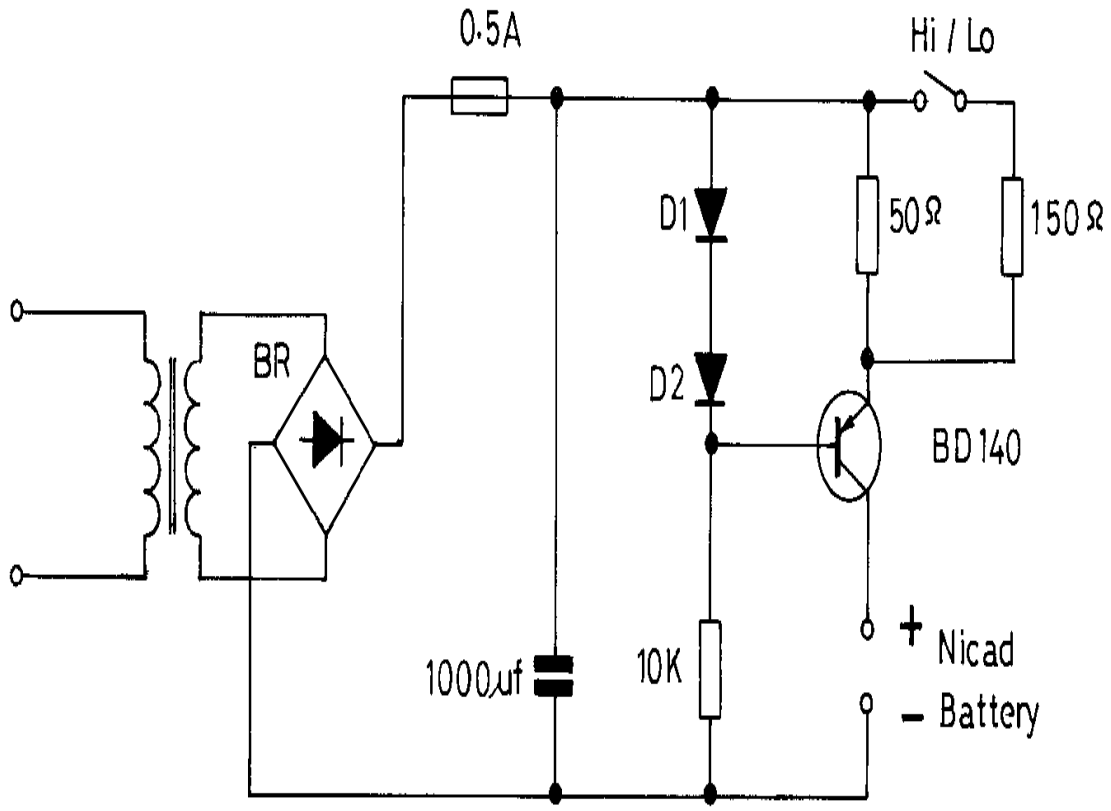


الشكل (٢٣-٣) : نموذج للوحة ذات شرائح نحاسية مطبوعة

ثامنًا : تمارين على رسم الدوائر التنفيذية نظام الشرائح النحاسية

تمرين (١)

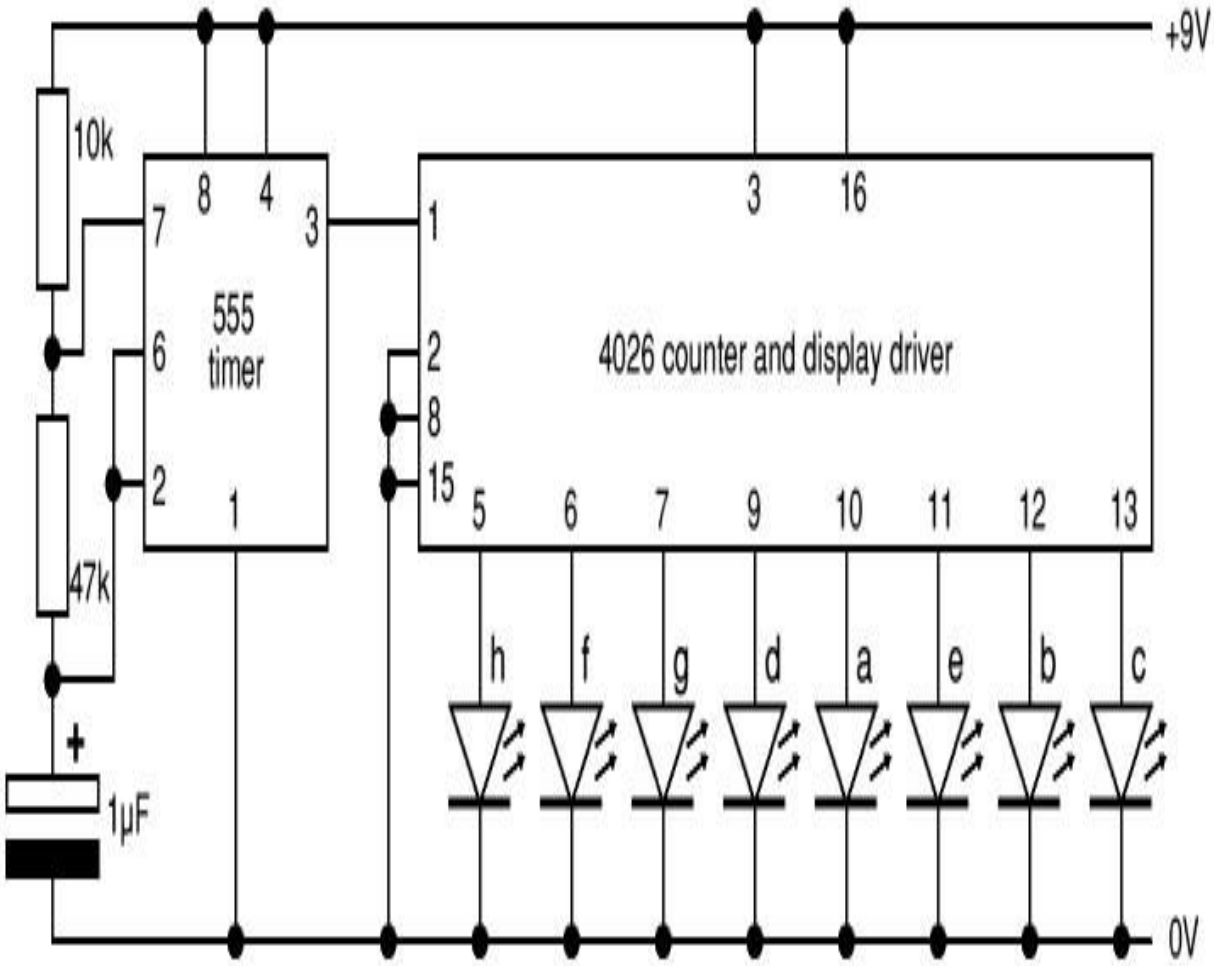
المطلوب رسم الدائرة التنفيذية الموضحة بالشكل (٢٤-٣) على لوحة ذات موصلات مطبوعة على شكل شرائح نحاسية.



الشكل (٢٤-٣) : دائرة شاحن بطارية نيكل كادميوم

تمرين (٢)

المطلوب رسم الدائرة التنفيذية الموضحة بالشكل (٢٥-٣) على لوحة ذات موصلات مطبوعة على شكل شرائح نحاسية . علما بأن الدائرة المتكاملة 4026 لها ١٦ رجل على الجانبين.



الشكل (٢٥-٣) : دائرة "فلاشر عشوائي "Random Flasher

ثانيًا: الدائرة التنفيذية على مخطط التوصيلات المطبوعة PCB

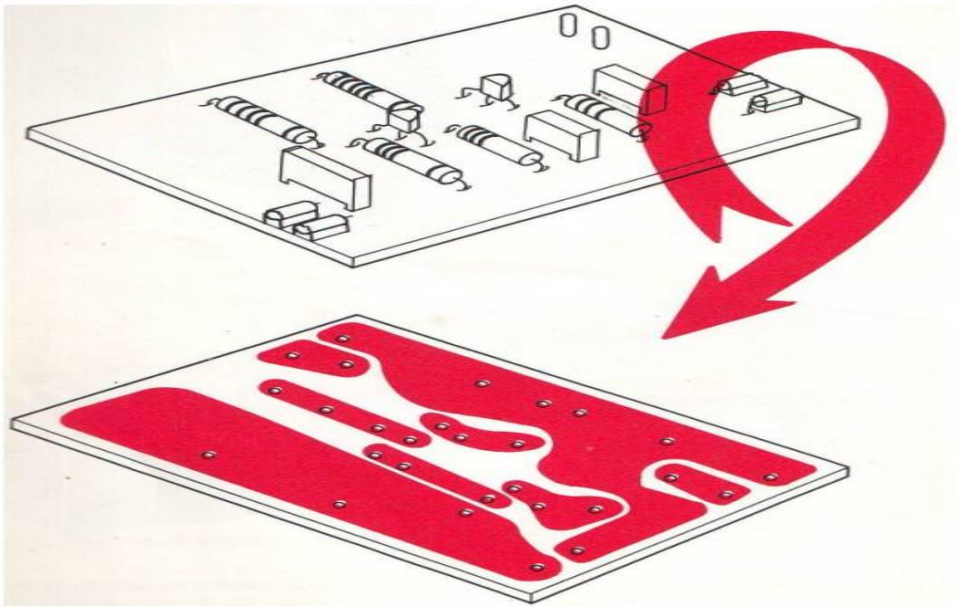
تمهيد

بدأ استخدام اللوحات ذات الموصلات المطبوعة في عمل الدوائر التنفيذيـة في الأربعينات من هذا القرن، ثم أنتشر استخدامهـا بعد ذلك بشكل واسـع لما لها من ميزات عدة بالمقارنة مع عمـل التوصيـلات عن طريق أسـلاك حيث توفر في تكاليف إنتـاج الأجهزة والمعدات الالكترونية بشكل ملحوظ ، مـع تصغير وزنها وحجمها بالإضـافة لذلك تقلل من الأخطاء التي قد تنتج أثناء التجميع للأجهزة الإلكترونية بالطريقة العادية ، هذا بالإضافـة لميزات أخرى كثيرة أهمها إمكانية استخدام عمليات تكنولوجية حديثة أثناء التجميع مثل اللحام بالجملة . ويجب أولا أن نفرق بين مفهوم الدائـرة المطبوعـة Printed Circuit واللوحـة المطبوعة Printed Board حيث أن الدائرة المطبوعـة تعني مجموعـة العنـاصر الالكترونية والموصلات المطبوعة الموضوعـة على اللوحة العازلة. أما اللوحة المطبوعة فهي عبارة عن لوحة من مادة عازلة مثل الجيتناكس أو التكستوليت – توجد عليها موصلات أو دائرة مطبوعة وتكون الموصلات على أحـد أوجه اللوحـة العازلة من طبقة رقيقة من النحـاس لهـا شكـل التوصيلات المطلوب عملها بين المكونـات حسب الدائرة النظريـة، وتثبت المكونات على الوجه الأخر للوحة كما في شكل (٢٦-٣).

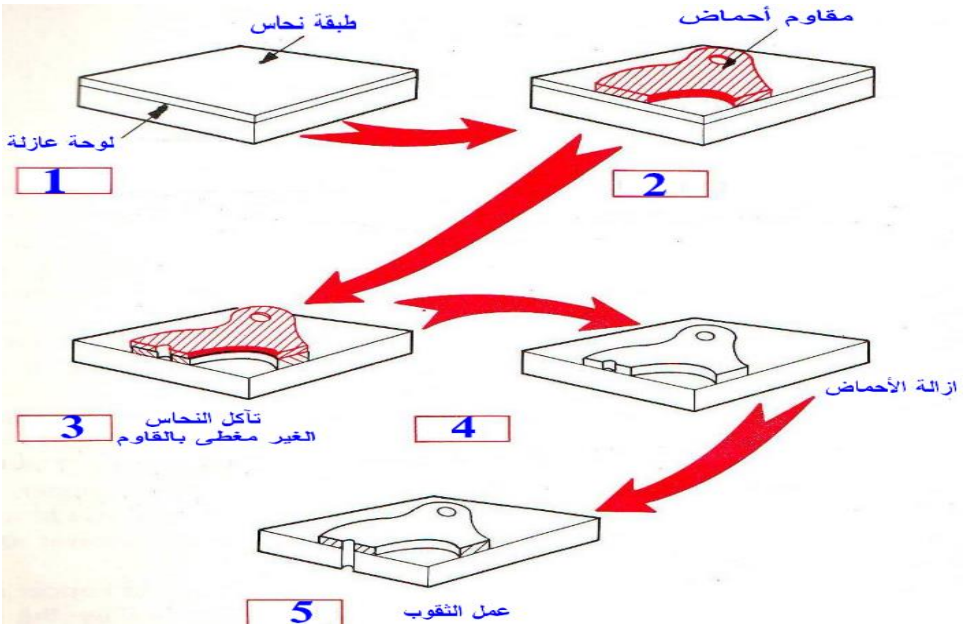
اللوحات ذات التوصيلات المطبوعة Printed Circuit Board (PCB) هي لوحات من مادة غير موصلة (عازلة) وبها خطوط موصلة. ويركب (يوضع) على اللوحة العناصر المكونة للدائرة ومسارات توصل بين المكونات أو العناصر وبعضها لتشكل دائرة عاملة او مجمعة. ويمكن ان تكون الموصلات عليها على ثلاثة أوضاع:

- من جانب واحد (تسمى لوحة ذات طبقة واحدة أو ذات وجه واحد).
- من جانبين (وتسمى لوحة ذو طبقتين أو ذات وجهين.
- متعددة الطوابق (على شكل سندوتش بعدة طبقات موصلة وكل طبقة معزولة بطبقة عازلة مثل اللوحة الام بالحاسب

توجد طرق عدة للحصول على اللوحـات المطبوعة ، وتصنف هذه الطرق حسب طريقـة تكوين الطبقـة الموصـلة ، وكـذلك طريقـة صنـع أشكـال الموصلات ومن هذه الطرق أن يلصق جيدا على أحد أوجه اللوحة العازلة رقيقة من النحاس ، ثم يطبع شكل التوصيلات المطلوبة على الوجه المغطى بالنحـاس ، بواسطة حبر مقـاوم للأحمـاض وبعد ذلك تغمس اللوحـة في الحامض فتتآكل طبقة النحاس ما عدا الأجزاء المغطاة بالحبر الذي يزال بعد ذلك فتظهر التوصيلات النحاسية مطبوعة على اللوحة شكل(٢٧-٣)



شكل (٢٦-٣) : اللوحة المطبوعة في كلا الوجهين



شكل (٢٧-٣) : أحد طرق تكوين الطبقة الموصلة للوحة المطبوعة

- **العناصر المكونة للوحات الدوائر المطبوعة**

المكونات الأساسية للوحة دائرة مطبوعة هي:

١. **القاعدة وهى الاساس (base) وهى لوحة رقيقة من المواد العازلة قد تكون جامدة (صلبة) أو مرنة ، وهى تعمل كدعامة او كحامل لجميع المكونات الالكترونية والمسارات (الموصلات). ومعظم اللوح المطبوعة تصنع من البلاستيك او الفيبر جلاس ومركبات راتنجية وتستخدم مسارات من النحاس للتوصيل بين العناصر. ومعظم**

اللوح مسطحة وجامدة ولكن استخدام المواد المرنة سمح بوضعها فى مساحات دورانية الشكل. وتركب المكونات اما على السطح **surface-mount**، واما من خلال ثقوب through-hole .

٢. الموصلات أو المسارات (**conductors**) وتكون عادة من نحاس على درجة عالية من النقاوة في شكل شرائط رقيقة، وتسمى المسارات (**traces**). وهذه الموصلات لا تقوم فقط بالتوصيل بين المكونات الالكترونية بل تعطى نقط اتصال ولحام.

- **أنواع اللوحات المطبوعة**

١. لوحات الدوائر المطبوعة من جانب واحد **Single-sided Printed Circuit Boards** وهى لوحة يكون فيها المسارات متاحة فقط على جانب واحد من المواد العازلة. والجانب الذى يحوى رسم الدائرة (المسارات) يسمى جانب اللحام '**solder side**' بينما الجانب الاخر يسمى جانب العناصر '**component side**' . وهذا النوع من اللوح غالبا ما يستخدم فى الدوائر البسيطة وعندما نريد تقليل تكلفة التصنيع إلى الحد الادنى. وهي تمثل حجما كبيرا من اللوحات المطبوعة التى تنتج حاليا سواء من المحترفين او غير المحترفين. واللوحات أحادية الجانب غالبا ما تصنع بطريقة " الطباعة و الحفر '**print and etch**'" او الحفر الميكانيكى **engrave**.

٢. لوحات الدوائر المطبوعة ذات جانبين **Double-sided Printed Circuit Boards** وهى لوحة يكون فيها المسارات متاحة على جانبي اللوحة. حيث يتم استخدام الوصلات أو المسارات في جانب العناصر وهو الجانب العلوي ، وكذلك في الجانب السفلي للوحة. وهذا النوع من اللوح غالبا ما يستخدم فى الدوائر المتوسطة والكبيرة نسبيا والتي تحتوي على عدد كبير من العناصر وتحتاج إلى عدد كبير من المسارت للتوصيل بين هذه العناصر. ويستخدم هذا النوع من اللوحات لتقليل عدد المسارات في كلا الجانبين. مما يساعد على الحفاظ على المسافات بين المسارات وكذلك يقلل من حدوث مكثفات سعة بين المسارات القريبة. وهو يقلل أيضا من احتمالات حدوث أخطاء في توصيل هذا الكم الكبير من المسارات في الدائرة.

٣. لوحات الدوائر المطبوعة ذات عدة طبقات **Muli-layers Printed Circuit Boards** ، وهى لوحة تتكون من عدة طبقات معزولة عن بعضها ويمكن التوصيل بين هذه الطبقات في الأماكن المطلوبة فقط. وتستخدم في عمل الدوائر الكبيرة. وكذلك للتقليل من حدوث تشوهات للإشارة في الدوائر الكبيرة والمعقدة.

- **مزايا لوحات الدوائر المطبوعة**

١. تقليل حيز (حجم) تجميع العناصر والمكونات مع انخفاض مماثل في الوزن.

٢. تحقيق الكم في الانتاج مع انخفاض تكلفة الوحدة.

٣. يمكن ميكنة وآلية تجميع وتوصيل العناصر والمكونات.

٤. إمكانية الحفاظ على خصائص الدائرة دون إخلال أو إدخال أى زيادة او تعديل فى السعة **capacitance**

بين العناصر.

٥. ضمان مستوى عال من التكرار والتماثل للخصائص الكهربائية عند التجمع من وحدة إلى أخرى (اى تماثل المنتج) ، وخاصة عند انتاج كم كبير من اللوحات.

٦. موقع العناصر ثابت في جميع لوحات نفس المنتج والذي يبسط ويسهل عملية التعرف على الأجزاء المختلفة للدائرة وصيانة المعدات والنظم الإلكترونية.

٧. استخدام المسارات تقلل من فرص حدوث الخطأ فى توصيل الأسلاك أو حدوث دوائر قصر-short circuited.

كيفية عمل التوصيلات المطبوعة :

ملاحظات عامة على مخطط التوصيلات المطبوعة :

١- قبل البدء في تصميم مخطط التوصيلات المطبوعة ، يجب أن يكون لدينا المكونات الالكترونية الخاصة بالدائرة موضوع التخطيط ، وذلك لكي يمكن تقدير الأماكن اللازمة بدقة لكل عنصر من هذه المكونات .

٢- يجب أن يؤخذ في الاعتبار أنه قد تستبدل بعض المكونات – في حالة انتهاء عمرها – بمكونات أخرى أكبر حجما . وعليه يراعى عدم وضع هذه المكونات ملاصقة لبعضها تقريبا .

٣- كثيرا من المكونات تحتاج إلى درجة معينة من التهوية ، وبخاصة المقاومات السلكية أو المقاومات الأخرى التي تكون قدرتها واحد وات أو أكثر ، ولهذا تترك مسافة مناسبة لتحقيق ذلك .

٤- يجب ترك المسافات اللازمة لقطع البلاستيك أو مسامير التثبيت للملفات أو المحولات .

٥- يراعى ترك مسافات كافية بين الموصلات النحاسية حتى لا تحدث سعة شاردة وخاصة عند الترددات العالية فتتسبب في وجود أعطال في أداء الدائرة .

يفضل أن توضع المكونات المتماثلة بشكل واحد حتى يمكن التعرف عليها بسهولة.

٦- يفضل وضع الترانزستورات بالدائرة التنفيذية بنفس الترتيب والوضع كما بالدائرة النظرية، ونفس الشيء يتبع مع الدوائر المتكاملة وهذا يسهل تتبع سير الإشارات وبالتالي فهم عمل الدائرة وسهولة عمل الصيانة إذا لزم الأمر .

٧- ليس مهما أن يكون الشكل النهائي للتوصيلات المطبوعة ذات منظر جذاب. ولكن المهم أن تكون سهلة التتبع أثناء التجميع أو الإصلاح.

طريقة تخطيط التوصيلات المطبوعة:

وإن كانت هناك قواعد أساسية تتبع عند تخطيط التوصيلات المطبوعة إلا أن هناك حالات معينة تستلزم خبرات ومهارات المصمم. وفيما يلي أهم الخطوط العريضة التي تتبع عند تخطيط التوصيلات المطبوعة لدائرة ما:

١- نضع المكونات الالكترونية للدائرة موضوع التصميم على ورقة بيضاء بالشكل النهائي المطلوب أن تكون عليه على اللوحة المطبوعة وذلك لتساعدنا على تخيل المنظر النهائي للوحة.

٢- نأخذ ورقة رسم بياني ذات حجم مناسب للمكونات، ونرقمها على كل من المحور الرأسي والأفقي .

٣- نعلم خفيفا بالقلم الرصاص على ورقة المربعـات لتحديد المساحة التي يشغلها كل عنصر.

٤- تحدد أطراف التوصيل المقترحة التي تمثل دخـل وخرج وتغذية الدائرة .....إلخ، على أن لا تـؤدي أطراف التوصيل هذه إلى حدوث تقاطعات.

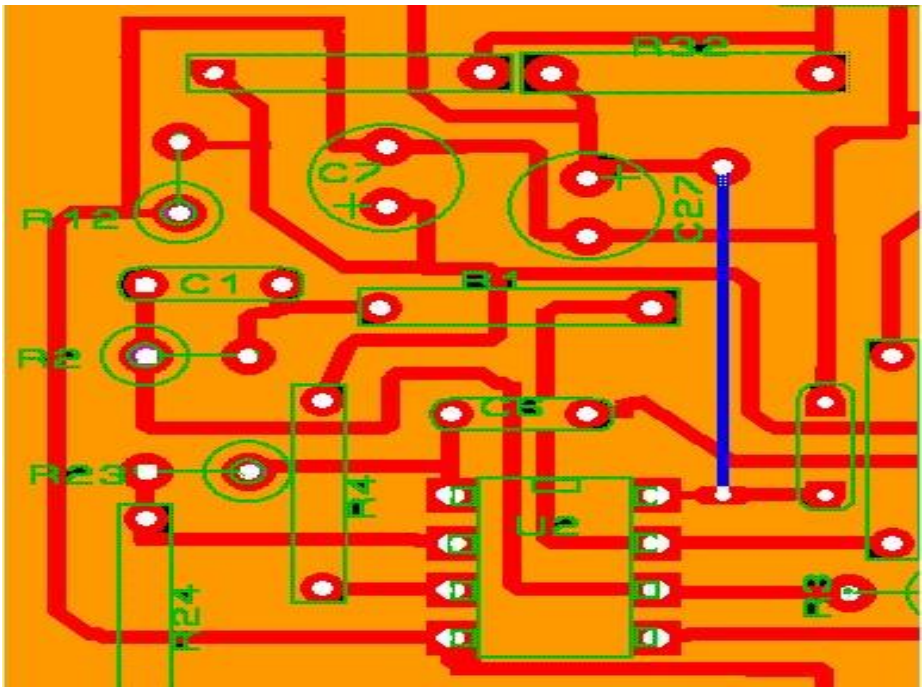
٥- نحاول عمل خط رئيسي لربط توصيلات جميع النقط المطلوب توصيلها للأرضي – ويفضل زيادة مساحة هذا الخط في حالة المكبرات للترددات السمعية وذلك تفاديا للطنين الذي يحدث من مقاومة هذا الخـط، وتجدر الإشارة إلى أن عرض مسار هذا الخط يجب ألا يقل عن ضعفي عرض أي مسار أخر .

٦- نحاول أن نرسـم التوصيلات بين المكونـات تبعا للرسم النظري للدائرة ، مع مراعاة عدم وجـود تقاطعات للتوصيلات .

٧- في حالة حـدوث تقاطعات للتوصيـلات ولا يمكن تفاديها، نحاول إدارة وضع أحد المكونات بزاويـة معينة ، كأن تصبح قاعدة احد الترانزستورات مكان المجمع مثلا فربما يتلاشى سبب تقاطع التوصيلات.

٨- في حالة عـدم القدرة علي تفـادي تقاطـع أحـد الموصلات مع موصل أخر فإنه يمكن عمل كوبري بسلك موصل يثبت علي اللوحة من الجهـة التي توضع عليها المكونات الالكترونية وليس من جهة الموصلات النحاسية انظر شكل (٢٨-٣)

٩- وعند رسم عرض الموصل المطبوع ينبغي مراعاة عرض الموصل الذي يتوقف علي شـدة التيار و هبوط الجهد المسموح به و يؤدي الاختيـار غير الصحيح لمقطع الموصل (عند التنفيذ) إلى تسخينه الزائد عن المعدل و بالتالي إلي فك اتصـال طبقة الموصـل عن سطح اللوحة العازلة و إلي قطـع الدائرة.



الشكل (٢٨-٣) : عمل كوبري بسلك موصل يثبت علي اللوحة من الجهـة التي توضع عليها المكونات الالكترونية وليس من جهة الموصلات النحاسية

١٠- ينبغي مراعاة رسم الوسائد Pads للموصلات النحاسية بحيث لا تكون ضعيفة وشكل (٢٩ - ٣) يوضح الأشكال المفضلة للوسائد بنهاية الموصلات النحاسية.

١١- يراعي وضع المداخل والمخارج علي طرفين متقابلين للدائرة المطبوعة كلما كان ذلك ممكنا وهذا يساعد في منع الإخلال باستقرار عمل الدائرة بسبب التغذية الخلفية غير المرغوب فيها في الدوائر عالية الكسب.

١٢- مراعاة جعل المسارات مستقيمة بحيث تتوازي مع احد أضلاع اللوحة مع الحفاظ علي المسافات المتساوية بين المسارات.

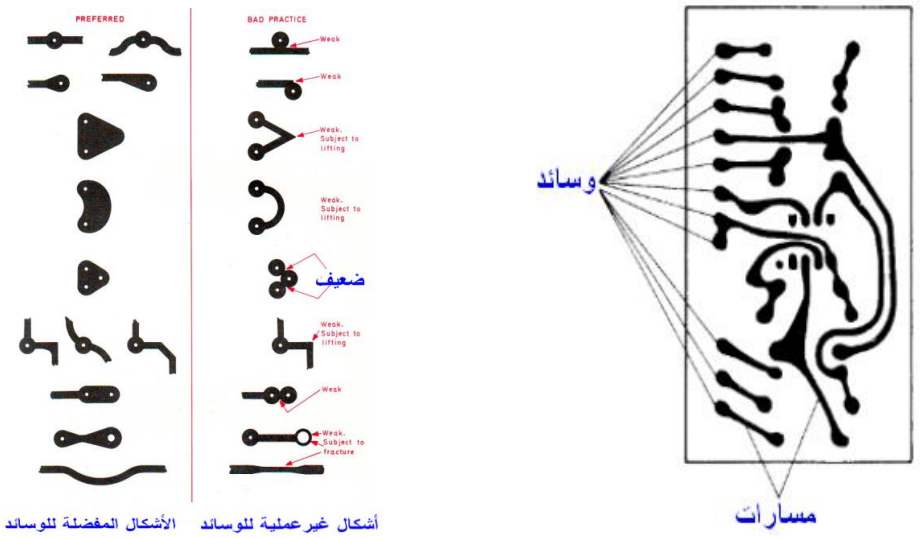
١٣- تحديد المسارات التي ستتعامل مع فولتيات عالية والتأكد من وجود مسافة مناسبة بين هذه المسارات والمسارات الأخرى.

١٤- يراعي توصيل المساحات غير المستعملة من اللوحة المطبوعة بخط الأرض (خط الفولتية الصفرية) مما يساعد علي سحب الحرارة من المكونات المنتجة للحرارة كما سيساهم في تعزيز استقرار التشغيل في حالات التردد العالي.

١٥- يجب توزيع العناصر بأسلوب يحقق اقصر مسارات وفي نفس الوقت الاستفادة القصوى من المساحة المتاحة للدائرة المطبوعة كما يجب تفادي الزوايا الداخلية والخارجية الحادة في المسارات.

١٦- مراعاة سهولة تثبيت اللوحة وفكها وتركيبها لأغراض التجميع وكذلك لأغراض الصيانة وإصلاح الأعطال.

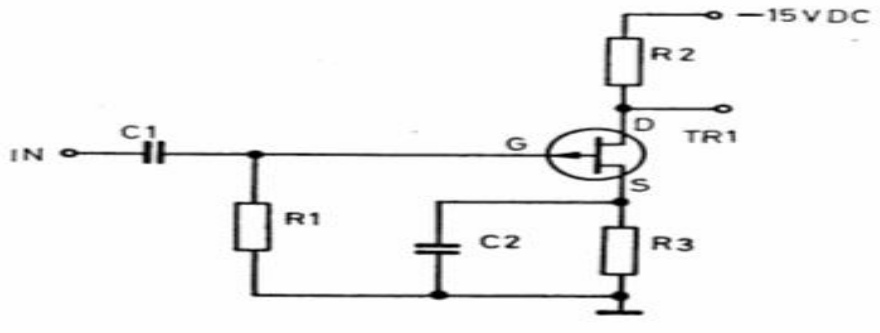
١٧- ونلخص مما سبق أن تصنيع الدوائر المطبوعة يتطلب دقة تامة في رسم الدائرة وإعداد البيانات اللازمة عليها حيث أن الرسم الجيد هو الذي يحقق حسن توزيع العناصر الالكترونية المستخدمة وبالتالي حسن توزيع نقط اللحامات والمسارات بالدائرة لأنه يمثل البداية الصحيحة لمراحل إعداد الدوائر المطبوعة دون ظهور مشكلات لاحقة في مراحل التنفيذ خاصة و أن هذا النوع من الدوائر مصمم لإنتاج كميات كبيرة من الأجهزة.



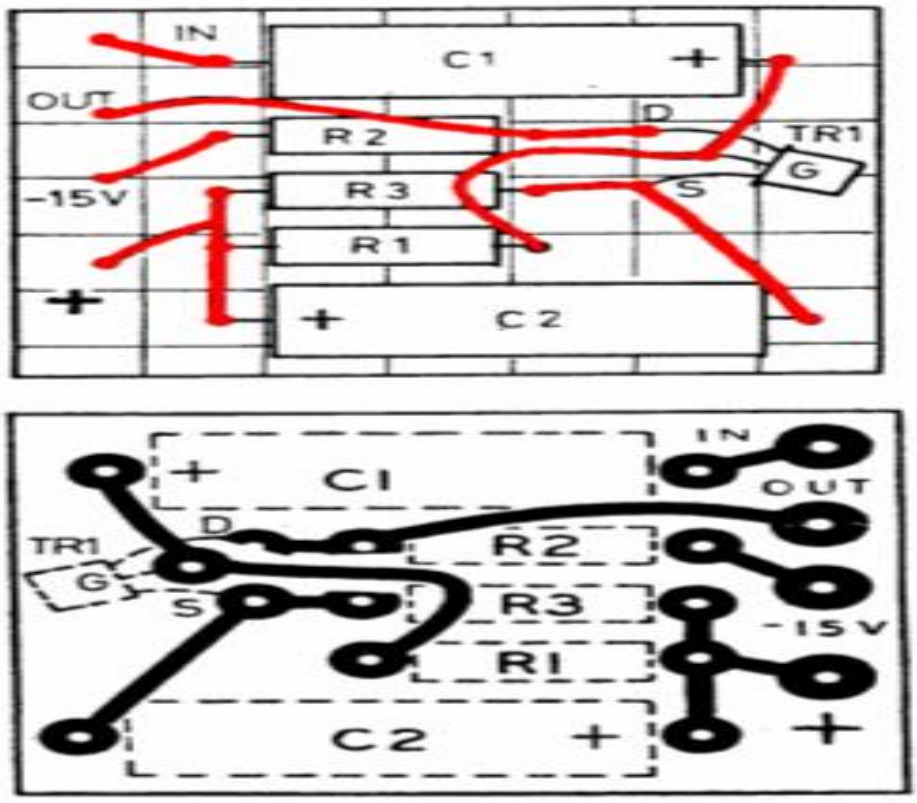
شكل (٢٩-٣) : الأشكال المفضلة للوسائد بنهاية الموصلات النحاسية .

مثال ١ : شكل (٣٠-٣) يبين الدائرة النظرية لمكبر ترانزستور نوع تأثير المجال.

وفي شكل (٣١-٣) نرى خطوات عمل مخطط التوصيلات المطبوعة للدائرة التنفيذية.



شكل (٣٠-٣) : الدائرة النظرية لمكبر ترانزستور نوع تأثير المجال

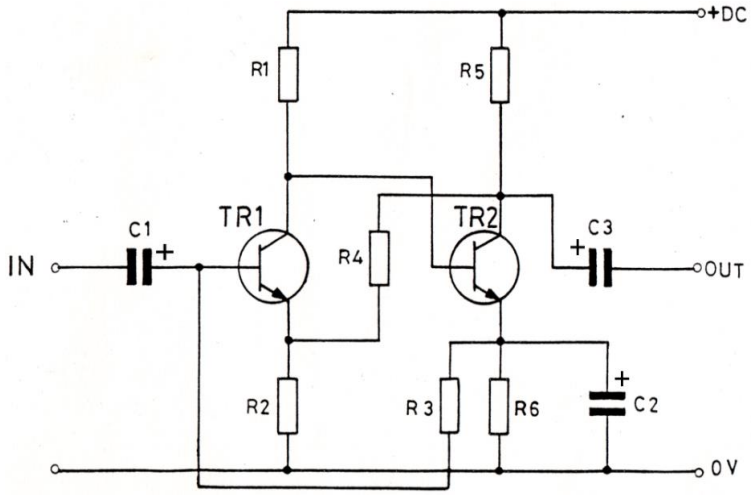


شكل(٣١-٣) ":خطوات عمل مخطط التوصيلات المطبوعة للدائرة التنفيذية

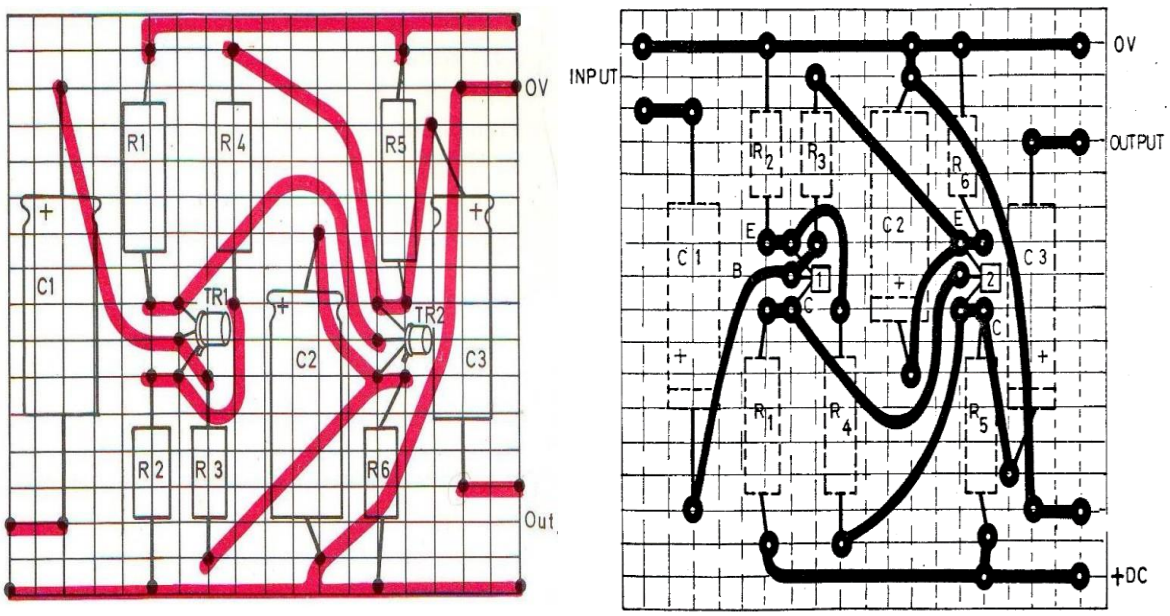
مثال ٢

شكل (٣٢-٣) يبين الدائرة النظرية لمكبر باستخدام ٢ترانزستور ربط مباشر.

وفي الشكل (٣٣-٣) نرى خطوات عمل مخطط التوصيلات المطبوعة.



شكل (٣٢-٣) : الدائرة النظرية لمكبر باستخدام ٢ترانزستور ربط مباشر

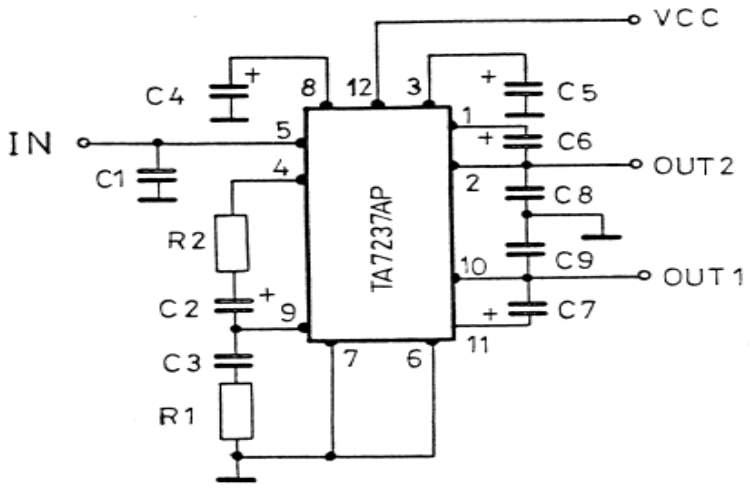


الشكل (٣٣-٣) : خطوات عمل مخطط التوصيلات المطبوعة

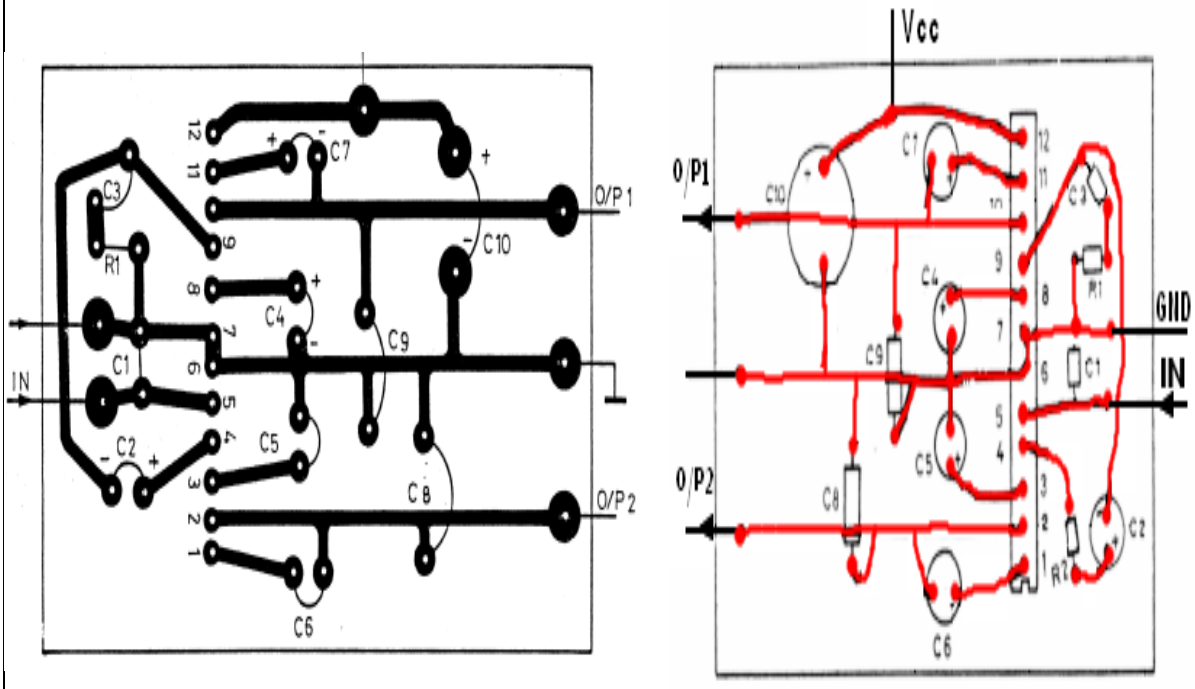
مثال ٣

شكل (٣٤-٣) يبين دائرة مكبر .

وفي الشكل (٣٥-٣) نرى خطوات رسم مخطط التوصيلات المطبوعة



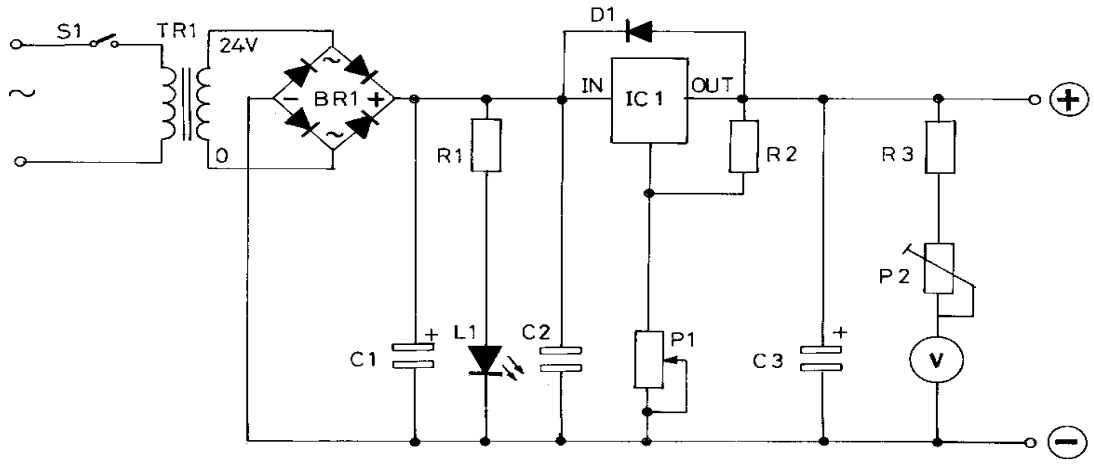
شكل (٣٤-٣) : دائرة مكبر



الشكل (٣٥-٣) : خطوات رسم مخطط التوصيلات المطبوعة

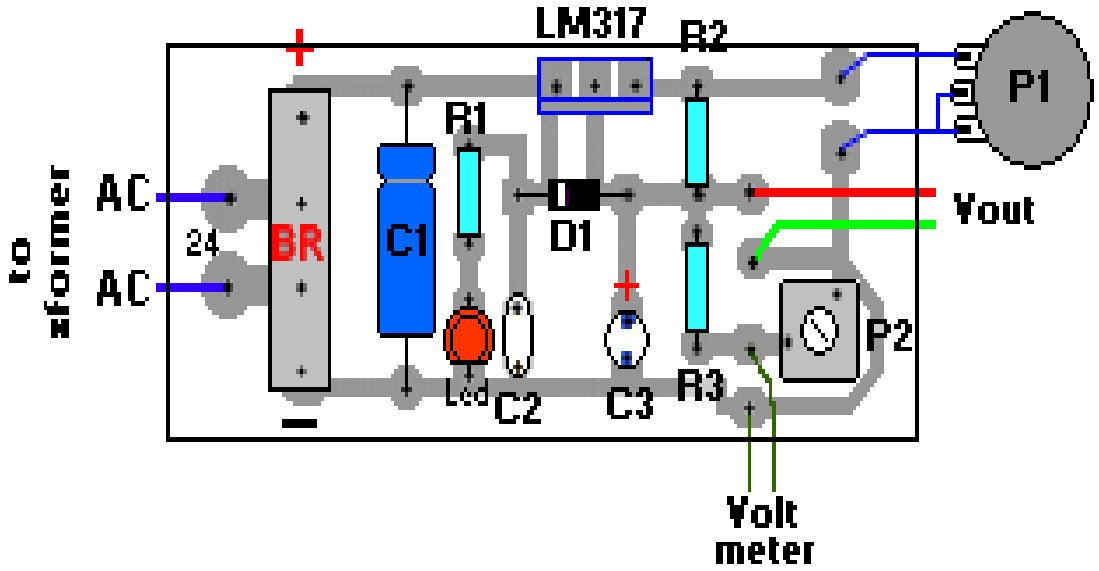
مثال ٤

شكل (٣٦-٣) يبين دائرة تغذية بالتيار مع منظم جهد وإمكانية تغيير جهد الخرج حسب الطلب



شكل (٣٦-٣) : يبين دائرة تغذية بالتيار مع منظم جهد وإمكانية تغيير جهد الخرج

شكل (٣٧-٣) نرى مخطط التوصيلات المطبوعة لها .

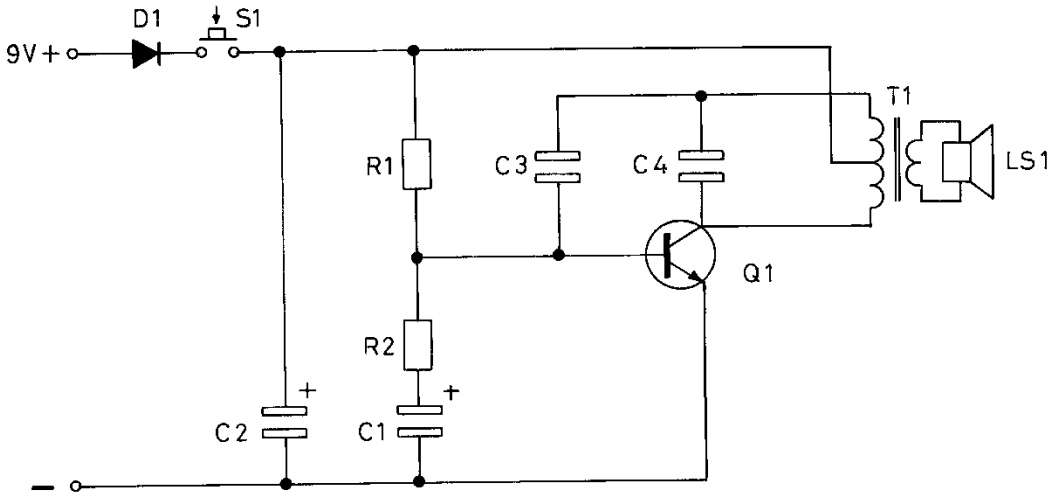


شكل (٣٧-٣) : مخطط التوصيلات المطبوعة لها

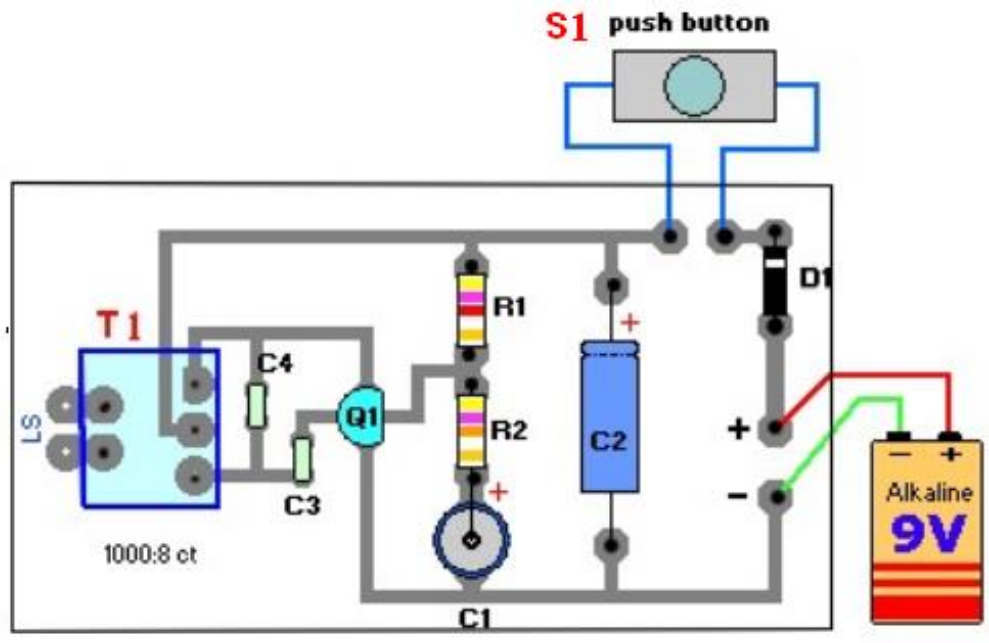
مثال(٥)

الشكل (٣٨-٣) يبين دائرة جرس "كناري"

وفي شكل (٣٩-٣) نرى مخطط التوصيلات المطبوعة



الشكل (٣٨-٣) : دائرة جرس "كناري"

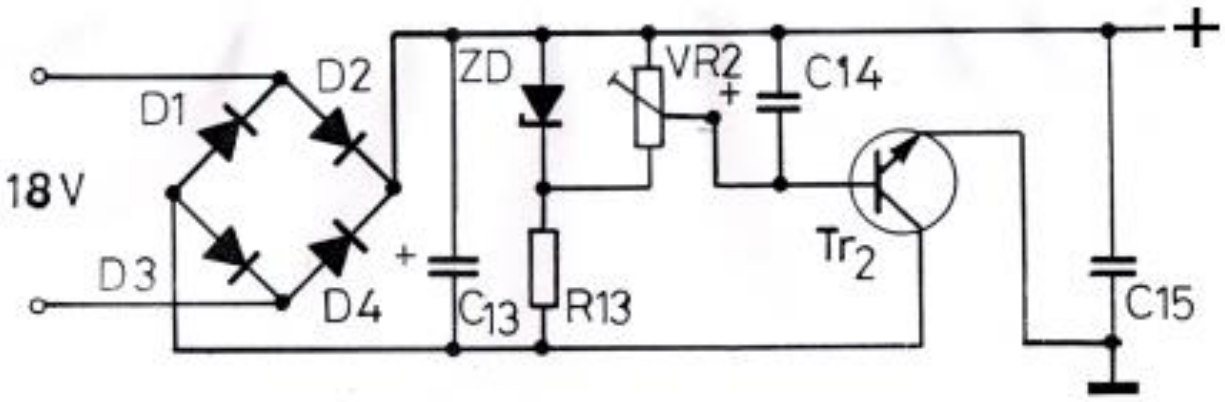


شكل (٣٩-٣) : مخطط التوصيلات المطبوعة

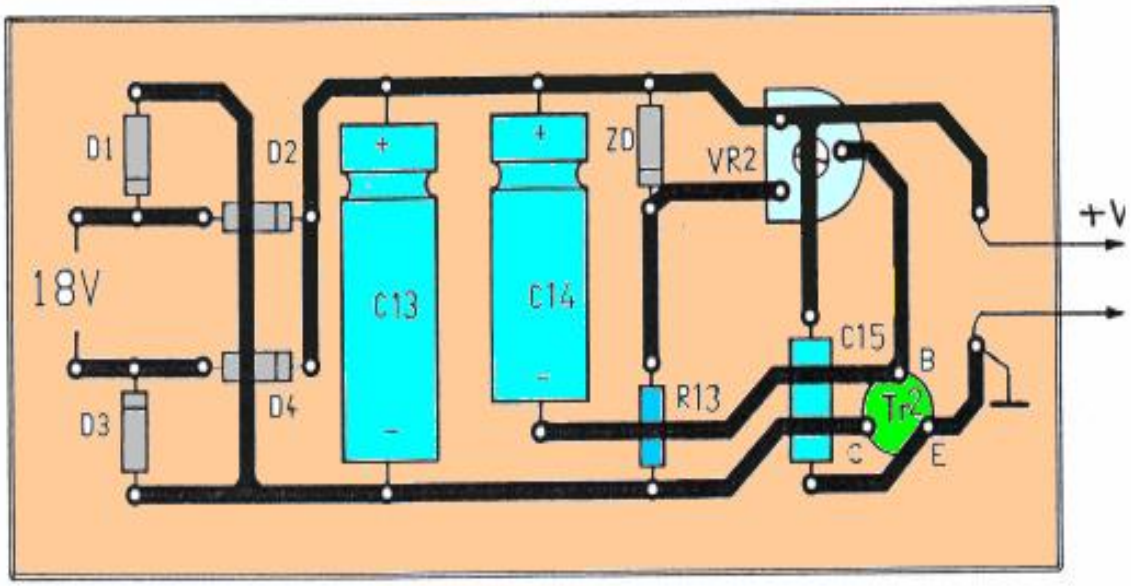
مثال (٦)

الشكل (٤٠-٣) يبين دائرة تغذية بالتيار مع منظم جهد باستخدام ترانزستور وثنائي زينر.

ويوضح شكل (٤١-٣) مخطط التوصيلات المطبوعة للدائرة التنفيذية



الشكل (٤٠-٣) : دائرة تغذية بالتيار مع منظم جهد باستخدام ترانزستور وثنائي زينر

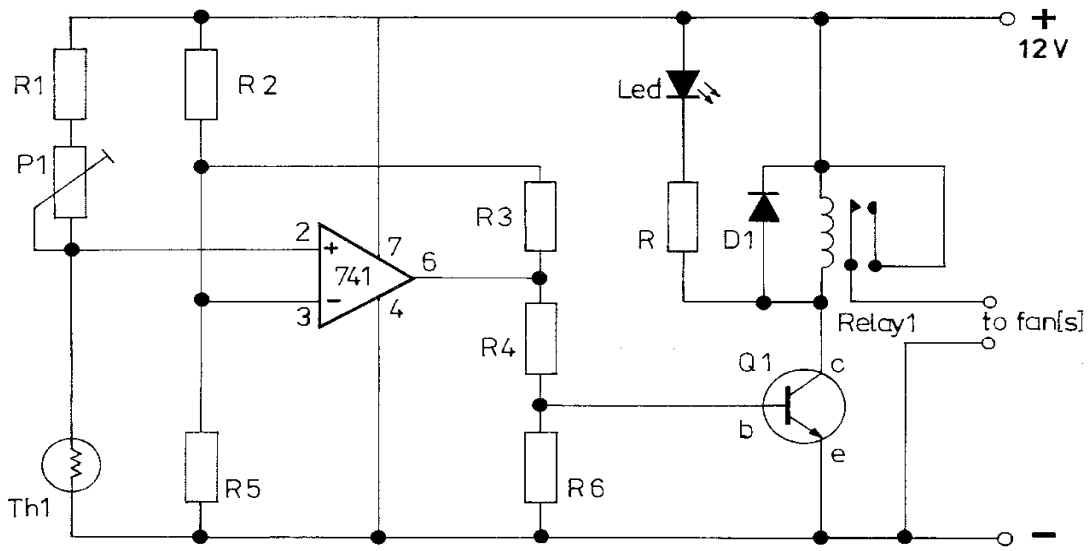


شكل (٤١-٣) : مخطط التوصيلات المطبوعة للدائرة التنفيذية

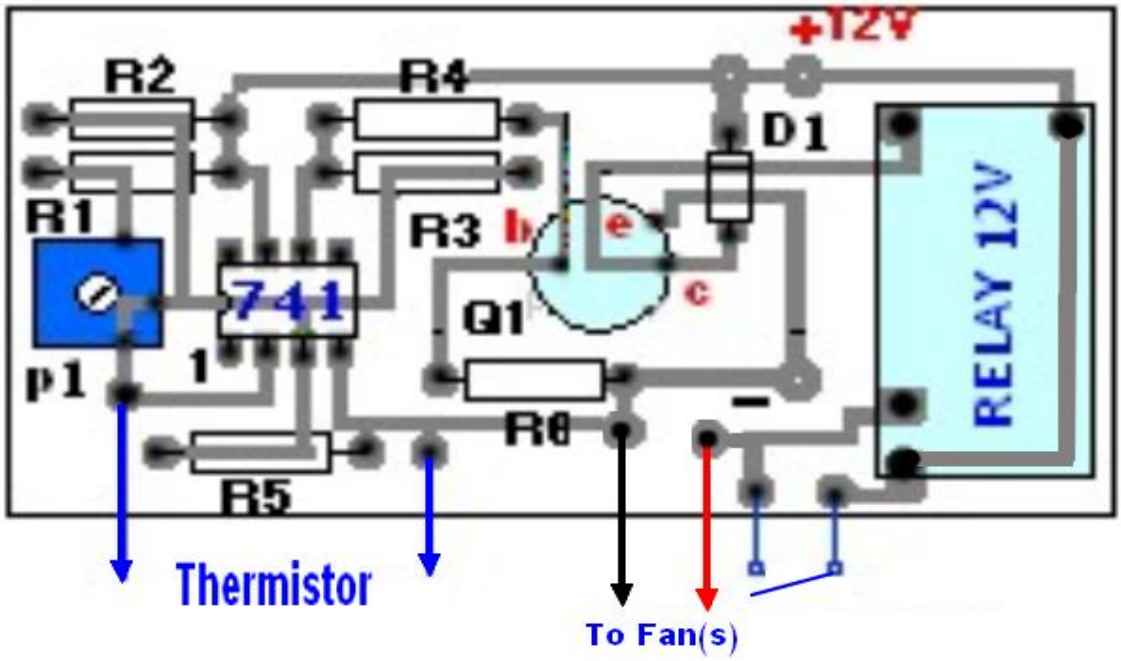
مثال (٧)

الشكل (٤٢-٣) يبين دائرة للتحكم في تشغيل مروحة حسب درجة الحرارة

ويبين شكل (٤٣-٣) مخطط التوصيلات المطبوعة



الشكل (٤٢-٣) : يبين دائرة للتحكم في تشغيل مروحة حسب درجة الحرارة

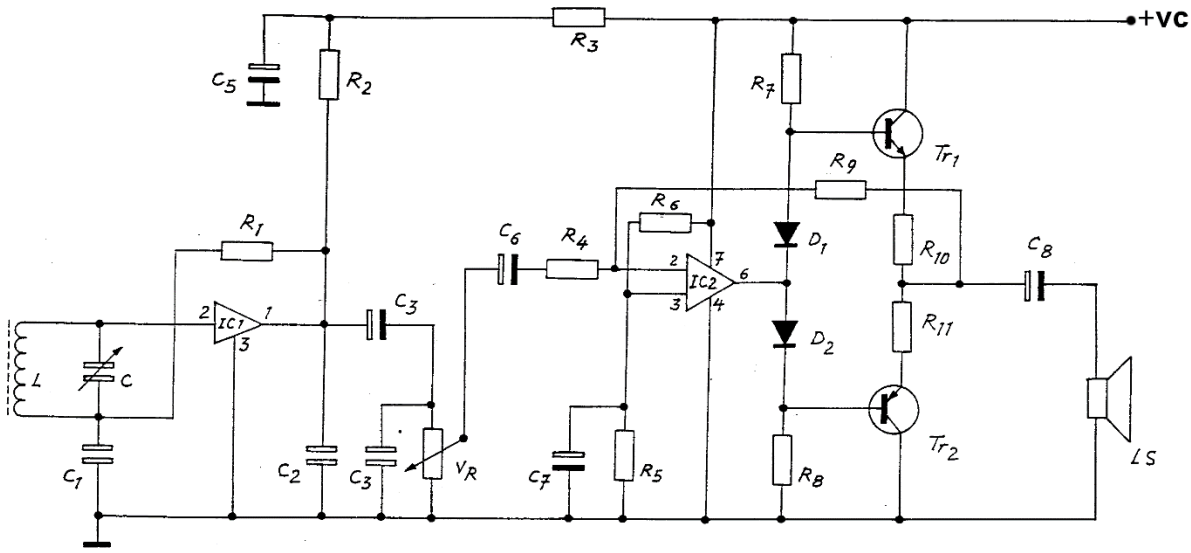


شكل (٤٣-٣) : مخطط التوصيلات المطبوعة

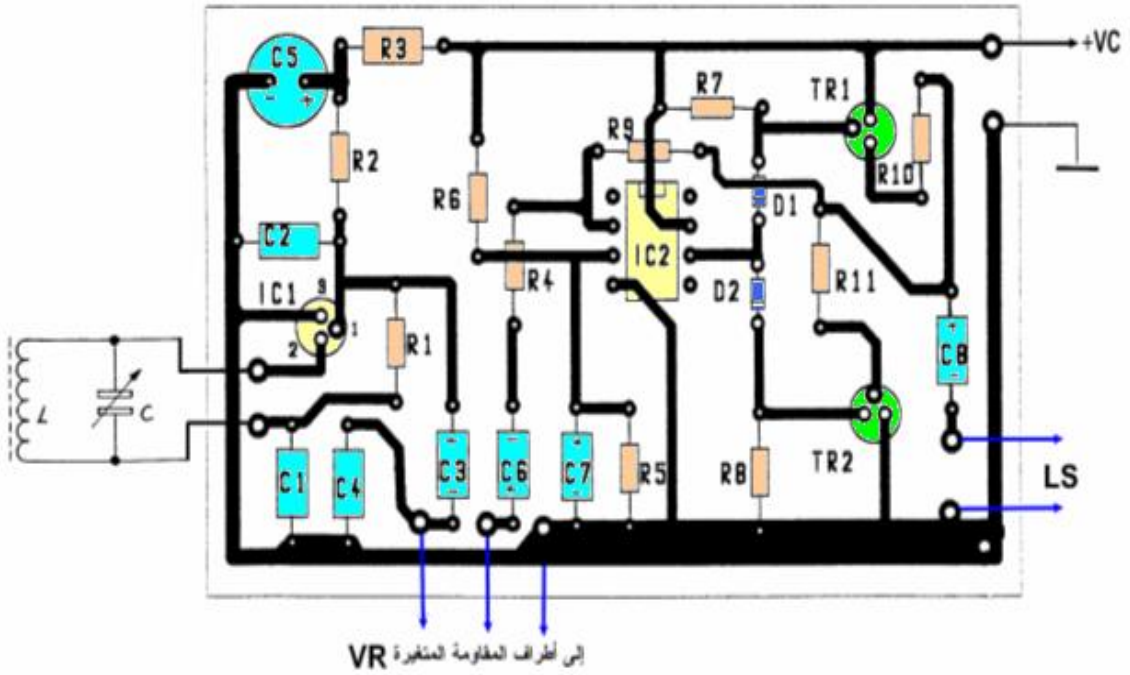
مثال(٨)

الشكل (٤٤-٣) يبين دائرة جهاز استقبال مباشر

وفي شكل (٤٥-٣) مخطط التوصيلات المطبوعة



الشكل (٤٤-٣) : دائرة جهاز استقبال مباشر

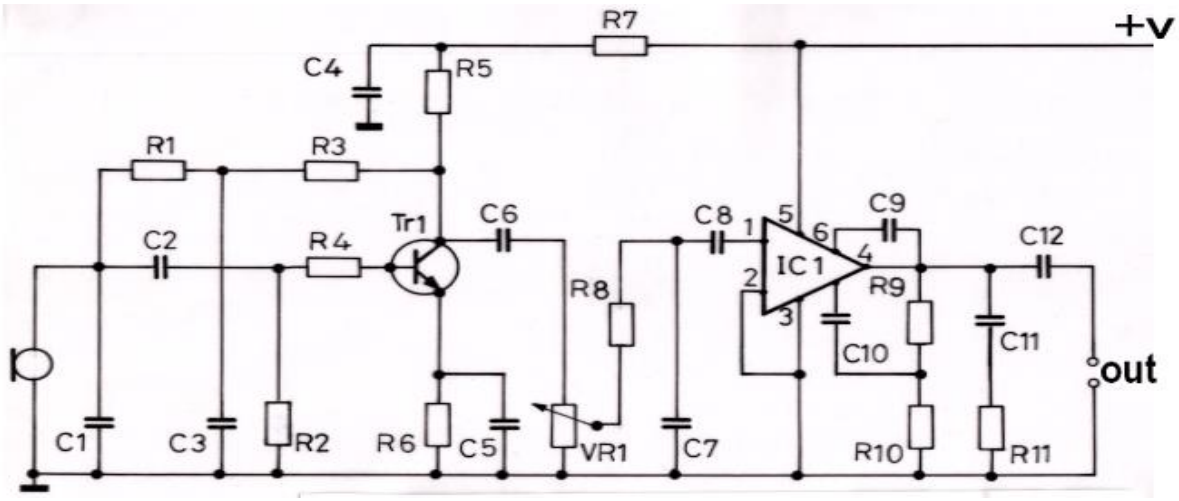


شكل (٤٥-٣) : مخطط التوصيلات المطبوعة

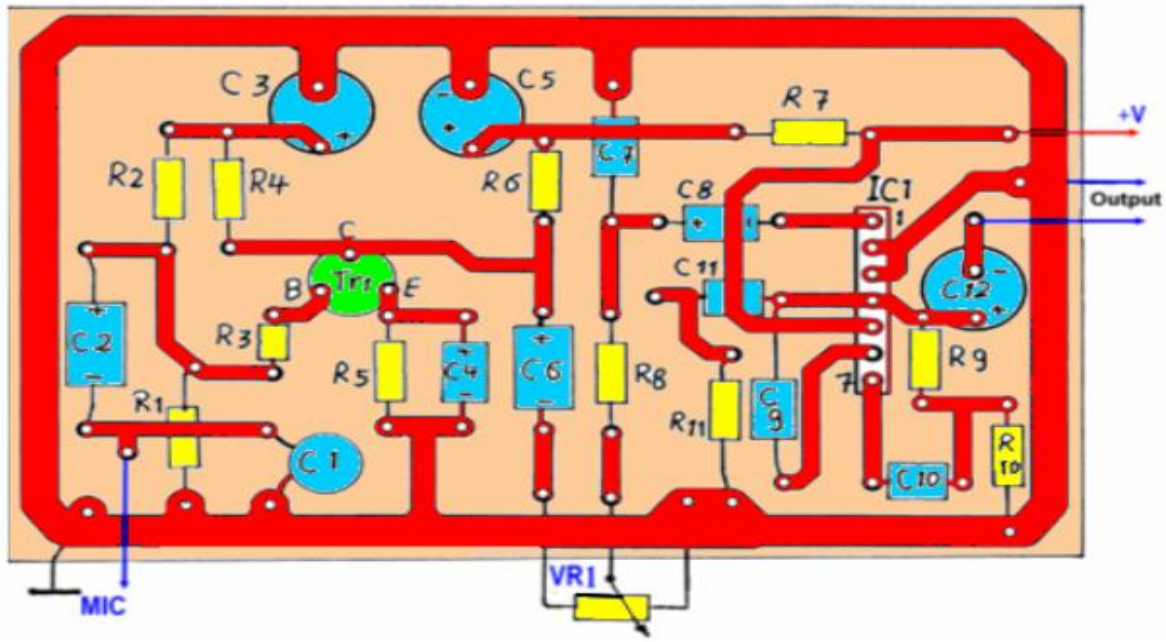
مثال (٩)

الشكل (٤٦-٣) يبين دائرة مكبر الكتروني

وفي شكل (٤٧-٣) نرى مخطط التوصيلات



الشكل (٤٦-٣) : دائرة مكبر الكتروني

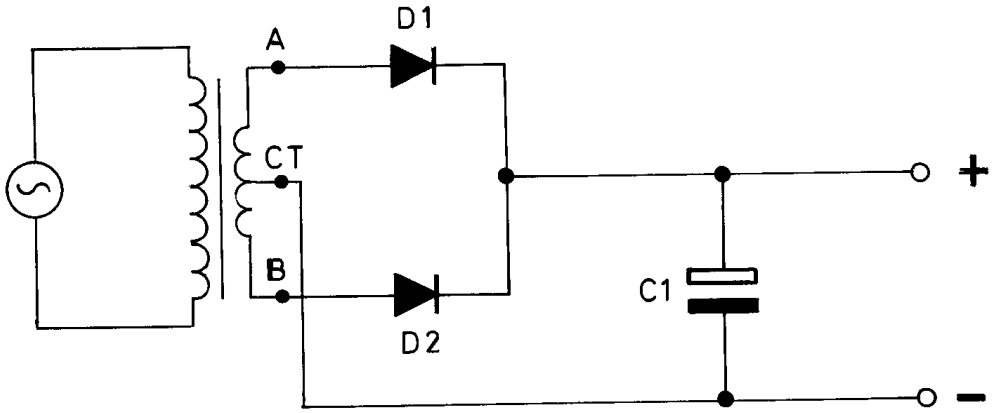


شكل (٤٧-٣) : مخطط التوصيلات

تاسعًا : تمارين على رسم الدوائر التنفيذية نظام اللوحة المطبوعة

تمرين (١)

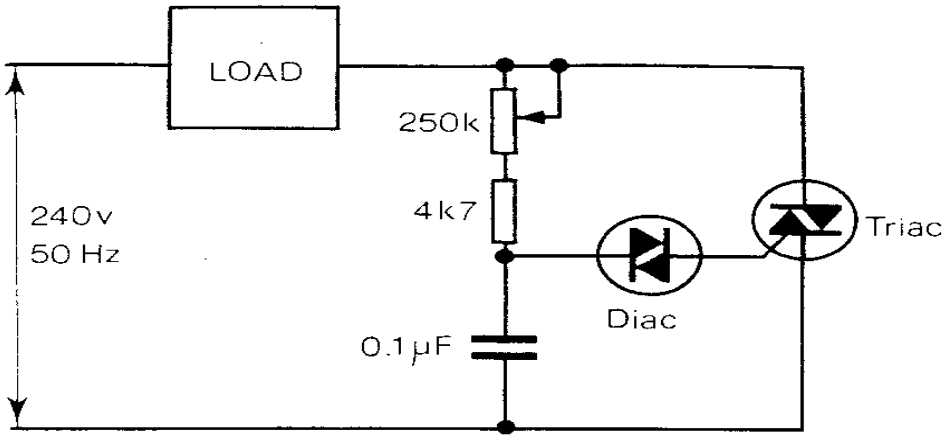
الشكل (٤٨-٣) يبين دائرة تغذية بالتيار - المطلوب رسم مخطط التوصيلات المطبوعة للدائرة التنفيذية .



الشكل (٤٨-٣) : دائرة تغذية بالتيار

تمرين (٢)

الشكل (٤٩-٣) يبين دائرة يمكن استخدامها للتحكم في إضاءة مصباح كهربي - المطلوب رسم مخطط التوصيلات المطبوعة للدائرة التنفيذية .

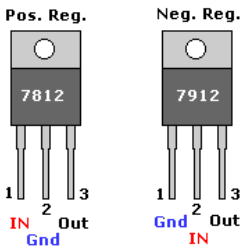


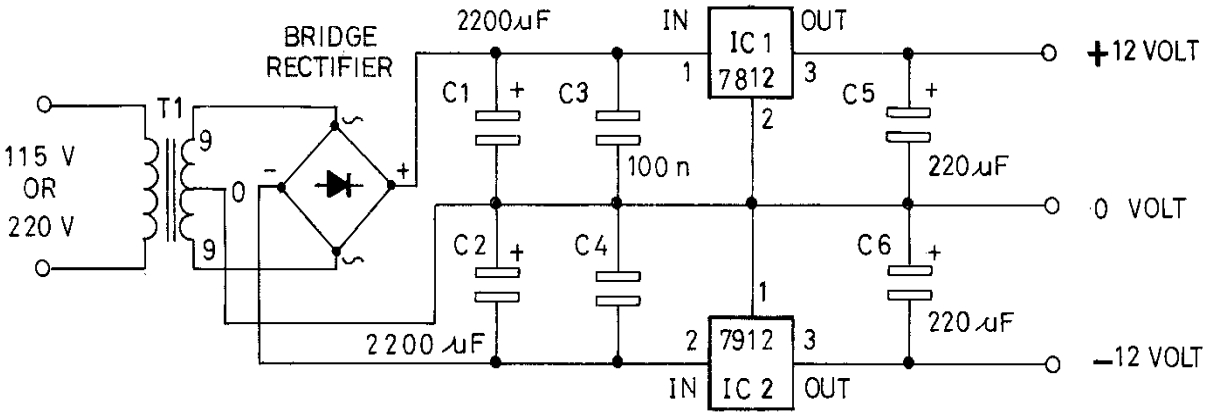
الشكل (٤٩-٣) : دائرة يمكن استخدامها للتحكم في إضاءة مصباح كهربي

تمرين (٣)

الشكل (٣-٥٠) يبين دائرة تغذية تعطي جهد مزدوج القطبية

المطلوب رسم مخطط التوصيلات المطبوعة للدائرة التنفيذية .

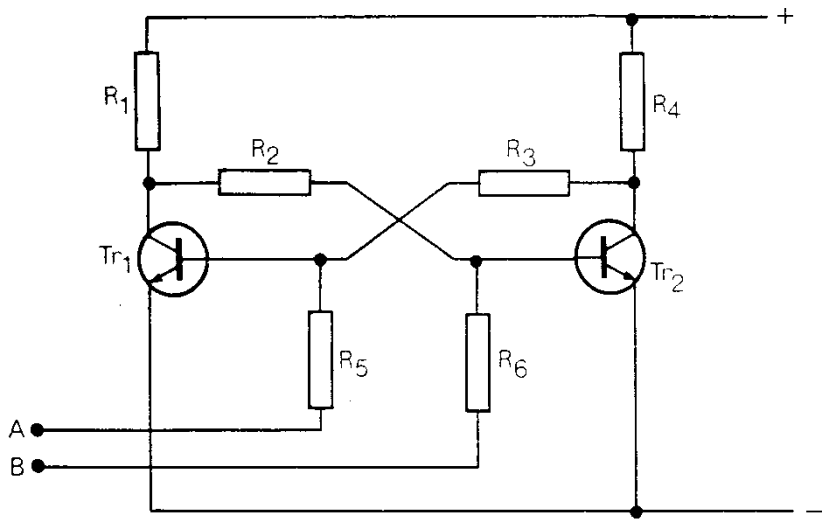




الشكل (٣-٥٠) : دائرة تغذية تعطي جهد مزدوج القطبية

تمرين (٤)

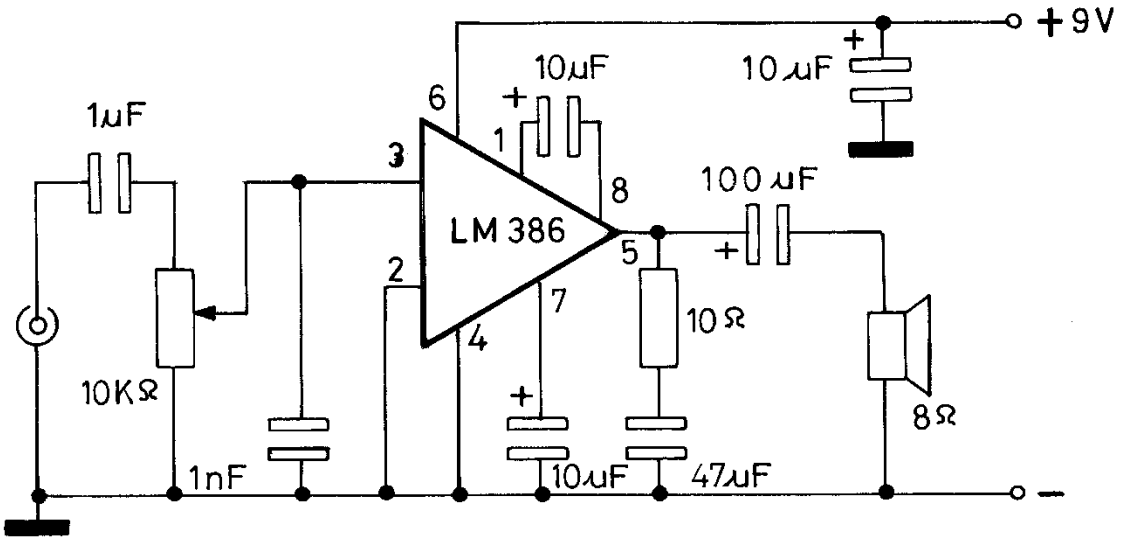
الشكل (٣-٥١) يبين دائرة مذبذب متعدد الاهتزازات ثنائي الاستقرار. المطلوب رسم مخطط التوصيلات المطبوعة للدائرة التنفيذية .



الشكل (٣-٥١) : دائرة مذبذب متعدد الاهتزازات ثنائي الاستقرار

تمرين (٥)

الشكل (٢٥-٣) يبين دائرة مكبر قدرة – المطلوب رسم مخطط التوصيلات المطبوعة للدائرة

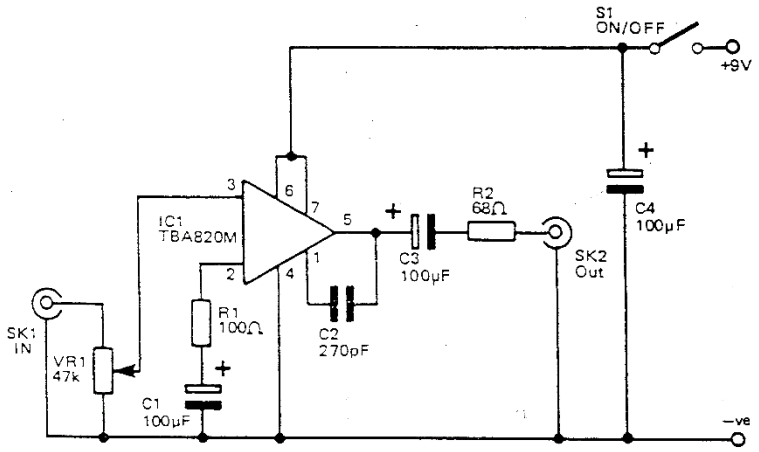


التنفيذية . علما بأن الدائرة المتكاملة LM386 لها ٨ أرجل على الصفين

الشكل (٢٥-٣) : دائرة مكبر قدرة

تمرين (٦)

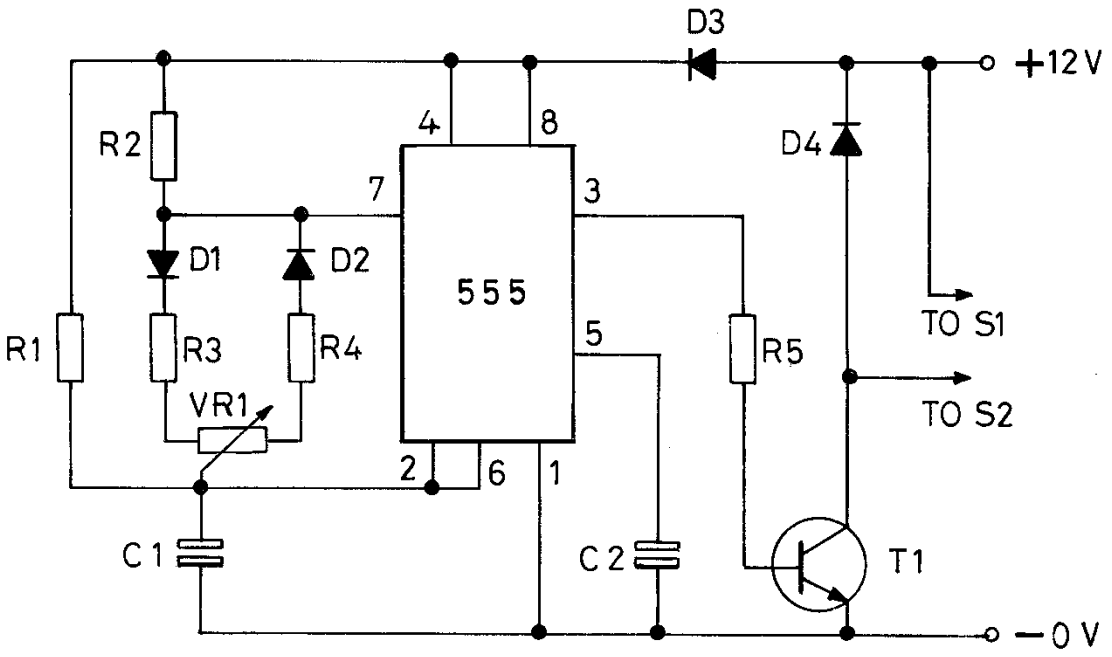
الشكل (٢٥-٣) يبين دائرة مكبر سماعة أذن للجيتار – المطلوب رسم مخطط التوصيلات المطبوعة للدائرة التنفيذيه .



الشكل (٢٥-٣) : دائرة مكبر سماعة أذن للجيتار

تمرين (٧)

الشكل (٣-٥٤) يبين الرسم النظري لدائرة الكترونية. - المطلوب رسم مخطط التوصيلات



المطبوعة للدائرة التنفيذية .

الشكل (٣-٥٤) : الرسم النظري لدائرة الكترونية

نشاط (١):

بالتعاون مع زملائك حدد أدوات الرسم الهندسي – وخطوات تثبيت أدوات اللوحة الورقية – وخطوات تقسيم لوحة الرسم الورقية وتجهيزها لعملية الرسم المطلوبة.

بالتعاون مع زملائك حدد طرق تحويل الدائرة النظرية الى دائرة تنفيذية لكي يمكن تنفيذها عمليا بورشة الالكترونيات – وأيهم أفضل طريقة تفضلها من وجهة نظرك مع ذكر السبب.

عزيزي الطالب إليك مجموعة من المصادر الإثرائية التي ممكن أن تستعين بها:

https://www.youtube.com/watch?v=6skmDVmvFdg

http://electronic-designers.blogspot.com/p/123456789.html

http://moe.gov.eg/depertments/special_education/Deaf-text_books/2sec/Professional_fields/7.pdf

https://www.arabsmakers.com/أساسيات-ألواح-الدوائر-المطبوعة-pcb/

http://elctronc.blogspot.com/p/blog-page_33.html

مخرج التعلم ٤ : يرسم الدوائر الالكترونيه بواسطه البرمجيات

عزيزي الطالب بعد الانتهاء من دراسة هذا الدرس ينبغي ان تكون قادرا على استخدام برامج الحاسب الالي في رسم الدوائر الالكترونية وتحويلها الى دوائر تنفيذية بأي نظام من النظم التي قمت بدراستها (الشرائح النحاسية / اللوحة المطبوعة) ويمكن حفظها او طباعتها لتنفيذها عمليا داخل الورشة طبقا للخطوات المتبعة ووفق الابعاد والنسب المتعارف عليها .

إستخدام الحاسب في مخطط رسم الدوائر النظرية ومخطط التوصيلات المطبوعة

تمهيد

يوجد حديثا عدد كبير من برامج الحاسب مثل ExpressPCB ، وEagle، وOrcad ، وغيرها التي تستخدم في تصميم كلا من مخطط رسم الدوائر النظرية ومخطط التوصيلات المطبوعة للدوائر الإلكترونية. وسوف نتناول بالشرح كيفية عمل وتطبيق برنامج ExpressPCB في تصميم كلا من مخطط رسم الدوائر النظرية ومخطط التوصيلات المطبوعة للدوائر. وهو واحد من أهم وأحدث البرامج التي تستخدم لذلك.

- **مقدمة عن برنامج ExpressPCB**

يعد برنامج ExpressPCB من أهم البرامج المستخدمة حديثا لرسم مخطط التوصيلات. ويمكن استخدام برنامج ExpressPCB لتصميم مخطط رسم الدوائر النظرية للدائرة (schematic) ، وكذلك تصميم مخطط التوصيلات المطبوعة (layout). وذلك باستخدام وحدتين رئيسيتين لتشغيل البرنامج. أحداهما لتصميم مخطط رسم الدوائر النظرية للدائرة (schematic) وهى بالرمز .

والآخري لتصميم مخطط التوصيلات المطبوعة (layout) وهى بالرمز .

- **متطلبات الحاسب لتشغيل برنامج ExpressPCB**

يجب توافر المتطلبات الآتية لتشغيل برنامج ExpressPCB على حاسوبك الشخصي:

١. **برامج نظام التشغيل : Windows 2000, XP, 7.0 or Vista.**

٢. **المساحة المتاحة على القرص الصلب : 40 MByte .**

٣. شاشة بمواصفات : resolution of 1024 x 768 pixels.

٤. فارة ذات مفتاحيين على الأقل.

- **كيفيـة تحميل البرنامج على جهاز الحاسب**

قم بتحميل برنامج ExpressPCB الموجود على الأسطوانة (ويمكن الحصول عليه من شبكة الانترنت بدون مقابل)، ويتم ذلك بالضغط مرتين بالماوس على ملف Setup.exe، ثم اتباع تعليمات عملية التحميل حتى تمامها. فتظهر لنا أيقونتين لعمل البرنامج على سطح المكتب. أحداهما لتشغيل وحدة تصميم مخطط رسم الدوائر النظرية (schematic)، والأخرى لتصميم مخطط التوصيلات المطبوعة (layout) ويتم تشغيلهما من المسارات:

١- لتشغيل مخطط رسم الدوائر النظرية يستخدم المسار

C:\Program Files\ ExpressPCB \ ExpressSch.exe

٢- لتشغيل مخطط التوصيلات يستخدم المسار

C:\Program Files\ ExpressPCB \ ExpressPCB.exe

ويمكن تصميم مخطط التوصيلات المطبوعة (layout) مباشرة بدون استخدام (schematic) ولكن يفضل تصميم (schematic) وعمل ربط بينه وبين (layout) والذي يساعد في إرشاد المستخدم في عمل التوصيلات بين مكونات الدائرة بسهولة، وكذلك يقلل نسبة الخطأ الذي قد يحدث في عمل الوصلات الكهربية للدائرة.

ولهذا فسوف نقوم بتصميم مخطط رسم الدوائر النظرية (schematic) أولا للدائرة المطلوبة. ثم استخدامه في عمل تصميم لمخطط الدائرة المطبوعة (layout).

❖ أولا: شرح وتطبيق أحد برامج الحاسب الحديثة في تصميم مخطط رسم الدوائر النظرية للدوائر الالكترونية المختلفة

يمكننا الآن البدء في شرح برنامج ExpressPCB لمخطط رسم الدوائر النظرية للدوائر الإلكترونية المختلفة وتطبيق ذلك على أحد الدوائر العملية:

➢ *واجهة المستـخدم*

عند البدء في تشغيل برنامج ExpressPCB لتصميم مخطط رسم الدوائر النظرية نقوم بالضغط مرتين على مفتاح الماوس الأيسر على أيقونة ExpressSCH فيظهر للمستخدم شاشة تحتوي على بيئة مخصصة لتصميم مخطط رسم الدوائر النظرية كما هو موضح بالشكل (١-٤). حيث يظهر شريطين للأدوات أحداهما جانبي والأخر أفقي علوي. ويظهر كذلك قوائم:

File : وتحتوي على أوامر الملفات

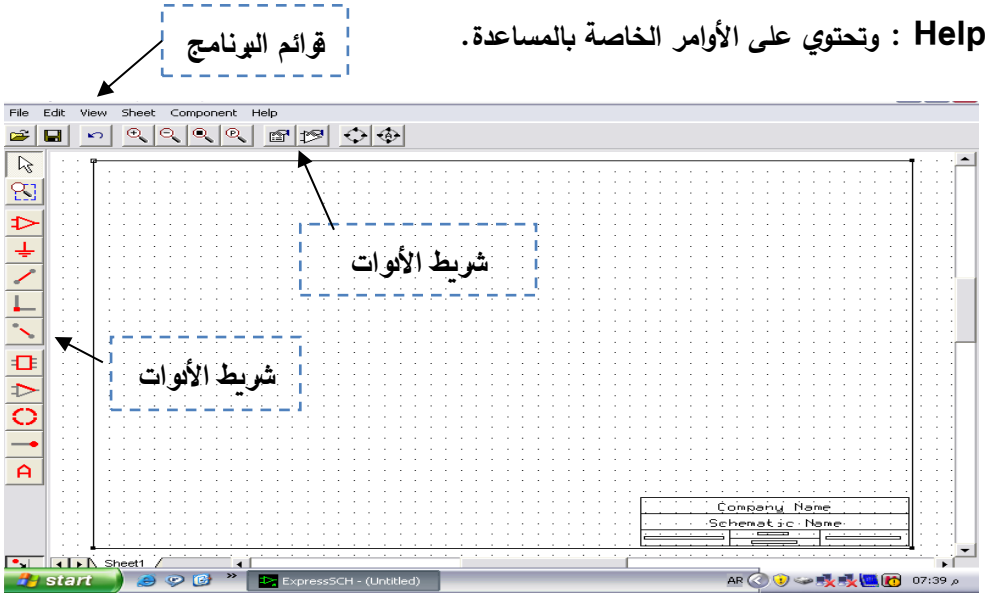
Sheet : وتحتوي على الأوامر الخاصة بمخطط رسم الدوائر النظرية

Edit: وتحتوي على أوامر التعديلات

Component : وتحتوي على الأوامر الخاصة بعناصر الدائرة.

View: وتحتوي على أوامر عرض الشاشة

Help : وتحتوي على الأوامر الخاصة بالمساعدة.



الشكل (١-٤) : واجهة المستخدم لوحدة تصميم مخطط رسم الدوائر النظرية Schematic لبرنامج ExpressPCB

شريط الأدوات الجانبي

ويحتوي هذا الشريط على عدة أيقونات تقوم بتنفيذ عدد من الأوامر المستخدمة في البرنامج. وهي:-

١-		إختيار وتحديد عنصر معين.	٧-		عدم توصيل المسار.
٢-		عمل تكبير أو تصغير للمساحة المختارة.	٨-		إضافة طرف إلى عنصر جديد في الدائرة.
٣-		إضافة عنصر من مخزن القطع لمخطط الرسم.	٩-		إضافة خط توصيل بين عناصر الدائرة
٤-		إضافة خط التغذية أو الأرضي لمخطط الرسم.	١٠-		إضافة توصيل جانبي.
٥-		رسم خط كجزء من عنصر جديد.	١١-		رسم مستطيل كجزء من عنصر جديد.
٦-		كتابة الكلمات داخل مخطط رسم الدوائر النظرية	١٢-		إضافة دائرة أو قوس إلى الدائرة.

➢ شـريـط الأدوات العلـوي

ويحتوي هذا الشريط على عدة أيقونات لتنفيذ الأوامر الآتية:-

١-		فتح ملف مخزن على الحاسب	٧-		عرض مدير العناصر
٢-		حفظ ملف على الحاسب	٨-		دوران العنصر لأعلى
٣-		إلغاء تنفيذ أخر أمر.	٩-		دوران العنصر لأسفل
٤-		تكبير حجم الرسم.	١٠-		دوران العنصر لليسار
٥-		تصغير حجم الرسم.	١١-		دوران العنصر لليمين
٦-		عرض حجم الرسم كاملا			

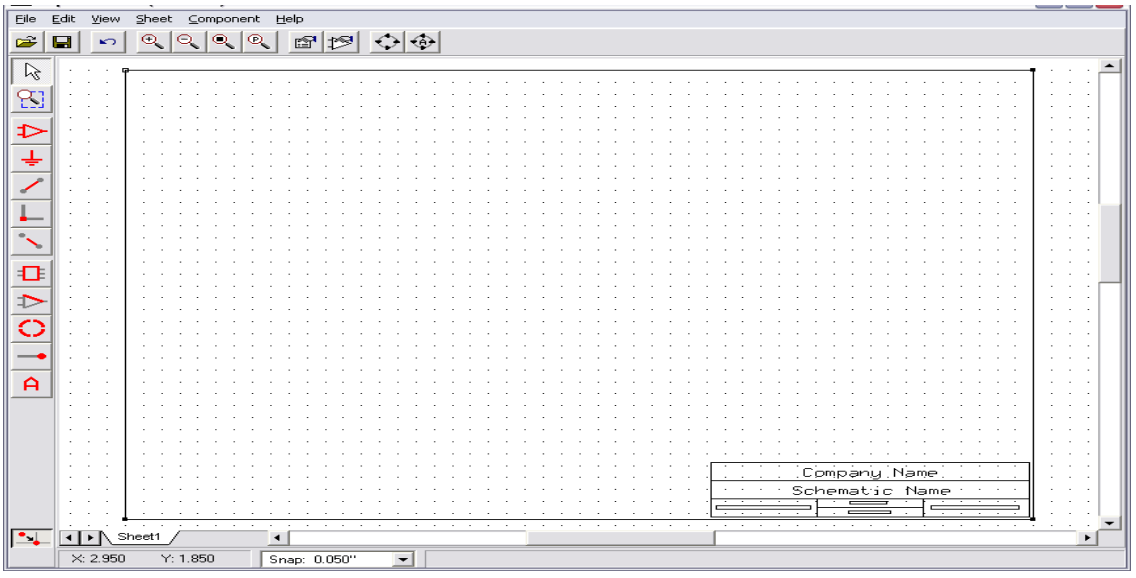
➢ حـــدود الشـــاشـــة

في الشاشة الرئيسية يحدد الخط الأصفر الحدود الممكنة لمخطط رسم الدوائر النظرية. ويمكن تغيير مساحة هذا المخطط بتغيير ثلاثة جوانب من المستطيل باستخدام الماوس مع تثبيت الجانب الأعلى لليسار عند (0،0).

▪ خطـوات تصميم مخطط رسم الدوائر النظرية باستخدام *ExpressSCH*

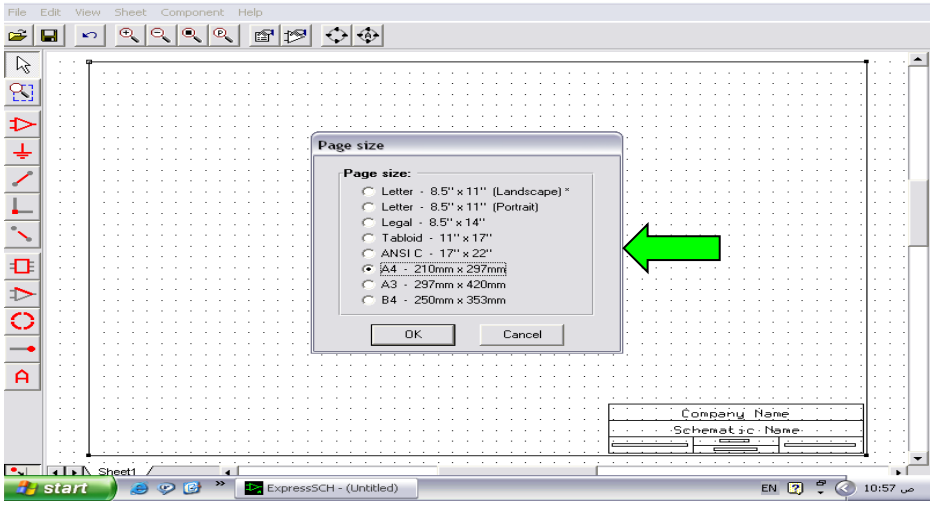
تتم مرحلة تصميم مخطط رسم الدوائر النظرية على عدة خطوات، هي:

١- عند بداية تشغيل *ExpressSCH* لأول مرة فسوف يظهر صندوق حوار يمكننا من الدخول إلى المساعدة التي توضح للمستخدم فكرة سريعة عن كيفية استخدام *ExpressSCH* . وبغلق صندوق الحوار هذا يمكن للمستخدم البدء العملي في استخدام *ExpressSCH* والشكل (٢-٤) يوضح شاشة مخطط رسم الدوائر النظرية.



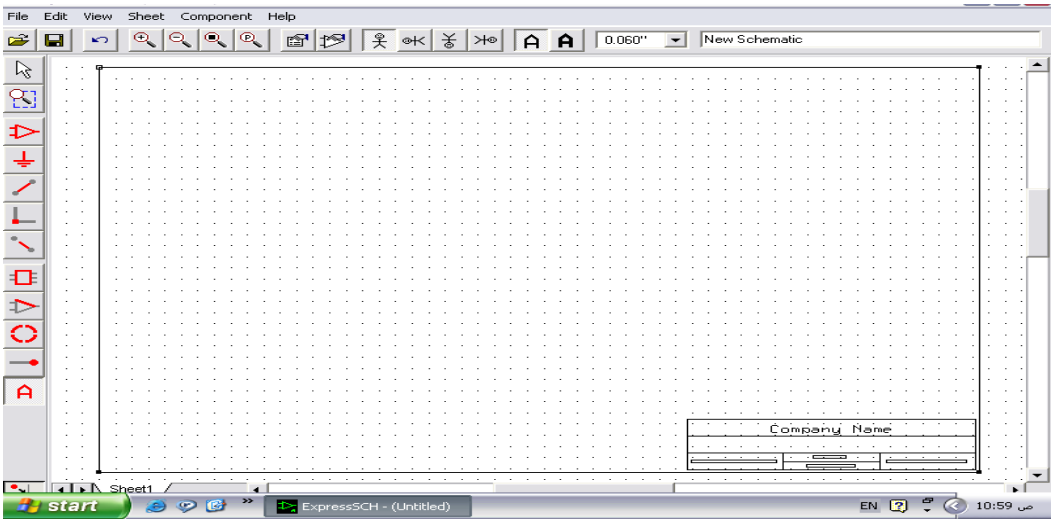
الشكل (٢-٤) : مخطط رسم الدوائر النظرية schematic جديد يظهر عند بدء تشغيل برنامج ***ExpressSCH***

٢- يقوم المستخدم باستعمال أمر ***New*** من قائمة ***File*** لتحديد مقاسات الصفحة المراد استخدامها في عمل مخطط رسم الدوائر النظرية الجديد. ثم نختار من القائمة **A4-210mmx297mm** ، كما هو موضح بالشكل (٣-٤).

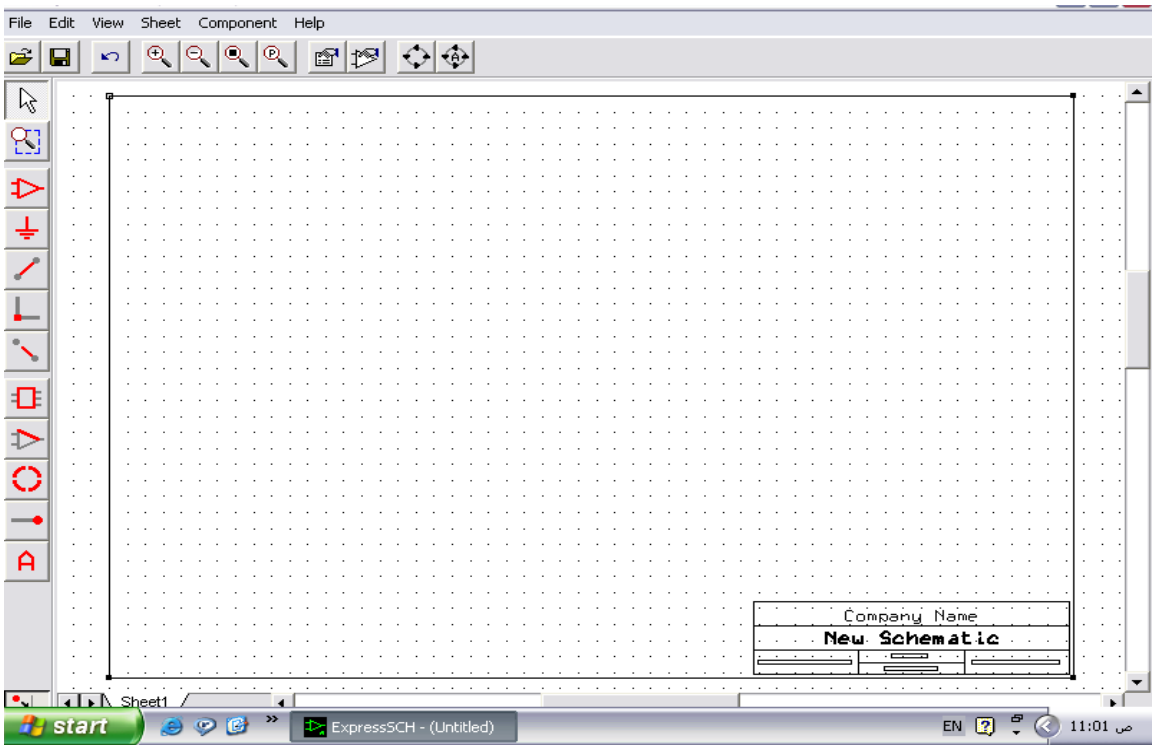


الشكل (٣-٤) : تحديد مساحة الورق المستخدم في مخطط رسم الدوائر النظرية

٣-لتغيير اسم الشركة أو مخطط رسم الدوائر النظرية نقوم باستخدام أداة الكتابة الموجودة في شريط الأدوات الجانبي على يسار الشاشة وبالضغط بالماوس عليها يتم فتح صندوق للكتابة في أعلى يمين الشاشة فنكتب فيه الاسم الجديد كما في الشكل (٤-٤) الذي يوضح كتابة اسم في صندوق الكتابة وهى عبارة " ***New Schematic*** ". ثم بعد ذلك نحرك الاسم الجديد إلى المكان المحدد له بدلا من ***Schematic Name*** كما هو موضح بالشكل (٤-٥)، ويمكن تغيير حجم الكتابة بالضغط على مفتاح الماوس الأيمن لتظهر قائمة فرعية نختار منها ***Set text properties*** ثم نغير من ارتفاع ***Height*** الخط.



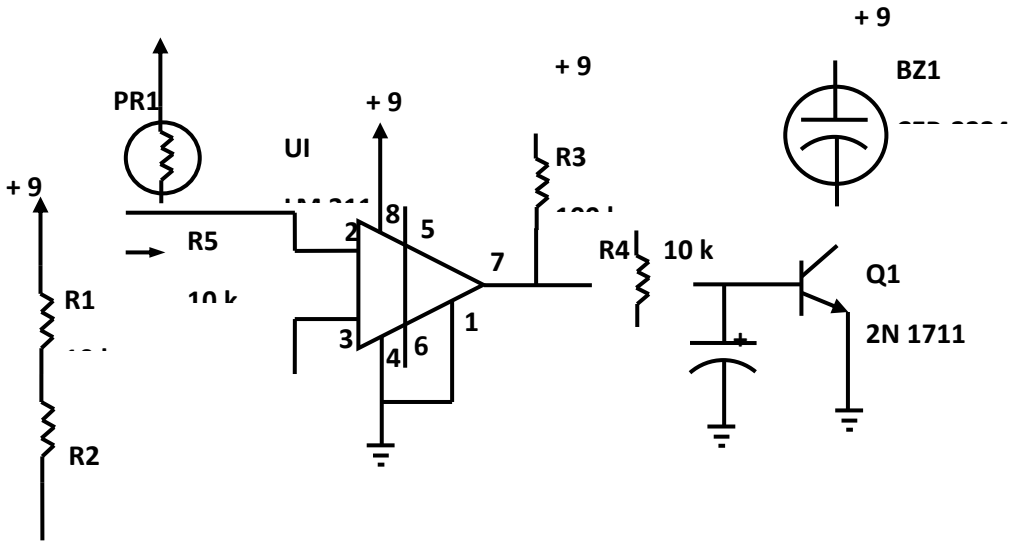
الشكل (٤-٤) : كتابة اسم أو عبارة داخل مخطط رسم الدوائر النظرية



الشكل (٥-٤) : إضافة الاسم أو العبارة في مكانه في الرسم

- **شرح مثال توضيحي لعمل مخطط رسم الدوائر النظرية لدائرة الكترونية**

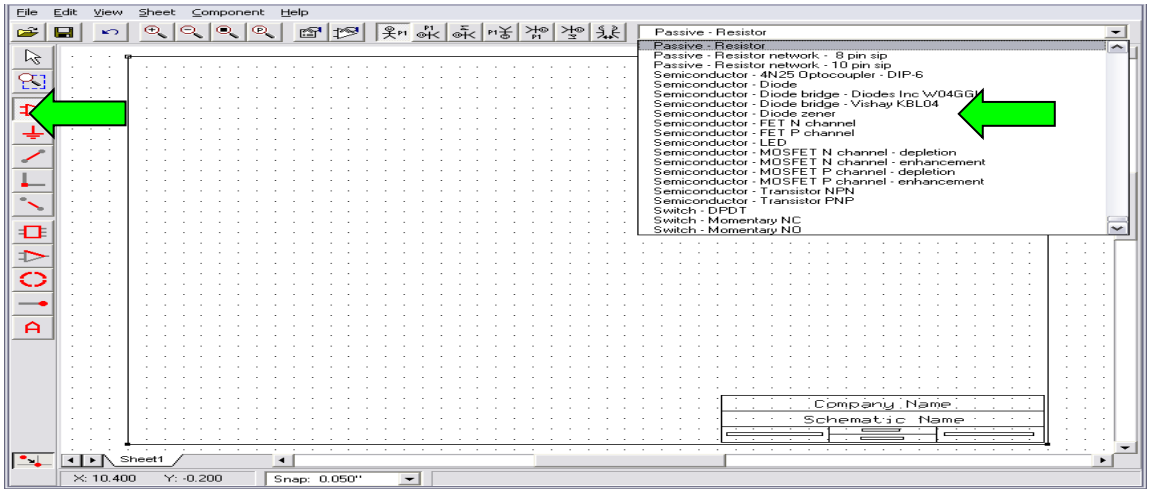
أفضل طريقة لتوضيح كيفية استخدام برنامج ExpressSCH لتصميم مخطط رسم الدوائر النظرية هى شرح مثال توضيحي لذلك. ولهذا نقوم بشرح خطوات تصميم مخطط رسم الدوائر النظرية لدائرة إنذار. وشكل (٦-٤) يوضح دائرة الإنذار المستخدمة في هذا المثال



شكل (٦-٤) : دائرة إنذار

١- نبدأ أولا بإضافة عناصر الدائرة إلى مخطط رسم الدوائر النظرية والموجودة في مخزن القطع الخاص بالبرنامج

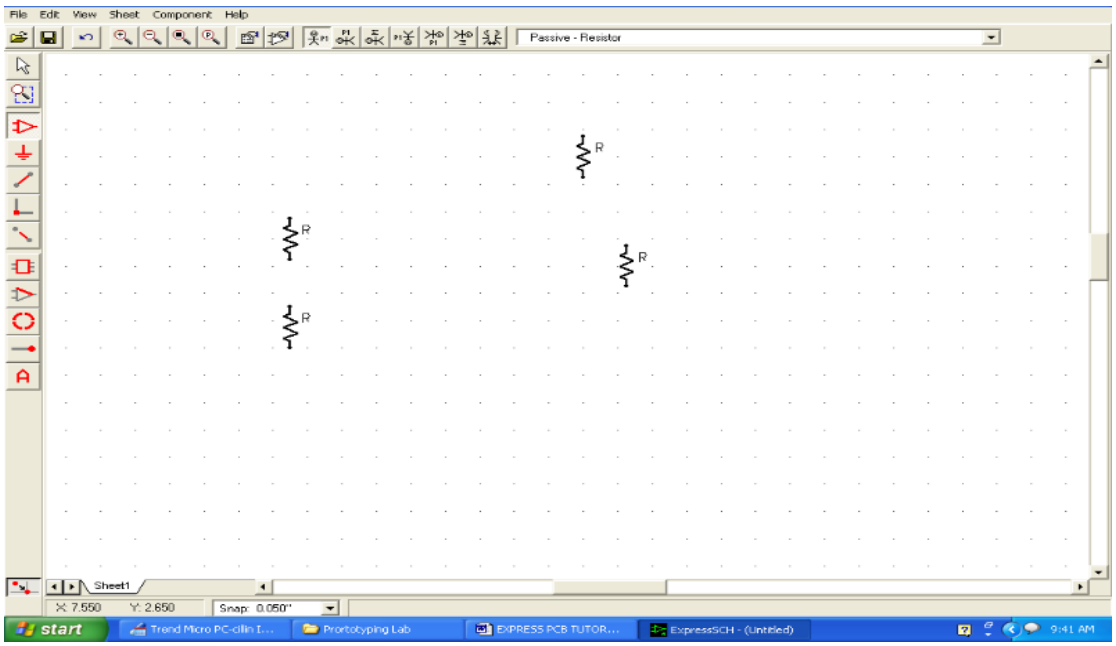
وذلك بالضغط على أداة إضافة العناصر بالرمز الموجودة في شريط الأدوات الجانبي علي يسار الشاشة. فمثلا لإضافة المقاومة Resistance نختار "Passive-Resistor" في صندوق اختيار العناصر والذي يظهر على يمين الشاشة لأعلى كما هو موضح بالشكل (٧-٤)



شكل (٧-٤) : إضافة عناصر الدائرة إلى مخطط رسم الدوائر النظرية

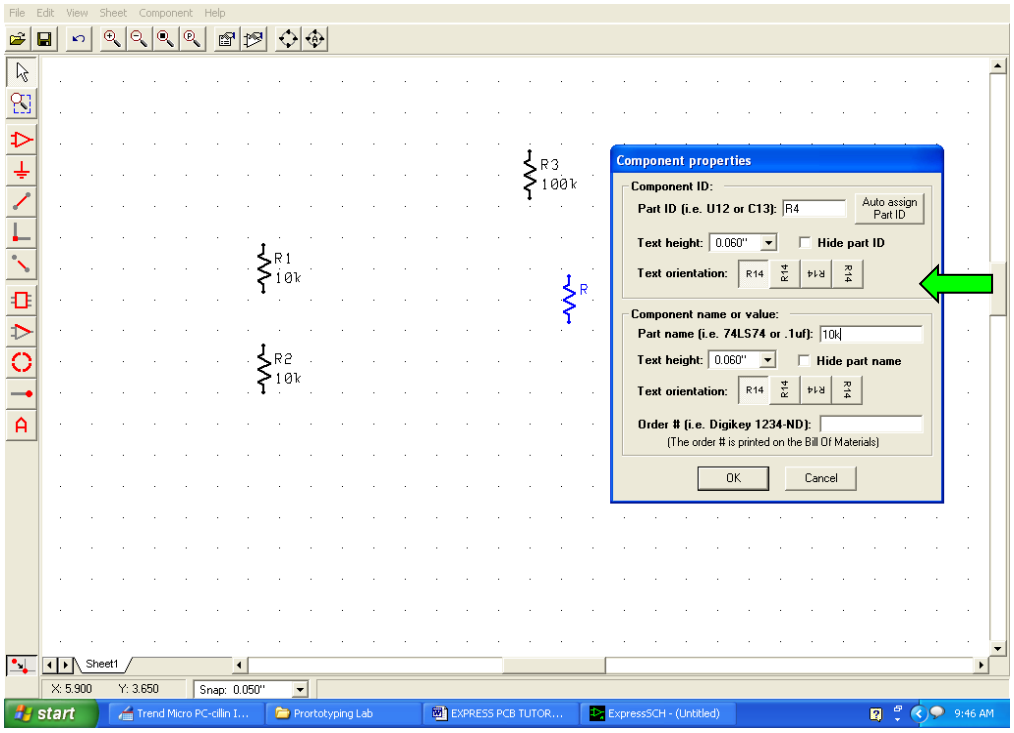
٢- عند الضغط بالماوس على منطقة تنفيذ مخطط رسم الدوائر النظرية سوف يتم إظهار مقاومة في مكان الماوس. ويوجد لدينا ٤ مقاومات في الدائرة المستخدمة في المثال. لذلك نكرر الضغط بالماوس ٤ مرات في أماكن مختلفة بمخطط رسم الدوائر النظرية للحصول على عدد المقاومات المطلوب كما هو موضح بالشكل (٨-٤)

الشكل (٨-٤) : إضافة ٤ مقاومات في الدائرة إلى مخطط رسم الدوائر النظرية



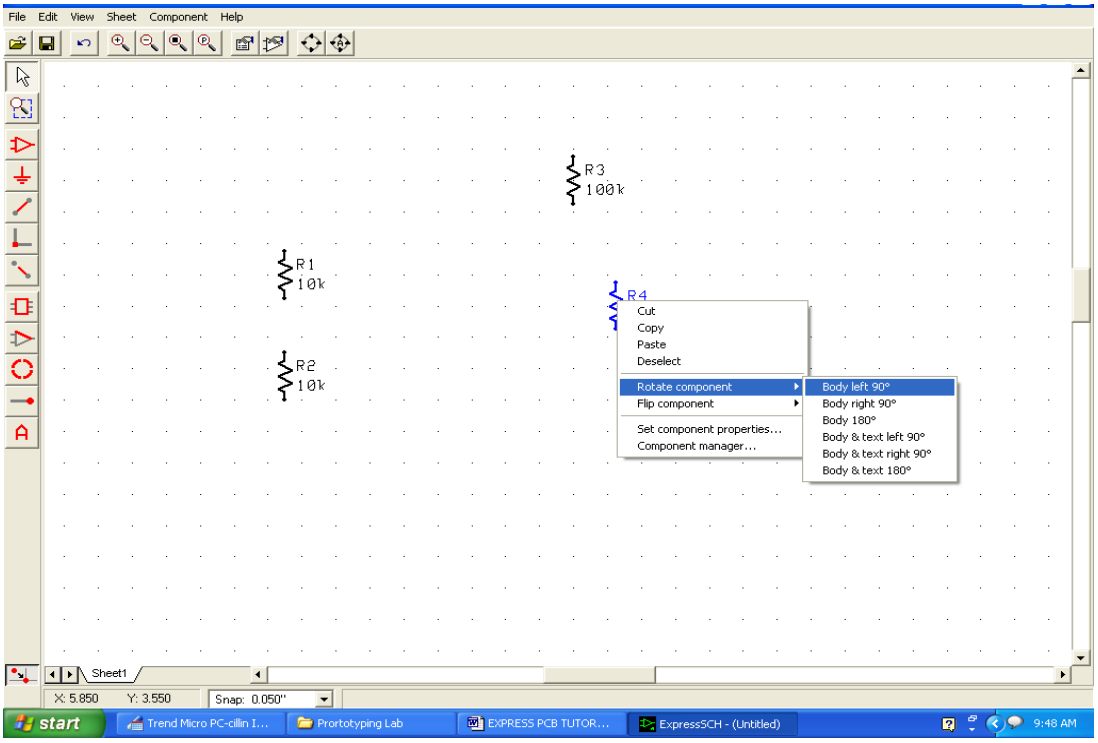
٣- الآن يمكننا إضافة اسم وقيمة خاصة بكل مقاومة. ولذلك قم باختيار المقاومة المطلوبة وبالضغط على مفتاح الماوس الأيمن تظهر قائمة فرعية نختار منها أمر "Set component properties". فسوف يظهر لنا صندوق حوار يمكن باستخدامه إدخال خصائص هذا العنصر.

٤- ففي المكان المخصص لل "Part ID" نختار "Auto assign Part" فسوف يقوم البرنامج بإطلاق مسمى R1 على هذه المقاومة. ويمكن كذلك إدخال قيمة هذه المقاومة 10k في المكان المخصص لذلك في حقل "Part Name or value" ثم اضغط على OK لإتمام العملية. كرر هذه الخطوات لتحديد اسم وقيمة المقاومات الثلاث المتبقية وهى R2 (10k), R3 (100k), and R4 (10k) وشكل (٤-٩) يوضح كيفية إضافة اسم وقيمة عناصر الدائرة.



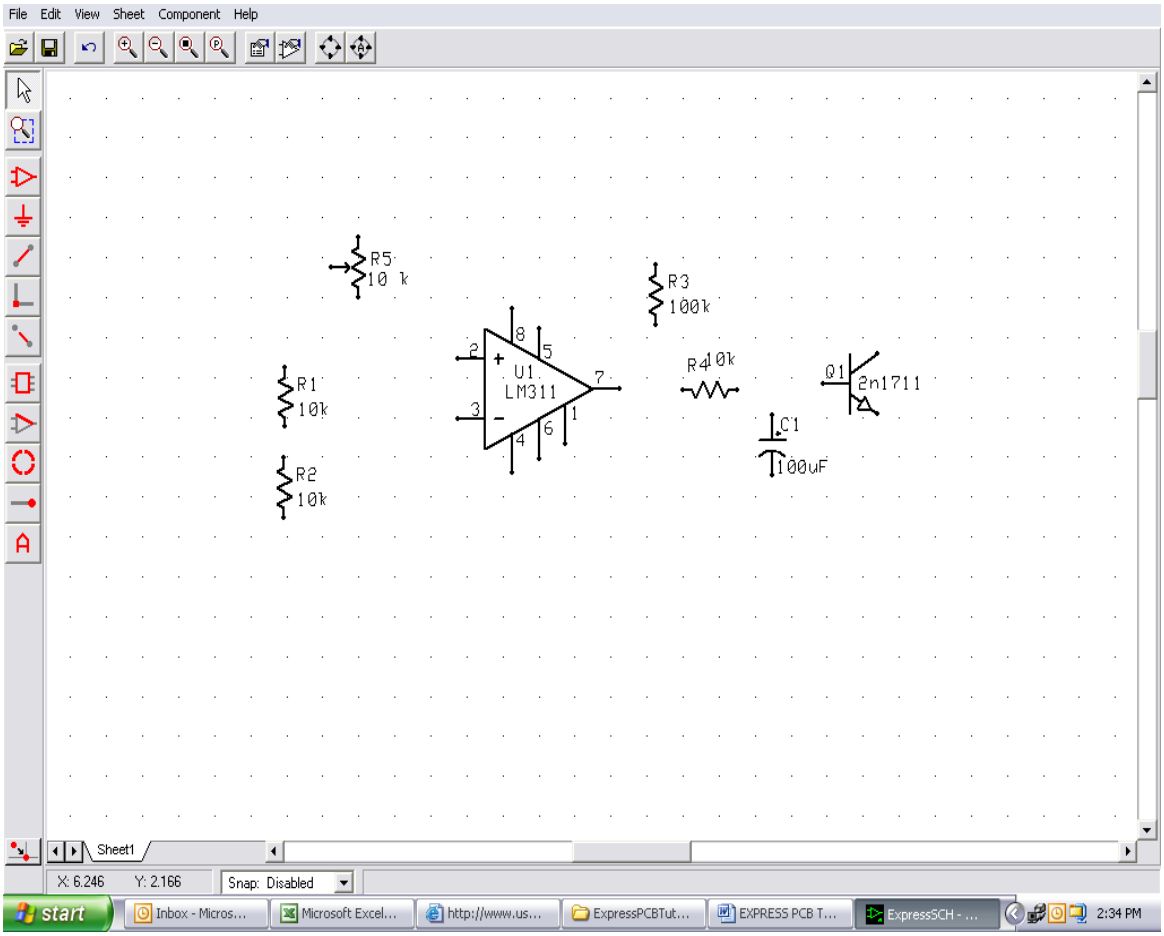
الشكل (٤-٩) : كيفية إضافة اسم وقيمة عناصر الدائرة.

٥- نقوم بعمل دوران للمقاومة R4 باختيارها والضغط على مفتاح الماوس الأيمن تفتح لنا قائمة جانبية نختار منها "Rotate component"، ثم "Body left 90°" فيتم دوران المقاومة إلى الوضع الأفقي كما هو موضح بالشكل (١٠-٤).



الشكل (١٠-٤) : كيفية دوران عنصر في الدائرة

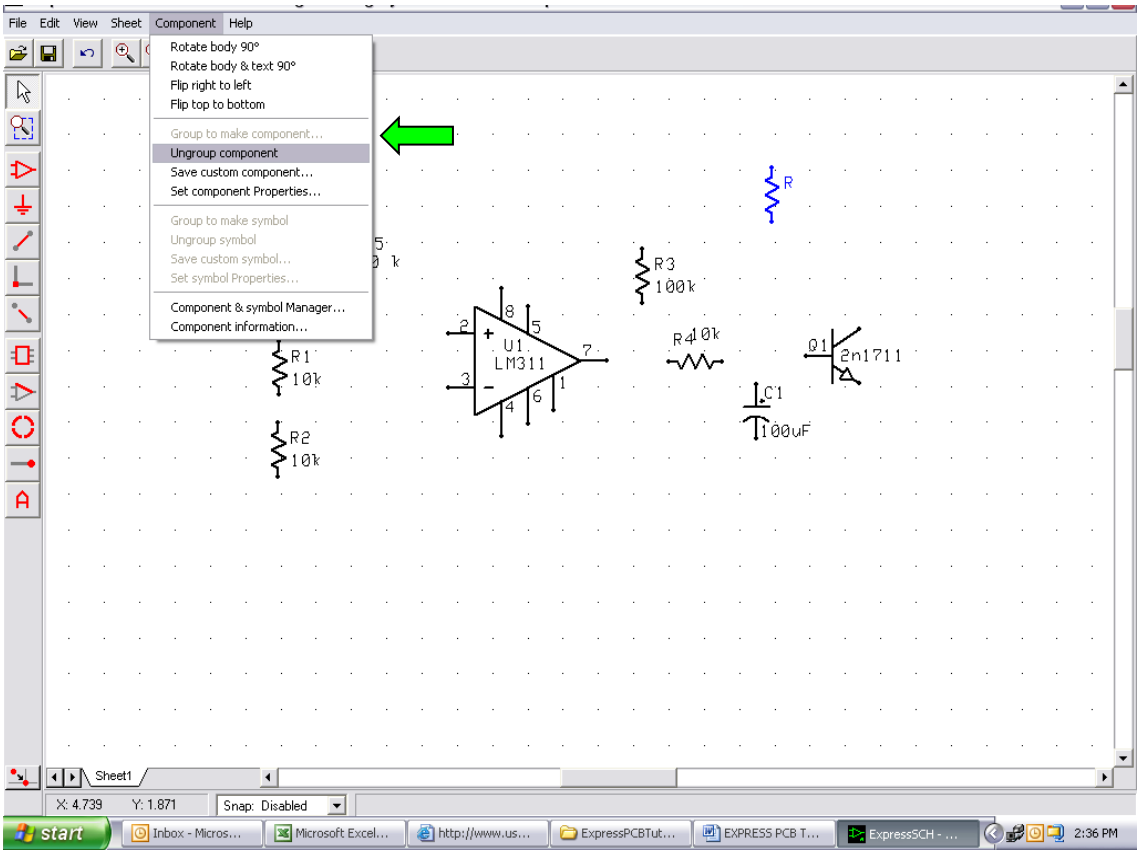
٦- يمكن للمستخدم إضافة بقية عناصر الدائرة بنفس طريقة إضافة المقاومات السابقة. حيث يمكن إضافة المكثف capacitor ، والمقاومة المتغيرة potentiometer ، والمقارن comparator ، والترانزستور transistor للدائرة. وذلك بالضغط على رمز مكبر العمليات ذو اللون الأحمر في شريط الأدوات الجانبي لإضافة كل عنصر ثم اختيار نوع العنصر من صندوق الاختيارات الذي سيظهر علي يمين الشاشة لأعلى. حيث نضيف المكثف باستخدام "Passive-Capacitor polarized"، أما المقاومة المتغيرة فيتم إضافتها باختيار "Passive- Potentiometer". وبالنسبة للمقارن نختار "IC – National – LM311 – Comparator – DIP-8" ، ونختار لإضافة الترانزستور "Semiconductor – Transistor NPN". ثم باستخدام القائمة الفرعية الخاصة بكل عنصر على حدة نختار أمر "Set component properties" ثم نحدد Part IDs لها وكذلك يمكن إطلاق اسم وقيمة لكل عنصر في الحقول المخصصة لذلك كما سبق شرحه بالنسبة للمقاومة R1. وبذلك يتم إضافة جميع عناصر الدائرة الموجودة بمخزن القطع لمخطط رسم الدوائر النظرية والموضحة في الشكل (١١-٤).



الشكل (١١-٤) : إضافة عناصر الدائرة من مخزن القطع إلى مخطط رسم الدوائر النظرية

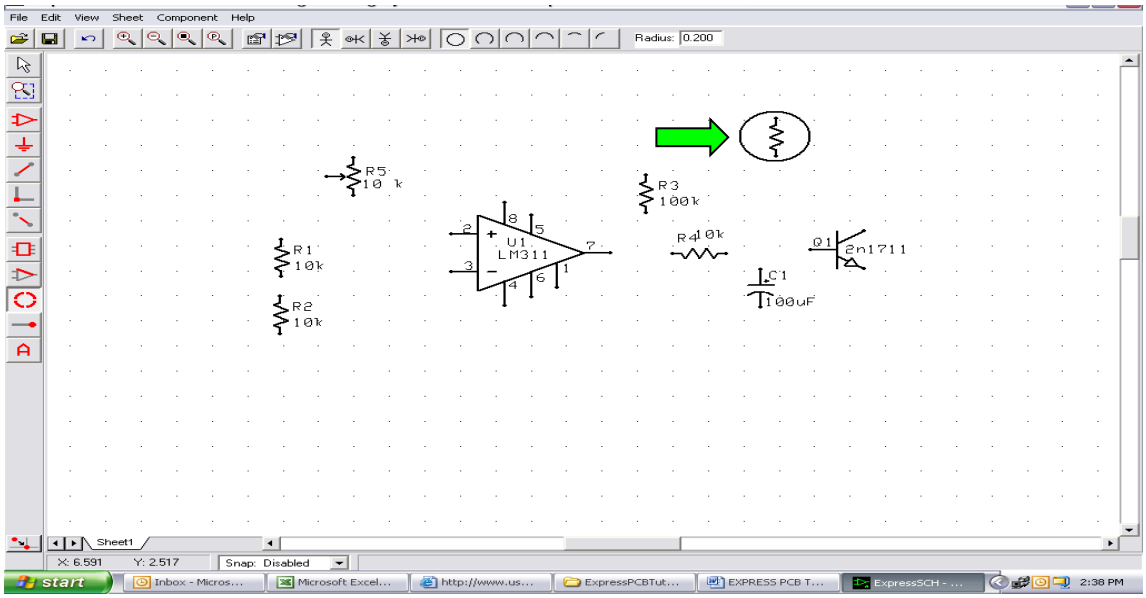
٧- أما بالنسبة للعناصر المطلوبة للدائرة وغير موجودة بمخزن القطع مثل المقاومة الضوئية photoresistor ، والجرس buzzer. يمكن انشاء عناصر جديدة منها في البرنامج واسهل طريقة لذلك هي إضافة أقرب عنصر لها في مخزن القطع ثم عمل بعض التعديلات المناسبة عليه حتى يناسب العنصر الجديد المطلوب.

٨- وفي المثال الحالي يمكننا البدء بعمل photoresistor بإضافة المقاومة 'Passive – Resistor' إلى مخطط رسم الدوائر النظرية ثم نختار من قائمة "Component" أمر "Ungroup component" كما هو موضح بالشكل (١٢-٤).



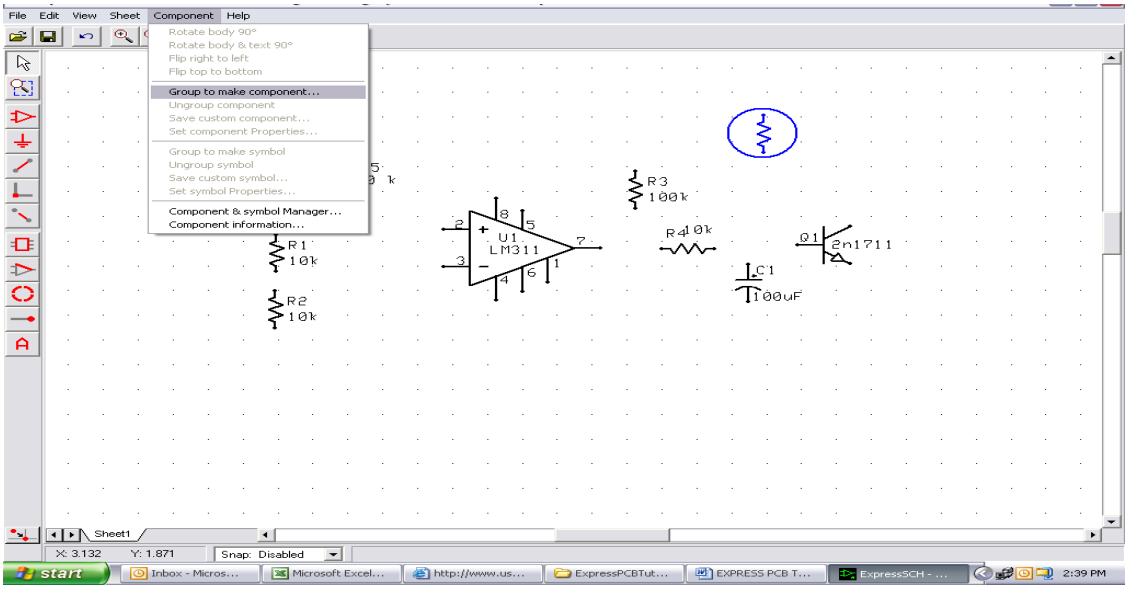
الشكل (١٢-٤): إلغاء الارتباط بين مكونات عنصر موجود بمخزن القطع لإمكانيه تعديله

وبذلك يمكننا عمل تعديل على شكل العنصر باستخدام أداة تغيير شكل العنصر ثم نرسم دائرة حول المقاومة باستخدام شكل الدائرة من شريط الأدوات الجانبي كما هو موضح بالشكل (١٣ - ٤).



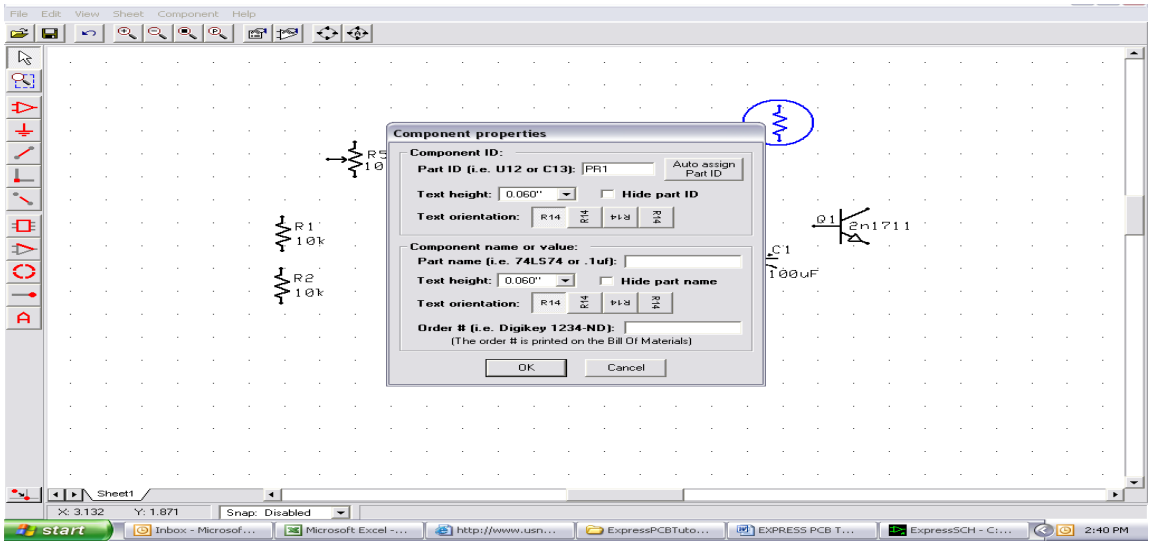
الشكل (١٣-٤) : تعديل شكل عنصر موجود بمخزن القطع حتى يتناسب مع العنصر الجديد المطلوب.

ثم بعد إتمام التعديلات المطلوبة يتم استخدام أمر "Group to make component" من قائمة "Component" لربط مكونات العنصر الجديد معا كما هو موضح بالشكل (١٤-٤).



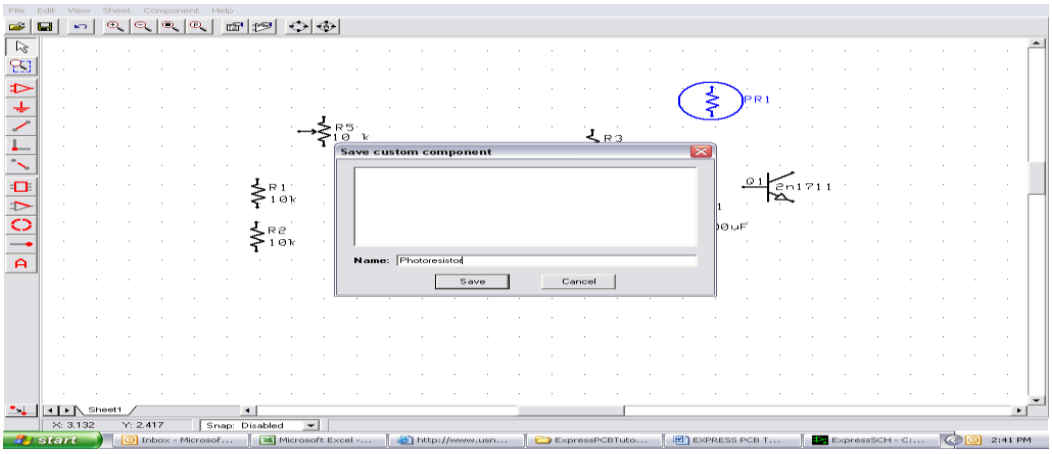
الشكل (١٤-٤) : جمع التعديلات على العنصر للحصول على العنصر الجديد

هذا العنصر الجديد وهو photoresistor الذي تم تكوينه يجب تعريفه في خصائص العناصر. لذلك نختار العنصر الجديد وبالضغط على مفتاح الماوس الأيمن يظهر صندوق الحوار لخصائص العنصر Component properties box، فنقوم بإضافة Part ID له وهو "PR1" كما هو موضح بالشكل (١٥-٤).



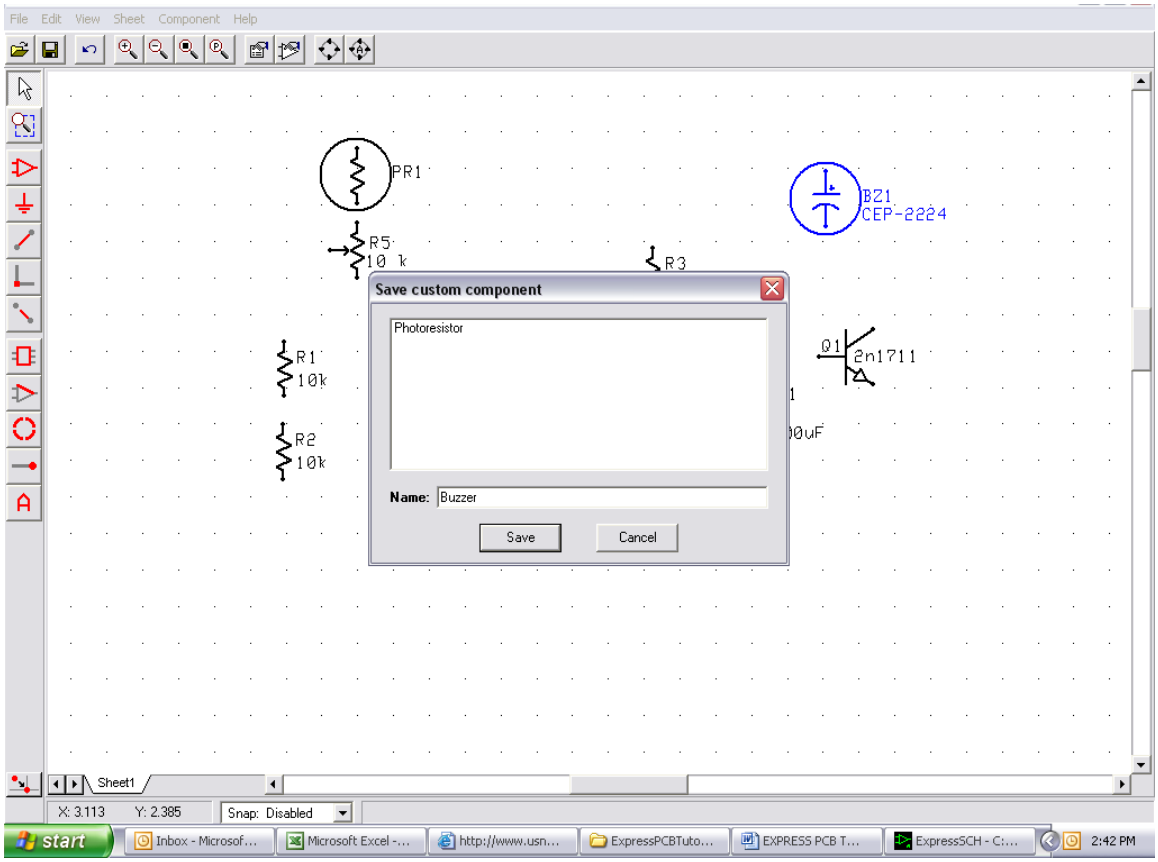
الشكل (١٥-٤) : تعريف خصائص العنصر الجديد في البرنامج.

ويتم عمل حفظ لهذا العنصر الجديد في مخزن القطع لإعادة استخدامه مستقبلا. وذلك باستخدام أمر "Save custom component" من قائمة "Component" ثم إطلاق اسم للعنصر الجديد وهو في المثال الحالي photoresistor كما هو موضح بالشكل (١٦-٤).



شكل (١٦-٤) : حفظ العنصر الجديد في مخزن القطع

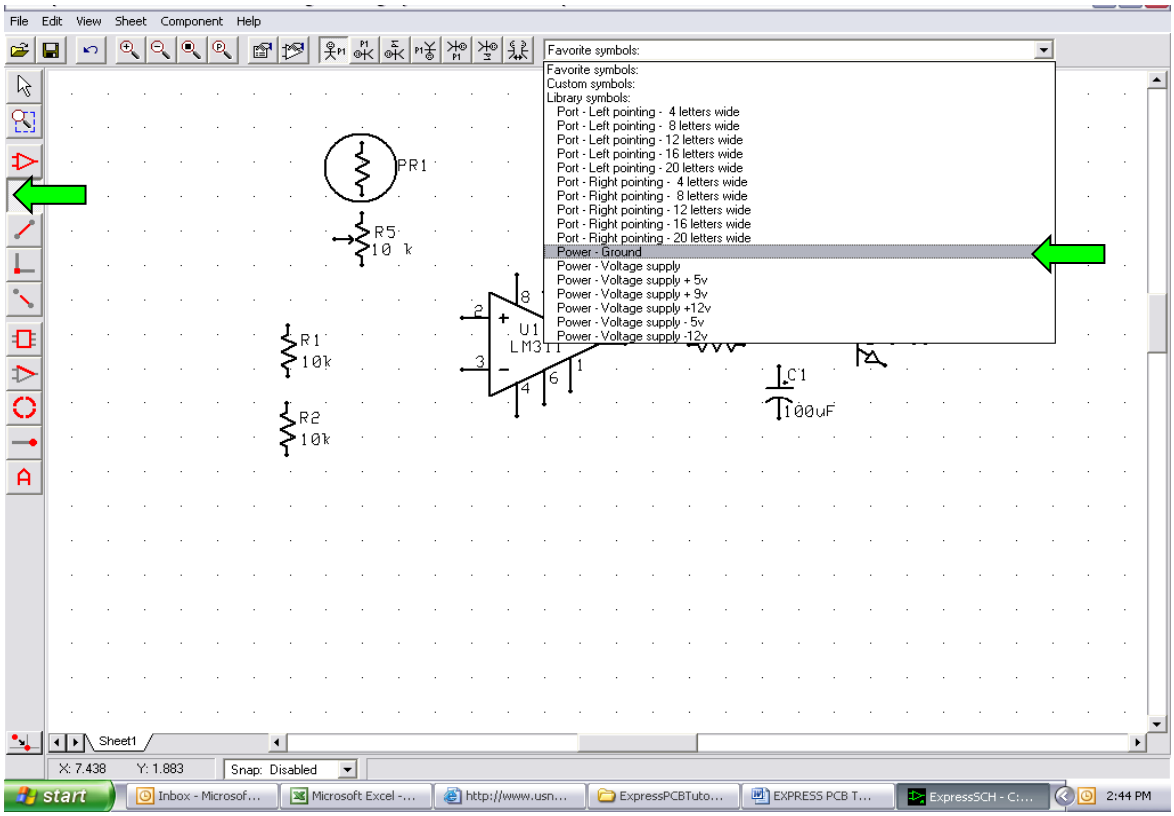
٩- وبنفس الخطوات السابقة يمكن إنشاء عنصر الجرس الغير موجود بمخزن القطع. وذلك بإضافة أقرب رمز لعنصر يتناسب معه. وفي هذه الحالة يمكن استخدام المكثف polarized capacitor ثم نقوم بعمل ungroup component ، ونقوم بمسح المستطيل الخارجي باستخدام أداة تغيير العناصر ثم نضيف دائرة له لتغيير شكله إلى شكل الجرس. وبعد ذلك نقوم بعمل تجميع لأجزاء العنصر الجديد باستخدام أمر "Group to make Component" من قائمة "Component". ونضيف part ID له "BZ1" في خصائص العناصر بالبرنامج ونطلق عليه Lable "CEP-2224" وهو نوع الجرس المستخدم في دائرة الإنذار. وبذلك يمكن تخزين العنصر الجديد في مخزن القطع تحت اسم "Buzzer" لاستخدامه في المستقبل باستخدام أمر Save custom components كما هو موضح بالشكل (١٧-٤).



شكل (١٧-٤) : إضافة عنصر الجرس الى مخزن القطع.

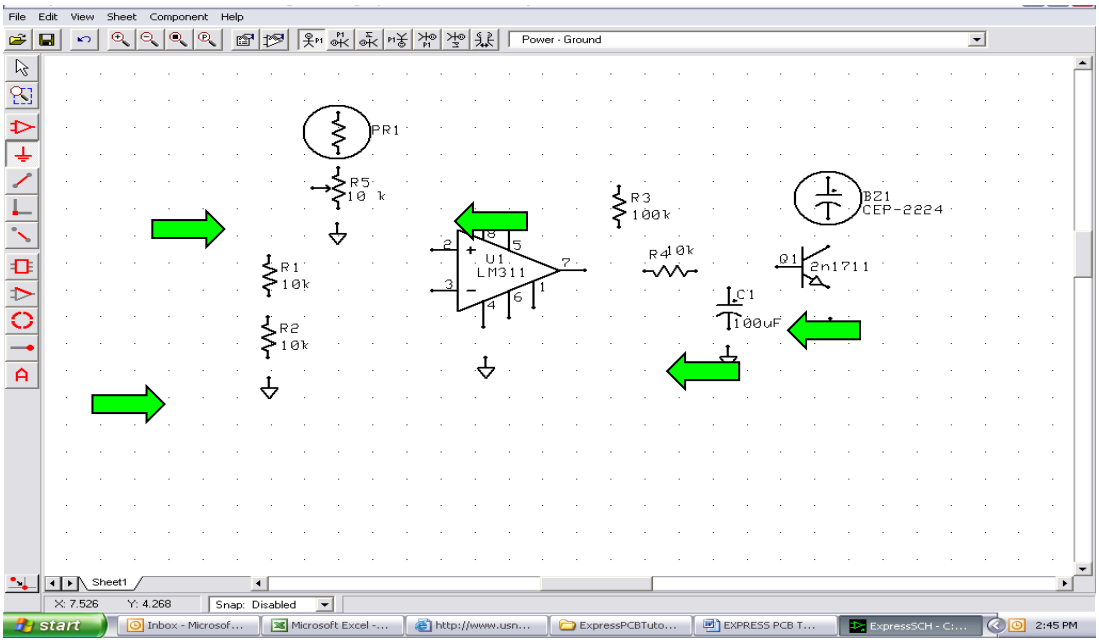
بعد إضافة جميع عناصر الدائرة إلى مخطط رسم الدوائر النظرية Schematic ، نقوم بعمل التوصيلات الكهربية بين هذه العناصر. ونقوم أولا بعمل توصيل لمصدر التغذية والأرضي.

نبدأ بإضافة الأرضي وذلك باستخدام رمز إضافة الإشارات الموجود في شريط الأدوات الجانبي والذي يماثل شكل الأرضي في الدوائر الإلكترونية والكهربية. ثم يمكن للمستخدم اختيار "Power – ground" من صندوق الإختيار على يمين الشاشة لأعلى كما هو موضح بالشكل (١٨-٤).



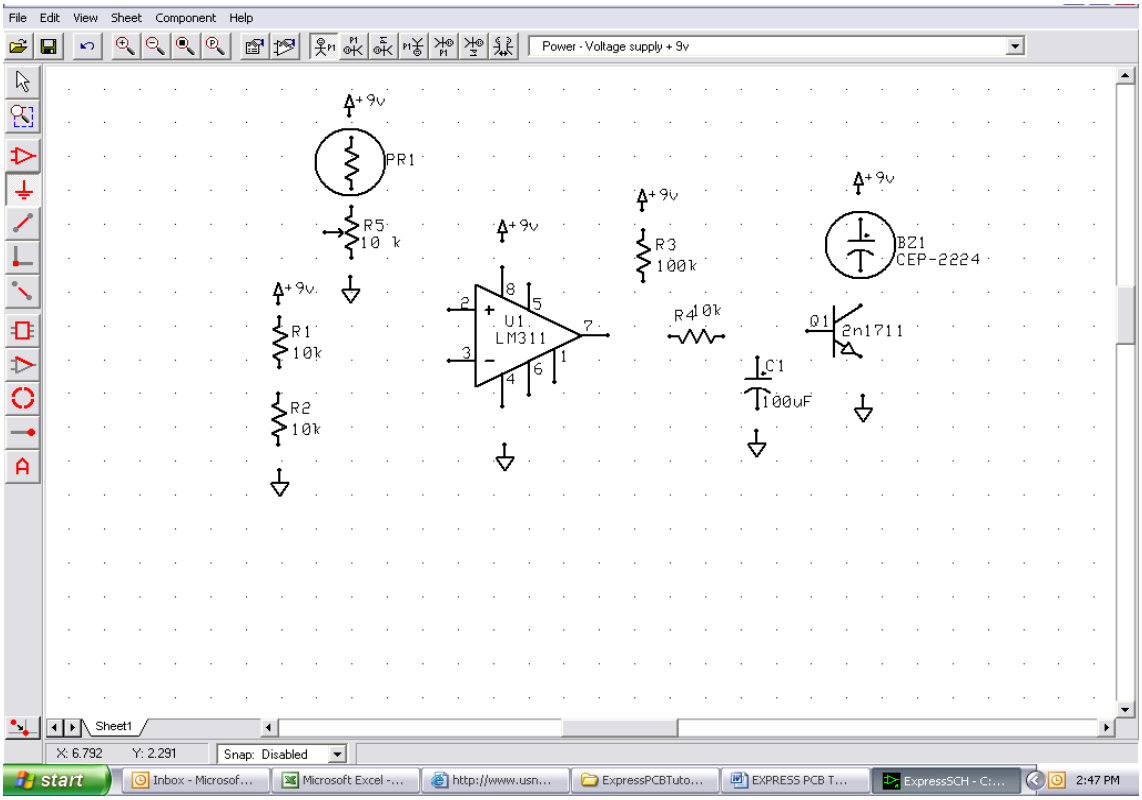
شكل (١٨-٤) : كيفية استخدام أوامر البرنامج لإضافة خط الأرضي إلى مخطط رسم الدوائر النظرية

ويمكننا تحديد العناصر المتصلة مع الأرضي ونقط التوصيل معها من خلال دائرة الإنذار فنجد أنه يوجد لدينا خمسة عناصر متصلة بالأرضي. ولهذا نقوم بإضافة خمسة أماكن للأرضي في مخطط الرسم وهى أسفل المقاومة R2 ، وبالقرب من النقط (١،٤) من المقارن LM311 ، وقرب المكثف ، والمشع من الترانزستور ، وكذلك أسفل المقاومة المتغيرة. والشكل (١٩-٤) يوضح ذلك.



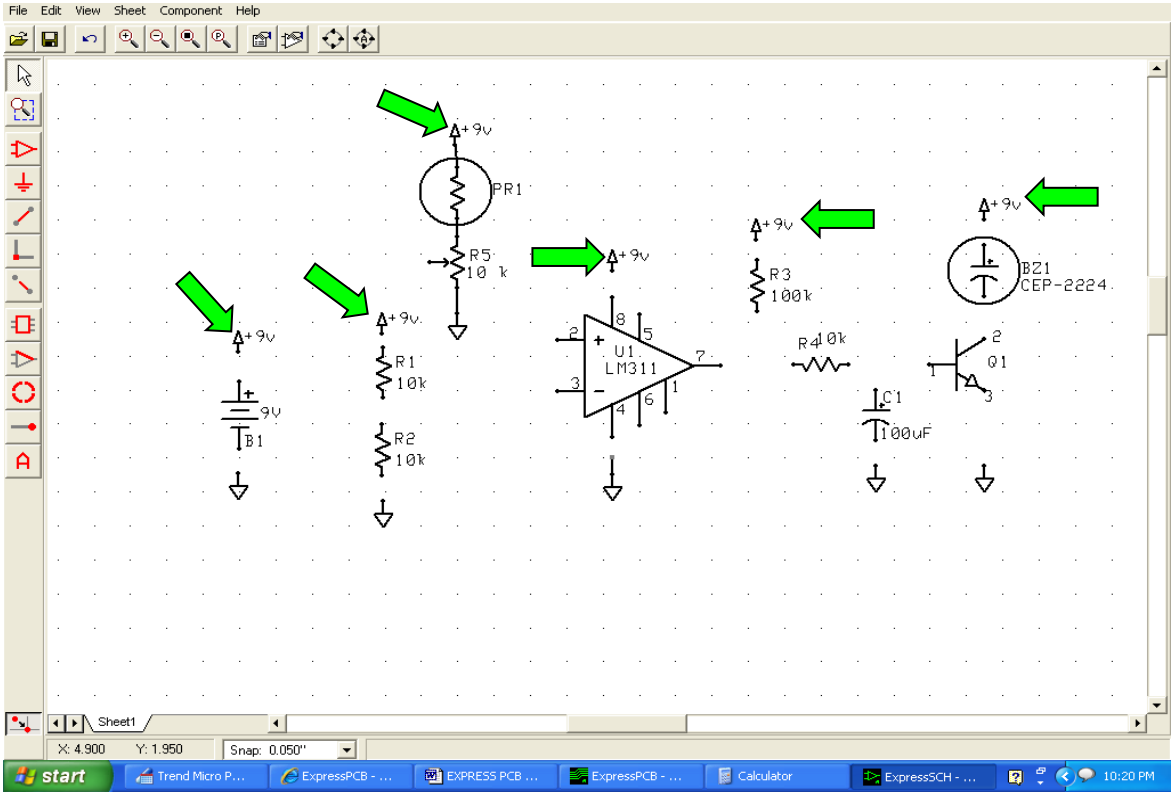
شكل (١٩-٤): إضافة خط الأرضي إلى عناصر الدائرة.

١٠-نكرر الخطوات السابقة لإضافة مصدر التغذية. وذلك باستخدام أداة رمز إضافة الإشارات . ثم يمكن للمستخدم اختيار "Power – Voltage Supply +9V" من صندوق الإختيارت على يمين الشاشة لأعلى. ويمكننا تحديد العناصر المتصلة مع مصدر التغذية ونقط التوصيل معها من خلال الدائرة الموضحة بالشكل (١-٨) . فنجد أنه يوجد لدينا خمسة عناصر متصلة بمصدر التغذية وهى المقاومة R1 ، R3 من أعلى ، و بالقرب من النقطة (٨) من المقارن LM311 ، وقرب الجرس ، وكذلك أسفل المقاومة الضوئية. كما هو موضح بالشكل (٢٠-٤).



شكل (٢٠-٤): إضافة مصدر التغذية والأرضي للدائرة

١١-يمكن إضافة البطارية للدائرة باستخدام أداة إضافة العناصر ثم اختيار "Misc – Battery" من صندوق الاختيارات على الجانب الأيمن لأعلى الشاشة. ونضيف البطارية في المكان المناسب لها في مخطط رسم الدوائر النظرية . حدد البطارية بتعريفها بـ part ID وهو "B1" ، و label "9V". ثم استخدام أداة إضافة العناصر لإضافة خط الأرضي ومصدر تغذية 9V+ بالقرب من البطارية. هذا سوف يمكننا من توصيل كل أطراف العناصر التي يجب توصيلها بتغذية 9V+ بطرف البطارية الموجب. أما الطرف السالب للبطارية فيتم توصيله للأرضي مع جميع العناصر المطلوب توصيلها له بالدائرة.



شكل (٢١ – ٤) : إضافة البطارية للدائرة

١٢- لإتمام تصميم مخطط رسم الدوائر النظرية نقوم بإضافة خطوط التوصيل لعمل التوصيلات الكهربية بين عناصر الدائرة. ويتم ذلك باستخدام أداة إضافة خط التوصيل من شريط الأدوات الجانبي. نبدأ خط التوصيل wire من بداية نقطة التوصيل للعنصر المطلوب بالضغط على مفتاح الماوس الأيسر ثم استمرار تحريك الماوس لنقطة جديدة ثم الضغط مرة ثانية على مفتاح الماوس الأيسر لتحديد مكان النقطة الجديدة، ثم نستمر في تحريك الماوس مرة أخرى إلى نقطة تالية، وهكذا حتى نصل إلى النقطة النهائية لتوصيل هذا الخط فنضغط على مفتاح الماوس الأيمن فيتم إنهاء خط التوصيل المطلوب. شكل (٢٢ – ٤) يوضح كيفية إضافة خطوط التوصيل الكهربي لمخطط رسم الدوائر النظرية. ولعمل نقطة اتصال بين خطين توصيل نستخدم أداة التوصيل الجانبي الموجودة في شريط الأدوات الجانبي. ثم بالضغط على جانبي خطين توصيل عموديين يظهر لنا دائرة صغيرة تمثل نقطة الاتصال الكهربي بينهما.

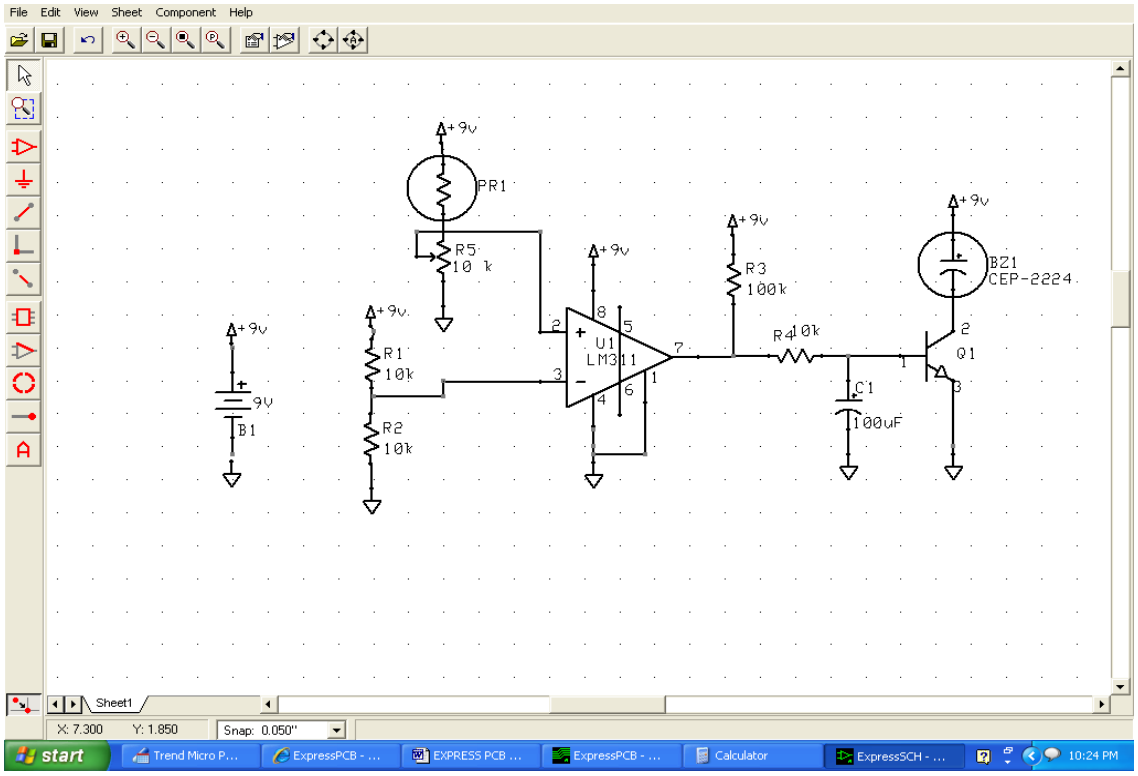
١٣- لاختبار صحة مخطط رسم الدوائر النظرية باستخدام أمر "Check schematic for netlist errors" من قائمة File.

١٤- يقوم البرنامج بإعطاء تقرير للمستخدم عن الأخطاء الموجودة في مخطط رسم الدوائر النظرية أو عدمها. وفي حالة ظهور أي خطأ في الرسم يعود المستخدم للرسم مرة ثانية ويقوم بتصحيحه. ثم نكرر الأمر حتى يتم التأكد من سلامة مخطط رسم الدوائر النظرية تماما.

١٥- بعد الانتهاء من إضافة جميع العناصر وجميع خطوط التوصيل التي تربط بين عناصر الدائرة، والتأكد من سلامة الرسم. نكون بذلك قد توصلنا لإتمام مخطط رسم الدوائر النظرية المطلوب.

١٦- يتبقى لنا أن نقوم بحفظ هذا المخطط لرسم دائرة الإنذار على جهاز الحاسب باستخدام أمر Save من قائمة File.

١٧-كذلك يمكننا طباعة الشكل النهائي لمخطط رسم دائرة الإنذار باستخدام أمر Print من قائمة File ، والموضح بالشكل (٢٢-٤).



شكل (٢٢-٤) : الشكل النهائي لمخطط رسم الدوائر النظرية لدائرة إنذار

ثانيا : شرح وتطبيق أحد برامج الحاسب الحديثة في تصميم مخطط التوصيلات للدائرة المطبوعة (Layout)

بعد أن تعرفنا على كيفية تصميم مخطط رسم الدوائر النظرية يمكننا الآن التعرف على كيفية تصميم مخطط التوصيلات المطبوعة للوحات ذات طبقة واحدة أو طبقتين باستخدام برنامج ExpressPCB .

➢ واجهة المستخدم

عند البدء في تشغيل برنامج ExpressPCB لتصميم مخطط التوصيلات نقوم بالضغط مرتين على مفتاح الماوس الأيسر على أيقونة فيظهر للمستخدم شاشة تحتوي على بيئة مخصصة لتصميم مخطط التوصيلات كما هو موضح بالشكل (٢٣-٤). حيث يظهر شريطين للأدوات أحداهما جانبي والأخر أفقي علوي. ويظهر كذلك قوائم:

File : وتحتوي على أوامر الملفات

Layout : وتحتوي على الأوامر الخاصة باللوحة المطبوعة

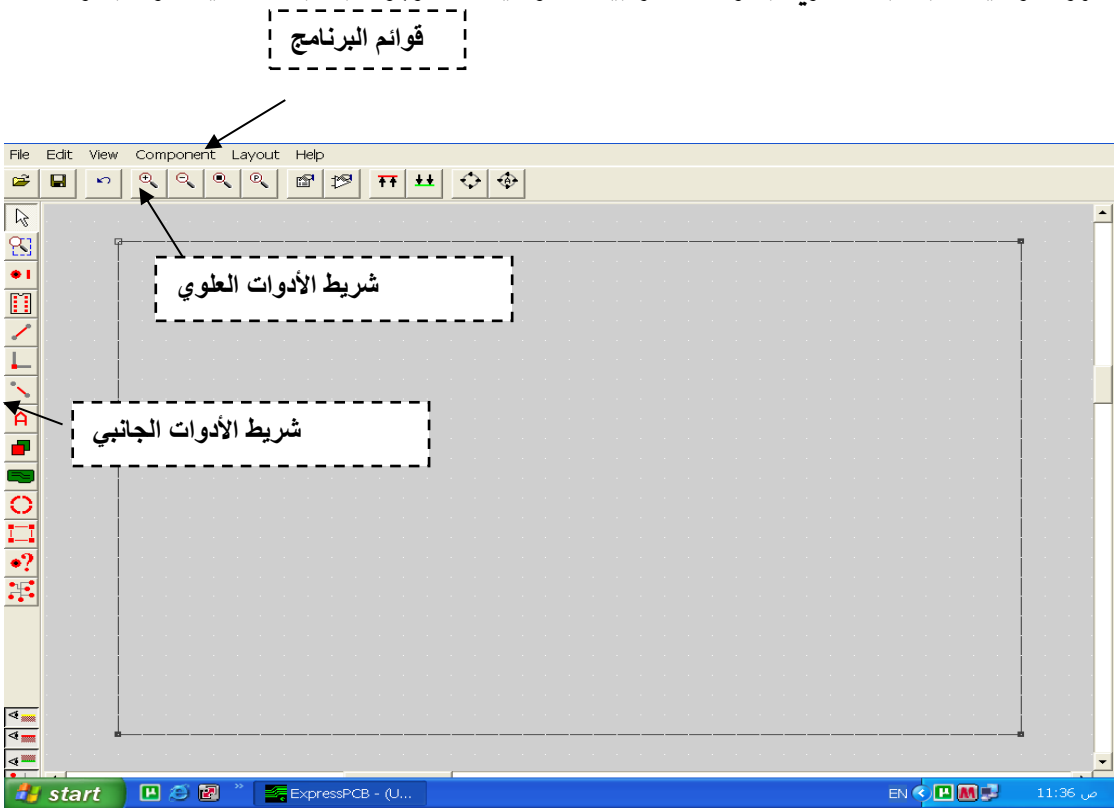
Edit : وتحتوي على أوامر التعديلات

Component : وتحتوي على الأوامر الخاصة بعناصر الدائرة.

View : وتحتوي على أوامر عرض الشاشة

Help : وتحتوي على الأوامر الخاصة بالمساعدة

ونلاحظ أن بيئة العمل تكون باللون الأسود، وتظهر بالشبكة كنقط باللون الأبيض. وحدود اللوحة المطبوعة تكون بالإطار ذو اللون الأصفر. أما التوصيلات الكهربية فيظهر لونها حسب الطبقة الموجود بها هذه التوصيلات باللوحة. حيث تظهر التوصيلات بالطبقة العلوية باللون الأحمر بينما التوصيلات الموجودة بالطبقة السفلية تكون باللون الأخضر



شكل (٢٣-٤) : واجهة المستخدم لوحدة تصميم مخطط التوصيلات Layout لبرنامجExpressPCB

➢ شـريـــط الأدوات الجانبـــي

ويحتوي هذا الشريط على عدة أيقونات تقوم بتنفيذ عدد من الأوامر المستخدمة في البرنامج. وهى:-

١-		إختيار وتحديد عنصر معين.	٩-		عرض الطبقة العلوية ذات اللون الأحمر.
٢-		عمل تكبير أو تصغير للمساحة المختارة.	١٠-		عرض الطبقة السفلية ذات اللون الأخضر.
٣-		عمل فتحة في الدائرة الإلكترونية لطرف عنصر.	١١-		إضافة معلومات حول الفتحة.
٤-		إضافة عنصر للدائرة الإلكترونية.	١٢-		إضافة توصيل جانبي
٥-		إضافة خط توصيل بين عناصر الدائرة.	١٣-		إضافة خطوط التوصيلات
٦-		إضافة كلمات إلى الدائرة الإلكترونية.	١٤-		عدم توصيل المسار.
٧-		إضافة مستطيل إلى الدائرة .	١٥-		إضافة مساحة مصدر التغذية أو الأرضي.
٨-		إضافة دائرة أو قوس إلى الدائرة .	١٦-		تغيير مساحة اللوحة المطبوعة.

➢ شـريـــط الأدوات العلـــوي

١-		فتح ملف مخزن على الحاسب	٨-		تحريك عنصر إلى الطبقة السفلية
٢-		حفظ ملف على الحاسب	٩-		اختيار الطبقة العلوية
٣-		إلغاء تنفيذ أخر أمر.	١٠-		اختيار الطبقة السفلية
٤-		تكبير حجم الرسم.	١١-		دوران العنصر لأعلى
٥-		تصغير حجم الرسم.	١٢-		دوران العنصر لليسار
٦-		عرض حجم الرسم كاملا	١٣-		دوران العنصر لأسفل
٧-		تحريك عنصر إلى الطبقة العلوية	١٤-		دوران العنصر لليمين

(١) تصميم مخطط توصيلات للوحة مطبوعة ذات وجه واحد

سوف نقوم بشرح طريقة عمل البرنامج لتصميم مخطط توصيلات للوحة مطبوعة Layout ذات وجه واحد لدائرة الإنذار التي سبق وأن قمنا بعمل مخطط رسم *Schematic* لها. ونظرا لأن البرنامج يحتوي على اختيارين للوحات المطبوعة أحدها لعمل اللوحات ذات الطبقتين والأخرى أربعة طوابق. فإنه يمكننا استخدام اللوحات ذات الطبقتين لتصميم لوحات ذات وجه واحد بوضع جميع المكونات وخطوط التوصيل الكهربي لها في الوجه العلوي فقط. أما في حالة تصميم لوحة ذات وجهين فإننا تستخدم التوصيلات في كلا من الوجهين العلوي والسفلي للوحة المطبوعة.

ونلاحظ أنه عند بداية تشغيل *ExpressPCB* لأول مرة فسوف يظهر صندوق حوار يمكننا من الدخول إلى المساعدة

التي تقدم فكرة سريعة للمستخدم عن كيفية استخدام ***ExpressPCB***. وبغلق صندوق الحوار يمكننا البدء العملي في استخدام ***ExpressPCB*** حيث يظهر له مخطط توصيلات جديد فارغ ***Layout*** .

وتتم مرحلة تصميم مخطط التوصيلات للدائرة المطبوعة ذات الوجه الواحد على عدة خطوات، هى:

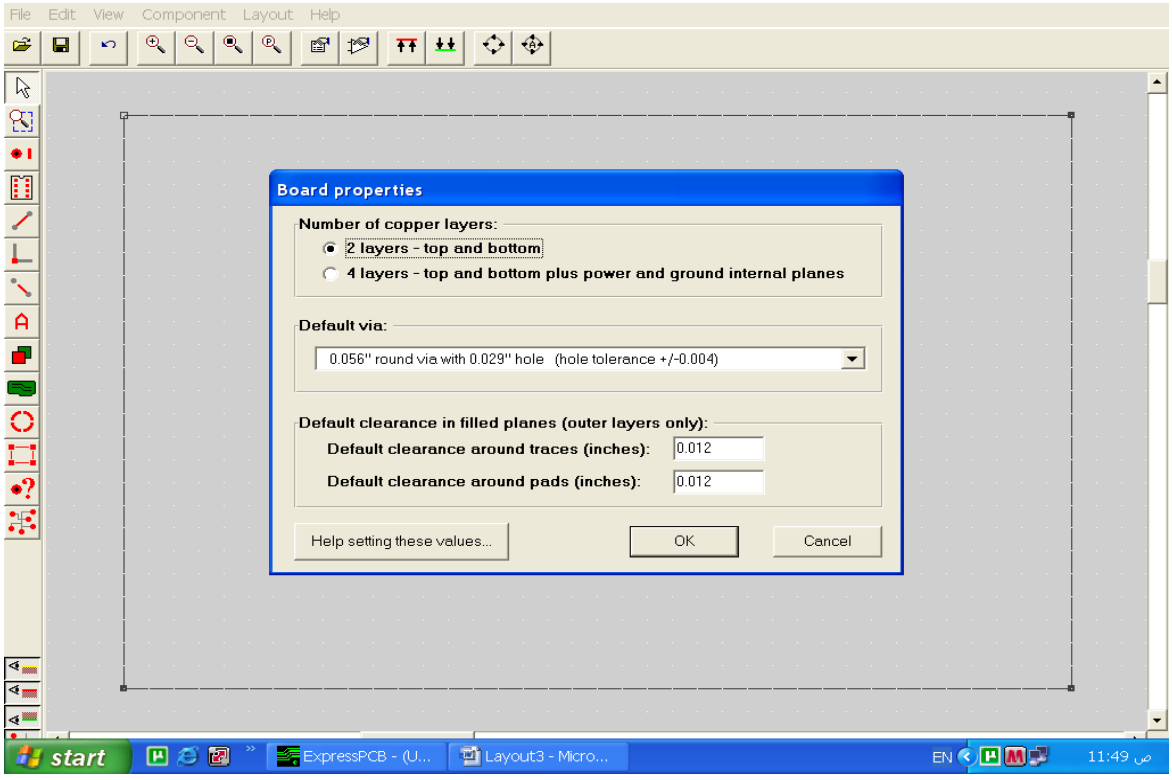
١- يقوم المستخدم للبرنامج باستعمال أمر New من قائمة File لتحديد مقاسات الصفحة المراد استخدامها في عمل مخطط التوصيلات الجديد. ثم نختار من القائمة *297mm* x A4- 210mm.

٢- باستخدام أمر "New" من قائمة "File"، نختار Choose the 2-layer board لتصميم لوحة مطبوعة ذات وجهين مع

i. استخدام مقاسات Default via '0.056" round via with 0.029" hole'

ii. تغيير مقاسات default clearances for the filled planes إلى 0.05

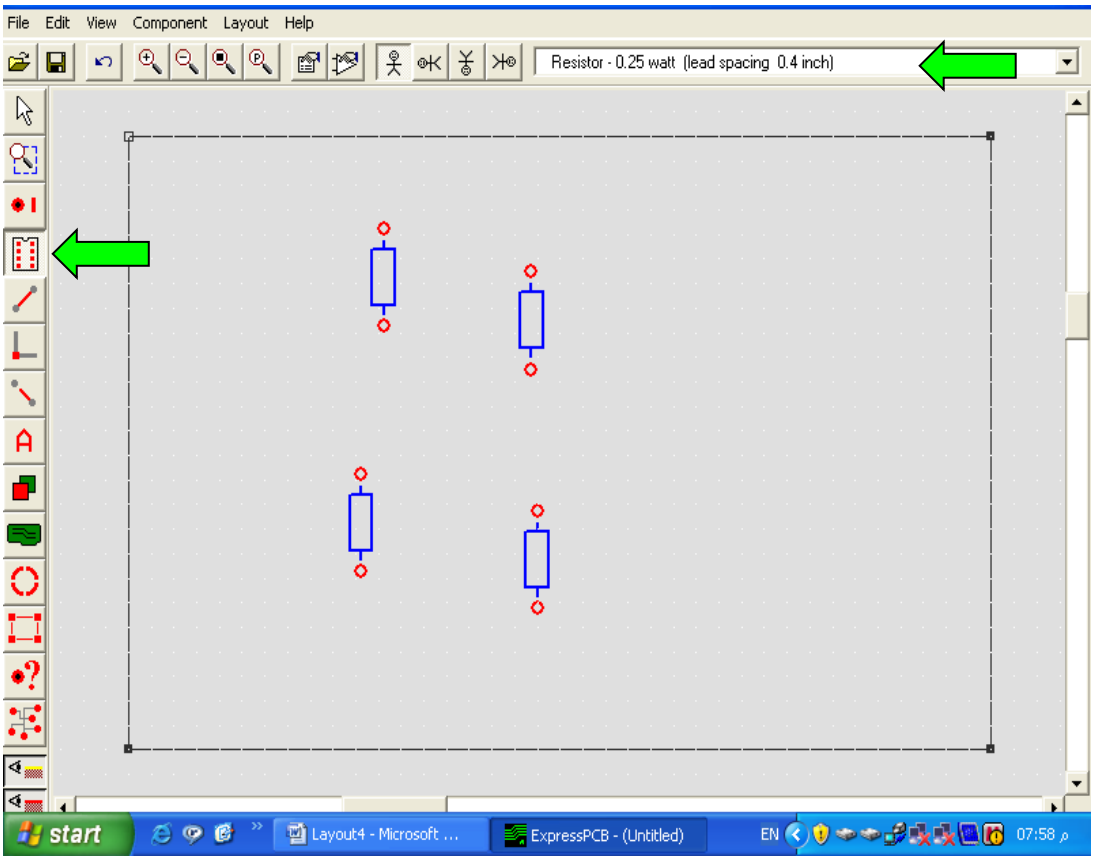
ثم نضغط على مفتاح OK لتنفيذ الأمر كما هو موضح بالشكل (٢٤-٤).



شكل (٢٤-٤) : إنشاء ملف جديد لتصميم مخطط الرسم للدوائر المطبوعة

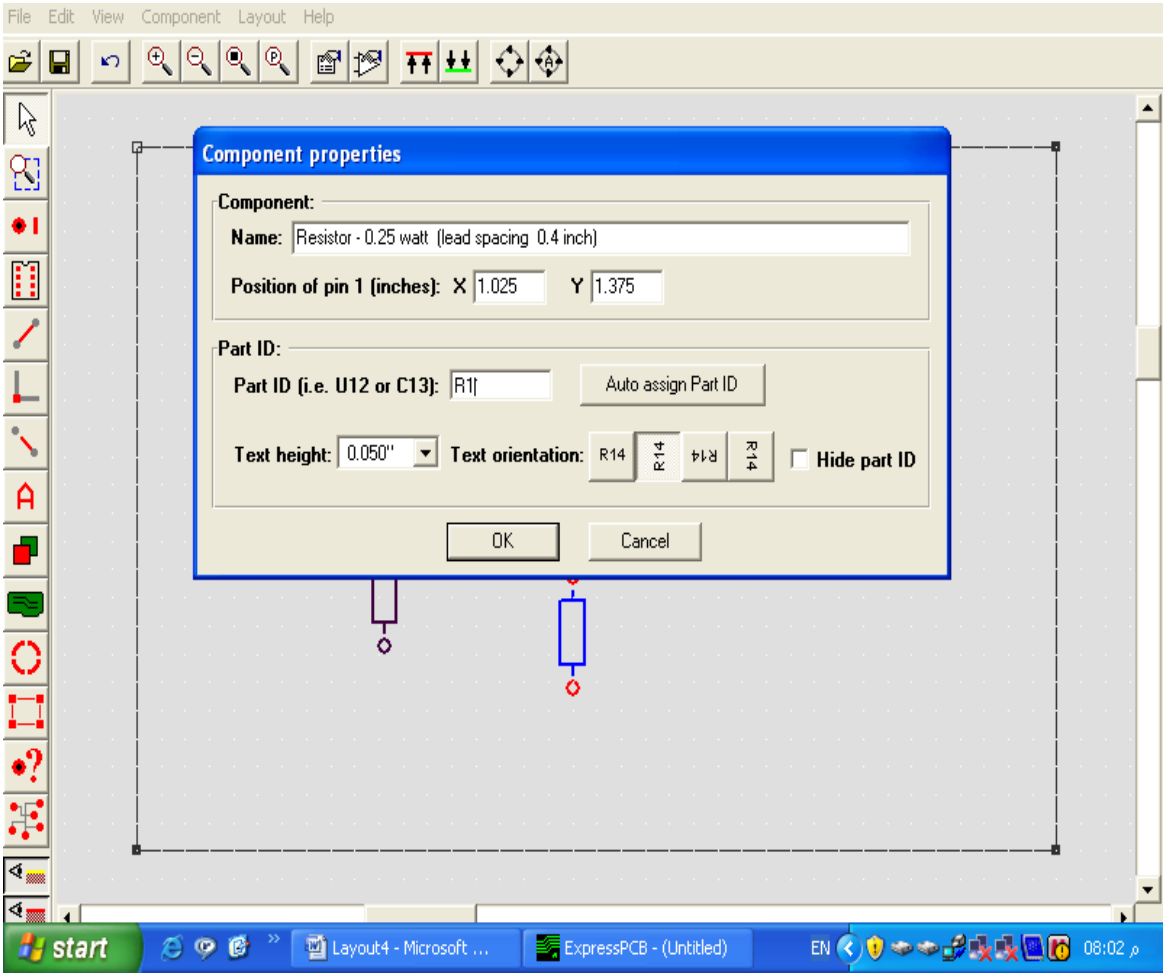
١- نلاحظ من الشكل أن الخط الأصفر يمثل الإطار الخارجي للدائرة المطبوعة. والإختيار المفترض لمساحة اللوحة المطبوعة في البرنامج هو2.5 x 3.8 بوصة. ولكن هذا الحجم يكون كبير بالنسبة لدائرة المثال التوضيحي لذلك فسوف نقوم بتغيير المساحة إلى (2.5" x 1.9"). كذلك يجب مراعاة عدم استخدام خطوط توصيل نحاسية على بعد 0.025" من الحدود الخارجية للوحة المطبوعة.

٣- نبدأ الآن في وضع عناصر الدائرة في بيئة عمل تصميم اللوحة المطبوعة الجديدة. حيث يقوم المستخدم بالضغط على أداة إضافة العناصر الموجودة في شريط الأدوات الجانبي علي يسار الشاشة فيتم فتح صندوق الإختيارات للعناصر المخزنة بمخزن القطع للبرنامج. وبالنسبة للمثال التوضيحي لدائرة الإنذار نقوم بإضافة المقاومات الموجودة بالدائرة باختيار "Resistor-0.25 watt (lead spacing 0.4 inch)" من صندوق اختيارات العناصر. ثم نقوم بالضغط على مفتاح الماوس الأيسر ٤ مرات في أماكن مختلفة باللوحة المطبوعة لإتمام إضافة ٤ مقاومات الموجودة بدائرة الإنذار. والشكل (٢٥-٤) يوضح كيفية إضافة المقاومات للوحة المطبوعة.



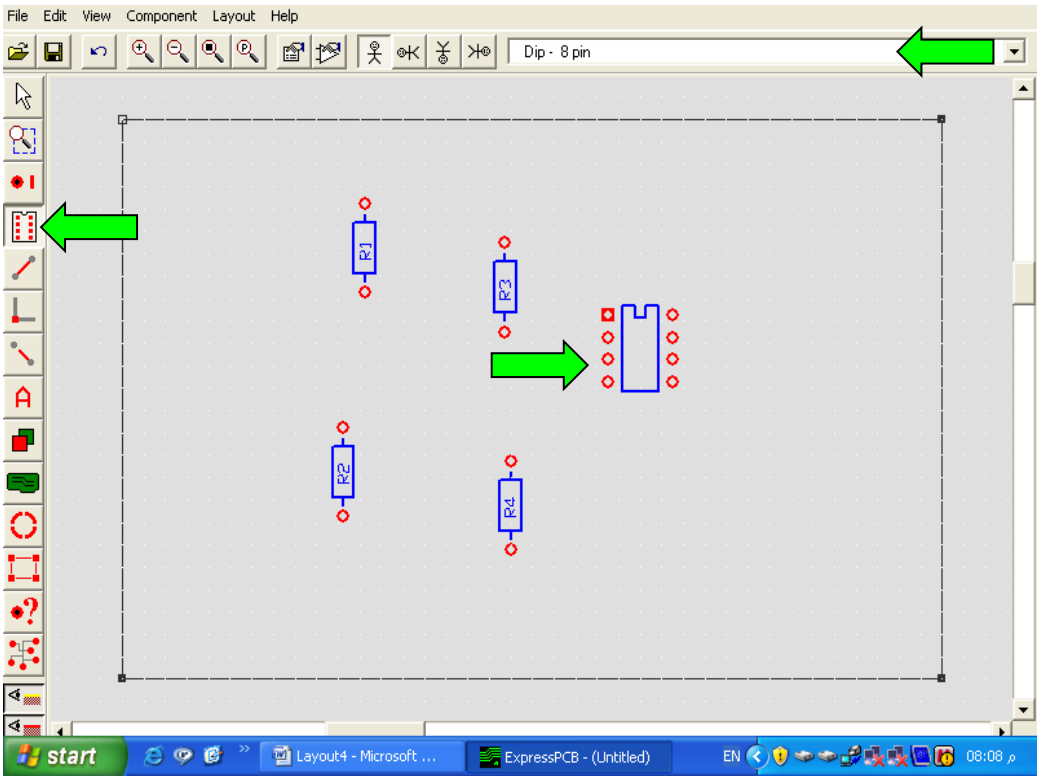
شكل (٢٥-٤) : كيفية إضافة المقاومات للوحة المطبوعة

لإضافة اسم وقيمة خاصة بكل مقاومة. قم باختيار المقاومة المطلوبة فيتغير لونها على الشاشة. وبالضغط على مفتاح الماوس الأيمن تظهر قائمة فرعية نختار منها أمر "Set component properties". فسوف يظهر لنا صندوق حوار يمكن باستخدامه إدخال خصائص هذا العنصر. ففي المكان المخصص لل "Part ID" نختار "Auto assign Part ID" فسوف يقوم البرنامج بإطلاق مسمى R1 على هذه المقاومة. ويمكن كذلك إدخال قيمة هذه المقاومة 10k في المكان المخصص لذلك في حقل "Part Name" ثم اضغط على OK لإتمام العملية. كرر هذه الخطوات لتحديد اسم وقيمة المقاومات الثلاث المتبقية وهى(10k) R2 (10k), R3 (100k), and R4. وشكل (٢٦-٤) يوضح كيفية إضافة اسم وقيمة عناصر اللوحة المطبوعة.



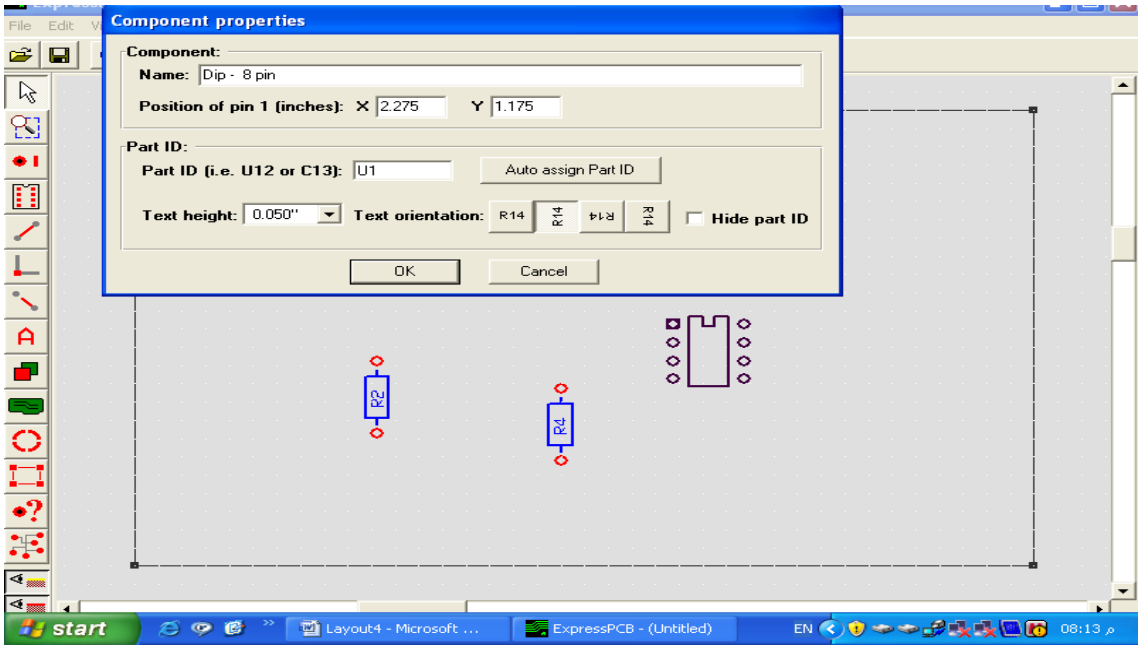
شكل (٢٦-٤) : إضافة اسم وقيمة لعناصر اللوحة المطبوعة

٤- لإضافة عنصر المقارن LM311 لهذه اللوحة ، وهو عبارة عن دائرة متكاملة لها ٨ اطراف. تستخدم أداة إضافة العناصر ثم نختار من صندوق اختيارات العناصر "Dip 8-pin". وبالضغط على مفتاح الماوس الأيسر نضيف المقارن LM311 إلى اللوحة المطبوعة. ونلاحظ أن الطرف(١) يكون على شكل مربع كما هو موضح بالشكل (٢٧-٤)



الشكل (٢٧-٤) : إضافة المقارن LM311 إلى اللوحة المطبوعة

٥- بالضغط مرتين بالماوس على المقارن LM311 يتم فتح component properties box وإضافة خصائص "assign the part ID" له وهي "U1" كما هو موضح بالشكل (٢٨-٤).



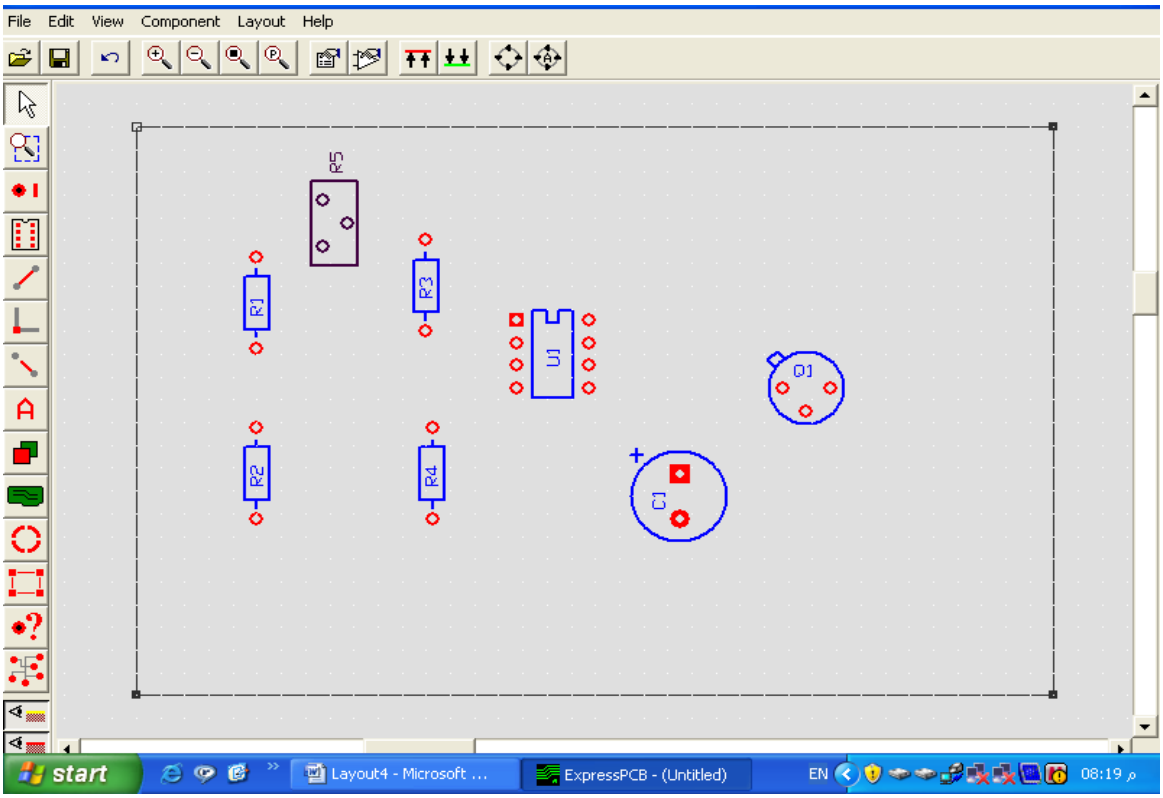
الشكل (٢٨-٤): إضافة خصائص المقارنLM311

٦- وبتكرار نفس الخطوات السابقة يمكننا إضافة العناصر الباقية للدائرة والموضحة في الشكل (٢٩-٤) ، مثل :

i. إضافة المكثف باختيار "Cap – radial electrolytic – Lead spacing 0.2 inch" من صندوق اختيارات العناصر. ثم استخدام "C1" لل part ID له في صندوق حوار خصائص العناصر.

ii. إضافة الترانزستور باختيار "Semiconductor – TO-39" من صندوق اختيارات العناصر. ثم في صندوق حوار خصائص العناصر ندخل في حقل part ID تعريفه ب "Q1"

iii. إضافة المقاومة المتغيرة باختيار "Potentiometer – Bourns series 3386H" من صندوق اختيارات العناصر. ثم إطلاق "R5" عليه في حقل part ID من صندوق حوار خصائص العناصر.

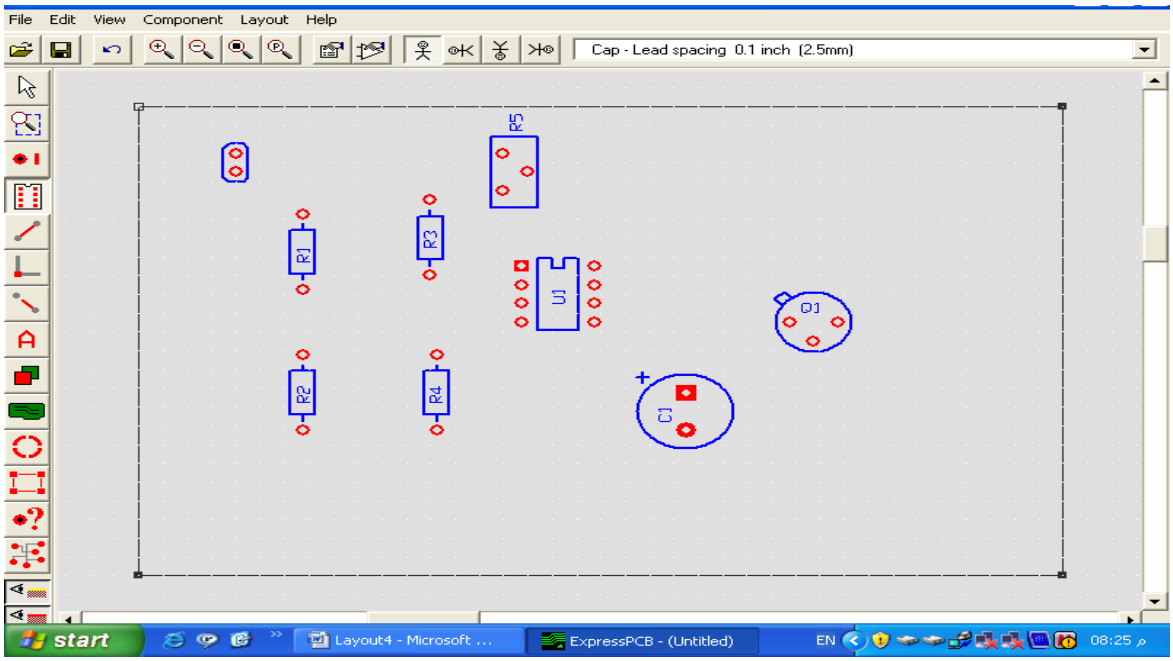


الشكل (٢٩-٤) إضافة عناصر الدائرة للوحة المطبوعة

٧- الآن نحتاج إلى إنشاء عناصر الدائرة الغير موجودة بمخزن القطع مثل المقاومة الضوئية والجرس. ولنبدء في إنشاء المقاومة الضوئية photoresistor. ويتم ذلك بتحديد أبعاد المقاومة الضوئية سواء عن طريق ال data sheetالخاص بها أو عن طريق قياس أبعاد مقاومة ضوئية فعلا. ونلاحظ أنه في تصميم اللوحة المطبوعة يهمنا أبعاد العناصر حتى يمكننا تحديد المساحة المطلوبة لهذا العنصر على اللوحة المطبوعة عند تنفيذها.

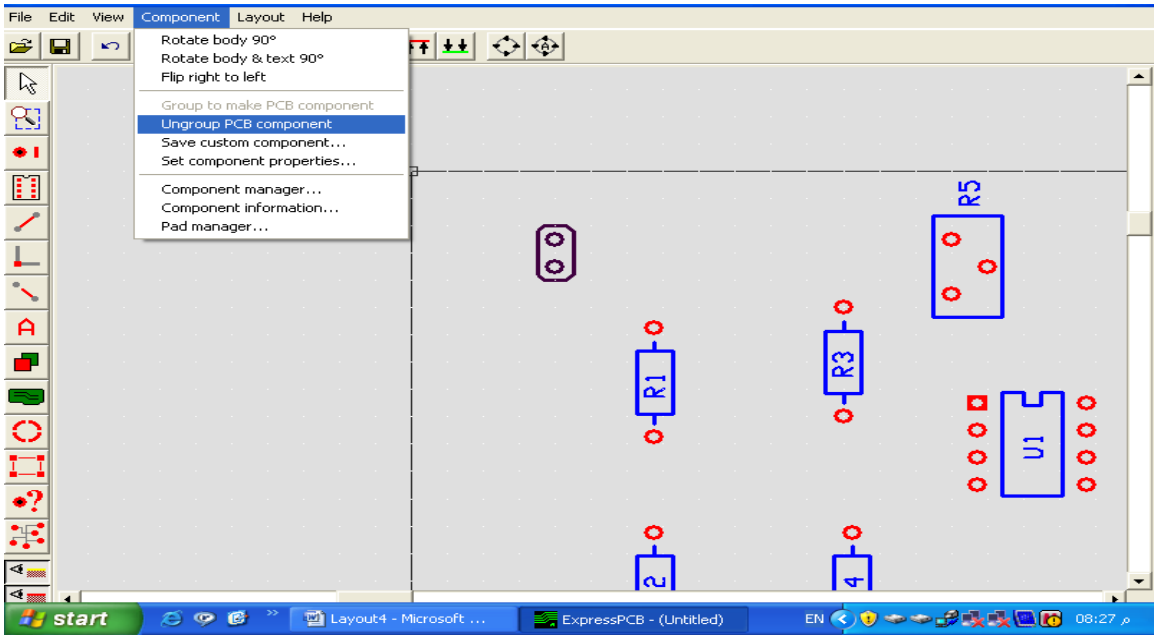
وكما سبق أن ذكرنا أن أسهل طريقة لذلك هى استخدام عنصر موجود له أقرب خصائص للعنصر المطلوب وإجراء بعض التعديلات عليه. لهذا وبتحديد أبعاد المقاومة الضوئية نجد أنها 0.1 inch، وبالبحث في مخزن القطع نجد أن أقرب عنصر له طرفين ومقاس 0.1 inch هو "Cap – lead spacing 0.1 inch". لذلك نضيف هذا العنصر

لبئية العمل ثم نقوم باجراء بعض التعديلات المطلوبة عليه كما هو موضح بالشكل (٣٠-٤).



الشكل (٣٠-٤) : إضافة أقرب عنصر في مخزن القطع للعنصر المطلوب

ولتوضيح الصورة يمكن تكبير حجم العناصر على الشاشة باستخدام أداة التكبير من شريط الأدوات، كما هو موضح بالشكل (٣١-٤).

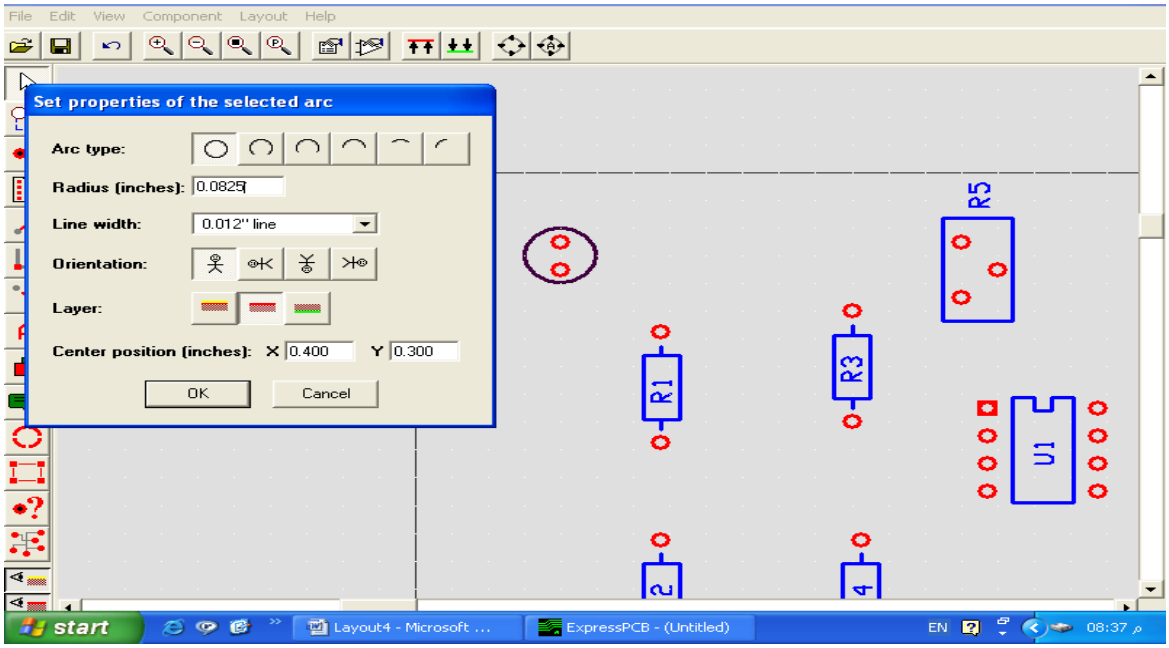


الشكل (٣١-٤) : فصل مكونات العنصر المطلوب لإجراء التعديلات عليه

نبدأ الآن في فصل مكونات هذا العنصر وذلك باستخدام أمر "Ungroup PCB Component" من قائمة

"Component" ، ويمكننا تحديد الأجزاء الغير مرغوب فيها في هذا العنصر ومسحها. ثم إضافة الأجزاء الجديدة كبديل لها.

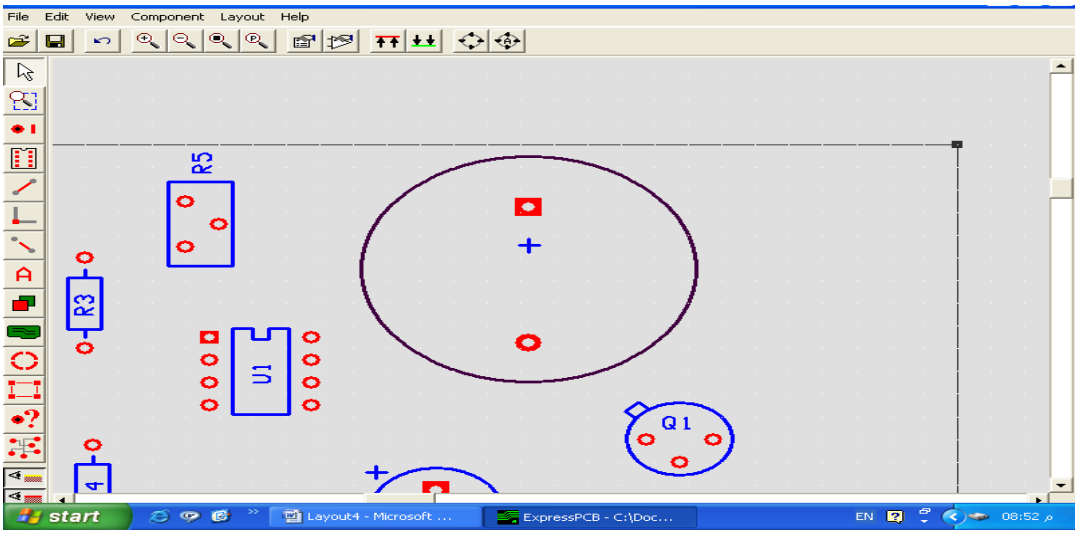
لهذا قم بحذف الإطار الخارجى لهذا العنصر ثم قم بإضافة دائرة حوله باستخدام أداة رسم الدائرة أو القوس من شريط الأدوات الجانبي، وبالضغط مرتين على هذه الدائرة يتم فتح صندوق حوار لإدخال خصائص تلك الدائرة. قم بإدخال قيمة لنصف القطر radius وهى 0.0825 ، كما هو موضح بالشكل (٣٢-٤).



الشكل (٣٢-٤) : إضافة الإطار الخارجى للعنصر الجديد

١- نحدد جميع أجزاء العنصر الجديد ، ثم نقوم بعمل تجميع لكل مكوناته وذلك باستخدام أمر "Group PCB" من قائمة "Component". ثم نقوم بالضغط مرتين على العنصر الجديد ، ونقوم بإطلاق "PR1" في part ID له حتى يكون بنفس الإسم الخاص بمخطط الرسم. ثم يتم حفظ العنصر الجديد في مخزن القطع كمقاومة ضوئية "photoresistor" لاستخدامه في المستقبل باستخدام أمر "Save Customer Component" من قائمة "Component".

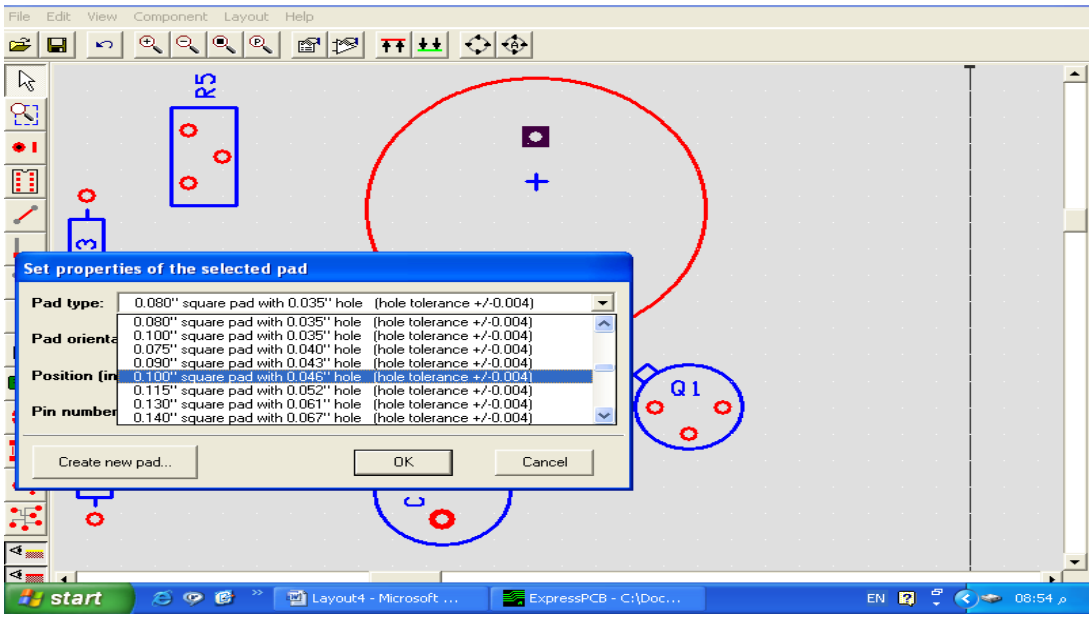
٢- نقوم بتكرار الخطوات السابقة لإنشاء الجرس. حيث نقوم بقياس أبعاد الجرس فنجدها 0.6 inch (15 mm). ونجد أن أقرب عنصر في المخزن لذلك هو polarized capacitor من النوع "Capacitor – Axial electrolytic – Lead spacing 0.6 inch". ونضيف هذا العنصر إلى بيئة العمل. ثم نقوم بفصل مكوناته. ومن ثم يمكننا حذف الإطار المستطيل الخارجى له ورسم دائرة بدلا منه بنصف قطر radius قيمته 0.5 inches. والشكل (٣٣-٤) يوضح تغيير الإطار الخارجي للعنصر.



الشكل (٣٣-٤) : تغيير الإطار الخارجي للعنصر في مخزن القطع من شكل مستطيل إلى دائرة حتى يتم إنشاء الجرس.

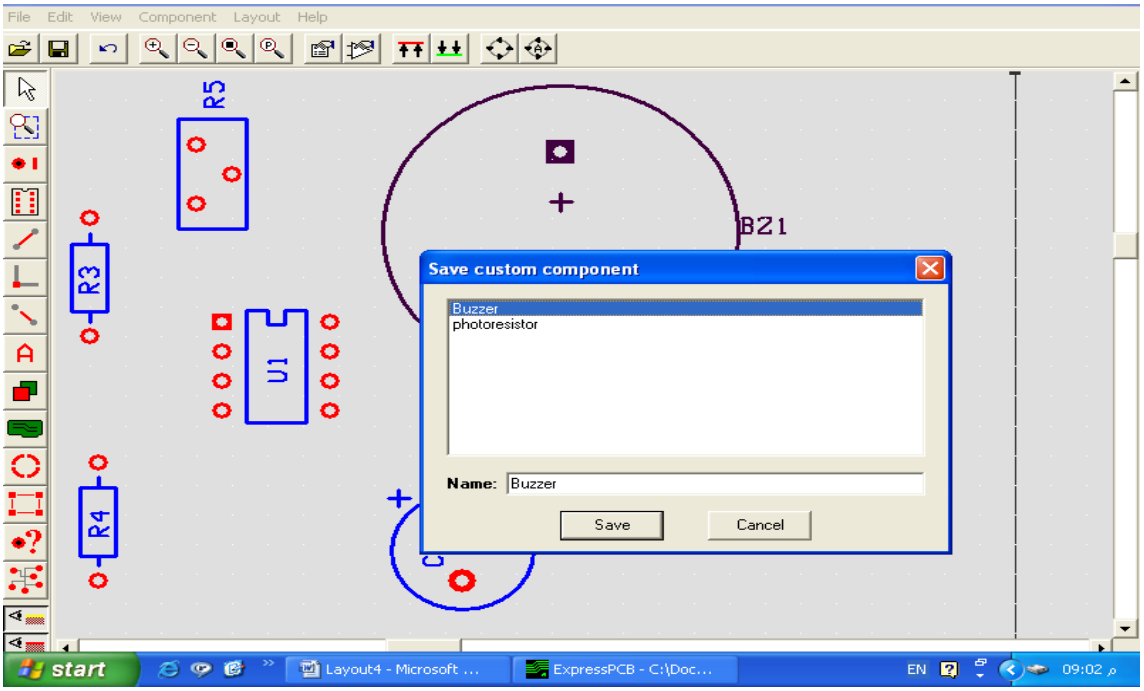
٣- أطراف هذا الجرس سميكة fat leads لذلك يجب أن نغير من فتحات العنصر القديم ونختار للجرس فتحات كبيرة pads تتناسب مع سمك أطرافه. ويتم ذلك باختيار عنصر الجرس ثم الضغط عليه مرتين باستخدام مفتاح الماوس الأيسر والذي يفتح قائمة فرعية نختار منها أمر Set Pad Properties. نجد أن قطر الفتحة الحالية هو "0.035 أي 0.89 mm وهذا سوف يكون قليل بالنسبة لأطراف الجرس التي تبلغ 0.1 mm -/+ 0.8. لذلك قم بفتح صندوق الاختيارات لحجم الفتحة ونختار منه:

- "0.100' square pad with 0.046 hole" كما هو موضح بالشكل (٣٤-٤).
- كرر هذه الخطوات لتغيير حجم الفتحة الأخرى للجرس باختيار "0.100' hole pad with 0.046 hole'.

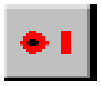


الشكل (٣٤-٤) : تغيير حجم الفتحة في اللوحة المطبوعة لتتناسب مع سمك أطراف الجرس

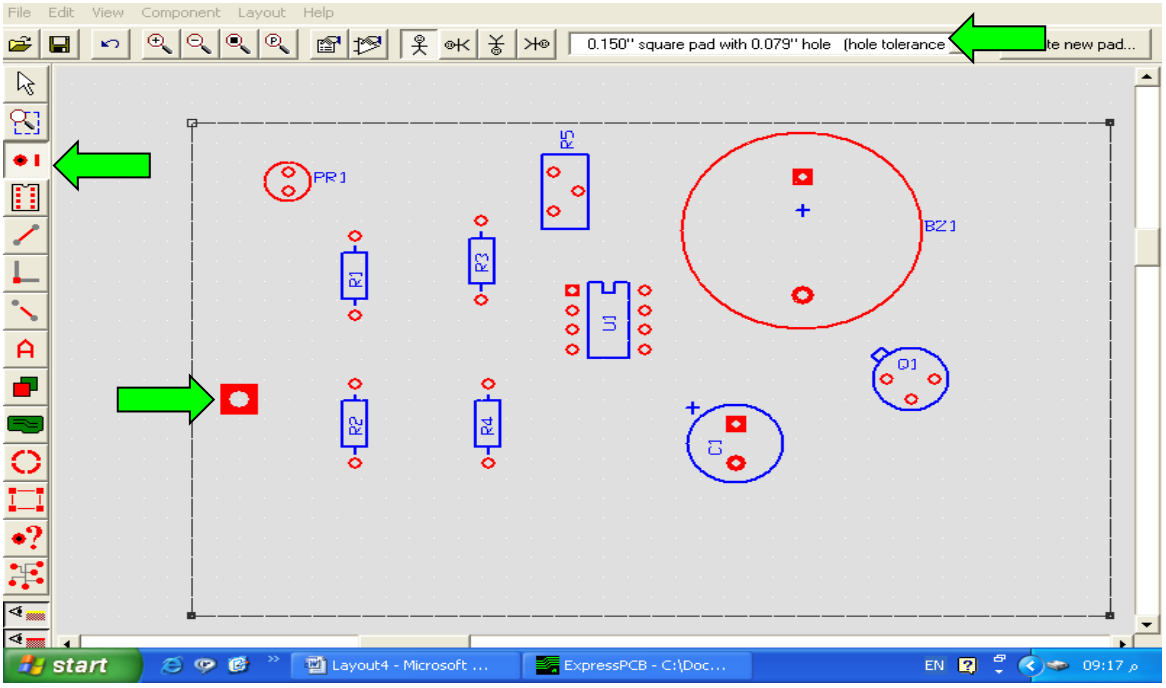
٤- نحدد جميع أجزاء العنصر الجديد، ثم نقوم بتجميع كل مكوناته وذلك باستخدام أمر "Group PCB Component" من قائمة "Component". ثم نقوم بالضغط مرتين على العنصر الجديد ، و نقوم بإطلاق "BZ1" في حقل part ID له حتى يكون بنفس الإسم الخاص مخطط رسم الدوائر النظرية. ثم يتم حفظ العنصر الجديد في مخزن القطع كجرس "Buzzer" وذلك باستخدام أمر "Save Customer Component" من قائمة "Component" لاستعماله في المستقبل كما هو موضح بالشكل (٣٥-٤).



الشكل (٣٥-٤) : حفظ الجرس في مخزن القطع

٥- الآن نحتاج إلى إضافة البطارية كمصدر تغذية للدائرة. وهذا يتطلب إضافة فتحتين للبطارية في اللوحة المطبوعة. استخدم أداة إضافة الفتحة  الموجودة في الشريط الجانبي. يظهر لنا صندوق الاختيارات على يمين الشاشة فنختار منه نوع الفتح 'square pad with 0.079" hole' '0.150" لاستخدامها لتركيب القطب الموجب للبطارية كما هو موضح بالشكل (٣٦-٤).

ثم حدد هذه الفتحة بالطرف رقم (١) في البطارية ويتم ذلك باختيار هذه الفتحة وتعديل خصائصها من صندوق حوار خصائص الفتحة واختيار Pin (1) لعمل اتصال بينها وبين القطب الموجب للبطارية.



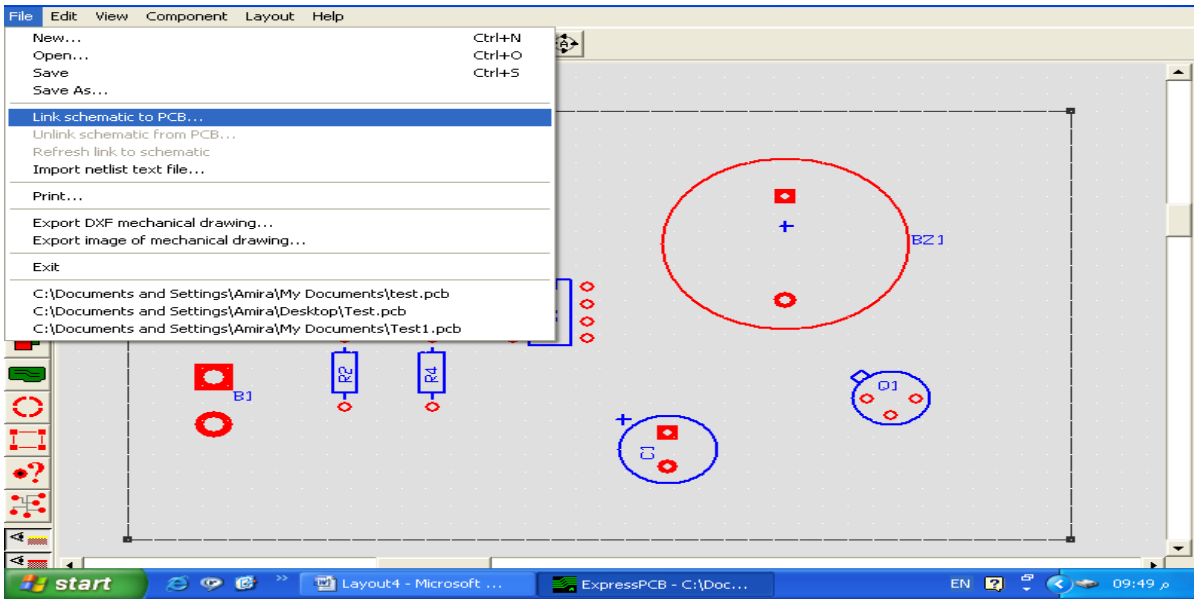
الشكل (٣٦-٤) : إضافة فتحة مناسبة لتركيب القطب الموجب للبطارية.

٦- قم بإنشاء فتحة أخرى للقطب السالب للبطارية بنفس الخطوات السابقة. ولكن بخصائص round ‘0.150” pad with 0.079” hole’ بالقرب من الفتحة السابقة. ونختار لها (2) pin .

٧- قم بتجميع الفتحتين السابقتين وذلك باختيارهما واستخدام أمر”Group PCB Component“ من قائمة ”Component“. وبالضغط مرتين على هذا العنصر الجديد، نقوم بإطلاق "B1" في حقل Part ID له حتى يكون بنفس الاسم الخاص بمخطط الرسم. ثم يتم حفظ العنصر الجديد في مخزن القطع كفتحات توصيل البطارية ”battery strap connection“ .

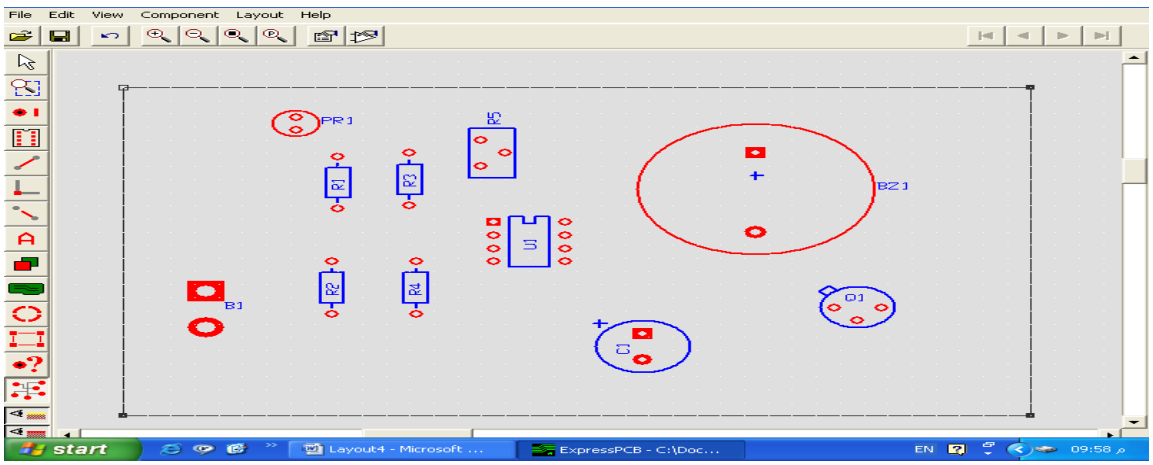
٨- في هذه المرحلة نكون قد توصلنا لإضافة جميع العناصر المطلوبة للدائرة.

٩- بعد ذلك يتم عمل اتصال بين الرسم التخطيطي Schematic ومخطط التوصيلات Layout للوحة المطبوعة لدائرة الإنذار وذلك باستخدام أمر Link schematic to PCB من قائمة File كما هو موضح بالشكل (٣٧-٤). ثم اختار اسم Schematic File المطلوب.



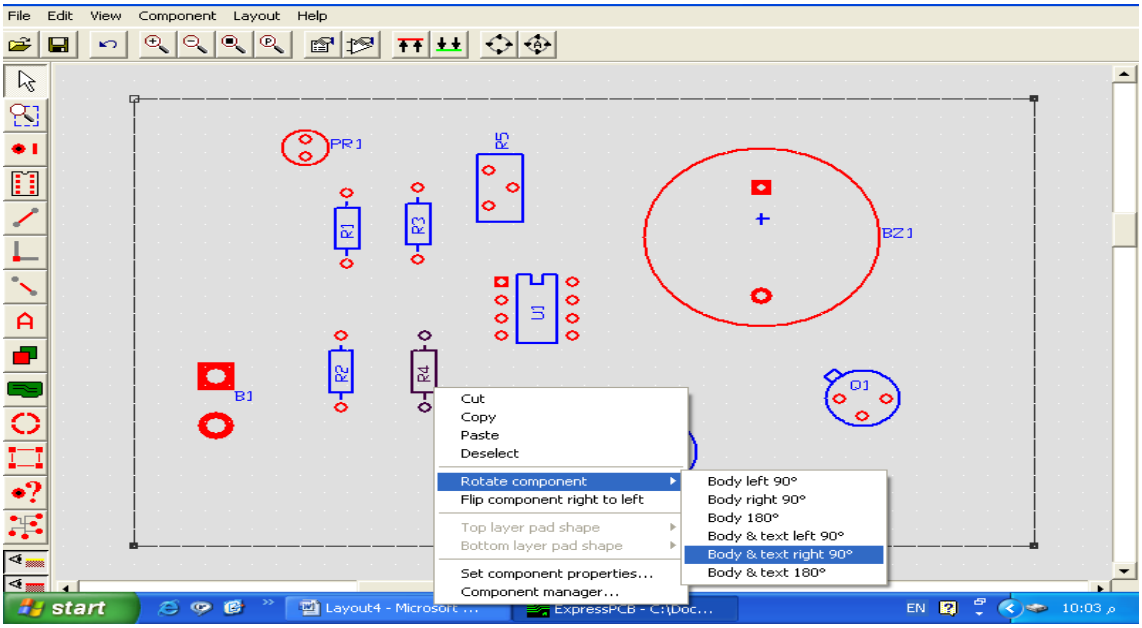
الشكل (٣٧-٤) : ربط مخطط التوصيلات Layout مع مخطط الرسم للدوائر النظرية Schematic الخاص به

١٠- الآن يمكننا استخدام أداة التوصيل (net) من شريط الأدوات الجانبي، ثم نختار أي طرف لأحد عناصر الدائرة ونضغط بالماوس عليه فيتغير لونه وسوف تظهر جميع أطراف العناصر الأخرى المتصلة كهربيا مع هذا الطرف وتتغير لونها أيضا. فمثلا إذا استخدمنا أداة التوصيل وقمنا بالضغط بالماوس على الطرف الموجب للبطارية فسوف يتغير لون هذا الطرف (إلى اللون الأزرق) ويتغير لون جميع أطراف العناصر الآخرى المتصلة كهربيا مع طرف البطارية الموجب بنفس اللون الجديد لهذا القطب (اللون الأزرق) كما هو موضح في الشكل (٣٨-٤). ونلاحظ أن هذا الاتصال بين العناصر قد تم الحصول عليه عندما تم الربط بين schematic ، وlayout في البرنامج.



الشكل (٣٨-٤) : الإتصال الكهربي لأطراف العناصر في مخطط التوصيلات Layout .

١١- عند الإنتهاء من تحديد أطراف العناصر المتصلة مع بعضها كهربيا. نبدأ في إعادة توزيع وترتيب العناصر في مخطط التوصيلات حتى يمكننا الحصول على أقل طول للوصلات بين هذه العناصر وكذلك أقل مساحة ممكنة للوحة المطبوعة المطلوبة. فمثلا يمكننا عمل دوران للمقاومة R4 وذلك باختيارها واستخدام أمر Rotate Component من القائمة الفرعية كما هو موضح بالشكل (٣٩-٤). وبنفس الطريقة يمكن تغيير أوضاع العناصر الآخرى للحصول على أفضل مخطط توصيلات.



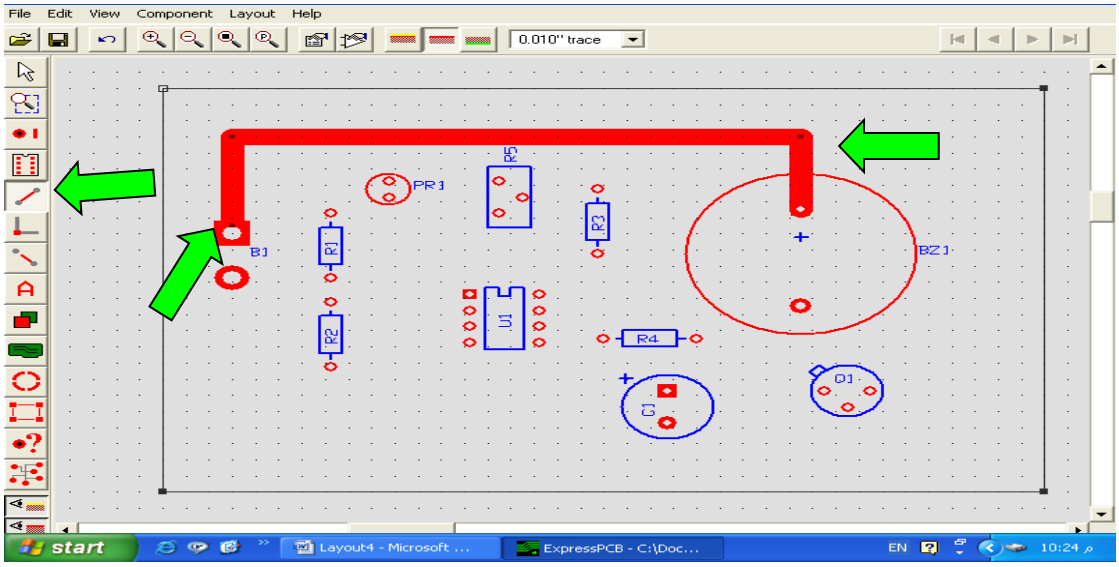
الشكل (٣٩-٤) : دوران العناصر للحصول على أقل طول للتوصيلات الكهربية في مخطط التوصيلات

١٢- بعدما تم التوصل إلى أفضل أوضاع للعناصر في مخطط التوصيلات، نبدأ في إضافة التوصيلات الكهربية بين هذه العناصر. وأهم القواعد التي يجب الحفاظ عليها في هذه المرحلة هى أن عرض خط التوصيل الكهربي يتناسب مع شدة التيار المار به. فعلى سبيل المثال:

0.010" for 0.3 Amps	0.015" for 0.4 Amps	0.020" for 0.7 Amps
0.025" for 1.0 Amps	0.050" for 2.0 Amps	0.100" for 4.0 Amps

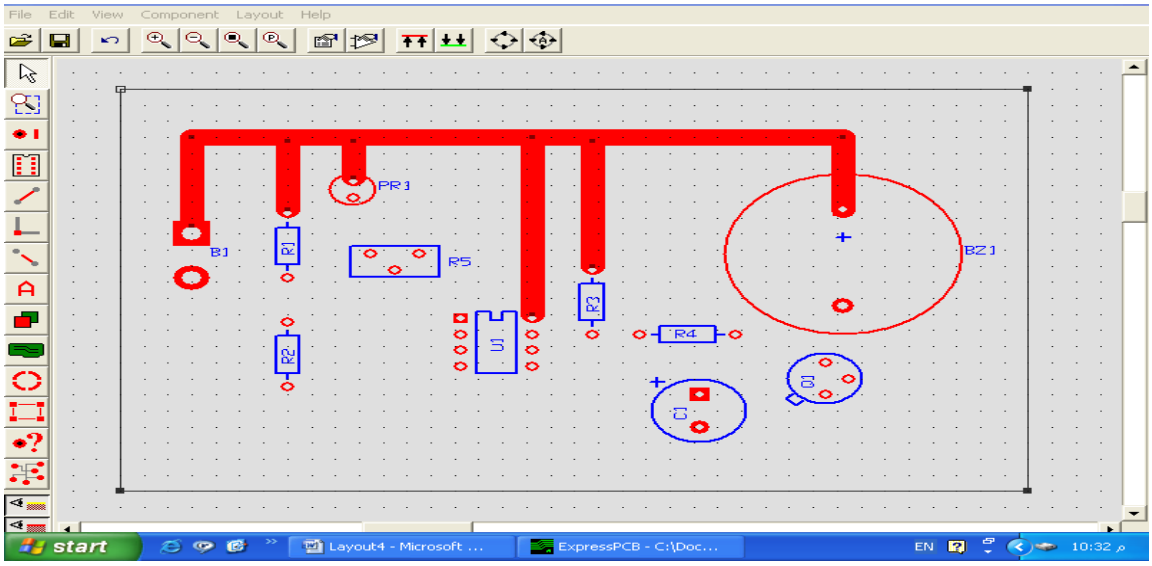
١٣- نبدأ بتوصيل خط التغذية باستخدام أداة التوصيل من شريط الأدوات الجانبي وتحديد أطراف العناصر المتصلة معها كهربيا. ونقوم باستخدام أداة توصيل المسارات الكهربية فيظهر في شريط الأدوات الأعلى أدوات طبقات اللوحة المطبوعة. نختار منها وهو يمثل الطبقة العلوية والتي نستخدمها فقط للحصول على لوحة مطبوعة ذات وجه واحد. ونختار من صندوق الاختيارات عرض خط التوصيل المطلوب وليكن "0.1. ثم نقوم بالتوصيل بين القطب الموجب للبطارية والطرف العلوي للجرس. ويتم ذلك باختيار القطب الموجب للبطارية

وتحريك الماوس حتى نصل إلى القطب العلوي للجرس فيظهر لنا خط توصيل باللون الأحمر كما هو موضح بالشكل (٤٠-٤).



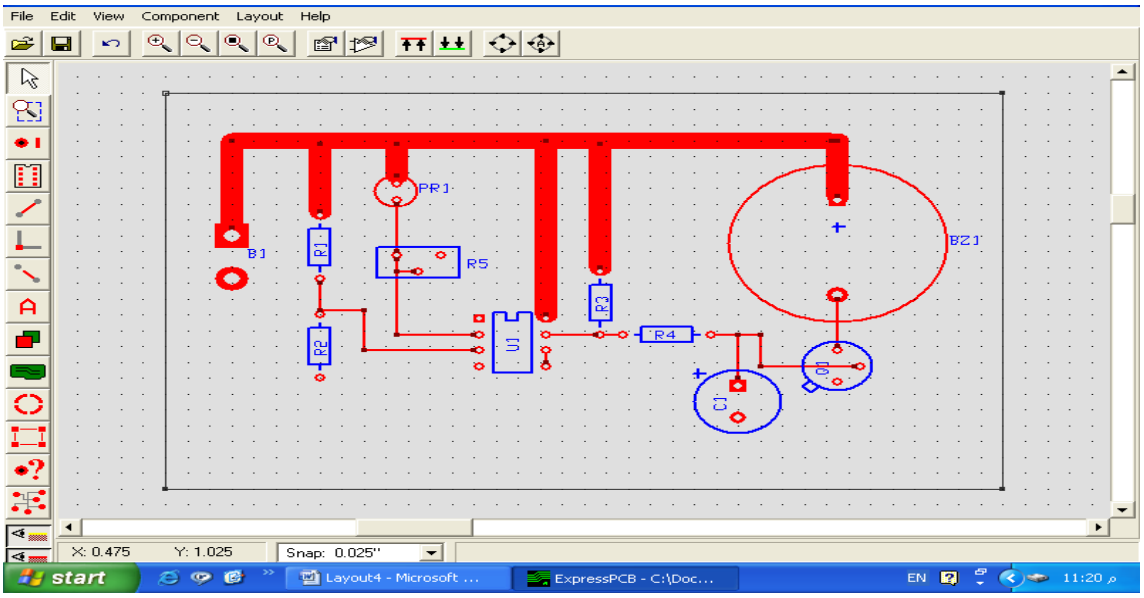
الشكل (٤٠-٤) : عمل خط توصيل بين القطب الموجب للبطارية مع القطب العلوي للجرس.

١٤- وبنفس الخطوات السابقة يمكن توصيل خط توصيل التغذية الرئيسي مع بقية العناصر المتصلة معه. كما هو موضح بالشكل (٤١-٤).



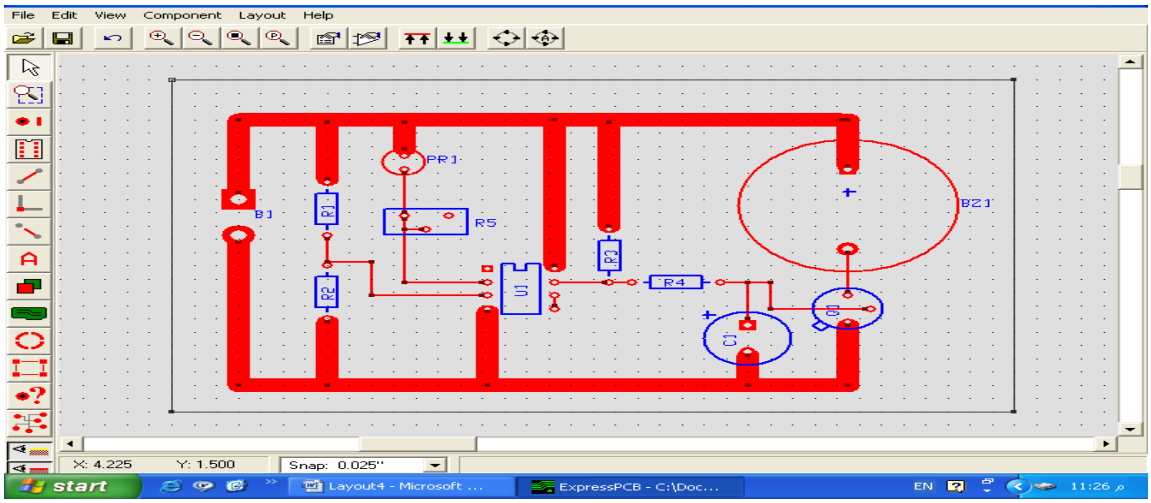
الشكل (٤١-٤) : عمل خط توصيل بين القطب الموجب للبطارية مع جميع العناصر المتصلة به.

١٥- نقوم بتكرار نفس الخطوات السابقة للتوصيل بين بقية العناصر بعضها ببعض مع ملاحظة اختيار عرض خط التوصيل "0.025 كما هو موضح بالشكل (٤٢-٤).



الشكل (٤٢-٤) : عمل خطوط التوصيل بين عناصر الدائرة.

١٦- نقوم بعد ذلك بتوصيل خط الأرضي باستخدام أداة التوصيل من شريط الأدوات الجانبي وتحديد أطراف العناصر المتصلة معها كهربيا بنفس الخطوات التي سبق وأن أجرينا بها توصيل خط التغذية لعناصر الدائرة. مع ملاحظة إختيار عرض خطوط التوصيل الكهربي وهو "0.1 المستخدم كذلك كعرض خط التغذية للدائرة .وشكل (٤٣-٤) يوضح توصيل القطب السالب للبطارية مع خط الأرضي ومع جميع العناصر المتصلة كهربيا بالخط الأرضي للدائرة.



شكل (٤٣-٤) : الشكل النهائي للوحة المطبوعة ذات الوجه الواحد لدائرة الإنذار.

١٧- يمكنك اختبار سلامة التوصيل بعمل تقريب للشاشة عند كل طرف لأطراف العناصر واستخدام أداة التقريب الموجودة في شريط الأدوات العلوي ، والتأكد من أن جميع أطراف العناصر متصلة كهربيا بطريقة صحيحة مع بقية عناصر الدائرة ومصدر التغذية وخط توصيل الأرضي. وبذلك فقد تم الحصول على الشكل النهائي للوحة المطبوعة ذات الوجه الواحد لدائرة الإنذار حيث تظهر جميع التوصيلات الكهربية بها باللون الأحمر بالطبقة العلوية كما هو موضح بالشكل (٤٣-٤).

١٨- يمكننا الآن تخزين ملف اللوحة الجديدة على جهاز الحاسب تحت الإسم المرغوب فيه.

وهكذا فقد تم الحصول على اللوحة المطبوعة ذات الوجه الواحد والتي يوجد جميع عناصرها وتوصيلاتها الكهربية في طبقة واحدة فقط وهى الطبقة العلوية.

ثالثًا : شرح وتطبيق أحد برامج الحاسب الحديثة في تصميم مخطط التوصيلات للدائرة المطبوعة ذات الوجهين

- **تصميم مخطط توصيلات للوحة المطبوعة ذات وجهين**

في حالة تصميم لوحة مطبوعة ذات وجهين فإننا نستخدم التوصيلات في كلا من الوجهين العلوي والسفلي للوحة المطبوعة. ولهذا عند عمل تصميم للوحة المطبوعة ذات وجهين للمثال السابق وهو دائرة الإنذار يمكننا التوصيلات الكهربية لكلا الوجهين.

فعند عمل تصميم للدائرة على وجهين يمكننا اتباع الخطوات الآتية: -

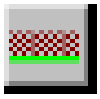
١- عمل تصميم لمخطط رسم للدوائر النظرية للدائرة بنفس الخطوات السابقة لذلك.

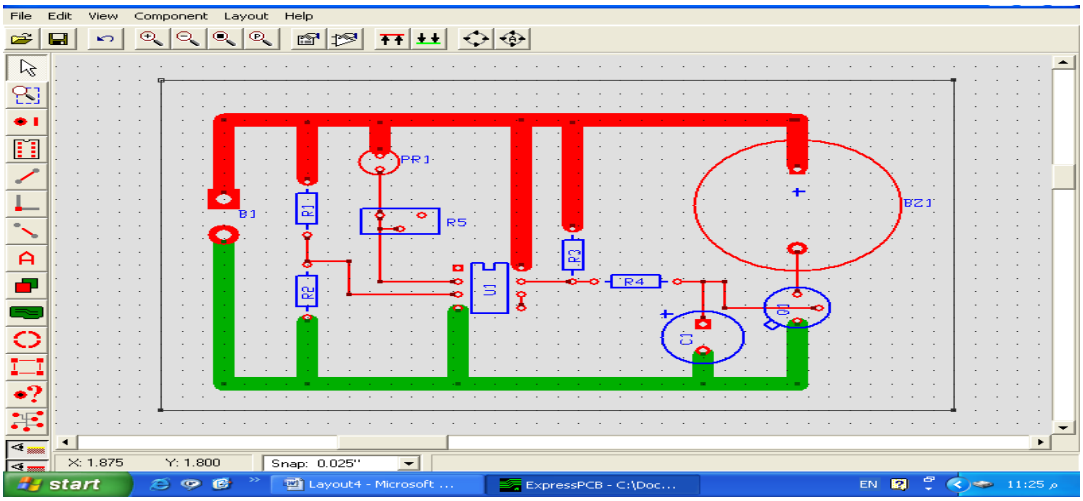
٢- إضافة عناصر الدائرة في مخطط التوصيلات كما سبق في تصميم اللوحة ذات الوجه الواحد.

٣- إضافة خط التغذية على الوجه العلوي لمخطط التوصيلات وعمل التوصيلات الكهربية بين العناصر المختلفة للدائرة والتي تظهر جميعها باللون الأحمر.

٤- وهكذا فقد تم توصيل جميع خطوط الوصلات الكهربية بالدائرة ما عدا خط توصيل الأرضي والذي يتم توصيله في الطبقة السفلية للوحة المطبوعة ذات الوجهين. ويقوم برنامج ***ExpressPCB*** باستخدام أحدى الطريقتين:

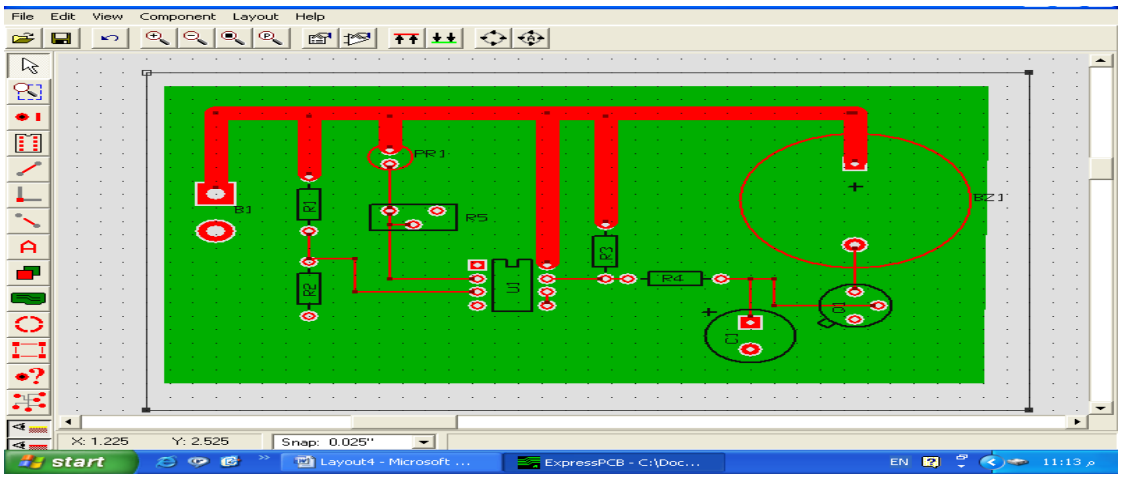
الطريقة الأولى: عمل وصلات كهربية بين العناصر المتصلة بخط الأرضي في الطبقة السفلية من اللوحة المطبوعة والتي تظهر فيها الوصلات الكهربية باللون الأخضر. ويتم ذلك باختيار الطبقة السفلية باستخدام أداة تحديد الطبقة

السفلية  ثم اختيار فتحة القطب السالب للبطارية وتحديد أطراف العناصر المتصلة معه كهربيا ، وعمل المسار الكهربي الذي يربطهم معا كما هو موضح بالشكل (٤٤-٤) ثم نقوم باستخدام الفتحات (Pads) التي تربط كهربيا بين العناصر في الطبقة العلوية وخط الأرضي في الطبقة السفلية.



الشكل (٤٤-٤) : توصيل خط الأرضي لعناصر الدائرة في الطبقة السفلية فيظهر باللون الأخضر.

أما الطريقة الثانية فهي ملء المساحة (Filled Planes) للطبقة السفلية بالأرضي. وهو عبارة عن مساحة كبيرة على شكل مستطيل تحيط بجميع عناصر الدائرة. وهى تقوم بعزل جميع فتحات توصيل أطراف العناصر ومسارات الوصلات الكهربية. ولإضافة مساحة توصيل الأرضي، نختار أداة إضافته من شريط الأدوات الجانبي. ونبدأ بالضغط على مفتاح الماوس على بعد "0.025 من على جميع جوانب مساحة الدائرة حتى يتم إكمال مساحة الأرضي كما هو موضح بالشكل (٤٥-٤).



الشكل (٤٥-٤): إضافة مساحة الأرضي لعناصر الدائرة في الطبقة السفلية.

٥- وبهذا يتبقى لنا أن نقوم بتوصيل مساحة الأرضي مع أطراف العناصر المتصلة معها كهربيا. ويتم ذلك أولا بتحديد أطراف العناصر المتصلة معها وذلك باستخدام أداة الشبكة واختيار الطرف السالب للبطارية حيث يتغير لونه ولون جميع أطراف العناصر المتصلة به إلى اللون الأزرق. ثم بعد ذلك يجب استخدام فتحات (Pads) للتوصيل بين هذه الأطراف في الطبقة العلوية ومساحة الأرضي في الطبقة السفلية. وذلك باختيار طرف أي عنصر متصل بالأرضي والضغط على مفتاح الماوس الأيمن تفتح قائمة فرعية نختار منها أمر "Bottom layer pad shape" ثم نختار من القائمة الفرعية التابعة لها أمر "Thermal pad to filled plane" الذي يقوم كذلك بعزل العناصر حراريا. وبذلك يكون تم الاتصال الكهربي بين طرف البطارية السالب والأرضي.

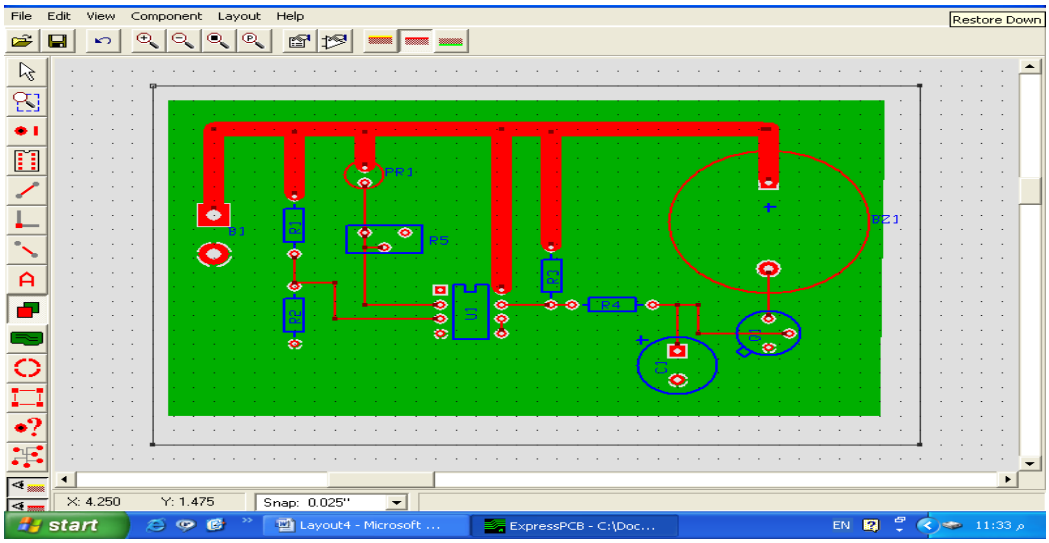
نكرر هذه الخطوات لجميع أطراف العناصر المتصلة بالأرضي فنلاحظ تغيير شكل الفتحة حول أطراف العناصر المتصلة مع الأرضي كما هو موضح بالشكل (٤٥-٤).

٦- يمكنك اختبار سلامة التوصيل بعمل تقريب للشاشة عند كل طرف لأطراف العناصر واستخدام أداة التقريب الموجودة في شريط الأدوات العلوي ، والتأكد من أن جميع أطراف العناصر متصلة كهربيا بطريقة صحيحة مع بقية عناصر الدائرة ومصدر التغذية وخط توصيل الأرضي.

٧- وهكذا نجد أننا قد حصلنا على الشكل النهائي لمخطط التوصيلات للوحة المطبوعة ذات الوجهين لدائرة الإنذار التي تم الحصول عليها بإضافة جميع عناصر الدائرة والتوصيل الكهربي بينها وبين مصدر التغذية وخط الأرضي كما هو موضح بالشكل (٤٦-٤).

٨- يمكننا الآن تخزين ملف اللوحة الجديدة على جهاز الحاسب.

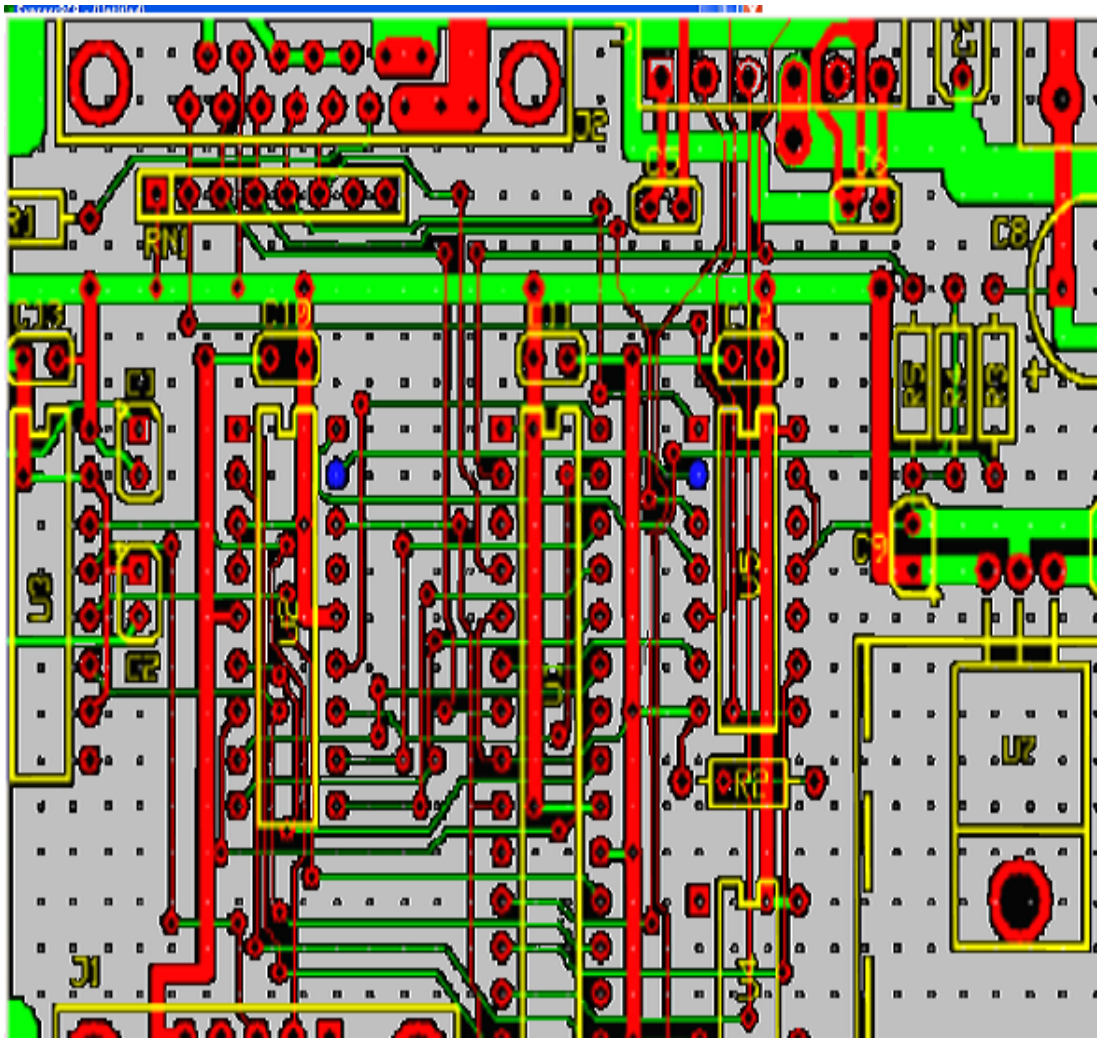
٩- يمكنك الآن طباعة مخطط التوصيلات Layout المطلوب للوحة مطبوعة ذات وجهين.



الشكل (٤٦-٤) : الشكل النهائي لمخطط التوصيلات للوحة المطبوعة ذات الوجهين لدائرة الإنذار.

وتظهر لنا الأهمية القصوى لتصميم اللوحة المطبوعة ذات وجهين عند الحاجة لزيادة المساحة الممكنة لعمل الوصلات الكهربية على الطبقتين العلوية والسفلية في الدوائر الكبيرة والمتوسطة الحجم التي تحتوي على عدد كبير من العناصر وكذلك عدد كبير ومتقارب من الوصلات الكهربية التي يصعب تنفيذها على لوحة ذات طبقة واحدة والذي قد يتسبب في العديد من الأخطاء التي تؤثر على عمل الدائرة المطلوبة.

ويوجد العديد من الأمثلة للدوائر التي يجب تصميمها على لوحات مطبوعة ذات وجهين مثل اللوحة الرئيسية لأجهزة الحاسبات وأجهزة التليفون المحمول والأجهزة الطبية وغيرها. ومن أمثلة ذلك أيضا دائرة التحكم الخاصة بموتور والموضحة في الشكل (٤٧-٤) ونلاحظ كثرة عدد الوصلات الكهربية والتقارب الشديد بينها مما يجعل من الصعب تصميمها على لوحة ذات وجه واحد والذي قد ينتج عنه العديد من المشكلات في تصميم وتصنيع هذه الدائرة. فيمكننا حل هذه المشكلات بعمل بعض التوصيلات على كلا الوجهين للوحة المطبوعة. ونلاحظ من الرسم أن جميع التوصيلات باللون الأحمر تكون على الطبقة العلوية، بينما جميع الوصلات ذات اللون الأخضر تكون على الطبقة السفلية للوحة المطبوعة.



الشكل (٤٧-٤) : اللوحة المطبوعة ذات الوجهين لدائرة تحكم في موتور

نشاط (١)

بالتعاون مع زملائك حدد برامج الرسم بواسطة الحاسب أو بواسطة نظام الاندرويد التي يمكن ان تستخدم فى رسم وتحويل الدائرة النظرية الى دائرة تنفيذية لكي يمكن تنفيذها عمليا بورشة الالكترونيات – وأيهم أفضل برمجية تفضل استخدامها من وجهة نظرك مع ذكر السبب.

عزيزي الطالب اليك مجموعة من مصادر التعلم الاثرائية للمزيد من المعرفة:

https://easyeda.com/ar

https://www.ghanou.com/download1033.html

https://www.alfreed-ph.com/2017/04/everycircuit-apk.html

https://aitnews.com/2018/11/27/أفضل-٥-تطبيقات-لمهندسي-الإلكترونيات-عل/

https://www.softfd.com/others/download-pad2pad.html

https://www.4electron.com/2014/09/883/

https://www.youtube.com/watch?v=K4AIsQSrg4Y

https://www.youtube.com/watch?v=MIET9pR_URA

https://www.youtube.com/watch?v=7yHIorS3ipc

https://www.youtube.com/watch?v=IwEyDhbVLbo

https://www.youtube.com/watch?v=SyLhWB-6SzU

https://www.youtube.com/watch?v=NHqbN8IfS0c

عزيزي الطالب إليك مجموعة من المصادر الإثرائية التي ممكن أن تستعين بها:

http://www.electronicbub.com/2016/01/audio-amplifier-circuit.html الكترونيك بابل

بنك المعرفة المصري http://www.ekb.eg – موقع للعلم.

ملحوظة: يمكن الاستعانة ببرنامج المختبر الالكتروني بالحاسب الآلي لتصميم الدائرة.

مخرج التعلم (٥): يقيم أداءه الخاص ويخطط لتحسينه

المحتوى:

المهمة: لقد أكملت مؤخرًا مخرجات التعلم لهذه الوحدة. فكر في أدائك الخاص أثناء عمليات التعلم والتقييم.

باستخدام الجزء الأول من ورقة العمل المقدمة، حدد نقاط القوة والضعف في هذه العمليات - على سبيل المثال. ماذا وجدت من التحديات، وما كان السهل بالنسبة لك، وماذا ستفعل بشكل مختلف إذا كان لديك الفرصة للقيام بذلك مرة أخرى؟

بمجرد تحديد نقاط القوة والضعف الخاصة بك، استخدم الجزء الثاني من ورقة العمل، للتخطيط لكيفية تحسين أدائك فيما يتعلق بنقاط الضعف التي لاحظتها - على سبيل المثال.

''أنا بحاجة إلى .....'

عند الانتهاء من ورقة العمل الخاصة بك، يرجى مناقشة التقييم والتخطيط مع مُعَلمك.

المراجع

- أحمد ذكي حلمى ، محمود محمد سليم . " **الرسم الهندسي** " ، مجموعة النيل العربية . مكتبة قسم الإسكان وإدارة المنزل . ٢٠٠٥
- إبراهيم فوزي . " **مدخل الى الرسم الهندسي** " ، مكتبة الشروق الدولية ، القاهرة ، ٢٠١٠
- عباس بيومي مصطفى ، عبد الحميد جمعه . " **أساسيات الرسم الهندسي** " دار الراتب الجامعية ، العراق. ٢٠٠١
- محى الدين القشلان . " **مبادئ الرسم الهندسي**" ، دار الراتب الجامعية ، العراق ، ٢٠٠٠
- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني. " **الرسم الفني**"، مكتبة البخاري.٢٠١٠
- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني. " **العمليات الأساسية الهندسية** "، مكتبة البخاري.٢٠١٠
- سيد مهدي عنبه . " **الرسم الفني** " ، مكتبة العهد الجديد ، الفجالة ، القاهرة.
- المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني . " **الرسم الفني للإلكترونيات:** ترجمة دار السيف للترجمة . ط١. الرياض . ١٩٩٤

Book : *ELECTRONICS DIAGRAMS:* MORRIS A.COLWELL

Book :W. Otie Kilmer, Rosemary, Construction Drawings and Details for Interiors: Basic .2 Skills

Book : Engineering Drawing and Design, David A.Madsen & J.Lee Turpin, THOMSON DELMAR LEARING, USA, 2007