الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

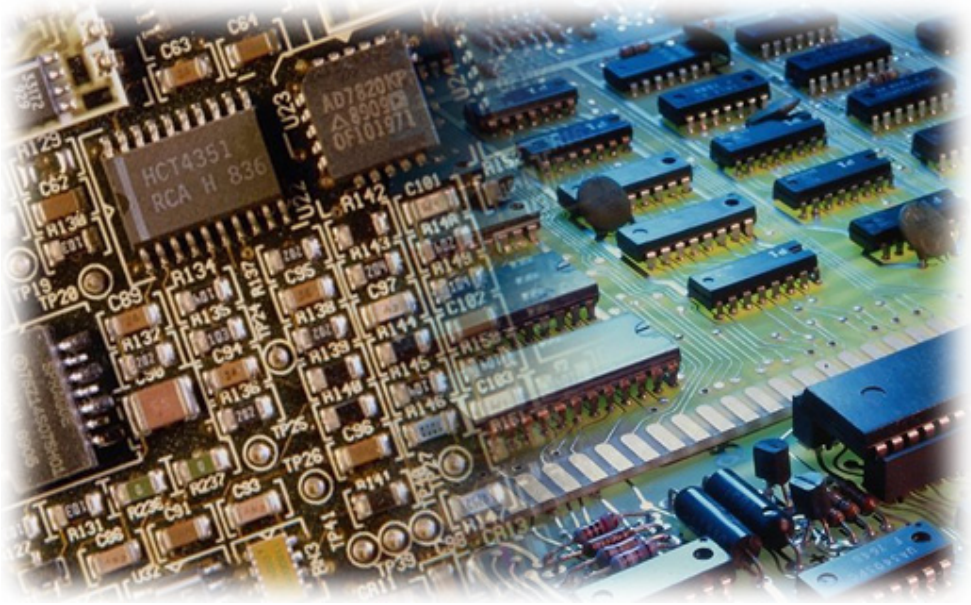
www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

إلكترونيات صناعية وتحكم

التصميم بواسطة الحاسب

٢٤٤ إلك



جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

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

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

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

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " تصميم بواسطة الحاسب " لمتدربي قسم" إلكترونيات صناعية وتحكم " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

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

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

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

نلاحظ أحياناً بعض الأشخاص يحاولون تقليد أشخاص معينين من ناحية المظهر والسلوك وهذا ما يسمى بالتمثيل. وكلما أتقن الشخص المقلد دوره في تقليد شخص ما ازداد إعجاب الناس به. كذلك الحال بالنسبة لعملية المحاكاة في الدوائر الإلكترونية حيث أنها عملية تمثيل لسلوك العناصر الإلكترونية منفردة أو مجتمعة، وكلما كان برنامج المحاكاة لهذه الدوائر يقترب في تمثيله لسلوك هذه العناصر من السلوك الحقيقي لها زادت دقة هذا البرنامج في إعطاء نتائج صحيحة يمكن الاعتماد عليها في بناء دوائر إلكترونية أكثر تعقيداً وأكثر دقة في مشابهتها لدوائر حقيقية تعمل بنفس المكونات. ولهذا السبب يستفاد من برامج الرسم الإلكتروني في رسم الدوائر الإلكترونية المختلفة ومحاكاتها كما يمكن عمل تغييرات على هذه الدوائر ثم محاكاتها فوراً ومعرفة التغيرات التي طرأت على سلوك الدائرة بعد التغيير بغية تقييمها ومعرفة مدي أثر هذه التغييرات في تحسين سلوك الدائرة من عدمه.

هذه العملية، أي عملية المحاكاة مفيدة جداً بالنسبة لمصممي الدوائر الإلكترونية حيث يمكن تكوين دوائر مختلفة باستخدام برامج الرسم الإلكتروني والمحاكاة كبرنامج الرسم Circuit Maker ٦ Pro. والذي نحن بصدد دراسته، بحيث يمكن بعد التحقق من صحة نتائج المحاكاة أن يتم بناء الدائرة عملياً بأقل كلفة وبأقل عدد من الأخطاء وهذه هي ميزة عملية المحاكاة.

في هذه الحقيبة سيتم التعرف على برنامج الرسم الإلكتروني Circuit Maker ٦ Pro وذلك من خلال بيئة النوافذ، كما سيتم التطرق إلى دراسة بعض الدوائر التماثلية والرقمية ومحاكاتها. بعد ذلك ستتم دراسة بعض الأمثلة على تصميم بعض الأنظمة الإلكترونية البسيطة وأخيراً سوف نتطرق إلى الكيفية التي يتم بها عمل الدوائر الإلكترونية المطبوعة. وختاماً، نسأل المولي عز وجل أن يجعل هذا العمل خالصاً لوجهه الكريم وأن ينفع به أبناءنا الطلاب إنه نعم المولي ونعم المجيب وصلي الله على نبينا محمد وعلى آله وصحبه وسلم.

المؤلفان ،،،،

تصميم بواسطة الحاسب

التصميم بواسطة الحاسب الآلي

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

١ -١ مقدمة:

الأهداف السلوكية:

بعد دراسة هذه الوحده يتمكن المتدرب من :

- ✓ وصف مكونات الدوائر
- ✓ أنواع المخططات التي تستخدم في وصف تركيب الدوائر الإلكترونية
- ✓ تجميع الدوائر الإلكترونية
- ✓ المميزات العامة لاستخدام الرسم بواسطة الحاسب وأهميته في الصناعة

من المعروف أن الوسيلة الناجحة لنقل المعلومة من شخص لآخر هي توافر المعرفة بلغة مشتركة بينهما و الرسم الهندسي يعتبر اللغة المشتركة بين المهندسين. وهناك أنواع من الرسومات تناظر التعدد في لغات العالم المختلفة فمثلا هناك رسومات خاصة بالمهندسين المدنيين وأخرى خاصة بمهندسي الكهرباء و الإلكترونيات و هكذا لباقي التخصصات المختلفة في المجال الهندسي.

و لكل نوع من أنواع هذه الرسومات مصطلحاته ورموزه المتعارف عليها لأهل التخصص الواحد مثل ما لكل لغة من حروف وكلمات و جمل و عبارات ينصح باستخدامها حتى تضفي جمال التعبير عن المعلومة.

ففي الرسومات الهندسية المستخدمة في مجال الإلكترونيات والكهرباء رموز للمكونات والوحدات والأجهزة الإلكترونية والكهربية تعتبر حروفاً للغة الرسم الهندسي المتخصص. فإذا ما تم ربط مجموعة مختلفة من رموز المكونات الإلكترونية تكونت الدائرة الإلكترونية والتي تكون بمثابة الكلمة في اللغة. وهذه الدائرة الإلكترونية لها قواعد و أصول في بنائها مثل ما للكلمة من أصول و قواعد في تكوينها. و إذا ما تم أيضاً ربط عدد من الدوائر سواء المتشابهة أو المختلفة أعطت معنى النظام للجهاز الإلكتروني مثل جهاز الراديو أو التليفزيون أو وحدة تغذية أو نظام السنترال، ٠٠٠٠إلخ و ذلك بما يتشابه مع الجملة باللغة حيث تماثل الربط بين الكلمات سواء المتشابهة أو المختلفة لتعطي جملة مفيدة.

ومما سبق نجد أن التعرف على رموز العناصر والوحدات الكهربية والإلكترونية يعتبر ذا أهمية كبرى في مجال الصناعة لكي نستطيع قراءة وفهم الدوائر الإلكترونية المختلفة والعديدة للقيام بتشغيلها و صيانتها. لذا نجد أن أي متخصص في مجال الإلكترونيات لابد أن يتوفر لديه الإلمام الكافي والمعرفة بالعناصر الإلكترونية المختلفة وطريقة عملها من الناحيتين النظرية والتطبيقية بغية الوصول إلى فهم وتصور لطريقة عمل دائرة ما تتكون من مجموعة من هذه العناصر الإلكترونية مجتمعة مع بعضها وتقوم بأداء وظيفة معينة.

ومن ثم نجد أن جزءاً كبيراً من الرسم في فرع الهندسة الكهربية و الإلكترونية عبارة عن رسومات تخطيطية Schematic Diagrams. و هذا النوع من الرسومات يجعل استخدام الرموز سهلاً وذا معنى مهم. و من المعروف أصلا أن هذه الرموز تم رسمها لتمثيل المعنى التكويني و الوظيفي للعنصر الكهربي و الإلكتروني بشرط أن تكون سهلة و ميسورة في الرسم المتخصص. و على أية حال فإن الأشكال التكوينية والرموز تغيرت بصورة اعتبارية خلال السنوات الأخيرة، و حتى الآن لا يوجد تشابه كبيرً طبيعي بين الرموز والشكل التكويني المعبر عن العنصر أو المكون الكهربي أو الإلكتروني.

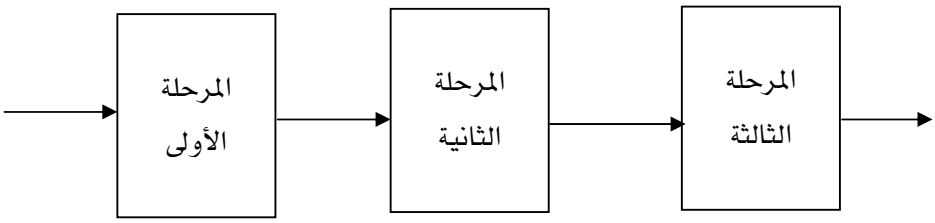
ولكي يتم توحيد و تسهيل عمل و قراءة الرسومات الكهربية و الإلكترونية قامت جهات مختصة صناعية و حكومية مثل IEEE, EIA, ITU-T, ISO حيث تكاتفت معا أو كانت كل منها منفردة لعمل قوائم للرموز البيانية القياسية لكي يتم استخدامها في رسم وقراءة الدوائر والأنظمة الكهربية و الإلكترونية عالميا.

١ -٢ وصف مكونات الدوائر الإلكترونية

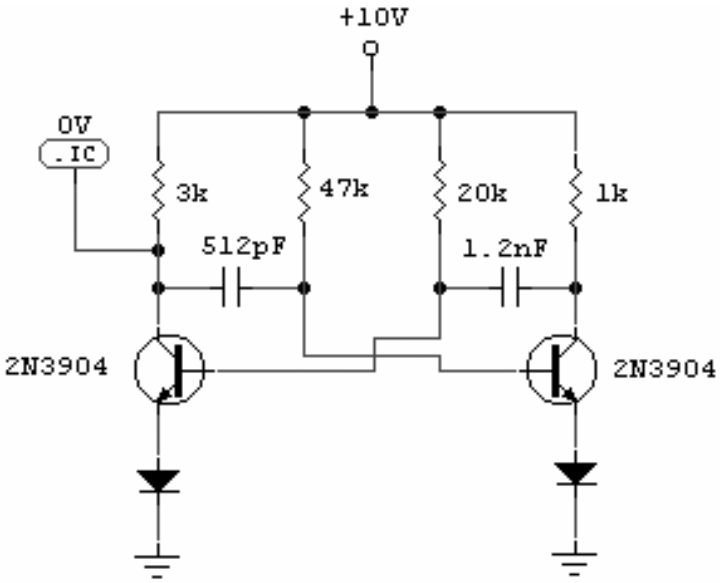
إن فكرة و نظرية تشغيل الدوائر الأساسية أو بعض منها ليس الهدف هنا ولكن الهدف المرجو هو تكوين إحساس لدى القارئ لقراءة الدائرة و التعرف على تكوينها حتى يتمكن من رسمها بمعرفة تامة دون الوقوع في أخطاء فنية .

وتجدر الإشارة هنا إلى أن المعرفة الكاملة لنظرية تشغيل الدوائر الإلكترونية وأنواعها لن يتأتى إلا بالدراسة المستفيضة لنظرية الدوائر الإلكترونية و طرق تصميمها. و يعتبر هذا ذا أهمية كبرى وذلك عندما يطلب من القارئ تبسيط وفهم نظام إلكتروني معين باستخلاص الرسم المرحلي (الصندوقي) له Block diagram من واقع الرسم التخطيطي Schematic diagram لمجموعة من الدوائر الإلكترونية

الأساسية الممثلة لهذا النظام . فإذا لم يعرف القارئ الدوائر المشهورة و الأساسية فلن يستطيع تكوين الرسم المرحلي لجهاز معين والشكل ١ -١ يوضح المخطط الصندوقي بوجه عام كما أن الشكل ١ -٢ يوضح الرسم التخطيطي لدائرة الكترونية .



شكل ١ -١: المخطط الصندوقي.



شكل ١ -٢: الرسم التخطيطي لدائرة الكترونية.

ومن ناحية أُخرى فسوف يجد القارئ أن لديه المقدرة و الخبرة على تتبع الإشارات و الجهود بالدوائر التخطيطية مما يمكنه من اكتساب خبرة في صيانة وإصلاح أعطال الدوائر الإلكترونية المختلفة.

إن التعرف على الدوائر الأساسية و فهم نظريتها في بساطة شديدة يعتبر الخطوة السابقة لمرحلة رسم الدوائر التخطيطية كما كانت الرموز و شرح كيفية رسمها الخطوة السابقة للدوائر الأساسية .

ورسم الدوائر التخطيطية Schematic Diagrams يطلق عليه أيضا رسم الدوائر النظرية Theoretical diagram أو رسم دوائر العناصر Elementary diagram و جميعها تشترك في المعنى الواحد و هو إيضاح وظائف و علاقة عناصر الدائرة ببعضها و أيضا الدوائر الجزئية Sub circuits بالنظام بعضها . و لذا فإن هذا النوع من الرسم يستخدم في تصميم و تحليل ودراسة الدوائر الكهربية و الإلكترونية وفي أغراض بناء الأجهزة و أيضا في صيانة وخدمة الأجهزة الإلكترونية.

و لشرح هذا النوع من الرسم لابد للقارئ أن يكون لديه الفكرة عن أسس رسم الرموز الكهربية و الإلكترونية و معرفة بعض النظريات الأساسية للكهرباء والإلكترونيات كما يتطلب أيضا التعرف على بعض الدوائر الإلكترونية والكهربية الأساسية ذات الشهرة الكبيرة و التي لا يخلو أي جهاز من وجودها فيه

وكما أشرنا سابقاً بأن الرموز الكهربية و الإلكترونية ما هي إلا حروف للغة و أن الدوائر الأساسية ما هي إلا محاولة لتكوين كلمات لغة. إن دراسة رسم الدوائر التخطيطية ما هو إلا تكوين كلمة أو مجموعة كلمات تعطى جملة مفيدة لنفس اللغة . فمعنى تكوين جملة مفيدة هنا هو تكوين دائرة كبيرة تتكون من عدد من الدوائر الأساسية لتعطى وظيفة أو مهمة خاصة مثل دائرة جهاز راديو - تسجيل - تليفزيون ... إلخ . ولذا عندما نلم بكل معلومات هذا الباب فإننا نكون قادرين عندئذ على تخطيط و رسم أي دائرة إلكترونية دون الوقوع في أبسط الأخطاء .

ونحب هنا أن نشير إلى أهمية هذا النوع من الرسم نظرا لوجوده على كل منتج لغرض التعرف أو التمييز بين المنتجات المتشابهة أو الصيانة. فكما تكتب مكونات و مركبات الدواء أو أي سلعة مركبة لكي يتعرف عليها مستخدمها دون أدنى أثر جانبي ، فإنه كان من الضروري و لزاما على مصمم و منتج الأجهزة الكهربية والإلكترونية تزويد المنتج الخاص به بالدوائر التخطيطية الموضحة لمركبات الجهاز و معلومات عن كل عنصر داخل الدائرة حتى يمكن التعرف على مميزات الجهاز و موانع استخدام الجهاز أو العوامل التي نتجنبها للحصول على الأداء الجيد للجهاز و لا نقول هنا عيوب الجهاز.

١ -٣ وصف مكونات الدوائر

إن لوحات الدوائر المطبوعة تميزت عما سبقها بمميزات كثيرة في تجميع العناصر الكهربية والإلكترونية الصغيرة الحجم أو خفيفة الوزن أو لتجميع بعض العناصر الصغيرة في الدائرة الواحدة أو النظام واستثناء العناصر التي لها شكل وحجم ميكانيكي كبيرين حيث تثبت على أجزاء من كابينة أو هيكل الجهاز .

وتعتبر لوحات الدوائر المطبوعة أكثر كفاءة وأكثر الطرق الصناعية إنتاجية ولذا فقد تعرضت في الآونة الأخيرة إلى التطوير المستمر للوصول بها إلى الصورة المثلى ، فظهر إلى جانب لوحات الدوائر المطبوعة أحادية الجانب لوحات أخرى ثنائية الجانب وأخرى متعددة الطبقات ، وظهرت أيضا صناعة الدوائر المطبوعة المرنة كالدائرة المطبوعة على الشريط البلاستيكي الموصل على الرأس المتحرك والذي يحتوي على مخزن الحبر الأسود والملون في الطابعة التي في المعمل أو المكتب إلى جانب الدوائر المطبوعة على لوح متماسك .

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

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

أما لوحات الدوائر المطبوعة متعددة الطبقات Multi-layer مثل اللوحة الأم في الحاسب (Motherboard) فهي تعتبر نفس لوحات الدوائر المطبوعة ثنائية الجانب إلا أن جسم الشريحة العازلة يتخلله طبقة أو أكثر من النحاس أو أي مادة موصلة تعبر عن موصلات أخرى تتمم وتكمل التوصيلات الناتجة من طبقتي النحاس الخارجتين للدائرة المرغوبة حيث يتم في هذه الحالة رسم الدائرة على الحاسب وبعد التأكد من النتائج المطلوبة يتم طبع الطبقات المختلفة للدائرة ثم وضعها على جهاز خاص يقوم بحفر كل طبقة على لوحة خفيفة ومن ثم تجميع الطبقات مع ببعضها حيث يتم كبسها عن طريق مكبس

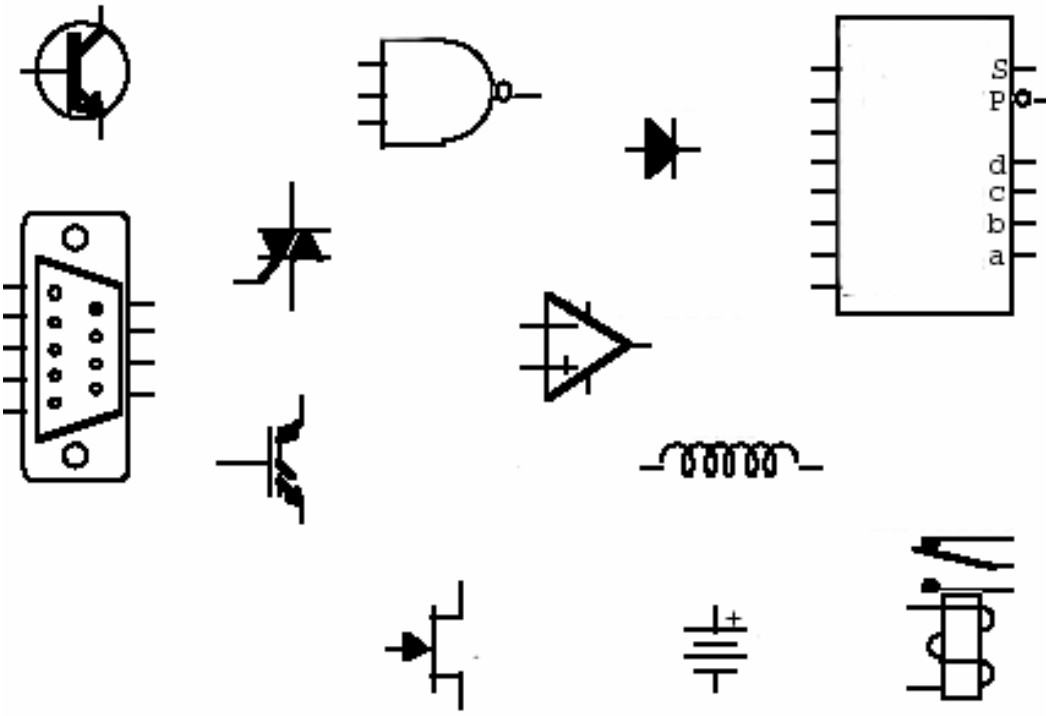
خاص ثم بعد ذلك يجري تثقيبها ثم وضع العناصر المختلفة عليها ولحامها ويتم استخدام مثل هذه التقنيات في المصانع التي تنتج هذه الدوائر المطبوعة بشكل تجاري أو في مراكز البحوث .

تتكون أي دائرة الكترونية من عدد من العناصر الإلكترونية الفعالة Active Elements وهي عبارة عن أية عناصر تحتاج إلى مصدر جهد لتشغيلها مثل الترانزستورات Transistors ، الموحدات Diodes ، مكبر العمليات التشغيلى Operational Amplifier أو أي دائرة متكاملة (IC: Integrated circuit) كما أن هناك عناصر غير فعالة Passive Elements مثل المقاومات Resistors ، المكثفات Capacitors والمفات Inductors والشكل ١ -٣ يوضح بعض من هذه العناصر الإلكترونية. كما أنه عند إنتاج الدوائر الإلكترونية على اللوحات المطبوعة فإنه يكون هناك بعض الأجزاء الميكانيكية و التي يتم تثبيتها على واجهة الجهاز والتي بدورها تكون متصلة بالدائرة الإلكترونية من الداخل ويتم عن طريقها تشغيل الدائرة الإلكترونية.

ولتجميع أية دائرة إلكترونية فإن ذلك يتم على نطاق مصغر وهو ما يقوم به المتدرب مثلاً عند تجميع دائرة الكترونية لإختبارها فمثلاً يمكن استخدام لوحة تجارب بلاستيكية وتسمى Bread Board حيث يمكننا وضع العناصر الإلكترونية المختلفة عليها ومن غير استخدام لحام القصدير كما أنها تتميز بالسرعة من ناحية الإستخدام ويستخدمها المتدرب أو المصمم وذلك لإختبار دائرة الكترونية ما أو جزء من دائرة لمعرفة كيفية تشغيلها أو لدراسة الدائرة بوجه عام ولإجراء بعض التغييرات على الدائرة ومن ثم دراسة أثر هذه التأثيرات على الدائرة. وهذا النوع من اللوحات لا يعتبر الشكل النهائي للدائرة المنتجة.

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

كما أنه يوجد نوع آخر من اللوحات يسمى Strip Board حيث إن هذا النوع من الشرائح يتميز بوجود ثقوب جاهزة للإستخدام في تثبيت العناصر الإلكترونية المختلفة حيث توجد هذه الثقوب على مسافات معدة سلفاً وطبقاً لمواصفات عالمية.



شكل ١ -٣: بعض الأنواع المختلفة للعناصر الإلكترونية.

١ -٤ تجميع الدوائر الإلكترونية

إن الدائرة الإلكترونية المطبوعة لا يمكن الاستفادة منها على شكل منتج تجاري إلا بعد وضعها في كابينة أو صندوق مناسب ثم تثبيت بعض الأجزاء الميكانيكية من الخارج والتي تسهل عملية التعامل مع هذه الدائرة أو تلك. فمثلاً في جهاز الراديو يوجد مفاتيح ميكانيكية على واجهة جهاز الراديو وهي عبارة عن مقاومات متغيرة وذلك لضبط قيمة الموجة حيث إنه لا يمكن الاستفادة من هذا الراديو بالنسبة للمستخدم العادي إلا بوجود مثل هذه المفاتيح حتى يتمكن من استخدام ذلك الراديو. أما في المختبر فيمكن عمل جهاز راديو على شكل لوحة مطبوعة واستخدامه من غير وجود أية أجزاء إضافية مثل الصندوق الخارجي للراديو. ولكي تتم عملية تجميع الدوائر بشكل فاعل فإنه تجب اتباع الخطوات التالية:

١ - يتم تحديد العناصر التي تثبت على واجهة أو مؤخرة الجهاز مثل المقاومات المتغيرة Variable Resistance ، مكثف متغير Variable Capacitor ، فيوز Fuse ، فرع التغذية AC أو أية أطراف خارجية يتم توصيل الدائرة الإلكترونية بها ولا تدخل في تصنيع الدائرة المطبوعة وتثبت ميكانيكياً على واجهة أو مؤخرة الجهاز حتى تكون في متناول اليد.

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

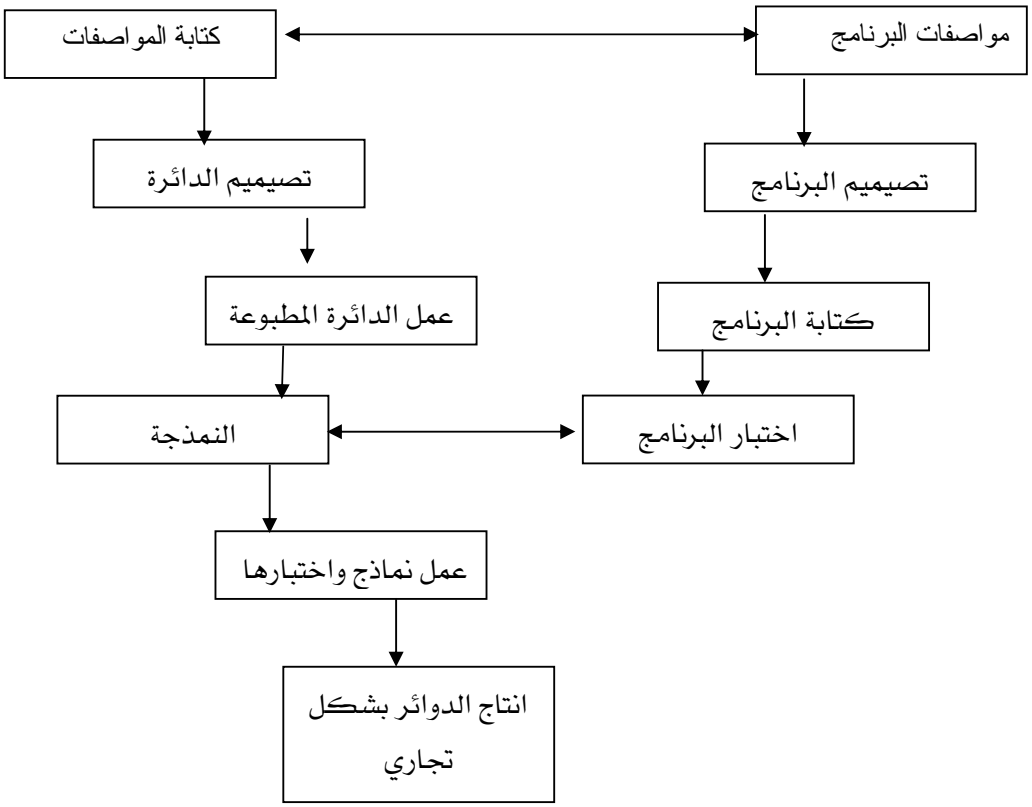
٣ - تخصم العناصر من الفقرتين ١ و٢ من مجموع العناصر الكلية للدائرة والمتبقي يفترض أنه صغير الحجم والوزن.

٤ - يتم تثبيت العناصر المتبقية على دائرة ، أو دائرتين أو أكثر من ذلك.

٥ - بعد ذلك يتم تعريف جميع العناصر المثبتة ميكانيكياً على واجهة الجهاز وخلفه أما الدوائر المطبوعة والتي تم عملها فيتم تثبيتها ميكانيكياً في كابينة الجهاز ويتم توصيلها بالأجزاء الميكانيكية الخارجية.

١ -٥ المميزات العامة لاستخدام الرسم بواسطة الحاسب وأهميته في الصناعة

حتى يسهل علينا تقييم أهمية الرسم بواسطة الحاسب وبيان أهميته في الصناعة يجدر بنا أن نتعرف على الكيفية التي يتم بها عمل هذه الدوائر وذلك من واقع ما يتم في في عالم تصنيع الدوائر الإلكترونية. فمثلاً يوضح الشكل ١ -٤ المراحل التي تمر بها عملية تصنيع الدائرة الإلكترونية من البداية للنهاية.



شكل ١ -٤: المراحل التي تمر بها عملية تصنيع الدائرة الإلكترونية.

من الشكل السابق يتبين لنا ما يلي :

١ - أن أولى خطوات صناعة الدوائر المطبوعة هي عملية إعداد مواصفات الدائرة حيث يتم ذلك عن طريق الشخص أو الجهة المستفيدة من الدائرة حيث يتم كتابة هذه المواصفات للدائرة مثل

كم درجة الحرارة التي يمكن أن تعمل عندها الدائرة من غير أن يؤثر ذلك على طريقة عملها وما هي أبعاد هذه الدائرة ومواصفاتها الأخرى. هذه المواصفات يتم إعطاؤها للجهة المصنعة للدائرة بحيث تستطيع في ضوء هذه المعطيات أن تخرج بالتصميم المطلوب للدائرة. وفي نفس الوقت إذا كان يتطلب عمل الدائرة كتابة بعض البرمجيات بحيث يمكن تخزينها على ذاكرة في الدائرة المطبوعة Firmware فإنه يمكن كتابة هذه المواصفات المطلوب عملها للبرنامج حتى يمكن دمجه أو وضعة مع الدائرة Embedded System.

٢ - الخطوة الثانية هي عملية تصميم الدائرة المطلوبة من حيث يتم عمل الرسومات التخطيطة Schematic Diagrams وهي عبارة عن رسم للدائرة وهو عبارة عن رسم محدد للدائرة ويعكس تصميم الدائرة الحقيقية والتي يتم تكوينها من هذا الرسم التخطيطي. هنا يأتي دور حزم البرمجيات التي تستخدم في رسم الدوائر المطبوعة مثل برنامج Or Cad, Protel, Eagle, CircuitMaker, Cadence, Mentor Graphics وغيرها من حزم البرمجيات التي تستخدم في الصناعه. والدوائر المطبوعة والجيدة يجب أن يتوفر فيها بعض المعلومات والتي تفيد في فهم طريقة التعامل مع الدائرة مثل كتابة بعض الأسماء على الدائرة المطبوعة مثل اللوحة الأم في الحاسب الآلي حيث يكتب بجوار التوصيلات أسماؤها مثل توصيلة القرص الصلب ومن أين يبدأ العد لأطراف التوصيل وهكذا. حتى إنه في أحيان أخرى يتم وضع عناصر إضافية خالية من أية مواصفات Blank Components أثناء تصميم الدائرة على الحاسب ثم يتم طبعها على الدائرة المطبوعة وذلك حتى يتمكن الشخص من وضع العناصر المطلوبة في هذه المنطقة من الدائرة مثل قاعده لدائرة متكاملة رقمية يمكن إضافتها مثلاً في حالة الرغبة في الحصول على مواصفات أفضل لطريقة عمل الدائرة بعد التصنيع. ولقد سهلت عملية الرسم باستخدام الحاسب كثيراً من الأمور المعقدة والتي كانت تستغرف كثيراً من الوقت للإعداد والتصميم أما الآن فإن يمكن للمصمم أن يختار نوع العناصر المطلوبة للدائرة ثم يقوم بتوصيلها ومن ثم القيام باختبار الدائرة ومحاكاتها كما لوكانت حقيقة ماثلة للعيان حيث إن ذلك يوفر الكثير من الجهد والمال بحيث إذا ما تم تصميم الدائرة ومحاكاتها بشكل ناجح فإن الخطوة التالية لذلك هي عمل الدائرة المطبوعة نفسها.

٣ - إن الدائرة المطبوعة تماثل الرسم التخطيطي ولكن هناك اختلافاً بينهما حيث إن الرسم التخطيطي قد وضع لغرض أن تكون الدائرة سهلة القراءة readable والفهم أما الرسم أو المخطط للدائرة المطبوعة فهو وظيفي functional وكذلك عند رسم الدائرة المطبوعة على الحاسب تظهر خطوط التوصيل غير مفهومة ومتداخلة حيث إن الحاسب يحاول حساب أقصر مسافة توصيل بين العناصر وبالتالي يأتي دور العنصر البشر ي ذ و الخبرة حيث يتطلب ذلك من الشخص استخدام الطريقة اليدوية وذلك باستخدام الفأرة في الحاسب وسحب بعض العناصر على اللوحة المطبوعة إلى أماكن متفرقة بحيث تصبح عملية تصميم خطوط التوصيل وكأنها تبدو أقل تعقيداً من ذي قبل.

٤ - أما الخطوة الرابعة في عمل الدوائر المطبوعة فهي عملية النمذجة Prototyping حيث يتم عمل عدة نماذج من الدائرة المطبوعة حيث يتم تجربتها في المعمل للتأكد من أن طريقة عملها صحيحة. وعند هذه الخطوة يكون قد تم تصميم البرامج المناسبة (والتي ربما يحتاج إليها في عمل الدائرة) وتمت كتابتها وعندها يتم تحميل هذه البرامج على ذاكرة موضوعة على نموذج الاختبار.

٥ - بعد ذلك تتم عملية توزيع نماذج لأكثر من جهة وذلك لمعرفة مدى صلاحيتها من ناحية الإستخدام وما هي العيوب التي تمكن أن تظهر في الدائررة والتي لم يتم التعرف عليها معملياً وتسمى هذه الطريقة بطريقة عمل النماذج المثالية في الأداء Pilot run .

٦ - بعد الانتهاء من المرحلة الخامسة وبعد اختبار الدائرة بشكل مكثف تأتي المرحلة الأخيرة وهي عملية تصنيع الدائرة على نطاق تجاري بحت حيث يتم دراسة العرض والطلب في الأسواق ومن ثم يتم انتاج العدد اللازم من هذه الدوائر المطبوعة ويتم تغليفها ببعض البلاستيك وأحياناً في كروت التوسعة للحاسبات يتم تغليف هذه الكروت بأنواع خاصة من البلاستيك الواقي من الكهرباء الإستاتيكية والتي تنتج عن تلامس الجسم بهذه الكروت حيث يتم في هذه الحالة وضع توصيلة خاصة على اليد يتم توصيلها بالأرضي وذلك لسجب الكهرباء الساكنة أو الإستاتيكية وحتى لا يتأثر الكرت الإلكتروي بذلك.

تصميم بواسطة الحاسب

التعرف على برنامج الرسم من خلال بيئة النوافذ

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

٢ -١ مقدمة:

الأهداف السلوكية:

بعد دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب من :

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

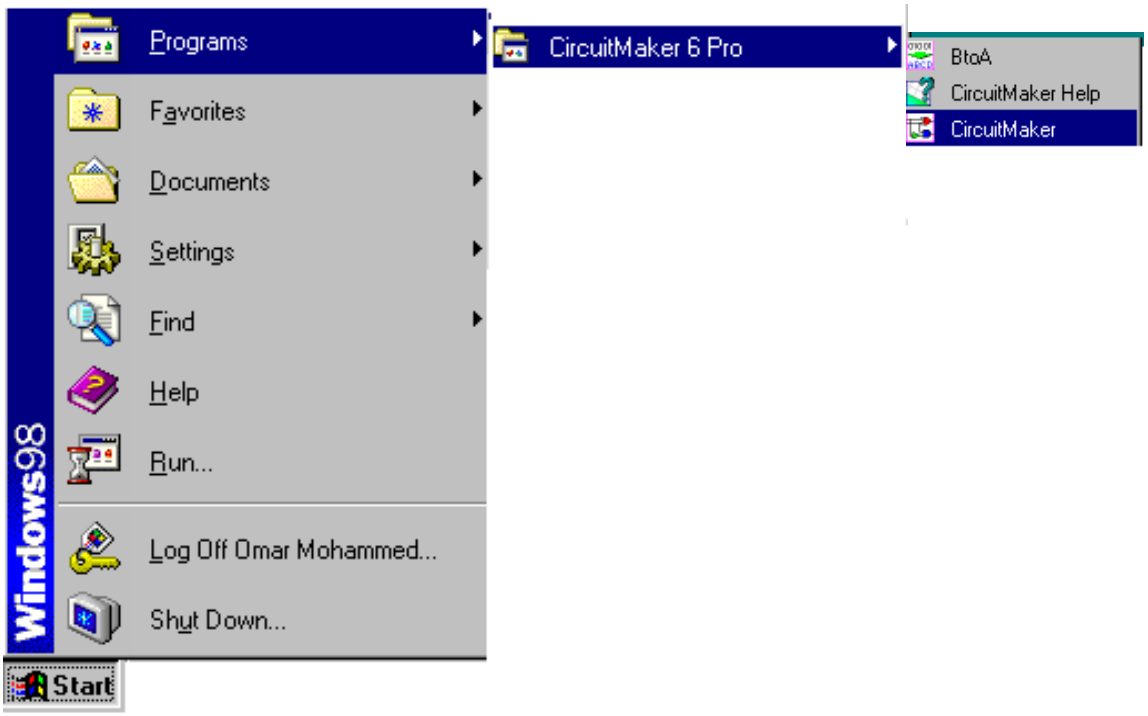
استعرضنا في الوحدة الأولى من هذه الحقيبة الكيفية التي يتم بها وصف الدوائر الإلكترونية على شكل مخططات صندوقية كما تعرفنا على الكيفية التي يتم بها تجميع الدوائر على اللوحة المطبوعة ثم بعد ذلك تطرقنا بعد ذلك إلى عرض لمحة عن المميزات العامة لاستخدام الرسم بواسطة الحاسب وأهميته في الصناعة. وفي هذه الوحده سوف نتعرض بالتفصيل لشرح برنامج الرسم الإلكتروني Circuit Maker ٦ Pro وبيئة النوافذ فيه من حيث سهولة الاستخدام وذلك من خلال ما يوفرة لنا على الواجهة الرئيسية من قوائم وأدوات تسهل علينا بشكل كبير عملية رسم الدوائر الإلكترونية المختلفة سواء كانت تماثلية Analog أو رقمية Digital. يتميز البرنامج بوجود مكتبة إلكترونية للعناصر الإلكترونية المختلفة وكذلك يحتوي على أجهزة القياس تماماً كالتي تستخدم في المعامل كالملتيميتر الذي نستطيع أن نقيس به الجهد والتيار والمقاومة وكذلك الأوسيلوسكوب أو راسم الموجة والذي من خلاله نستطيع أن نتتبع الشكل الموجي للخرج أو الدخل أو عند أية نقطة نختارها. هذا بالإضافة إلى أنه يمكننا الاستفادة من دوائر كنا قد حفظناها سابقاً ونريد أن نستخدمها في تصميمات جديدة. حيث أنه بعد عملية الرسم يتم اختبار وفحص الدائرة الإلكترونية وذلك من خلال عملية المحاكاة والتي تساعدنا على التأكد من صحة وآلية عمل الدائرة كما أن عملية المحاكاة تساعدنا في تغيير بعض العناصر الإلكترونية في الدائرة ومن ثم عمل محاكاة لها من جديد بغية التعرف على التحسينات التي قد تطرأ على آلية عمل الدائرة في ظل وجود التغييرات التي حصلت عليها. أن هذا بحد ذاته يوفر علينا الكثير من الجهد والمال حيث يتم توصيل الدائرة واختبار آلية عملها كما لو أنها حقيقة نشاهدها أمامنا ومن ثم يمكن بعد عملية المحاكاة والتأكد من صحة النتائج التي حصلنا عليها أن نقوم بشراء القطع الإلكترونية اللازمة وتوصيل الدائرة التي قمنا بمحاكاتها .

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

٢ -٢ تشغيل البرنامج :

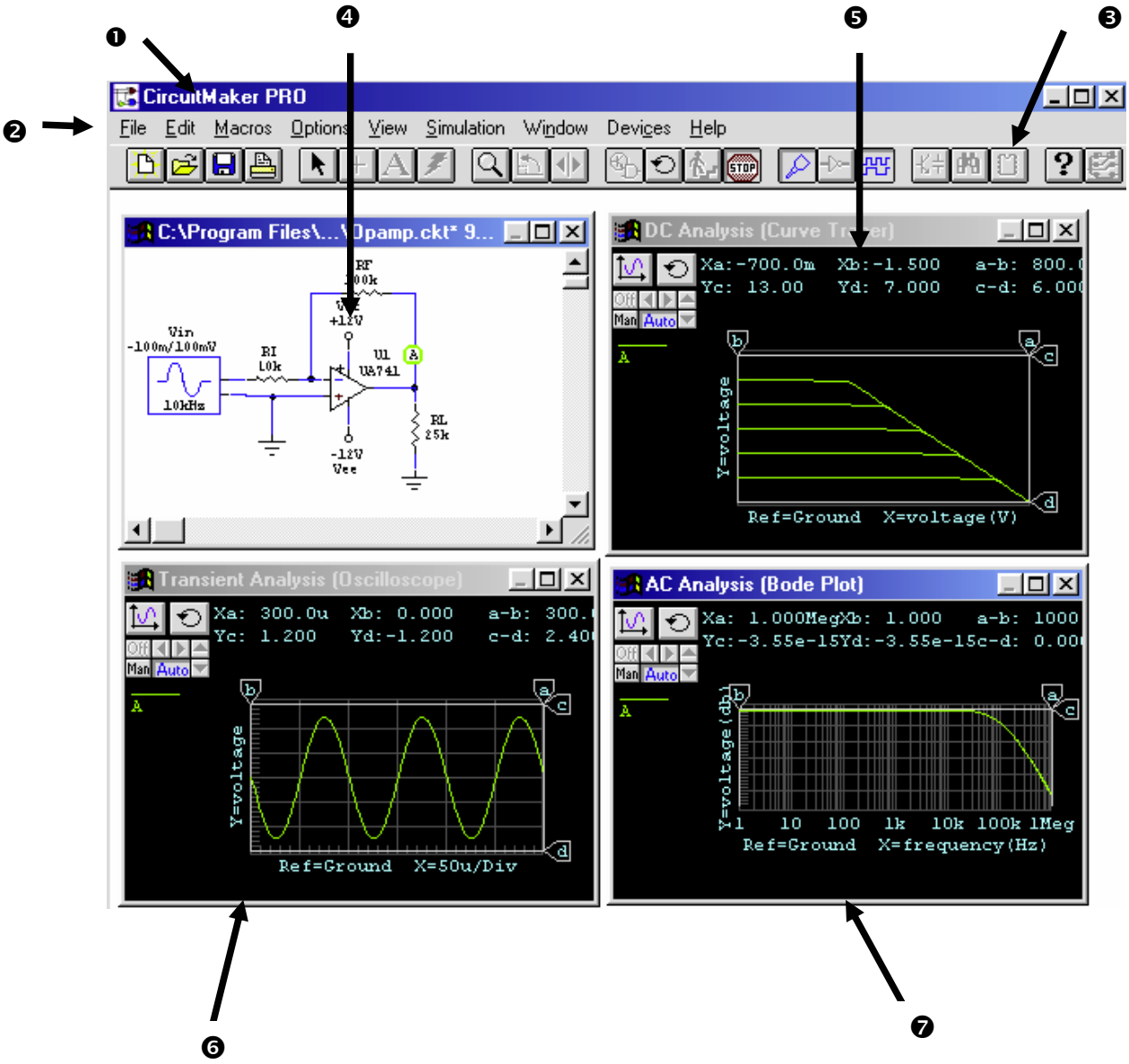
بعد تحميل برنامج الرسم الإلكتروني Circuit Maker ٦ Pro على الحاسب نقوم باتباع الخطوات التالية لتشغيل البرنامج:

- نقوم أولاً بالذهاب إلى شريط الإدوات ونقوم بالضغط على Start ثم نقوم باختيار Programs حيث تظهر لنا قائمة فرعية نختار منها CircuitMaker ٦ Pro ومنها أيضاً تظهر لنا قائمة فرعية أخرى نختار منها CircuitMaker وكما هو موضح في الشكل ٢ -١.



شكل ٢ -١ : كيفية تشغيل برنامج الرسم الإلكتروني.

نحصل على النافذة الأساسية لبرنامج الرسم وذلك عند النقر على الاختيار CircuitMaker وكما هو موضح في الشكل ٢ -٢.



شكل ٢ -٢: نافذة البرنامج الرئيسية.

هنا نجد أن الشاشة الأساسية للبرنامج تتكون من

❶ شريط العنوان.

❷ شريط القوائم.
❸ شريط الأدوات.
❹ نافذة الرسم.
❺ نافذة تحليل دوائر التيار المستمر.
❻ نافذة التحليل العابر.
❼ نافذة تحليل دوائر التيار المتردد.

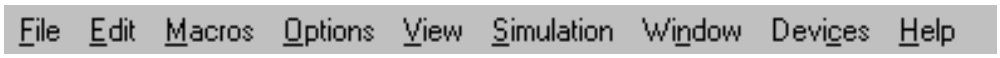
٢ -٢ -١ **شريط العنوان** Title Bar :

وهذا الشريط يساعدنا في التعرف على اسم الأداة المختارة وذلك عند تمرير المؤشر أو الفأرة فوق أي من الأدوات الموجودة على شريط الأدوات فمثلاً عند تمرير الفأرة على السهم فإن شريط العنوان يظهر كما هو مبين في الشكل ٢ -٣. كما أن هذا السطر يعطي أحيانا معلومات مفيدة عن الأداة المختارة.

شكل ٢ -٣: شكل شريط العنوان عند وضع الفأرة على السهم.

٢ -٢ -٢ **شريط القوائم** Menu Bar :

إن شريط القوائم في برنامج الرسم Circuit Maker ٦ Pro يتكون من القوائم التالية والموضحة في الشكل ٢ -٤.



شكل ٢ -٤: شريط القوائم

☑ قائمة الملف File .
☑ قائمة التحرير Edit.
☑ قائمة الماكروز Macros.
☑ قائمة الخيارات Options .
☑ قائمة الرؤية View .

☑ قائمة المحاكاة Simulation .

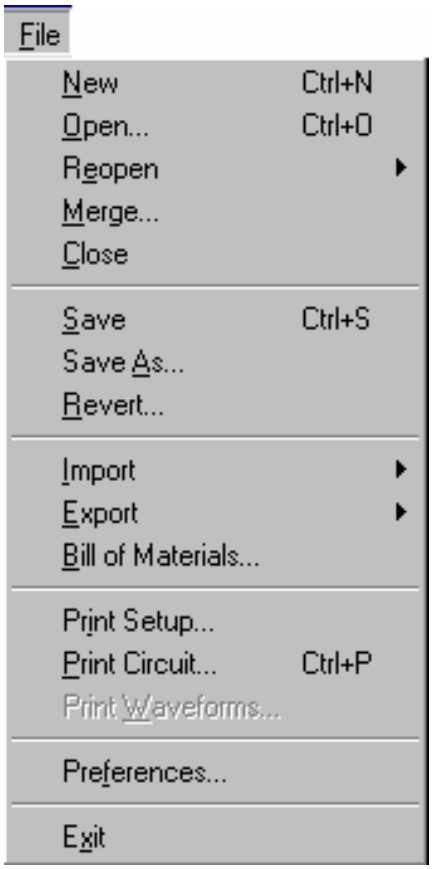
☑ قائمة النافذة Window.

☑ قائمة العناصر أو المكونات Devices .

☑ قائمة المساعدة Help.

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

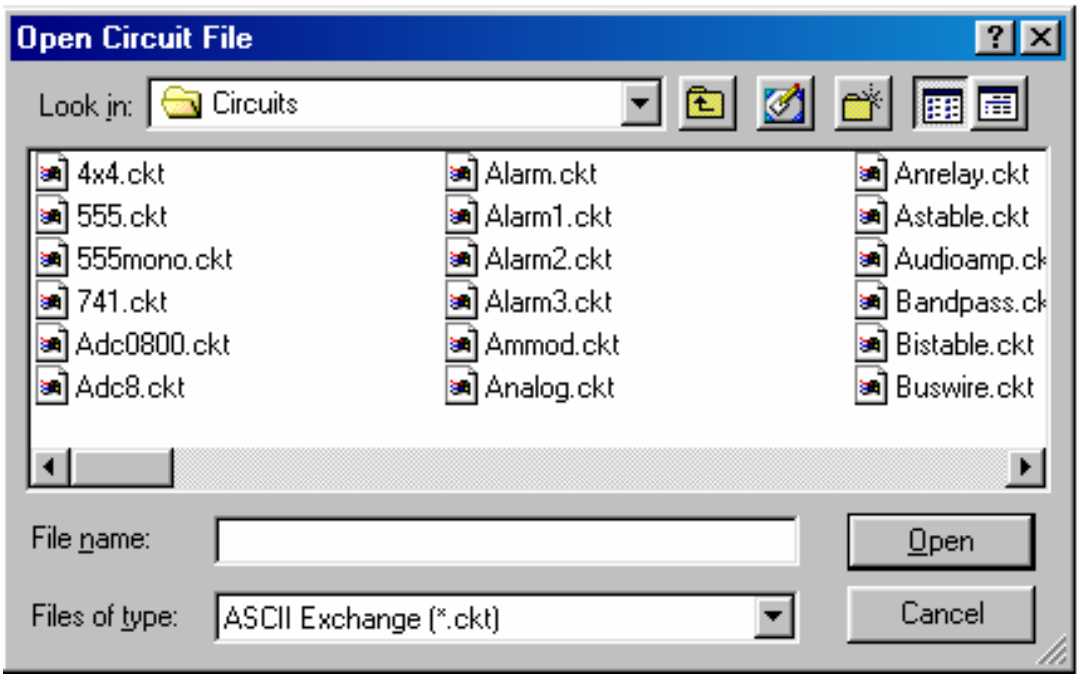
☑ **قائمة الملف** File : وتحتوي هذه القائمة المبينة في شكل ٢ -٥ على الخيارات التالية :



شكل ٢ -٥ : قائمة الملف.

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

- **فتح ملف** Open : ويستخدم هذا الاختيار لفتح ملف موجود أصلاً. وكما هو الحال كما في الاختيار السابق فإنه عندما نريد فتح ملف موجود لدينا من ذي قبل وحالياً يوجد ملف مفتوح فإن النافذة التي ظهرت في الاختيار السابق تظهر لنا من جديد بهدف التأكد فيما إذا كنا نريد حفظ الملف الحالي قبل فتح الملف المحفوظ لدينا من قبل. وعندما يتم اختيار فتح ملف سابق فإن النافذة الموضحة في شكل ٢ -٦.



شكل ٢ -٦: النافذة التي تظهر عندما نختار Open من قائمة الملف.

عند ذلك نقوم بالضغط مرتين بزر الفأرة الأيسر على ملف الدائرة الذي نريد فتحه أو نقوم بالنقر مرة واحدة على اسم الملف بزر الفأرة الأيسر حيث سنجد أن الإسم المختار قد كتب في الخانة المسماة File name بعد ذلك نقوم بالنقر بزر الفأرة الأيسر على الزر Open وعندها ستيم فتح الملف ونلاحظ أن أسماء الملفات يكون إمتدادها هو ckt.

- إعادة فتح ملف Reopen : ويستخدم هذا الخيار وذلك لفتح أي من آخر ثمانية ملفات تم فتحها مسبقاً كما هو موضح في الشكل ٢ -٧.

شكل ٢ -٧: النافذة التي تظهر عند اختيار Reopen.

- **تداخل** Merge : وهذا الخيار يساعدنا مثلاً على إضافة دائرة تم رسمها مسبقاً وموجودة على أسطوانة مرنة على سبيل المثال إلى الدائرة الحالية على نافذة الرسم.

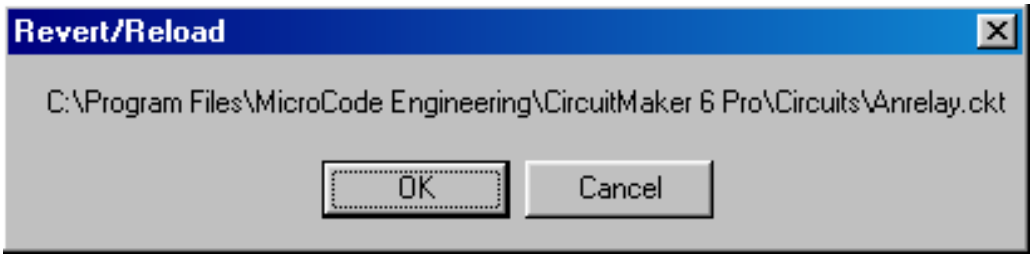
- **قفل ملف** Close : ويستخدم هذا الاختيار لإغلاق ملف مفتوح مسبقاً. وإذا كان هناك تغييرات قد حصلت على الملف وتم استخدام هذا الاختيار فإن نافذة تظهر للتأكد من أنك تريد حفظ التغييرات التي قمت بها.

- **حفظ** Save : ويستخدم هذ الخيار لحفظ الدائرة لحفظ الدائرة الحالية باستخدام الإسم الموضح على شريط العنوان الخاص بالدائرة . أما عند فتح ملف جديد فإن شريط العنوان الخاص بالدائرة سيحتوي على البيانات الموضحة في الشكل ٢ -٨. وعندها تظهر النافذة التي ظهرت في الشكل ٢ -٦ وهنا يمكن إعطاء إسم للدائرة مع ملاحظة كتابة امتداد اسم الملف وهو ckt وعند نسيان ذلك فإن البرنامج سيعتبر أن هذا الامتداد موجود.

شكل ٢ -٨: شريط العنوان الخاص بدائرة جديدة لم يتم تسميتها.

- **حفظ باسم** Save As : ويستخدم لحفظ الدائرة الموجودة على نافذة الرسم تحت إسم آخر.

- **عكس** Revert : ويستخدم هذا الخيار وذلك لإهمال أي تغييرات طرأت على الدائرة الموجودة حالياً على نافذة الرسم وإرجاعها إلى وضعها الذي كانت عليه قبل عمل التغييرات وعندها تظهر نافذة صغيرة وذلك للتأكد من أننا نريد أن نرجع الدائرة إلى الوضع الذي كانت عليه قبل عمل أي تغيير فيها والشكل ٢ -٩ يوضح النافذة التي تظهر عندما نختار عملية العكس.

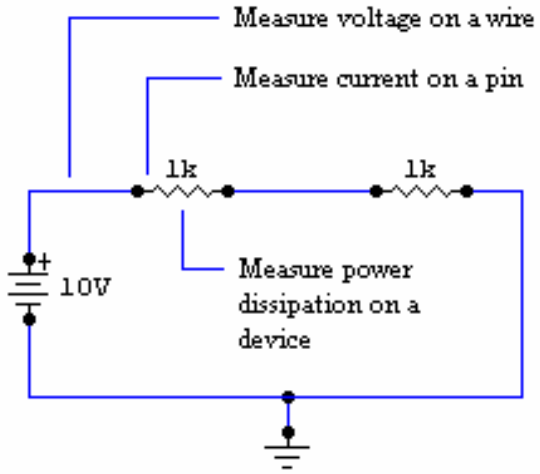


شكل ٢ -٩: النافذة التي تظهر عندما نختار عملية العكس.

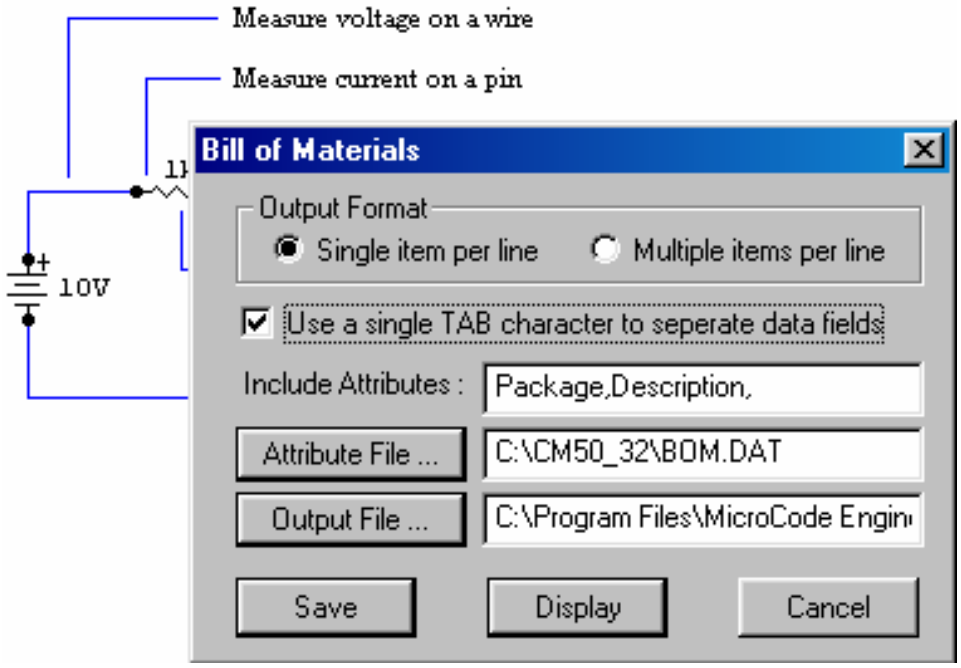
- **استيراد** Import : وهذا الخيار يتم فيه استيراد ومحاكاة نماذج كان قد تم عملها على برنامج محاكاة الدوائر والمسمى ب Spice وهي ليست محل دراستنا في هذا المقرر.

- **تصدير** Export : وهذا الخيار يسمح لنا بتصدير ملفات مختلفة وبأشكال مختلفة وتشتمل على الدوائر والأشكال الموجية والدوائر المطبوعة وغير ذلك.

- **قائمة بالعناصر** Bill of Materials : وهذا الخيار يساعدنا في الحصول على قائمة بأسماء العناصر المطلوبة للدائرة وعددها فمثلاً لو كان لدينا دائرة كما هو مبين في الشكل ٢ -١٠ ونريد أن نحصل على قائمة بالعناصر المكونة للدائرة فما علينا إلا أن نقوم بالنقر على هذا الاختيار ومن ثم تظهر النافذة الموضحة في الشكل ٢ -١١.

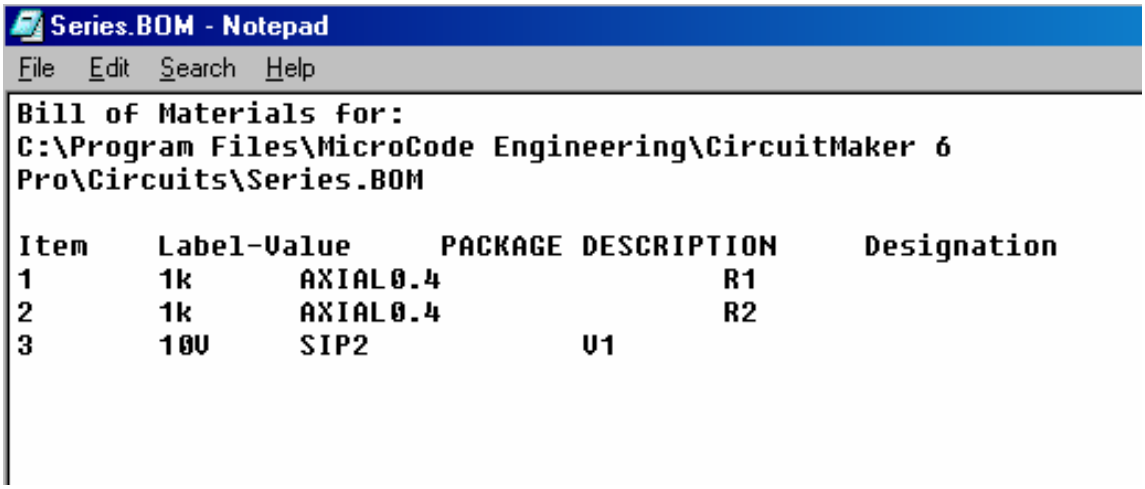


شكل ٢ -١٠: الدائرة التي يراد إيجاد قائمة بأسماء مكوناتها.



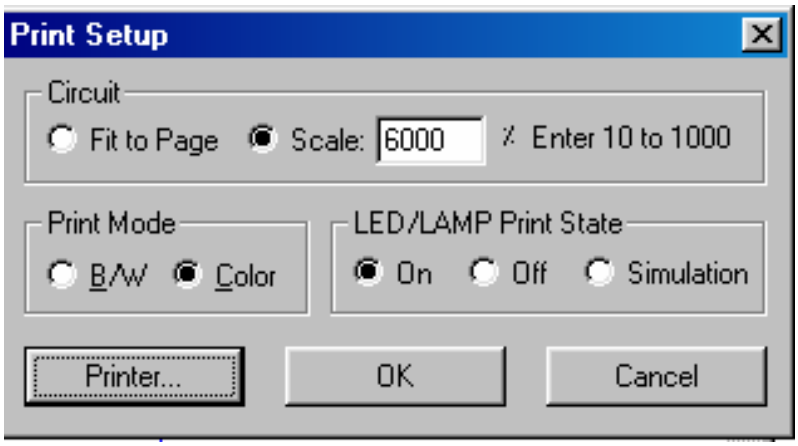
شكل ٢ -١١: النافذة التي تظهر بخصوص طريقة عرض المكونات.

حيث أننا هنا نريد أن نحدد شكل القائمة حيث قمنا باختيار Single item per line أي عنصر واحد في السطر الواحد وكذلك اخترنا Use a single TAB character to separate data fields وذلك بترك فراغ بالمسطرة بين كل حقل يظهر. كما أن النافذة تسأل عما إذا كنا نريد حفظ هذه القائمة في ملف أم نريد إظهارها على ملف من نوع Text مكتوب ببرنامج المفكرة . إذاً عندما ننقر على الاختيار Display تظهر لنا القائمة الموضحة في الشكل ٢ -١٢.



شكل ٢ -١١: القائمة التي تظهر بها مكونات الدائرة.

- **طباعة الإعدادات** Print Setup : وفي هذا الاختيار يتم تحديد الهيئة التي ستظهر عليها الدائرة عند طباعتها على الطابعة فمثلا عندما يتم اختيارنا ل Print Setup عندها تظهر لنا النافذة الموضحة في الشكل ٢ -١٣ حيث يمكننا اختيار ما إذا كانت الدائرة ستظهر ملونة وما هو المقياس الذي تظهر به وكذلك نوع الطابعة ومقاس الورق المستعمل.



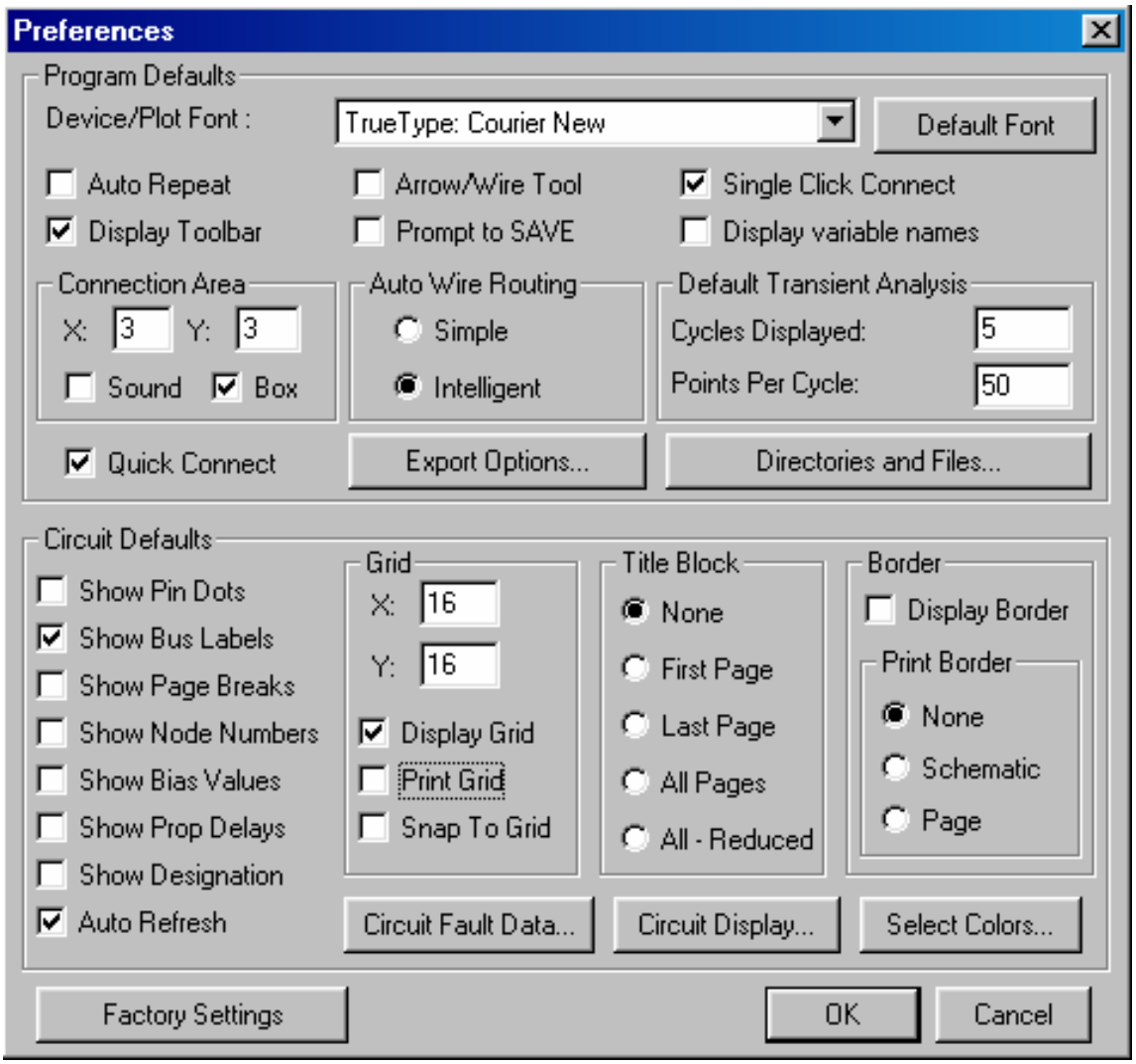
شكل ٢ -١٣ : تحديد موصفات الدائرة قبل الطباعة

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

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

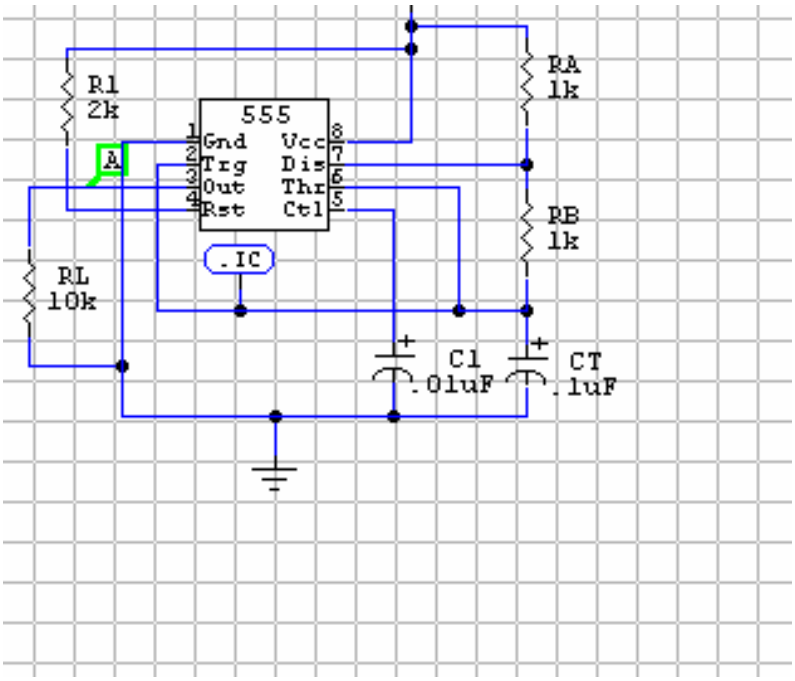
- **المفضل** Preference : حيث أنه عندما نريد رسم الدائرة ربما نحتاج إلى وجود بعض المربعات على نافذة الرسم وذلك يساعدنا مثلاً في وضع العناصر في أماكن محددة وسهل على العين المجردة رؤيتها حيث أننا يمكن تنشيط هذا الخيار وذلك عندما نفتح ملفاً به دائرة أو ملف جديد فمثلاً عند تنشيط هذا الخيار تظهر لنا النافذة الموضحة في

الشكل ٢ -١٤ ومنها يمكن التحكم في الخيارات من حيث شكل شبكة المربعات التي ستظهر وأبعاد المربعات واللون المطلوب لها وكذلك ما إذا كنا نرغب في وضع أرقام معينة على الأسلاك في الدائرة .



شكل ٢ -١٤ : النافذة التي تظهر عن اختيارنا ل Preference.

في النافذة السابقة والموضحة في شكل ٢ -١٤ لو قمنا بتطبق الإختيارات الموضحة بها فإن الدائرة وعند الضغط على الزر OK ستكون كما هو مبين في الشكل ٢ -١٥.



شكل ٢ -١٥: شكل الدائرة بعد تطبيق خيار المفضل عليها

- **خروج من البرنامج** Exit : ويستخدم هذا الخيار للخروج من البرنامج.

☑ **قائمة التحرير** Edit : وتحتوي هذه القائمة المبينة في شكل ٢ -١٦ على الخيارات التالية :

شكل ٢ -١٦: قائمة التحرير

- **إعادة لما قبل** Undo: ويعني إعادة آخر شيء تم عمله على الدائرة إلى وضعة السابق. فمثلاً لوقمنا بمسح بعض الخطوط في الدائرة التي نعمل عليها فإنه عند تنشيط هذا الإختيار لا يمكننا سوى إعادة آخر سلك تم مسحه.

- **قطع** Cut : وتعني القطع أي مسح الجزء من الدائرة الذي نختاره ويتم ذلك باختيار العنصر المراد مسحة أو العناصر وذلك بالنقر على زر الفأرة الأيسر واستمرار الضغط مع التحريك على نافذة الرسم في الاتجاه الذي نرغب في أن يتم اختيار العناصر المراد

قطعها ثم تنشيط هذا الإختيار. وفي هذا الخيار يتم وضع الجزء المقطوع في مكان تخزين مؤقت Buffer area حيث يمكن إرجاعه لاحقاً.

- **نسخ** :Copy : وهذا الاختيار يعني نسخ دائرة أو جزء منها أو سلك توصيل ويتم ذلك باختيار ما نريد ثم تنشيط هذا الخيار.

- **لصق** Paste : حيث يمكن للجزء الذي نسخناه في الإداة السابقة أن نلصقه في مكان آخر على نافذة الرسم.

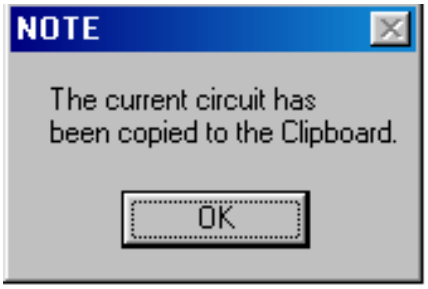
- **تحريك** Move : وهذا الخيار يساعدنا على تحريك الجزء الذي تم اختياره عن طريق أداة السهم ثم تنشيط هذا الخيار حيث سيظهر لنا الجزء الذي تم اختياره يتحرك مع حركة الفأرة ومن غير الضغط على أي من الأزاريـر وعندما نصل إلى المكان الذي نريد وضع الجز ء المتحرك فيه نقوم فقط بالضغط مرة واحدة على زر الفأرة الأيسر.

- **مسح عناصر** Delete Items : ويتم ذلك باختيار الجزء المراد مسحه ثم القيام بتنشيط هذا الخيار ونلاحظ هنا أنه باستخدام هذا الخيار فإنه فعلاً يتم مسح جميع الأجزاء التي قمنا باختيارها وهذا هو وجه الاختلاف بين هذا الخيار وأداة المسح التي سيتم التطرق إليها لاحقاً حيث أنها فقط تستطيع فقط مسح شيء واحد على الدائرة.

- **عمل نسخة أخرى مشابهة** Duplicate : هذا الاختيار يمكننا من عمل نسخة مطابقة لما تم اختياره وبعد تنشيط هذا الخيار سنري أن الجزء المنسوخ يتحرك مع حركة الفأرة إلى الوجهة التي نريد حيث أنه عندما نريد هنا أن نثبت الجزء المنسوخ فإننا أيضاً نقوم بالضغط على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة.

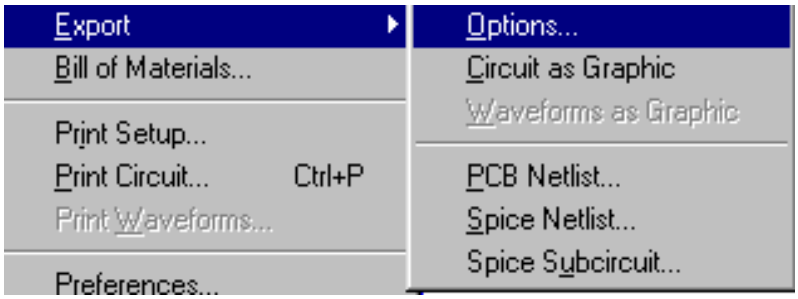
- **النسخ على لوحة الرسم** Copy to Clipboard : في هذا الخيار يتم نسخ إما الدائرة أو الشكل الموجي إلى لوحة الرسم Clipboard حيث أنه يتم تنشيط هذا الخيار كما في الشكل ٢ -١٧ حيث تظهر لنا نافذة تفيد بأن الدائرة مثلاً قد تم نسخها إلى لوحة الرسم كما هو مبين في الشكل ٢ -١٨.

شكل ٢ -١٧ : النافذة التي تظهر بعد اختيار Copy to Clipboard.



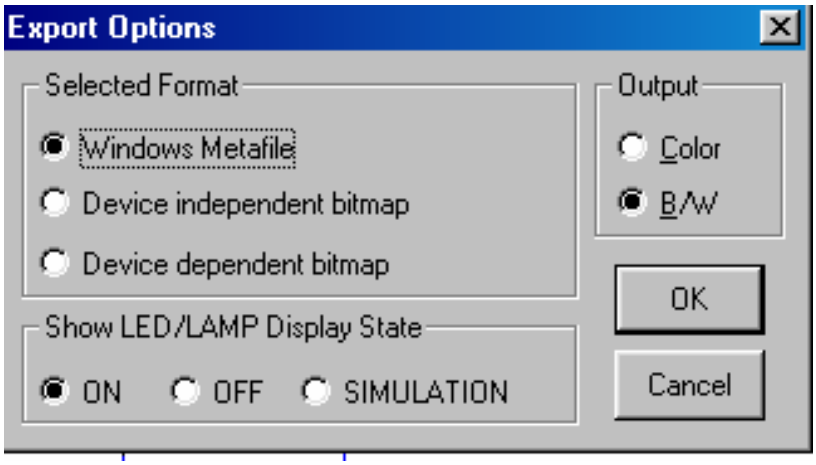
شكل ٢ -١٨: النافذة التي تفيد أن الدائرة قد تم حفظها لوحة الرسم Clipboard.

وبعد ذلك يتم الذهاب إلى الاختيار "تصدير" Export حيث يتم تنشيطه ومن ثم يظهر لنا شريط صغير مكتوب فيه خيارات Options كما هو مبين في الشكل ٢ -١٩.



شكل ٢ -١٨: تنشيط خيار Export.

بعد ذلك تظهر لنا نافذة كما هو مبين في الشكل ٢ -٢٠.

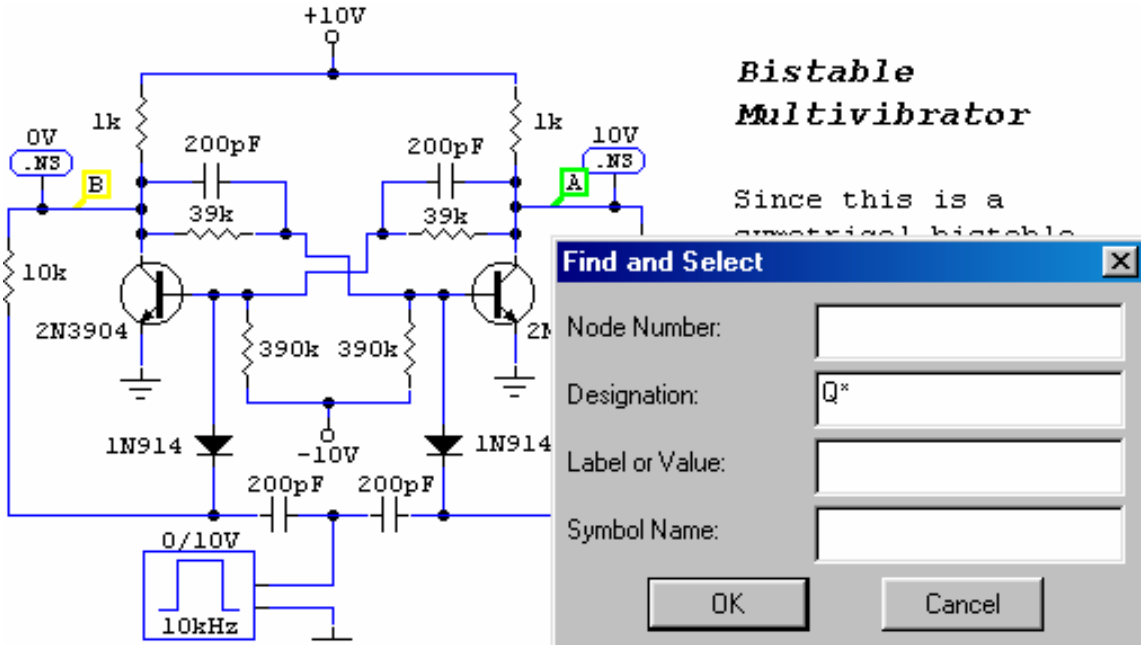


شكل ٢ -٢٠: النافذة التي تظهر بعد اختيار Options من الشكل السابق.

و كما نرى من النافذة السابقة أنه يمكننا تحديد أي نوع من الملفات نريد حيث يوجد ثلاثة أنواع من الملفات نختار منها مثلاً Windows Metafile كذلك لون الدائرة وهل هو أبيض وأسود B/W أم ملون Color ثم أنريد مثلاً أن تكون المصابيح أو اللمبات المنطقية بالألوان أم لا وهل يتم ذلك في حالة المحاكاة أم لا. الخطوة التالية هي أننا نذهب إلى أي برنامج للرسم ونقوم بالنقر على الاختيار Paste وعندها سنجد أن الدائرة قد رسمت كما أردنا أما في حالة الشكل الموجي فإنه عند تنشيط الخيار Copy to Clipboard فإننا سنجد أن الاختيار Waveforms قد تم تنشيطه ونكرر ما فعلناه بالنسبة للشكل الموجي كما لو كان بالنسبة للدائرة مع ملاحظة أنه لا بد من وجود شكل موجي لموجة رقمية أو تناظرية حتي يتم نسخها.

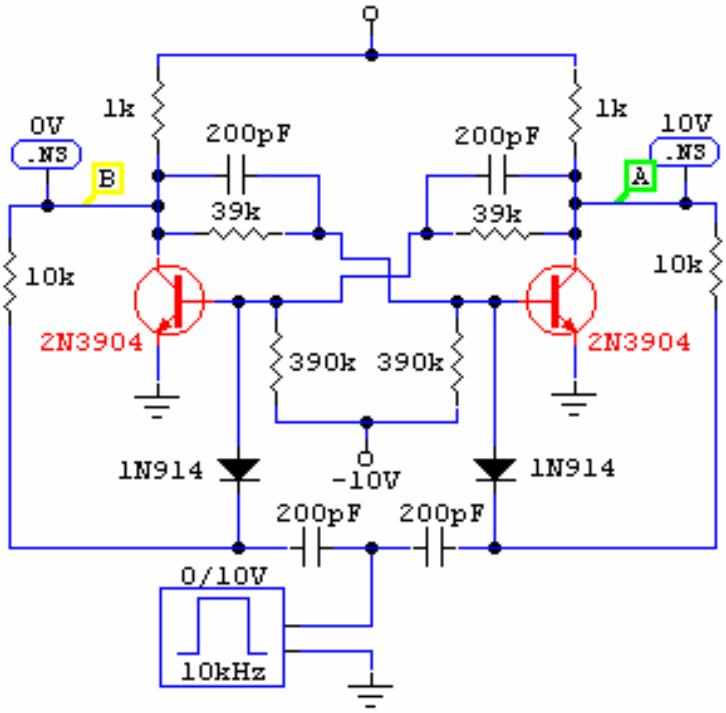
- **إختيار الجميع** Select All: وهذا الخيار مهم حيث يساعدنا في اختيار كل الدائرة وذلك في حالات النسخ أو المسح أو التحريك أو القطع.

- **ابحث واختار** Find and Select : وهذا الاختيار يساعدنا في تحديد بعض العناصر على الدائرة بلون أحمر بحيث يسهل رؤيتها في الدائرة وهذا مفيد لنا خاصة في عملية المحاكاة حيث أنه عند ظهور خطأ ما في المحاكاة فإننا نستخدم هذا الخيار وذلك للبحث عن العنصر أو التوصيلة المتسببة في الخطأ. فمثلاً عند تنشيط هذا الخيار على الدائرة المبينة بالشكل ٢ -٢١ فإنه تظهر لنا نافذة كما هو موضح على نفس الشكل.



شكل ٢ -٢١: النافذة التي تظهر عند تنشيط خيار ابحث واختر.

إذا أردنا تحديد جميع الترانزستورات الموجودة في الدائرة فإننا ندخل Q* في خانة Designation في الشكل ٢ -٢١ وبالضغط على الزر OK نكون قد حددنا جميع الترانزستورات الموجودة في الدائرة وكما يتضح من الشكل ٢ -٢٢.



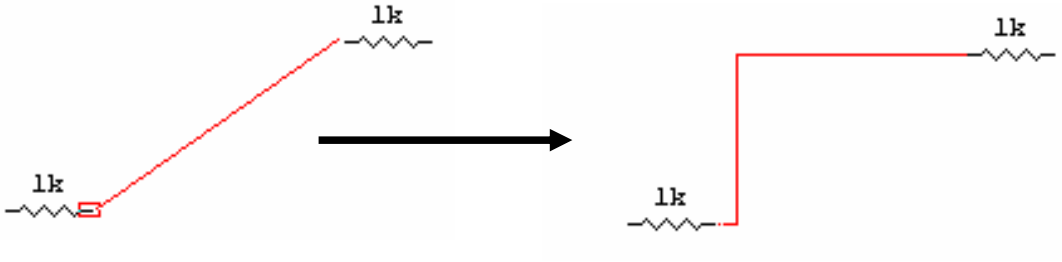
شكل ٢ -٢٢: تحديد جميع الترانزستورات في الدائرة.

- **دوران بزاوية مقدارها ٩٠ درجة بعكس اتجاه عقارب الساعة** Rotate ٩٠: وفي هذا الخيار يتم اختيار العنصر في الدائرة ولفة بزاوية دوران قائمة وذلك بعكس اتجاه عقارب الساعة.

- مرآة أو صورة طبق الأصل معكوسة Mirror : وفي هذا الاختيار يتم عمل صورة طبق الأصل ومعكوسة للعنصر الذي تم اختياره.

- **جعل الخط مستقيماً** Straighten Wires: وفي هذا الخيار يتم جعل الخط الموصل بين عنصرين مستقيماً. فمثلاً في الشكل ٢ -٢٣ يوجد لدينا مقاومتين في مستويين مختلفين وعند تنشيط هذه الأداة ثم اختيار أداة التوصيل من شريط الأدوات وهي علامة الزائد فإنه عندما نوصل الخط بين المقاومتان وهو خط مستقيم مع ملاحظة

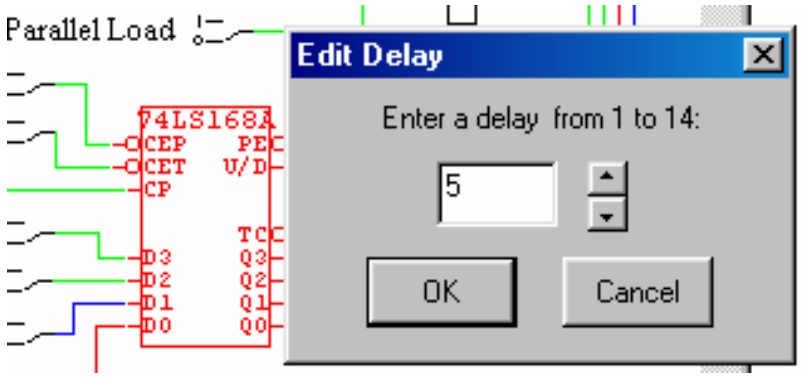
أستمرار الضغط على زر الفأرة الأيسر والإتجاه نحو المقاومة الثانية وعند تلامس المؤشر مع طرف المقاومة الثانية نقوم بترك زر الفأرة وعندها سنجد إن خط التوصيل قد تعدل من خط مستقيم واصل بين المقاومتين إلى خظ مستقيم بزاوية قائمة كما في الشكل ٣ -٢٣.



شكل ٢ -٢٣: الخط المستقيم الواصل بين مقاومتين.

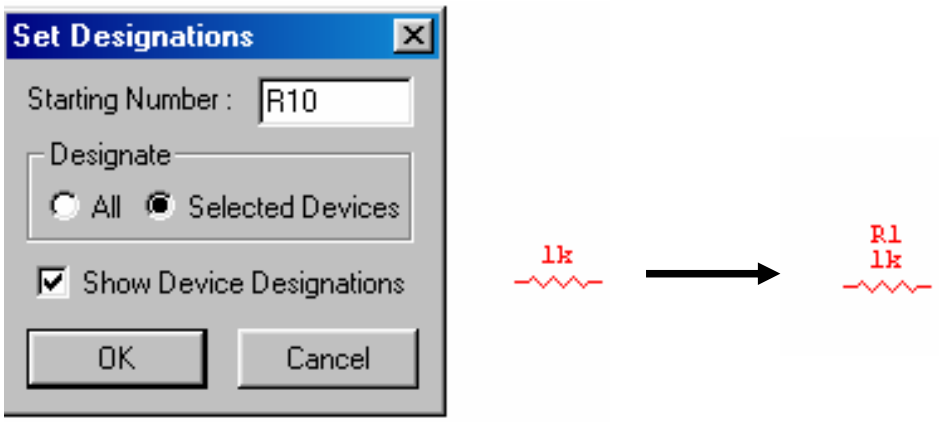
- **وضع ملصق** Place Labels : يمكن عن طريق هذا الخيارتعديل قيمة مقاومة على سبيل المثال ويمكن أيضاً عمل ذلك وذلك بالضغط على المقاومة مرتين حيث ستظهر نافذة تعديل البيانات الخاصة بالعنصر وهذا سيتم شرحه من خلال مثال عملي في الوحدة الثالثة أن شاء الله تعالى.

- **تحديد التأخير الزمني** Set Prop Delays: ويستخدم هذا الخيار في الأجهزة الرقمية حيث يقوم بتحديد مدة التأخير الزمني للعنصر الإلكتروني وهي المدة أو الزمن الذي تحتاجة النبضة من وقت دخولها للعنصر وإلى خروجها منه. فمثلاً في الشكل ٢ -٢٤ وبعد اختيار الدائرة المتكاملة الرقمية ٧٤LS١٦٨A نقوم بتنشيط هذا الخيار وعندها ستظهر لنا النافذة الموضحة في الشكل والتي يمكن من خلالها تعديل زمن التأخير الزمني من واحد وهو ما يظهره البرنامج دائما إلى زمن آخر نحن نحتاجه.



شكل ٢ -٢٤: النافذة التي تظهر عند تنشيط خيار التأخير الزمني.

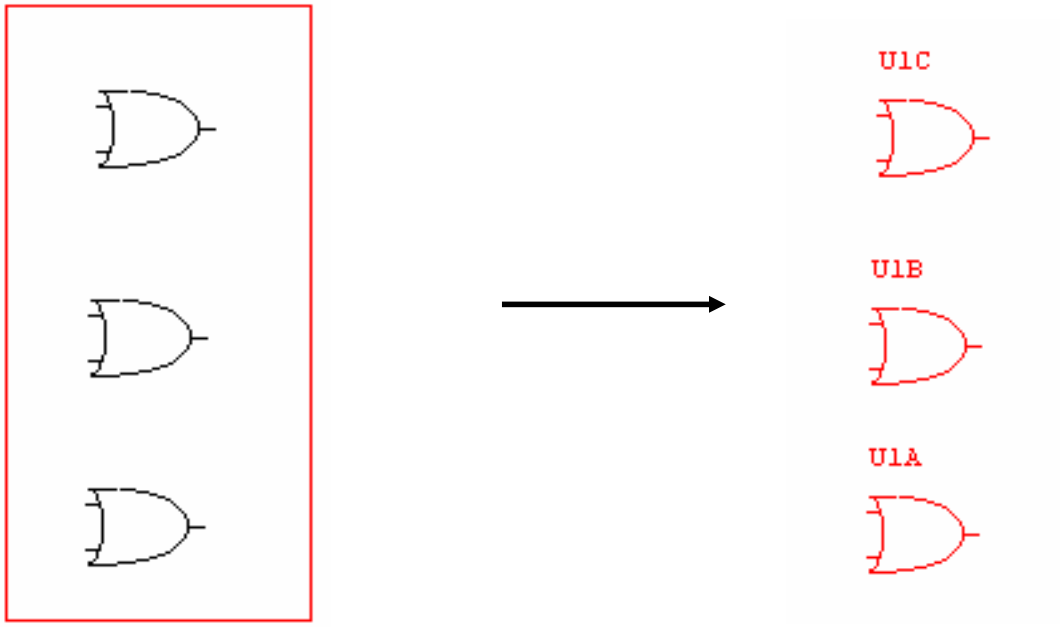
- **تحديد اسم العنصر** Set Designation : ويعني هذا أنه بعد اختيار عنصر ما فإنه يمكن تغيير اسمه وهذا مفيد للمصمم حيث أنه يحتاج أن يسمي مجموعة مقاومات بأسماء مثل $R_{١٢}$,$R_{١١}$,$R_{١٠}$ وهكذا. حيث أنه بعد اختيار مقاومة مثلاً يتم تنشيط هذا الخيار حيث ستظهر لنا النافذة الموضحة بالشكل ٢ -٢٥ وفيها يتم وضع الاسم الجديد للمقاومة مثلاً.



شكل ٢ -٢٥: النافذة التي تظهر عند تنشيط خيار Designation.

- **تحرير عناصر** Edit Items: ويستخدم هذا الخيار لتغيير بعض خصائص العنصر المختار وستيم شرح ذلك بطرق أخرى سيتم التطرق إليها في الأمثلة في الوحدة القادمة إن شاء الله تعالى.

- **تجميع عناصر** Group Items : ويستخدم هذا الخيار لتجميع بعض العناصر المتشابهة من نفس النوع ويتم ذلك باختيار العناصر ثم تنشيط هذا الخيار. فمثلاً بوابات "أو" في الشكل ٢ -٢٦ تم اختيارها ومن ثم تنشيط هذا الخيار حتى أصبحت كما هو مبين على نفس الشكل بعد تنشيط هذا الإختيار.



شكل ٢ -٢٦: البوابات "أو" بعد تنشيط خيار التجميع

- **نوع الخط المستخدم** Font : حيث أنه بعد اختيار أداة الكتابة من شريط الأدوات كما سيأتي شرحه لاحقاً في هذا الباب فإنه يمكن تنشيط هذا الخيار وذلك لاختيار نوعية الخط من حيث الشكل واللون و السماكة.

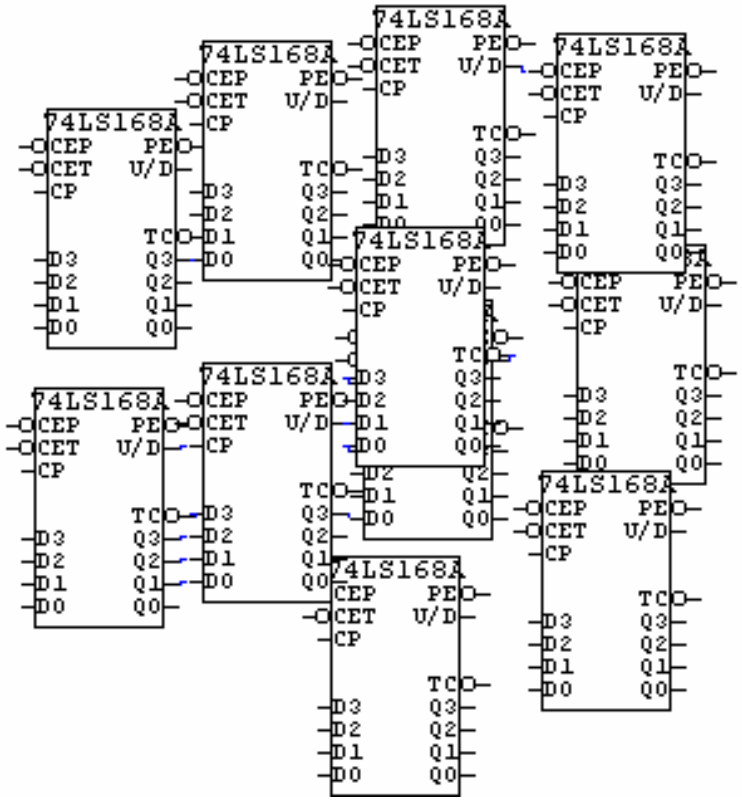
☑ **قائمة الماكروز** Macros : هذه القائمة ليست موضوع بحث في هذا المقرر.

☑ **قائمة الخيارات** Options : وتحتوي هذه القائمة المبينة في شكل ٢ -٢٧ على الخيارات التالية :

شكل ٢ -٢٧ : قائمة الخيارات.

- **التكرار الأوتوماتيكي** Auto Repeat : حتى يتم استخدام هذا الخيار قم أولاً بتنشيط هذا الاختيار من قائمة الخيارات هذه ثم اذهب مثلاً إلى قائمة Devices وقم باختيار Search منها وقم باختيار عنصر ما وليكن دائرة متكاملة رقمية هي ٧٤LS١٦٨ وعندما نضغط على الزر Place ويعني وضع، عندها سنجد أن العنصر قد تم وضعه في مكان ما على نافذة الرسم وذلك بالضغط على زر الفأرة الأيسر مرة

واحدة عند ذلك سنجد أن هناك نسخة أخرى من نفس الدائرة قد ظهر. نكرر عملية النقر على زر الفأرة الأيسر وإلى أن نحصل على العدد المطلوب من الدوائر وبعدها نقوم بالضغط مرتين على زر الفأرة الأيسر . وعندها مثلاً تظهر لنا نافذة الرسم كما هو موضح بالشكل ٢ -٢٨.

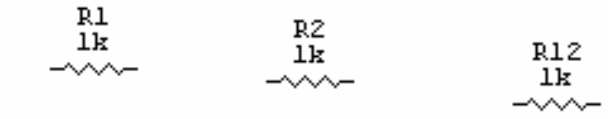


شكل ٢ -٢٨: الدائرة المتكاملة الرقمية بعد تنشيط الاختيار Auto Repeat

- التحديث الأتوماتيكي Auto Refresh : وهذا الخيار يساعد على تحديث البيانات الخاصة بالدائرة في حالة الرسم.

- التوصيل السريع للعناصر مع خطوط التوصيل Quick Connect : وهذا الخيار سيأتي شرحه إن شاء الله عندما نشرح شريط الأدوات في هذا الفصل.

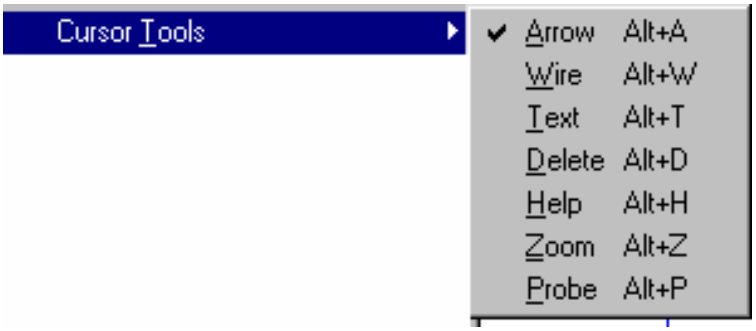
- **اسم العنصر** Device Designation : حيث إن هذا الخيار يفيدنا كثيراً في تسمية العناصر . حيث إن من ميزات برنامج الرسم هذا أنه يعطي مسمى مثلاً لمقاومة تم وضعها حديثاً على نافذة الرسم R_1 بحيث أنه إذا تم عمل نسخة أخرى منها Duplicate فإن المقاومة الجديدة سيتم تسميتها R_2 وهكذا بالترتيب . فمثلاً عندما ننشط هذا الخيار من نافذة الخيارات Optionsفإنه سوف تظهر لنا نافذة حيث نقوم مثلاً بتغير الرقم الذي في النافذة إلى مثلاً الرقم ١٢ ونضغط OK فإنه وفي هذا الحالة وعندما ننسخ أي من المقاومات ونثبتها نجد أنها بدأت في هذا المثال بالاسم R_{12} بدلاً من R_2 أما أذا كتبنا الرقم ٢ فإنه وبعد نسخ أي من المقاومات الموجودة فإن المقاومة الجديدة ستحمل الإسم R_2 حيث إن R_2 موجودة سلفاً كما هو مبين في الشكل ٢ -٢٩.



شكل ٢ -٢٩: شكل النافذة التي تظهر عند تنشيط خيار Device Designation.

- **تنشيط أداة السهم / خط التوصيل** Arrow/Wire : حيث إن هذا الاختيار وفي حالة تنشيطه وكون المؤشر على شكل سهم وليس على شكل علامة الزائد فإنه عند تقريب السهم من حافة عنصر ما وليكن مقاومة سنجد أن هناك مستطيلاً أحمر قد ظهر عند نقطة التقاء السهم بطرف المقاومة وعندها نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة ثم نترك الفأرة تتحرك وبدون ضغط وعندها سنجد أن هناك خط توصيل أزرق اللون قد ظهر وعندما نريد تغيير اتجاهه فإننا نقوم بالنقر مرة أخرى على زر الفأرة الأيسر مرة أخرى أما عندما نريد أن يتوقف الخط فإننا نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرتين متتاليتين. كذلك يمكن استخدام نفس الطريقة لعمل امتداد لسلك توصيل.

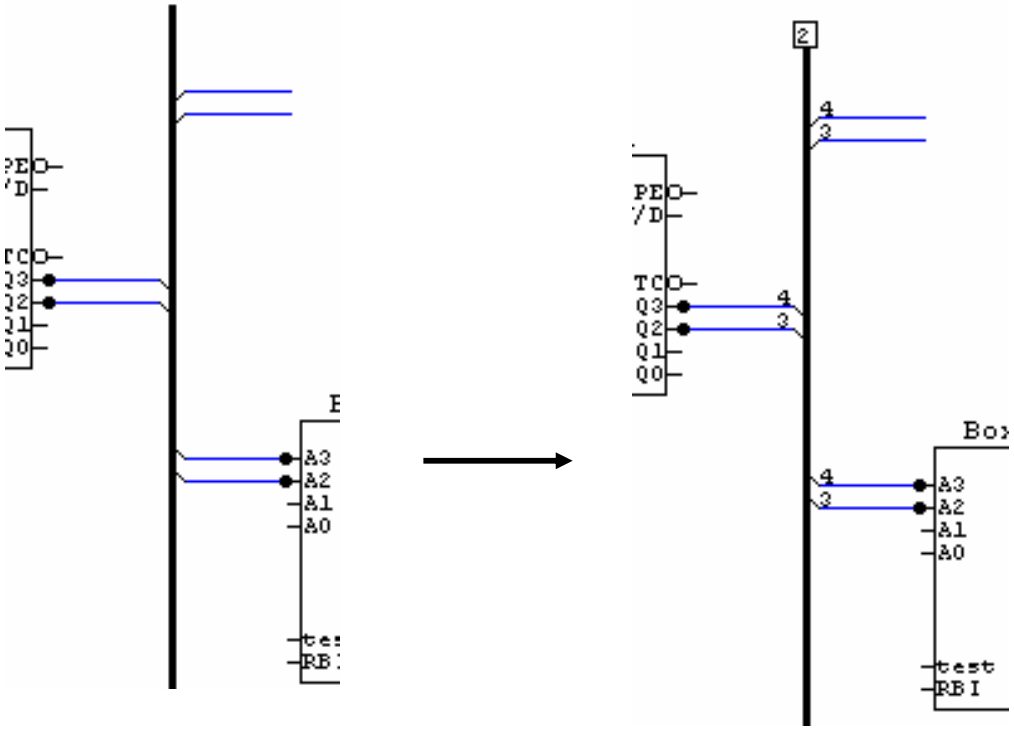
- **أداة الموشر** Cursor Tools : ويتم في هذا الاختيار تغيير شكل المؤشر إلى أشكال مختلفة مثل علامة الزائد أو السهم كما يتضح من النافذة المبينة بالشكل ٢ -٣٠.



شكل ٢ -٣٠: النافذة التي تظهر عند تنشيط الاختيار Cursor Tools.

- **إظهار نقاط التوصيل** Show Pin Dots : وهذا الخيار عندما يتم تنشيطه فإن يقوم برسم دوائر صغيرة عند نقط التحام العنصر وليكن مقاومة مع سلك.

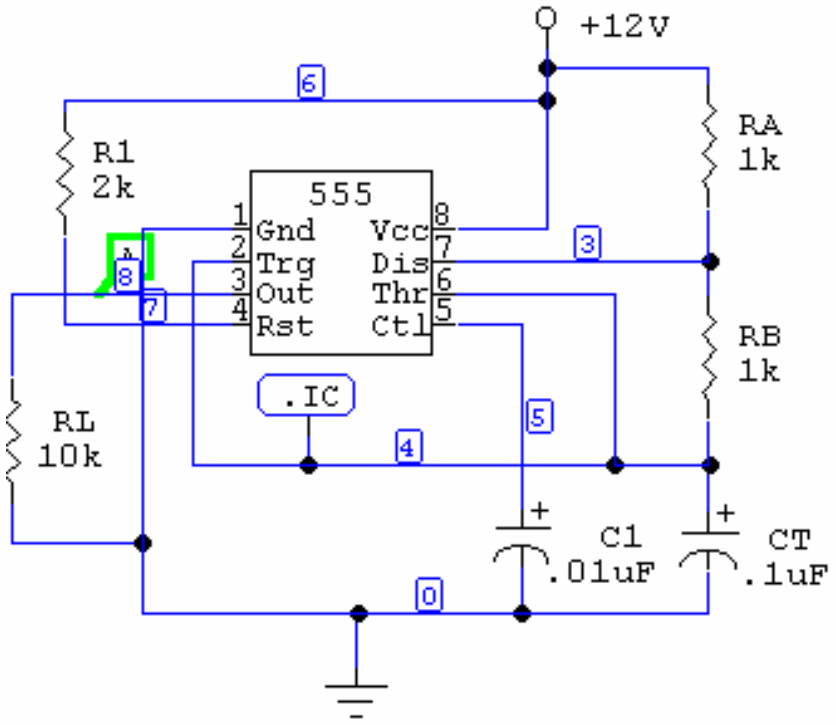
- **إظهار ملصق خط البيانات** Show Bus Labels : حيث أنه في حالة تنشيط هذا الاختيار فإن إسم خط البيانات وكل الخطوط المتصلة به تظهر أسماؤها بينما إذا لم يتم تنشيط هذا الاختيار فإن جيمع الإسماء تختفي مع ملاحظة أن البرناج يتيح لنا كتابة الإسم بحدود خمسة حروف فقط والشكل ٢ -٣١ يبين حالة خط البيانات قبل وبعد تنشيط هذا الخيار.



شكل ٢ -٣١: خط البيانات قبل وبعد تنشيط خيار ملصق خط البيانات

- **إظهار منطقة انقطاع الصفحات** Show Page Breaks : وهذا الخيار يفيد في حالة أن الدائرة المرسومة لدينا موجودة على أكثر من صفحة حيث أنه بتنشيط هذا الخيار يتم معرفة اتصال الجزء الأول من الدائرة والموجود في الصفحة الأولى مثلاً على الطابعة مع اتصال نهاية هذا الجزء بالجزء المكمل للدائرة في الصفحة التالية.

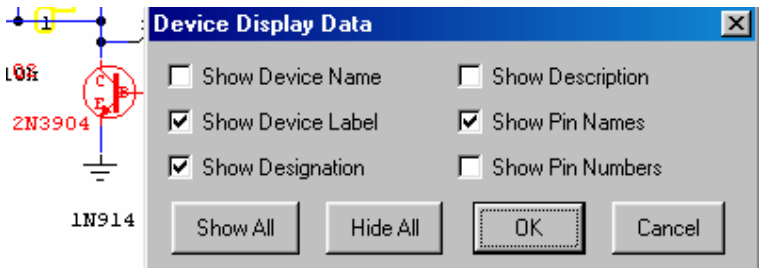
- **إظهار أرقام خطوط التوصيل** Show Node Numbers: حيث أنه عند تنشيط هذا الاختيار فإنه يتم وضع أرقام على خطوط التوصيل على الدائرة كما في الشكل ٢ -٣٢ وهذه الأرقام تفيدنا كثيراً في حالة عمل الدائرة المطبوعة وكذلك عند رسم الأشكال الموجية حيث أنه عند وضع الفاحص أو المسبار على نقطة ما مرقمة فإن الشكل الموجي الذي يظهر هو الشكل الموجي الذي يمثل الموجة المارة في خط التوصيل الدي وضع عليه المسبار.



شكل ٢ -٣٢: شكل الدائرة بعد تنشيط خيار إظهار أرقام خطوط التوصيل

- **إظهار التأخير الزمني** Show Prop Delays : وفي هذا الاختيار يتم وضع مستطل صغير على العناصر التي تحتوي على تأخير زمني مثل العدادات والمزمنات أما العناصر مثل الباعث الضوئي Diod فإنه لا ينطبق ذلك عليها. وفي حالة أردنا تغيير التأخير الزمني فإننا كما تعملنا سابقاً نقوم باختيار Edit ثم Set Prop Delays .

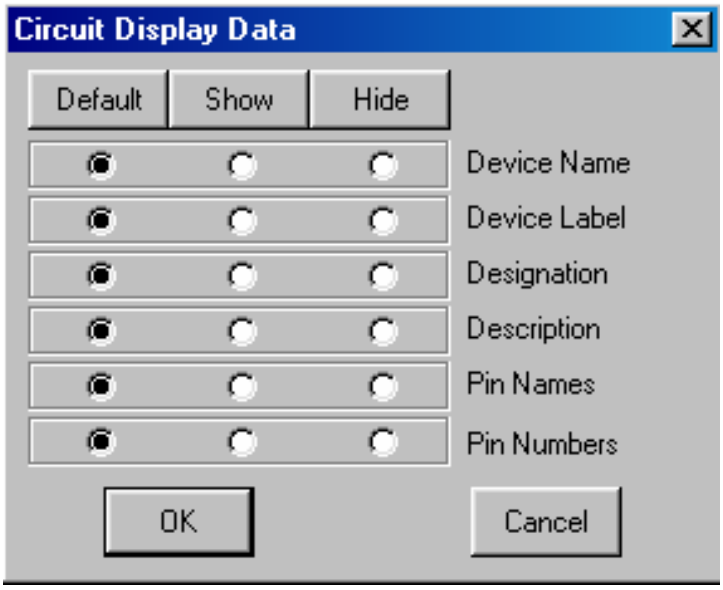
- **إظهار بيانات العنصر** Device Display Data : حيث أنه بتنشيط هذا الخيار تظهر النافذة المبنية في الشكل ٢ -٣٣ والتي تتيح لنا إمكانية إظهار بيانات خاصة بالعنصر الإلكتروني وليكن ترانزستور حيث يمكن من خلال هذة النافذة تحديد إمكانية إظهار بعض البيانات الخاصة بهذا الترونزستور مثل أسماء أطرافه كالباعث والقاعدة والمجمع وكذلك رقم الترانزستور.



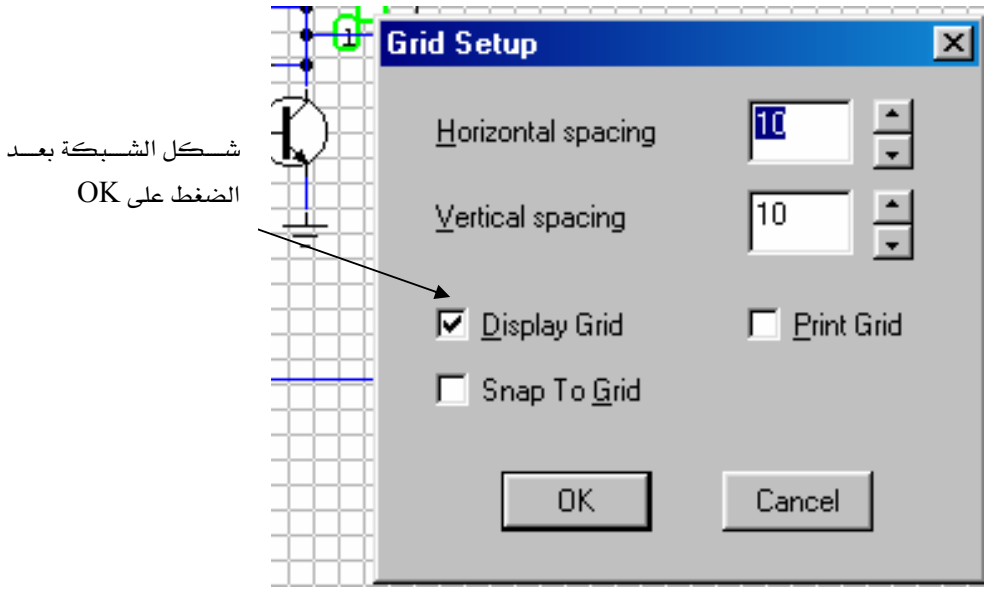
شكل ٢ -٣٣ : النافذة التي تظهر عندما ننشط اختيار إظهار بيانات عنصر.

- **إظهار بيانات الدائرة** Circuit Display Data : حيث أنه عند تنشيط هذا الاختيار تظهر لنا النافذة المبينة بالشكل ٢ -٣٤ حيث أنها تمكننا من التحكم في إظهار البيانات الخاصة بجميع العناصر المرسومة على الدائرة مثل إسم العنصر والملصق، وأسماء أرجل العناصر وأرقامها.

- **الشبكة** Grid : عند تنشيط هذا الاختيار فإن النافذة التي في الشكل ٣ -٣٥ تظهر ومنها يمكن تحديد شكل الشبكة والتي تساعدنا في عملية تحديد مريح للعين المجردة عندما نريد وضع العناصر للدائرة.

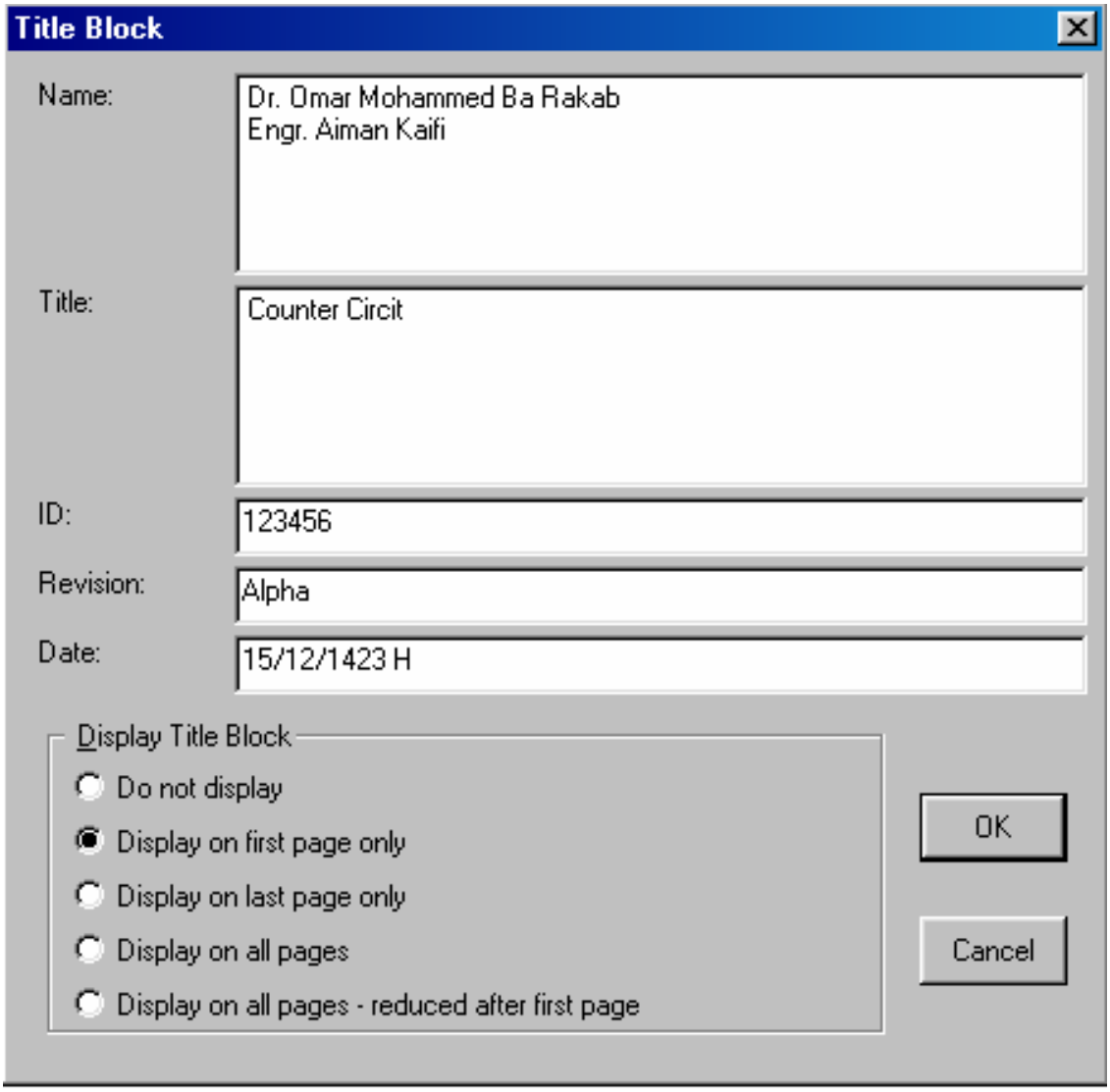


شكل ٢ -٣٤: النافذة التي تمكننا من تحديد البيانات التي نريد إظهارها على الدائرة



شكل ٣ -٣٥: النافذة التي تظهر عند تنشيط خيار الشبكة.

- **عنوان الدائرة** Title Block : وهذا الخيار مهم لنا وذلك في حالة تسليم الواجب للمدرس أو المشاريع المعطاة في المادة فإنه يلزم كتابة الإسم ورقم المتدرب مثلاً وكذلك عنوان الدائرة ورقم الإصدار والتاريخ حيث يتم إظهار مثل هذه البيانات عند طباعة الدائرة في الركن السفلي من الصفحة على اليمين . ونلاحظ مثلاً أنه إذا لم نكتب أي شئ في خانة الإسم أو العنوان فإن البرنامج تلقائياً لا يطبعهما. كما أنه يمكن أن نقوم بطباعة هذه المعلومات إما على الصفحة الأولى أو الأخيرة أو كل الصفحات إذا كانت الدائرة تمتد لأكثر من صفحة حيث يمكن تعبئة البيانات وكما هو موضح على النافذة الموضحة في الشكل ٣ -٣٦ .



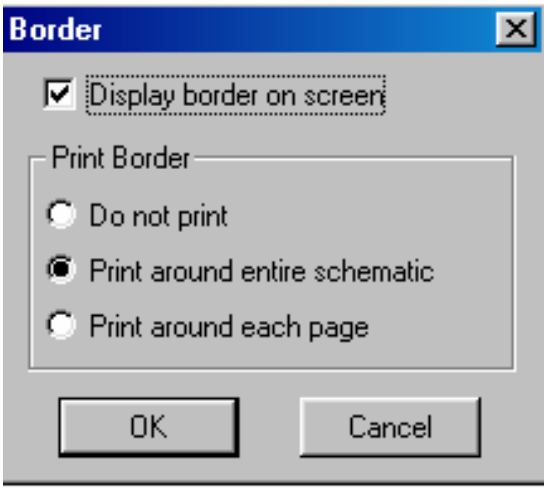
شكل ٣ -٣٦: النافذة الخاصة باظهار بيانات عن الدائرة الخاصة بالمصمم.

وبالنزول إلى أسفل نافذة الرسم وبعد الضغط على اختيار OK سنجد أن البيانات التي كتبناها في النافذة قد تم ترتيبها كما هو موضح في شكل ٣ -٣٧.

Dr. Omar Mohammed Ba Rakab Engr. Aiman Kaifi		
Counter Circit		
Rev Alpha	ID 123456	
Date: 15/12/1423 H		Page: 1 of 1

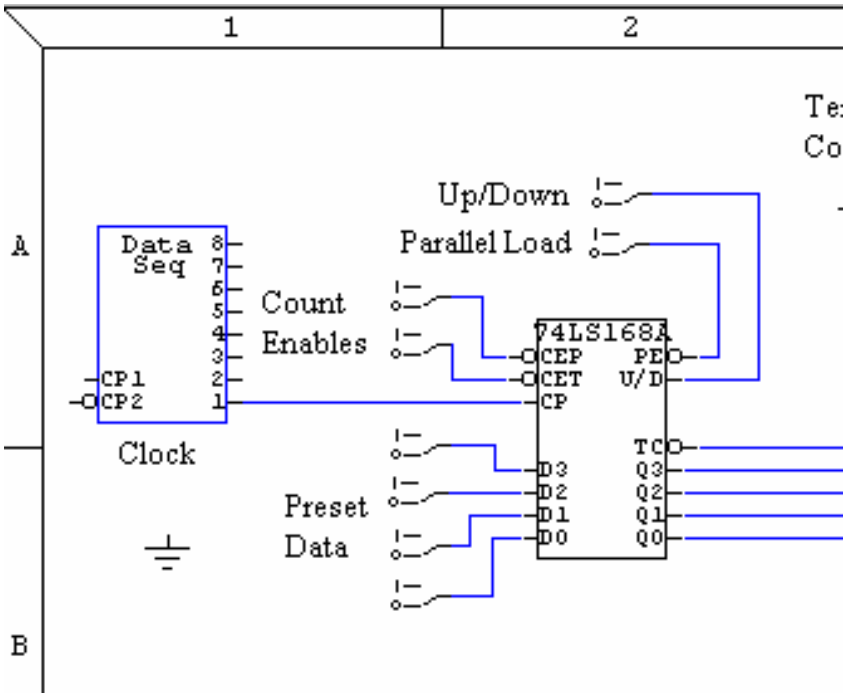
شكل ٣ -٣٧: المستطيل الخاص بالبيانات الخاصة بالشخص المصمم للدائرة

- **حدود** Border : عند تنشيط هذ الاختيار تظهر النافذة المبينة في الشكل ٣ -٣٨ وفيها يمكن تحديد ما إذا كنا نريد وضع حدود على الدائرة عند طباعتها أم لا حيث تظهر هذه الحدود على شكل أرقام من الجهة العلوية والسفلية في الشاشة وحروف من الجهة على الجانبين.



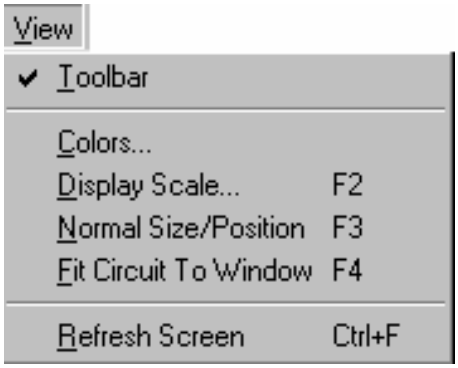
شكل ٣ -٣٨: النافذة التي تظهر عند تنشيط اختيار الحدود

أما الشاشة التي تظهر بعد تنفيذ الإختيارات المبينة على النافذة في الشكل السابق فتظهر كما هو مبين على الشكل ٣ -٣٩.



شكل ٣ -٣٩: نافذة الرسم بعد تنشيط الاختيار "حدود".

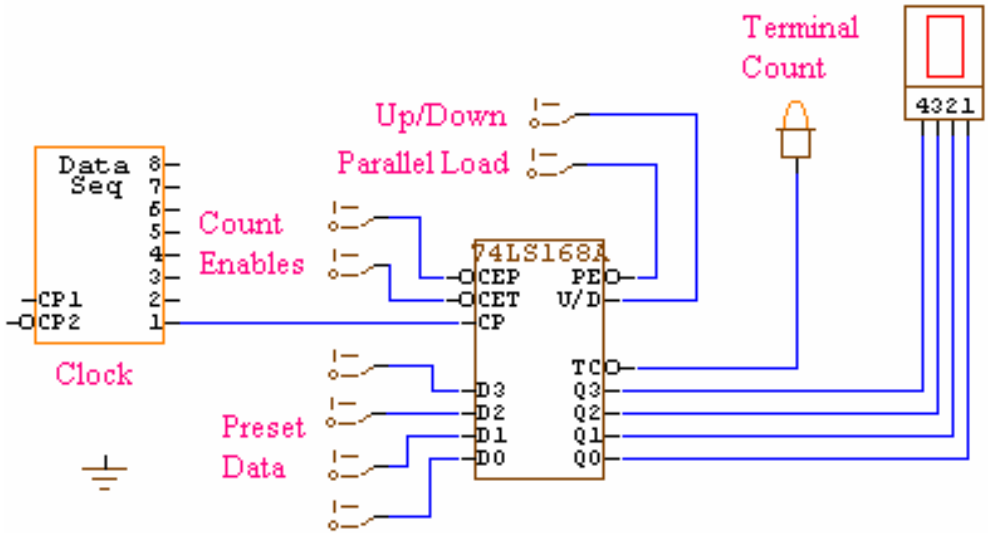
☑ **قائمة الإظهار** View : وتحتوي هذه القائمة المبينة في شكل ٢ -٤٠ على الخيارات التالية



شكل ٣ -٣٩: قائمة الرؤية

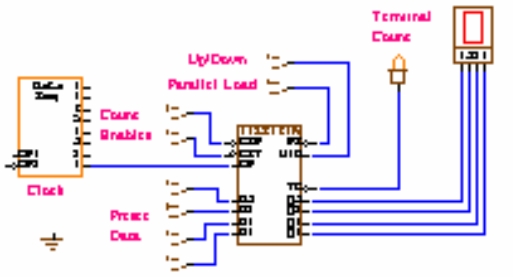
- **شريط الأدوات** ToolBar : عندما يتم تنشيط هذا الاختيار فإنه يتم إظهار شريط الأدوات أما عندما يتم إختياره ثانية فإن شريط الأدوات يختفي من الشاشة.

- **الألوان** Colors : حيث أنه عند تنشيط هذا الاختيار تظهر لنا نافذة نستطيع عن طريقها تلوين الدائرة وخطوط التوصيل والأجهزة الموصلة كل على حدة فمثلاً عند تنشيط هذا الخيار وتغيير الألوان على دائرة عداد فإنها تظهر كما هو مبين في الشكل ٣ -٤١.



شكل ٢ -٤١ : دائرة عداد بعد تلوينها

- **التصغير والتكبير** Auto Scale : هذا الاختيار يساعد على تكبير وتصغير الدائرة حيث أنه عند تنشيطه تظهر نافذة ومنها نحدد مقدار التكبير أو التصغير. فمثلاً الدائرة الموضحة في الشكل السابق بعد تصغيرها بنسبة ٥٠٪ تصبح كما هو مبين في الشكل ٢ -٤٢.



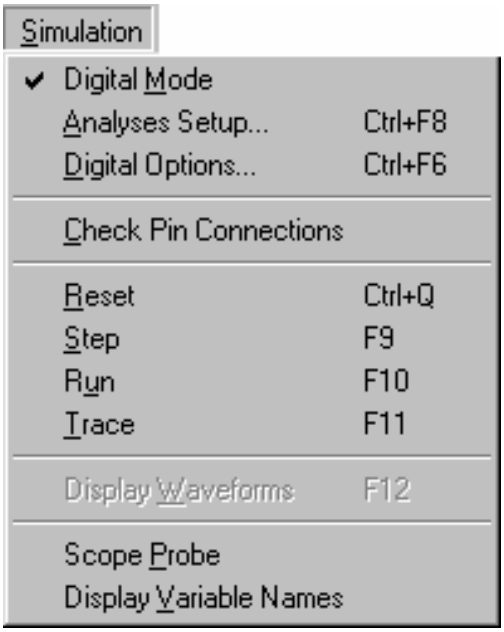
شكل ٢ -٤٢: الدائرة الموضحة في الشكل السابق بعد تصغيرها للنصف

- **المقاس الطبيعي** Normal Size/ Position : وهذا الإختيار يساعدنا عند تنشيطه إلى إرجاع الدائرة إلى المقاس الطبيعي لها وهو بنسبة ١٠٠٪.

- **ضبط حجم الدائرة مع مساحة الشاشة** Fit Circuit To Window : هذا الاختيار يساعد على إرجاع الدائرة إلى وضعها الطبيعي أيضاً كسابقه.

- **تنشيط الشاشة** Refresh Screen : هذا الاختيار عند يقوم بتنشيط الشاشة وهو مفيد وذلك في حالة ما إذا نفذنا أمر معين على الدائرة أو عملية ما حيث أنه بعد تنفيذ الأمر أو العملية أصبح شكل الدائرة غير مرغوب فيه لذا نلجأ لتنشيط هذا الاختيار بحيث ترجع الدائرة إلى ما كانت عليه سابقاً قبل التغيير.

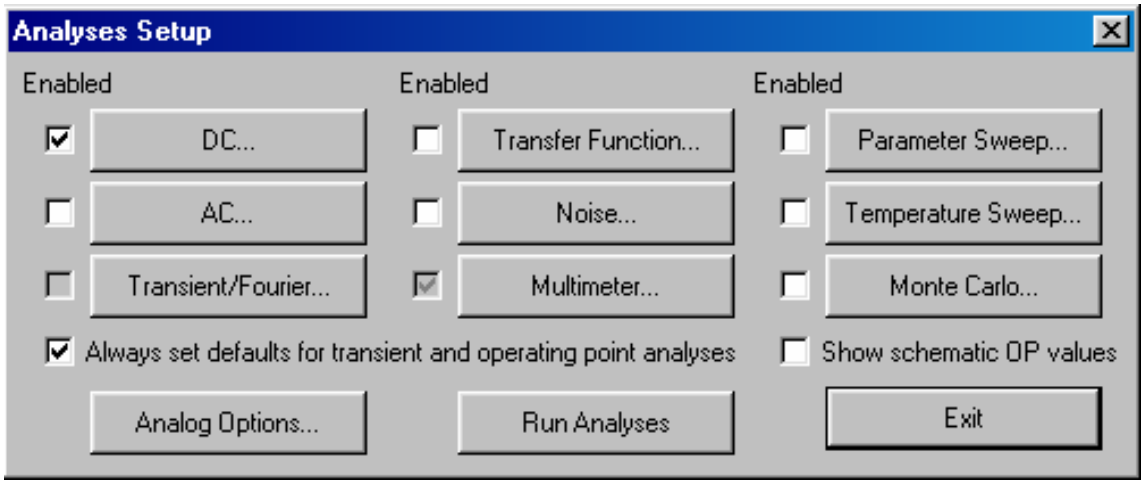
☑ **قائمة المحاكاة** Simulation : وتحتوي هذه القائمة المبينة في شكل ٢ -٤٣ على الخيارات



شكل ٢ -٤٣: قائمة المحاكاة

- **الوضع التماثلي/الرقمي** Digital Mode/Analog Mode : يتم تنشيط أحد هذين الإختيارين وذلك بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة لاختيار أحدهما ثم تكرر النقر على زر الفأرة الأيسر مرة أخرى وذلك للتغيير للإختيار الآخر حيث يتم اختيار Analog Mode وذلك في حالة محاكاة الدائره التماثلية والإختيار الآخر في حالة محاكاة الدائرة الرقمية.

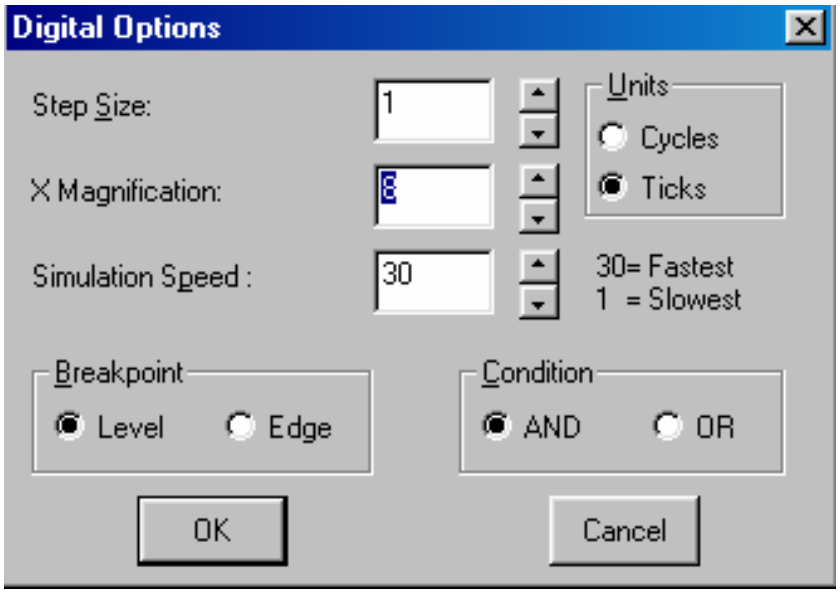
- **التهيئة لعملية تحليل الدائرة** Analysis Setup : ويستخدم هذا الاختيار وذلك للتهيئة لعملية محاكاة الدائرة حيث أننا نحتاج إلى نوع معين من التحليل مثل تحليل دوائر التيار المستمر DC Analysis ، أو تحليل دوائر التيار المتردد AC Analysis ، أو التحليل العابر للدوائر Transient Analysis و بمجرد تنشيط هذا الخيار تظهر نافذة التهيئة لعملية تحليل الدائرة كما هو مبين في الشكل ٢ -٤٤.



شكل ٢ -٤٤: قائمة المحاكاة.

أما عن تفاصيل إستخدام هذه النافذة في عملية التحليل فسيتم عمل ذلك بإذن الله وذلك في الوحدة القادمة حيث سنتعرض لذلك بشيء من التفصيل في الأمثلة المشروحة.

- **الخيارات الرقمية** Digital Options : هذا الخيار يساعدنا في حالة محاكاة الدائرة الرقمية حيث تظهر لنا النافذة الموضحة في الشكل ٣ -٤٥ من حيث تحديد كيفية عمل المحاكاة وسرعة المحاكاة أيضاً بالإضافة إلى وضع نقاط توقف مثل هل نريد أن المحاكاة تتم عند حافة النبضة أم باستخدام مستوى النبضة من حيث أنه صفر أو واحد وهذا أيضاً سيتم التطرق له لاحقاً عند شرح الأمثلة في الوحدة القادمة إن شاء الله.



شكل ٣ -٤٥: النافذة التي تظهر عند تنشيط الخيارات الرقمية.

- **التأكد من أن الدائرة موصلة** Check Pin Connection : وهذا الاختيار يساعدنا عند الإنتهاء من توصيل الدائرة حيث يتم تنشيطه وعند ذلك نستطيع أن نعرف فيما إذا كان هناك جزء من الدائرة لم يتم توصيله حيث يتم تلوينه باللون الأحمر لسهولة رؤيته وهذا ما سيتم استعراضة في الأمثلة المشروحة أيضاً في الوحدة القادمة إن شاء الله تعالى .

- **إعادة الوضع إلى الحالة الابتدائية** Reset : ويستخدم هذا الاختيار وذلك لإرجاع الدائرة في حالة المحاكاة إلى الوضع الذي كانت عليه عند بدء المحاكاة وهو يشبة تماماً أداة إعادة الوضع إلى الحالة الابتدائية والذي سيتم شرحه عندما نستعرض شريط الأدوات في هذة الوحدة.

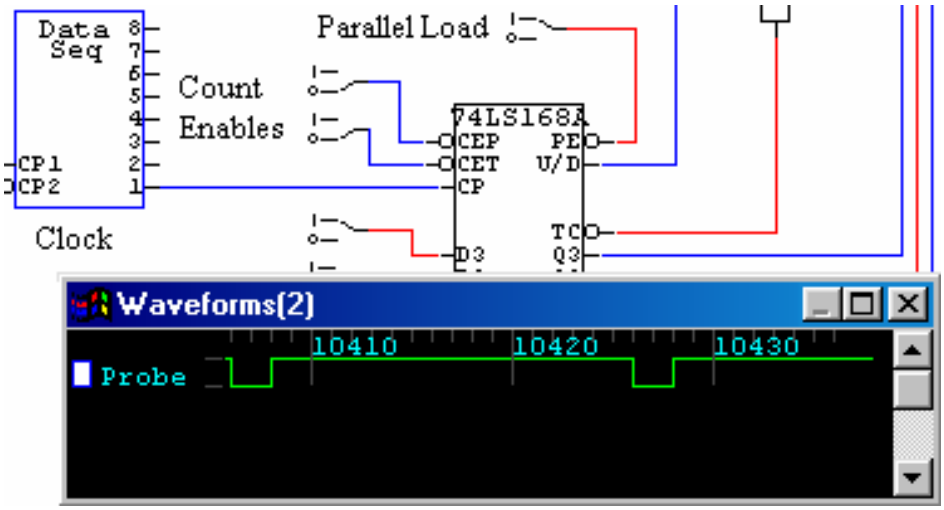
- الخطوة Step : يتم ستخدامه في حالة الدوائر الرقمية حيث يسمح بعمل المحاكاة وذلك لخطوة واحدة ثم تتوقف عملية المحاكاة وهذا مهم جداً في حالة تتبع عمل الدائرة أثناء عملية المحاكاة.

- **تنفيذ** Run : يستخدم هذا الاختيار وذلك لبدء عملية المحاكاة وهذا الاختيار موجود أيضاً على شريط الأدوات الذي سيتم شرحه لاحقاً.

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

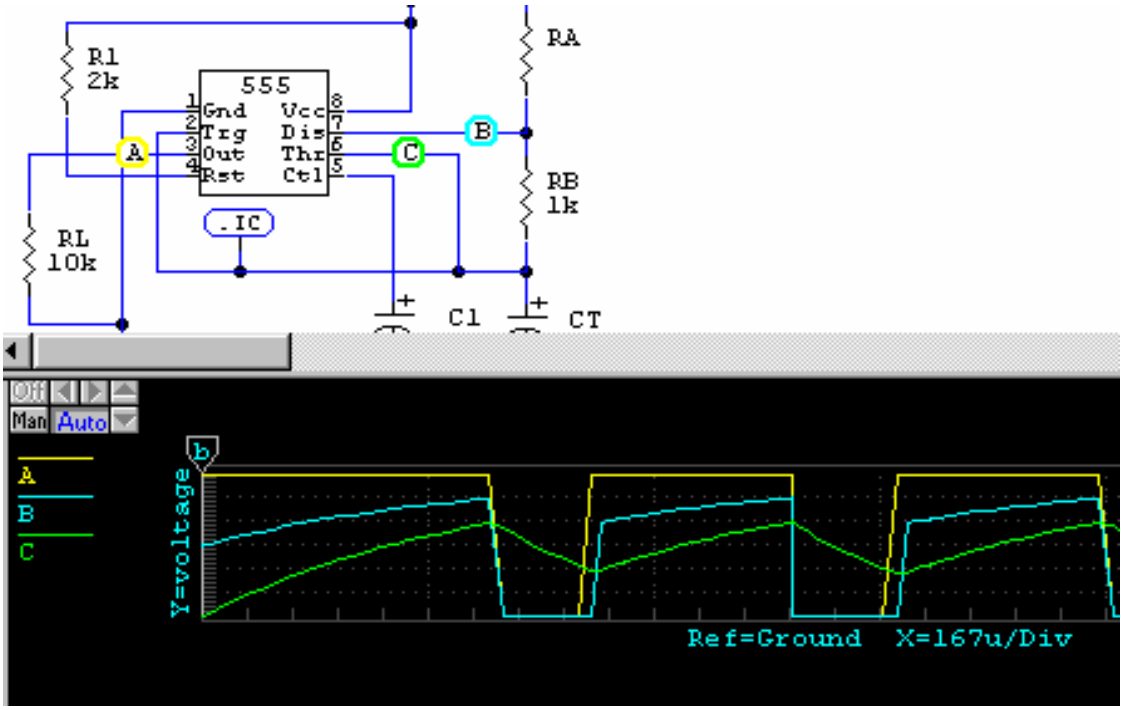
- **عرض الشكل الموجي** Display Waveforms : تستخدم هذه الأداة لعرض الشكل الموجي للخرج للدائرة أثناء عملية المحاكاة كما أنه يوجد على شريط الإدوات أداة عرض الشكل الموجي. وبتنشيط هذا الاختيار من شريط المحاكاة فإنه يمكن عرض الشكل الموجي للخرج وسنجد أن أداة بدء المحاكاة قد تغير شكلها إلى علامة Stop وبتكرار نقر الاختيار بنفس زر الفأرة الأيسر فإن الشكل الموجي يختفي وترجع علامة الشكل الموجي إلى ما كانت عليه سابقاً.

- **فاحص الأوسيلوسكوب** Scope Probe : حيث يستخدم هذا لاختيار وذلك في حالة المحاكاة للدوائر الرقمية حيث أنه بمجرد بدء عملية المحاكاة ووضع الفاحص على أي نقطة فإن النبضة الرقمية تظهر كما هو مبين في الشكل ٣ -٤٦.

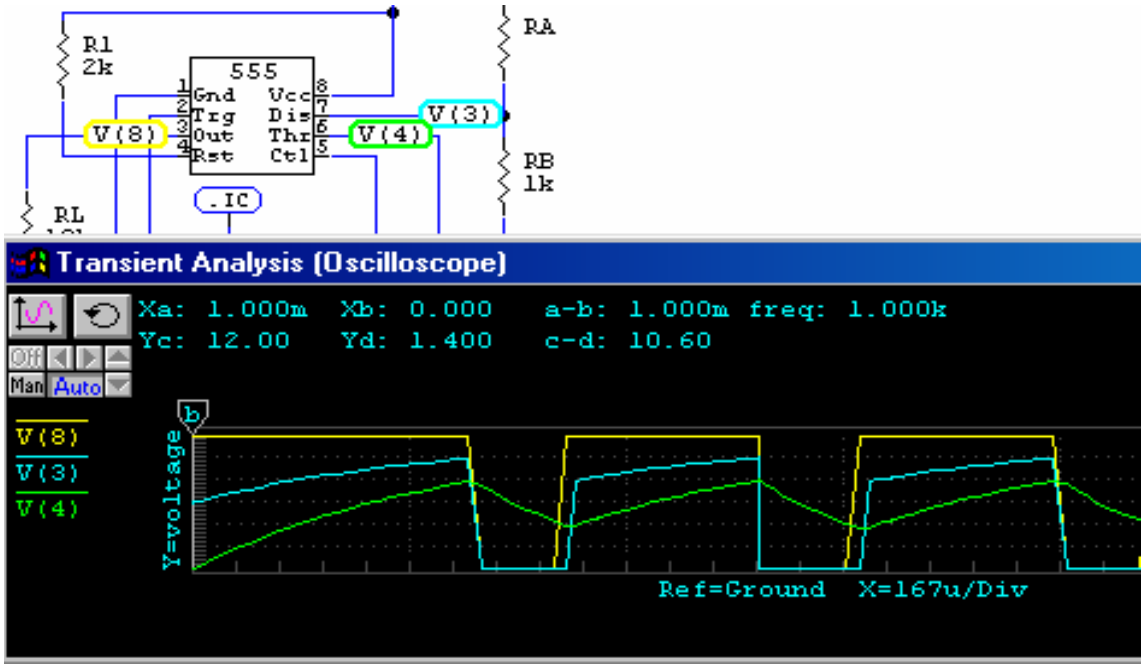


شكل ٤ -٤٦: اختيار فاحص الإوسيلوسكوب عند تنشيطه.

- **استعراض أسماء المتغيرات** Display Variable Names : هذا الاختيار عند تنشيطه يساعدنا في حالة المحاكاة للدوائر التماثلية على استبدال المسميات الحرفية في المواضع المختلفة للدائرة مثلاً A,B,C,D,E إلى مسميات بالشكل V(٣),V(٢), V(١) وذلك على الشكل الموجي مما يتيح لنا سهولة رؤية هذه النقاط على الشكل الموجي والدائرة بشكل آخر كما يتضح من الشكلين ٢ -٤٧ و ٢ -٤٨.

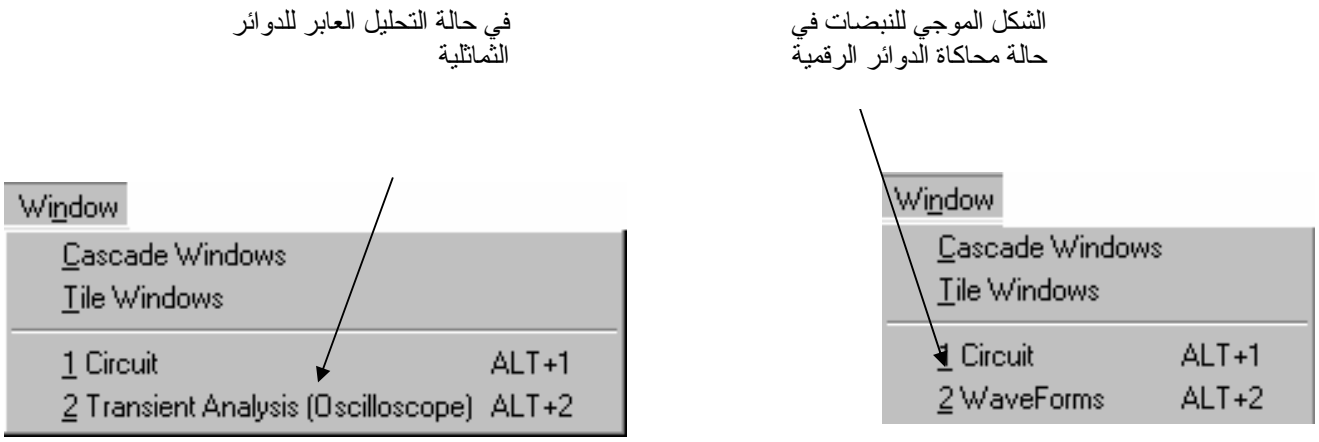


شكل ٢ -٤٧: الرموز الحرفية على الدائرة والشكل الموجي.



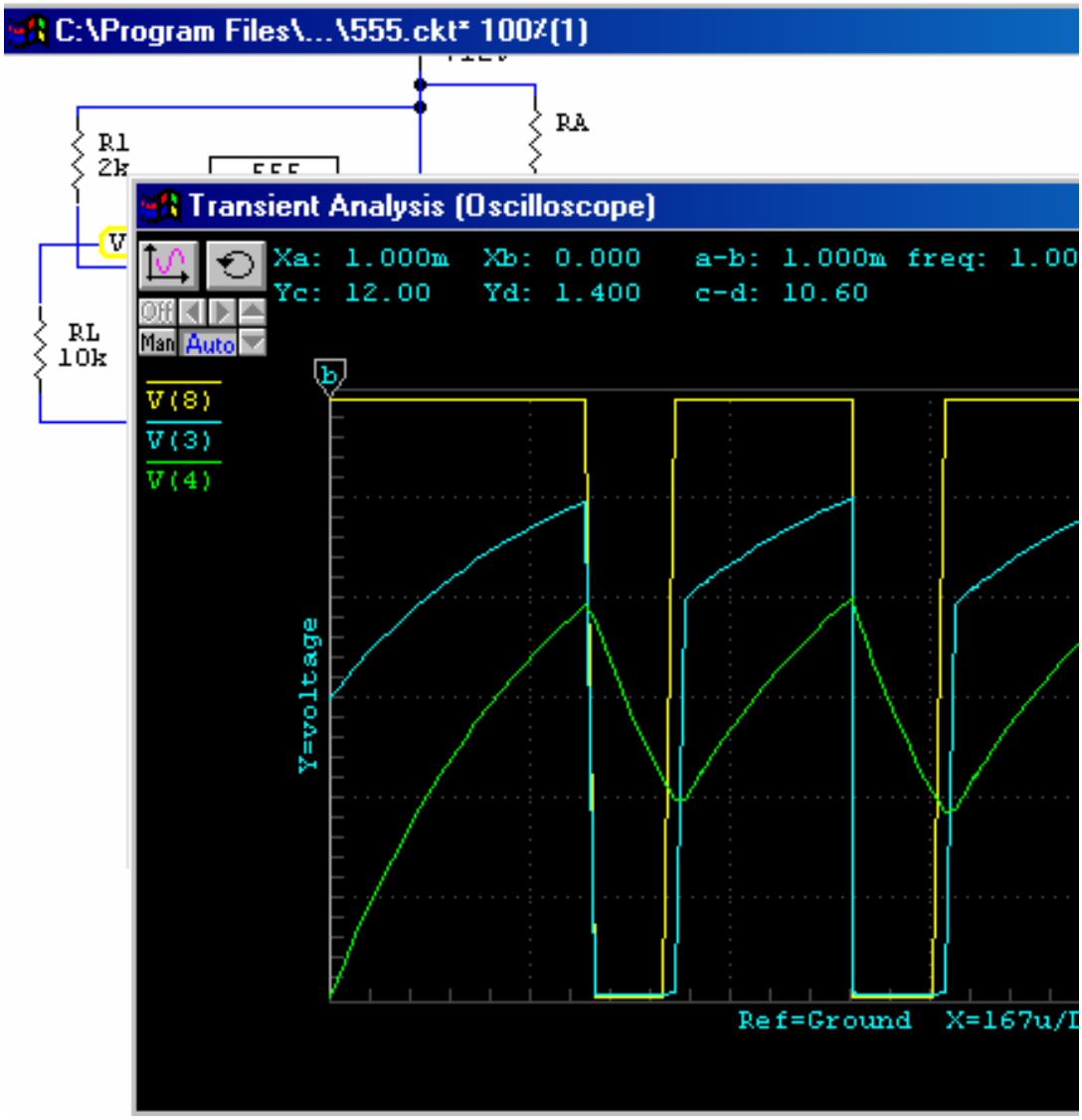
شكل ٢ -٤٨: الرموز الجديدة على الشكل الموجي والدائرة

☑ **قائمة النافذة** Window : وتحتوي هذه القائمة المبينة في شكل ٢ -٤٩ على الخيارات التالية :



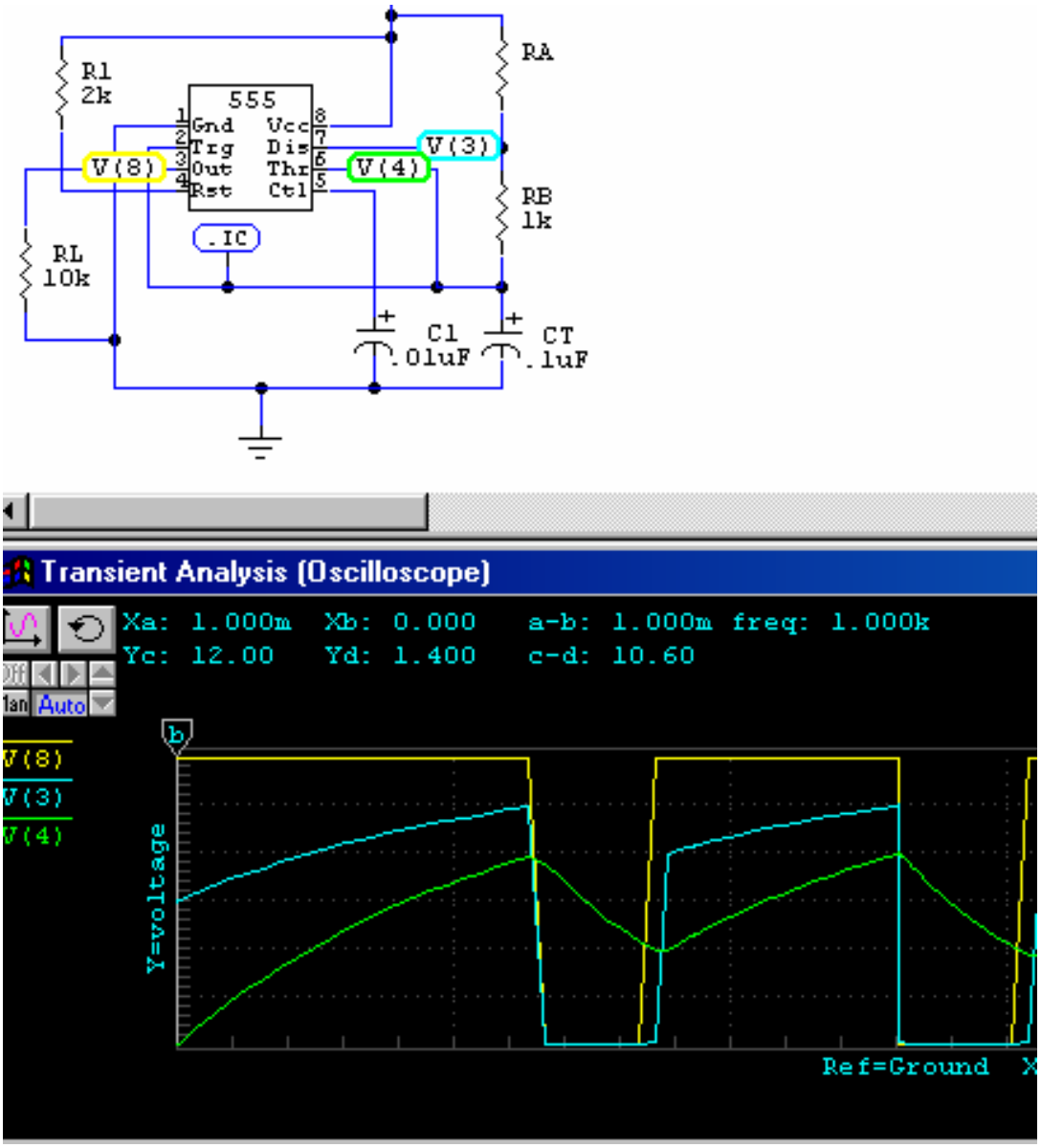
شكل ٢ -٤٩ : قائمة النافذة.

- **النوافذ المتعاقبة** Cascade Windows : هذا الخيار عند تنشيطه فإنه يجعل نافذة الرسم ونافذة الشكل الموجي على شكل نوافذ فوق ببعضها كما يتضح ذلك من الشكل ٢ -٥٠.



شكل ٢ -٥٠: النوافذ بعد تنشيط خيار النوافذ المتعاقبة.

- **وضع النوافذ بجوار ببعضها** Tile Window : هذا الخيار بعد تنشيطه فإن نافذتي الرسم والشكل الموجي تصبح بجوار بعضهما كما يتضح ذلك من الشكل ٢ -٥١.



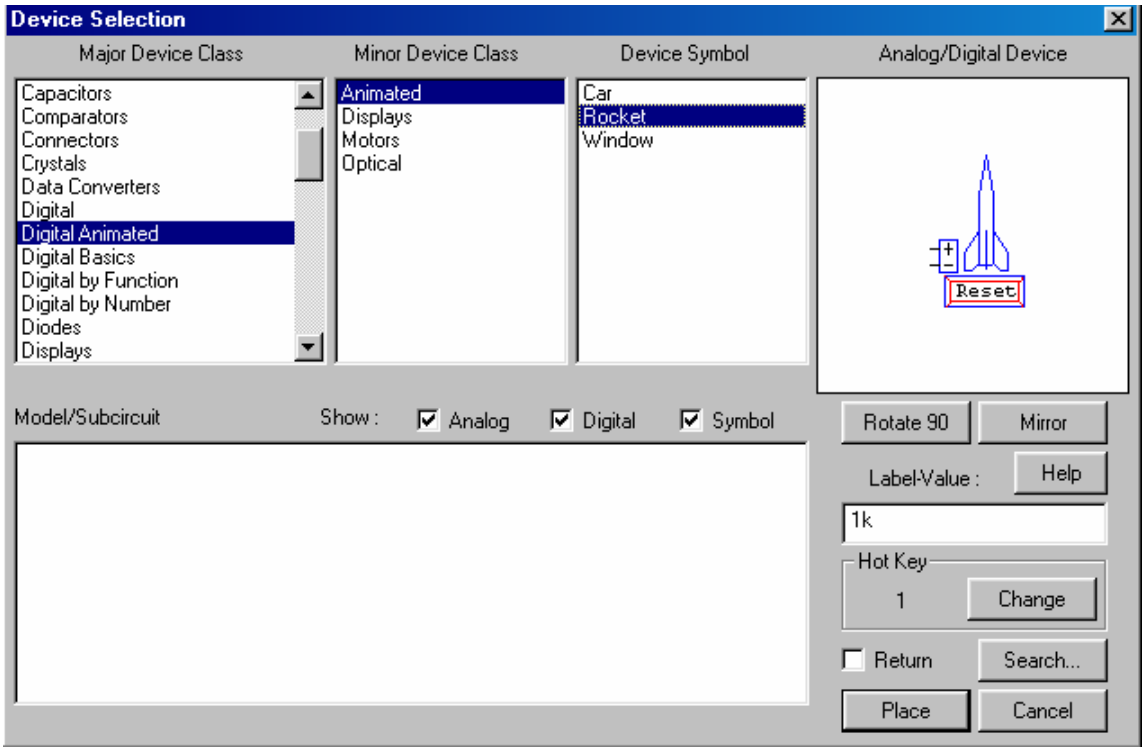
شكل ٢ -٥٠: النوافذ بعد تنشيط الاختيار Tile Windows.

- خيار أوالتحليل العابر (في حالة محاكاة الدوائر التماثلية) أو الشكل الموجي (في حالة الدوائر الرقمية) وكما هو موضح في الشكل ٢ -٤٩ فيتم اختيار الدائرة في كلا الحالتين وذلك لجعل نافذة الرسم هي الفعالة والظاهرة Active window أما اختيار التحليل العابر أو في حالة الدوائر الرقمية الشكل الموجي فإن هذا الاختيار يجعل من هذه النافذة أو تلك هي الفعالة.

☑ **قائمة العناصر أو المكونات** Devices : وتحتوي هذه القائمة المبينة في شكل ٢ -٥٢ على الخيارات التالية:

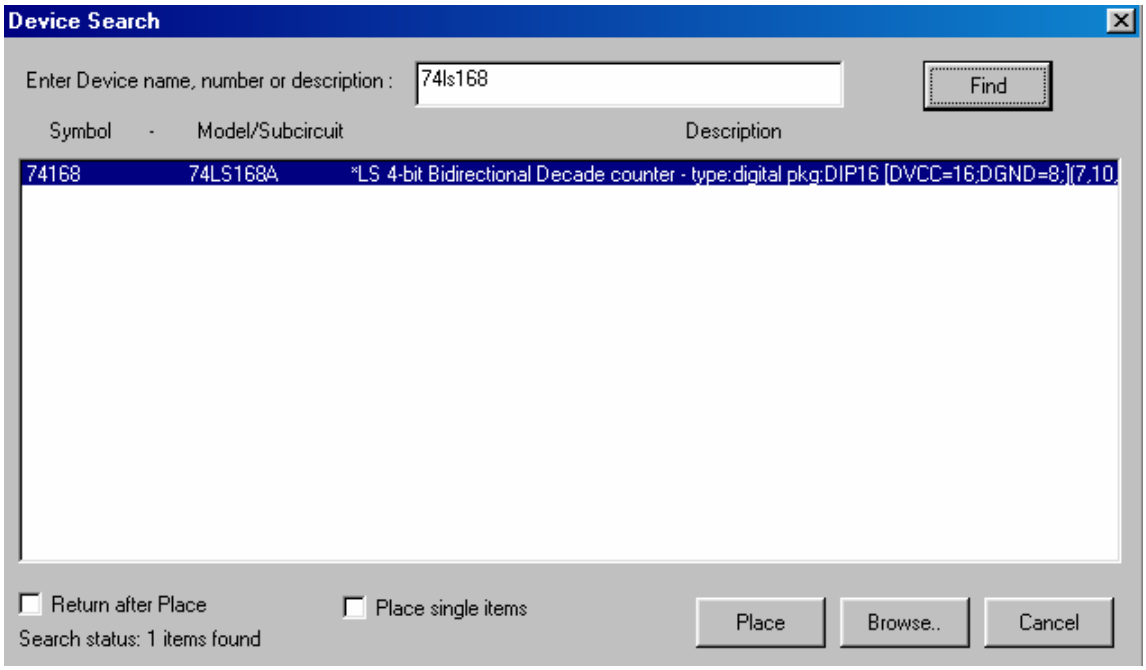
شكل ٢ -٥٢: قائمة الإجهزة والعناصر.

- **استعراض** Brows : يستخدم هذا الاختيار عندما نريد استعراض العناصر مصنفة حسب التصنيف العام Major Device Class وهم ما يظهر في النافذة الأولى من اليسار كما هو موضح في الشكل ٢ -٥٣ ثم التصنيف المتخصص Minor Device Class في النافذة الثانية من اليسار ثم اسم العنصر ورمزه في النافذتين الأخيرتين. كذلك تحتوي النافذة على زر العاكس أو المرآة Mirror ويستخدم لعمل صورة معكوسة للعنصر قبل وضعه على نافذة الرسم وكذلك تحتوي على زر الدوران بزاوية ٩٠ درجة بعكس إتجاه عقارب الساعة كذلك تحتوي النافذة على زر مكتوب عليه "تغيير" Change ويستخدم لبرمجة المفاتيح الشائعة الإستعمال Hotkeys١ and Hotkeys٢ كما سيأتي شرحه لاحقاً. أما عندما ننقر على زر البحث Search فإننا نحصل على النافذة المبينة في الشكل ٢ -٥٤ كما أن النافذة في الشكل ٢ -٥٣ تحتوي على خيارات مثل Analog, Digital حيث إن ذلك يساعدنا على تقليص عدد العناصر وتحديدها بحيث انها تعمل بدقة في البرنامج تحت هذا الخيار أو ذاك. فمثلاً عندما نختار من النافذة الأولى General ثم BJTs من النافذة الثانية ثم NPN Trans:B من النافذة الثالثة سيظهر لنا رمز الترانزستور في النافذة الرابعة وعندما نحتار Digital فقط فإن عدد العناصر التي ستظهر في المستطيل الكبير من النافذة يكون قد تحدد أو قل في العدد.



شكل ٢ -٥٣ : نافذة استعراض العناصر والأجهزة.

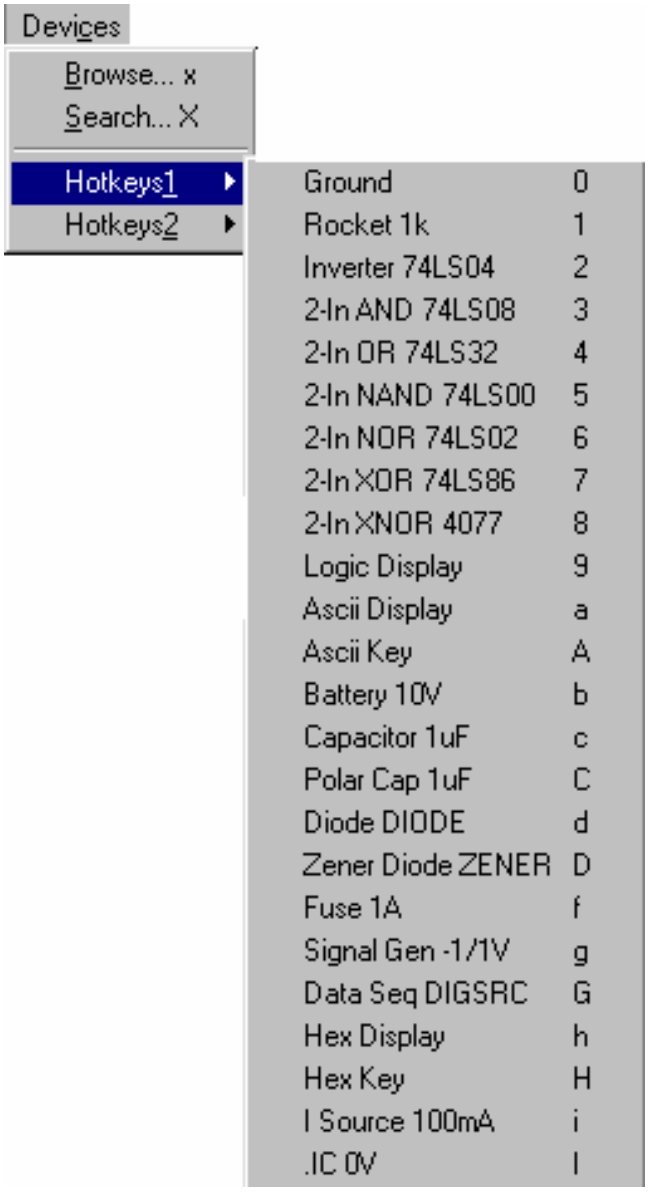
- **البحث** Search : عندما نقوم بتنشيط هذا الاختيار من خلال الاختيار Search تحت قائمة Devices أو من خلال النافذة الموضحة في شكل ٢ -٥٣ فإننا نحصل على النافذة الموضحة في الشكل ٢ -٥٣. حيث يمكن من خلالها البحث عن أي عنصر في مكتبة البرنامج حيث يتم كتابة رقم العنصر مثلاً ٧٤LS١٦٨A ثم الضغط على الزر Find ويعني ابحث، حيث أنه إذا كان هذا العنصر موجوداً فسيظهر على النافذة الكبيرة. كما أن النافذة في الشكل ٢ -٥٤ تحتوي على خيارات أخرى مثل استعراض Browse بحيث أنه في حالة وجدنا العنصر ونريد أن نعرف شكلة فما علينا في هذه الحالة إلا الضغط على زر الإستعراض لنحصل على النافذة السابقة في شكل ٢ -٥٣ . وتجدر الملاحظة على أنه في حالة تم اختيار المستطيل الصغير والمكتوب بجانبه Return after place فإن ذلك يعني أنه بمجرد وضع العنصر على نافذة الرسم سيتم الرجوع إلى نافذة البحث وذلك ربما للبحث عن عنصر آخر. كما أنه عندما يتم تحديد المستطيل الآخر والمكتوب بجانبه Place single items فإنه في هذه الحالة يتم وضع العنصر فقط ولن يتم الرجوع إلى نافذة البحث مرة أخرى.



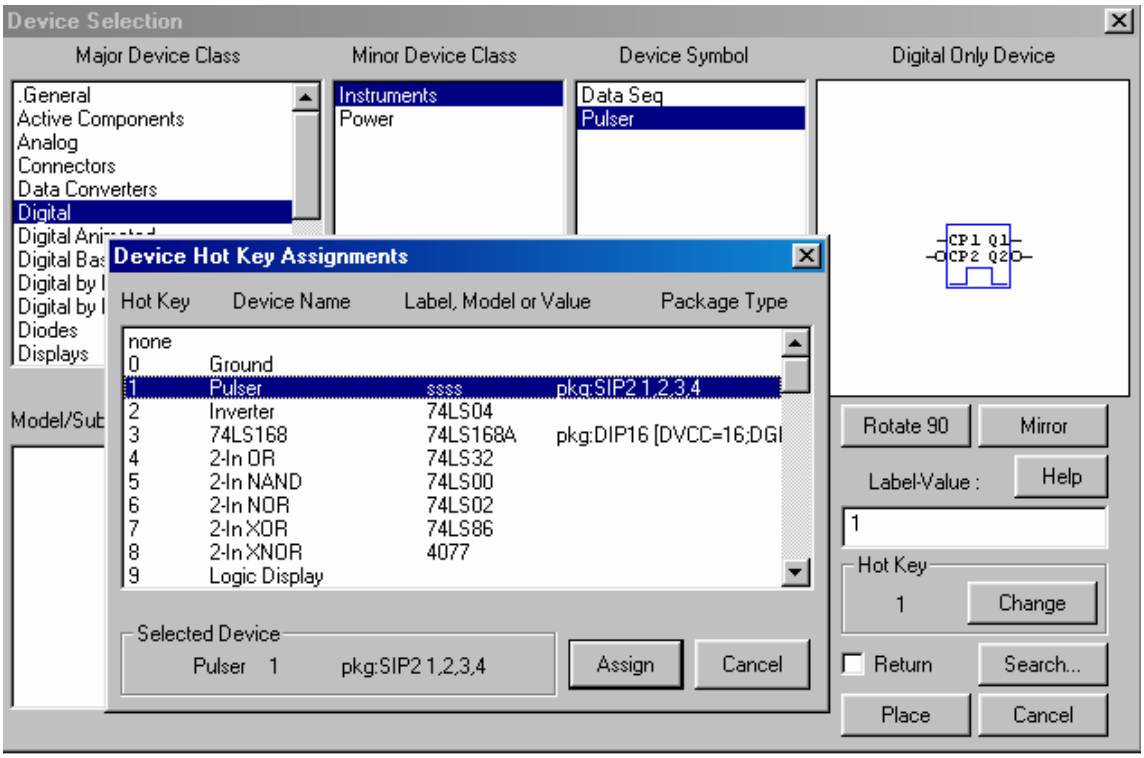
شكل ٢ -٥٤: نافذة البحث عن العناصر.

- **المفاتيح الشائعة الإستعمال** Hotkeys : هذا الاختيار موضح في الشكل ٢ -٥٥ حيث أنها تساعد المصمم في سرعة الحصول على العنصر المطلوب والكثير الاستعمال دونما أية حاجة لاسعراض العناصر أو البحث عنها وهذا تماماً يشبه ما نفعله نحن عندما نبرمج الهاتف المنزلي ذا الذاكرة بحيث أننا نستطيع برمجة بعد المفاتيح على الهاتف وذلك للأرقام المهمة لدينا بحيث عند الحاجة للإتصال فكل ما نقوم به هو الضغط على زر واحد بدل أن نقوم بإدخال رقم الشخص كاملاً حيث أنه مكون مثلاً من سبع خانات. وهنا في حالة البرنامج عندما نبرمج هذه المفاتيح وعددها ستون مرتبة حسب الأرقام ثم الحروف بحيث مثلا إذا أردنا برمجة المفتاح رقم ١ كما في الشكل ٢ -٥٥ من Rocket إلى ١ Pulser فكل ما يجب عمله هنا هو أن نذهب إلى نافذة الاستعراض وبعد الحصول على شكل مولد النبضات Pulser فإننا نضغط على الزر Change ويعني غير . هنا تظهر لنا نافذة صغيرة فيها أسماء المفاتيح الشائعة الاستعمال الحالية وكما يظهر في الشكل ٢ -٥٦ حيث نقوم باختيار السطر الثاني وفيه المفتاح الشائع الاستعمال. كما لا ننسى كتابة الرقم واحد في خانة الملصق Label-Value وإلا فإنه عند الذهاب إلى قائمة العناصر والإجهزة واختيار المجموعة الأولى من المفاتيح فإننا سنجد أن الرقم ١ في

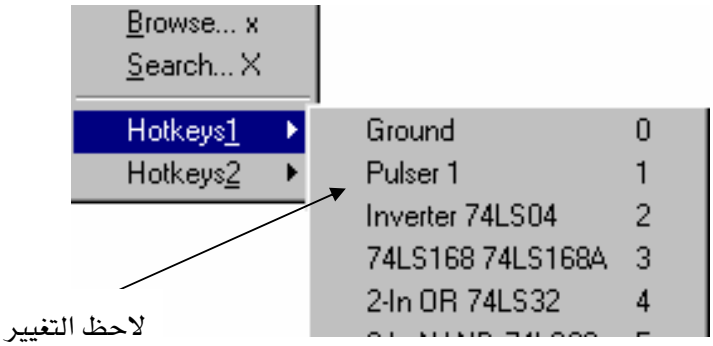
القائمة قد تغير إلى كلمة Pulser ولكن عندما نكتب الرقم ١ في خانة الملصق في نافذة البحث فإننا سنحصل على قائمة المفاتيح وقد تغير فيها المفتاح رقم ١ إلى كلمة Pulser ١ كما هو موضح في الشكل ٢ -٥٧



شكل ٢ -٥٥: قائمة المفاتح الشائعة الإستعمال الأولى.



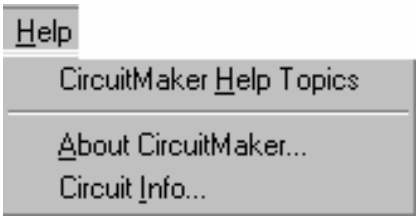
شكل ٢ -٥٦: طريقة برمجة المفاتيح الشائعة الإستعمال.



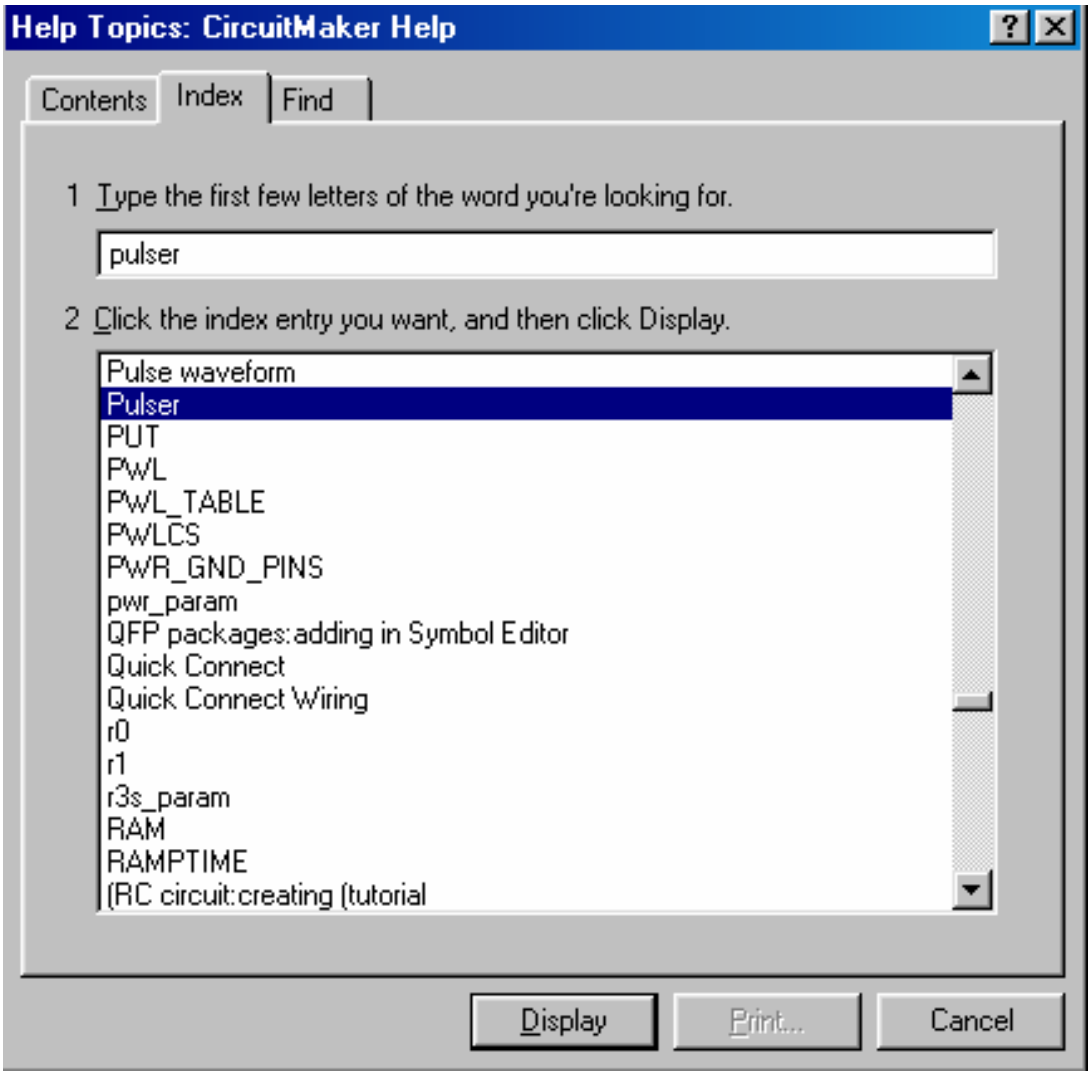
شكل ٢ -٥٧ : القائمة الأولى من المفاتيح بعد البرمجة.

☑ **قائمة المساعدة** Help: قائمة المساعدة الموضحة في الشكل ٢ -٥٨ تعطي معلومات مساعدة للمصمم بحيث إذا إعترضه سؤال ما عن الدائرة فإنه يمكن استخدام هذا الخيار حيث أنه عند تنشيط الاختيار الأول من هذه القائمة فإن النافذة الموضحة في الشكل ٢ -٥٩ تظهر لنا وفيها يمكن

كتابة أي معلومة بخصوص الدائرة في المستطيل العلوي ثم بالضغط على الزر Disply نحصل على المعلومات التي نريدها مع ملاحظة أنه عند كتابة الأحرف الأولى للعنصر الذي نبحث عنه فإنه تبدأ في الظهور جميع الكلمات المشابهة بداياتها لما كتبناه من حروف وإلى أن يستقر الأمر وإلى أن نجد العنصر مثلاً أو لا نجده.



شكل ٢ -٥٨: نافذة المساعدة.



شكل ٢ -٥٩: النافذة التي تظهر عند تنشيط الاختيار الأول من قائمة المساعدة.

٢ -٣ شريط الأدوات Tools Bar:

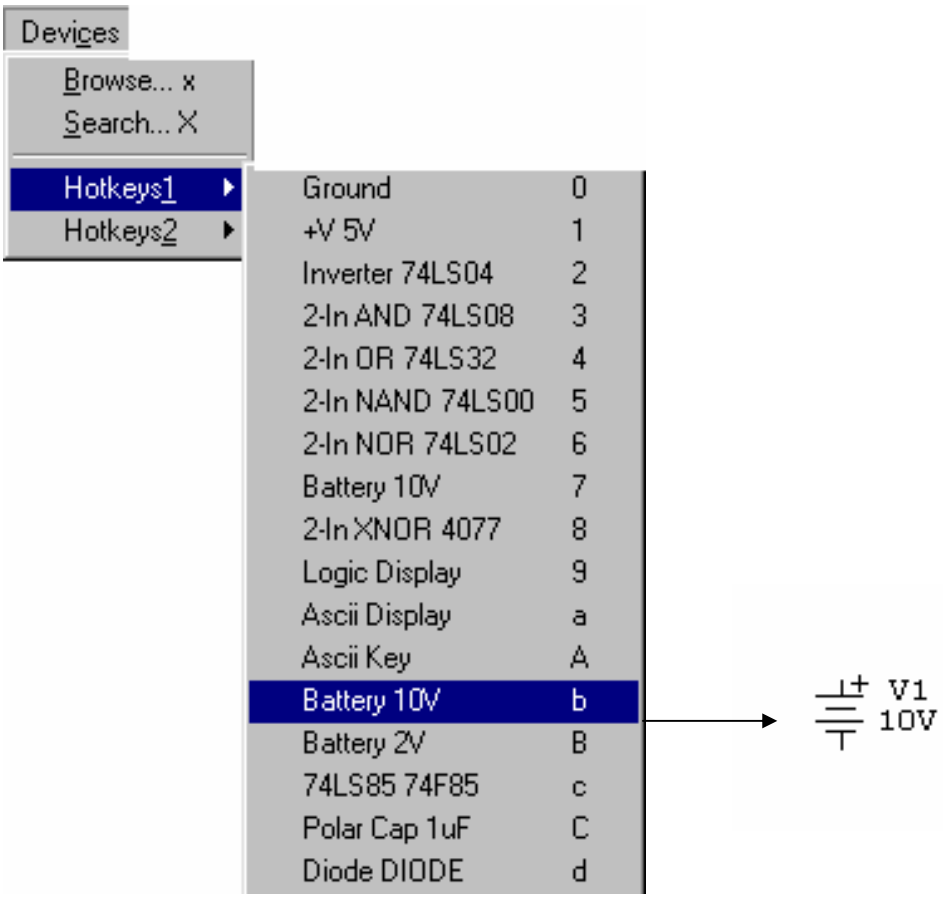
والآن سوف نتطرق إلى دراسة الكيفية التي يتم بها رسم العناصر على نافذة الرسم الإلكتروني حيث سيتم رسم العنصر الإلكتروني وسيتم التعرف على الكيفية التي من خلالها كيفية التعامل مع هذا العنصر من حيث تغيير بعض خصائصة من ناحية تغيير قيمة العنصر وإظهار أرقام أطرافه وكتابة اسمه وغير ذلك ثم نتطرق بعد ذلك إلى الكيفية التي يتم من خلالها توصيل العناصر ببعض كما سيتضح من خلال الأمثلة المعطاة.

٢ -٣ -١ السهم :

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

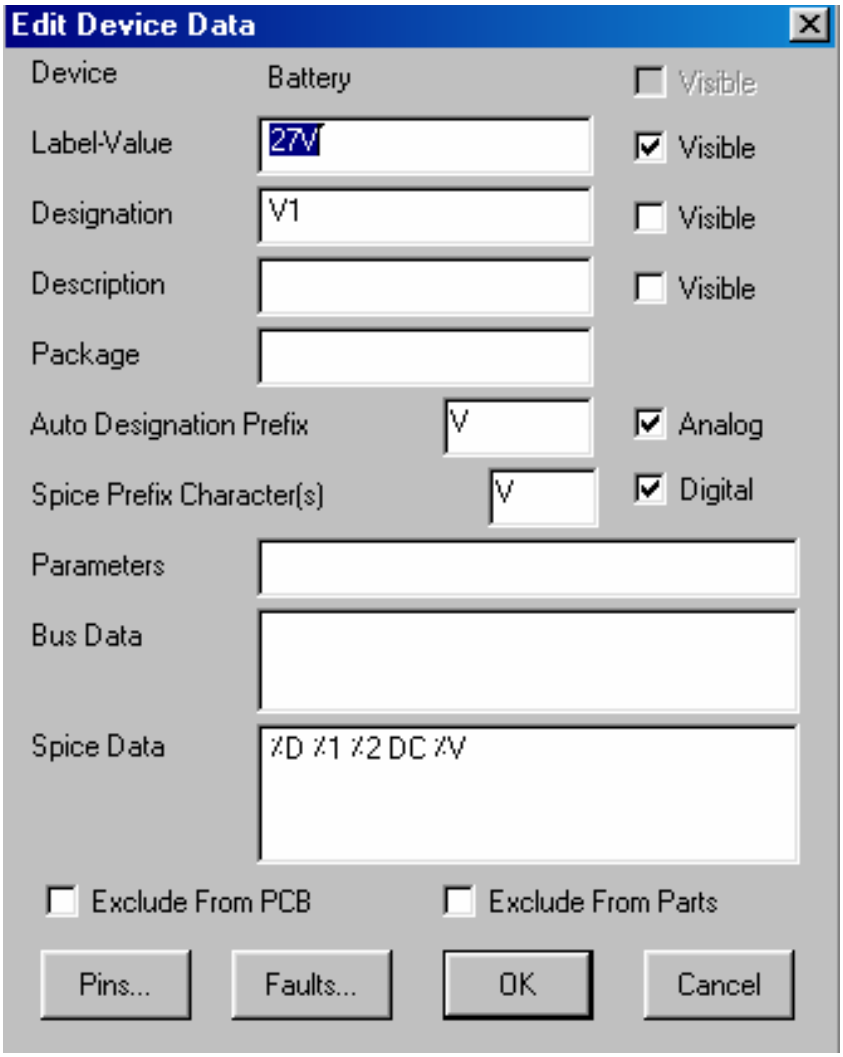
١ - قم بالضغط على السهم الموجود على شريط الأدوات وذلك لتنشيط هذا الاختيار أو بالضغط بزر الفأرة اليمين على مكان فارغ على نافذة الرسم حيث تظهر القائمة المبينة في شكل٢ -٦٠ ومنها قم باختيار Arrow حيث سيتم تنشيط هذا الإختيار. بعد ذلك اذهب إلى قائمة Devices ثم اختار قائمة المفاتيح الشائعة الإستعمال القائمة الأولى مثلاً HotKeys١ عندها ستظهر قائمة من العناصر. قم باختيار أي منها وليكن مثلاً مصدر جهد ثابت ومقداره ١٠V و يتم الاختيار بالضغط على زر الفأرة الأيسر عندها ستجد أن البطارية أو مصدر الجهد الثابت قد ظهر على نافذة الرسم كما هو مبين في الشكل ٢ -٦١. أما تحريك البطارية من نقطة لأخرى على نافذة الرسم فيتم بالنقر على زر الفأرة الأيسر على البطارية والتحريك مع الاستمرار في الضغط إلى النقطة المراد وضع البطارية فيها .

شكل٢ -٦٠ : القائمة التي تظهر عند الضغط بزر الفأرة الأيمن على مكان فارغ على نافذة الرسم.



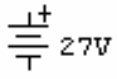
شكل ٢ -٦١: اختيار مصدر جهد ثابت وقدره ١٠V.

٢ - لتغيير قيمة البطارية من القيمة ١٠V إلى قيمة ٢٧V فإننا نقوم بالنقر بمؤشر الفأرة الأيسر مرتين على البطارية عندها ستظهر لنا نافذة تغيير بيانات العنصر أو الجهاز الإلكتروني كما هو موضح في الشكل ٢ -٦٢. عندها نقوم بتغيير قيمة الملصق Label-Value إلى المقيمة المطلوبة وهي ٢٧Volt .



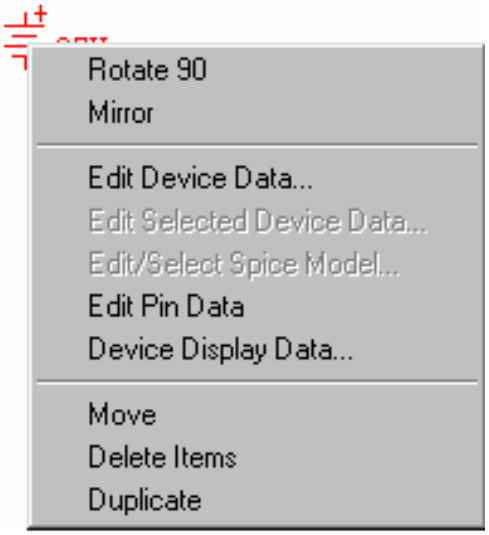
شكل ٢ -٦٢ : نافذة تغيير بيانات البطارية

٣ - بالنقر على الزر OK نجد أن شكل البطارية أصبح كما هو موضح في الشكل ٢ -٦٣ .



شكل ٢ -٦٣: البطارية بعد تعديل بياناتها

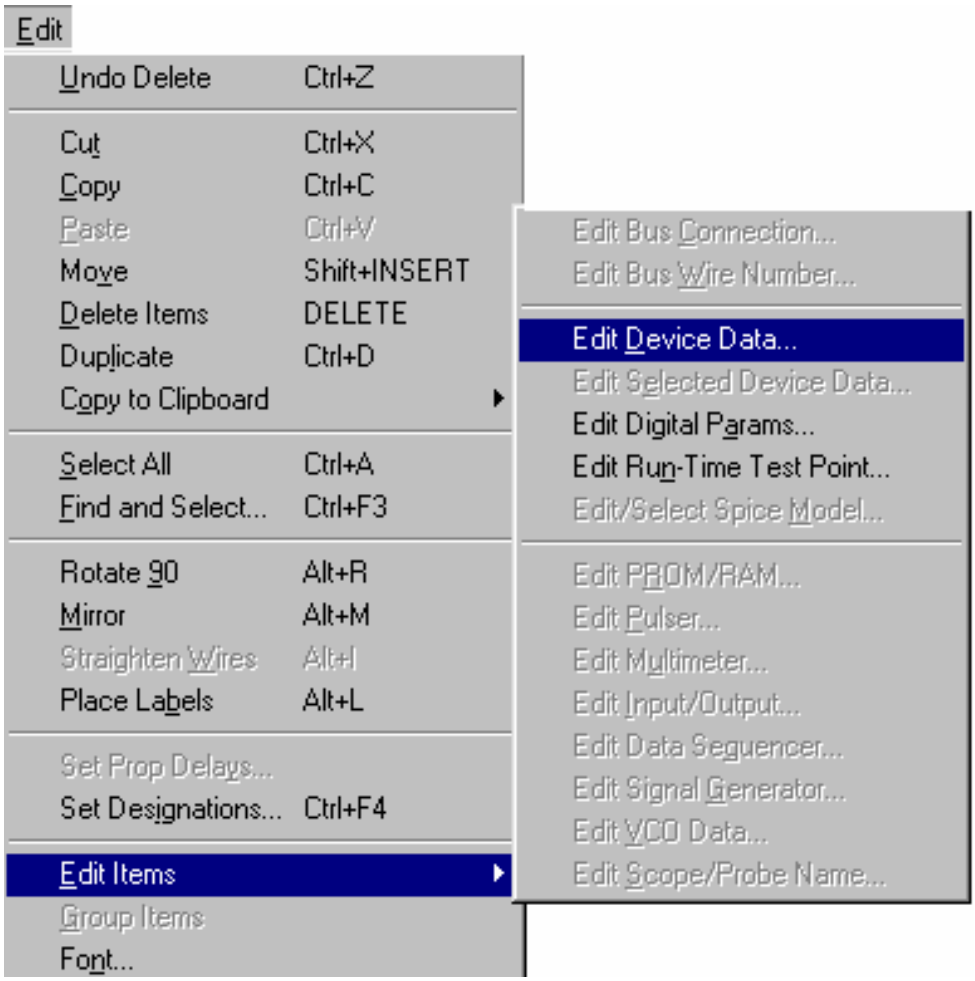
٤ - يمكن عمل الخطوة الثانية وذلك بالنقر بزر الفأرة الأيمن على العنصر في هذه الحالة عندها تظهر لنا النافذة الموضحة في الشكل ٢ -٦٤. عندها نقوم باختيار Edit Device Data وذلك عن طريق زر الفأرة الأيسر وعندها ستظهر لنا النافذة التي ظهرت في شكل ٢ -٦٢ .



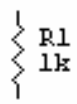
شكل ٢ -٦٤ : النافذة التي تظهر عند الضغط على البطارية بزر الفأرة الأيمن.

٥ - كذلك يمكن عمل نفس الخطوة السابقة من قائمة التحرير Edit وذلك باختيار Edit Items كما هو موضح في الشكل ٢ -٦٥ ثم اختيار Edit Device Data كما سبق شرحه في الخطوة الرابعة سابقاً .

٦ - عندما نريد تغيير وضع عنصر ما من وضع إلى آخر مثل لو كان لدينا مقاومة مرسومة على نافذة الرسم بشكل أفقي ونريد أن نجعلها في وضع عمودي فإنه يمكننا عمل ذلك وذلك بتكرار الخطوة رقم ٤ واختيار Rotate ٩٠ وهذا الاختيار يعني تغيير وضع العنصر أو الجهاز الإلكتروني بزاوية قدرها ٩٠ درجة وذلك بعكس اتجاه عقارب الساعة. فمثلاً لو كانت لدينا المقاومة R_1 المرسومة في وضع أفقي ونريد تغيير وضعها بشكل عمودي فإننا نقوم بالضغط بزر الفأرة الأيمن على المقاومة ثم نقوم باختيار Rotate ٩٠ وذلك بزر الفأرة الأيسر عندها سنجد أن وضع المقاومة قد أصبح عمودياً كما يتضح من الشكل ٢ -٦٦.



شكل ٢ -٦٥ : تعديل بيانات البطارية عن طريق استخدام قائمة التحرير.



شكل ٢ -٦٦ : وضع المقاومة بعد أن أصبح عمودياً.

٧ - لقلب وضع العنصر حول الإحداثي الرأسي فإننا نقوم بالضغط بزر الفأرة الأيمن على العنصر المراد قلب وضعه حول الإحداثي الرأسي عندها سنجد أن النافذة الموضحة في الشكل ٢ -٦٤ السابق قد

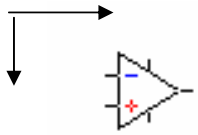
ظهرت لنا وعندها نقوم باختيار Mirror وذلك بزر الفأرة الإيسر وعندها سنجد أننا قد حصلنا على الشكل ٢ -٦٧.

شكل ٢ -٦٦: العنصر بعد قلب وضعة حول الإحداثي الرأسي

ملاحظة: لاحظ أننا إذا أردنا في الشكل السابق أن نجعل علامة الموجب للأعلى والسالب للأسفل فإننا نقوم أولاً بتدوير العنصر مرتين باستخدام Rotate ٩٠ ثم نقوم باستخدام Mirror كما في الشكل ٢ - ٦٨.

شكل ٢ -٦٨ : العنصر بعد قلب العلامة الموجبة للأعلى.

٨ - نستعمل نفس الطريقة المشروحة في الخطوة الرابعة ولكن باختيار Move وذلك لتحريك العنصر من مكان إلى آخر على نافذة الرسم حيث أنه عند اختيار Move بزر الفأرة الأيسر فإننا نحصل على الشكل ٢ -٦٩ .



شكل٢ -٦٩ : العنصر بعد اختيار Move بزر الفأرة الأيسر.

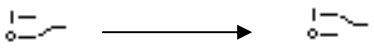
عندها نقوم بتحريك الفأرة من غير الضغط على أي من الأزارير وعندما نصل بالعنصر إلى النقطة المطلوبة فإننا نقو بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة وعندها سنجد أن العنصر قد ثبت في مكانه.

٩ - عندما نرغب في مسح أي عنصر على نافذة الرسم فإننا نقوم باختيار العنصر كما سبق شرحه في الخطوة رقم ٤ ثم نقوم باختيار Delete Items وعندها سنجد أن العنصر قد اختفى.

١٠ - عندما نريد عمل نسخة مطابقة للعنصر فإننا نقوم باختيار العنصر كما سبق شرحه (خطوه رقم ٤) ثم نقوم باختيار Duplicate وعندها سنحصل على نسخة مكررة لنفس العنصر ولكن الملصق يختلف في المسمى. فمثلاً لو قمنا بعمل نسخة مكررة للمقاومة R_1 فإننا سنحصل على نسخة مشابهة للمقاومة ولكن بمسمى R_2 كما في الشكل ٢ -٧٠ .

شكل ٢ -٧٠ : المقاومة بعد عمل نسخة مطابقة لها.

١١ - لتغيير وضع مفتاح من حالة إلى أخرى يتم استخدام أداة السهم لذلك حيث أنه بمجرد الضغط بالسهم على المفتاح تتحول حالة السهم من وضع إلى آخر كما هو مبين في الشكل ٢ -٧١ .



شكل ٢ -٧١ : تغيير وضع المفتاح من حالة إلى أخرى.

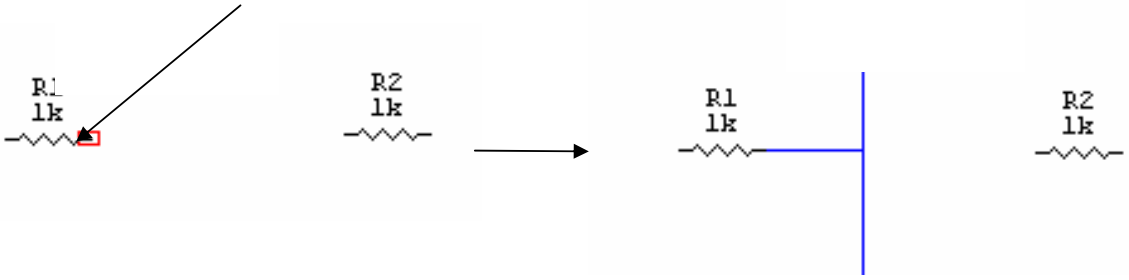
٢ -٣ -٢ أداة التوصيل بين عناصر الدائرة

يمكن تنشيط هذ الاختيار إما بالضغط على علامة الزائد الموجودة على شريط الأدوات أو باختيار Wire وذلك من النافذة التي سبق شرحها في الخطوة رقم ١. حيث نجد إن المؤشر قد تغير شكله إلى علامة الزائد وهذا يعني أنه قد تم تنشيطه. أن أداة التوصيل بين العناصر يمكن استخدامها إما لتوصيل عنصرين مع بعضهما أو لرسم خطوط بيانات مشتركة أو لرسم خطوط متقطعة لتوضيح بعض الأشياء الخاصة في الدائرة ولتوضيح ذلك نستعرض النقاط التالية:

٢ -٣ -٢ -١ توصيل عنصرين ببعضهما البعض:

لو كان لدينا مقاومتان كما هو موضح في الشكل ٢ -٧٢ فإنه يتم التوصيل بينهما أولا بتنشيط أداة توصيل الخطوط ثم بعد ذلك يتم تحريك علامة التوصيل إلى أحد أطراف المقاومة وبدون الضغط على أي من أزرة الفأرة وعندها سنجد أن شكل علامة الزائد قد تحول إلى اللون الأحمر عندها نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة وهنا سنجد أن اللون الإحمر قد اختفى وعندها نقوم بتحريك الفأرة باتجاه طرف المقاومة الثانية حيث نجد أنه قد تكون لدينا خط توصيل أزرق اللون وعندما نصل إلى طرف المقاومة الثانية نجد مرة أخرى أن شكل علامة التوصيل قد تحول إلى اللون الأحمر مرة أخرى وعندها نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرتين وعندها سنجد أن اللون الأحمر قد اختفى وظهر لنا خطاً أزرق اللون بين المقاومتين وكذلك تظهر لنا نقطتان سوداون عند الأطراف التي تم توصيلها وكما هو مبين في الشكلين ٢ -٧٣ و ٢ -٧٤

شكل ٢ -٧٢ : مقاومتين يراد التوصيل بينهما



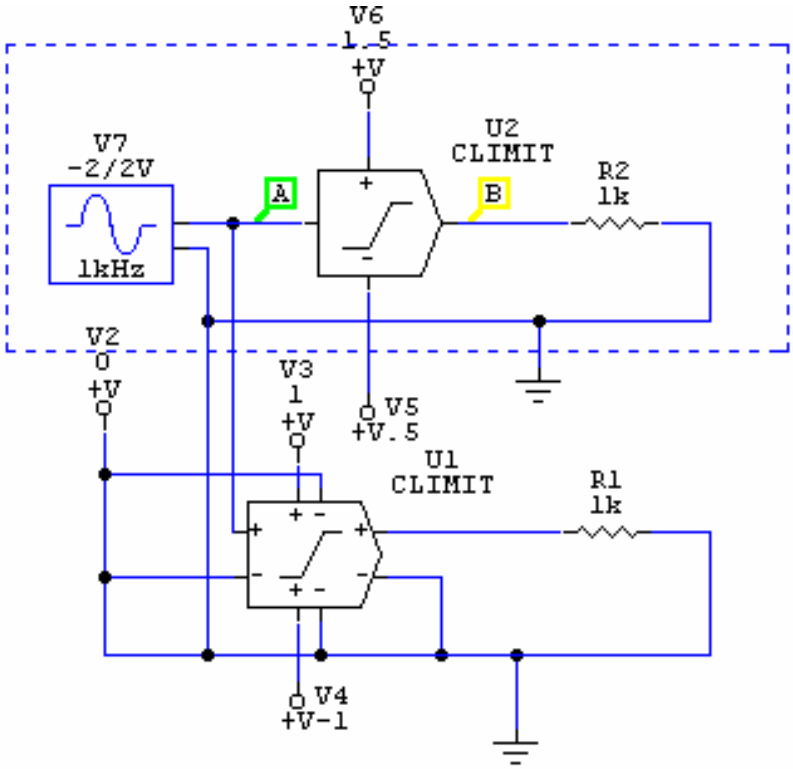
شكل ٢ -٧٣ : طريقة بدء التوصيل

شكل ٢ -٧٤ : المقاومتين بعد التوصيل

٢ -٣ -٢ استعمال خطوط التوصيل كخطوط منقطة:

ويتم ذلك بتنشيط أداة توصيل الخطوط أولاً ثم بعد ذلك يتم الضغط مرة واحدة على المفتاح Alt على لوحة المفاتيح ثم تحريك المؤشر من غير نقر على أي من أزرة الفأرة و عندما نرغب في تغير اتجاه الخط فإننا فقط نقوم بالنقر مرة واحدة على زر الفأرة الأيسر ثم نتحرك في الاتجاه المرغوب التحرك إليه وعندما نحتاج مره أخرى لتغيير الاتجاه فإننا نفعل نفس الشيء حيث نقوم مرة أخرى بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة وهذا يشمل الخطوط المنقطة والعادية التي سبق شرحها في خطوات سابقة والشكل ٢ -٧٥ يوضح شكل الخط المنقط بعد وضعه على دائرة إلكترونية حيث يستفاد منه في

تحديد بعض العناصر والتي ربما تقوم بتأدية وظيفة معينة في الدائرة الإلكترونية كما يمكن توصيله بين عنصرين وفي هذه الحالة يعمل وكأنه خط متصل ولكن يقصد به التوضيح في حالة استعماله.

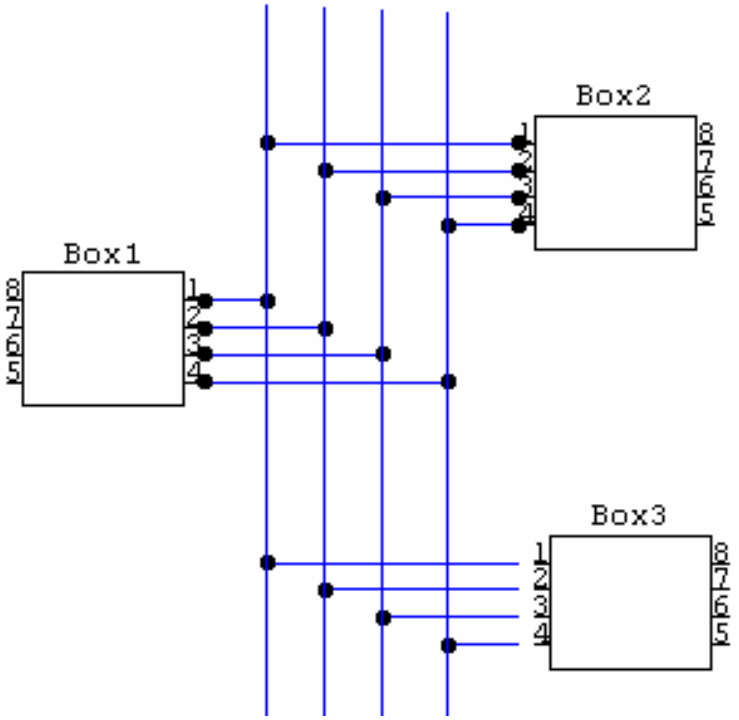


شكل ٢ -٧٥ : شكل الخطوط المنقطة في الدائرة.

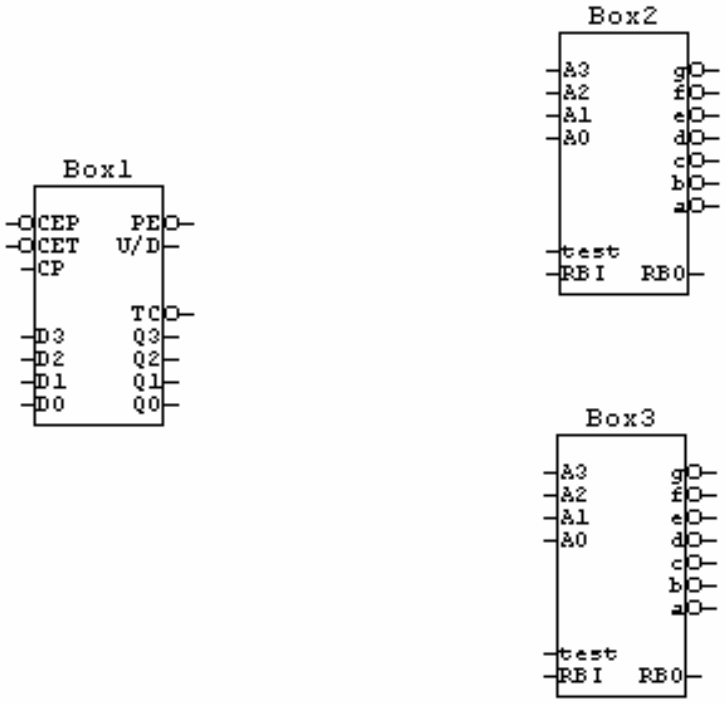
٢ -٣ -٢ -٣ توصيل خطوط بيانات مشتركة:

لنفترض أننا نريد توصيل الخطوط الأربعة الخارجة من الصندوق الأول إلى الخطوط الأربعة الخارجة من الصندوقين الثاني والثالث بحيث أن الخط رقم ١ الخارج من الصندوق الأول نريد توصيله بالخط رقم واحد في كلا الصندوقين الآخرين وكذلك بالنسبة لبقية الخطوط رقم ٢و ٣ و ٤ و كما هو موضح في شكل ٢ -٧٦ . نجد أن ذلك ممكناً وذلك بأن نقوم أولاً برسم الدوائر الرقمية المتكاملة والتي تمثل الصناديق الثلاثة مثلاً ولتكن كما في الشكل ٢ -٧٧ . لنفترض أننا نريد توصيل الأطراف من الصندوق الأول وهي Q_3,Q_2,Q_1,Q_0 بالأطراف A_3,A_2,A_1,A_0 في كلا الصندوقين الآخرين بحيث أن الطرف Q_2 في الصندوق الأول يتم توصيله بالطرف A_2 في الصندوقين الثاني والثالث والطرف Q_2 من الصندوق الأول بالطرف A_2 في الصندوقين الثاني والثالث وهكذا بالنسبة للأطراف الأخرى

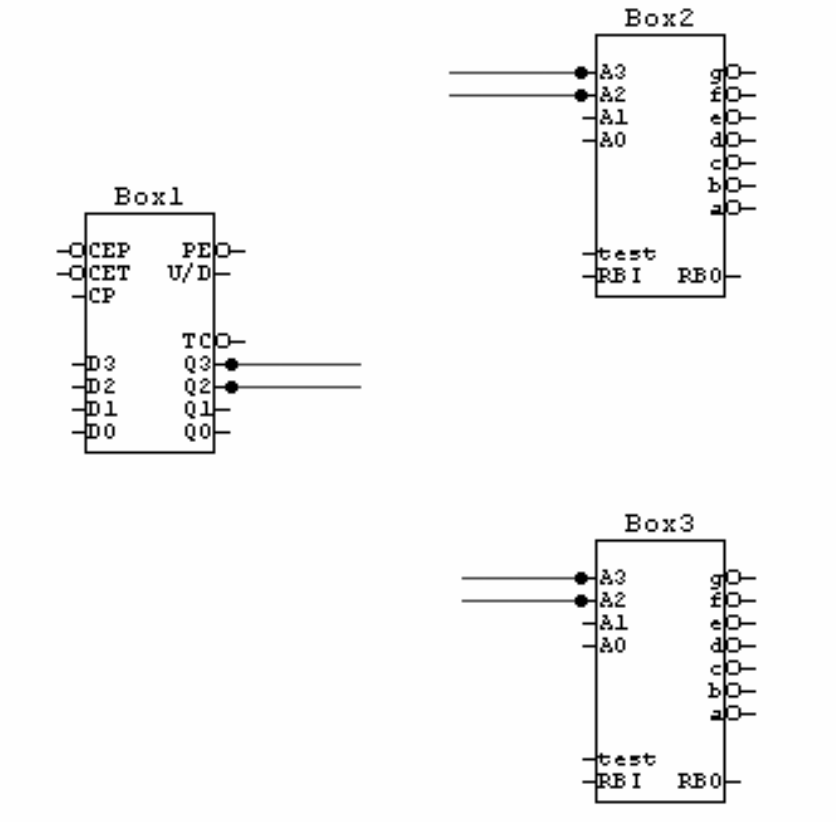
عندها يتم رسم خط من أحد الأرجل للصندوق الأول مثلاً ثم نسخة عدة نسخ وتوصيلها بالأطراف التي نرغب في توصيلها والغرض من ذلك أن يكون الرسم متناسقاً وكما يظهر في الشكل ٢ -٧٨ .



شكل ٢ -٧٦ : توصيل خطوط بيانات مشتركة بين الصناديق الثلاثة.

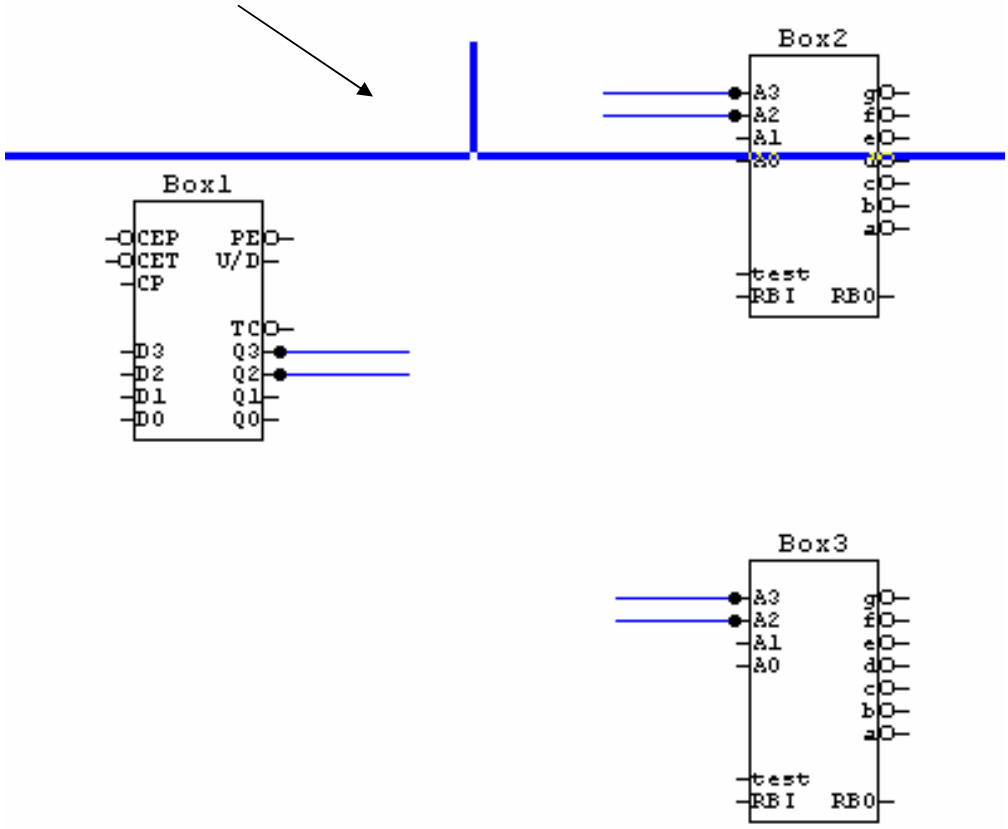


شكل ٢ -٧٧ : ثلاثة دوائر متكاملة رقمية



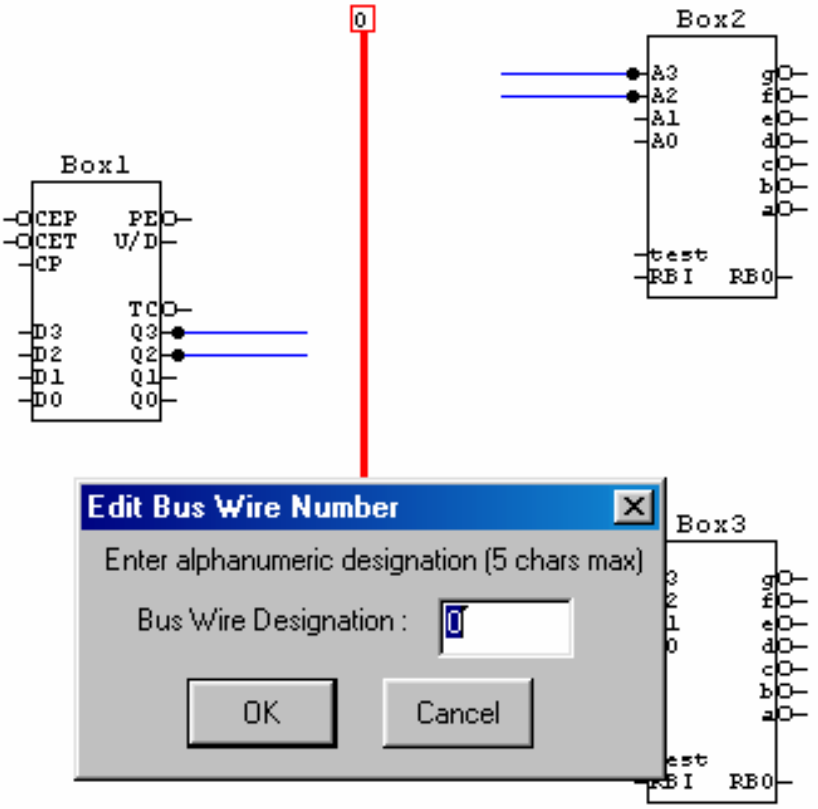
شكل ٢ -٧٨ : توصيل خطوط بيانات من جميع الصناديق الثلاثة

الخطوة التالية هي أننا نقوم برسم خط البيانات والذي يشتمل على عدة خطوط ويكون في هذه الحالة سميكاً ويتم ذلك أولاً بتنشيط أداة توصيل الخطوط ثم يتم تحريك المؤشر من غير ضغط على أي من أزرة الفأرة إلى الموضع المراد رسم خط منه وعند هذه اللحظة يتم الضغط على المفتاح Shift الموجود على لوحة المفاتيح والضغط في نفس الوقت على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة ثم بعد ذلك نترك المفتاح Shift وكذلك نترك الضغط على الزر الأيسر للفأرة وفي نفس الوقت نتحرك بالاتجاه المراد رسم خط بيانات فيه وفي حالتنا هذه من الأعلى للأسفل ومن غير ضغط على أي من أزرة الفأرة وعندها سنلاحظ ظهور خط سميك اللون كما هو موضح في الشكل ٢ -٧٩ .



شكل ٢ -٧٩ : خط البيانات السميك الذي يظهر عند تحريك المؤشر

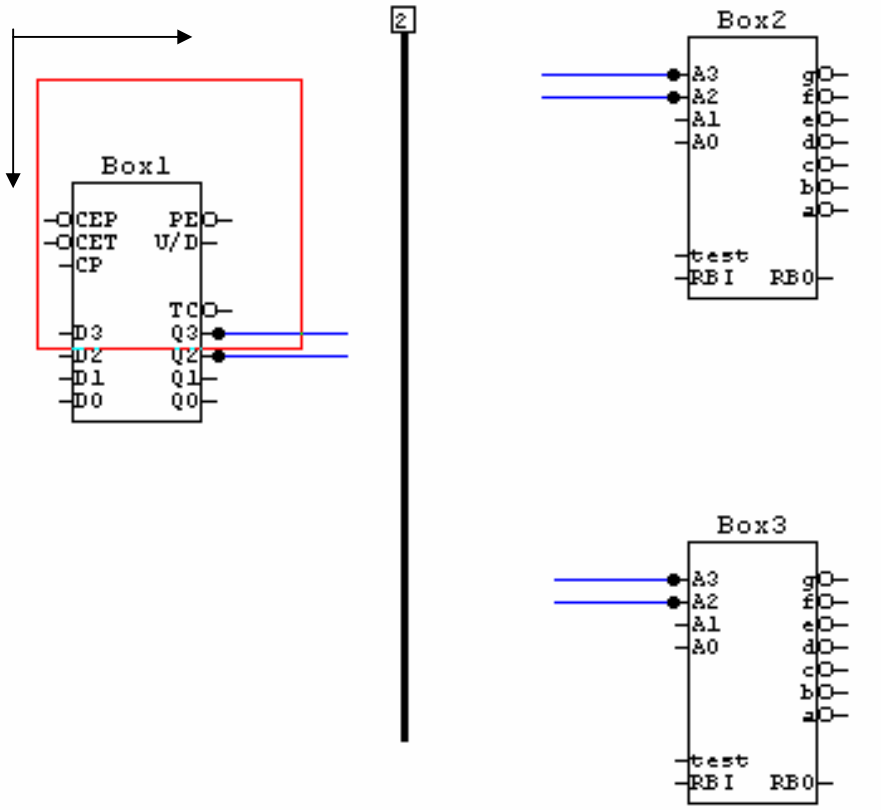
وبعد الوصول إلى النقطة المراد التوقف عندها نقوم بالضغط على زر الفأرة الأيسر مرتين متتاليتين وعندها تظهر لنا النافذة الموضحة في الشكل ٢ -٨٠ .



شكل ٢ -٨٠ : النافذة التي تظهر بعد الضغط على زر الفأرة الأيسر

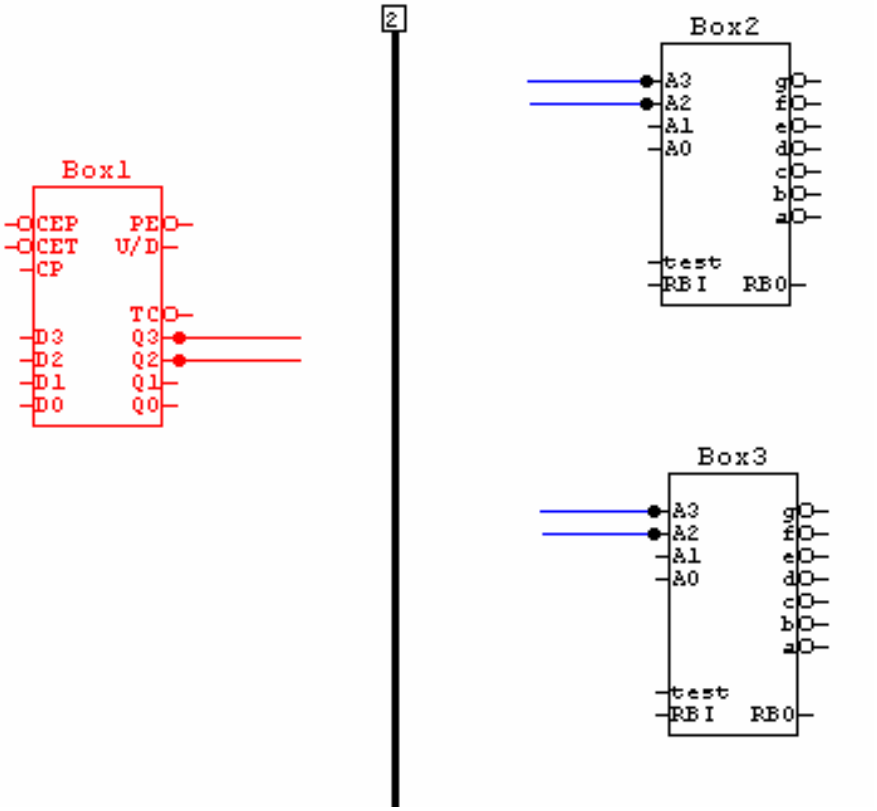
هنا يمكن إدخال تعريف لخطوط البيانات وليكن الرقم ٢ وعند الضغط على OK نجد أن التعريف الموجود على خط البيانات في الشكل السابق قد تغير إلى الرقم ٢.

الخطوة التالية هي عملية توصيل خطوط الصناديق الثلاثة مع خط البيانات السميك ويتم ذلك بتحريك الصناديق الثلاثة باتجاه خط البيانات السميك ، فمثلاً عندما نريد تحريك الصندوق الأول مع الخطين الموصلين به مثلاً باتجاه اليمين جهة خط البيانات السميك فإننا نقوم أولاً باختيار الصندوق وذلك باستخدام أداة السهم ويتم ذلك بالضغط على نافذة الرسم بزر الفأرة الأيسر وذلك في الجهة التي يوجد بها الصندوق الأول وتحريك المؤشر باستمرار الضغط على زر الفأرة والاتجاه من الأعلى إلى ألأسفل حيث سيظهر لنا مستصيل أحمر اللون كما في الشكل ٢ -٨١ .



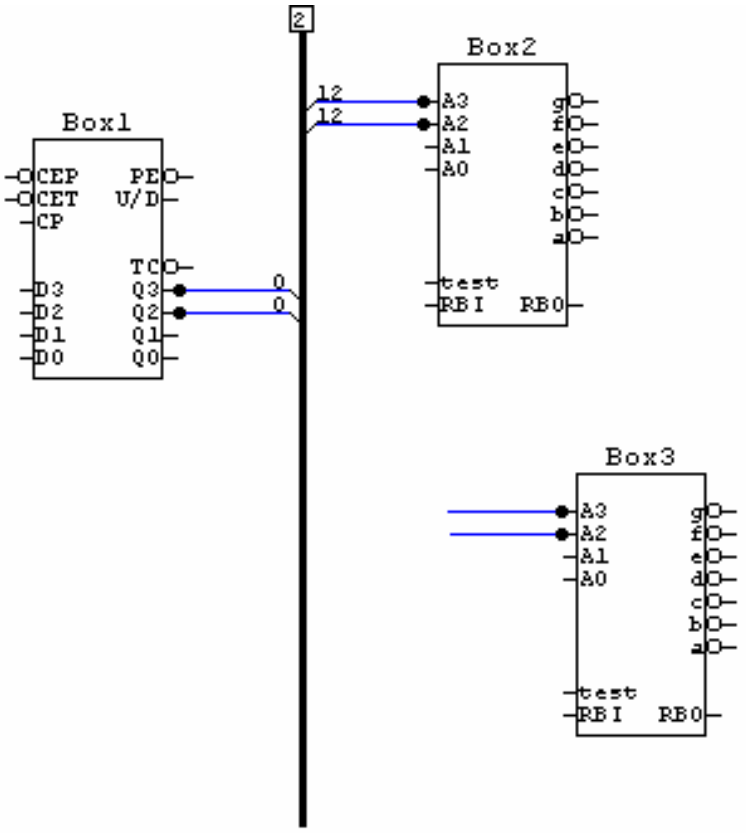
شكل ٢ -٨١ : المستطيل الأحمر الناتج عن حركة المؤشر من الأعلى للأسفل.

وعندما يغطي المستطيل الأحمر الناتج عن حركة المؤشر الصندوق الأول عندها نترك زر الفأرة الأيسر ونلاحظ أن الصندوق الأول قد أصبح أحمر اللون كما في الشكل ٢ -٨٢ .



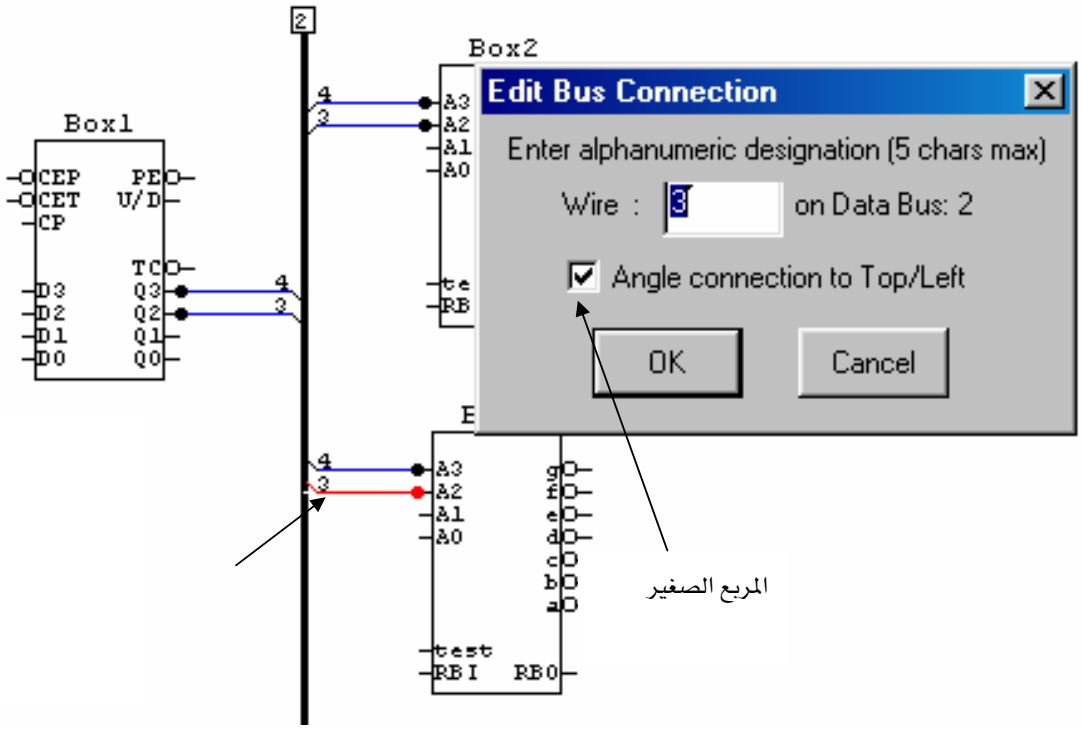
شكل ٢ -٨٢: الصندوق الأول بعد إختياره بالكامل.

الخطوة التالية هي أن نقوم باختيار Move من قائمة التحرير Edit وعندها سيكون في مقدورنا تحريك الشكل إلى أي مكان نشاء وذلك بدون النقر على أي من أزرة الفأرة وعندها نقوم بتحريك الصندوق باتجاه اليمن نحو الخط السميك والذي يمثل خطوط بيانات وعند تلامس الخطين الخارجين من الصندوق الأول مع خط البيانات السميك عندها نقوم بالضغط مرة واحدة على زر الفأرة الأيسر ونقوم أيضاً بتكرار ما عملناه للصندوق الأول بالنسبة للصندوقين الآخرين والشكل ٢ -٨٣ يوضح كيف يصبح التوصيل بالنسبة للصندوقين الأول والثاني .



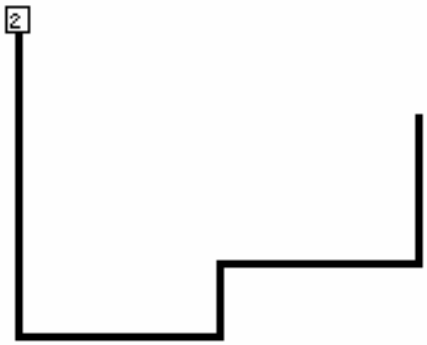
شكل ٢ -٨٣ : توصيل خطوط البيانات الخارجة من الصندوق الأول مع خط البيانات السميك.

بعد ذلك نقوم بالنقر على على الخطوط الخارجة من الصندوق الأول بحيث ننقر بزر الفأرة الأيسر مرتين على الخط الأول والخارج من Q_2 وعندها تظهر لنا النافذة التي ظهرت في شكل ٢ -٨٠ . عندها نقوم بكتابة الرقم ٤ في وسط النافذة ونكرر نفس العملية للخط الخارج من نقطة Q_2 ونكتب في النافذة الصغيرة الرقم ٣ ونكرر بالنسبة ل Q_1 حيث نكتب الرقم ٢ ثم ل Q_0 حيث نكتب الرقم ١ . بعد ذلك نكرر نفس الشيء مع الصندوقين الثاني والثالث حتى نحصل في النهاية على الشكل ٢ -٨٤.



شكل ٢ -٨٤ : الصناديق الثلاثة بعد توصيلها بخط البيانات السميك وترقيم الخطوط الخارجة منها.

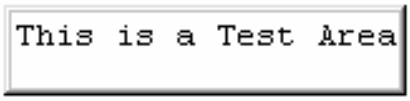
والآن يمكننا توصيل بقية الخطوط بنفس الطريقة وبهذا نكون قد تعرفنا على عملية تكون خطوط البيانات. كما تجدر الإشارة إلى أنه يمكن رسم خط البيانات السميك كما لو كان خط توصيل عادي حيث أنه عندما نريد تغيير الاتجاه ما علينا إلا أن نقوم بالضغط على زر الفأرة الأيمن مرة واحدة ثم نحرك الفأرة بالاتجاه الذي نريده وهكذا كما هو مبين في الشكل ٢ -٨٥ .



شكل ٢ -٨٥ : خط اليبانات السميك مرسوم بشكل متعرج.

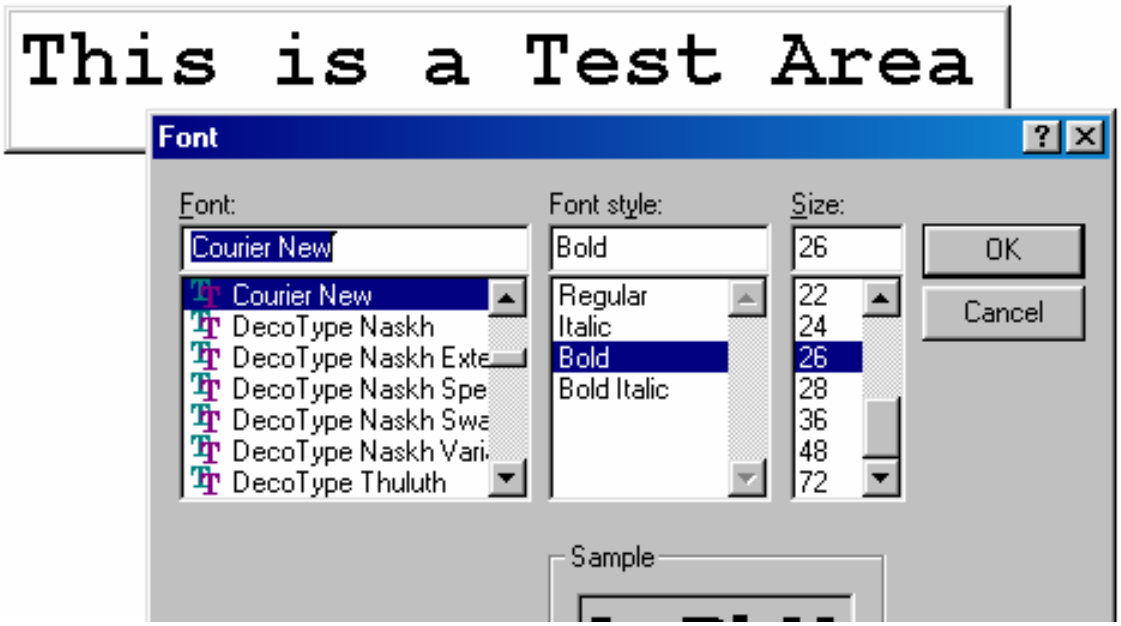
٢ -٣ -٣ أداة الكتابة

يمكن استخدام هذه الأداة عندما نريد توضيح بعض الأمور الخاصة بدائرة ما حيث أنه بعد تنشيط هذا الاختيار من مسطرة الأدوات أو بالضغط على زر الفأرة الأيمن في مكان غير مشغول ثم اختيار Text وعندها نكون قد قمنا بتنشيط أداة الكتابة وبعد ذلك نقوم بالضغط على زر الفأرة الأيسر في الموضع الذي نريد وضع الكتابة فيه وعندها سيظهر لنا مستطيل كما هو موضح في الشكل ٢ -٨٦ . هنا نستطيع كتابة ما نريد وإذا أردنا الكتابة في سطر آخر فإننا نقوم بتوسيع المستطيل وذلك بالضغط على زر الفأرة الأيسر عند حافة مستطيل الكتابة مع استمرار الضغط والتحريك لتوسيع المستطيل للجهة اليمنى.



شكل ٢ -٨٦ : المستطيل الذي يظهر عند تنشيط أداة الكتابة

أما إذا أردنا تعديل شكل ولون الخط فإنه يمكننا ذلك وذلك أولاً بوضع المؤشر على الكتابة ثم باختيار Edit من سطر القوائم ثم اختيار Font وعندها ستظهر لنا النافذة المبينة في شكل ٢ -٨٧ حيث نستطيع تغيير شكل الكتابة



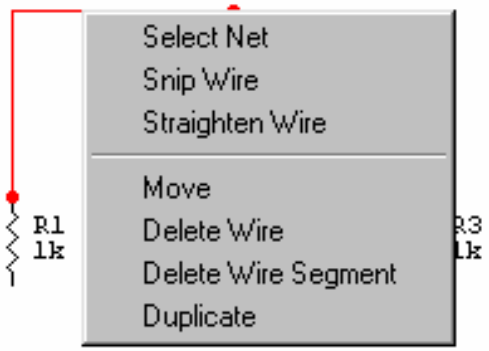
شكل ٢ -٨٧ : النافذة التي تظهر عندما نختار Font من القائمة Edit على سطر القوائم

وأخيراً عندما نريد عدم تنشيط أداة الكتابة فإننا نقوم بوضع المؤشر في مكان فارغ على نافذة الرسم ثم الضغط مرة واحدة على زر الفأرة الأيسر .

٢ -٣ -٤ أداة المسح

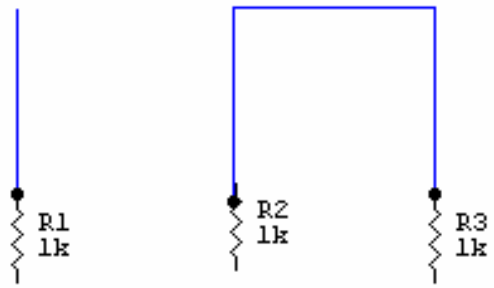
حيث أنه بتنشيط هذه الأداة من شريط الأدوات أو بالضغط في مكان غير مشغول على نافذة الرسم واختيار Delete بعد النقر على زر الفأرة الأيمن ويتم المسح وذلك بتحريك الموشر بعد تنشيط أداة المسح إلى العنصر أو الخط المراد مسحه ثم الضغط على زر الفأرة الأيسر وعندها يتم المسح . ونلاحظ أنه في حالة مسح خط توصيل فإنه يتم تحريك المؤشر إلى الخط المراد مسحه ثم بالضغط مرة واحدة على زر

الفأرة الأيسر وعندها سنجد أن الخط قد تم مسحه. أما إذا ما حركنا علامة المسح إلى الخط وقمنا بالضغط باستمرار مع تحريك المؤشر بعيداً عن السلك فإننا سنجد أن السلك عند الضغط عليه قد أصبح لونه أحمر وبإبعاد المؤشر مع استمرار الضغط على زر الفأرة الأيسر نجد أن السلك قد عاد إلى لونه السابق وهو اللون الأزرق ولم يتم مسحه. أما عندما نريد مسح جزء من سلك موصل بعدة نقاط فإن ذلك يتم بتحريك المؤشر إلى المنطقة المراد إزالة الجزء من السلك منها والضغط على زر الفأرة الأيمن على السلك واختيار Delete Wire Segment وكما هو مبين في الشكل ٢ -٨٨ .



شكل ٢ -٨٨ : النافذه التي يظهر بها اختيار مسح جزء من السلك.

أما الشكل السابق فيظهر بعد المسح الجزئي كما هو مبين في الشكل ٢ -٨٩ .



شكل ٢ -٨٩ : المقاومات الموصلة بعد مسح جزء من التوصيل

وأخيراً عندما نريد قص سلك توصيل إلى جزأين فإن ذلك يتم بالضغط على المفتاح Shift الموجود على لوحة المفاتيح ومن ثم تحريك علامة المسح إلى الموضع الذي نريد قص السلك فيه وباستمرار الضغط على المفتاح Shift وكذلك الضغط بزر الفأرة الأيسر مرة واحدة نجد أن السلك قد انقسم إلى جزأين كما هو موضح في الشكل ٢ -٩٠ .

شكل ٢ -٩٠ : السلك بعد قصه إلى جزأين

كما أنه بإمكاننا قطع السلك نفسه إلى عدة قطع بنفس الطريقة.

٢ -٣ -٥ أداة التكبير والتصغير

تستخدم هذه الأداة للتكبير أو التصغير حيث أننا إذا أردنا التكبير فإننا نقوم بتنشيط هذه الأداة وعندها سنجد علامة التكبير أو العدسة قد ظهرت كما أننا نرى علامة الزائد بداخلها وهذا يعني تكبير (Zoom in) ثم بعد ذلك نقوم بوضع علامة العدسة على المكان الذي نرغب في تكبيره ونقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر عدة مرات حسب مقدا ر التكبير المناسب أما إذا ما أردنا العكس أي التصغير فإننا نقوم بتنشيط أداة التكبير أو إذا كنا قد نشطناها سابقاً فإنه في هذه الحالة يلزمنا الضغط على المفتاح Shift الموجود على لوحة المفاتيح وفي تلك اللحظة سنجد أن علامة الزائد داخل العدسة قد أصبحت علامة ناقص (-) وهذا يعني تصغير (Zoom out) وعندها نكرر الضغط على زر

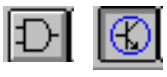
الفأرة الأيسر مع استمرا ر الضغط على المفتاح Shift حسب الاحتياج . وهناك طريقة أخرى لعمل التكبير والتصغير وهي أننا نضع المؤشر على المكان الذي نرغب في تكبيره ونترك الفأرة بعد ذلك ثم نقوم بالضغط على المفتاح Page Up على لوحة المفاتيح وذلك للتكبير أو المفتاح Page Down للتصغير ولكن نلاحظ هنا أن التكبير أو التصغير يتمحور على علامة المؤشر أو الموضع الذي وضعنا فيه المؤشر أي أن الموشر أصبح النقطة المركزية التي يتم حولها التكبير أو التصغير.

٢ -٣ -٦ أداة الدوران

تستخدم هذه الأداة لتدوير العناصر المختارة بزاوية مقدارها ٩٠ تسعون درجة بعكس اتجاه عقارب الساعة ويتم ذلك بإختيار العنصر أولاً حيث سيصبح لونه أحمر اللون وعندها سنجد أن هذه الأداة قد أصبحت منشطة وتغير لونها من الرمادي غير المنشط إلى لون أكثر وضوحاً كما هو موضح على عنوان هذه الفقرة. وعندها نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر عدة مرات وإلى أن نحصل على الدوران المطلوب.

٢ -٣ -٧ أداة المـــــرآة أو الصـــــورة العاكسة

حيث أن هذه الأداه تستخدم لعمل صورة معكوسة لنفس العنصر ويتم ذلك باختيار العنصر بأداة السهم التي سبق شرحها ثم الضغط على أداة المرآة أو الصورة المعكوسة للعنصر مرة أو عدة مرات حسب الحاجة إلى ذلك.

٢ -٣ -٨ أداة المحاكاة التماثلية / الرقمية 

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

٢ -٣ -٩ أداة إرجاع الحالة الابتدائية لعملية المحاكاة

هذه الأداة تستخدم في بداية عملية المحاكاة وذلك لإرجاع الدائرة إلى وضعها الابتدائي . فعلى سبيل المثال عندما نقوم بعملية محاكاة لدائرة ما حيث إن بعض المصابيح فيها أصبحت مضيئه في نهاية عملية المحاكاة بيمنا قبل البدء في عملية المحاكاة كانت مطفأة وبفرض أننا غيرنا شيء ما في الدائرة ونريد اختباره مرة أخرى في هذا الحالة لا بد من تنشيط هذا الاختيار وذلك لإرجاع الدائرة إلى الوضع الذي كانت عليه سابقاً ومن ثم البدء في عملية المحاكاة.،

٢ -٣ -١٠ أداة الخطـــــــوة الواحدة

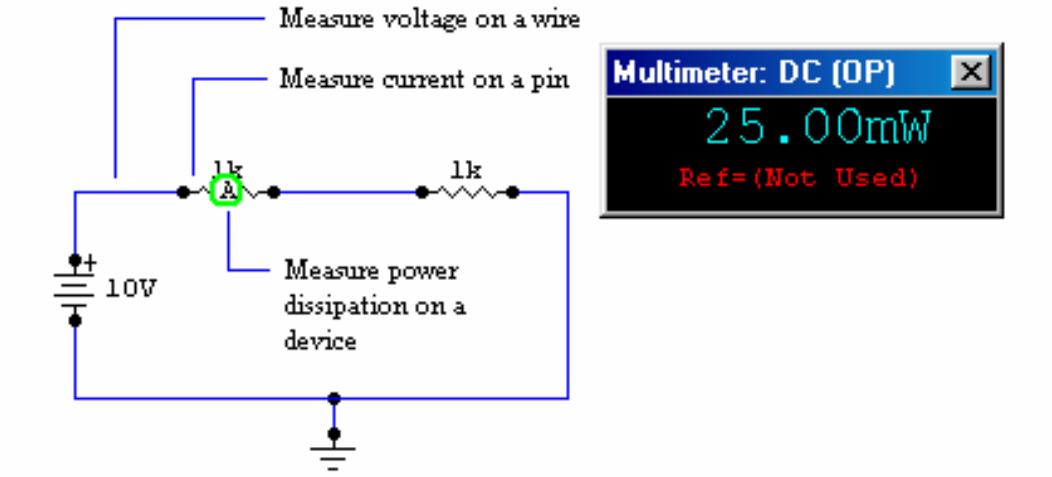
وتستخدم هذه الأداة في عمل المحاكاة وخطوة واحدة ويستفاد منها كثيراً في عملية فحص الدائرة حيث نحتاج أحياناً لتتبع مسار معين على الدائرة مثلاً وعلى عدة مراحل.

٢ -٣ -١١ أداة البدء أو إنهاء عملية المحاكاة

وهذه الأداة واضحة من المسمى حيث تستخدم عند تنشيطها إما لبدء عملية المحاكاة أو لإنهائها وسيتم التعرض لها في الوحدة التالية في الأمثلة.

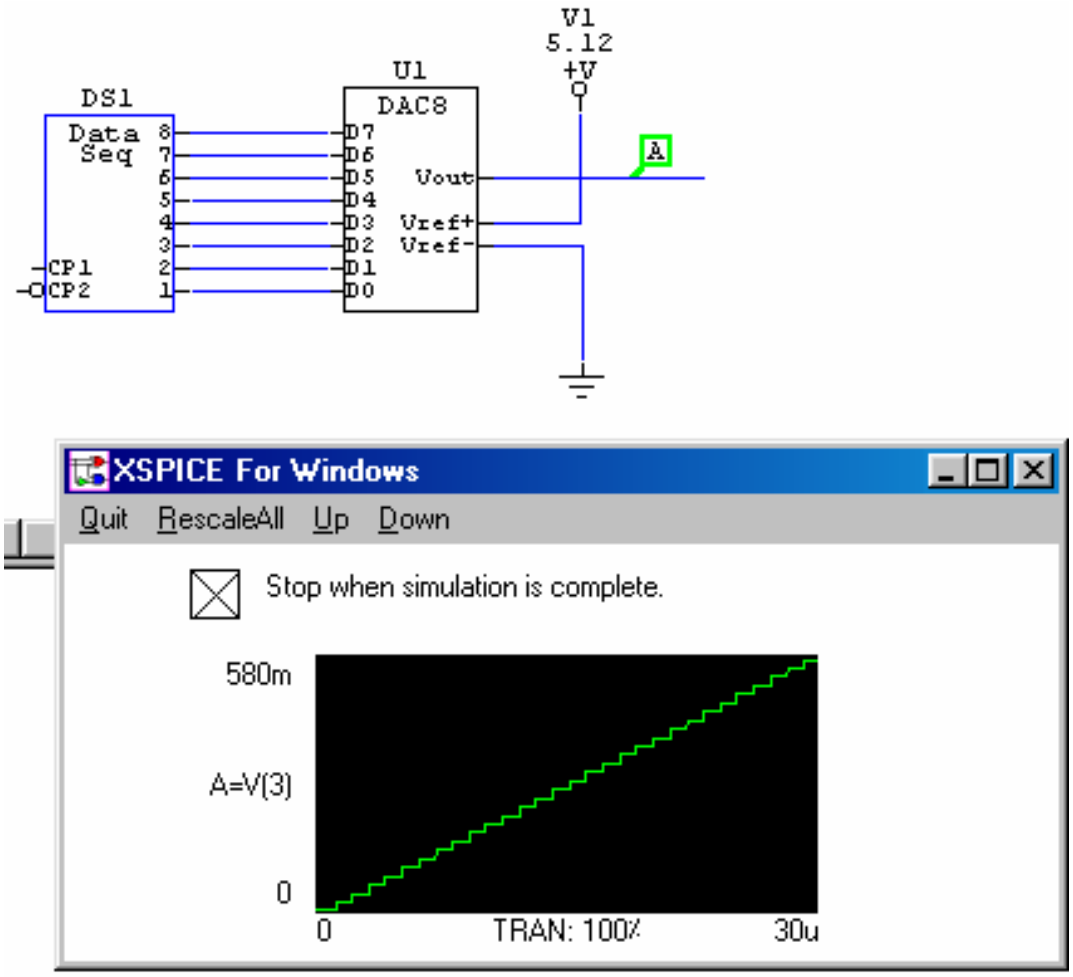
٢ -٣ -١٢ أداة الفحص (المسبار)

هذه الأداة مهمة جداً في حالة فحص الدوائر التماثلية أو الرقمية على حد سواء. فمثلاً عند فحص الدوائر التماثلية فإننا نستخدم هذه الأداة لقياس قيمة التيار المار في الدائرة ، وفرق الجهد، والطاقة، والمعاوقة في حالة وجود مكثفات أو ملفات حثية فمثلاً عندما نريد محاكاة الدائرة المبينة بالشكل ٢ -٩١ . هنا نقوم بتنشيط أداة المحاكاة وعندها ستظهر لنا أداة الفحص وجهاز الملتيميتر كما هو مبين في الشكل عندها نحرك أداة الفحص مثلا على المقاومة الأولى من جهة البطارية بحيث يكون طرف أداة الفحص على جسم المقاومة وعندها سنلاحظ أن هناك حرف P قد ظهر داخل الأداة وهذا يعني أننا نقيس الطاقة وكما هو مبين في الشكل أن قيمة الطاقة تساوي ٢٥ ميلي وات. بينما لو حركنا أداة الفحص عند التقاء المقاومة بطرف السلك فإننا نجد حرف I قد ظهر على أداة الفحص وهذا يعني أننا نقيس التيار أما عندما نريد قياس فرق الجهد فإننا نضع طرف جهاز الفحص على السلك نفسه وعندها سنجد حرف V قد ظهر داخل أداة الفحص. أما إذا ظهر حرف Z فإن ذلك يعني أننا نقيس معاوقة.



شكل ٢ -٩١ : الدائرة المراد فحصها

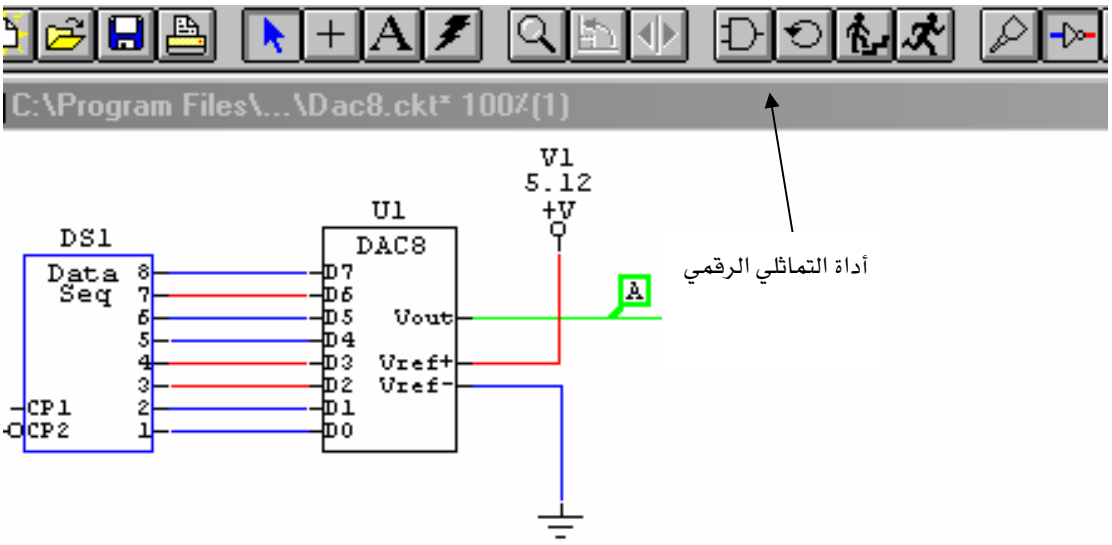
أما في حالة الدوائر الرقمية فإنه يمكن استخدام أداة الفحص وذلك لمعرفة حالة خرج ما وفي هذه الحالة وبعد بداية عملية المحاكاة سنجد أنه وعند استخدام الفاحص إذا ظهر حرف H بداخله فهذا يعني أن هناك فرق جهد عليه مثلاً ٥ فولت وهذا يعني ١ منطقي أما حرف L فيعني أن هناك فرق جهد ضئيلاً وهذا يعني ٠ منطقي أما إذا ظهر حرف P فهذا يعني أن هناك نبضات وفي حالة استخدام الفاحص أثناء المحاكاة ولا يوجد شيء مكتوب عليه فهذا يعني قيمة غير معلومة أو ذات حالات ثلاث (Tristate) . والشكل ٢ -٩٢ يوضح دائرة رقمية يتم محاكاتها . إن استخدام أداة الفحص سيتم استخدامها بالتفصيل في الوحدة القادمة إن شاء الله تعالى.



شكل ٢ -٩٢ : دائرة رقمية يتم محاكاتها

٢ -٣ -١٣ أداة التتبـــــع Trace

هذه الأداة تساعدنا في سهولة فحص الدائرة الرقمية قبل وأثناء المحاكاة وذلك أنها تساعد على النظر إلى الدائرة بصورة أفضل حيث يتم تلوين خطوط التوصيل بألوان تسهل تتبع بعض المسارات في الدائرة على سبيل المثال لا الحصر فمثلاً اللون الأحمر يدل على وجود جهد عال أما اللون الأزرق فيدل على جهد يساوي الصفر أما اللون الأخضر فيدل على حالة ثلاثية Tristate . انظر الشكل ٢ -٩٣ .



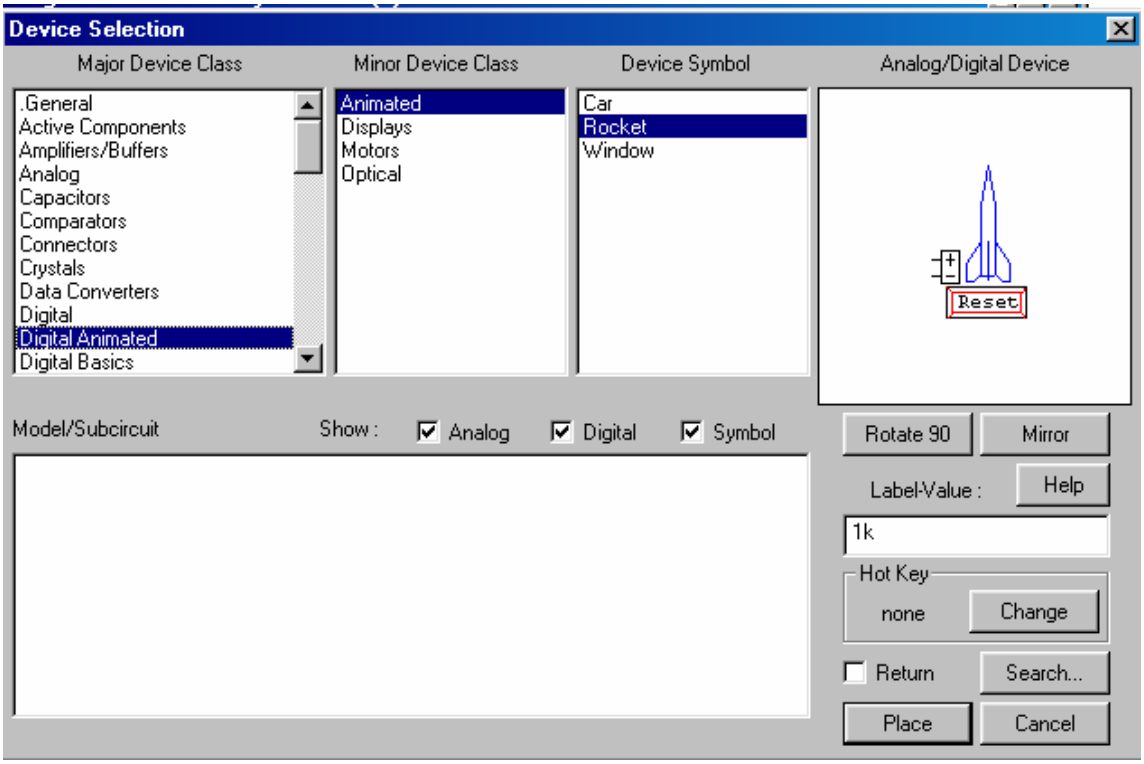
شكل ٢ -٩٣: الدائرة بعد تنشيط أداة التتبع. ويلاحظ أنه يجب التأكد من أن أداة التماثلي الرقمي منشطة حتى يتم تنشيط هذه الأداة.

٢ -٣ -١٤ أداة شكل الشكل الموجي

تستخدم هذه الأداة في رسم الأشكال الموجية للموجات التماثلية والرقمية على حد سواء وسيأتي شرح ذلك في الوحدة القادمة بمشيئة الله تعالى.

٢ -٣ -١٥ أداة القطع الإلكترونية

تستخدم هذه الأداة للبحث عن القطع الإلكترونية في مكتبة البرنامج ومن ثم وضع العنصر على نافذة الرسم حيث أنه عند تنشيط هذه الأداة تظهر لنا النافذة الموضحة في الشكل ٢ -٩٤ .

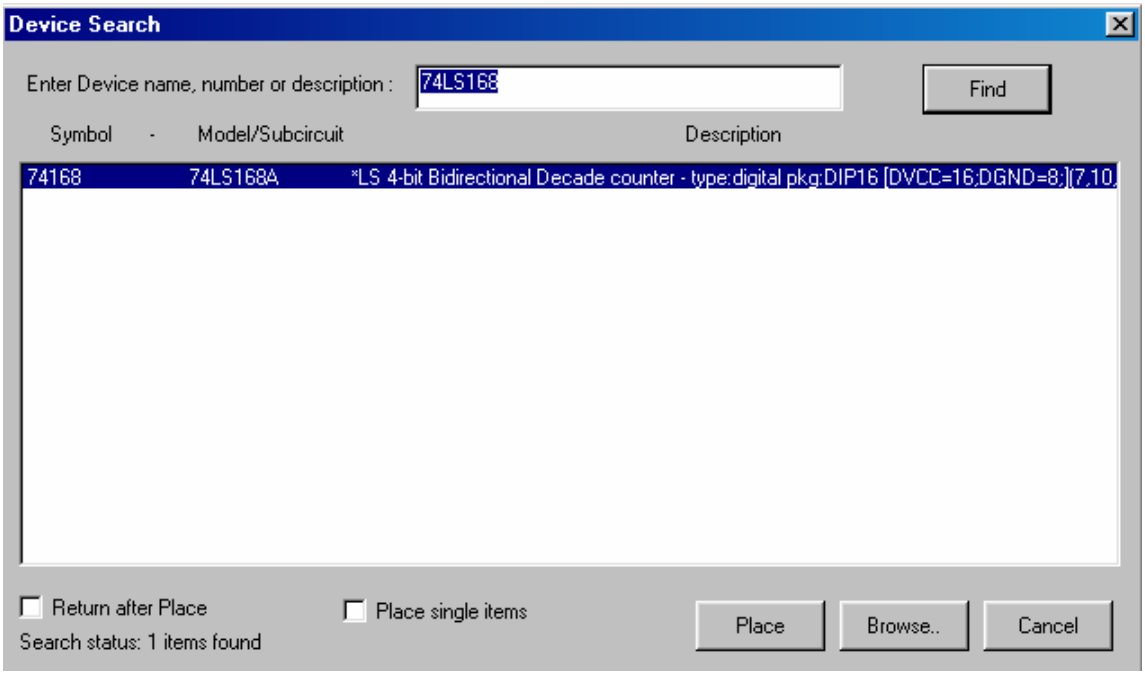


شكل ٢ -٩٤ : النافذة التي تظهر عند تنشيط أداة البحث عن العناصر.

وبعد اختيار العنصر المطلوب فإننا نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة على Place وعندها ستختفي النافذة التي في الشكل ويظهر لنا العنصر على نافذة الرسم حيث يتم تحريك بالفأرة من غير أي نقر على أي من الأزارير وعندما نقرر أين نضع هذا العنصر فإنه يلزمنا فقط النقر على زر الفأرة الأيسر ولمرة واحدة فقط وعندها سنجد أن العنصر قد ثبت في موضعه المقرر.

٢ -٣ -١٦ أداة البحث بالاسم أو الرقم أو الوصف Search

هذه الأداة تستخدم عندما نرغب في البحث عن عنصر ما بالاسم مثل سيارة Car أو بالرقم كما في الشكل ٢ -٩٥ أو بالوصف مثل Op Amp وتعني مكبر العمليات التشغيلي حيث يظهر لنا في هذه الحالة أنواع عديدة منه نختار منها حسب المطلوب.



شكل ٢ -٩٥ : النافذة التي تظهر عند تنشيط أداة البحث

٣ -٢ -١٧ أداة الماكروز

هذه الأداة يتم استخدامها وذلك لتصميم عناصر غير موجودة في مكتبة البرنامج وبعد ذلك يتم إدراجها للاسعمال وهذه ليست محل بحث في هذا المقرر .

٢ -٣ -١٨ أداة المساعدة Help

هذه الأداة مهمة للمساعدة في فهم ما قد يعترض المصمم من أسئلة يمكن الإجابة عليها من خلال أداة المساعدة. فمثلاً عندما نقوم بفتح ملف من الملفات الموجودة في البرنامج وربما نجد عنصر على الدائرة ولكن لا ندري ما هو بالتأكيد أو نريد أن نعرف عنه أكثر فكل ما علينا فعله في هذه اللحظة هو تنشيط أداة المساعدة حيث سيظهر لنا مستطيل صغير ذو رأس حاد جهة الأسفل وبداخله علامة استفهام حيث نقوم بوضعه على العنصر في الدائرة والذي نريد أن نعرف عنه شرحاً أكثر ثم نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة حيث ستظهر لنا نافذة معلومات عن العنصر المراد معرفة معلومات أكثر عنه.

٢ -٣ -١٩ أداة رسم الدائرة المطبوعة TraxMaker

إن هذه الأداة تساعدنا على عمل الدائرة المطبوعة. حيث أنه بعد الانتهاء من تصميم الدائرة ومحاكاتها على البرنامج عندها نقوم بعمل الدائرة المطبوعة وهي موضوع دراستنا في الفصل الخامس من هذا القرر إن شاء الله.

٢ -٤ تحريك عنصر في دائرة :

نحتاج أحياناً لتحريك عنصر وحيد في دائرة ما في اتجاه اليمين أو اليسار أو للأعلى أو للأسفل ولإتمام ذلك فإننا نقوم باختيار العنصر باستخدام الأسهم الموجودة على لوحة المفاتيح حيث يتستخدم السهم العلوي ↑ وذلك لتحريك العنصر إلى الأعلى وبمسافة نقطة واحدة One Pixel وكذلك الأمر بالنسبة للسهم السفلي حيث يحرك العنصر بمسافة نقطة واحدة للأسفل أما السهم الأيمن فيحرك العنصر جهة اليمنى نقطة واحدة أما السهم اليسار فيحرك العنصر أيضاً لمساقة نقطة واحدة جهة اليسار.

تصميم بواسطة الحاسب

الدوائر المتقدمة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

٣ -١ مقدمة:

الأهداف السلوكية:

بعد دراسة هذه الوحدة يتمكن المتدرب من:

- ✓ القدرة على رسم الدائرة وتحليلها وذلك من خلال التعرف واستخدام الدوائر الأساسية.
- ✓ استخدام الدوائر التماثلية.
- ✓ استخدام الدوائر الرقمية.

سبق وأن تعرفنا على استخدام برنامج الرسم بواسطة الحاسب CircuitMaker حيث تعرفنا على بيئة النوافذ في البرنامج والتي عن طريقها يمكننا رسم أي دائرة إلكترونية. والآن سوف نتطرق في هذه الوحدة إلى الكيفية التي يتم بها رسم بعض الدوائر التماثلية والرقمية. سوف نبدأ أولاً بدراسة الكيفية التي يتم من خلالها وضع العناصر والأجهزة الإلكترونية على نافذة الرسم وكيفية التعامل معها عندما نريد رسم دائرة معينة وكيفية تغيير قيم العناصر والأجهزة الإلكترونية المختلفة لتتناسب مع احتياجات الدائرة التي نحن بصدد دراستها. بعد ذلك سنقوم بدراسة الأجهزة الرقمية والتناظرية أو التماثلية المستخدمة في برنامج الرسم وذلك من خلال الأمثلة المقدمة ، ثم بعد ذلك سنقوم بدراسة أمثلة مختلفة نستعرض من خلالها كيفية رسم الدوائر المختلفة مثل الدوائر التماثلية حيث سنقوم بشرح وتحليل الدائرة من الناحية النظرية وإجراء الحسابات الخاصة ببعض الدوائر ومن ثم نقوم بعد ذلك بتكوين الدائرة عملياً عن طريق برنامج الرسم الإلكتروني وأخيراً يتم مطابقة القيم التي حصلنا عليها عملياً باستخدام المحاكاة وذلك بما تم حسابه نظرياً. وفي حالة الاحتياج إلى رسم الأشكال الموجية للدخل والخرج أو عند نقاط معينة فإننا سنقوم بعمل ذلك على نفس البرنامج. أما بالنسبة للدوائر الرقمية فسوف نقوم أيضاً بشرح طريقة عملها من الناحية النظرية ثم بعد ذلك يتم تكوين الدائرة العملية عن طريق برنامج الرسم الإلكتروني كما سيتم رسم الشكل الموجي للدخل والخرج في بعض الدوائر وعند نقاط اختبار مختلفة .

٣ -٢ أمثلة على الدوائر التماثلية :

في هذا الجزء من هذه الوحدة الداسية سوف نقوم بدراسة بعض الأمثلة على الدوائر الثماثلية وسيكون منهج دراستنا للدوائر على النحو التالي :

- دراسة الدائرة من الناحية النظرية.
- تجميع مكونات الدائرة وتوصيلها على برنامج الرسم.
- تحديد قيم مكونات الدائرة وذلك حسب المثال المعطى.
- محاكاة الدائرة واستخدام أجهزة القياس للتأكد من النتائج النظرية عملياً.

والآن لنبدأ بدراسة المثال الأول في هذه الوحدة.

مثال ٣ - ١ (الجزء النظري):

في الدائرة الممثلة بالشكل ٣ -١ أوجد ناتج مايلي :

أ - قيمة مقاومة ثيفينن R_T .

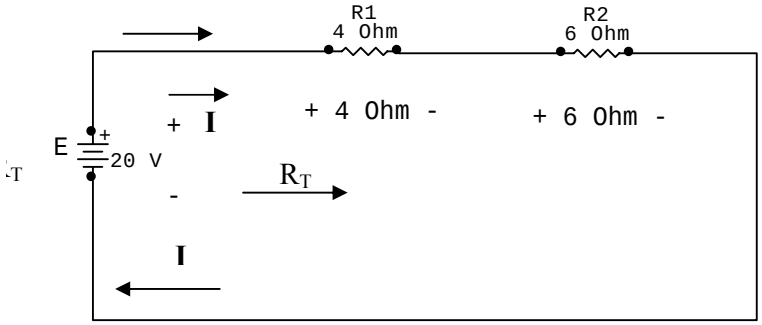
ب - فيمة التيار I.

جـ - فيمة فرق الجهد V_1 و V_2 .

د - فيمة الطاقة في المستهلكة في المقاومتين R_1 و R2 .

هـ - فيمة الطاقة الكلية التي تنتجها البطارية ومقارنتها بالطاقة المستهلكة في المقاومتين R_1 و R2 .

و - تحقق من تطبيق قانون كيرشوف لفرق الجهد على الدائرة.



شكل ٣ -١ : دائرة مكونة من بطارية ومقاومتين على التسلسل.

الحل:

أ - المقاومتان على التسلسل فإن R_T تساوي مجموع المقاومتين على النحو التالي:

$$R_T = R_1 + R_2 = 4 + 6 = 10\ \Omega$$

ب - قيمة التيا ر المار في الدائرة يساوي حاصل قسمة فرق الجهد الواقع على البطارية E على RT ويساوي ذلك :

$$I = \frac{E}{R_T} = \frac{20V}{10\Omega} = 2A$$

جـ - بالنسبة لقيمة فرق الجهد على المقاومتين فإنه يساوي حاصل ضرب التيار المار في قيمة المقاومة كما يلي :

$$V_1 = IR_1 = (2A)(4\Omega) = 8V$$
$$V_2 = IR_2 = (2A)(6\Omega 2 = 12V$$

د - أن قيمة الطاقة المستهلكة في كل مقاومة تساوي إما حاصل ضرب مربع فرق الجهد الواقع على المقاومة مقسوماً على قيمة المقاومة أو حاصل ضرب مربع التيار المار في المقاومة مضروباً في قيمة تلك المقاومة ويساوي :

$$P_{4\Omega} = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{(8V)^2}{4} = \frac{64}{4} = 16Watt$$
$$P_{6\Omega} = I^2 R_2 = (2A)^2(6\Omega 6 = (4)(6) = 24Watt$$

هـ - يمكن حساب الطاقة التي تنتجها البطارية بطريقتين: إما بجمع الطاقة المستهلكة في كلا المقاومتين أو بضرب قيمة فرق الجهد على البطارية في قيمة التيار الخارج منها وكما يلي :

$$P_E = EI = (20V)(2A) = 40Watt.$$
$$P_E = P_{4\Omega} + P_{6\Omega}$$
$$40Watt = 16Watt + 24Watt$$
$$40Watt = 40Watt.$$

و- أن قانون كيرشوف لفرق الجهد ينص على أن قيمة فرق الجهد الواقع على البطارية أو مصدر الجهد يساوي مجموع قيمة فرق الجهد الواقع على المقاومتين في الدائرة كما يلي :

$$\sum V = +E - V1 - V2 = 0$$
$$E = V_1 + V_2$$
$$20V = 6V + 12V$$
$$20V = 20V$$

مثال ٣ - ١(الجزء العملي الخاص برسم الدائرة):

العناصر المطلوبة لتكوين الدائرة:

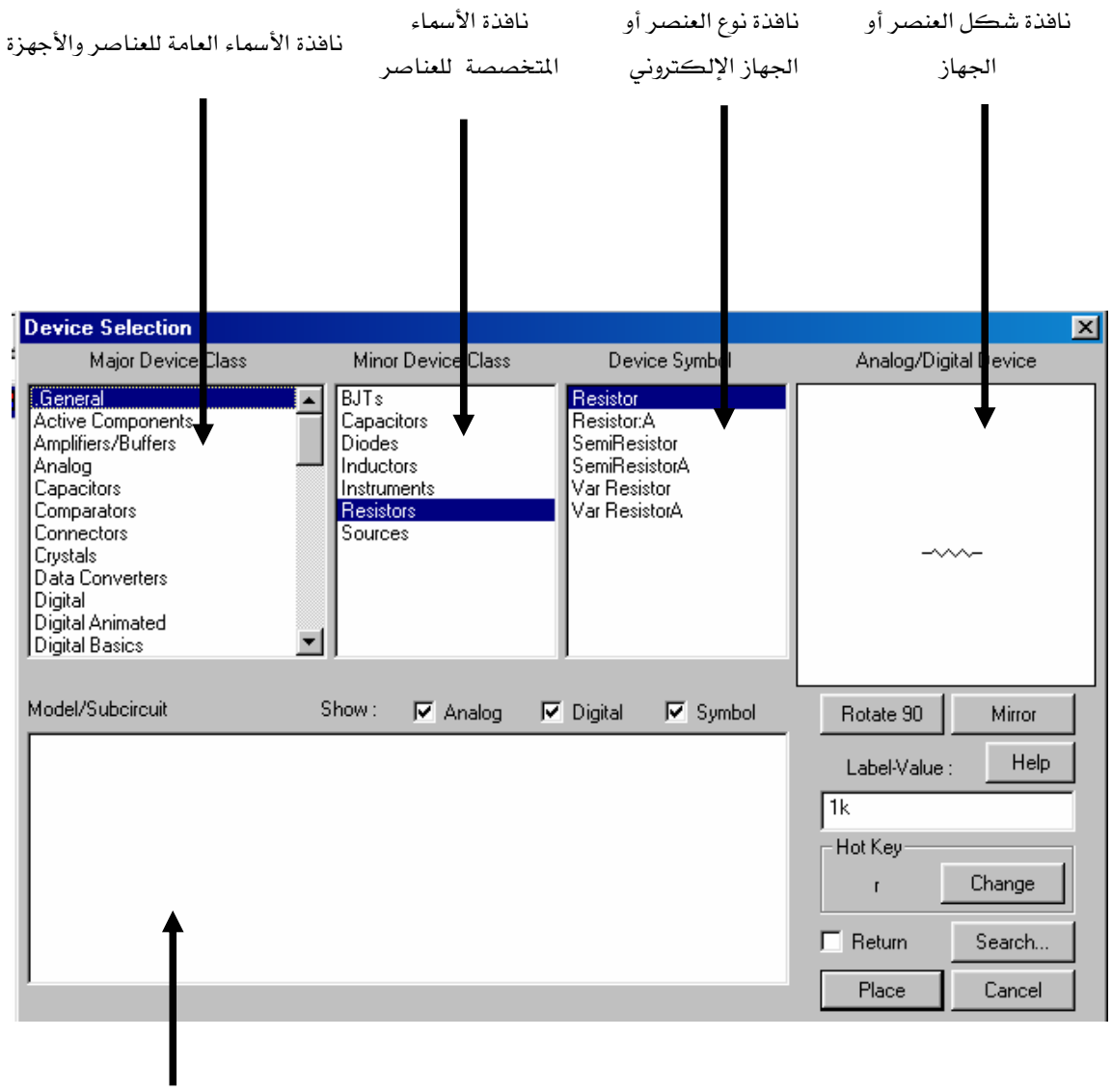
- بطارية Battery بقيمة ٢٠V.
- مقاومة Resistor بقيمة 4Ω.
- مقاومة Resistor بقيمة 6Ω.
- أرضي GROUND.

خطوات بناء الدائرة عملياً على برنامج الرسم:

لبناء الدائرة السابقة فإننا نقوم باتباع الخطوات التالية:

١ - نقوم بتشغيل برنامج الرسم الإلكتروني Circuit Maker ٦ Pro وكما سبق شرح ذلك في الوحدة الثانية من هذا الكتاب.

٢ - نقوم بالنقر على زر القطع والعناصر الإلكترونية الموجود في شريط الأدوات وعند ذلك تظهر لنا نافذة اختيار العناصر كما هو مبين في شكل ٣ -٢ على النحو التالي :



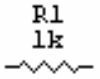
شكل ٣ -٢: نافذة اختيار العناصر أو الأجهزة الإلكترونية.

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

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

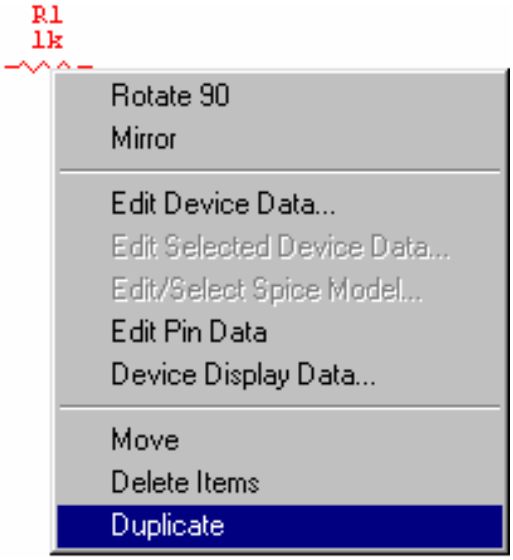
شكل ٣ -٣: المقاومة على نافذة الرسم بعد اختيارها من نافذة اختيار العناصر.

٤ - نقوم باختيار الموضع الذي نريد وضع المقاومة فيه وذلك بتحريك الفأرة وبدون النقر عليها وبعد ايجاد المكان نقوم بالنقر على زر الفأرة الإيسر مرة واحدة وعندئذ نجد أن المقاومة ظهرت واصبحت ثابتة على نافذة الرسم كما في الشكل ٣ -٤.



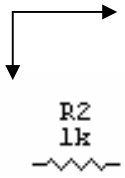
شكل ٣ -٤: المقاومة بعد الضغط على زر الفأرة الأيسر.

٥- نقوم بالضغط على المقاومة عن طريق الزر الأيسر للفأرة حيث نلاحظ أن لون المقاومة تحول من اللون الأسود إلى اللون الأحمر. بعد ذلك ومؤشر الفأرة على المقاومة نقوم بالضغط على زر الفأرة الأيمن حيث نلاحظ أن النافذة التالية ظهرت لنا كما في الشكل ٣ -٥.



شكل ٣ -٥: النافذة التي تظهر بعد النقر على المقاومة بزر الفأرة الأيمن.

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



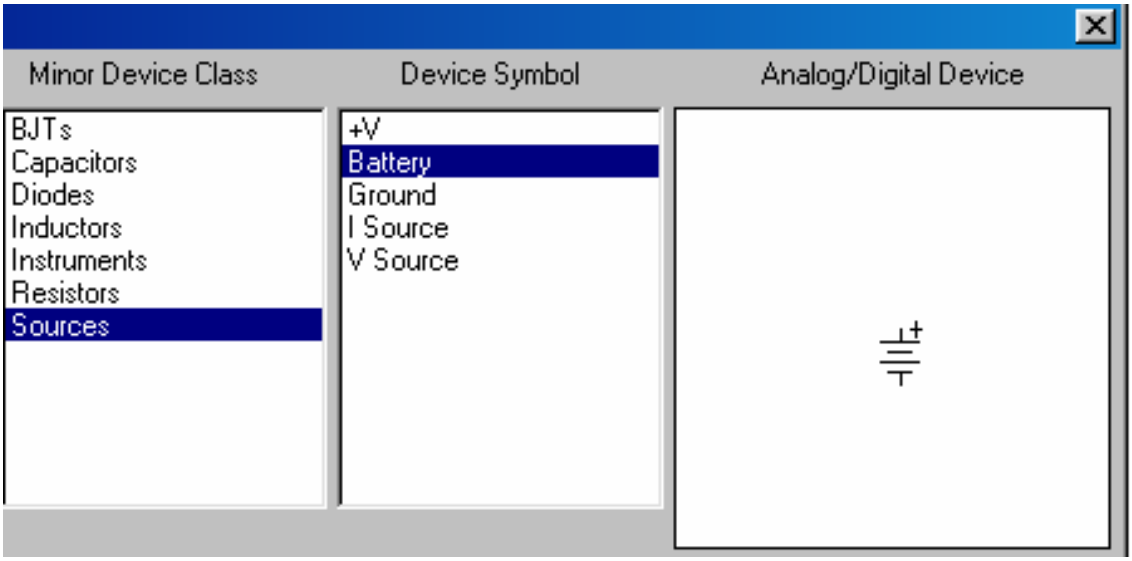
شكل ٣ -٦: المقاومة الثانية بعد الضغط على الاختيار Duplicate.

٧ - بعد النسخة الثانية من المقاومة الأولى والمسماة باسم R٢ نقوم بالضغط على المقاومة عند ذلك سيختفي السهمان المقلوبان (شكل ٣ -٦) وتبقى المقاومة. عندئذ نقوم بالنقر على هذه

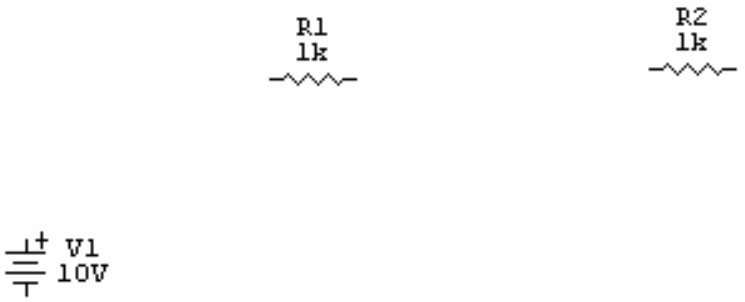
المقاومة وتحريكها حتى تصبح في وضع أفقي مع المقاومة السابقة R_1 وكما يظهر في الشكل ٣ -٧.

شكل ٣ -٧: القاومتان R_1 و R_2 بعد ضبط تعديل وضع المقاومة R_2.

٨ - بعد ذلك نقوم بتكرار الخطوة رقم ٢ وذلك بالضغط مجدداً على زر القطع والعناصر الإلكترونية ولكن في هذه المرة نقوم باختيار Source من النافذة الثانية من نافذة اختيار العناصر ثم اختيار Battery من النافذة الثالثة في نفس النافذة كما هو موضح في شكل ٣ -٨. حيث أنه بالنقر على الزر Place فإن نافذة اختيار العناصر تختفي وتظهر البطارية على نافذة الرسم وتتحرك مع حركة الفأرة من غير ضغط على أي من أزرة الفأرة. وعند هذه الخطوة نقوم بتحديد مكان البطارية على نافذة الرسم ثم نقوم بالضغط على زر الفأرة الأيسر وكما هو موضح في الشكل ٣ -٩.

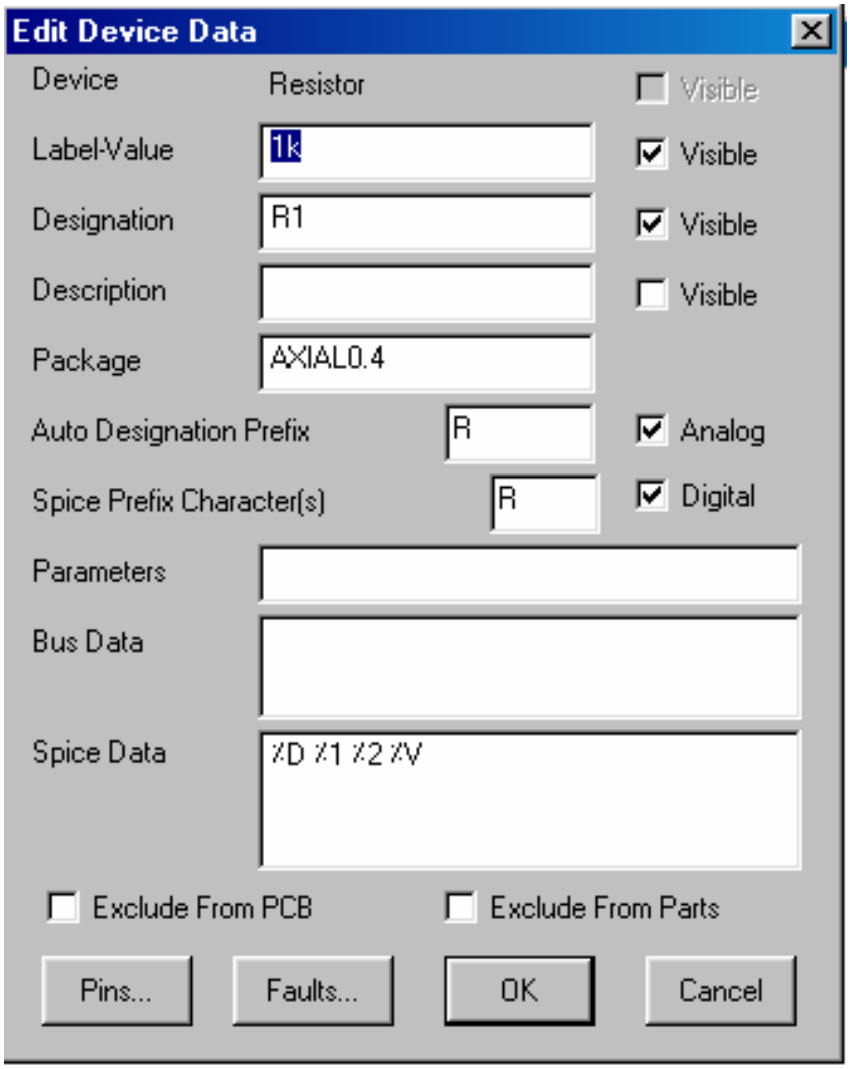


شكل ٣ -٨: اختيار البطارية من نافذة العناصر.



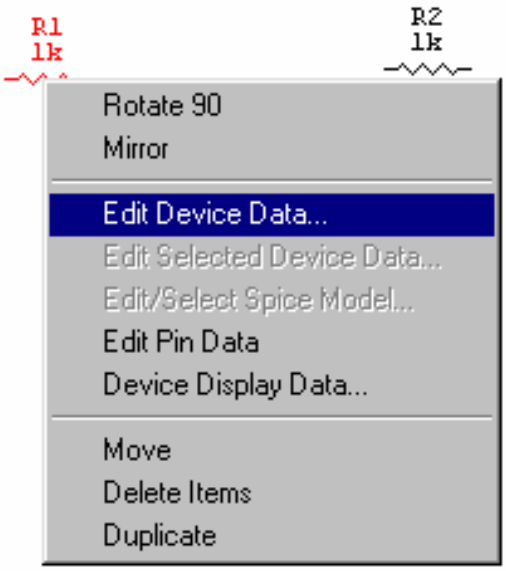
شكل ٣ -٩: عناصر الدائرة بعد اختيار البطارية.

٩ - بعد تحديد وضع البطارية والضغط على زر الفأرة الأيسر نجد أن البطارية أصبحت ثابتة في المكان المحدد كما في الشكل ٣ -٩ كذلك نجد أن شكل مؤشر الفأرة أصبح على شكل سهم. عند ذلك نقوم بالضغط مرتين متتاليتين على المقاومة الأولى وذلك باستخدام زر الفأرة الأيسر وعند ذلك نجد أن نافذة تعديل بيانات العنصر الإلكتروني قد ظهرت كما هو موضح في شكل ٣ -١٠.



شكل ٣ -١٠: نافذة تعديل بيات العنصر الإلكتروني.

أو يمكن عمل ذلك أيضاً وذلك بزر الفأرة الأيمن على المقاومة الأولى وكما سبق شرحه، حيث نجد أن لون المقاومة قد تحول إلى اللون الأحمر وأن النافذة الموضحة في الشكل ٣ -١١ قد ظهرت.

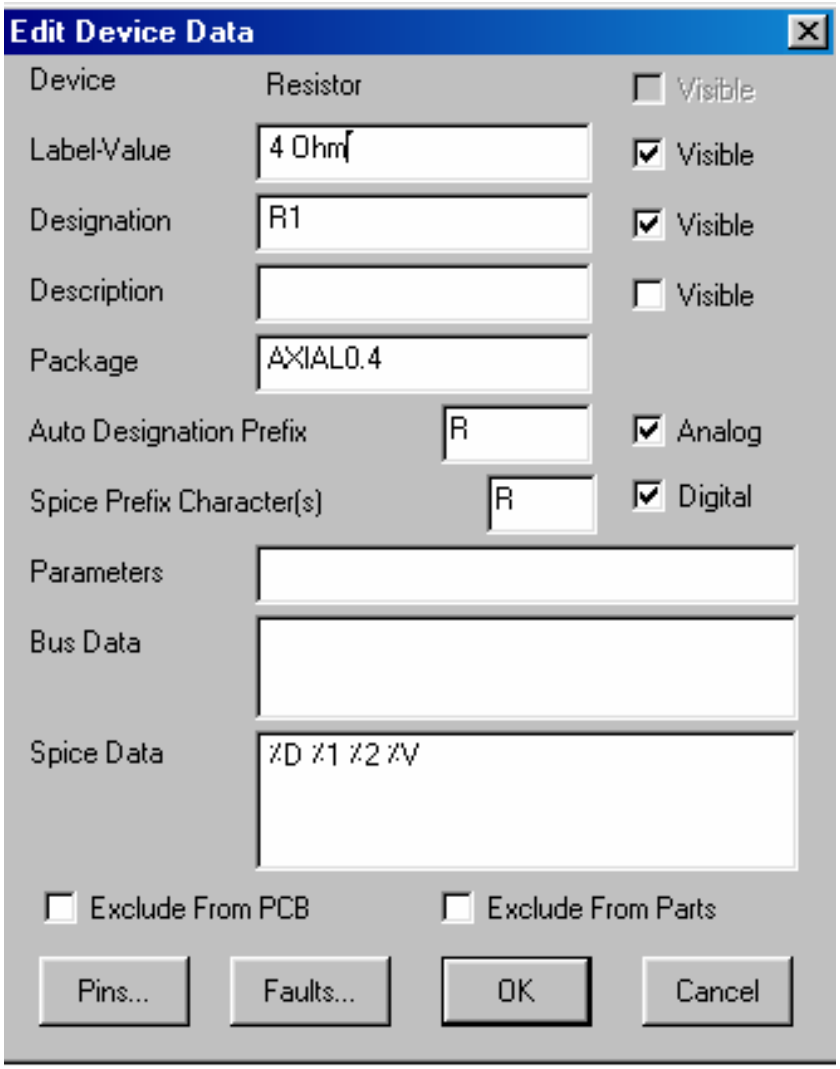


شكل ٣ -١١: النافذة التي تظهر بعد الضغط على العنصر بزر الفأرة الأيمن.

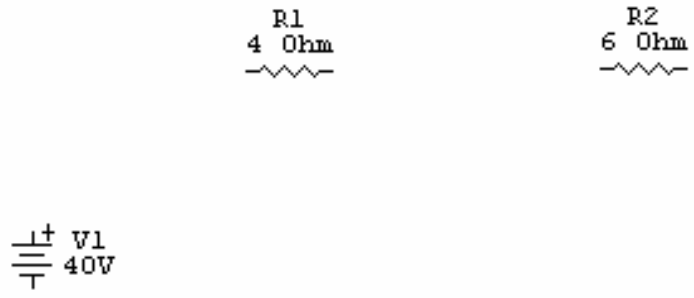
عند ذلك نقوم باختيار ...Edit Device Data وعند ذلك ستظهر لنا النافذة الموضحة في شكل ٣ -١٠ مرة أخرى. وعند ذلك نقوم بتعديل وضع بيانات العنصر وهو المقاومة الأولى في هذه الحالة حيث نقوم بتعديل قيمة المقاومة الأولى وذلك بالتعديل في خانة Label-Value إلى Ohm ٤ وعندما نريد إظهار قيمة المقاومة يجب أن نتأكد من أن المربع الصغير المقابل ل Label-Value مؤشر عليه بعلامة صح وكذلك في حالة الرغبة في إظهار اسم المقاومة فإننا يجب أن نتأكد من أن الخانة المقابلة ل Designation على اليمين مؤشر عليها بعلامة صح أيضاً وكما هو موضح في الشكل ٣ -١٢.

١٠ - قم بتكرار الخطوة رقم ٩ بالنسبة للمقاومة الثانية ومصدر الجهدحيث نكون قد حصلنا على الشكل ٣ -١٣ .

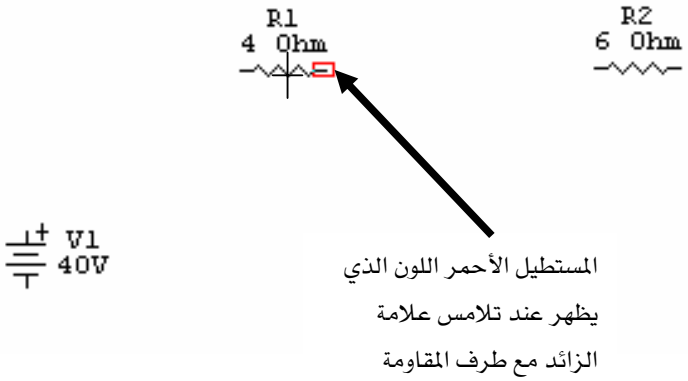
١١ - الخطوة التالية هي خطوة توصيل عناصر الدائرة بخطوط حيث يتم ذلك بالضغط على زر توصيل الخطوط بين عناصر الدائرة حيث ستظهر لنا علامة الزائد على نافذة الرسم وعند ذلك نجد أنه بتحريك الفأرة (بدون الضغط على أي من أزرة الفأرة) إلى بداية أحد المقاومات ولتكن المقاومة الأولى وعند تلامس علامة الزائد مع طرف المقاومة الأولى فإننا نرى مستطيلاً صغيراً أحمر اللون بدأ في الظهور كما هو موضح في شكل ٣ -١٤.



شكل ٣ -١٢: نافذة تعديل بيانات المقاومة الأولى بعد تعديل البيانات.

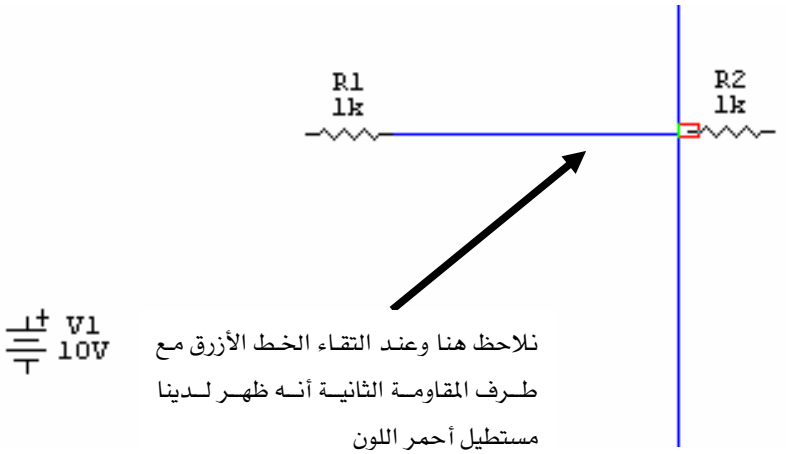


شكل ٣ -١٣: العناصر بعد تعديل البيانات الخاصة بها.

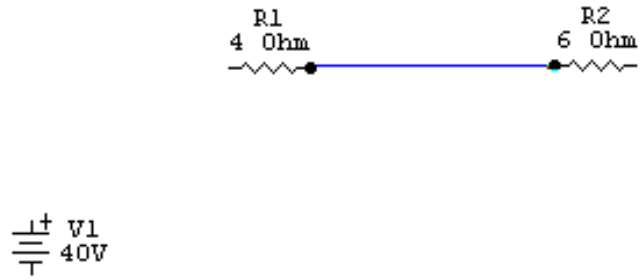


شكل ٣ -١٤: المستطيل الذي يظهر عند تلامس علامة الزائد مع طرف المقاومة.

عند تلامس علامة الزائد وظهور المستطيل الأحمر كما هو موضح في شكل ٣ -١٤ نقوم عندها بالضغط على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة ثم نقوم بتحريك الفأرة باتجاه المقاومة الثانية يمين المقاومة الأولى وذلك من أي غير أي نقر على أي من أزرة الفأرة حيث نجد أن هناك خطاً أزرق اللون بدأ في الظهور كما في الشكل ٣ -١٥. وعند التقاء الخط الأزرق بطرف المقاومة الثانية نجد أن المستطيل الأحمر بدأ في الظهور ثانيةً وعندها نقوم بالنقر مرتين متتابعتين بزر الفأرة الأيسر وعندها نكون قد أتممنا توصيل المقاومتين وكما هو موضح في الشكلين ٣ -١٥ و ٣ -١٦.

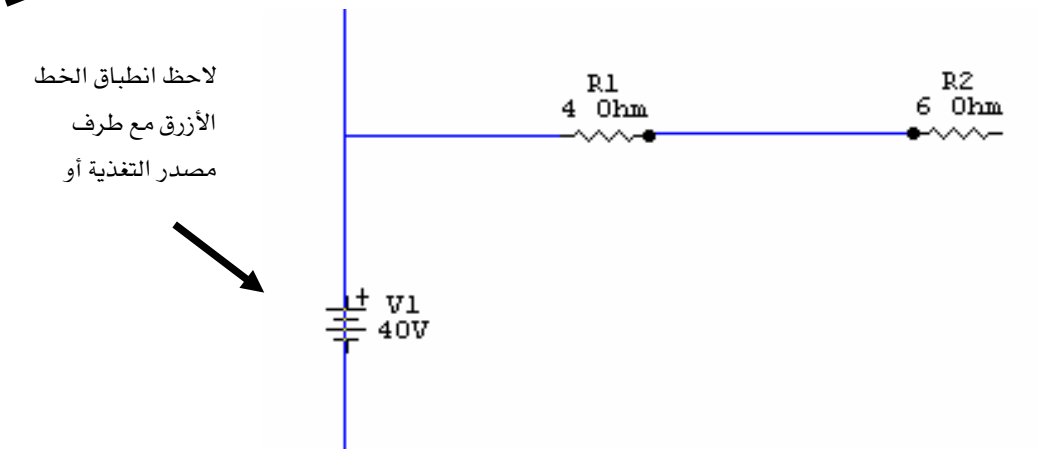


شكل ٣ -١٥: توصيل خط بين المقاومتين.

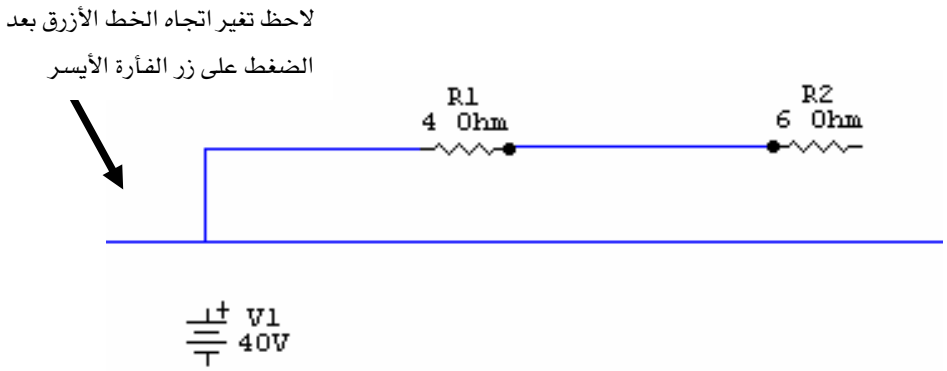


شكل ٣ -١٦: المقاومتان بعد التوصيل

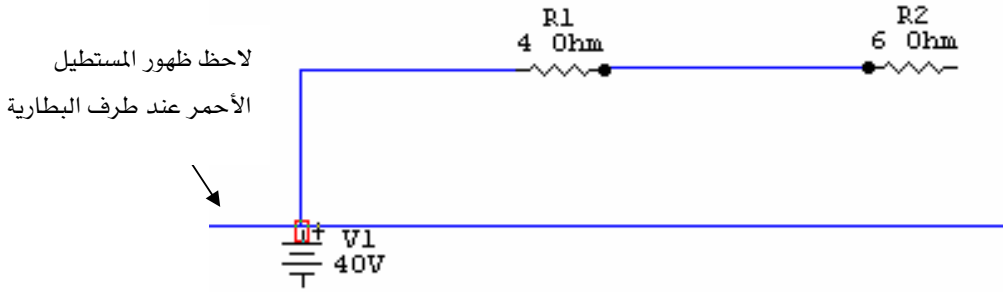
١٢ - نقوم بتكرار نفس الخطوة رقم ١١ وذلك لتوصيل المقاومة الثانية بمصدر الجهد وكذلك الحال بالنسبة لتوصيل المقاومة الأولى بالطرف الموجب لمصدر الجهد. حيث أننا نقوم مثلاً بتحريك المؤشر أو الفأرة إلى طرف القاومة الأولى من الجهة اليسرى وسنجد المستطيل الأحمر قد ظهر وكما سبق شرحه سابقاً وعندها نقوم بالنقر مرة أخرى على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة ثم نتحرك باتجاه اليسار وعندما نجد أن الخط الأزرق بدأ ينطبق على طرف البطارية أو مصدر الجهد كما في الشكل ٣ -١٧ عندها نقوم بالضغط مرة واحدة بزر الفأرة الأيسر وعندها سنجد أن الخط الأزرق غير اتجاهه من أفقي إلى عمودي كما هو موضح في الشكل ٣ -١٨. عندها نقوم بتحريك الفأرة من غير ضغط إلى أن نصل إلى طرف مصدر الجهد عندها سنجد أن المستطيل الأحمر قد ظهر عندما تلامس طرف المصدر الموجب مع الخط الأزرق كما هو موضح في الشكل ٣ -١٩. بعد ذلك نقوم بالضغط مرتين على زر الفأرة وعندها نحصل على الشكل ٣ -٢٠.



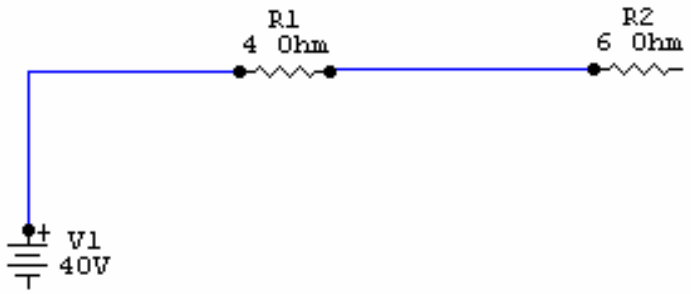
شكل ٣ -١٧: الخط الأزرق بعد انطباقه على طرف مصدر الجهد.



شكل ٣ -١٨: الخط الأزرق بعد الضغط على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة.

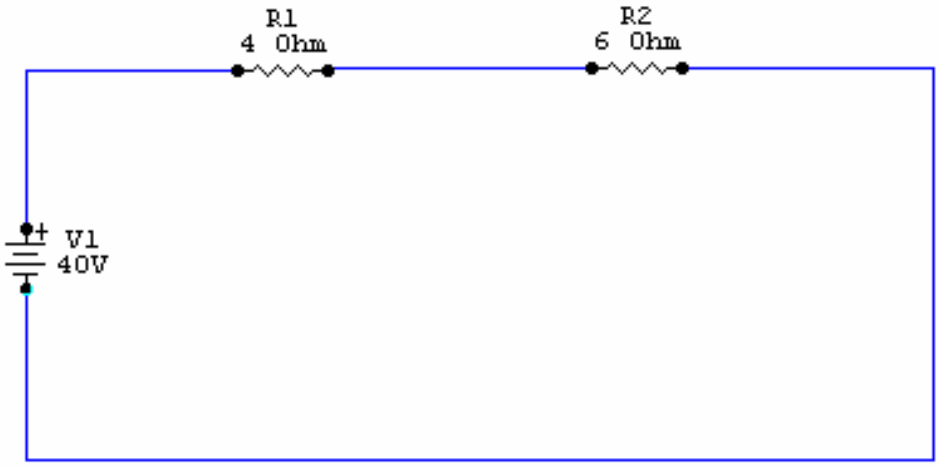


شكل ٣ -١٩: تلامس الخط الأزرق مع طرف مصدرالجهد.

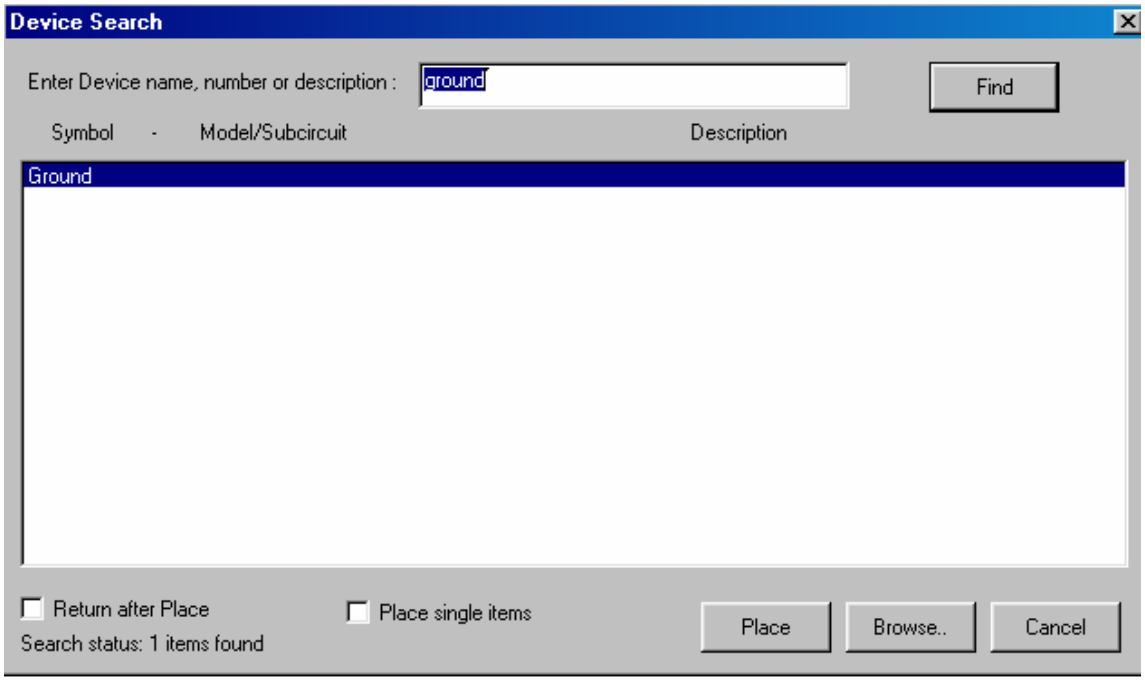


شكل ٣ -٢٠: توصيل طرف المقاومة الأولى مع مصدر الجهد.

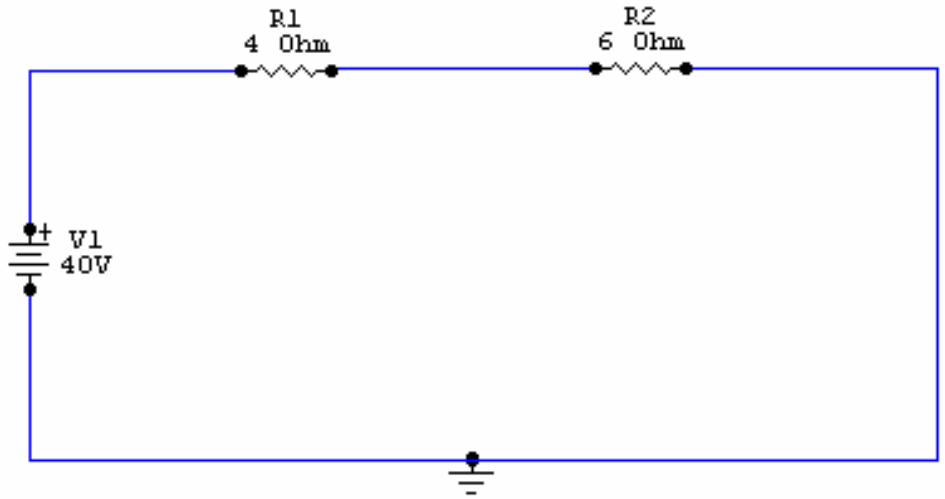
١٣ - نقوم بتوصيل الدائرة المطلوبة وذلك بتكرار الخطوات ١١ و١٢ والى أن نحصل على الدائرة كاملة كما هو موضح في الشكل ٣ -٢١. مع ملاحظة أنه نحتاج لتأريض الدائرة حيث نقوم يمكن أن نعمل ذلك بطريقتين وهي أولاً: نقوم باتباع الخطوة رقم ٢ وبدلاً من اختيار Battery نقوم باختيار أرضي Ground ثم نضع الأرضي في أسفل الدائرة أو نقوم بالضغط على زر البحث عن العناصر والأجهزة الإلكترونية حيث تظهر لنا النافذة الموضحة في شكل ٣ -٢٢ وذلك بعد كتابة كلمة أرضي (Ground) وبعد ذلك نقوم بالضغط على الزر Place حيث تختفي نافذة البحث ويظهر لنا رمز الأرضي حيث نقوم بتحريكه إلى أسفل الدائرة ثم نقوم بالضغط على زر الفأرة الأيسر مرة واحدة عندها تبدو الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣ -٢٣.



شكل ٣ -٢١: الدائرة الإلكترونية بعد توصيلها.

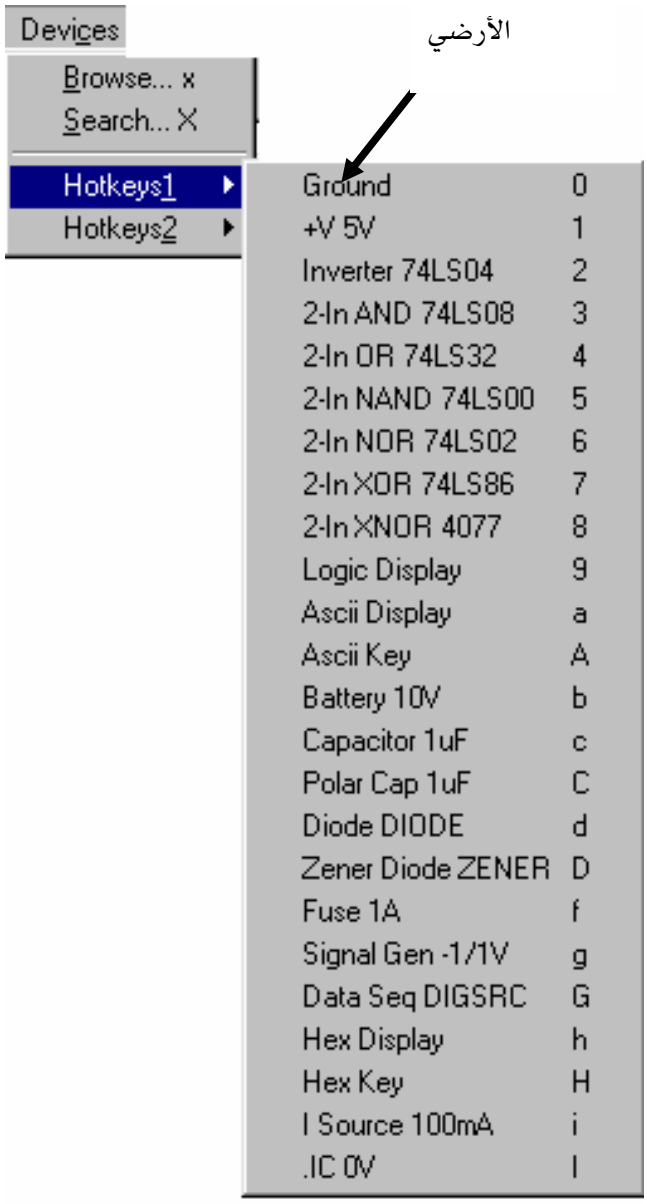


شكل ٣ -٢٢: نافذة البحث عن العناصر والأجهزة الإلكترونية.



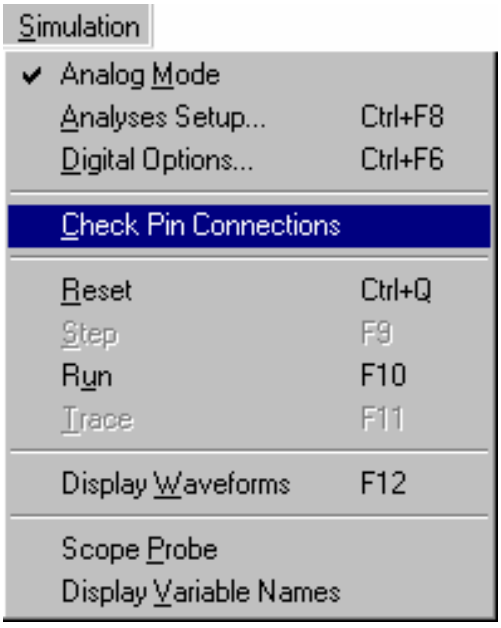
شكل ٣ -٢٣ : الدائرة الإلكترونية بعد رسمها كاملة.

١٤ - يمكن ملاحظة أن بعض العناصر المهمة أو التي نحتاجها دائماً يمكن برمجتها أو يمكن أن تكون ضمن قائمة المفتايح كثيرة الاستعمال (Hotkeys١ or Hotkeys٢) والتي قمنا بدراستها في الوحدة السابقة والموجودة تحت قائمة Devices وكما هو موضح في الشكل ٣ - ٢٤. حيث أننا نجد الأرضي موجود في القائمة الأولى نجد أن الأرضي يقابله الرقم صفر بحيث لو أننا ضغطنا على صفر الموجود على لوحة المفاتيح فإننا نرى على الفور أن رمز التأريض أو الأرض قد ظهر لنا على نافذة الرسم .



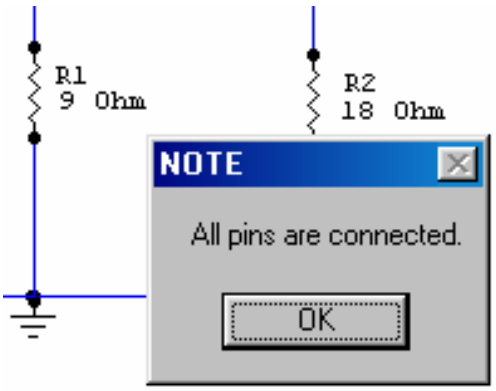
شكل ٣ -٢٤: قائمة المفاتيح كثيرة الاستعمال.

١٥ - بعد توصيل الدائرة كما هو مبين في شكل ٣ -٢١ نحتاج أحياناً إلى التأكد من أن جميع العناصر أو مكونات الدائرة موصلة مع ببعضها خاصة عندما تكون المنطقة مزدحمة بالتوصيلات . هنا في هذا المثال يمكننا التأكد من عملية التوصيل وذلك باختيار Simulation ثم اختيار Check Pin Connection كما هو موضح في الشكل٣ -٢٥ .



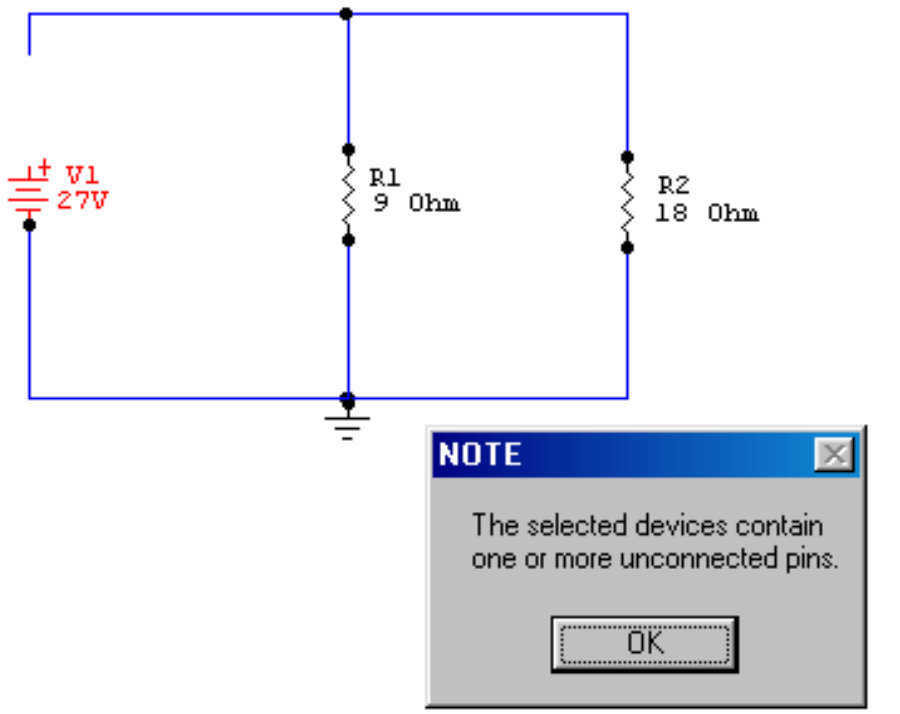
شكل ٣ -٢٥ : التأكد من توصيل الدائرة.

حيث أنه عندما يكون توصيل الدائرة صحيحاً فإننا نحصل على نافذة تفيدنا بصحة التوصيل كما هو مبين في الشكل ٣ -٢٦ .



شكل ٣ -٢٦ : النافذة التي تفيد بصحة توصيل الدائرة.

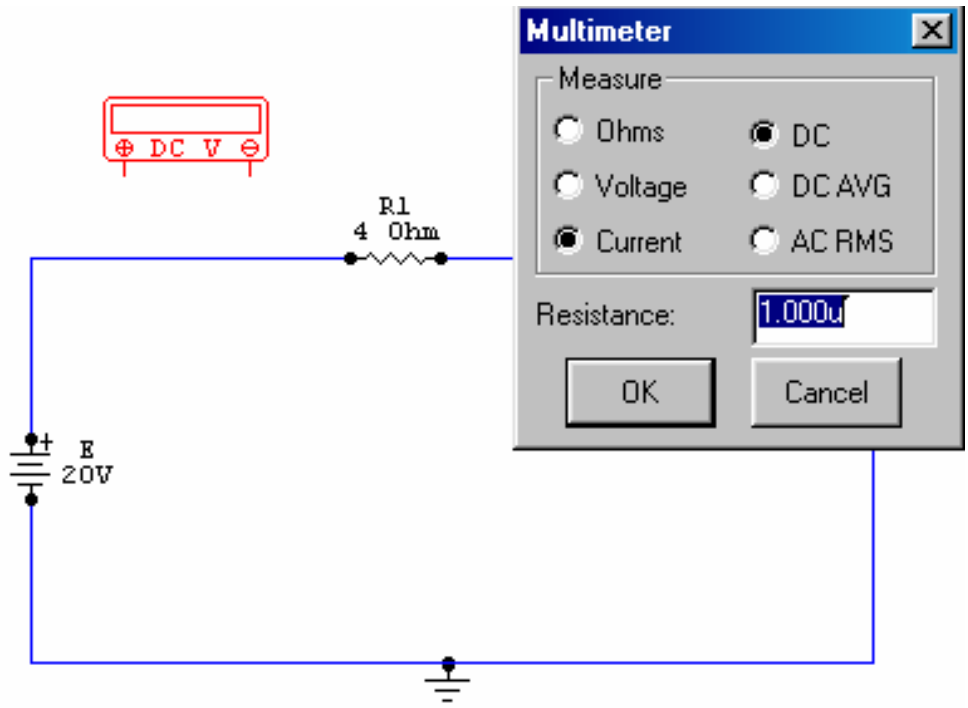
بيمنا لو كانت بعض التوصيلات غير مكتملة فإن العناصر المتصلة بهذة التوصيلات غير المكتملة تظهر باللون الأحمر وتظهر النافذة المبينة في الشكل ٣ -٢٧ .



شكل ٣ -٢٧ : النافذة التي تظهر عندما يكون هناك توصيلات غير مكتملة.

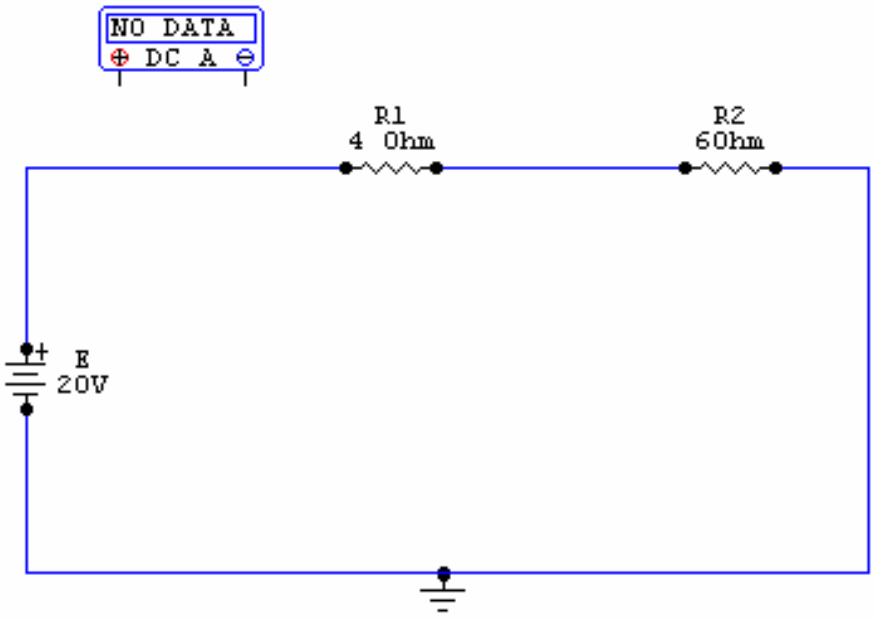
مثال ٣ -١ (المحاكاة وقياس النتائج):

التيار المار في المقاومات هو نفس التيار المار في الدائرة وذلك لأن المقاومات موصلة على التسلسل ولقياس التيار فإننا نحتاج إلى توصيل جهاز القياس الملتيميتر على التسلسل حيث يقوم بقياس التيار المار في الدائرة . أما عندما نريد قياس فرق الجهد على المقاومات فإننا نقوم بتوصيل الملتيميتر على التوازي وذلك لكل مقاومة. حتى نقوم بذلك نبدأ أولاً باستخراج الملتيميتر إما عن طريق المفاتيح الكثيرة الاستعمال أو عن طريق البحث كما تعرفنا على ذلك في الفصل السابق من هذه الحقيبة التدريبية. نقوم باستخراج الملتيميتر الأول كما هو موضح في الشكل ٣ -٢٨ .



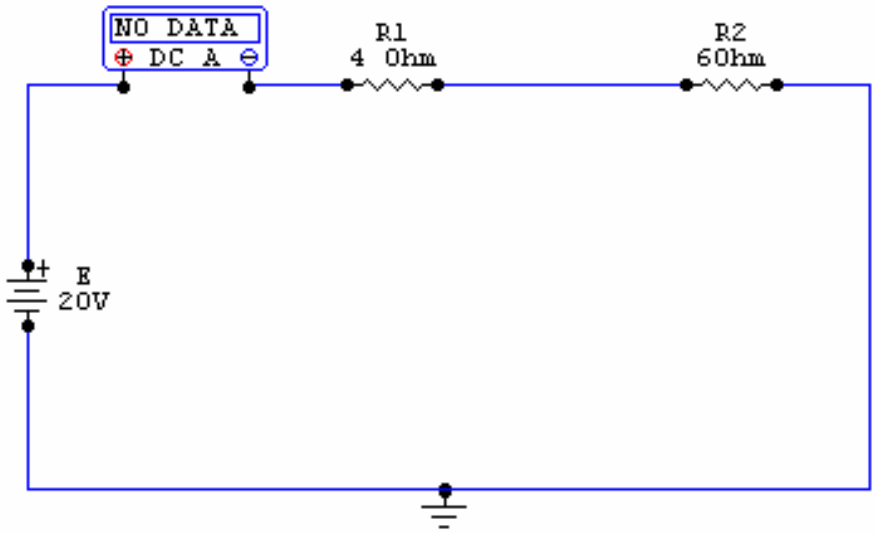
شكل ٣ -٢٨ : الدائرة الكهربية مع الملتيميتر.

وبمجرد وضع الملتيميتر على نافذة الرسم تظهر الشاشة الموضحة في الشكل السابق بحيث نستطيع أن نحدد أننا نريد قياس التيار Current وهو تيار مستمر DC ثم نقوم بالضغط على OK حيث تختفى النافذة السابقة وتظهر الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣ -٢٩ .



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

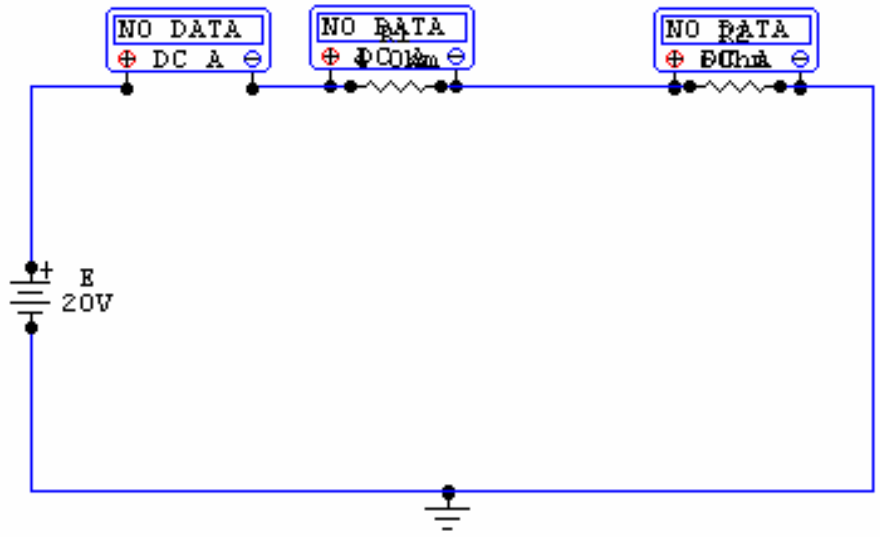
هنا نقوم بتنشيط أداة السهم ثم نقوم بتحريك الملتيميتر إلى الدائرة بحيث يكون موصلاً بين المقاومة الأولى وطرف البطارية الموجب بحيث أنه عندما يصل طرفا الملتيميتر طرف السلك في الدائرة فإنه يتم توصيله أوتوماتيكياً كما هو موضح في الشكل ٣ -٣٠ .



شكل ٣ -٣٠ : الدائرة الكهربية بعد توصيل الملتيميتر على التسلسل لقياس التيار في الدائرة.

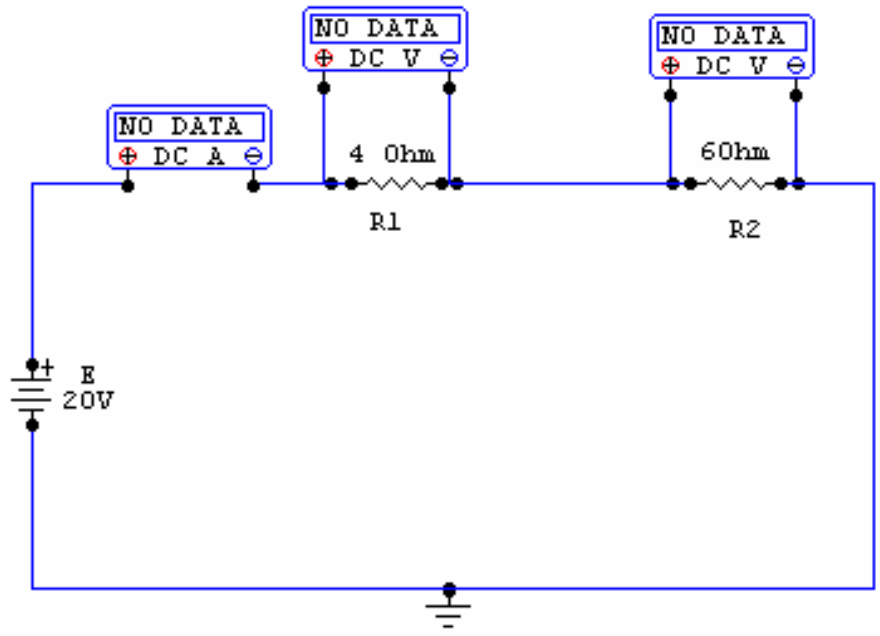
بعد ذلك نقوم بالنقر بزر الفأرة الأيمن على الملتيميتر فتظهر لنا نافذة نختار منها Duplicate أي نسخة أخرى وعندها نقوم بوضع هذه النسخة الجديدة من الملتيميتر على التوازي مع القاومة الأولى ثم نقوم بنسخ أحد أجهزة القياس ثم وضع النسخة التي حصلنا عليها على المقاومة الثانية على التوازي حيث أننا نريد حساب فرق الجهد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

الخطوة التالية لذلك هي أننا نقوم بالنقر بزر الفأرة الأيمن على الملتيميتر الموصل على التوازي مع المقاومة الأولى ثم نختار من النافذة التي تظهر Edit Multimeter حيث تظهر لنا نافذة تعديل البيانات للملتيميتر فنختار منها في هذه الحالة Volt والخيار DC ثم نقوم بفعل نفس الشيء مع الملتيميتر الثالث بحيث يكون شكل الدائرة كما هو مبين في الشكل٣ -٣١ .



شكل ٣ -٣١ : الدائرة بعد توصل أجهزة القياس عليها.

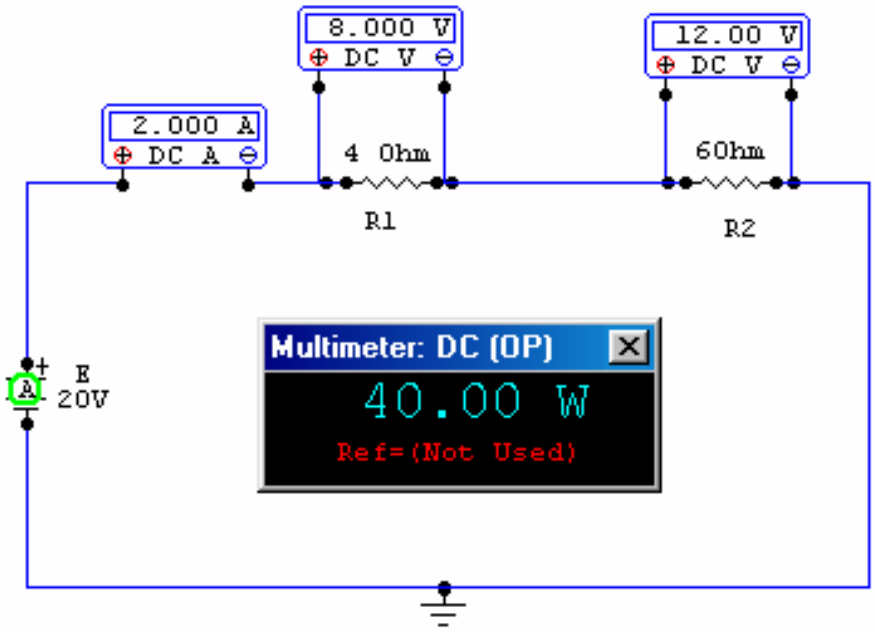
الخطوة التالية هي أننا نقوم بسحب الأجهزة الموصلة على المقاومات للأعلى وذلك بغية الحصول على رسم أوضح للدائرة كما هو مبين في الشكل ٣ -٣٢ .



شكل ٣ -٣٢ : الدائرة بعد سحب أجهزة القياس للأعلى لتوضيح الرسم.

لاحظ في الدائرة السابقة أنه يمكن وباستخدام الفأرة تحريك إسم المقاومة أو قيمتها لتظهر بشكل مقروء وأكثر وضوحاً حيث نقوم بتنشيط أداة السهم ثم نقوم بالنقر على زر الفأرة الأيسر على قيمة المقاومة أو اسمها ثم نقوم بالتحريك حسبما نريد (انظر الشكل ٣ -٣٣).

والآن يمكن تنشيط أداة المحاكاة في الدائرة حيث تظهر لنا قيمة التيار في الدائرة وكذلك قيم فرق الجهد على المقاومتين كما تظهر لنا شاشة مربعة صغيرة كما هو موضح في الشكل ٣ -٣٣ .

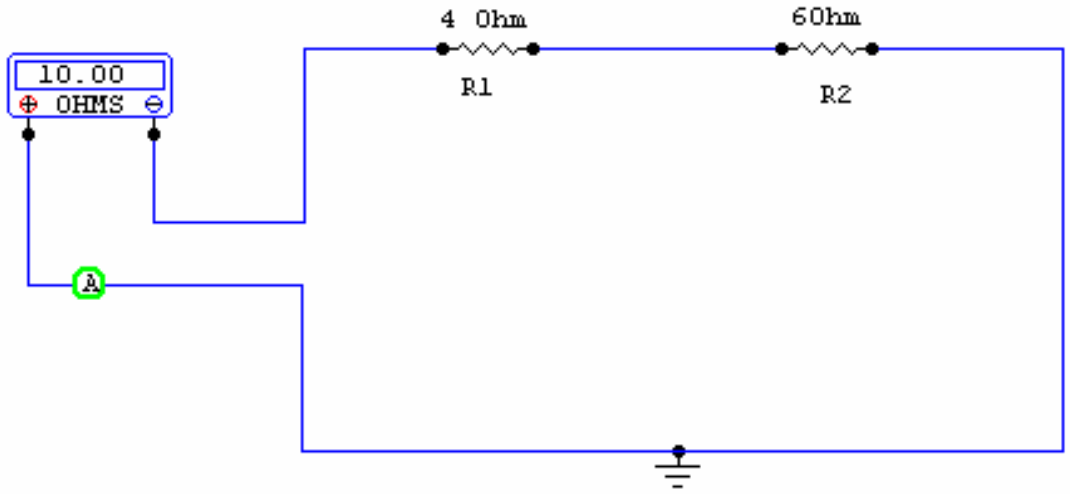


شكل ٣ -٣٣ : الدائرة أثناء تنشيط أداة المحاكاة.

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

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

أما لحساب قيمة المقاومة الكلية للدائرة فإننا نقوم بفصل البطارية وأجهزة القياس ثم نقوم بتوصيل الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣ -٣٤ .



شكل ٣ -٣٤ : قياس المقاومة الكلية (ثيفنن) للدائرة.

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

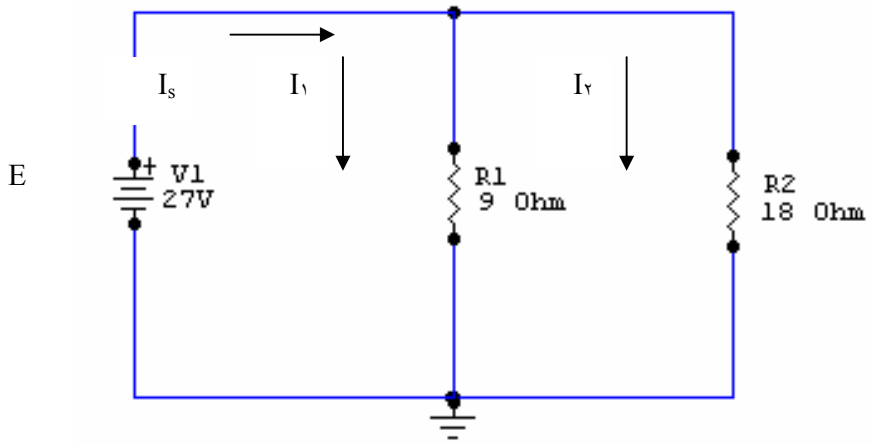
تمرين: ارسم الدائرة التالية كما هو موضح في شكل ٣ -٣٥ وقم بقياس الكميات التالية عملياً على الحاسب :

أ - قيمة مقاومة ثيفنن R_T .

ب - قيمة التيار الكلي المار في الدائرة I_s.

جـ - قيمة التيارات I_1,I_2. تأكد أن قيمة التيار التيار الكلي يساوي مجموع التيارات I_1,I_2.

د - احسب قيمة الطاقة التي ينتجها مصدر الجهد P_s وقارنها بالطاقة المستهلكة في كلا المقاومتين P_1,P_2.



شكل ٣ -٣٥: دائرة مكونة من مقاومتين على التوازي مع مصدر جهد.

الحل (الجزء النظري):

أ -

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(9\Omega 9\Omega)(18}{9\Omega + 18\Omega} = \frac{162\Omega}{27\Omega} = 6\Omega$$

ب -

$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{27V}{6\Omega} = 4.5A$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{E}{R_1} = \frac{27V}{9\Omega} = 3A$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{E}{R_2} = \frac{27V}{18\Omega} = 1.5A$$

جـ -

$$I_s = I_1 + I_2$$

$$4.5A = 3A + 1.5A$$

$$4.5A = 4.5A$$

د -

$$P_1 = V_1\, I_1 = E\, I_1 = (27V)(3A) = 81Watt$$

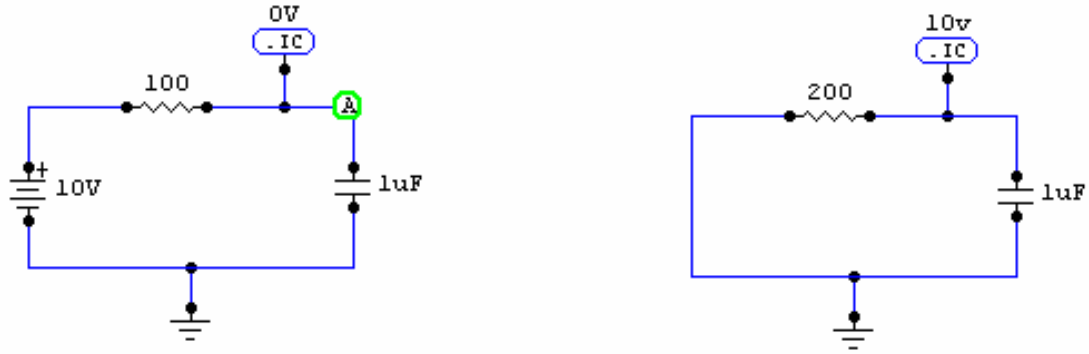
$$P_2 = V_2 I_2 = E\, I_2 = (27V)(1.5A) = 40.5Watt$$

$$P_s = E\, I_s = (27V)(4.5A) = 121.5Watt$$

$$P_s = P_1 + P_2 = 81Watt + 40.5Watt = 121.5Watt$$

مثال ٣ -٢ (الجزء النطري):

الدائرتان المبينتان في الشكل ٣ -٣٦ هما دائرتا شحن وتفريغ مكثف على الترتيب. وصل الدائرتين كما هو مبين في الشكل ثم أرسم الشكل الموجي للجهد العابر Transient على المكثف في حالة الشحن والتفريغ



شكل ٣ -٣٦: دائرة مكونة من مصدر جهد ومقاومة ومكثف.

الحل:

الدائرة الأولى (الى اليسار) تمثل عملية شحن المكثف حيث تكون قيمة فرق الجهد في البداية مساوية للصفر وتبدأ في الزيادة وإلى أن تصل قيمة فرق الجهد على المكثف قيمة الجهد على البطارية أي يصبح المكثف دائرة مفتوحة Open Circuit. أما في الدائرة الثانية فقد أصبح فرق الجهد على المكثف قيمة الجهد على البطارية أي يساوي القيمة ١٠ Volts وبالتالي قمنا بحذف البطارية من الدائرة حيث سيقوم المكثف في هذه الحالة بتفريغ شحنته بطريقة عكسية وذلك من خلال المقاومة.

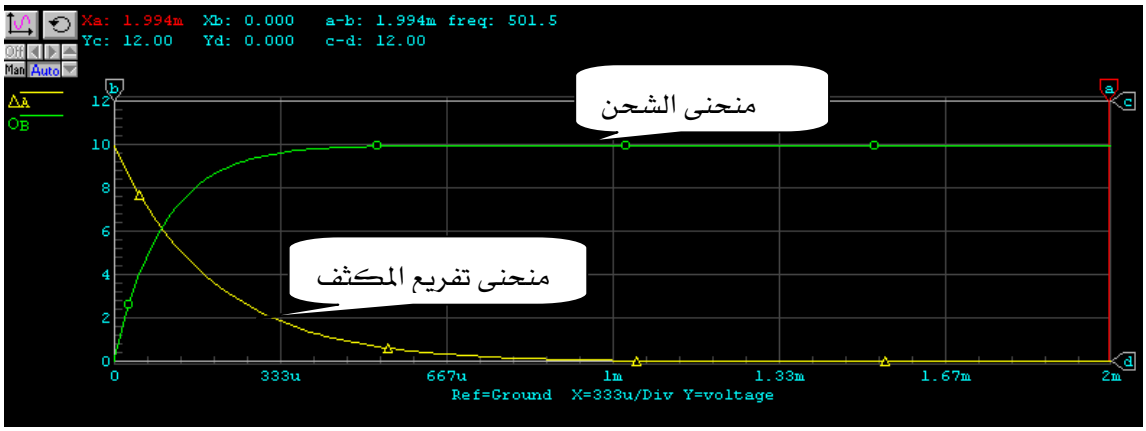
مثال ٣ -٢ (الجزء الخاص برسم الدائرة)

العناصر المطلوبة لتكوين الدائرة

- مقاومة مقدارها 200 Ω
- أرضي GROUND
- بطارية (١٠ Volts) Battery
- مكثف بسعة 1μF
- القيمة الابتدائية Initial Condition حيث يمكن استخراجها وذلك بالذهاب إلى المفاتيح الشائعة الاستعمال أو بكتابة IC. بحيث لا ننسى كتابة النقطة الموجودة وبذلك يمكن رسم الدائرة السابقة في الشكل ٣ -٣٦.

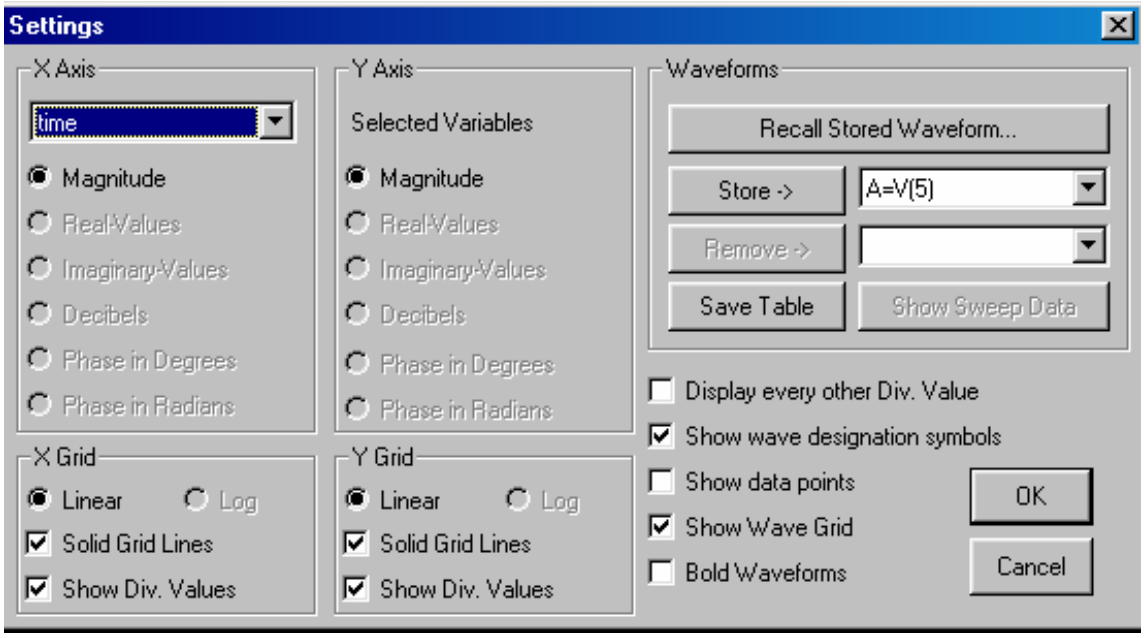
مثال ٣ -٢ (المحاكاة وقياس النتائج)

بتنشيط أداة المحاكاة نحصل على الشكل ٣ -٣٧ والخاص برسم منحنى الشحن والتفريغ للمكثف.



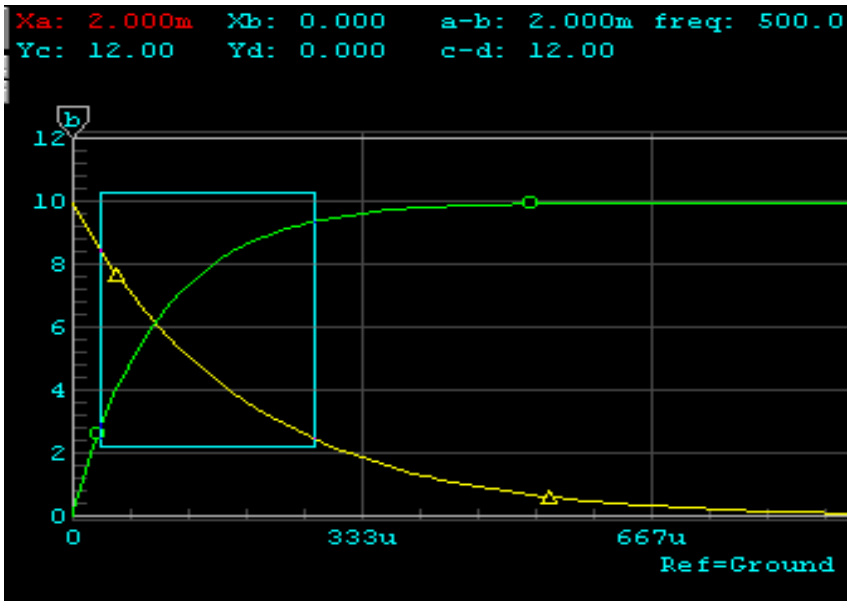
شكل ٣ -٣٧: منحنى شحن وتفريغ المكثف.

حيث نلاحظ أن عملية الشحن والتفريغ تتخذ شكلاً لوغاريتمياً ونحن هنا لن نتعرض لحساب فرق الجهد العابر Transient على المكثف حيث أنه موضوع اهتمام في حقائب تعليمية أخرى. أما بالنسبة لتحديد القيم على الإحداثي السيني والصادي فإنه بالضغط على الجزء العلوي في أقصى اليسار والذي يمثل شكل موجة جيبية فإنه بالنقر عليه بزر الفأرة الأيسر نحصل على نافذة التحكم (شكل ٣ -٣٨) في إظهار الشكل الموجي من حيث إظهار القيم على المحورين السيني والصادي وكذلك إذا ما كنا نرغب في تمييز كل منحنى باستخدام نقاط دائرة أو مثلثة حتى يتميز عن الآخر. كما يمكن أن نتحكم في الشكل الموجي يدوياً أيضاً وذلك بالنقر على الجزء العلوي في أقصى اليسار والمكتوب عليه Man أي يدوي.



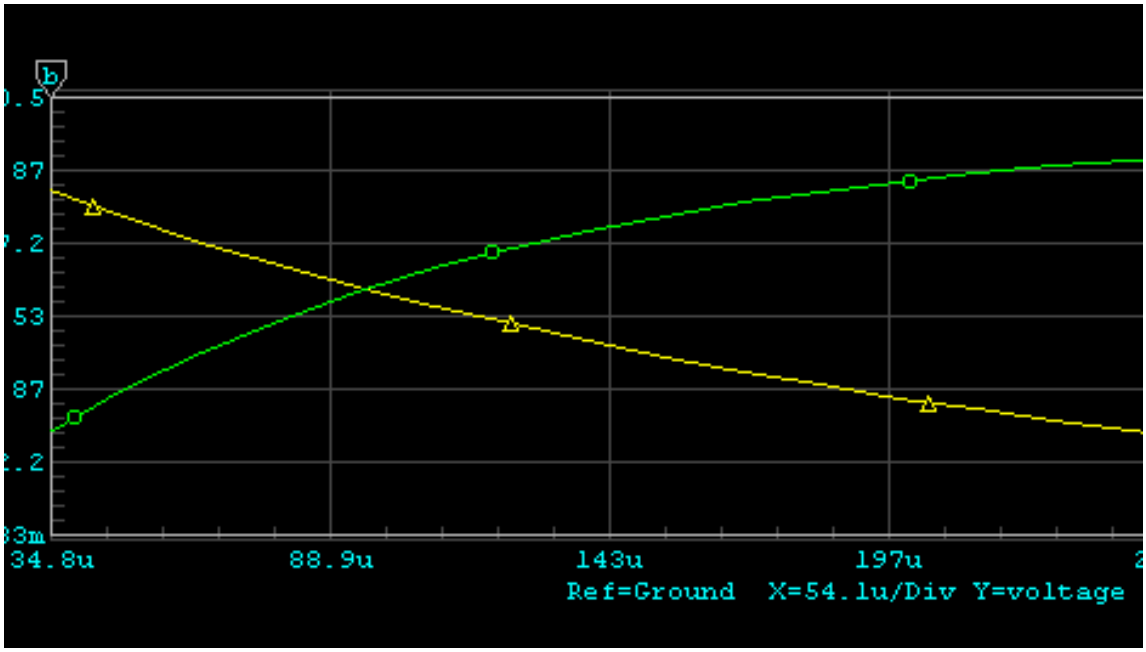
شكل ٣ -٣٨ : نافذة التحكم في إظهار الشكل الموجي.

كما نلاحظ من الشكل الموجي السابق أنه يمكن تحديد أي قيمة على المنحنى وذلك بتحريك الخطين العموديين a,b والخطين الأفقيين c,d والموجودين على الشكل الموجي وذلك لقراءة قيمة معينة حيث أنه عند تحريك أي من هذه الخطوط فإننا سنرى إسم هذا الخط الموجود على أحد المحورين قد أصبح ملوناً باللون الأحمر وبتحريك الخط نجد أن القيمة التي يأخذها هذا الخط عند تحركه تتغير بتغير الحركة وبلون أحمر على الشكل الموجي. كما نلاحظ أنه يمكن تكبير أي جزء من الشكل الموجي وذلك بالضغط على زر الفأرة الأيسر والتحريك مع استمرار الضغط ثم رفع اليد عن زر الفأرة بحيث يتم تكبير ذلك الجزء من الشكل الموجي كما هو موضح في الشكال ٣ -٣٩ .



شكل ٣ -٣٩ : تكبير جزء من الشكل الموجي.

حيث أنه بعد رفع اليد عن زر الفأرة يصبح لدينا الشكل الموجي المكبر والموضح في الشكل ٣ -٤٠ .



شكل ٣ -٤٠ : الشكل الموجي بعد تكبير جزء منه.

ويمكن إرجاع الشكل الموجي إلى أصله وذلك بالضغط على السهم الملفوف الموجود في أعلى الشكل الموجي .

مثال ٣ -٣ (الجزء النظري) :

ارسم الدائرة الموضحة في الشكل ٣ -٤١ لمكبر العمليات التشغيلي ثم قم بعمل محاكاتها ومن المحاكاة قم برسم نبضة الدخل والخرج معاً في نافذة التحليل العابر Transient Analysis والذي يمثل جهاز الأوسيلوسكوب، وكذلك ما الذي يمكن استنتاجه من نافذة تحليل دوائر التيار المستمر AC Analysis وكذلك ما الذي نستفيده من نافذة تحليل دوائر التيار المستمر DC Analysis .

الحل :

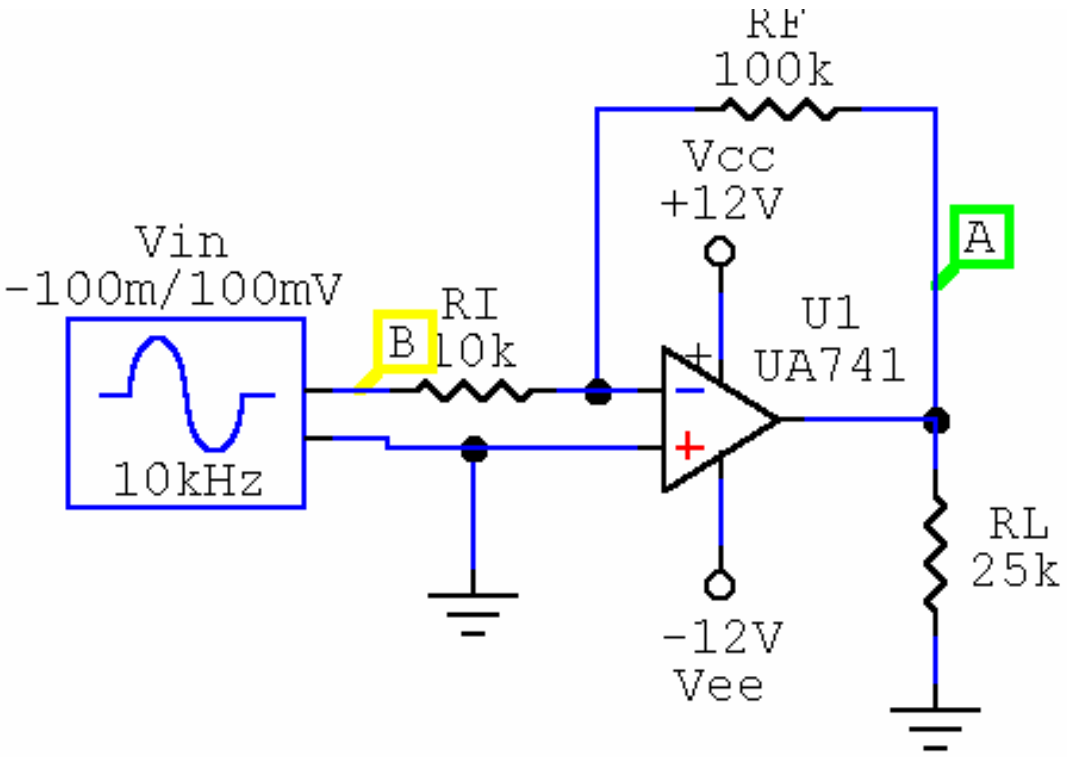
إن تحليل دائرة مكبر العمليات التشغيلي تنقسم إلى قسمين وهما تحليل دوائر البيار المستمر ويستخلص منه قيمة نقطة التشغيل Qeusent point أما دوائر تحليل التيار المتردد فيستفاد منها في معرفة قيم مقاومة الدخل والخرج والتكبير للتيار والجهد والطاقة.

مثال ٣ - (الجزء الخاص برسم الدائرة)

العناصر المطلوبة لرسم الدائرة :

- مولد نبضات Signal Gen (١٠KHz, ١٠٠m/١٠٠mV) (تعدل القيم حسب الطريقة التي استعملناها في تعديل بيانات المقاومة)
- مقاومة تغذية خلفية بقيمة ١٠٠K
- مقاومة الحمل بقيمة ٢٥K
- نقطة فولت بقيمة ١٢V+ وأخرى بقيمة ١٢V- للمكبر
- أرضي GROUND
- مكبر عمليات Op-Amp٥

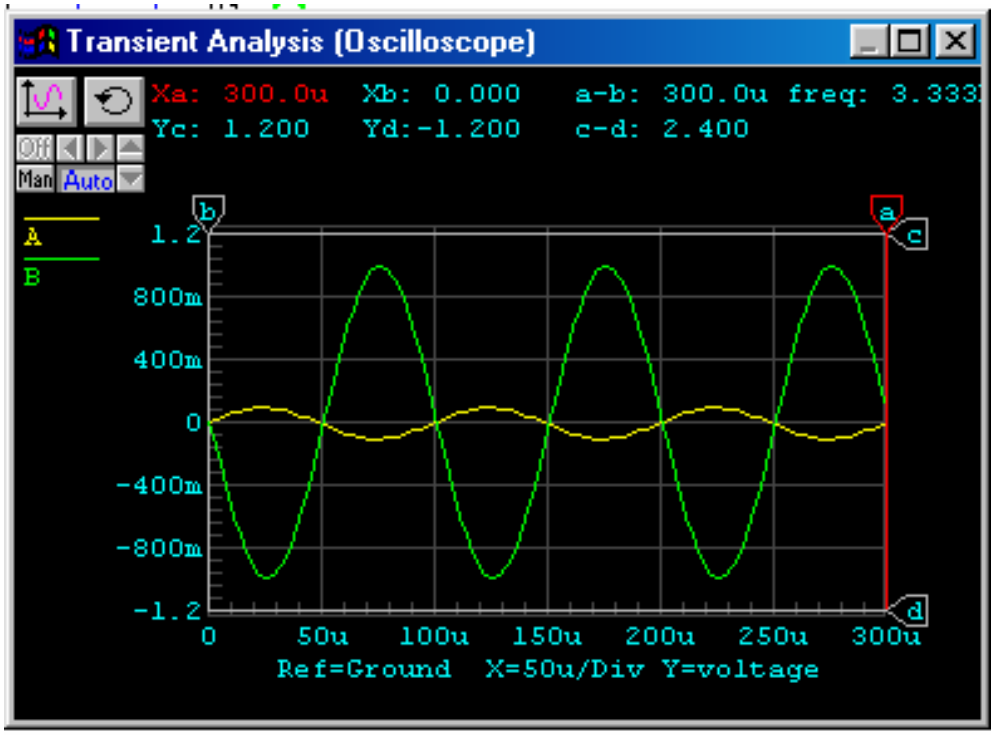
وبعد تحضير العناصر على نافذة الرسم يمكن رسم الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣ -٤١ .



شكل ٣ -٤١ : دائرة مكبر العمليات التشغيلي.

مثال ٣ -٣ (المحاكاة وقياس النتائج):

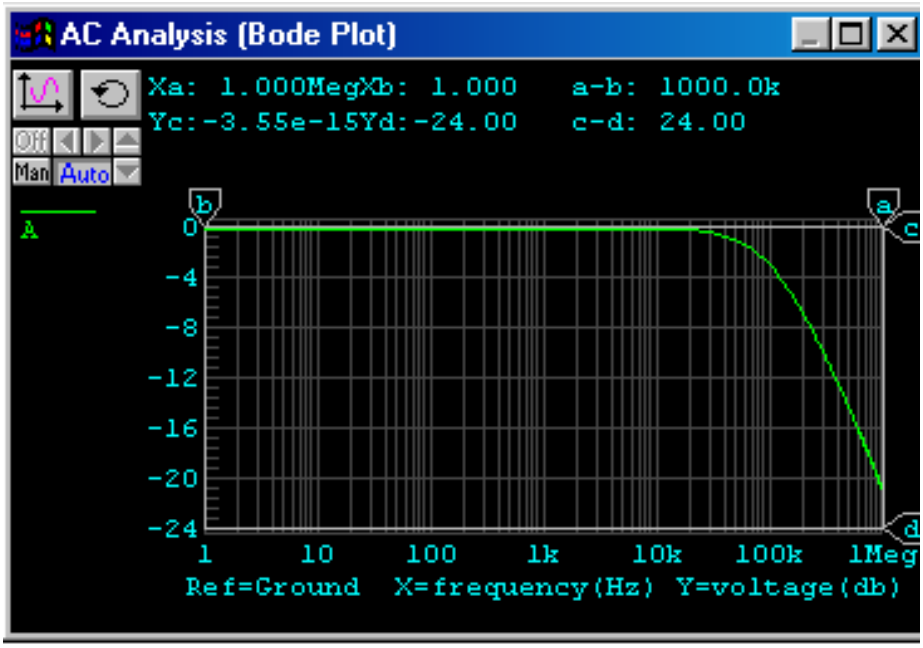
بعد تيشيط أداة المحاكاة نحصل على ثلاث نوافذ للرسم وهي نافذة التحليل العابر (تشبه الأوسيلوسكوب) ونافذة لدوائر التيار المتردد وأخرى للمستمر وهنا سنوضح نافذة التحليل العابر كما في الشكل ٣ -٤٢ ونافذة التحليل المتردد كما هو مبين في الشكل ٣ -٤٣.



شكل ٣ -٤٢ - : نافذة التحليل العابر.

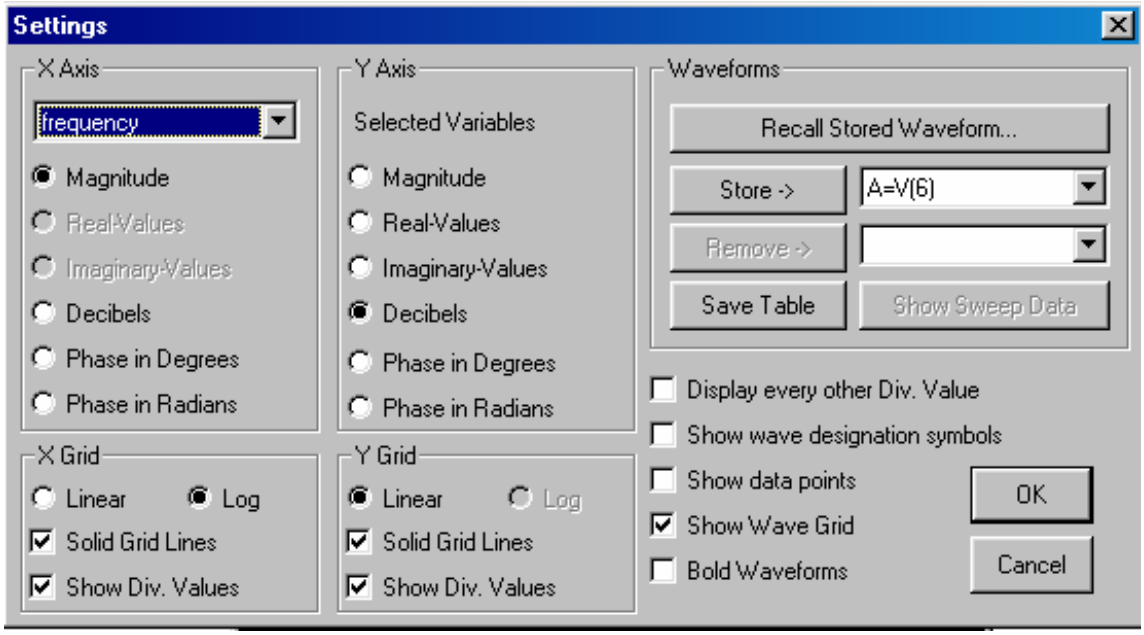
حيث نجد في هذه النافذة أنه أمكننا رؤية الشكل الموجي للدخل والخرج المكبر حيث أنه بالضغط على هذه النافذة بزر الفأرة الأيسر نكون قد نشطنا هذه النافذة ثم بعد ذلك نضع المؤشر على الخرج فيتم رسم شكل الخرج في الدائرة ثم نقوم بالضغط على المفتاح Shift على لوحة المفاتيح وكذلك نقوم بالضغط على مخرج مولد النبضات المتصل بالمقاومة على مدخل المكبر التشغيلي وعندها يتم رسم الشكل الموجي للدخل مع الشكل الموجي للخرج في نفس النافذة وهنا نلاحظ أن الشكلين بيهما زاوية طور Phase shift بمقدار ١٨٠ درجة .

تمرين : قم بقلب المكبر التشغيلي بحيث يتم توصيل المقاومات على طرفه الموجب بينما الأرضي على طرفه السالب وقم برسم الشكل الموجي العابر للدخل والخرج . ماذا تلاحظ ؟



شكل ٣ -٤٣ : نافذة التحليل لدوائر التيار المتردد.

يستفاد من نافذة التحليل لدوائر التيار المتردد معرفة خصائص الدائرة عندما تعمل عند تردد معين. فمثلاً في دائرة المكبر التشغيلي نرى أنه يعمل عند تردد مقدارة ١٠KHz بحيث أنه عندما يزيد التردد عن هذا الحد فإن الشوشرة distortion سوف تحصل وهذا ما يبينه الشكل الموجي لدوائر تحليل التيار المتردد حيث أنه عندما يزيد التردد عن ١٠ KHz نرى أن الشكل الموجي يأخذ في الانحناء أي بمعنى ان الدائرة لا يستحسن عملها عند أكثر من التردد الموضح على مولد النبضات في دائرة الكبر التشغيلي. يسمى هذا النوع من عرض الأشكال الموجية يسمى براسم بود Bode diagram حيث نستطيع ان مثلاً إيجاد علاقة بين فرق الجهد على الدخل والخرج كدالة في التردد. في الشكل الموجي السابق قمنا برسم الإحداثي السيني باستخدام المقياس اللوغاريثمي Logarithmic scale وذلك للتردد بينما قمنا برسم فرق الجهد على الخرج بمقياس الديسيبل Decibel وكما يتضح من نافذة الخيارات لتحديد الشكل الموجي الموضحة في الشكل ٣ -٤٤ .

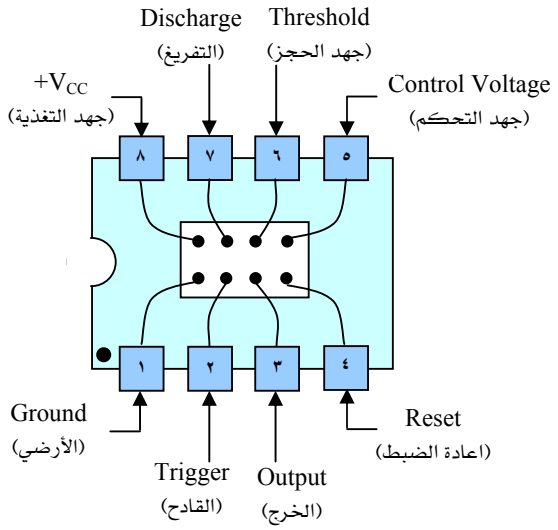


شكل ٣ -٤٤ : نافذة تحديد الشكل الموجي للخرج لدوائر تحليل التيار المتردد.

مثال ٣ -٤ (الجزء النظري) :

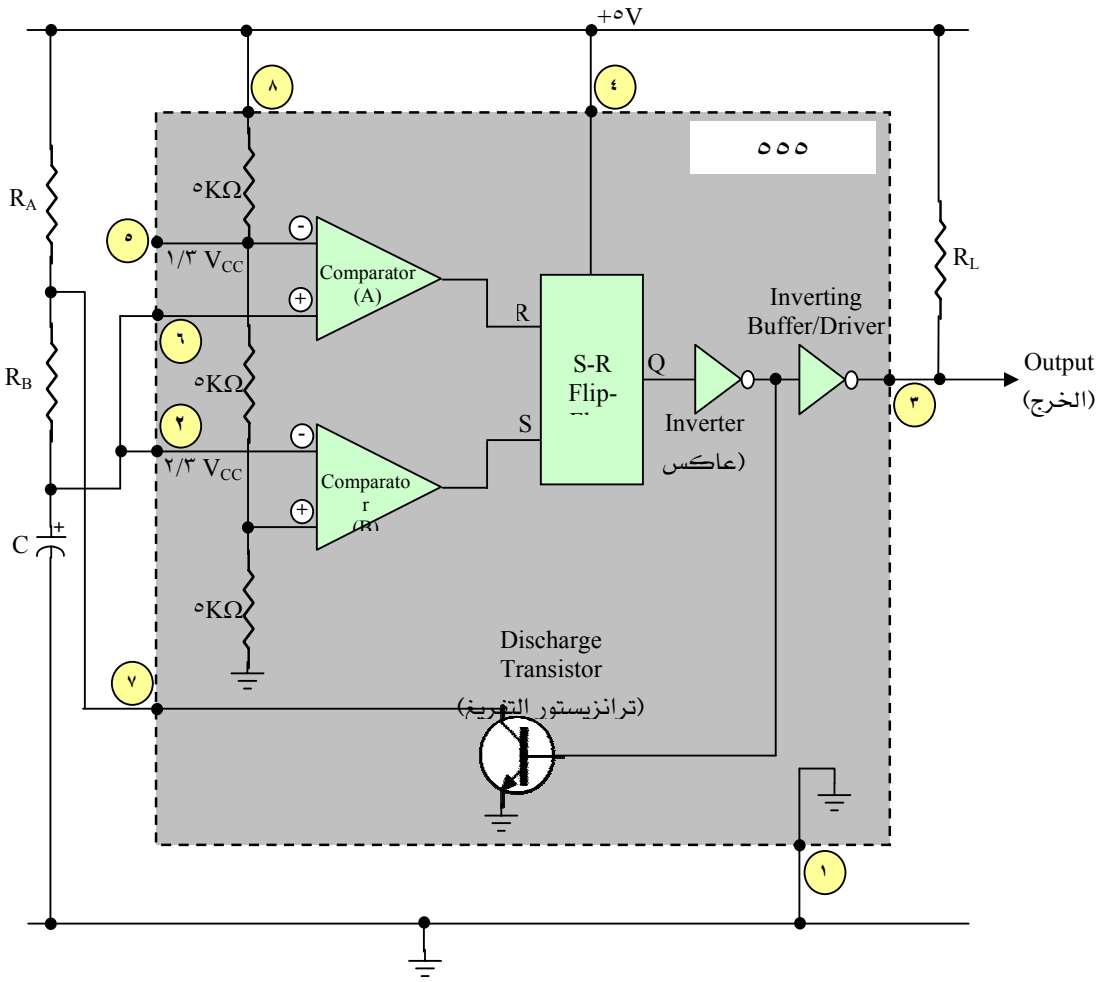
ارسم دائرة المزمن Timer ٥٥٥ وقم بتوصيلها بحيث تعمل كمذبذب ثنائي الاستقرار Astable Multvibrator وكمذبذب متعدد الاهتزازات Monostable Multivibrator ثم ارسم دائرة المذبذب ثنائي الإستقرار باستخدام برنامج الرسم ثم ارسم الشكل الموجي لخرج هذا المذبذب.

الحل: لقد تمت دراسة هذا المؤقت في حقيبة الدوائر المنطقية حيث نجد أن شكل الدائرة المتكاملة الرقمية لهذا النوع من المؤقتات كما هو مبين في الشكل ٣ -٤٥ .



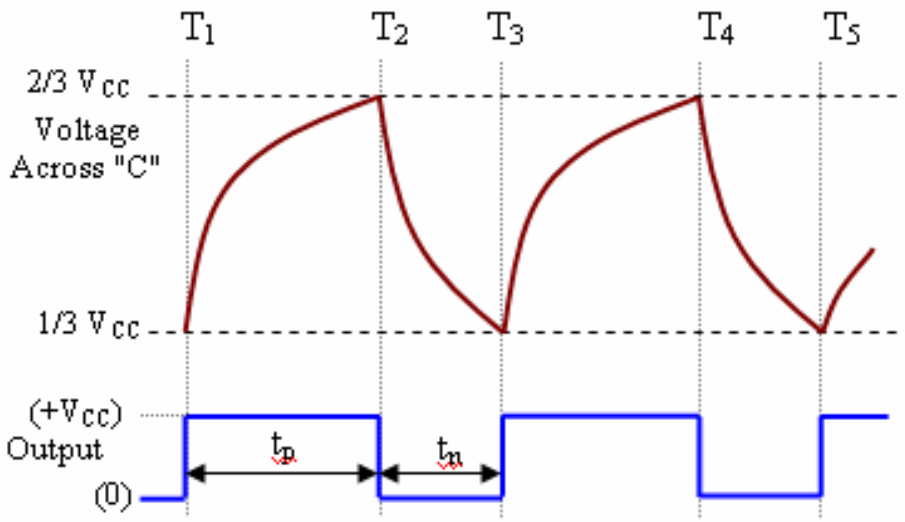
شكل ٣ -٤٥ : الرسم المنطقي لدائرة المؤقت (المزمن) ٥٥٥.

هذا المزمن يمكن توصيله ليعمل كمذبذب ثنائي الإستقرار كما هو موضح في الشكل ٣ -٤٦ .



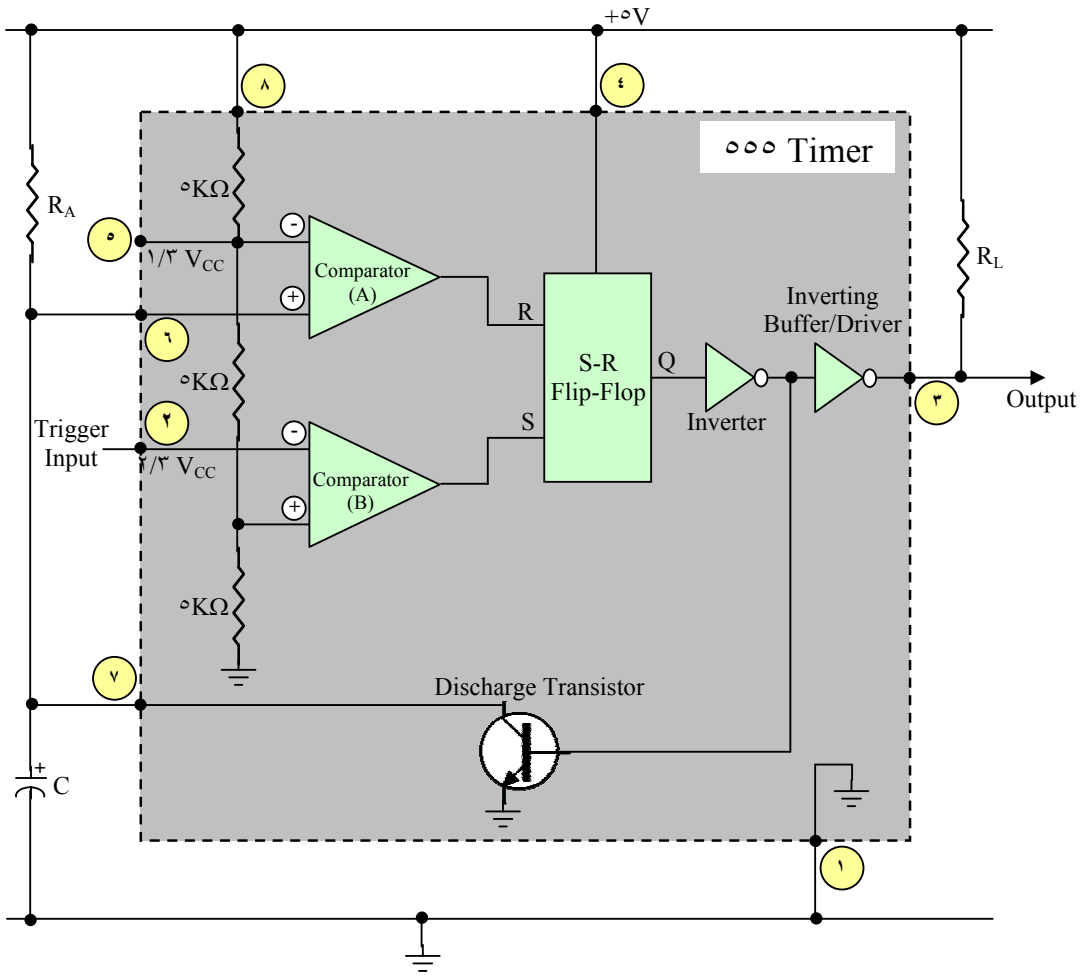
شكل٣ -٤٦ : توصيل الدائرة لتعمل كمذبذب ثنائي الاستقرار.

أما الشكل ٣ -٤٧ فيوضح الشكل الموجي للخرج وموجة شحن وتفريغ المكثف.



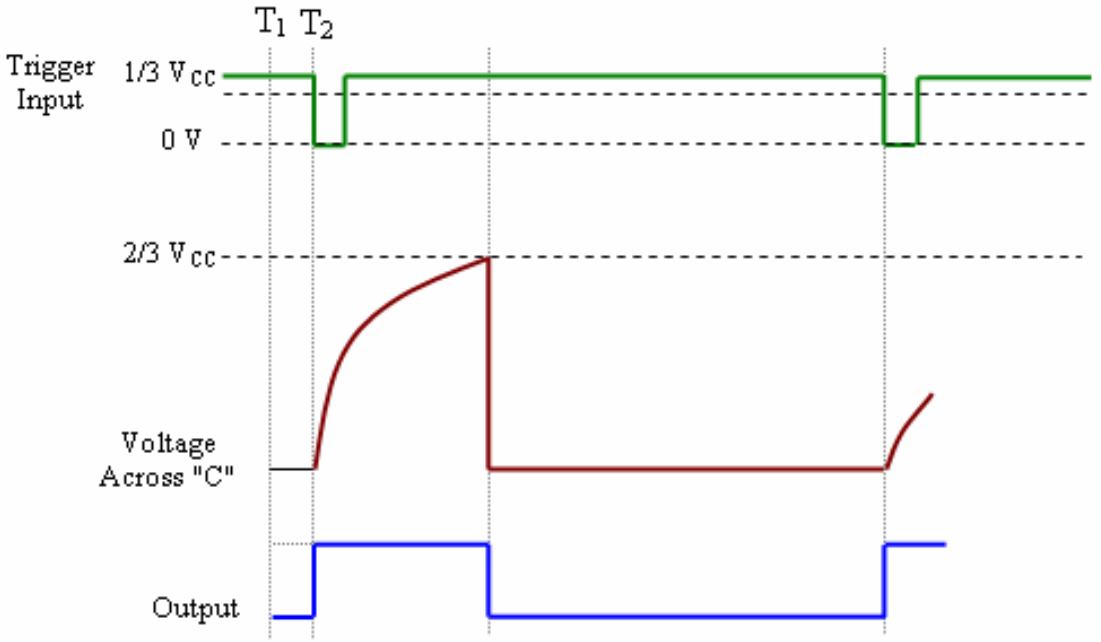
شكل ٣ -٤٧ : الشكل الموجي للخرج على الطرف رقم ٣ للمزمن وكذلك شكل موجة الجهد للمكثف.

أما عند توصيل المزمن لكي يعمل كمذب أحادي الاستقرار فإن دائرة التوصيل تكون كما هو مبين في الشكل ٣ -٤٨ .



شكل ٣ -٤٨ : توصيل دائرة المزمن لتعمل كمذبذب أحادي الاستقرار.

أما الشكل الموجي للخرج فهو مبين في الشكل ٣ - ٤٩.



شكل ٣ -٤٩ : الشكل الموجي للخرج في دائرة المذبذب أحادي الاستقرار وكذلك الجهد على المكثف.

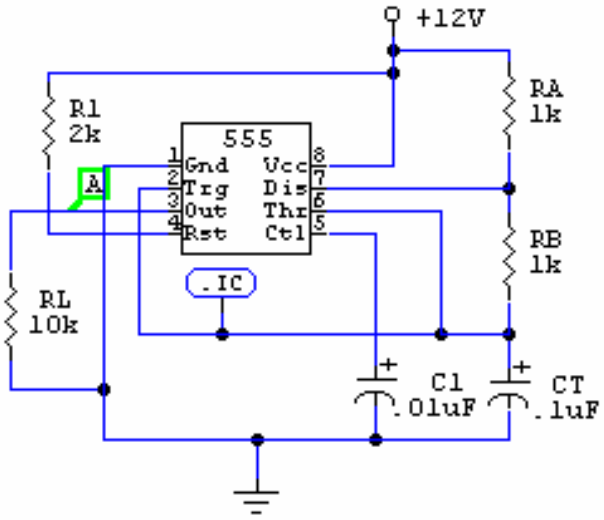
مثال ٣ -٤ (الجزء الخاص برسم الدائرة)

العناصر المطلوبة لتكوين الدائرة :

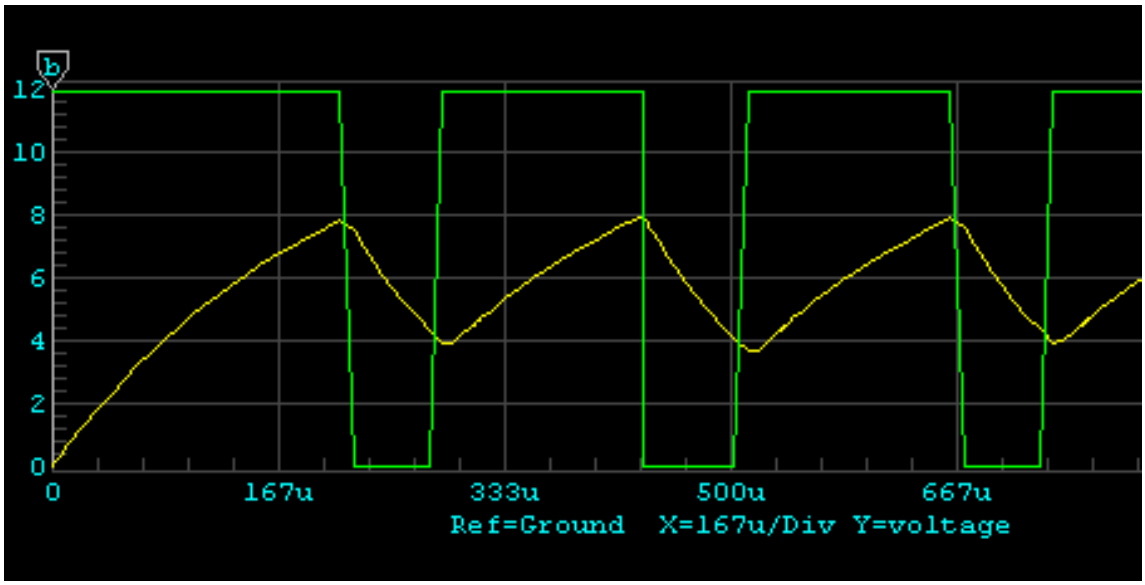
- دائرة المزمن timer ٥٥٥
- أرضي GROUND
- مقاومتان بقيمة $R_A = R_B = 1\ K\Omega$
- مقاومة $R_L = 10\ K\Omega$
- مقاومة $R_1 = 2\ K\Omega$
- نقطة فولت بقيمة (+V) ١٢ Volt
- مكثفات بقيمة ٠,١ micro Farad

مثال ٣ -٤ (المحاكاة وقياس النتائج):

بعد رسم الدائرة المبينة في الشكل ٣ -٥٠ والمكونة من العناصر السابقة يمكن تنشيط أداة المحاكاة لنحصل على الشكل الموجي الموضح في الشكل ٣ -٥١ .



شكل ٣ -٥٠ : دائرة المزمن بعد توصيلها كمذبذب ثنائي الاستقرار.



شكل ٣ -٥١ : الشكل الموجي للخرج والجهد على المكثف للمذبذب ثنائي الاستقرار.

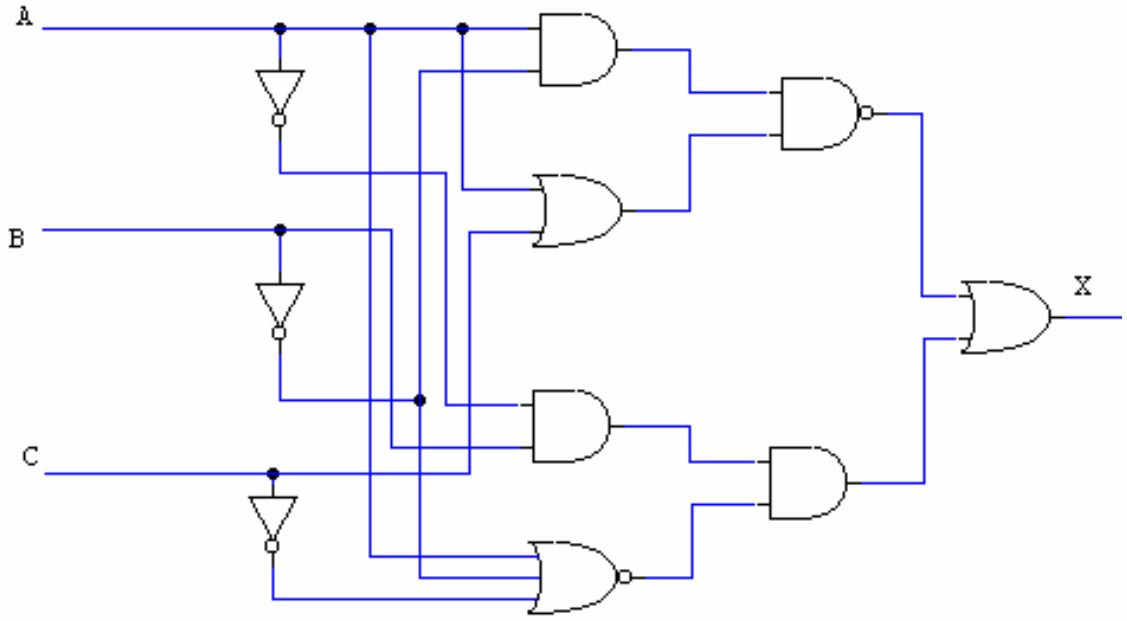
تمرين: وصل دائرة المزمن بحيث تعمل كمذبذب أحادي الاستقرار باستخدام برنامج الرسم ثم ارسم الشكل الموجي لخرج الدائرة وشكل الجهد على المكثف وشكل نبضة القادح Trigger pulse .

٣ -٣ أمثلة على الدوائر الرقمية :

سوف نقوم باتباع الطريقة الفصل السابقة من هذه الوحدة وذلك في دراستنا لبعض الدوائر الرقمية.

مثال ٣ -٥ (الجزء النظري):

في الدائرة الرقمية المبينة في الشكل ٣ -٥٢ اكتب جدول الحقيقة للدائرة ثم تأكد من صحة النتائج عملياً



شكل ٣ -٥٢ : الدائرة الرقمية.

الحل :

إن جدول الحقيقة للدائرة هو الجدول المبين بالشكل ٣ -١ . حيث إن لدينا ثلاثة مدخلات وبالتالي يكون عدد احتمالات الدخل ٨ = $٢^{٣}$ وهي كما هو موضح بالجدول.

A	B	C	X
٠	٠	٠	١
٠	٠	١	١
٠	١	٠	١
٠	١	١	١
١	٠	٠	٠
١	٠	١	٠
١	١	٠	١
١	١	١	١

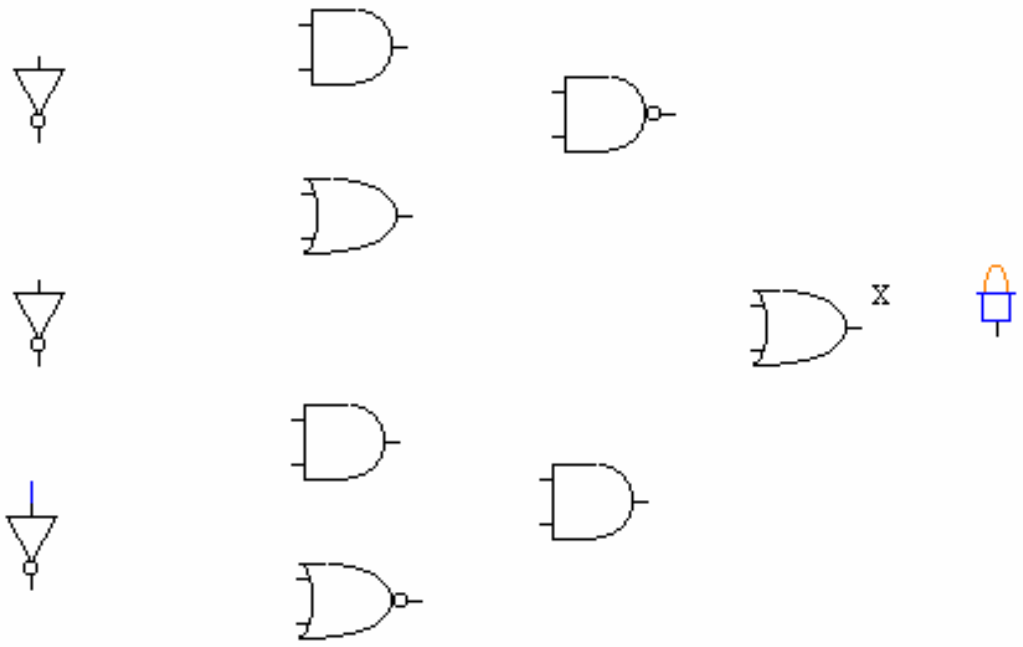
جدول ٣ -١ : جدول الحقيقة للدائرة المنطقية.

مثال ٣ -٥ (الجزء العملي الخاص برسم الدائرة):

العناصر المطلوبة لرسم الدائرة:

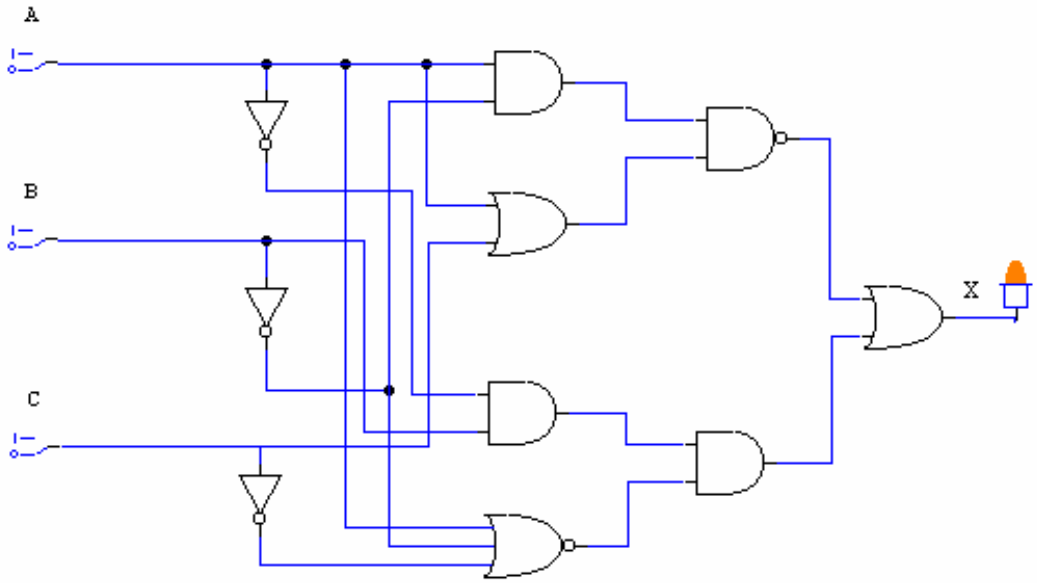
- ثلاث بوابات من النوع العاكس (٧٤LS٠٤ Inverter) NOT Gate
- ثلاث بوابات (٧٤LS٠٨ ٢-In AND) ٢ Input AND Gates
- بوابة واحدة من النوع (٧٤LS٠٢ ٢ In-NOR) ٢ Input NOR Gate
- بوابتان من النوع (٧٤LS٣٢ ٢-In OR) ٢ Input OR Gate
- بوابة واحدة من النوع (٧٤LS٠٠ ٢-In NAND) ٢ Input NAND Gate
- ثلاثة مفاتيح منطقية ٠V Logic Switch
- مصباح منطقي Logic Display

والآن يمكن رسم الدائرة باستخدام الطرق التي تم تعلمها في الوحدة السابقة وكذلك في المثال الأول في هذه الوحدة. حيث أنه بعد تحضر العناصر السابقة على نافذة الرسم يصبح شكل الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣ -٥٣ .



شكل ٣ -٥٣ : العناصر بعد وضعها على نافذة الرسم.

والشكل ٣ -٥٤ يوضح الدائرة بعد إكتمال خطوط التوصيل في الدائرة والضغط على زر المحاكاة (الحالة الرقمية) وكذلك نستطيع أن نرى تطبيق السطر الأول من جدول الحقيقة للدائرة حيث أنه عندما نقوم بتوصيل جميع مفاتيح الدخل على الصفر فإن الخرج يكون HIGH حيث نجد أن المصباح مضاء كما يتبين من الشكل.



شكل ٣ -٥٤ : الدائرة المنطقية بعد التوصيل والمحاكاة للسطر الأول من جدول الحقيقة للدائرة.

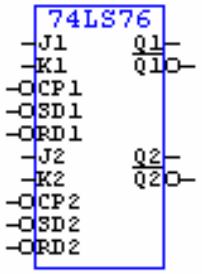
مثال ٣ -٦ (الجزء النظري):

في هذا المثال سنقوم معاً بدراسة القلاب من النوع JK حيث يوجد على شكل دائرة متكاملة رقمية هي ٧٤LS٧٦ حيث يوجد بها قلابان وكما هو موضح في الشكل ٣ -٥٥ . قم بدراسة هذا القلاب نظرياً من خلال جدول الحقيقة. ثم قم برسمه عملياً مع التأكد من صحة جدول الحقيقة

الحل:

للقلاب الأول أربعة مدخلال وهي الدخلان J, K وكذلك مدخل الساعة CP١ Clock Pulse وكذلك المدخلان $\overline{R_D}$ $\overline{S_D}$, حيث إن الدائرة الصغيرة لأي من المداخل تعني أنه لا يتم تنشيط تلك النقطة إلا عند الحافة السالبة أو الهابطة للنبضة وهذا يعني الانتقال من الوضع واحد منطقي إلى الصفر المنطقي. أن الدخل $\overline{R_D}$ وهو دخل غير متزامن ويعني ذلك أنه بوضع هذه النقطة من الدائرة على وضع LOW وبغض النظر عن أي من المدخلات فإن قيمة $Q_١$ تكون صفراً Asynchronous Reset أما إذا كانت قيمة $\overline{S_D}$ تساوي صفراً فهذا يعني أن قيمة $Q_١$ ستصبح واحداً Asynchronous Set وبغض النظر عن أية مدخلات أخرى. نلاحظ أنه لا يمكن جعل $\overline{R_D}$, $\overline{S_D}$ موصلين في نفس الوقت على الحالة LOW

. أما إذا أردنا تشغيل هذا القلاب تزامنياً أي باستخدام نبضات الساعة CP١ فإننا نقوم عند ذلك بتوصيل الدخلين غير المتزامنين على الوضع HIGH وبالتالي ينتج لدينا جدول الحقيقة الموضح في الجدول ٣ -٢ .



شكل ٣ -٥٥ : الدائرة المتكاملة الرقمية للقلاب ٧٤LS٧٦.

طريق التشغيل	$\overline{S_D}$	$\overline{R_D}$	$\overline{Cp}$	J	K	Q	$\overline{Q}$
Asynchronous Set	L	H	x	x	x	H	***L***
Asynchronous Reset	H	L	x	x	x	L	***H***
Synchronous Hold	H	H	↓	٠	٠	q	$\bar{q}$
Synchronous Set	H	H	↓	١	٠	H	***L***
Synchronous Reset	H	H	↓	٠	١	L	***H***
Synchronous Toggle	H	H	↓	١	١	$\bar{q}$	***q***

جدول ٣ -٢ : جدول الحقيقة للقلاب JK Flip Flop.

نلاحظ من الجدول السابق أنه لتشغيل القلاب السابق تزامنياً أي أن نبضة الساعة يكون لها تأثير على الدخل فإننا يجب أن نعطل وظيفة كل من $\overline{R_D}$ و $\overline{S_D}$ وعندها يمكن أن يكون لنبضات الساعة تأثير حيث نرى في السطر الثالث من الجدول أنه في حال كون المدخلات J,K تساوي أصفاراً وعندما تكون

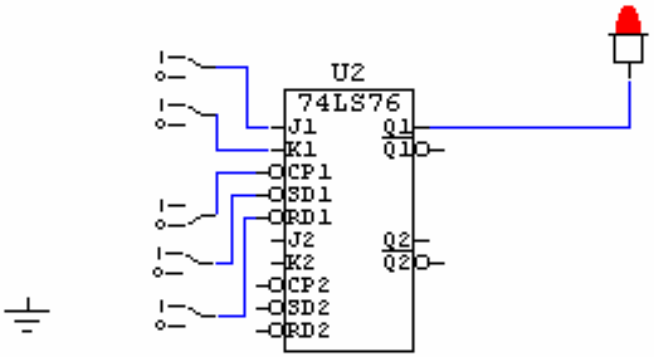
حافة النبضة متحركة من الجزء الأعلى إلى الأسفل فإن الخرج $\overline{Q}$ و Q يبقى كما هو ، أما في الحالة الثانية وهي التي يمثلها السطر الرابع من جدول الحقيقة فإنه عندما تكون قيمة J=١, K=٠ فإن قيمة Q=١ وهو ما يسمى بالوضع Set كما نلاحظ أن قيمة $\overline{Q}$ هي عكس قيمة Q. أما عندما تكون قيمة J=٠, K=١ فإن قيمة Q=٠ وهو ما يسمى بالوضع RESET أما الحالة الأخيرة فهي حالة التبديل Toggle حيث أنه عندما تكون قيمة J=K=١ فإنه تحدث حالة تبديل بحيث أن قيمة Q الجديدة تساوي قيمة $\overline{Q}$ السابقة أو القديمة وقيمة $\overline{Q}$ الجديدة تساوي قيمة Q السابقة.

مثال ٣ -٦ (الجزء العملي) :

العناصر المطلوبة لتكوين دائرة القلاب السابق هي :

- دائرة متكاملة رقمية من النوع ٧٤LS٧٦
- خمسة مفاتيح منطقية Logic Switches ٥
- مصباح منطقي.
- أرضي GROUND حيث نلاحظ أنه يلزمنا وضع الأرضي لأي دائرة في البرنامج.

ثم نقوم برسم الدائرة المبينة في الشكل ٣ -٥٦ .



شكل ٣ -٥٦ : دائرة القلاب JK بعد التوصيل.

مثال ٣ -٦ (المحاكاة وقياس النتائج):

في دائرة القلاب وبعد توصيلها كما في الشكل السابق فإننا نقوم بالنقر على أداة المحاكاة في الحالة الرقمية ثم نقوم بعمل الخطوات التالية:

١ - نقوم بالتأكد من السطر الأول من جدول الحقيقة وذلك بأن نوصل المفتاح المنطقي المتصل ب $\overline{S_D}$ بالقيمة صفر والتأكد من أن المفتاح المنطقي المتصل ب $\overline{R_D}$ متصل بالواحد المنطقي وبغض النظر عن أية مفاتيح أخرى نجد أن المصباح المنطقي يضئ.

٢ - نقوم بارجاع المفتاح المنطقي المتصل ب $\overline{S_D}$ بالواحد المنطقي ثم نقوم بتوصيل $\overline{R_D}$ إلى الصفر المنطقي وعندها نلاحظ أن المصباح المنطقي ينطفئ وعندها نقوم بتوصيل المفتاح المنطقي المتصل ب $\overline{R_D}$ بالواحد المنطقي المنطقي .

٣ - نقوم بعد ذلك بالتحقق من جدول الحقيقة للأسطر الأربعة الباقية من جدول الحقيقة وذلك بالتأكد من توصيل $\overline{S_D}$ و $\overline{R_D}$ إلى الواحد المنطقي وذلك لإلغاء تأثيرهما على الدائرة وهو ما قد تم تهيئته في الحالة السابقة، ثم نقوم بعد ذلك بالتأكد أيضاً من أن المفتاح المتصل بنبضة الساعة على الوضع HIGH أو الواحد المنطقي ثم نقوم بجعل قيمة J=K=٠ وهذا يعني حالة الإمساك أي الإبقاء على الوضع السابق حيث نجد أنه بتنشيط الساعة وذلك بوضع المصباح المنطقي المتصل بالساعة من الواحد المنطقي إلى الصفر وهذا معني السهم النازل في الجدول السابق ويعني التحرك من القمية العالية إلى القيمة الأقل أو من الحافة الموجبة إلى الحافة السالبة أو من الواحد المنطقي إلى الصفر المنطقي حيث نجد أن المصباح المنطقي يبقي على حالته السابقة وهي أنه يبقي مطفأ.

٤ - بعد ذلك نقوم بإرجاع المفتاح المنطقي المتصل بالساعة إلى الواحد المنطقي ثم نقوم بتغيير قمية كل من J, K ثم نقوم بتغيير وضع المفتاح المنطقي المتصل بنبضة الساعة من الواحد المنطقي إلى الصفر المنطقي.

٥ - نكرر الخطو السابقة لبقية جدول الحقيقة الخاص بهذا القلاب وذلك للتأكد من النتائج التي في الجدول.

مثال ٣ -٧ (الجزء النظري) :

في المثال السابق قم بالغاء المفتاح المنطقي الموصل بنبضات الساعة واستبدله بمولد النبضات وقم برسم الدائرة السابقة بعد التغيير ثم أرسم الشكل الموجي للخرج في حالة التبديل Toggle .

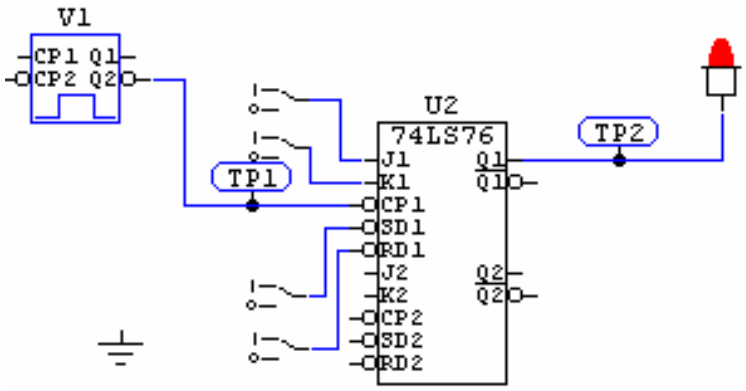
الحل:

كل ما نقوم بعمله هنا هو توصيل الدخلين J,K بالواحد المنطقي مع التأكد من توصيل كل من $\overline{R_{D1}}$, $\overline{S_{D1}}$ بالواحد المنطقي ثم بتوصيل مولد النبضات بالقلاب ومن ثم تشغيل الدائرة.

مثال ٣ -٧ (الجزء العملي الخاص برسم الدائرة):

العناصر المطلوبة لرسم الدائرة"

- نفس عناصر الدائرة السابقة مع استبدال المفتاح المنطقي المتصل بالساعة بمولد النبضات pulser وكما هو موضح في الشكل ٣ -٥٧ . كذلك نحتاج لتوصيل نقطتي فحص TP١, TP٢ وذلك من أجل فحص الدائرة ورسم الشكل الموجي للخرج عند هاتين النقطتين. وهذا الفاحص نستطيع البحث عنه من قائمة Devicesثم اختيار Search ثم البحث عن الفاحص تحت مسمى Scope .

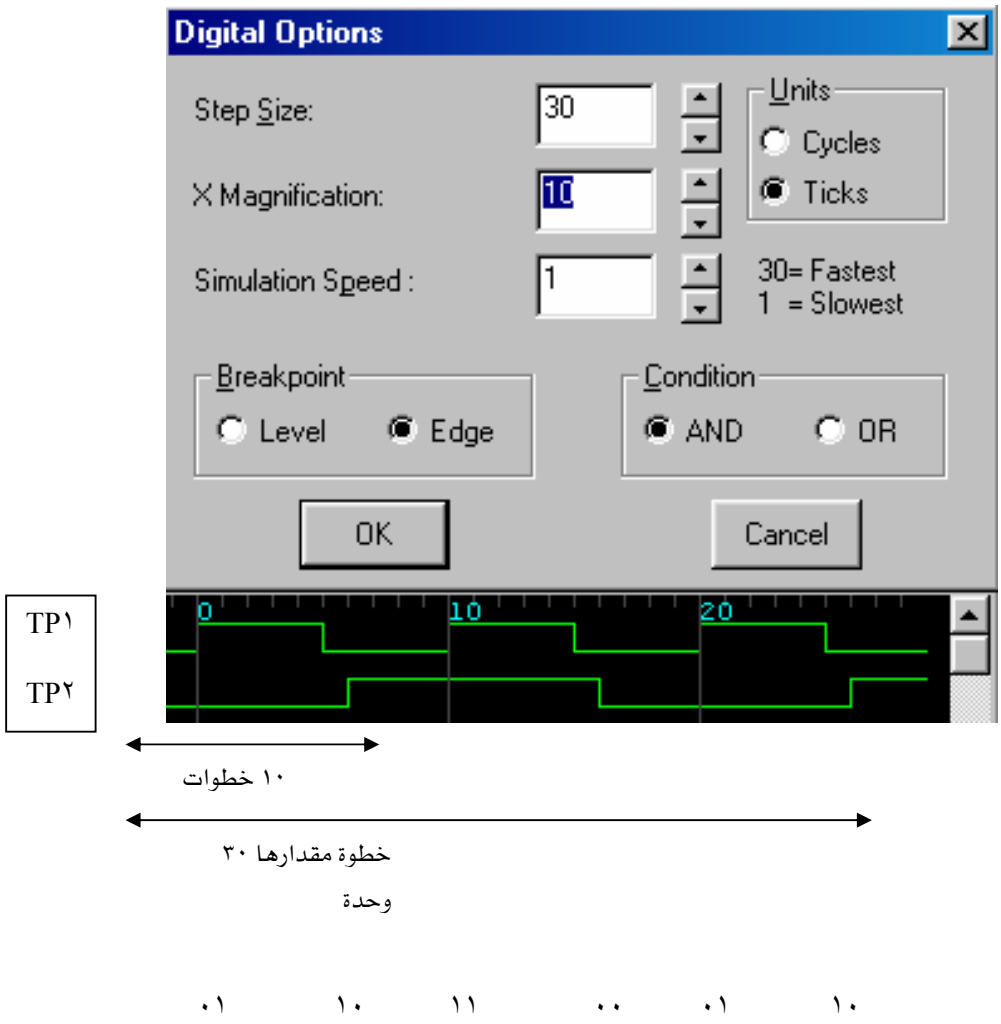


شكل ٣ -٥٧ : القلاب بعد توصيل مولد النبضات به.

مثال ٣ -٧ : (المحاكاة وقياس النتائج)

لعمل المحاكاة لدائرة القلاب نقوم باتباع الخطوات التالية:

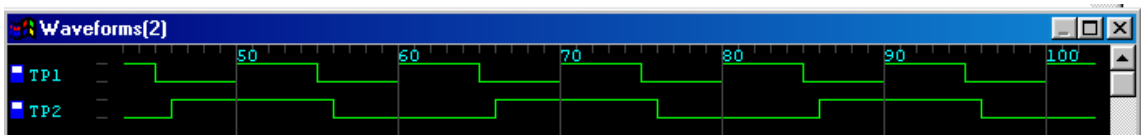
١ - نقوم باختيار قائمة Simulation ومنها نختار Digital Options حيث نحصل على النافذة الموضحة بالشكل ٣ -٥٨ .



شكل ٣ -٥٨ : النافذة التي تظهر عند اختيار Digital Options.

حيث نجد أنه قد اخترنا مقدار الخطوة التي تتم فيها المحاكاة وتساوي ٣٠ وحدة حيث نرى في الشكل الموجي أن المحاكاة قد تمت في خطوة مقدارها يساوي ٣٠ وحدة ثم اخترنا مقدار عرض النبضة على الإحداثي السيني وتساوي هنا ١٠ وحدات وهو أيضاً ما نلاحظه على رسم الشكل الموجي . وكذلك تم اختيار مقدار سرعة المحاكاة وهو الرقم ١ ويدل على أبطأ سرعة بينما أعلى سرعة تتم بإختيار الرقم ٣٠. بقي علينا أن نختار نقط القطع Breakpoint التي تتم عندها المحاكاة وكذلك الحالة Condition حيث أننا هنا اخترنا Edge, And

كما لا ننسى أن نقوم بإرجاع حالة المحاكاة إلى الوضع الابتدائي وذلك باختيار أداة الوضع الابتدائي للمحاكاة كما لا ننسى أن نجري عملية المحاكاة خطوة خطوة باستخدام أداة المحاكاة لخطوة واحدة . كما نلاحظ أنه عندما نختار Edge-And من نافذة المحاكاة الرقمية السابقة ثم نقوم بتشغيل عملية المحاكاة المستمرة وذلك باختيار أداة تشغيل المحاكاة فإننا سنرى شكل موجي مستمر في التحرك كما يظهر من الشكل ٣ -٥٩ .

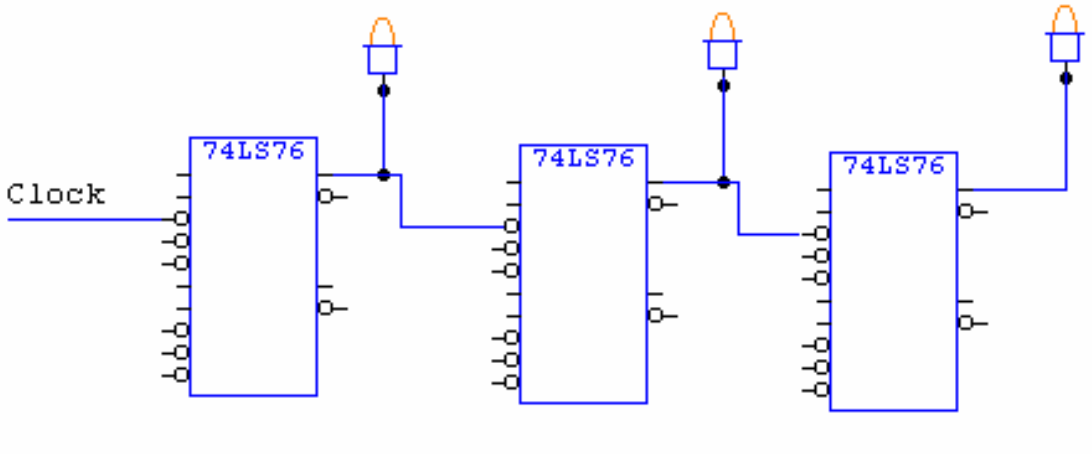


شكل ٣ -٥٩ : الشكل الموجي المستمر.

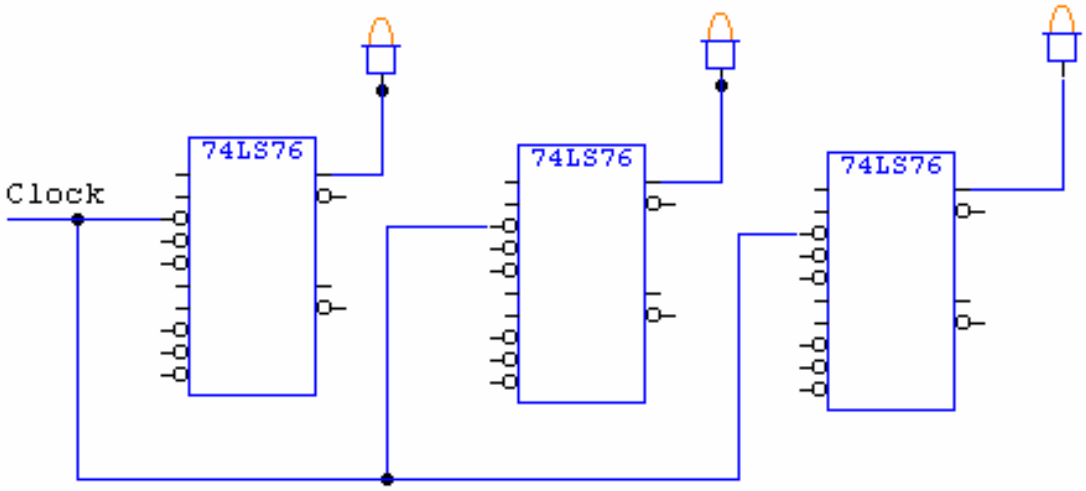
نلاحظ أن القلاب السابق J-K Flip Flop يقوم بتقسيم التردد الداخل عليه بقدار يساوي ٢. فمثلاً عندما يكون تردد الدخل للقلاب يساوي ١٠ KHz فإن تردد الخرج يساوي النصف أو ٥KHz. كما أنه لو أدخلنا التردد الخارج من القلاب ألاول وهو ٥KHz كنبضات ساعة لقلاب آخر مع الاحتفاظ بقيمة كل من J=K=١ فإننا نحصل على تردد مقدارة ٢,٥KHz وذلك عند خرج القلاب الثاني وهذه الخاصية يستفاد منها في عمل العدادات .

٣ -٣ -١ العدادات Counters

إن فكرة العدادات تقوم أصلاً على فكرة تقسيم التردد الذي ذكرناه في الجزء السابق من هذه الوحدة. والعدادات قد تقوم بالعد تصاعدياً مثل ٧,٦,٥,٤,٣,٢,١ أو تنازلياً مثل ١,٢,٣,٤,٥,٦,٧ أو تقوم بالعد ولقيم معينة مثلاً ٢,٤,٦,٨,١٠ وهكذا. والعدادت إما أن تعمل على نبضات الساعة أي أن الساعة Clock تكون موصلة على دخل الساعة لكل قلاب على التوازي وتسمى في هذه الحالة عدادات تزامنية وقد تكون تصاعدية أو تنازلية. وقد تعمل بطريقة أن خرج كل قلاب يكون دخل عند نبضات الساعة للقلاب الذي يلية وهكذا مع ملاحظة توصيل جميع قيم J,K على الواحد المنطقي. والشكل ٣ -٦٠ يوضح طريقة توصيل عداد لا تزامني أما الشكل ٣ -٦١ فيوضح طريقة توصيل عداد تزامني.



شكل ٣ -٦٠ : طريقة توصيل عداد لا تزامني.



شكل ٣ -٦١ : طريقة توصيل عداد تزامني.

هناك شئ مهم بالنسبة للعدادات وهو المعامل MOD حيث إن العداد الذي معامله مثلاً ٦ يقوم بعد ستة حالات أو أرقام مثلاً العداد الذي معاملة يساوي ٥ يقوم بالعد ٠,١,٢,٣,٤ حيث أنه قام بعد خمسة أرقام وتشمل الصفر وتوقف عند الرقم ٤. وحتى نفهم آلية عمل العدادات سنقوم بدراسة بعض الأمثلة كما يلي :

مثال ٣ -٨ (الجزء النظري):

صمم عداداً تصاعدياً معامله ٦ MOD

الحل :

هذا العداد معامله يساوي ٦ ولذا فهو يقوم بعد الأرقام التالية تصاعدياً من صفر إلى خمسة ومجوعها ستة أرقام وهي : ١٠١,١٠٠,٠١١,٠١٠,٠٠١,٠٠٠ وهذا العداد لا يقوم بعد الرقم الثمانة $١١٠_{٨}=٦_{١٠}$ وبالتالي عندما يصل هذا العداد عند الرقم ٦ فإنه يجب أن يرجع إلى الصفر ويعيد عملية العد ولا يظهر الرقم ٦ . لذا فإنه يمكن تصميم هذا العداد وذلك باستخدام ثلاثة قلابات من نوع JK حيث سنقوم باستخدام ثلاثة دوائر متكاملة رقمية من النوع ٧٤LS٧٦ حيث إن كل دائرة متكاملة تحتوي على قلابين أي لاستخدام ثلاثة قلابات نستطيع أن نستخدم دائرتين متكاملتين وسيزيد عندنا في هذه الحالة قلاب واحد. ولكن للتوضيح سنقوم كما أسلفنا باستخدام ثلاثة دوائر متكاملة رقمية. وبعد معرفة شرط توقف العداد وهو أنه عندما يصل إلى الرقم ٦ يتوقف وهنا يمكن إستخدام بوابة NAN ذات مدخلين ونقوم بإدخال الخانتين الثانية والثالثة من الرقم ٦ وهاتان الخانتان تساويان ١ بحيث أن خرج البوابة عندما يصل العداد للعدد ٦ تدخل الخانتين الثانية الثالثة من العدد ١١٠ أي خرج القلابين الثاني $Q_٢$ والثالث $Q_٣$ (في أقصى اليمين وكما هو موضح في الشكل ٣ -٦٢) إلى البوابة NAND فيصبح خرج البوابة في هذه الحالة يساوي صفراً LOW وحيث أن خرج البوابة موصل على الدخل غير المتزامن $\overline{R_D}$ لذا سيتم تصفير العداد وبالتالي لن يقوم بعد الرقم ٦ بل سيتم تصفيره بحيث يقوم بالعد مرة أخرى من صفر إلى خمسة. ونلاحظ في هذا المثال أن الدخل غير المتزامن $\overline{S_D}$ قد تم توصيله بالواحد المنطقي.

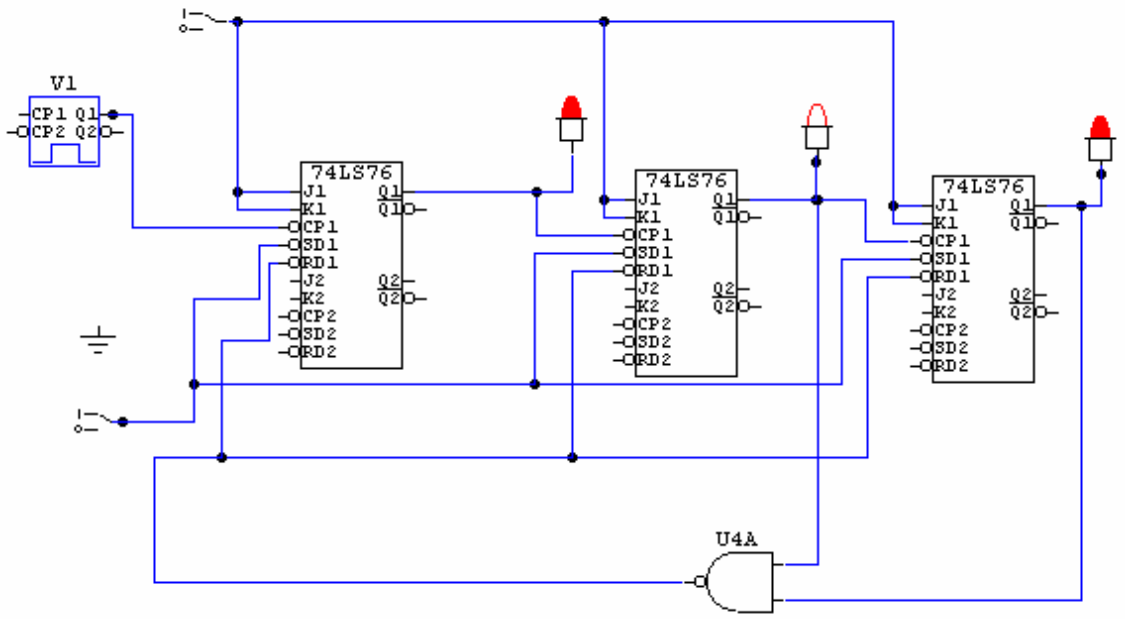
مثال ٣ -٨ (الجزء العملي الخاص برسم الدائرة):

العناصر اللازمة لتكوين الدائرة:

- بوابة NAND Gate ٧٤LS٠٠
- ثلاثة قلابات من نوع J-K Flip Flop ٧٤LS٧٦
- ثلاثة مصابيح منطقية
- مفتاحان منطقيان Logic Switch

- مولد نبضات Pulser
- أرض GROUND

نقوم برسم الدائرة في هذا التمرين وهي كما هو مبين في الشكل ٣ -٦٢.



شكل ٣ -٦٢ : دائرة العداد التصاعدي اللاتزامني والذي معامله يساوي ٦.

مثال ٣ -٨ (المحاكاة وقياس النتائج)

لتشغيل الدائرة يتبع ما يلي :

١ - يوصل المفتاح المنطقي العلوي على واحد منطقي كما هو مبين في الشكل السابق ومعناه أن ١ =J=K لكل القلابات.

٢ - نقوم بتشغيل أداة المحاكاة ثم نقوم بوضع المفتاح السفلي (الجزء الأيسر من الشكل) على الوضع واحد منطقي.

٣ - الخطوة التالية هي أننا نقوم بمراقبة العداد حيث نراه يقوم بالعد ٥,٤,٣,٢,١,٠ وعندما يصل إلى الرقم ٦ نراه يرجع للصفر من جديد.

تمرين: قم بتصميم عداد تنازلي لا تزامني Asynchronous Binary Down Counter معاملة ٦ أيضاً كما في المثال السابق بحيث يقوم بعد الأعداد ؟٢,٣,٤,٥,٦,٧

مثال ٣ -٩ (الجزء النظري) :

استخدم الدائرة المتكاملة الرقمية Presetable binary up/down counter ٧٤LS١٩٣ وهو عداد تزامني تصاعدي تنازلي قابل للضبط ومعناه أنه يمكن وضع أي قيمة بحث يقوم بالعد إليها تصاعدياً أو منها تنازلياً مثلاً يمكن تحميل العداد بالقمية ٩ ثم يمكن تشغيله بحيث يقوم بالعد تصاعدياً إلى التسعة أو تنازليا من التسعة إلى الصفر وهكذا. قم بتجربة هذه الدائرة المتكاملة الرقمية بحيث تعد تنازلياً من ٩ إلى الصفر ثم ارسم الشكل الموجي للخرج

الحل:

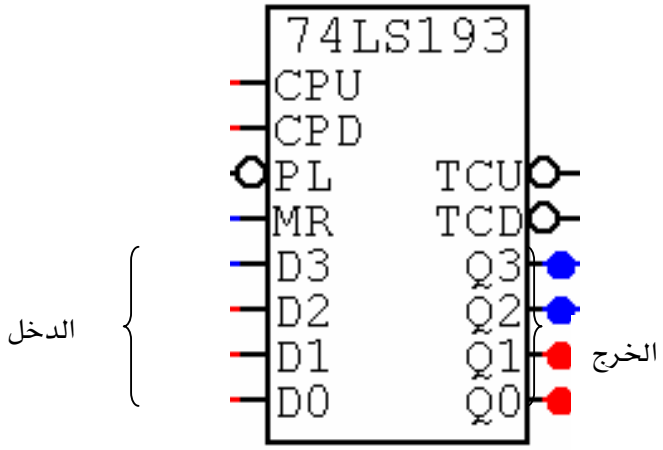
هذا العداد هو عبارة عن عداد تزامني معامله ١٦ أي أنه يقوم بعد الأعداد من ٠ إلى ١٥ والشكل المنطقي لهذا العداد كما هو مبين في الشكل ٣ -٦٣ . حيث إن الدخل مكون من المدخلات : $D_3D_2D_1D_0$. أما المخرجات فهي $Q_3Q_2Q_1Q_0$. أما بالنسبة لبقية النقاط أو الأرجل للدائرة ماعدا الرجلين ٨,١٦ حيث هي توصيلات الأرضي والجهد Vcc. النقطة CPU فتعني العد تصاعدياً Clock Pulse Up بحيث إذا أردنا أن نعد تصاعدياً فيجب توصيل هذه الرجل على الواحد المنطقي. وكذلك C_{PD} وتعني العد تنازليا Clock Pulse Down. أما PL فهي تحميل المدخلات على التوازي . أما TCU وتعني نهاية العد تصاعدياً Terminal Count Up أما T_{CD} فتعني نهاية العد تنازليا Terminal Count Up. MR وتعني تصفير العداد من البداية Master Reset كما هو مبين في الشكل ٣ -٦٣.

١ - هنا نقوم بتوصيل النقطة TCD بالنقطة PL بحيث إذا وصل العداد للرقم ٦ تصدر إشارة صغيرة من الطرف TCD وتصل إلى PL مما يعني تحميل القيمة التي في المدخلات إلى العداد بحيث تظهر في الخرج. هنا في هذه الحالة نقوم بالضغط بزر الفأرة الأيسر بداخل المفتاح السداسي عشري بحيث نصل إلى الرقم ٦.

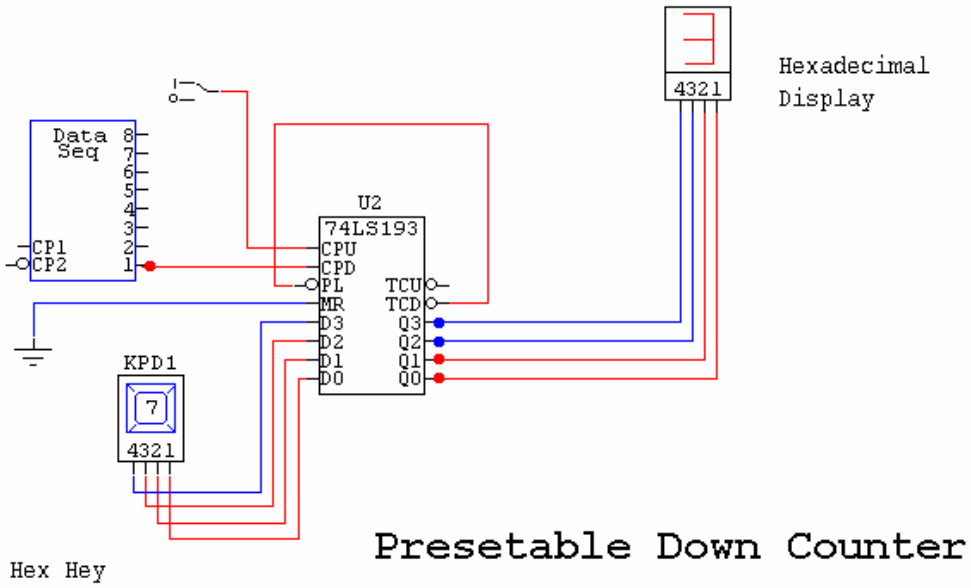
٢ - قمنا هنا بتوصيل مفتاح سداسي عشري Hex Key على المدخلات بدلاً من توصيل أربعة مفاتيح منطقية حيث أنه إذا عندما يكون لدينا أربعة مفاتيح منطقية في الدخل فإنه يمكننا العد من صفر إلى خمسة عشر أو من ٠ إلى $F_{١٦}$,والمفتاح السداسي عشري يقوم بذلك النوع من العد. ثم بدلاً من توصيل لمبات منطقية على الخرج فإننا نقوم بتوصيل أداة عرض سداسي عشرية Hex Display. كما في الشكل ٣ -٦٤ .

٣ - بعد ذلك نقوم بتوصيل النقطة CPD بمولد الكلمات والنقطة CPU بمفتاح منطقي على الواحد.

٤ - نقوم بتوصيل المفتاح السداسي عشري كوحدة إدخال بدل المفاتيح المنطقية على المدخلات $D_٣D_٢D_١D_٠$ وكذلك نقوم بتوصل مخرجات الدائرة $Q_٣Q_٢Q_١Q_٠$ إلى أداة عرض سداسي عشرية كما هو مبين في الشكل ٣ -٦٤ .

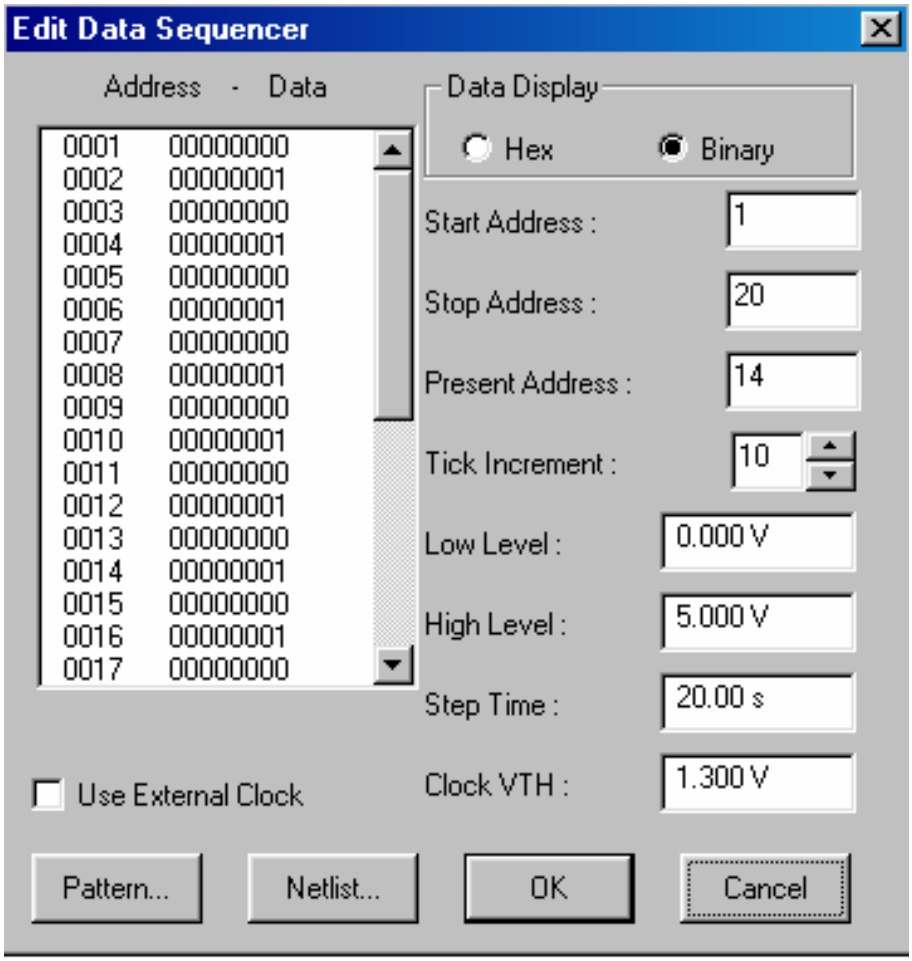


شكل ٣ -٦٣ : الشكل المنطقي للعداد التزامني ٧٤LS١٩٣.



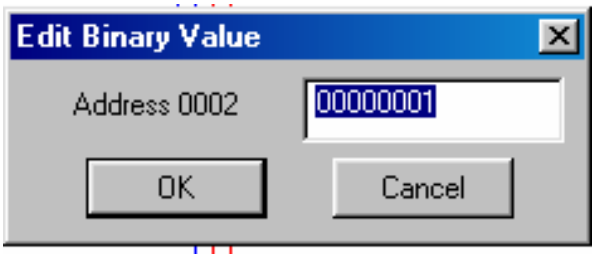
شكل ٣ -٦٤: دائرة العداد التنازلي باستخدام الدائرة المتكاملة الرقمية ٧٤LS١٩٣.

٥ - نقوم الآن بضبط مولد الكلمات وذلك بالنقر على زر الفأرة الأيسر على مولد الكلمات مرتين فتظهر لنا النافذة المبينة في الشكل ٣ -٦٥ .



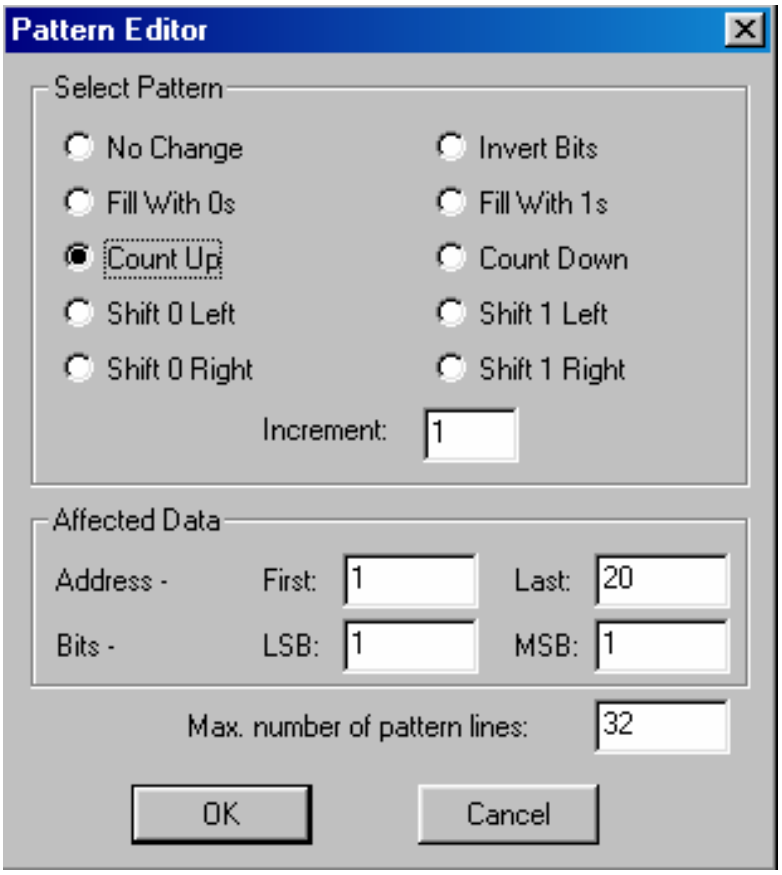
شكل ٣ -٦٥ : نافذة ضبط مولد الكلمات.

٦ - أدخل الرقم ٢٠ في المستطيل أمام Stop Address وكذلك الرقم ١٠ أمام Tick Increment ولتعديل البيانات في المستطيل الكبير كما في الشكل السابق فإنه يجب النقر بزر الفأرة الأيسر مرتين على كل قيمة لنحصل على النافذة المبينة في الشكل ٣ -٦٦ .



شكل ٣ -٦٦ : النافذة التي تظهر عند النقر مرتين على البيانات في المستطيل الكبير للشكل السابق.

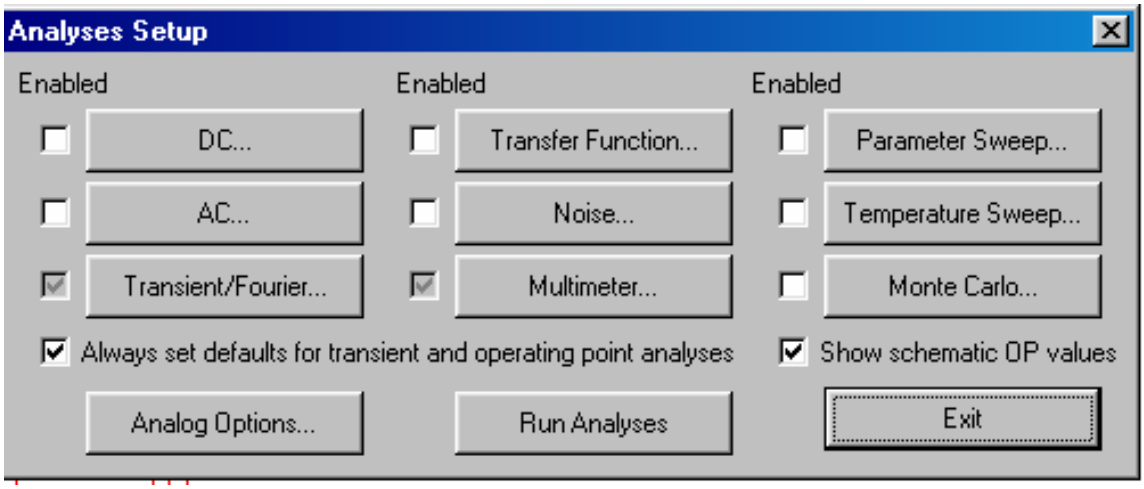
نقوم بتعديل بيانات كل سطر على حدة بتكرار نفس عملية النقر والضغط على الاختيار OK بعد تعديل كل نتيجة أو نضغط Enter على لوحة المفاتيح. وبعد تعديل البيانات كما في الشكل ٣ - ٦٥ نقوم بالضغط على الزر Pattern حيث تظهر لنا النافذة المبينة في الشكل ٣ -٦٧ .



شكل ٣ -٦٧ : النافذة التي تظهر عند الضغط على الزر Pattern.

حيث نقوم باختيار Count Up وبعدها نقوم بالضغط على OK بحيث إذا اختفت النافذة في الشكل السابق يبقى لدينا النافذة التي في الشكل ٣ -٦٥ حيث نقوم أيضاً بالضغط على OK .

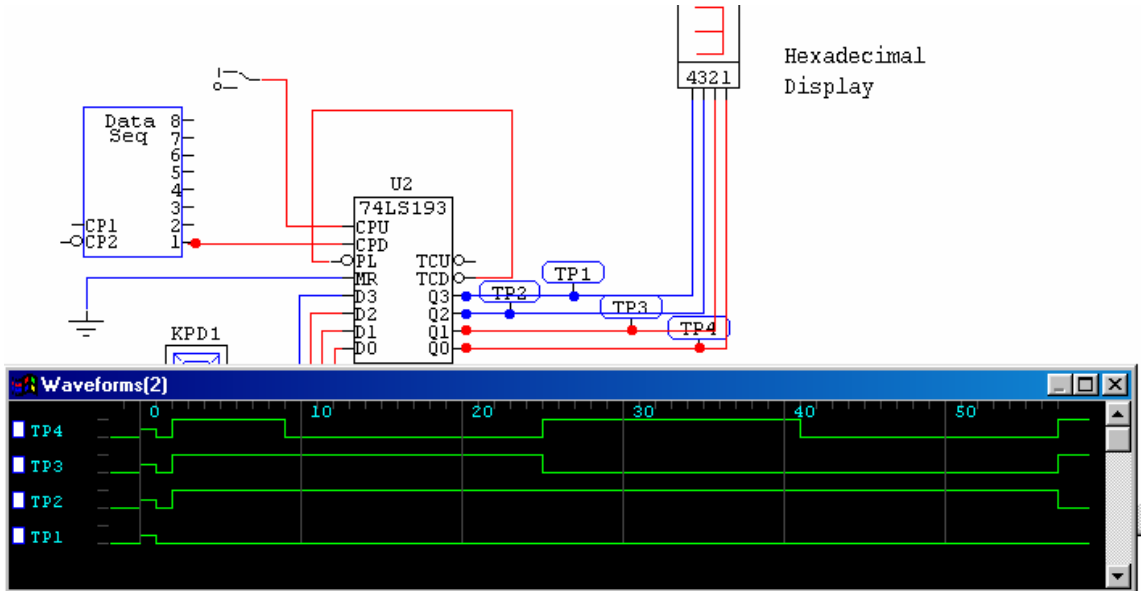
٧ - الخطوة التالية هي الذهاب إلى قائمة المحاكاة Simulation ثم النقر على Analysis Setup حيث تظهر لنا النافذة كما هو مبين في الشكل ٣ -٦٨ .



شكل ٣ -٦٨ : النافذة التي تظهر عندما نضغط على الاختيار Analysis Setup.

حيث نقوم بالتأكد من أن الاختيار Always set defaults for transient and operating point analysis مؤشر عليه ثم نقوم بالضغط على Exit .

٨ - الآن نقوم بوضع الفاحص Scope ثم بالنقر على أداة الشكل الموجي أو الذهاب إلى Simulation ثم النقر على الزر Display Waveforms ثم ننقر على أداة المحاكاة ولخطوة واحدة مرتين فنحصل على الشكل ٣ -٦٩ .

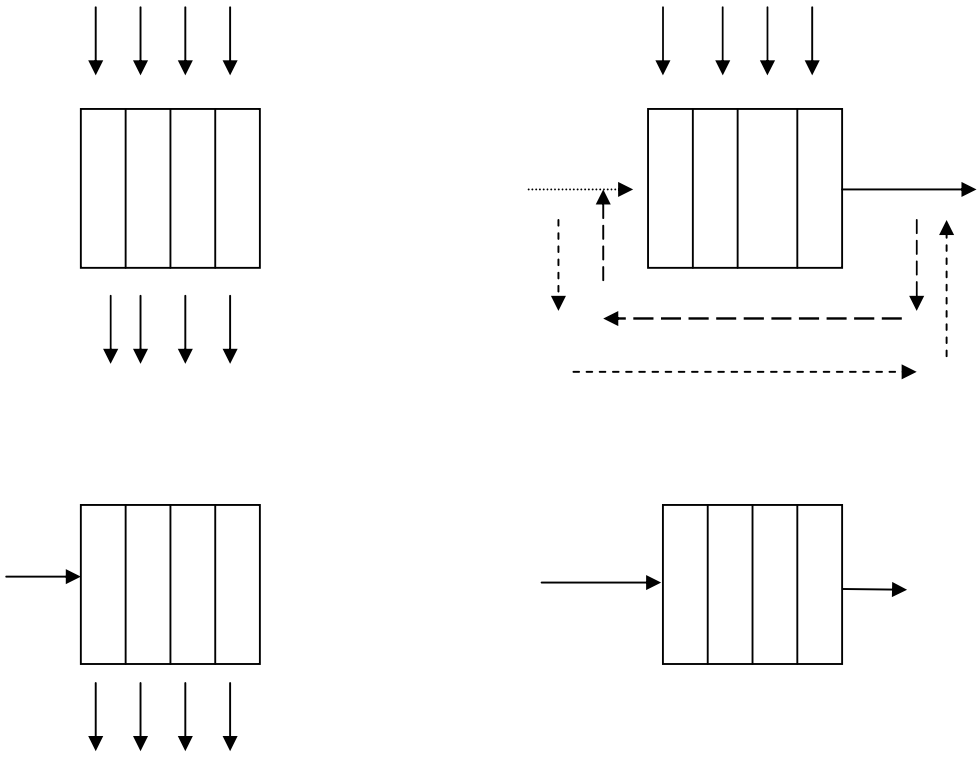


شكل ٣ -٦٩ : الدائرة بعد المحاكاة

تمرين: أعد نفس التمرين السابق ولكن بجعل العداد تصاعدياً مع رسم الشكل الموجي للخرج

٣ -٣ -٢ مسجل الإزاحة Shift Register :

إن مسجلات الإزاحة عبارة عن توصيل عدد من القلابات مع بعضها بحيث يمكن أن يكون دخول البيانات إما على التوازي Parallel أو التسلسل Serial وكذلك الأمر بالنسبة للمخرجات فيمكن أن تكون على التوازي أو على التسلسل. كما في الشكل ٣ -٧٠ .



شكل ٣ -٧٠ : أنواع دخول وخروج البيانات على مسجل الإزاحة حيث تدل الأسهم الداخلة على نوع الدخل

(توازي، توالي) والأسهم الخارجة من الشكل تدل على نوع الخرج .

نلاحظ على الشكل السابق أنه يمكن أن نجعل البيانات تدور من الدخل للخرج كما يمكن أن تدور بالعكس. كما أنه يمكن أن يستخدم مسجل الإزاحة في عمليات نقل البيانات بين الحواسيب. فمثلاً يمكن لحاسب إلى أن يقوم بنقل البيانات إلى مسجل الإزاحة على التوازي ويقوم مسجل الإزاحة بنقلها مثلاً على خط تلفون باستخدام المودم على التسلسل إلى حاسب آخرحيث يقوم ذلك الحاسب باستقبال البيانات المرسلة من الحاسب الأول عن طريق مسجل إزاحة على التوالى من خط التلفون باستخدام مودم آخر بحيث يقوم في بتحويل هذه البيانات على التوازي وهذا يعتبر تطبيقاً

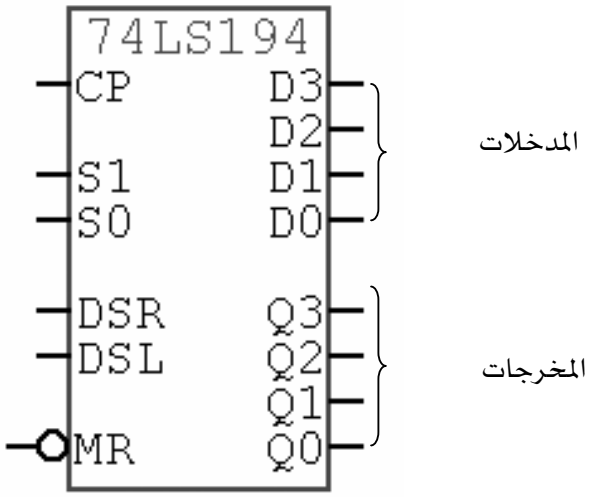
لإستخدام مسجل الإزاحة في نقل البيانات في الحاسبات. ولفهم آلية عمل مسجل الإزاحة سوف نقوم تدراسة التمرين التالي.

مثال ٣ -١٠ (الجزء النظري)

لمسجل الإزاحة ٧٤LS١٩٤ قم بدراسة جدول الحقيقة لهذا المسجل مع رسم الدائرة ومحاكاتها لإثبات جدول الحقيقة

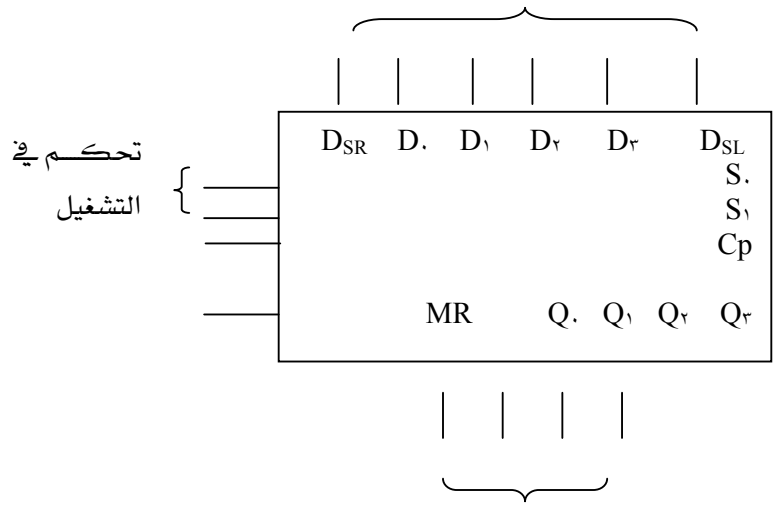
الحل:

إن مسجل الإزاحة هذا شائع الاستعمال حيث يقوم بإدخال البيانات على التوازي أو التسلسل كما أنه يقوم بإخراج هذه البيانات على التوازي أو التسلسل والشكل ٣ -٧١ يبين الشكل المنطقي لمسجل الإزاحة من هذا النوع .



شكل ٣ -٧١ : الرمز المنطقي لمسجل الإزاحة ٧٤LS١٩٤.

ويمكن تبسيط فهم الدائرة المتكاملة الرقمية في الشكل السابق وذلك بشكل أوضح كما في الشكل ٣ -٧٢ .



شكل ٣ -٧٢ : الدائرة المتكاملة الرقمية بعد رسمها بشكل أوضح.

في الشكل السابق نجد مايلي :

- يوجد لمسجل الإزاحة في الشكل السابق خطوط لإدخال البيانات على التوازي وهي : D_0, D_1, D_2, D_3.
- الدخل D_{SR} ويعني دخلاً على التسلسل من اليمين.
- الدخل D_{SL} ويعني دخلاً على التسلسل من اليسار.
- Cp تمثل نبضة الساعة.

- Master Reset) MR) وتعني تصفير المسجل أي جعل الخرج أصفاراً إذا ما تم توصيل هذه النقطة على الصفر أو LOW .
- المخرجات لهذا المسجل هي : $Q_3Q_2Q_1Q_0$.

أما جدول الحقيقة لهذا المسجل كما هو مبين في الشكل ٣ -٣ .

الحالة	Cp	$\overline{MR}$	S_1	S_2	D_{SR}	D_{SL}	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
مسح	x	L	x	x	x	x	L	L	L	**L**
إمساك	x	H	٠	٠	x	x	q_0	q_1	q_2	q_3
زحف لليسار	↑	H	١	٠	x	L	q_1	q_2	q_3	***L***
زحف لليسار	↑	H	١	٠	x	H	q_1	q_2	q_3	***H***
زحف لليمين	↑	H	٠	١	L	x	L	q_0	q_1	q_2
زحف لليمين	↑	H	٠	١	H	x	H	q_0	q_1	q_2
تحميل توازي	↑	H	١	١	x	x	d_0	d_1	d_2	d_3

جدول ٣ -٣ : جدول الحقيقة لمسجل الإزاحة ٧٤LS١٩٤

وبالنظر في الجدول السابق نجد أن :

- عندما تكون قيمة $\overline{MR}$ تساوي صفراً منطقياً فإن جميع المخرجات تكون أصفاراً وبغض النظر عن أية مدخلات أخرى وهذا ما يشير إليه السطر الأول من جدول الحقيقة.
- عندما تكون قيمة $\overline{MR}$ تساوي HIGH بينما $S_0=S_1=0$ فإن هذا يعني الحفاظ على الحالة السابقة أو قيمة الخرج السابق وهذا ما يشير إليه السطر الثاني من جدول الحقيقة.
- أما عندما يكون قيمة الدخل $S_0=0$, $S_1=1$ في وجود $\overline{MR}$ تساوي HIGH فإن ذلك يعني الإزاحة لليسار حيث تنتقل القيمة الموجودة على D_{SL} إلى Q_3 سواءً كانت L أو H بينما تنتقل القيمة التي في Q_3 إلى Q_2 والقيمة التي كانت في Q_2 إلى Q_1 وهذا مايشير إليه السطران الثالث والرابع من جدول الحقيقة السابق.
- وعندما تكون قيمة $S_0=1$, $S_1=0$ في وجود $\overline{MR}$ تساوي LOW فإنه تحدث عندنا هنا إزاحة لليمن بمقدار خانة واحدة بحيث أن محتويات الخانة D_{SR} تنتقل إلى الخانة Q_0 في الخرج ومحتويات Q_0 تنتقل إلى Q_1 وكذلك محتويات Q_1 تنتقل إلى Q_2 واخيراً محتويات Q_2 تنتقل إلى Q_3.
- أما في حالة كون $S_0-S_1=1$ ففي هذه الحالة نستطيع إدخال البيانات على التوازي بحيث تظهر على الخرج في نفس الوقت ، وهذا ما يشير إليه السطر الأخير من جدول الحقيقة السابق.
- يجب ملاحظة أن السهم ↑ يدل على أن التغيير في مسجل الإزاحة يتم عندما تنتقل من القيمة LOW إلى القيمة HIGH. لاحظ ذلك عند إجراء عملية المحاكاة.

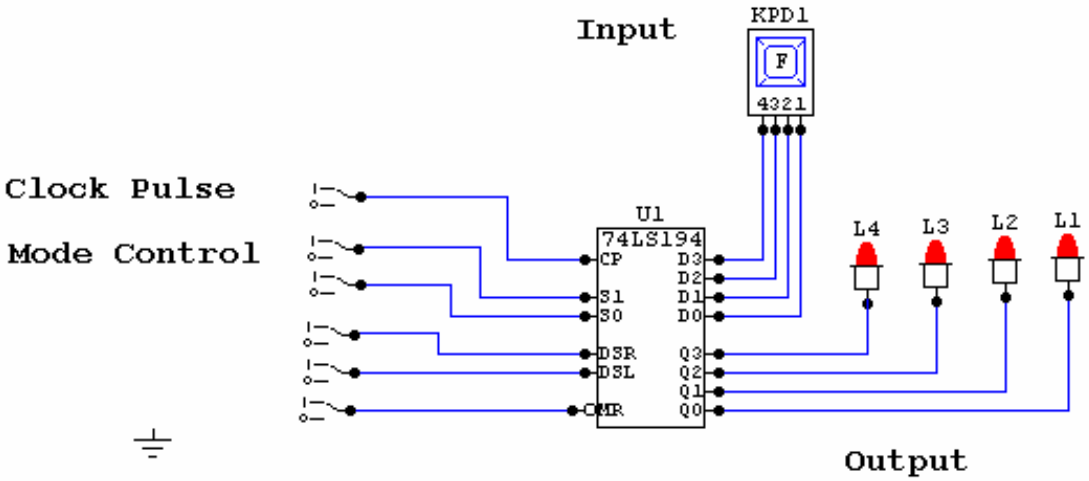
مثال ٣ -١٠ (الجزء العملي الخاص برسم الدائرة):

العناصر المطلوبة لتكوين الدائرة هي :

- دائرة متكاملة رقمية ٧٤LS١٩٤ .
- ستة مفاتيح منطقي Logic Switch.
- مفتاح سداسي عشري Hex Switch

- أربعة مفاتيح منطقية.
- أرضي GROUND.

حيث أن الدائرة المطلوبة مبينة في الشكل ٣ -٧٣ .



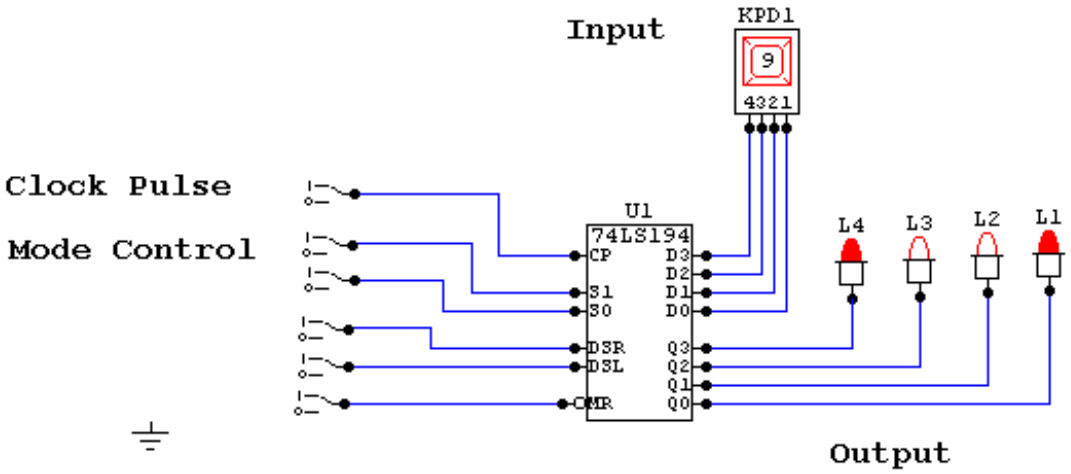
شكل ٣ -٧٣ : مسجل الإزاحة ٧٤LS١٩٤

مثال ٣ -١٠ (المحاكاة وقياس النتائج) :

والآن يمكن التأكد من جدول الحقيقة عملياً كما يلي :

١ - قبل بدء عملية المحاكاة سنقوم بضبط قيمة المفتاح السداسي عشري وذلك بالنقر على زر الفأرة الأيسر عدة مرات وإلى أن نحصل على الرقم العشري ٩ ويكافئ في النظام الثنائي ١٠٠١ . بعد ذلك نقوم بضبط المفاتيح المنطقية على النحو التالي : المفتاح الذي يمثل نبضة الساعة Cp يكون على الوضع LOW، أما المفتاحان الخاصان بالتحكم في عمليات الإزاحة فيتم ضبطهما بحيث أن S٠=S١=١ كما نلاحظ أنه يجب توصل المفتاح المنطقي الخاص ب $\overline{MR}$ على الوضع HIGH نقوم بعد ذلك بالتأكد إننا على الوضع الخاص بالمحاكاة في الدوائر الرقمية وذلك بالنقر على أداة التحويل من محاكاة في الدوائر

التماثلية إلى الرقمية والعكس ثم نقوم بشتغيل أداة المحاكاة كما تعملنا سابقاً. ثم بعد ذلك نقوم بتحريك وضع المفتاح الخاص بتبضات الساعة من LOW إلى HIGH عند ذلك سنجد أن المصابيح قد أضاءت وبما يمثل الرقم ٩ والذي قمنا بتحميله وكما هو مبين في الشكل ٣ -٧٤ .



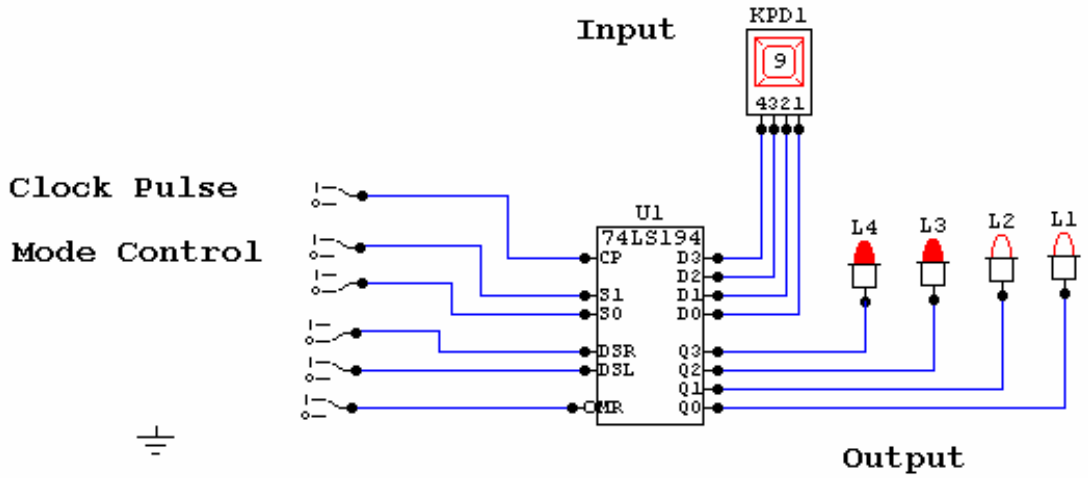
شكل ٣ -٧٤ : مسجل الإزاحة بعد تحميله بالرقم ٩.

وبهذا نكون قد تحققنا من السطر الأخير في جدول الحقيقة الخاص بالدائرة.

٢ - الخطوة التالية هي التحقق من حالة الإمساك والتي يمثلها السطر الثاني من جدول الحقيقة حيث نقوم بإرجاع مفتاح نبضة الساعة من الوضع واحد منطقي HIGH إلى الصفر LOW كما نتأكد من أن المفتاح $\overline{MR}$ موصل على HIGH والمفتاحين $S_0=S_1=0$. بعد ذلك نقوم بتحريك مفتاح نبضة الساعة من صفر منطقي إلى الواحد المنطقي ، عندها نلاحظ أنه لم يحدث أي تغيير بل بقي الوضع على الوضع السابق في الخرج وهو الرقم ٩ وهذا ما يسمى بحالة الإمساك أو عدم التغيير.

٣ - والآن سنقوم من التأكد من عملية الإزاحة إلى اليسار Shift Left حيث أنه في البداية يجب أن نتأكد من أن $\overline{MR}$ موصل على HIGH وأن $S_0=0$, $S_1=1$ كذلك نتأكد من أن مفتاح نبضة الساعة

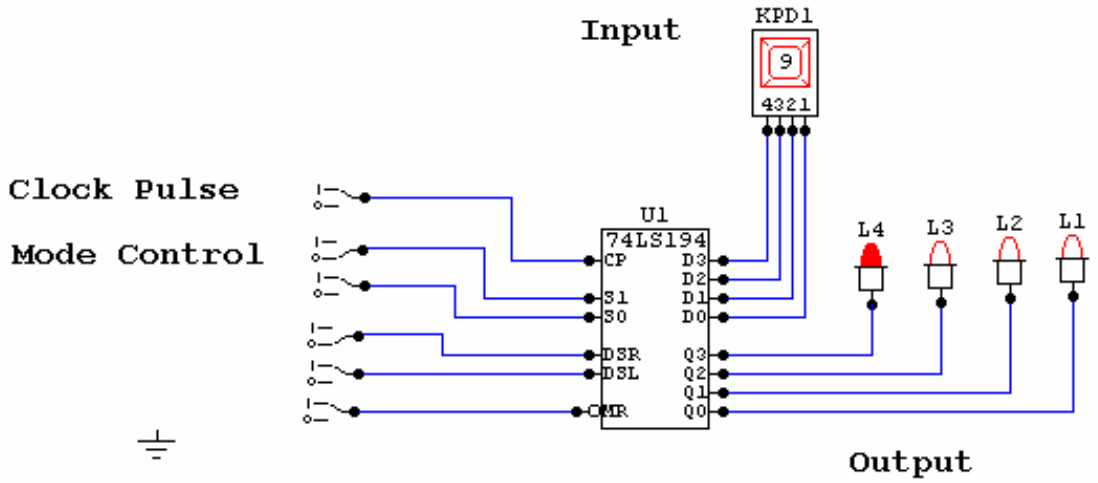
موصل على LOW وكذلك نجعل D_{SL}=١, D_{SR}=٠ ثم نقوم بتحريك مفتاح نبضة الساعة من صفر منطقي إلى الواحد وعندها سنجد أن القيمة التي كانت في DSL=١ قد انتقلت إلى Q٣ والقيمة التي في $Q_٣$ والتي كانت تساوي واحداً قد انتقلت إلى $Q_٢$ بحيث أصبحت قيمة $Q_٢$ تساوي الواحد المنطقي. أما القيمة التي كانت على Q٢ سابقاً والتي هي صفر قد انتقلت إلى $Q_١$ وبذلك أصبحت قيمة $Q_١$ تساوي صفراً أما بالنسبة لقيمة $Q_١$ والتي كانت تساوي صفر قد انتقلت أو أزيحت إلى .Q بحيث أصبحت قيمة .Q تساوي الصفر المنطقي بدلاً من القيمة واحد منطقي كما كانت سابقاً وبذلك أصبحت لدينا القيمة على الخرج تساوي ١١٠٠ بدلاً من القيمة القديمة والتي هي ٩ وكما هو مبين في الشكل ٣ -٧٥ .



شكل ٣ -٧٥ : الدائرة المنطقية لمسجل الإزاحة بعد عملية الإزاحة لليسار.

٤ - بعد ذلك نقوم بالتأكد من عملية الإزاحة لليمين وذلك بإرجاع مفتاح نبضة الساعة إلى وضعة الأول LOW ، ثم نقوم بتوصيل مفتاحي التحكم بحيث يكون $S_.$=١, $S_١$=٠ وبقية المفاتيح على الوضع السابق وبعد ذلك نقوم بتحريك مفتاح نبضات الساعة من الصفر إلى الواحد حيث سنجد أن القيمة التي كانت في D_{SR}=٠ حيث إن المفتاح الموصل ب D_{SR} مازال على القيمة صفر حيث إن هذه القيمة قد انتقلت إلى .Q والقيمة التي كانت في .Q قد انتقلت إلى Q١ وبذلك أصبحت قيمة Q١ الجديدة تساوي ٠ أما قيمة $Q_١$ السابقة فقد انتقلت إلى $Q_٢$ بحيث أصبحت قيمة

Q_2 الجديدة تساوي صفر وأخيراً قيمة Q_2 السابقة والتي كانت تساوي الواحد المنطقي قد انتقلت إلى Q_3 بحيث أصبحت تساوي الواحد المنطقي وبذلك أصبح لدينا الخرج يساوي ١٠٠٠ وكما هو مبين في الشكل ٣ -٧٦ .



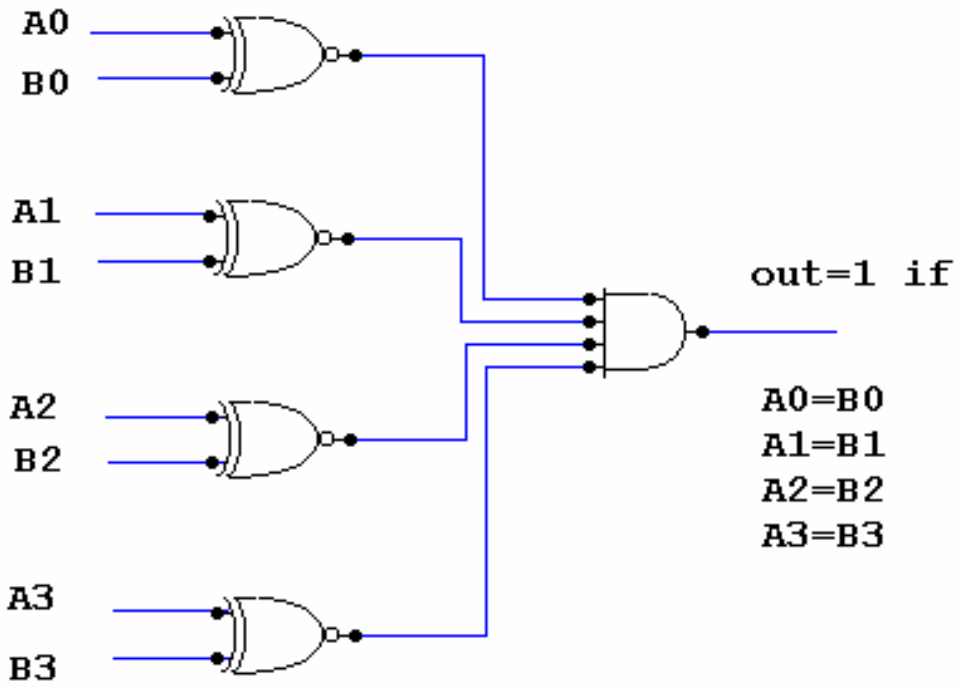
شكل ٣ -٧٦ : مسجل الإزاحة بعد عملية الإزاحة لليمين.

٥ - في حالة تصفير مسجل الإزاحة وجعل الخرج يساوي صفراً فإن كل ما نقوم به هو توصيل $\overline{MR}$ على الوضع LOW حتى يصبح الخرج مساوياً للصفر.

٣ -٣ -٣ المقارن Comparator :

في بعض الحالات نحتاج إلى مقارنة المعلومات الرقمية بمعلومات أخرى من ناحية عملية المساواة وفي هذه الحالة نحتاج إلى استخدام دوائر منطقية لهذا الغرض وتسمى المقارنات. وتتكون دائرة المقارن من بوابات XNOR أو من بوابات XOR كما هو مبين في الشكل ٣ -٧٧ . حيث أننا لو أردنا أن نقارن الرقمين : $A_3A_2A_1A_0$=١٠١١ مع الرقم $B_3B_2B_1B_0$=١٠١١ فإنه يجب توصيل الخانة الأولى ذات المنزلة الدنيا LSB من الرقم الأول وهي A_0=١ ببوابة XNOR مع الخانة الأولى المناظرة من الرقم الثاني وهي B_1=١ حيث أنه عندما يتساوى الرقمان فإن خرج بوابة XNOR سيكون مساوياً للوحد المنطقي. نكرر نفس

عملية التوصيل بالنسبة للخانات الأخري من كل رقم بالخانات المناظرة لها من الرقم الثاني بحيث أنه في حالة كون خرج بوابات XNOR الموضحة في الشكل ٣ -٧٧ مساوياً للواحد المنطقي فإن الدخل للبوابة AND ذات الأربعة مداخل سيكون في هذه الحالة مساوياً للواحد المنطقي. كذلك يمكن استخدام دائرة المكبر العمليات التشغيلي ٧٤١ وذلك لمقارنة دخلين على دائرة أو مثلاً تحديد تقاطع موجة جيبية مع الإحداثي السيني وذلك في حالة الدوائر التماثلية . والآن إلى بعض الأمثلة لتوضيح كيفية استخدام المقارن في الدوائر الرقمية والتماثلية.



شكل ٣ -٧٧ : دائرى مقارن رقمي.

مثال ٣ -١١ (الجزء النظري)

استخدم دائرة المقارن المتكاملة الرقمية ٧٤٨٥ وذلك لمقارنة رقمين في النظام السداسي عشري باستخدام مفتاح سداسي عشري لتمثيل كل رقم مع رسم الدائرة وعمل المحاكاة لها ؟

الحل:

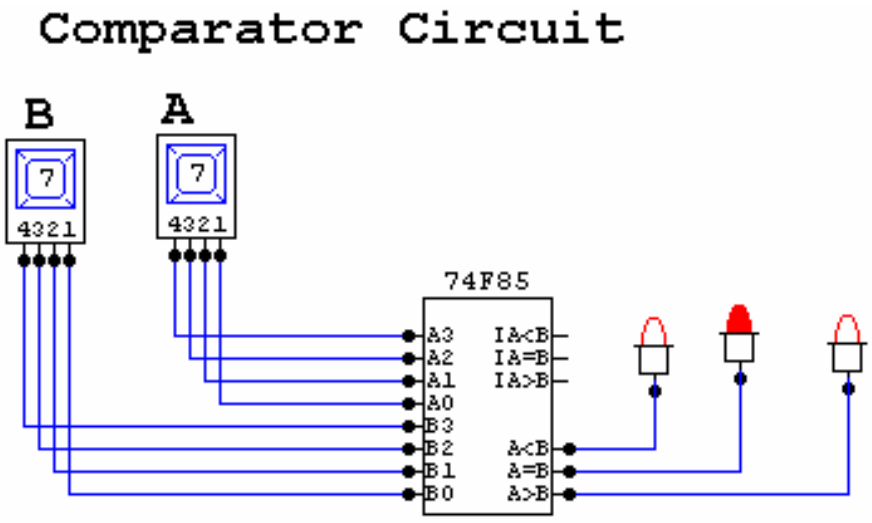
إن طريقة عمل دائرة المقارن الرقمي قد تمت دراسة طريقة عملها سابقاً.

مثال ٣ -١١ (الجزء الخاص برسم الدائرة):

العناصر المطلوبة لتكوين الدائرة:

- دائرة مقارن متكاملة رقمية من النوع ٧٤F٨٥
- ثلاثة مصابيح منطقية Logic Lamp
- مفتاحان سداسي عشري Hex Switch

باستخدام العناصر السابقة فإن دائرة المقارن تكون بالصورة المبينة بالشكل ٣ -٧٨ .



شكل ٣ -٧٨ : دائرة مقارن ٧٤F٨٥.

مثال ٣ -١١ (المحاكاة وقياس النتائج):

في دائرة المقار المبينة في الشكل ٣ -٧٨ نجد أن الدخل الأول للدائرة والممثل بالرمز A يمثله المفتاح السداسي عشري العلوي حيث تدخل القيم على الدائرة المتكاملة الرقمية على أرجل الدائرة $A_3A_2A_1A_0$ بينما المفتاح السداسي عشري الثاني والممثل بالرمز B فيتم أدخال القيم التي يمثلها كل خانه على أطراف الدائرة $B_3B_2B_1B_0$. نقوم بعد ذلك بتشغيل أداة المحاكاة ثم نقوم بالضغط بزر الفأرة الأيسر داخل أحد المفاتيح السداسي عشرية بحيث لو كانت قمية A أكبر من قيمة B عندئذ سيضئ المصباح الموصل بطرف دائرة المقارن والتي تمثل القيمة A>B أما إذا كانت A<B فسيضئ المصباح الذي يمثل هذه القيمة أما في حالة المساواة فسيضيء المصباح الذي يمثل الحالة A=B وكما هو مبين في الشكل السابق.

مثال ٣ -١٢ (الجزء النظري):

باستخدام المكبر التشغيلي LM٧٤١ كمقارن وضح كيف يمكن تحديد نقاط تقاطع موجة جيبية مع الإحداثي السيني *Zero Crossing* أرسم الدائرة ثم ارسم الشكل الموجي

الحل:

ان المكبر التشغيلي يمكن استخدامه كمقارن وذلك بأن نوصل مولد نبضات جيبية ونقوم بتوصيله على الطرف الموجب لدخل المكبر أما الطرف السالب للمكبر فيتم توصيله بالأرض . عندما يكون الجزء من الموجة الجيبية موجباً يتم مقارنة ذلك الدخل مع الدخل الثاني للمكبر وهو الأرضي الموصل على الطرف السالب للمكبر وحيث أن قيمة الدخل الموجب في كل لحظة وفي الجزء الموجب للموجة الجيبية فإن خرج المكبر في هذه الحالة يكون عالياً وبقيمة واحدة. أما عندما نصل إلى القيمة صفر من الموجة الجيبية فإنه يتم مقارنة هذه القيمة مع الأرضي وبذلك لن يكون هناك أي تغير وهذه هي نقطة تقاطع الموجة الجيبية مع الإحداثي السيني. أما عندما تبدأ قيمة الموجة الجيبية في الاتجاه السالب فإن قيمة الموجة بالسالب تكون أقل من الصفر (الأرضي) وبالتالي يكون خرج المكبر قيمة واحدة وفي الاتجاه السالب وعندما تصل قيمة الموجة الجيبية إلى الصفر لا يكون هناك أي تغيير ثم عندما تبدأ الموجة الجيبية في الزيادة بالموجب ويتم تكرار نفس العملية.

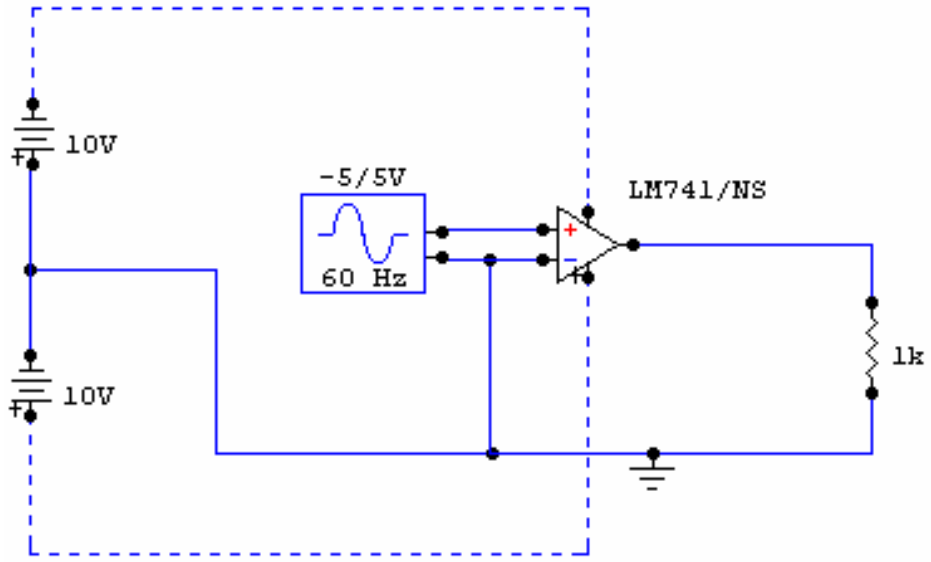
نلاحظ أن مكبر العمليات التشغيلي يمكن توصيله على فرق جهد ما بين ٥ V+ إلى ١٨V+ وبالمثل بالقيمة السالبة وفي حالتنا هذه سنقوم بتوصيل المكبر على ١٠V□ , ١٠V+ .

مثال ٣ -١٢ (الجزء الخاص برسم الدائرة:

العناصر المطلوبة لتكوين الدائرة :

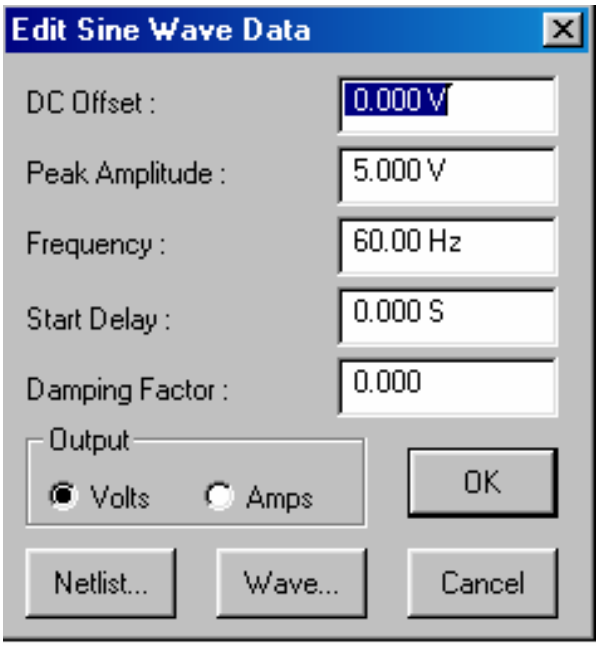
- مكبر العمليا ت التشغيلي LM٧٤١ .
- مقاومة ١K
- نطاريتان بقيمة ١٠V ويتم توصيل الجزء السالب من واحدة إلى الجزء الموجب في الأخرى مع توصيل المنتصف بالأرضي حتى نحصل على ١٠V□ , ١٠V+ .
- مولد نبضات أو إشارات Signal Gen
- أرضي

نقوم بتوصيل الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣ -٧٩ .



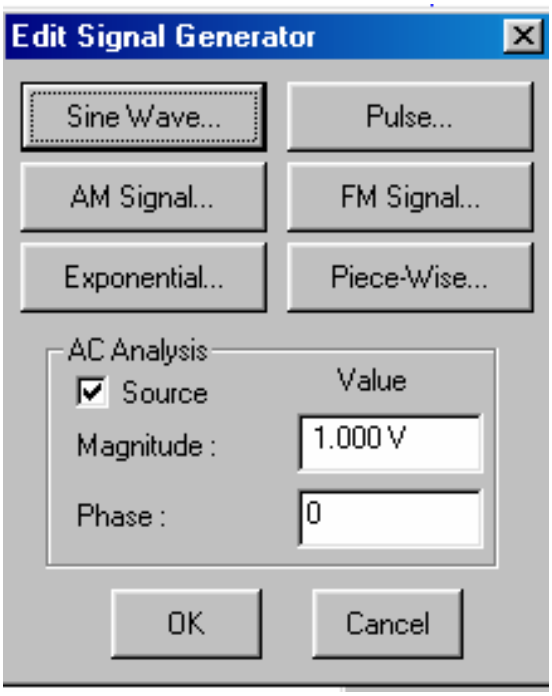
شكل ٣ -٧٩ : دائر المقارن لكشف نقاط التقاطع مع الإحداثي السيني لموجة جيبية.

بعد توصيل الدائرة المبينة في الشكل السابق يتم تحديد مواصفات مولد الإشارات وذلك بالضغط بزر الفأرة اليمين على مولد النبضات واختيار Edit Signal Generator حيث تظهر لنا النافذة المبينة في الشكل ٣ -٨٠ .



شكل ٣ -٨٠ : نافذة تحديد مواصفات مولد الإشارات.

حيث تم تحديد قيمة أعلى قيمة للموجة الجيبية وهي ٥V وكذلك الترد تم ضبطه على ٦٠Hz . بعد ذلك نقوم باختيار شكل الموجة وذلك باختيار Wave من النافذة السابقة حيث تظهر لنا النافذة المبينة في الشكل ٣ -٨١ .

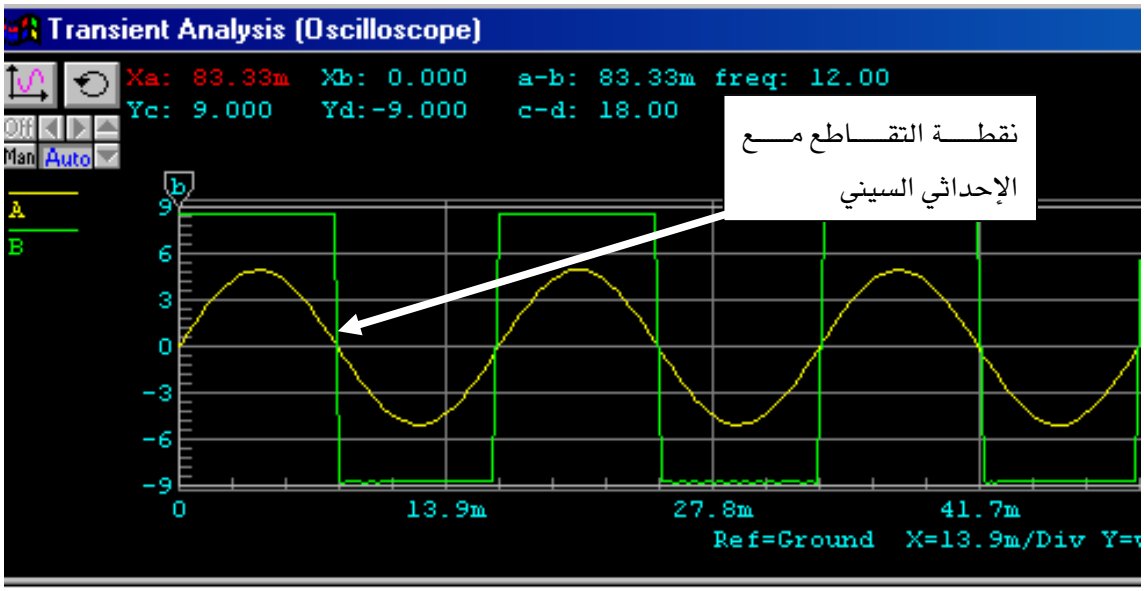


شكل ٣ -٨١ : نافذة تحديد شكل الموجة.

نقوم باختيار Sine Wave حيث تختفي النافذة السابقة وبعدها نختار OK من النافذة السابقة (شكل ٣ -٨٠) التي ظهرت سابقاً وبهذا نكون قد حددنا موصفات مولد الإشارات.

مثال ٣ -١٢ (المحاكاة وقياس النتائج)

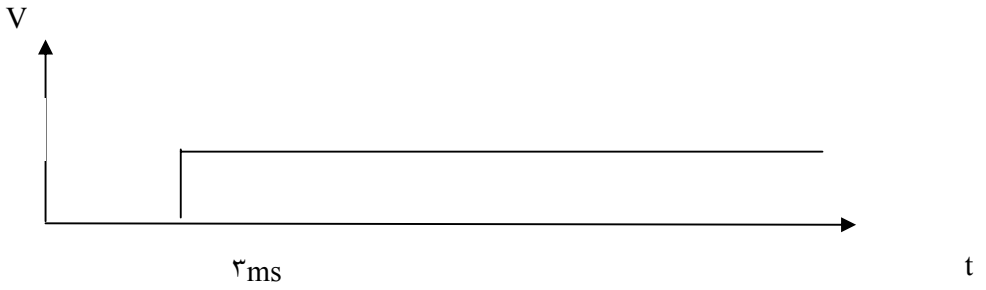
نقوم بتشغيل أداة المحاكاة ثم نقوم بوضع الفاحص على خرج مولد الإشارات ثم نقوم بالضغط على زر المفتاح Shift على لوحة المفاتيح ثم نقوم بوضع الفاحص على خرج المكبر ونحصل بالتالي على الشكل الموجي المبين بالشكل ٣ -٨٢ .



شكل ٣ -٨٢ : الشكل الموجي لخرج المقارن

٣ -٤ دالة القفز Unit Step Function :

دالة القفز هي دالة كثيراً ما تستخدم في دوائر التحكم وذلك لمعرفة استجابة النظام ومعرفة بعض الخائص الأخرى للنظام كما انه يمكن استخدام بعض الدوال الأخرى لمعرفة بعض الخصائص أو المميزات للنظام والتي لا يمكن الحصول عليها باستخدام دالة القفز مثل دالة الموجة الجيبية Sine Wave أو دالة النبضة Impulse Function . كما يمكن الحصول على هذه النبضات واستخدامها من خلال حزمة البرمدجيات المسماة Matlab تحت عنوان الحزمة الفرعية المسماة **Simulink** .



شكل ٣ -٨٣ : داالة القفز تبدأ بتأخير زمني مقداره ٣ms.

مثال ٣ -١٣ (الجزء النطري)

كون دائرة بحيث تقوم بتوليد دالة القفز بحيث تبدأ بعد تأخير زمني مقداره ٥ms . وضح الشكل الموجي للدائرة ؟

الحل :

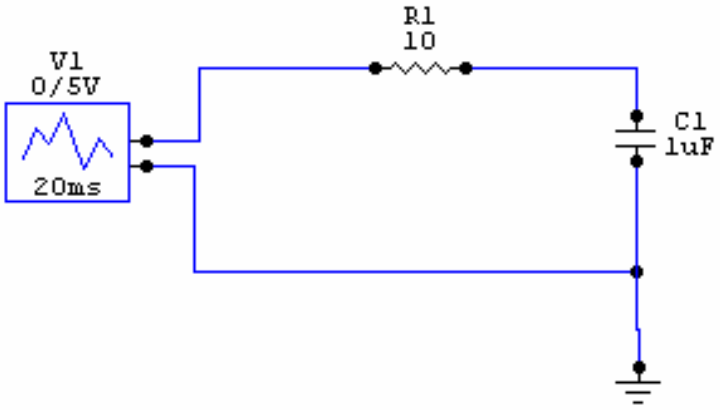
يمكن توليد دالة القفز الآنفة الذكر وذلك باستعمال مولد نبضات نقوم باختيار نقاط خرجة نقطة نقطة وبما يتوافق مع متطلبات التمرين.

مثال ٣ -١٣ (الجزء العملي)

العناصر المطلوبة لتكوين الدائرة

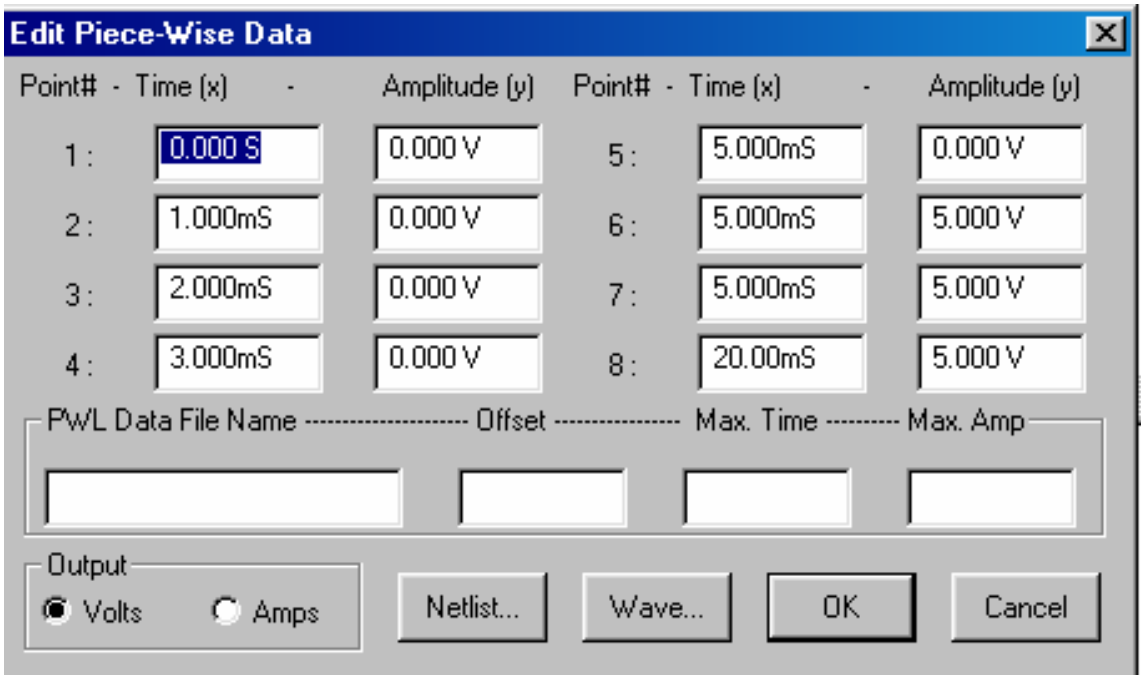
- مولد نبضات كالذي استعملناه في التمرين السابق.
- مقاومة مقدارها ١٠ Ohm
- مكثف قيمته تساوي ١ microfarad
- أرضي

ثم نقوم بتوصيل الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣ -٨٤ .



شكل ٣ -٨٤ : دائرة دالة القفز.

الخطوة التالية هي تحديد النقاط التي تحدد شكل الموجة ويتم ذلك أولاً بالنقر بزر الفأرة الأيمن على مولد النبضات ثم اختيار Edit Signal Generator بحيث تظهر لنا نافذة تحديد شكل الموجة أو الإشارة كما فعلنا في المثال السابق ولكن في هذه الحالة وعند ظهور نافذة تحديد شكل الموجة نقوم باختيار Wave حيث تظهر لنا النافذة التي في شكل ٣ -٨٠ السابق ومنها نقوم في هذه الحالة باختيار piece Wise أي أننا سوف نحدد شكل الموجة نقطة نقطة وعندها تظهر لنا النافذة المبينة في الشكل ٣ -٨٥ .

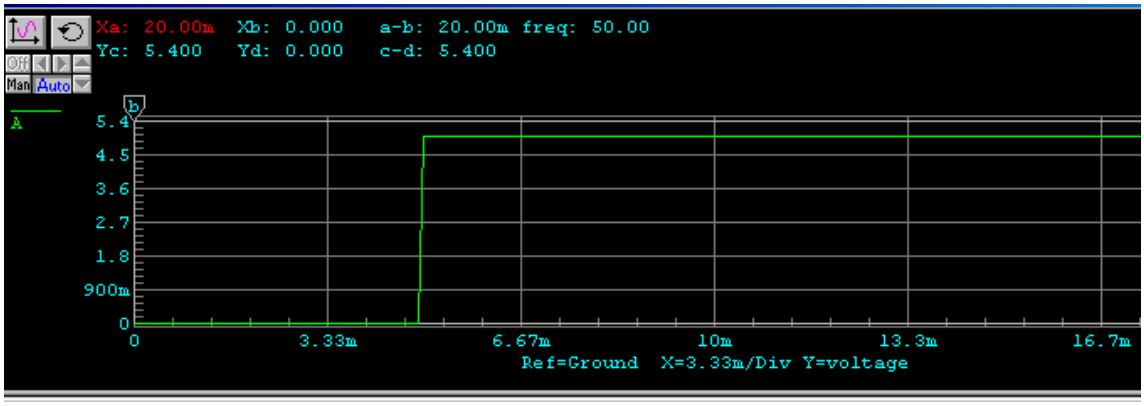


شكل ٣ -٨٥ : نافذة تحديد شكل الموجة نقطة نقطة أو يدوياً .

حيث نلاحظ أنه تم اختيار النقطة الأولى عند ٠s وبقيمة فرق جهد مقداره ٠V ثم النقطة الثانية تم اختيارها عند ١ms وبقيمة ٠V وهكذا إلى أن نصل إلى النقطة الخامسة حيث نريد الجهد يكون بقيمة ٠V ثم يقفز إلى ٥V في نفس الوقت وهذا ما نشاهده عند النقطتين الخامسة والسادسة. وبما أننا نريد أن يكون الجهد مستمرا بعد النقطة الخامسة لذا نكتب السابعة كذلك ٥V يستمر ذلك ولمدة ٢٠ms .

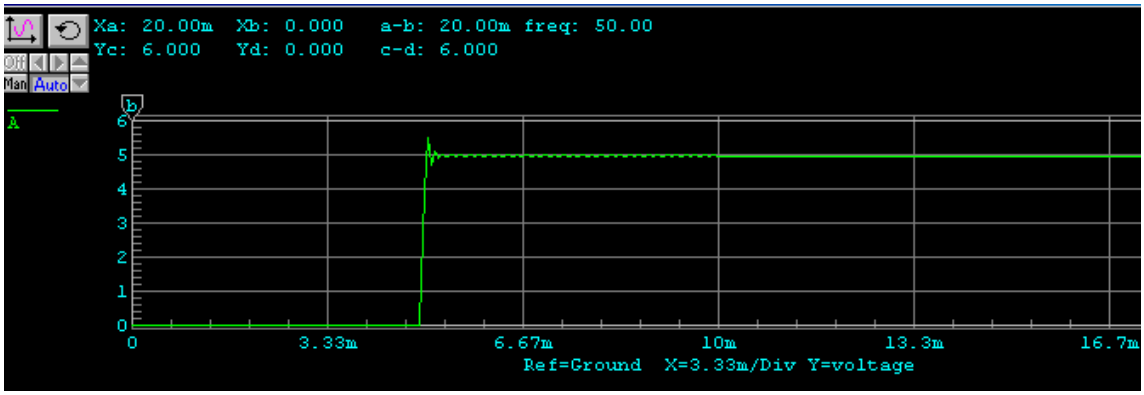
مثال ٣ -١٣ (المحاكاة وقياس النتائج)

بتنشيط أداة المحاكاة نجد الشكل الموجي الموضح بالشكل ٣ -٨٦ .



شكل ٣ -٨٦ : الشكل الموجي لدالة القفز.

هنا الخرج الدي نريده هو خرج مولد النبضات ووجود المكثف فقط لمعرفة شكل الخرج حيث أنه بوضع الفاحص بين المقاومة والمكثف نحصل على الشكل الموجي الموضح بالشكل ٣ -٨٧ .



شكل ٣ -٨٧ : الشكل الموجي على المكثف.

تمرين : كون دائرة لتوليد دالة القفز وذلك باستخدام ثايرستور بحيث يتم استخدام نبضة واحدة لزاوية الإشعال.

٣ -٥ دوائر رقمية إضافية

في هذا الجزء من هذه الوحدة الدراسية سنقوم بدراسة العدادات العشرية مع فاك الشفر واستخدام ماسك البيانات وفائدته في مثل هذه الدوائر الرقمية.

مثال ٣ -١٤ (الجزء النظري):

استخدم عداداً عشرياً بحيث يعرض الخرج على أداة العرض ذات السبع شرائح ٧- Segment Display .

الحل:

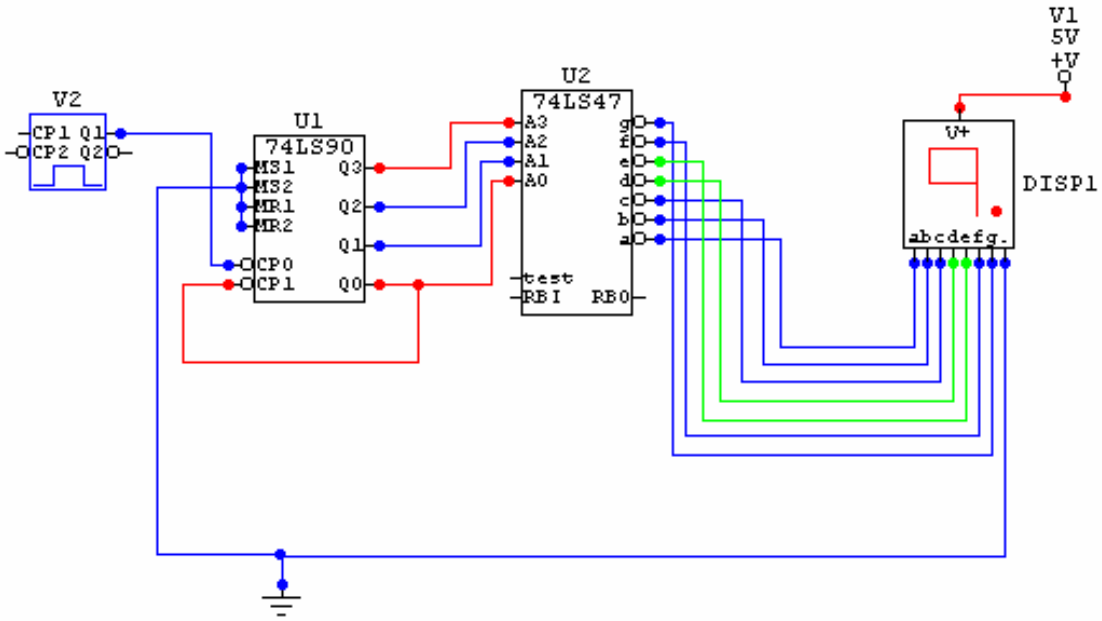
في هذا المثال يمكن ملاحظة أن خرج العداد يمكن رؤيته على لمبات إضاءة منطقية Logic Display و باستخدام أداة العرض السداسي عشرية Hex Display أو باستخدام أداة العرض ذات السبع شرائح حيث أنها تقوم بالعد من صفر إلى تسعة فقط وبالتالي نستطيع استخدام العداد العشري معها.

مثال ٣ -١٤ (الجزء الخاص برسم الدائرة)

العناصر المطلوبة لتكوين الدائرة:

- أداة العرض ذات السبع شرائح CA ٧-Seg
- عداد عشري ٧٤٩٠
- فاك الشفرة يحول من أعداد عشريه إلى أرقام تعرض على أداة العرض ذات السبع شرائح ٧٤٤٧
- مولد نبضات Pulser
- أرضي GROUND
- نقطة فولت
- +V

ثم نقوم بتوصيل الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣ -٨٨ .



شكل ٣ -٨٨ : دائرة العداد مع أداة العرض ذات السبع شرائح.

مثال ٣ -١٤ (المحاكاة وقياس النتائج)

نلاحظ أنه بتنشيط أداة المحاكاة فإن الأعداد التي يقوم العداد بعدها تظهر على أداة العرض ذات السبع شرائح وذلك بواسطة فاك الشفرة Decoder كما نلاحظ أنه لا بد من وضع مقاومات صغيرة بين فاك الشفرة وأداة إظهار البيانات وذلك عند بناء الدائرة في المعمل حيث تعمل هذه المقاومات على حماية أداة العرض ولكن تم إهمالها هنا للتوضيح وهنا نلاحظ أن القراءة على أداة العرض ذات السبع شرائح تتبع تماماً قراءة العداد.

مثال ٣ -١٥ (الجزء النظري) :

استخدم ماسك البيانات Latch ٧٤٧٥ في الدائرة السابقة وما الأثر الناتج عن استخدامه في الدائرة .

الحل:

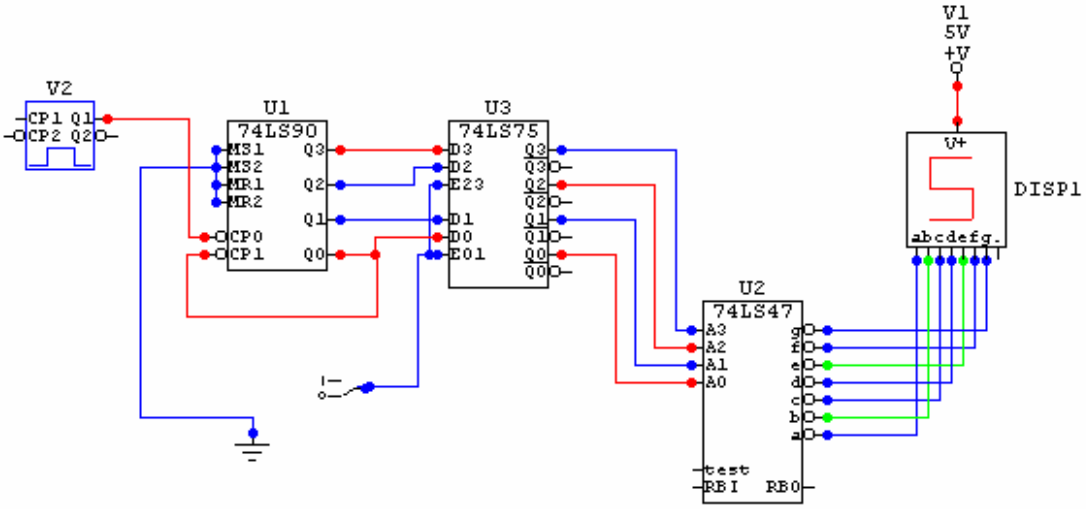
في الدائرة السابقة نجد أن أداة عرض البيانات ذات السبع شراح تقوم بإخراج القيم الموجودة على خرج العداد العشري أولاً بأول بحيث أن تغير في خرج العداد يظهر مباشرة على أداة عرض البيانات. بينما عندما يتم استخدام ماسك البيانات ٧٤٧٥ فإنه عند تمكينه وتركه يعمل فإن الخرج الموجود على العداد العشري سوف يظهر مباشرة على ماسك البيانات ويتم إظهاره على أداة عرض البيانات مباشرة كما هو موجود على خرج ماسك البيانات . أما عندما لا يتم تمكين ماسك البيانات عند لحظة معينة فإنه يقوم بالاحتفاظ بآخر رقم تمت قراءته من العداد عند تلك اللحظة بحيث تظل هذه القيمة موجودة وثابتة على خرج ماسك البيانات وبالتالي على أداة عرض البيانات ذات السبع شراح بغض النظر عن التغير في قراءة العداد.

مثال ٣ -١٦ (الجزء الخاص برسم الدائرة)

العناصر المطلوبة لرسم الدائرة :

- نفس العناصر في الدائرة السابقة
- مفتاح منطقي Logic Switch
- ماسك البيانات ٧٤٧٥

حيث نقوم بتوصيل الدائرة كما هو مبين في الشكل ٣ -٨٩ .



شكل ٣ -٨٩ : دائرة العداد العشري بعد إضافة ماسك البيانات ٧٤٧٥.

مثال ٣ -١٦ (المحاكاة وقياس النتائج)

عندما نقوم بتنشيط أداة المحاكاة وفي نفس الوقت نقوم بوضح المفتاح المنطقي المتصل بأطراف التمكين لماسك البيانات على الواحد المنطقي فإننا نلاحظ أن العداد بدأ يعد وفي نفس اللحظة يتم إخراج البيانات على أداة عرض البيانات ذات السبع شرائح أما عندما نضع المفتاح المنطقي على الوضع صفر منطقي فإننا نلاحظ أن العداد يعد (يمكن رؤية ذلك باستخدام أداة التتبع حيث تظهر التوصيلات بألوان مختلفة) ولكن الرقم على أداة عرض البيانات ذات السبع شراح ثابت لا يتغير بينما العداد مستمر في العد. هذا المثال يمكن تطبيقة على الحاسب الشخصي مثلاً حيث إن المعالج الدقيق microprocessor يقوم أحياناً بوضع قيم على ماسك البيانات بحيث تكون جاهزة للاستخدام من قبل دائرة أخرى قد تكون بطيئة في العمل مقارنة بالمعالج الدقيق وبالتالي يستطيع المعالج الدقيق أداء أعمال أخرى بينما الدائرة الأخرى تكون قد تهيأت لقراءة البيانات التي وضعها المعالج الدقيق في الفترة السابقة.

تصميم بواسطة الحاسب

تطبيقات عملية (تصميم)

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

٤ -١ مقدمة :

الأهداف السلوكية:

بعد دراسة هذه الوحده يتمكن المتدرب من :

- ✓ إجادة تصميم ورسم الدوائر الإلكترونية المختلفة للعمليات الصناعية.
- ✓ إجادة فحص الدوائر الإلكترونية المختلفة للعمليات الصناعية.

في الوحدة السابقة تعرفنا على طرق رسم الكثير من الدوائر الإلكترونية وكيفية محاكاتها وطرق قياس مختلف الكميات الكهربائية الأساسية كالجهد والتيار والمقاومة كما تطرقنا إلى استخدام أجهزة القياس ورسم الأشكال الموجية التماثلية والرقمية. في هذه الوحدة من هذا المقرر سوف نتطرق إلى موضوع التصميم بواسطة برنامج الرسم وذلك من خلال استعراض بعض الأمثلة لدوائر إلكترونية تقوم بعمل معين حيث سنقوم في كل مثال من الأمثلة التي سوف نتطرق إليها بوصف المسألة وصفاً نظرياً ثم نقوم بتحليلها وذلك وفقاً للوصف المعطى بغية الحصول على مخطط صندوقي لكل جزء منه وظيفة معينة. الخطوة التالية لذلك هي تحويل كل جزء من هذا المخطط الصندوقي إلى دائرة إلكترونية تمثل الدالة أو الوظيفة التي يمثلها هذا الجزء أو ذلك من المخطط الصندوقي بحيث أنه عند اكتمال هذه الإجزاء من المخطط الصندوقي وتوصيلها ببعضها ومحاكاتها نحصل على نظام الكتروني Electronic System يقوم فعلياً بمحاكاة المثال المعطى حيث يمكن بعد ذلك شراء القطع الإلكترونية اللازمة وتوصيلها ومن ثم إظهارها إلى حيز الوجود.

٤ -٢ تشغيل منصة صاروخ :

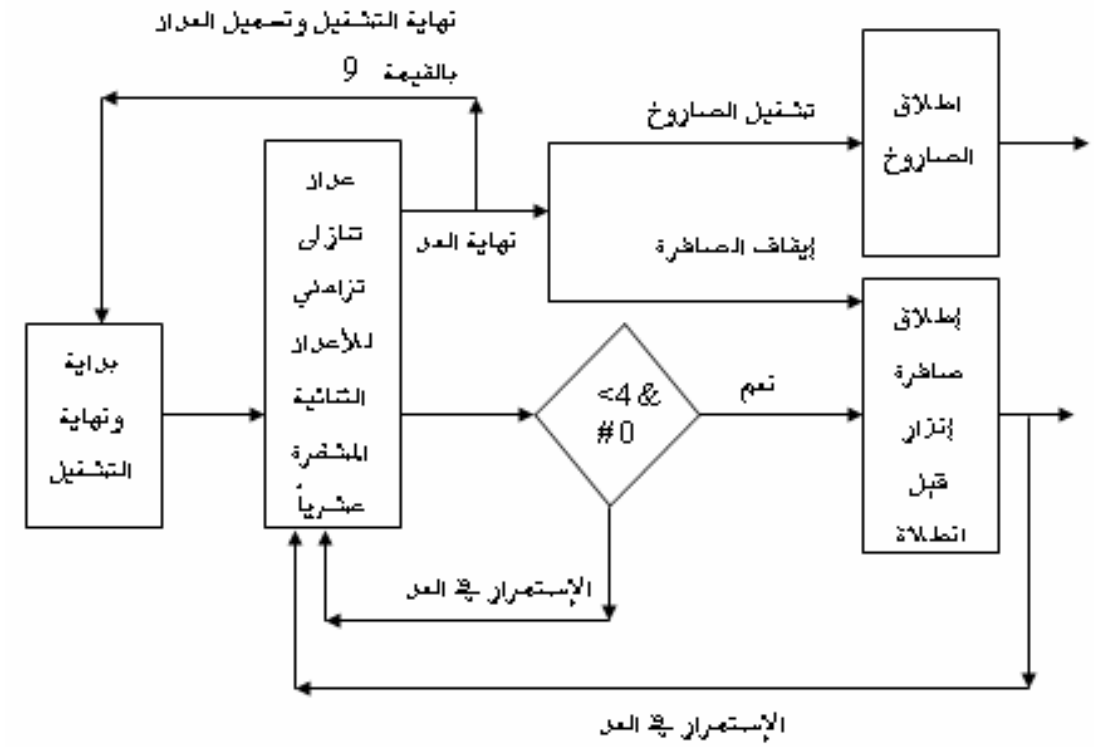
الجزء النظري (تحليل الدائرة):

يراد تصميم دائرة إلكترونية تحاكي تشغيل منصة صاروخ من موقعه وذلك حسب المواصفات التالية:

- الصاروخ في بداية عملية المحاكاة يكون على منصة الإطلاق.
- تحتوي الدائرة على مفتاح أمان ومفتاح إطلاق للصاروخ.
- يتم العد التنازلي لإطلاق الصاروخ وذلك ابتداءً من الرقم العشري ٩.
- تقوم الدائرة باطلاق صافرة إنذار وذلك عندما يكون العد التنازلي قد وصل إلى رقم أقل من الرقم العشري ٣.
- عندما يصل العد إلى الرقم صفر يتم توقيف صافرة الإنذار ويتم عندئذٍ إطلاق الصاروخ من منصته وفي نفس الوقت يتم تحميل العداد بالرقم العشري ٩ وهو رقم بداية العد التنازلي من جديد.

الحل:

يمكن تمثيل الدائرة المطلوبة لتشغيل منصة صاروخ بالمخطط الصندوقي المبين في الشكل ٤ -١.



شكل ٤ -١: المخطط الصندوقي لدائرة تشغيل منصة صاروخ.

من المخطط الصندوقي السابق نجد أنه يوجد لدينا خمسة صناديق هي كالتالي :

- الصندوق الأول: وهو صندوق بداية التشغيل لمنصة إطلاق الصاروخ ويعني ذلك بداية تشغيل العداد التنازلي وكذلك عند انتهاء عملية العد التنازلي يتم تصفير العداد وتحميله بالرقم العشري ٩ .

- الصندوق الثاني: وهو العداد التنازلي حيث يتم استخدام عداد تزامني تنازلي حيث يتم العد التنازلي ابتداءً من الرقم العشري ٩ وخرج هذا العداد يتم إدخاله على مقارن حيث يتم مقارنة خرج العداد بالرقم ٣ وعندما يكون خرج العداد أقل من الرقم العشري ٣ فإن صافرة الإنذار يتم تشغيلها ويستمر العد التنازلي وعندما نصل إلى الرقم العشري ٠ (صفر) عندها يتم توقيف صافرة الإنذار ويتم عندها في نفس اللحظة عملية تشغيل المنصة وذلك لإطلاق الصاروخ

وكذلك عند نفس اللحظة يتم تصفير العداد وتحميله من جديد بالرقم العشري ٩ وذلك تمهيداً لعملية إعادة المحاكاة من جديد وإطلاق صاروخ آخر.

- الصندوق الثالث: على شكل معين وهو عبارة عن دائرة مقارن يتم فيها مقارنة خرج العداد برقم ثابت وهو الرقم العشري ٣ .

- الصندوق الرابع : صافرة الإنذار.

- الصندوق الخامس : عبارة عن منصة إطلاق الصاروخ.

الجزء العملي (رسم الدائرة):

العناصر الإلكترونية اللازمة لتكوين الدائرة :

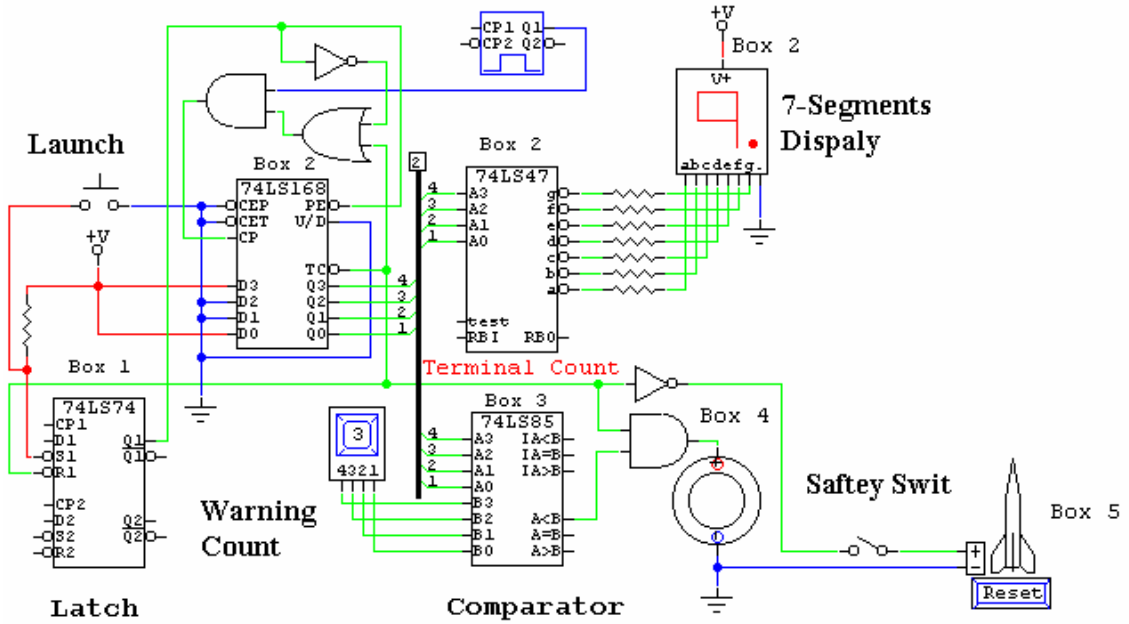
لتكوين الدائرة اللازمة لمنصة إطلاق الصاروخ يلزمنا العناصر الإلكترونية التالية :

- صاروخ Rocket
- مفتاح أمان من نوع SPST Switch
- مفتاح لإطلاق الصاروخ No PushButton
- شريحة إظهار البيانات من النوع CA ٧-Seg
- جرس إنذار Piezo Buzzer
- أرضي GROUND
- مفتاح سداسي عشري Hex Key
- بوابتان من النوع ٢-In AND
- بوابة منطقية من النوع ٢-In OR
- بوابتي عاكس Inverter
- مولد نبضات Pulser
- فاك الشفرة (BCD-to□٧ Segment Decoder) ٧٤٤٧
- ماسك بيانات من النوع (٧٤٧٤) D type Flip Flop
- عداد تصاعدي تزامني ٧٤LS١٦٨A

- نقطة فولتية +V
- مقاومة Resistor (١K Ohm)
- خط بيانات مشترك وقد تم شرحه في الوحدة الثانية من هذا المقرر.
- مقارن بيانات رقمية من النوع ٧٤٨٥ وقد سبق شرحه أيضاً في الوحدة الثالثة من هذا المقرر.

الجزء العملي (المحاكاة)

بعد استخراج العناصر السابقة إما عن طريق نافذة البحث أو عن طريق المفاتيح الكثيرة الاستعمال فإنه يمكننا رسم دائرة تشغيل منصة الصاروخ كما هو مبين في الشكل ٤ -٢.



شكل ٤ -٢: دائرة تشغيل منصة صاروخ.

قبل البدء في شرح طريقة عمل الدائرة فإنه يجدر بنا ملاحظة أن العداد التنازلي ٧٤LS١٦٨A قد تم ربط أطرافة CEP, CET وهي أطراف تمكين العد بالأرضي كما تم توصيل المدخلات $D_٢,D_١$ بالأرضي أيضاً والأطراف $D_٣$, $D_٠$ بفرق جهد موجب وذلك لتحميل العداد بالرقم ١٠٠١ وهذا العدد الثنائي يكافئ العدد ٩ في النظام العشري وذلك عند بداية عملية المحاكاة وهو ما نلاحظة في الشكل ٤ -٢ السابق. كما نلاحظ أيضاً أن العداد قد تم ربط خرجه (عن طريق خط بيانات وهو الخط الأسود

اللون الثقيل والذي سبق أن تعلمنا كيفية تكوينه) بالدائرة المتكاملة الرقمية لفاك الشفرة ٧٤LS٤٧ والذي خرجه متصل مباشرة بشريحة عرض البيانات. كما تم ربط خرج العداد أيضاً بالمقارن ٧٤LS٨٥ عن طريق الدخل $A_0A_1A_2A_3$ حيث سيتم مقارنة خرج العداد بالقيمة ٣.

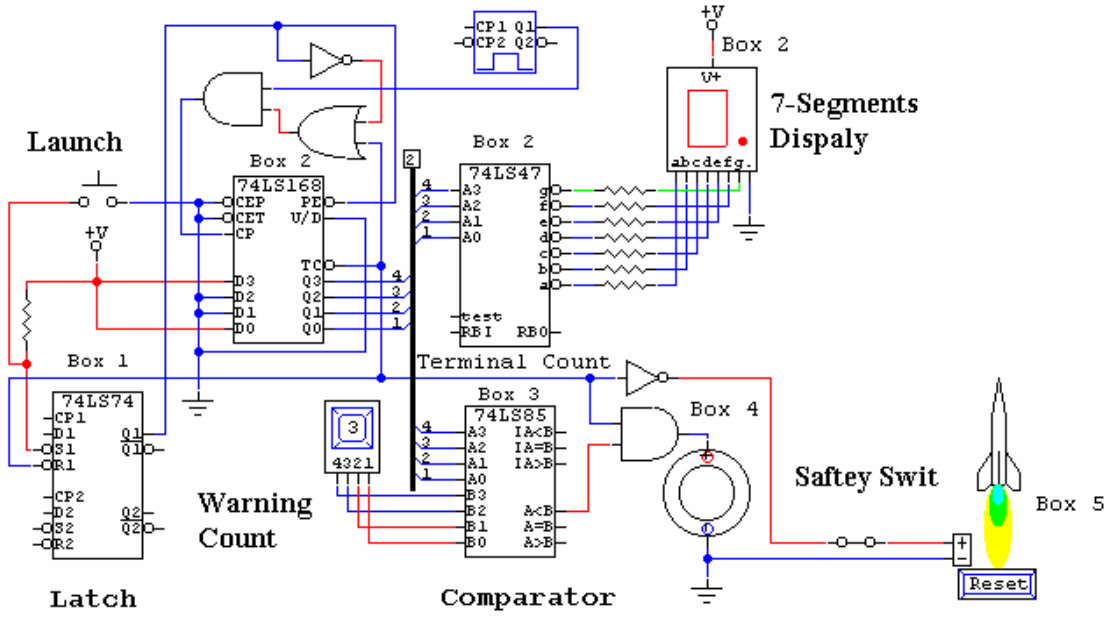
طريقة عمل الدائرة: في بداية تشغيل الدائرة نقوم بتنشيط أداة التتبع وذلك حتي يتم تلوين خطوط التوصيل بألوان مختلفة تساعد على فهم آلية عمل الدائرة وكما يظهر في الشكل ٤ -٢ السابق. وبعد ذلك نقوم باتباع الخطوات التالية.

١ - في البداية نقوم بتنشيط أداة المحاكاة للدائرة ثم نقوم بعد ذلك بالضغط على مفتاح الأمان في الدائرة Safety Switch وذلك لإغلاقه كما هو موضح في الشكل ٤ - ٢ السابق. نلاحظ هنا أن خرج ماسك البيانات ٧٤LS٧٤ وهو القيمة Q_1 تساوي القيمة LOW حيث إن هذا الخرج موصل على طرف دائرة العداد (Parallel Enable) PE وهو الطرف المسؤول عن تحميل البيانات من الدخل للخرج على التوازي كما أن خرج ماسك البيانات والذي ما زال على الحالة LOW موصل على بوابة العاكس العليا والتي خرجها يساوي HIGH وهذ الخرج يتم إدخاله على بوابة OR ومن ثم إلى بوابة AND حيث يسمح هذا الدخل على بوابة AND بدخول نبضات الساعة على مدخل نبضات الساعة للعداد ومن ثم يتم تحميل الرقم العشري ٩ من الدخل وإظهاره على خرج العداد ومن ثم على شريحة ظهار البيانات كما نراه في الشكل السابق ٤ -٢ . هنا نقوم بالضغط على مفتاح إطلاق الصاروخ Launch حيث أنه بالضغط على هذا المفتاح نكون قد وصلنا مدخل ماسك البيانات S. إلى القيمة LOW وبالتالي نكون قد نشطنا هذا المدخل ومن ثم نكون قد غيرنا خرج الماسك إلى القيمة HIGH أي SET هذا الخرج يستمر بنفس القيمة حيث أنه يكون متصل بمدخل تحميل العداد على التوازي وهذا القيمة HIGH لن تؤثر على آلية عمل العداد وهذا الخرج أيضاً Q١=HIGH متصل ببوابة العاكس حيث يكون خرجها في هذه الحالة يساوي القيمة LOW وبالتالي لن تكون مؤثرة على مدخل بوابة AND العليا حيث إن هناك دخلاً آخر لبوابة OR المتصلة ببوابة AND وهو الدخل الآتي من طرف العداد وهو طرف نهاية العد TC(Terminal Count) حيث يكون قيمته تساوي HIGH وبما يضمن تشغيل العداد تنازلياً حيث يعمل هذا الدخل كبوابة عبور لنبضات الساعة القادمة من مولد النبضات إلى مدخل الساعة في العداد.

٢ - يتم العد تنازلياً ويتم إظهار العد على شريحة إظهار البيانات وفي نفس الوقت يتم أخذ عينة من خرج العداد عن طريق خط البيانات الأسود المثقل Data Bus إلى دخل المقارن حيث يتم مقارنته بالدخل الثابت والقادم على مدخل المقارن $B_4B_3B_2B_1$. عن طريق المفتاح السداسي عشري Hex Switch وعندما يكون خرج العداد القادم للمقارن أقل من القيمة ٣ والقادمة من المفتاح السداسي عشري وهي في هذه الحالة القيمة ٢ فإن خرج المقارن سوف يتحول إلى القيمة HIGH وبالتالي هذا الخرج يتم إدخاله إلى بوابة AND الموجودة في أسفل الدائرة حيث إن هذا الدخل القادم للبوابة من المقارن مع الدخل الذي قيمته تساوي HIGH والقادم من طرف نهاية العد للعداد يجعل صافرة الإنذار تعمل حيث إن خرج بوابة AND السفلية في هذه الحالة يساوي القيمة HIGH وبالتالي يتم إغلاق دائرة صافرة الإنذار حيث نسمع صوتها عندئذ. الآن يتم العد التنازلي للعداد وعندما تصل قيمة خرج العداد للقمية صفر منطقي يتم إخراج القيمة LOW فقط في تلك اللحظة على طرف العداد TC حيث تذهب هذه القيمة إلى مدخل العاكس السفلي وفي نفس الوقت إلى مدخل بوابة AND السفلية حيث يتم إخماد صوت صافرة الإنذا استعداداً لإطلاق الصاروخ حيث يكون خرج بوابة العاكس في هذه اللحظة مساوياً للقيمة HIGH حيث يتم إغلاق دائرة المنصة ونشاهد عندها الصاروخ ينطلق.

٣ - عند نفس اللحظة التي كان خرج العداد فيها مساوياً للقيمة LOW وهي إشارة إلى أن العداد قد وصل إلى القيمة صفر هذا الخرج أيضاً موصل على دخل ماسك البيانات وهو الطرف R١ حيث يتم تصفير خرج ماسك البيانات RESET وبالتالي تكون قيمة الخرج مساوية للقيمة LOW حيث إن هذه القيمة تذهب إلى طرف تحميل العداد على التوازي PE وتقوم بتنشيطه وكذلك هذه القيمة تذهب أيضاً إلى طرف العاكس العلوي ويصبح خرجه مساوياً للقيمة HIGH والتي تدخل على بوابة OR ومن ثم إلى بوابة AND حيث تعمل هذه القيمة كمفتاح عبور لنبضات الساعة وعندها يتم تحميل العداد بالقمية ٩ مرة أخرى.

٤ - هنا نكون قد انتهينا من عمل التجربة وعندما نرغب في إعادتها مرة أخرى نبقي أداة تشغيل المحاكاة كما هي ولكن نقوم بالضغط على أداة إعادة عملية المحاكاة إلى الوضع الابتدائي حيث سنرى أن الصاروخ قد رجع إلى وضعه الطبيعي ومن ثم نقوم بالنقر على مفتاح إطلاق الصاروخ حيث سيتم إعادة التجربة مرة أخرى والشكل ٤ -٣ يوضح الصاروخ أثناء انطلاقه.



شكل ٤ -٣: الصاروخ أثناء انطلاقه من المنصة.

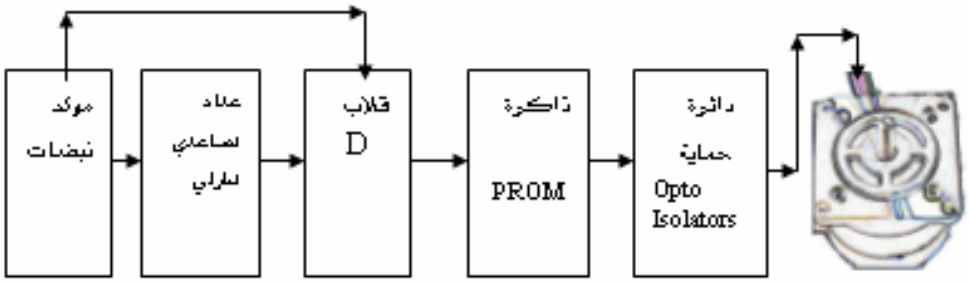
٤ -٣ التحكم في اتجاه حركة محرك الخطوة :

الجزء النظري (تحليل الدائرة) :

يراد التحكم في اتجاه حركة محرك الخطوة في اتجاه عقارب الساعة وفي عكس اتجاه عقارب الساعة والحركة في أي من الاتجاهين قد تكون مستمرة أو غير مستمرة. كون الدائرة اللازمة لعمل ذلك.

الحل:

يمكن تمثيل عمل الدائرة بالمخطط الصندوقي الممثل في الشكل ٤ -٤.



شكل ٤ -٤: المخطط الصندوقي لنظام التحكم في حركة محرك الخطوة.

من المخطط الصندوقي السابق نجد أنه يوجد لدينا خمسة صناديق بالإضافة إلى محرك الخطوة وهذه الصناديق وظيفتها كالتالي :

- **الصندوق الأول**: وهو مولد الكلمات حيث يقوم بتوليد كلمات ويتم التحكم في اخراج هذه الكلمات على التسلسل عن طريق استخدام مجسات تسمح بمرور الكلمات إلى مدخل نبضات الساعة للعداد وكذلك إلى مدخل طرف التمكين لنبضات الساعة للقلاب من النوع D (٧٤٧٥).

- **الصندوق الثاني**: هو عداد تصاعدي/ تنازلي تزامني.

- **الصندوق الثالث**: قلاب من النوع D ذو الحافة الموجبة حيث إن خرجه متصل بالذاكرة ويعمل هذا الخرج كمؤشر أو عنوان لكلمة في الذاكرة.

- **الصندوق الرابع**: عبارة عن ذاكرة تقوم بحفظ متوالية الأرقام أو الكلمات اللازمة لتشغيل محرك الخطوة في اتجاه عقارب الساعة وذلك بقراءة الكلمات المخزنة في الذاكرة حسب عناوينها تصاعدياً أو تشغيل المحرك في عكس اتجاه عقارب الساعة وذلك بقراءة الكلمات من العنوان الأخير ذهاباً للعنوان الأول في الذاكرة أي بقراءة العناوين تنازلياً.

- **الصندوق الخامس**: وهو عبارة عن دائرة حماية Optocoupler للدوائر الرقمية وفي نفس الوقت تعمل كمرحلة وسطية Buffer Stage بين محرك الخطوة والدائرة الرقمية المكونة من الذاكرة والقلاب والعداد.

- **الصندوق السادس** : وهو عبارة عن محرك الخطوة.

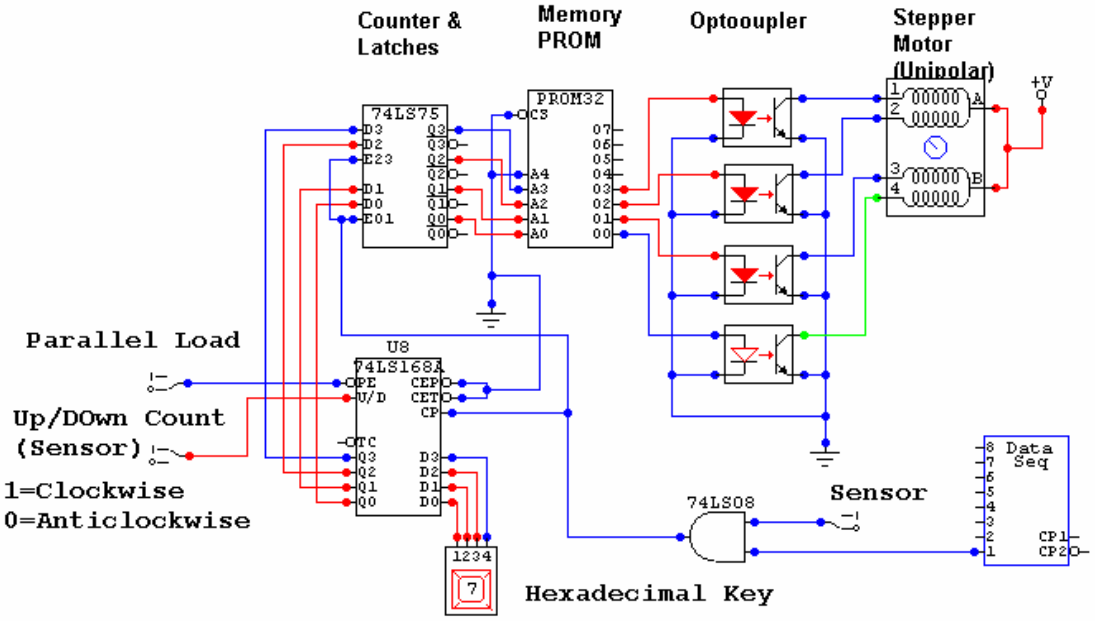
الجزء العملي (رسم الدائرة):

العناصر اللازمة لتكوين الدائرة :

- محرك الخطوة Stepper Motor
- نقطة فولتية V+
- دائرة عازلة OptoIsolator
- ذاكرة PROM٣٢
- قلاب من نوع D (٧٤٧٥)
- عداد تزامني عشري تصاعدي /تنازلي ٧٤LS١٦٨A
- مفتاح سداسي عشري Hex Key
- ثلاثة مفاتيح منطقية logic Switch
- أرضي GROUND
- بوابة من نوع ٢-In AND
- مولد كلمات Data Seq

الجزء العملي (المحاكاة)

بعد استخراج العناصر المطلوبة لتنفيذ الدائرة يمكننا رسم الدائرة الموضحة في الشكل ٤ -٥.



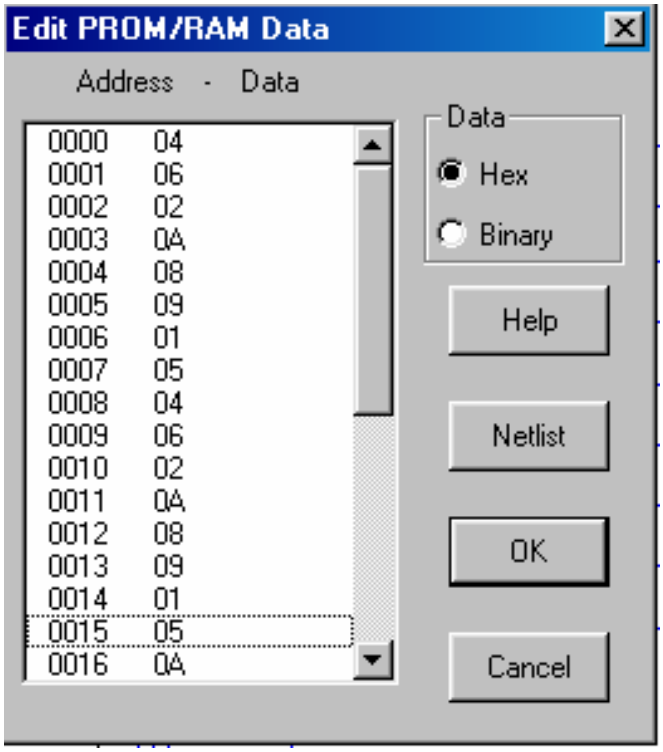
شكل ٤ -٥ : دائرى التحكم في حركة مولد الخطوة.

الدائرة الموضحة في الشكل السابق يمكن أن تمثل دائرة في راسم Plotter حيث يوجد محرك خطوة يقوم بسحب الورقة المراد الرسم عليها إلى الأمام حيث تمر الورقة تحت قلم متحرك يقوم بالرسم. وعندما نصل إلى نهاية الورقة يتم إرسال نبضة إلى مجس والذي بدوره يقوم بإعطاء إشارة لمحرك الخطوة للتحرك في الاتجاه المعاكس. وفي بعض الأحيان يرسل الحاسب إلى الراسم إشارة تؤدي إلى توقف محرك الخطوة وهو متجه إلى الأمام أو العكس حيث يتم تلوين جزء من ورقة الرسم بواسطة القلم وبدون أن تتحرك الورقة التي تحت القلم حتى يتم رسم الأشكال الهندسية بدقة. هذا الراسم يمكن ملاحظته كثيراً لدى محلات تصوير الخرائط الكبيرة الخاصة بالأبنية السكنية. كذلك يمكن مشاهدته في معمل التحكم عند رسم منحنى خصائص واستجابة نظام معين .

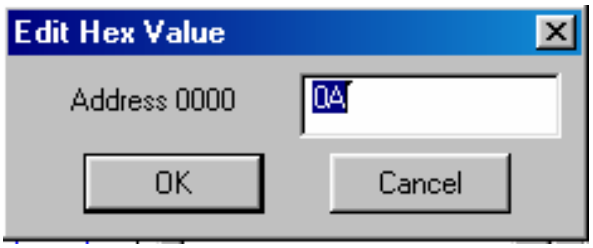
الدائرة السابقة يمكن شرح طريقة عملها على النحو التالي :

١ - في البداية يتم كتابة متوالية الأرقام الخاصة بتشغيل محرك الخطوة حيث يتم الضغط بزر الفأرة الأيمن على الدائرة المتكاملة الرقمية التي تمثل الذاكرة ونقوم باختيار Edit PROM/RAM حيث تظهر لنا نافذة تعديل البيانات للذاكرة والمبينة في الشكل ٤ -٦.

حيث تحتوي هذه الذاكرة على ٣٢ عنوان يمكن وضع بيانات فيها. هنا نقوم بتعديل بيانات الذاكرة عند العناوين من صفر إلى ٧ حيث يكون مجموع العناوين ٨. نقوم بتعديل البيانات حسب ما هو موضح في الشكال ٤ -٦. ولتعديل البيانات في أية سطر نقوم بنقر السطر مرتين بزر الفأرة الأيسر فتظهر لنا النافذة الموضحة في الشكل ٤ -٧ حيث قمنا بنقر السطر الأول في نافذة تعديل بيانات الذاكرة.



شكل ٤ -٦: نافذة تعديل بيانات الذاكرة.



شكل ٤ -٧: نافذة تعديل بيانات عنوان في الذاكرة.

هنا نقوم بتعديل البيانات الخاصة بمولد الخطوة وعند كتابة التعديل نقوم بالضغط على مفتاح Enter على لوحة المفاتيح أو النقر بزر الفأرة الأيسر على OK ونستمر في تعديل البيانات على نفس النسق السابق.

٢ - يمكن إعتبار المفتاح المنطقي الموجود على الجهة اليسري من الشكل ٤ -٥ والمتصل بطرف العداد عن الرجل U/D بأنه المجس أو الحساس المسؤول عن تغيير حركة محرك الخطوة للأمام مثلاً باتجاه عقارب الساعة أو الخلف بعكس اتجاه عقارب الساعة وذلك عندما تصل الورقة في الراسم إلى حافتها النهائية من إحدى الجهتين. حيث عند توصيله على القيمة صفر المنطقي فإن العداد سيقوم بالعد تنازلياً من القيمة ٧ وهذا يعني أن المحرك سيتحرك بعكس اتجاه عقارب الساعة. واذا ما تم توصيل المفتاح إلى القيمة واحد المنطقي فإن العداد سيعد تصاعدياً أي يقلب من العدد سبعة إلى الصفر ويقوم بالعد تصاعدياً وهذا يعني أن المحرك سيتحرك باتجاه عقارب الساعة.

٣ - المفتاح المنطقي الثالث والمتصل بطرف العداد PE (Parallel Load) يمثل مفتاح تحميل العداد بالعنوان سبعة في حالتنا هذه على التوازي حيث تم ضبط المفتاح السداسي عشري على آخر قيمة عنوان في الذاكرة نريد أن نصل إليه وهو الرقم العشري ٧.

٤ - الآن نقوم بوضع المفتاح الأيمن الداخل على بوابة AND على الوضع LOW . بعد ذلك نضع المفتاح الموجود في الجهة اليسرى والمتصل بطرف العداد PE على الوضع LOW أيضاً. ثم نقوم بتشغيل أداة التتبع Trace وكذلك أداة تشغيل المحاكاة ثم نقوم بالضغط وبسرعة على المفتاح المنطقي الموجود على الجهة اليمنى حيث نقوم بتحريكة من الوضع صفر إلى الواحد المنطقي وبسرعه نعيده إلى الوضع LOW مرة أخرى عندها سنرى أن خرج العداد قد أصبح الرقم ٧ وهذا يعني أن الرقم ٧ الموجود على المفتاح السداسي عشري قد تم تحميله إلى خرج العداد ويظهر ذلك من لون الأسلاك الخارجة من العداد ذات اللون الأحمر كما في الشكل ٤ -٥.

٥ - بعد ذلك نقوم بإرجاع المفتاح المنطقي المتصل بطرف العداد PE بالقيمة واحد المنطقي حيث يتم إلغاء أثره على العداد. ثم نقوم بتغيير وضع المفتاح الموجود على الجهة اليمنى والخاص

بتوقف المحرك إلى القيمة واحد المنطقي وعندها سيتم تشغيل العداد وخرج العداد سيمر إلى القلاب والذي بدوه يقوم بارسال خرج العداد الذي وصل إليه والذي يمثل عنواناً في الذاكرة والتي بدورها تقوم باخراج البيانات أو القيمة العددية الموجود في العنوان الذي تم استلامه من القلاب بواسطة الذاكرة. والبيانات التي خرجت من الذاكرة تمثل القيمة المنطقية اللازمة لتحريك محرك الخطوة حيث أنه في حالتنا هذه تم تحريك المحرك نصف خطوة ويمكن أيضاً تحريك خطوة كاملة ولكن بمتوالية أرقام مختلفة. يتم إخراج القيمة الموجودة في ذلك السطر من الذاكرة إلى دائرة العزل والحماية Optocoupler والتي بدورها تقوم بإرسال القيمة إلى محرك الخطوة والذي بدوره سيتحرك إما باتجاه عقارب الساعة أو العكس حيث نلاحظ هنا أنه في حالة كون المفتاح المتصل برجل العداد U/D موصلاً على القيمة صفر المنطقي فإن العداد سيعد تنازلياً وسيتحرك محرك الخطووة بعكس اتجاه عقارب الساعة والعكس صحيح.

٤ -٤ دائرة التحكم في نظام إنذار :

الجزء النظري (تحليل الدائرة):

يراد تصميم دائرة إنذار لمبنى تجاري له مدخلان بحيث تتوفر في هذا النظام المواصفات التالية :

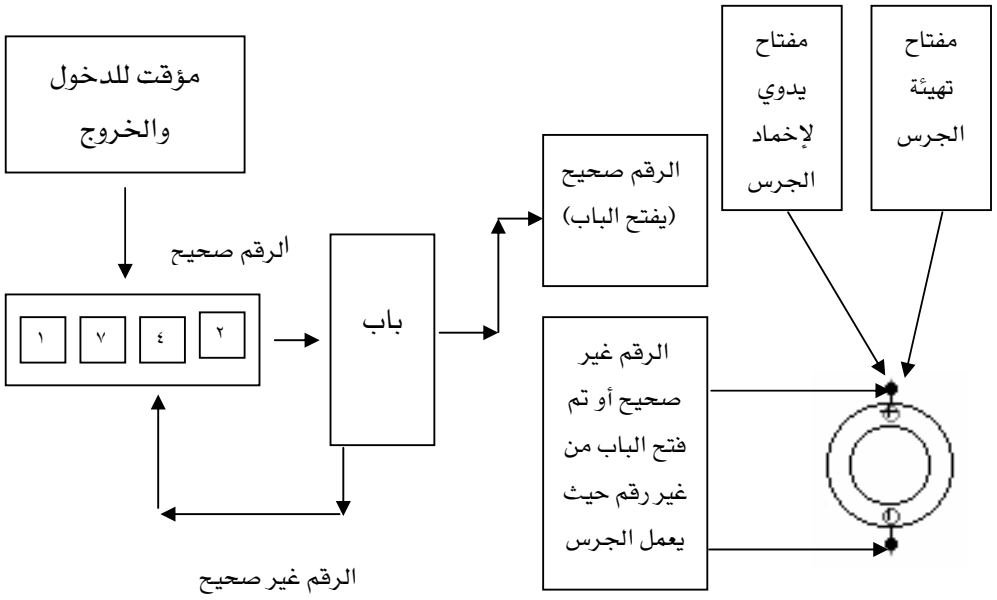
١ - يتم تهيئة دائرة الإنذار في بداية التشغيل.

٢ - عندما نريد الدخول للمبنى من أي من البابين فإنه يجب إدخال رقم سري مكون من أربعة أرقام وذلك في وقت معين. إذاً كان الرقم المدخل صحيحاً فإنه يمكن فتح أي من البابين بسهولة وبدون إصدار جرس الإنذار .

٣ - عند فتح أي من المدخلين وبدون إدخال الرقم السري فإن جرس الإنذار سوف يصدر صفارة إنذار وعندئذ يمكن أن يتم إخماده إما عن طريق مفتاح يدوياً أو عن طريق إدخال الرقم السري الذي تم إدخاله في الفقرة الثانية.

الحل :

يمكن تمثيل عمل الدائرة المطلوبة بالمخطط الصندوقي الممثل في الشكل ٤ -٨.



شكل ٤ -٨: المخطط الصندوقي لدائرة التحكم في نظام إنذار.

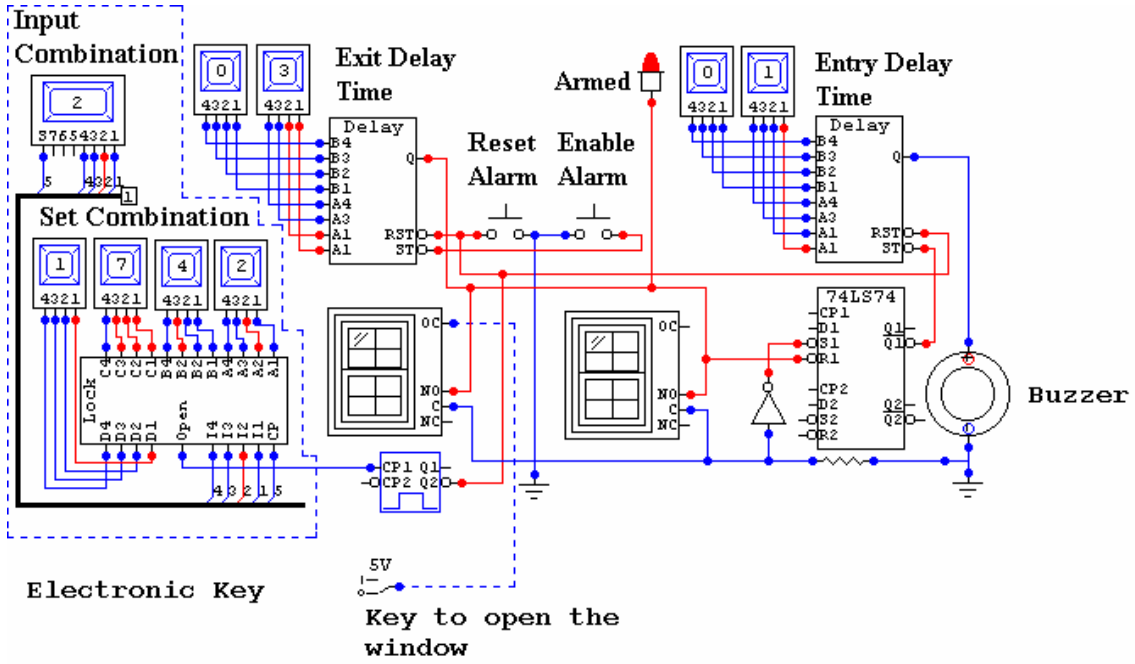
الجزء العملي (رسم الدائرة)

العناصر اللازمة لتكوين الدائرة:

- لوحة مفاتيح آسكي Ascii Key
- ثمانية مفاتيح سداسي عشرية Hex Key
- قفل الكتروني Lock
- نافذتان (تمثل البابين) Window
- مولد نبضات Pulser
- مصباح منطقي Logic Display
- دائرتي تأخير زمني Delay
- جرس إنذار Piezo Buzzer
- عاكس Inverter
- أرضي GROUND
- مفتاحي ضغط No PushButton
- مفتاح منطقي Logic Switch
- خط بيانات مشترك (يمكن عمل بالضغط على أداة التوصيل مع مفتاح Alt كما تعملنا سابقاً).
- ملف Inductor

الجزء العملي (المحاكاة)

بعد استخراج العناصر المطلوبة يمكن رسم الدائرة على نافذة الرسم كما هو مبين في الشكل ٤ -٩.

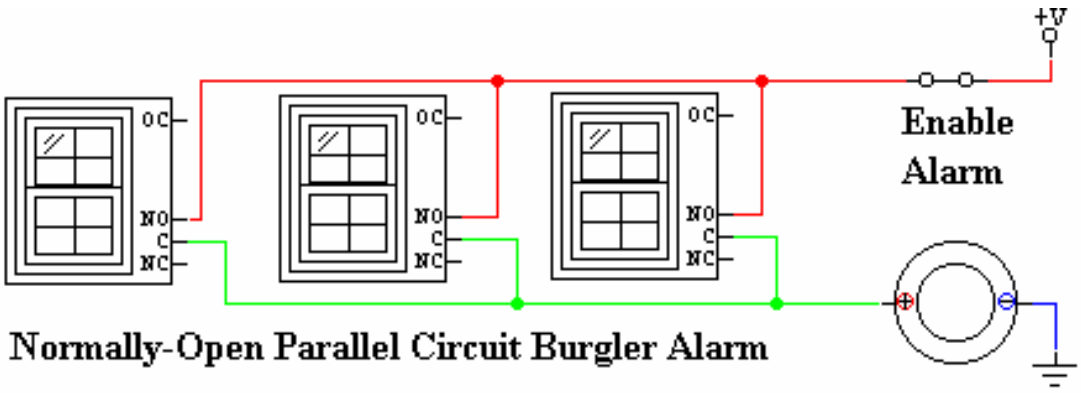


شكل ٤ -٩: دائرة التحكم في نظام إنذار.

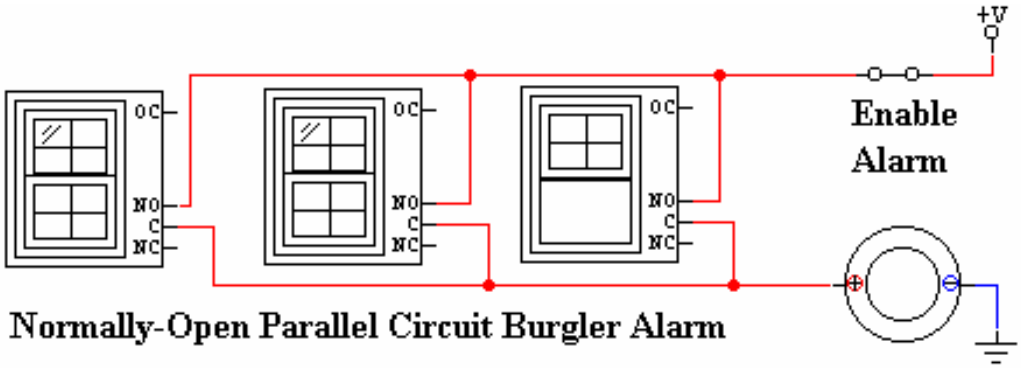
تتلخص طريقة عمل الدائرة على النحو التالي :

١ - قبل البدء في شرح طريقة عمل الدائرة يجب معرفة الكيفية التي تعمل بها النافذة والتي تمثل عندنا هنا الباب الذي يراد فتحة حيث نرى في الشكل ٤ -١٠ أن النوافذ موصلة على التوازي والنافذة لها أربعة أطراف توصيل هي : OC حيث يمكن فتح النافذة عن طريق توصيل مفتاح منطقي لهذا الطرف بحيث إذا تم توصيله على الواحد المنطقي في حالة المحاكاة فإن النافذة تفتح أو بالضغط على زر الفأرة الأيسر بالتتابع مرتين حيث يتم فتح النافذة. أما الطرف الثاني فهو NO (Normally Open) حيث أنه عندما توصل النوافذ على التوازي نقوم بالتوصيل على هذا الطرف. ثم لدينا الطرف C وهو الخرج ويعني أن الدائرة مغلقة. ثم أخيراً يأتي لدينا الطرف NC (Normally Closed) حيث يستخدم هذا الطرف عند توصيل النوافذ على التسلسل. هنا في الشكل ٤ -١٠ عندما نغلق المفتاح والنوافذ مغلقة فإن التيار لا يمر إلى الجرس بينما إذا ما تم فتح إحدى النوافذ والمفتاح مغلق في نفس الوقت فإن التيار الكهرب يسري من الطرف ذي الجهد الأعلى أي من جهة مفتاح التوصيل إلى

الطرف NO ومنه إلى الطرف C ثم إلى الجرس حيث يتم تنشيطه كما هو موضح في الشكل ٤ -١١.

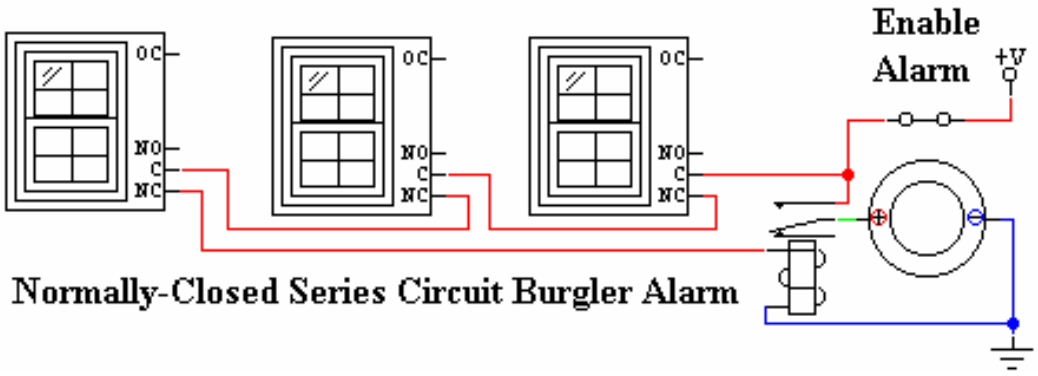


شكل ٤ -١٠: النوافذ موصلة على التوازي.

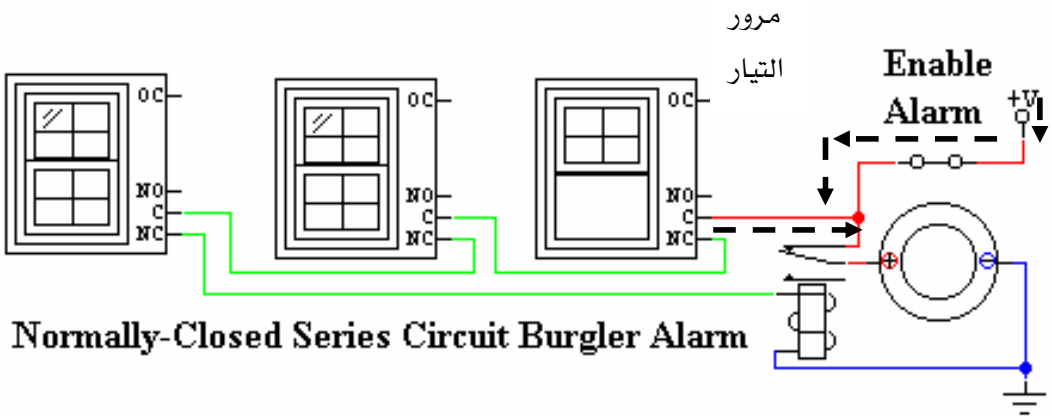


شكل ٤ -١١: النوافذ بعد فتح إحداها وتنشيط جرس الإنذار.

أما بالنسبة للنوافذ عند توصيلها على التسلسل كما هو مبين في الشكل ٤ -١٢ فإن النافذة يتم توصيل طرفها NC على التسلسل الطرف C في النافذة الخلفية وهكذا إلى المرحل Relay حيث أنه عند مرور التيار من خلال النوافذ إلى الملف يتم تنشيطه بحيث يسحب طرف الجرس بحيث لا يمر تيار وعند فتح إحدى النوافذ كما في الشكل ٤ -١٣ حيث ينقطع التيار عن الملف وبالتالي يترك طرف الجرس يتصل بمصدر الجهد وبالتالى يصفر جرس الإنذار.



شكل ٤ -١٢: النوافذ موصلة على التسلسل.



شكل ٤ -١٣: النوافذ بعد فتح إحداها وتنشيط جرس الإنذار.

أما الآن وقد أتينا إلى طريقة عمل هذه النوافذ حيث أنها جزء أساسي في تكوين دائرة هذا التمرين نأتي الآن على آلية عمل الدائرة حيث نلاحظ أن النافذة اليسرى في الشكل ٤ -٩ قد تم توصيل طرف الدخل لها OC بمفتاح منطقي حيث أنه عند بدء عملية المحاكاة يمكن الضغط على المفتاح المنطقي بدلاً من الضغط مرتين بالفأرة على النافذة وذلك لفتح النافذة . في بداية المحاكاة تكون جميع النوافذ مغلقة حيث نقوم بالضغط على المفتاح Enable Alarm حيث يضي المصباح المنطقي إشعاراً بجاهزية نظام الإنذار للعمل.

٢ - الخطوة التالية أنه عند فتح إحدى النوافذ وذلك من غير إدخال الرقم السري على لوحة المفاتيح فإن ذلك يعني أن شيئاً غير عادي يجري في المبنى وبالتالي يرن جرس الإنذار حيث يتم تنشيطه عن طريق الطرف C لكل نافذة بحيث يجري تنشيط العاكس وبالتالي الجرس وعند هذه اللحظة يتم إخماد الجرس يدوياً عن طريق المفتاح المنطقي Reset Alarm أو عن طريق المفتاح الإلكتروني حيث يجب في هذه الحالة تنشيط مفتاح شفرة الآسكي وهو يشبه في عمله لوحة المفايتح التي نستعملها في الحاسب الآلي حيث يتم الضغط على هذا المفتاح (في الجزء العلوي من شكل ٤ -٩ إلى أقصى اليسار) ثم يتم إدخال الرقم المكون من أربعة خانات وهي الرقم ١ ثم ٧ ثم ٤ ثم ٢ على الترتيب وذلك من خلال الضغط على هذه الأرقام من على لوحة مفاتيح الحاسب حيث أنه عند هذه اللحظة يتم إيقاف الجرس.

٣ - الطريقة النظامية لفتح الباب هي كالتالي وذلك بعد إعادة تشغيل عملية المحاكاة من جديد حيث نقوم بتفعيل المفتاح المنطقي Reset Alarm ثم المفتاح Enable Alarmحيث يضيء المصباح المنطقي. بعد ذلك ولنفترض عندها أننا نريد الدخول للمبنى حيث يتم وبسرعة إدخال الرقم الذي تم إدخاله بنفس الطريقة في الخطوة السابقة وعندها سنرى أن المصباح المنطقي يتم إطفاؤة بمجرد إدخال آخر رقم على لوحة المفاتيح وهو في هذه الحالة الرقم ٢. هنا يمكن فتح أي من النوافذ وبدون أن يعمل جرس الإنذار حيث تعتبر هذا الطريقة آمنة ونظامية لدخول المبنى. في الدائرة نلاحظ وجود دائرتي تأخير زمني Delay حيث عادة وعلى النطاق العملي يتم برمجة الوقت اللازم لإدخال الرقم السري عندما نريد دخول أو خروج المبنى بحيث أنه يمكن فتح الباب بمفتاح عادي ثم يتم الذهاب للوحة المفاتيح وهي عادة داخل المبنى بجوار الباب وذلك لحمايتها من السرقة بحيث يتم إدخال الرقم السري في وقت معين وعندما نرغب في الخروج فإنه يتم أيضاً إدخال الرقم السري للباب ونحن بداخل المبنى وبمجرد إدخال الرقم يتم الخروج وقف الباب بالمفتاح وذلك في زمن مبرمج أيضاً بحيث أنه إذا لم نغلق الباب بعد إدخال الرقم السري بفترة معينة عند مغادرة المبنى فإن جرس الإنذار سوف يرن.

٤ -٥ تصميم دائرة للتحويل من إشارة رقمية إلى تماثلية :

الجزء النظري (تحليل الدائرة) :

يراد تصميم دائرة تقوم بتحويل إشارة رقمية مكونة من أربعة خانات ثنائية إلى إشار تماثلية تكافئ قيمة الإشارة الرقمية المدخلة على الدائرة.

الحل:

يمكن تمثيل الدائرة المطلوبة بالمخطط الصندوقي الموضح في الشكل ٤ -١٤ حيث نجد أن المدخلات على الدائرة هي الإشارة الرقمية والمخرجات هي الإشارة التماثلية المناظرة للإشارة الرقمية.

شكل ٤ -١٤: دائرة تحويل إشارة من قيمة رقمية إلى قيمة تماثلية.

المخطط الصندوقي السابق غاية في الوضوح حيث يتم إدخال قيمة الإشارة كقيمة رقمية ثم يجرى تحويلها إلى قمية تناظرية (تماثلية) مكافئة لنفس القيمة الرقمية.

الجزء العملي (رسم الدائرة)

العناصر اللازمة لتكوين الدائرة :

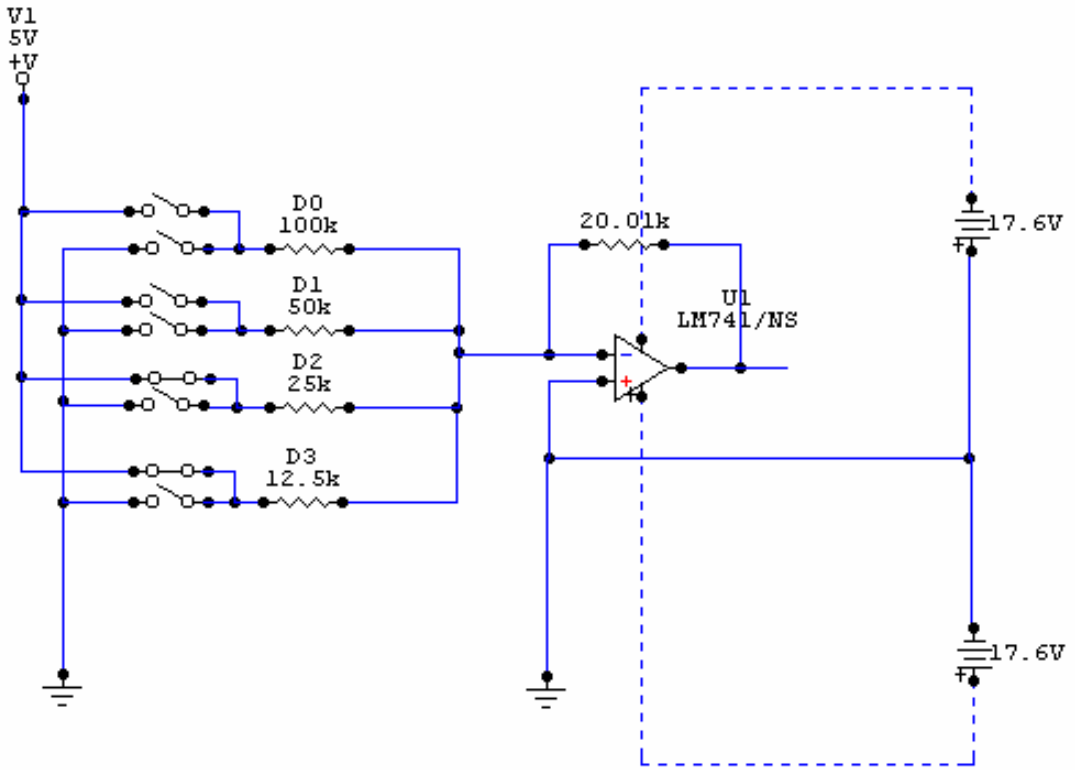
- مكبر العمليا ت التشغيلي LM٧٤١
- بطاريتان بقيمة ١٧,٦ V
- خمسة مقاومات ذات قيم مختلفة Resistors
- ثمانية مفاتيح منطقية من النوع SPST Switch
- نقطة جهد يتم قيمتها ٥V وهي من النوع +V
- أرضي GROUND.

الجزء العملي (المحاكاة)

بعد استخراج العناصر المطلوبة من مكتبة البرنامج يمكن رسم الدائرة المبينة في الشكل ٤ - ١٥. أما بالنسبة لطريقة عمل الدائرة فتتلخص فيما يلي :

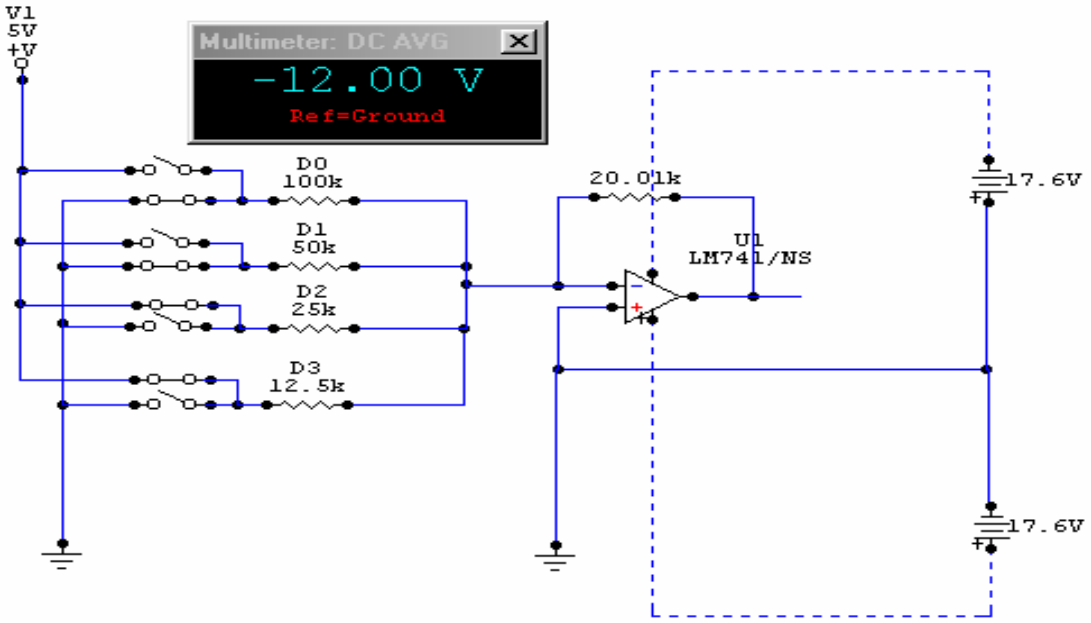
١ - لقد تم وضع المقاومات في هذه الدائرة بحيث تمثل أوزان الأرقام الثنائية ابتداءً من الخانة الثنائية الدنيا LSB(Least Significant Bit) والتي تمثلها المقاومة الأولى D_0 وهكذا انتهاءً بالمقاومة D_3 والتي تمثل الرقم ذا القيمة العليا MSB (Most Significant Bit) بحيث أنه لو تم توصيل المقاومة العلوية بالقيمة ٥V فإن ذلك يتسبب في مرور تيار في هذه المقاومة مقداره ٥٠ مايكرة أمبير والذي بدوره يمر في مقاومة التغذية الخلفية والتي قيمتها تساوي ٢٠,٠١ K حيث يولد ذلك فرق جهد على خرج المكبر مقدارة يساوي ١V□ .

٢ - لنفترض أننا أدخلنا الرقم الثنائي ١١٠٠ والذي يمثل الرقم ١٢ في النظام العشري وذلك بإغلاق بتوصيل المقاومتين D_2D_3 على مصدر الجهد بيمنا يتم توصيل المقاومتين D_0D_1 إلى الأرضي وبالتالي نكون قد كونا الرقم الثنائي ١٢ وعندئذ يتم مرور التيارين الأول الناتج عن توصيل المقاومة D_2 ويساوي $I_3 = \frac{5V}{12.5K\Omega} = 0.4mA$ بينما التيار الناتج عن توصيل المقاومة D_1 يساوي $I_2 = \frac{5V}{25K\Omega} = 0.2mA$ وبالتالي يكون قيمية فرق الجهد على خرج مكبر العمليات التشغيلى مساوياً للقيمة $Vout = -[(0.4mA + 0.2mA)*20K\Omega] = -12V$ وهو ما نراه على الشكل ٤ -١٦.



شكل ٤ -١٥: دائرة محول إشار رقمية إلى تماثلية.

٤ - يلاحظ أنه عند توصيل أي من المقاومات على مصدر الجهد ٥V فإن بقية المقاومات التي لا يراد توصيلها على مصدر الجهد يجب توصيلها إلى الأرضي. كما يلاحظ أنه يوجد لدينا ١٦ احتمالاً لتوصيل هذه المقاومات إلى مصدر الجهد وهي كما هو موضح في الجدول ٤ -١. كما نلاحظ هنا أن قيم فرق الجهد بالسالب وذلك لأننا أدخلنا التيارات على الطرف السالب للمكبر.



شكل ٤ -١٦: الدائرة بعد تشغيل أداة المحاكاة وتوصيل الرقم الثنائي ١٢.

D_3	D_2	D_1	D_0	Vout(-V)
٠	٠	٠	٠	٠
٠	٠	٠	١	١
٠	٠	١	٠	٢
٠	٠	١	١	٣
٠	١	٠	٠	٤
٠	١	٠	١	٥
٠	١	١	٠	٦
٠	١	١	١	٧
١	٠	٠	٠	٨
١	٠	٠	١	٩
١	٠	١	٠	١٠
١	٠	١	١	١١
١	١	٠	٠	١٢
١	١	٠	١	١٣
١	١	١	٠	١٤

١٥	١	١	١	١

جدول ٤ -١: جدول قيم فرق الجهد الناتج عن توصيل المقاومات بجميع الاحتمالات.

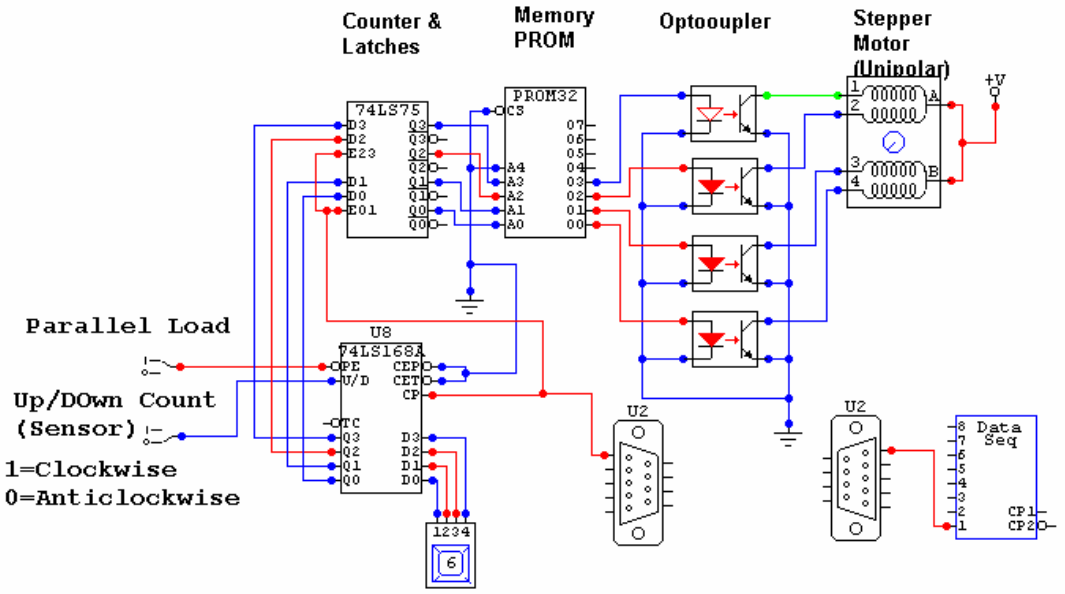
٤ -٦ تصميم دوائر ربط الأجهزة الخارجية مع الحاسب

الجزء النظري (تحليل الدائرة) :

يراد تصميم دائرة محرك الخطوة بحيث يمكن التحكم فيه عن طريق الحاسب الآلي وذلك باستخدام مخرج الموائمة (Interface) التسلسلي Serial port (DB٩) والمتوازي Parallel Port (DB٢٥).

الحل:

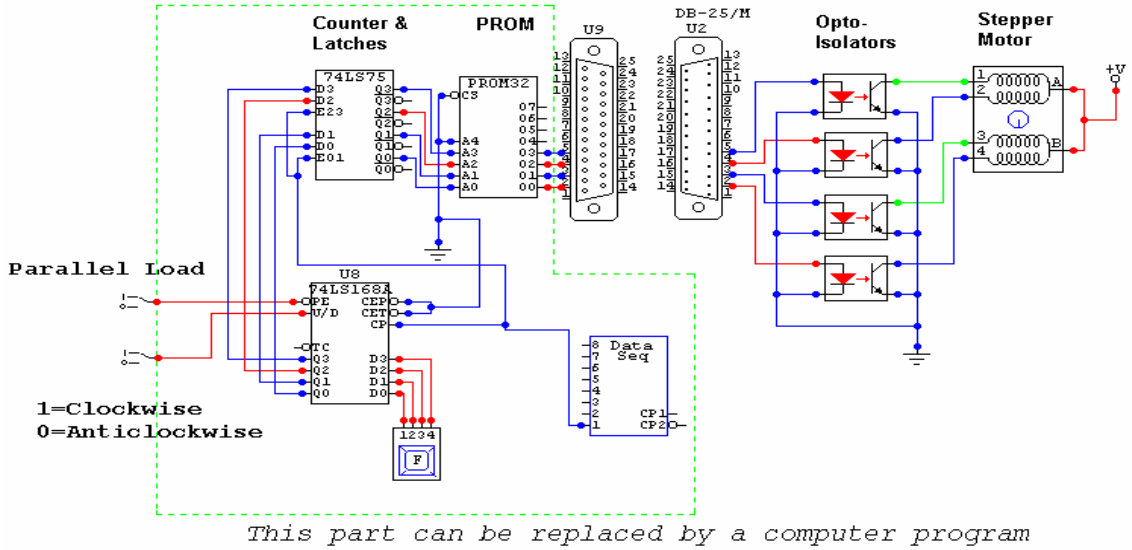
هذا المثال في شرحه يشبه تماماً المثال الذي سبق وأن شرحناه في دائرة التحكم في محرك الخطوة في الفقرة ٤ -٢ السابقة . في حالة مخرج الموائمة التسلسلي للحاسب يمكن التوصيل كما هو موضح في الدائرة المبينة في الشكل ٤ -١٧.



شكل ٤ -١٧: التحكم في محرك الخطوة باستعمال مخرج الموائمة التسلسلي للحاسب الشخصي.

حيث أننا هنا استعملنا فقط طرف الموائمة التسلسلي المتوفر في مكتبة البرنامج تحت العنوان macro حيث تم استخدامه بحيث أن الجزء من الدائرة في الشكل السابق والمتمثل ب Data Sequencer يمكن الاستعاضة عنه باستخدام برنامج حاسب مثلاً مكتوب بلغة السي أو الفيجوال بيسك المرئي أو باسكال أو السي بلس بلس أو الأسمبلي أو أية لغة أخرى بحيث يقوم البرنامج بعمل حلقة Loop بحيث يقوم بإخراج الرقمين الصفر والواحد المنطقيين وبينهما بعض التأخير الزمني . أما بالنسبة لطريقة عمل الدائرة فهي تماماً نفس الدائرة التي قمنا بشرحها في الفقرة ٤ -٢ السابقة من هذا الفصل.

أما في حالة الدائرة التحكم في محرك الخطوة باستخدام مخرج التوازي فيمكن استعمال مخرج التوازي الأول LPT١ أو الثاني LPT٢ حيث إن عنوان المخرج الأول كرقم في النظام السداسي عشري هو الرقم **٠x٣٧٨** أما مخرج التوازي الثاني فعنوانه **٠x٢٧٢** حيث أن الجزء من الدائرة المبينة في الشكل ٤ -١٨ والموجود في الجهة اليسرى من الشكل والمحاط بالمضلع المنقط فيمكن استخدام برنامج حاسب ليقوم مقامه بحيث يقوم بكتابة متوالية الأعداد اللازمة لتشغيل محرك الخطوة على مخرج الطابعة المتوازي وحيث أن مخرج الطابعة المتوازي مكون من نوعين من التوصيلات وهما الجزء الأول مذكر Male connection حيث يتكون من خمسة وعشرين مسماراً صغيراً pin مصنعة على شكل حرف D بحيث يتم توصيل هذا الجزء بدائرة المحرك أما الجز المؤنث Female connection فيكون عادة موجود في الحاسب الآلي وهو مخرج الطابعة وهو مكون من خمسة وعشرين فتحة صغيرة تشكل حرف D و البيانات التي نريد كتابتها على مخرج التوازي نقوم بكتابتها على الأرجل من $D_0D_1D_2D_3$.



يمكن الاستعاضة عن الجزء المنقط ببرنامج حاسب بلغة السى مثلا

شكل ٤ -١٨: استخدام مخرج التوازي في التحكم في محرك الخطوة.

تصميم بواسطة الحاسب

الدوائر المطبوعة

جميع الحقوق محفوظة للمؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

٥ -١ مقدمة :

الأهداف السلوكية :

بعد دراسة هذ الوحدة يتمكن المتدرب من :

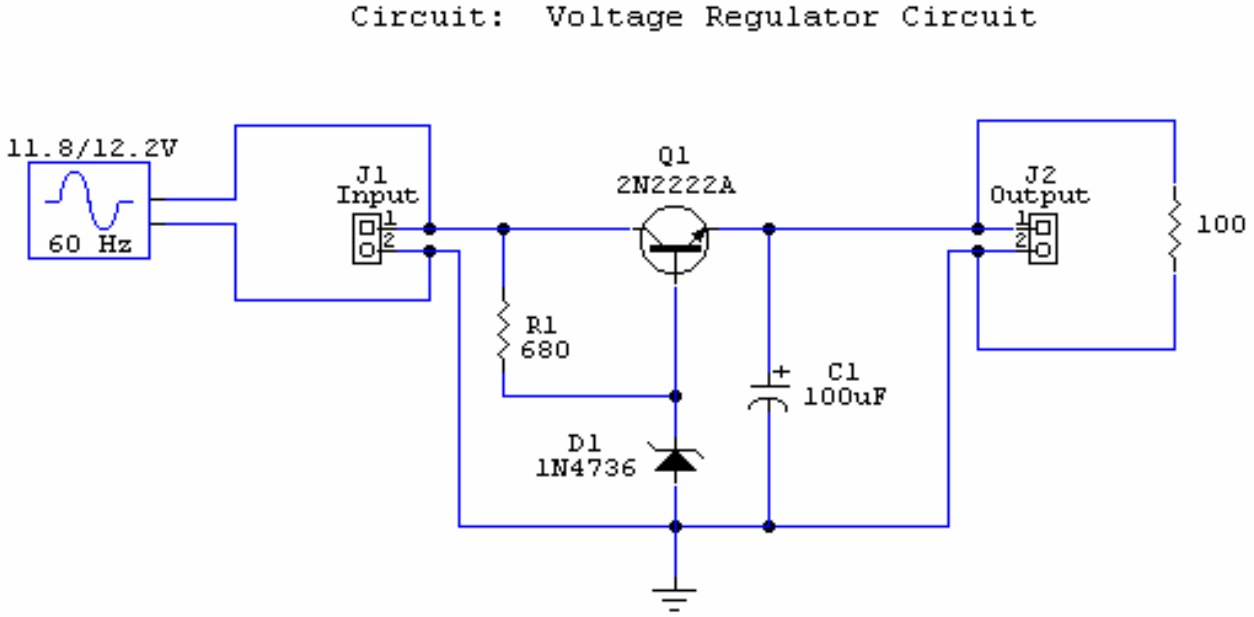
- ✓ تحويل الدائر التخطيطية Schematic Diagrams إلى دوائر الكترونية مطبوعة.
- ✓ طباعة الطبقات المكونة منها الدائرة المطبوعة تمهيداً لعملها في المعمل.

في الوحدة السابقة تمت دراسة بعض التطبيقات العملية وذلك عن طريق تحليل وتصميم الدائرة ثم عمل الدائرة التخطيطية اللازمة لتنفيذ ذلك التصميم وإظهاره إلى حيز الوجود كدائرة تعمل. الخطوة التالية بعد عملية إختبار الدائرة الإلكترونية عن طريق البرنامج والتأكد من صحة عملها هي تحويل هذه الدائرة إلى دائرة إلكترونية مطبوعة عن طريق برنامج الرسم بحيث يمكن بعد ذلك تحويل هذه الدائرة إلى دائرة حقيقية بطريقتين الأولى ، عن طريق أجهزة خاصة ومتطورة تقوم بأخذ الدائرة المطبوعة وتحولها أتوماتيكياً إلى دائرة مطبوعة وتقوم أيضاً بعمل ثقوب بها ومن ثم وضع العناصر الإلكترونية اللازمة بها ولحامها ومن ثم استخدام الدائرة التي حصلنا عليها في تطبيقات عملية في الحياة وهذا يتم في المصانع التي تقوم بإنتاج الدوائر الإلكترونية المطبوعة لمختلف الأجهزة الإلكترونية وحسب مواصفات خاصة وعلى نطاق واسع Mass production. أما الطريقة الثانية فتتم بأخذ الدائرة المطبوعة التي حصلنا عليها من برنامج الرسم في المعمل بحيث يتم تصويرها على لوحة نحاسية ثم باستخدام أحماض خاصة يتم التخلص من النحاس الزائد من على اللوحة أما بقية النحاس الموجود على اللوحة فيمثل مسارات التوصيل على الدائرة بين مختلف العناصر والمكونات الإلكترونية أو بمعنى إخر أن النحاس المتبقى على اللوحة هو نسخة من الدائرة المطبوعة التي حصلنا عليها من البرنامج.

٥ -٢ تحويل الرسم التخطيطي إلى دائرة مطبوعة :

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

١ - في البداية يجب أن يكون لدينا دائرة تخطيطية قد تم بناؤها باستخدام برنامج الرسم CircuitMaker حيث يتم تحويل هذه الدائرة باستخدام أداة تحويل الدوائر التخطيطية إلى دائرة مطبوعة وفي هذا المثال سنقوم بفتح ملف موجود في البرنامج لدائرة منظم جهد Voltage regulator circuit واسم هذا الملف *PCB.CKT* وكما هو مبين في الشكل ٥ -١.



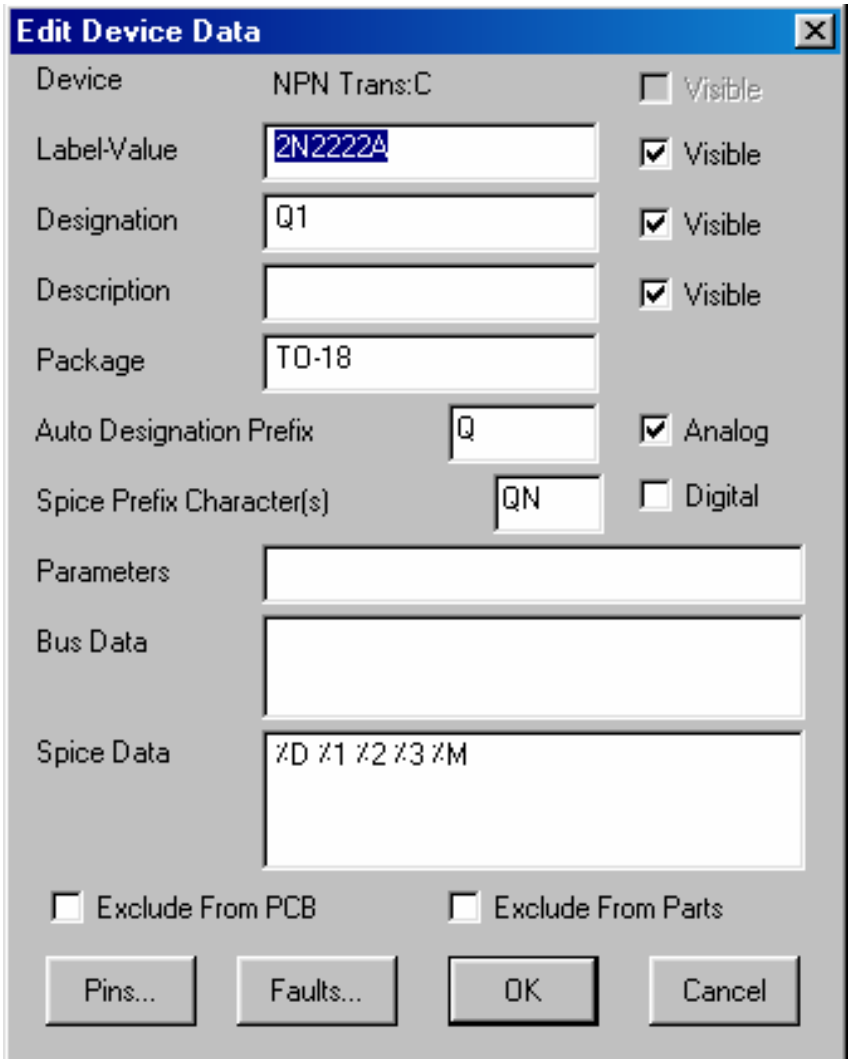
شكل ٥ -١: الدائرة التخطيطية لمنظم الجهد.

٢ - بعد فتح الملف في الخطوة الأولى نحتاج في الخطوة التالية إلى تكوين قائمة تسمى *netlist* تحتوي على سلسلة من النقاط (أي نقاط التوصيل للعناصر المختلفة)، والعناصر والمسارات المختلفة والتي يسترشد بها برنامج TraxMaker لرسم الدائرة المطبوعة.

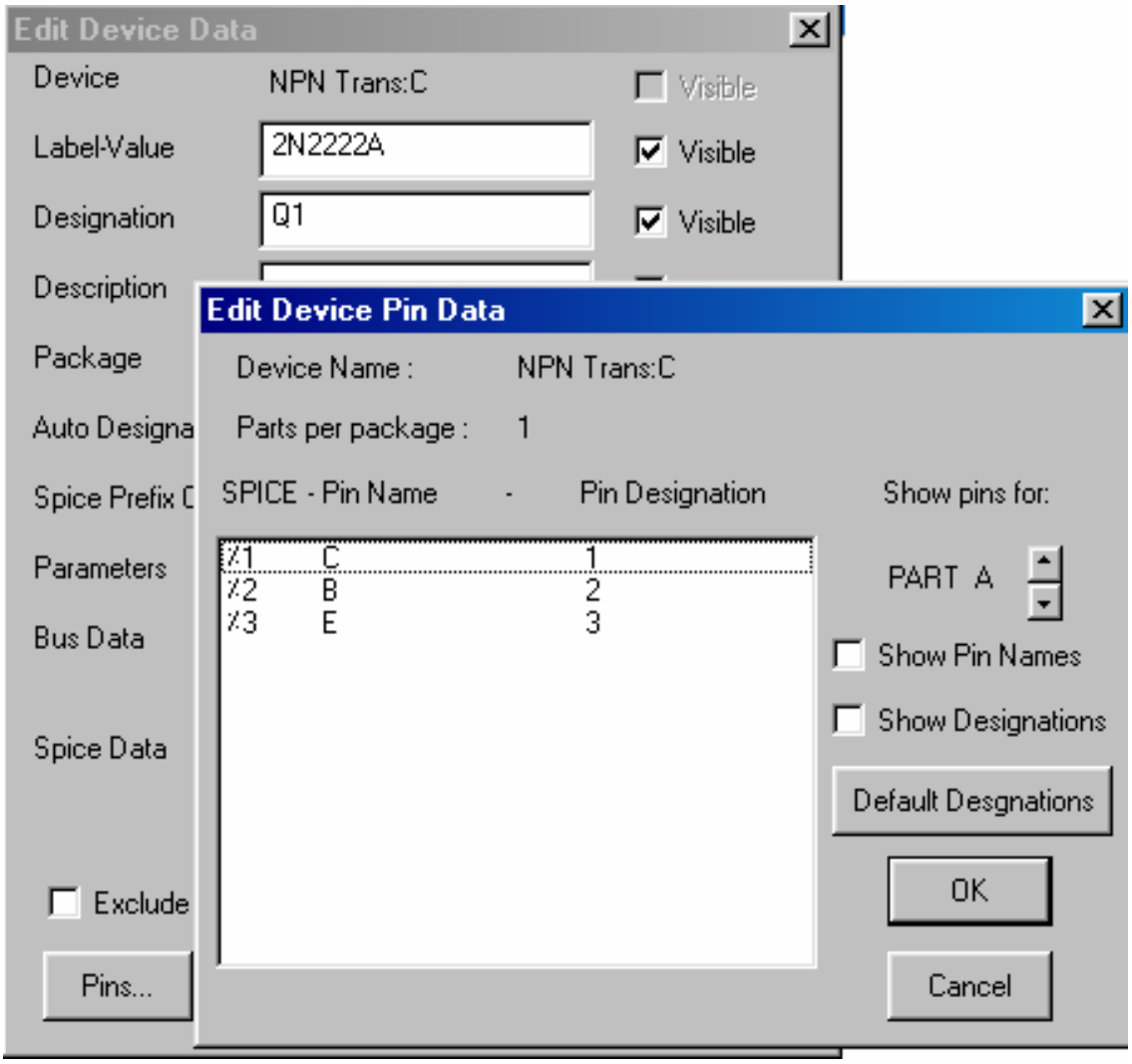
٢ - كل عنصر في الدائرة الموضحة في شكل ٥ -١ يجب أن يكون له قيمة اسمية تدل عليه وتسمى Label-Value مثل أن يظهر في الدائرة التخطيطية السابقة الترانزستور قيمته الاسمية هي الرقم الذي عن طريقة يمكننا عن طريقة الحصول على هذا الترانزستور وفي هذا المثال ٢N٢٢٢٢A كذلك يجب أن يكون له اسم يدل عليه Designation مثل Q_1 كما يجب أن

يكون له اسم العائلة أو الفصيلة Package التي ينتمي إليها فمثلاً في هذه الحالة لدينا بالنسبة للترانزستور ١٨□TO كما يجب أن يكون لهذا العنصر في الدائرة أطراف حيث أنه في حالة الترانزستور لدينا ثلاثة أطراف وهي المجمع Collector والقاعدة Base والباعث Emitter.

الشكل ٥ -٢ يوضح نافذة بيانات الترانزستور الموجود في الدائرة التخطيطية السابقة كما أن الشكل ٥ -٣ يوضح أطراف الترانزستور وذلك بعد الضغط على الاختيار Pins في أسفل نافذة بيانات الترانزستور والموضحة في الشكل ٥ -٢. كما نلاحظ أن نافذة البيانات لمولد الإشارات وكذلك مقاومة الحمل ليست من ضمن ما نريد عمله في الدائرة المطبوعة ولذلك ستجد أنه عند إظهار نافذة البيانات للمولد ومقاومة الحمل سنجد في آخر النافذة كالتي في الشكل ٥ -٢ والخاصة بكل منهما أننا استثنيناهما من الدائرة المطبوعة وكذلك من قائمة العناصر حيث أننا نجد أن المربعين الأخيرين في النافذة التي في شكل ٥ -٢ والخاصة بهما قد تم التأشير عليهما.

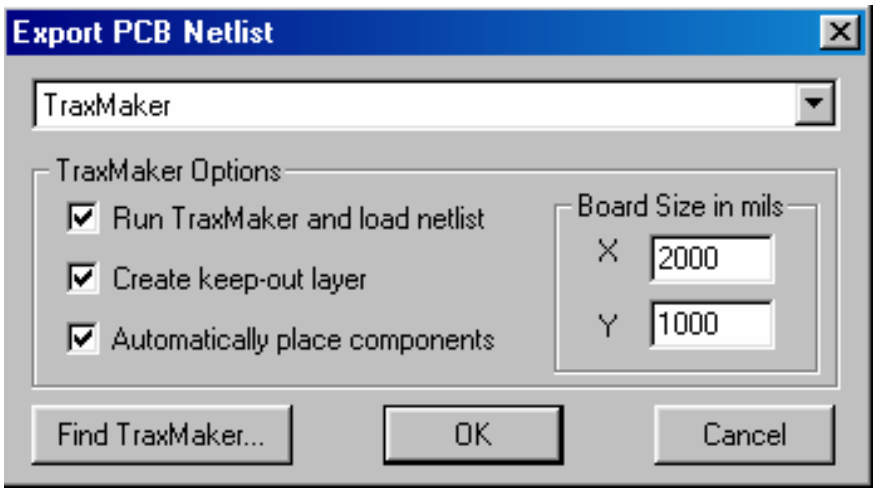


شكل ٥ -٢: نافذة بيانات الترانزستور.



شكل ٥ -٣: نافذة بيانات أطراف الترانزستور.

٣ - الخطوة التالية هي تنشيط أداة تحويل الدوائر التخطيطية إلى دائرة مطبوعة وذلك بالنقر عليها بواسطة الفأرة حيث نحصل على النافذة الموضحة في الشكل ٥ -٤.

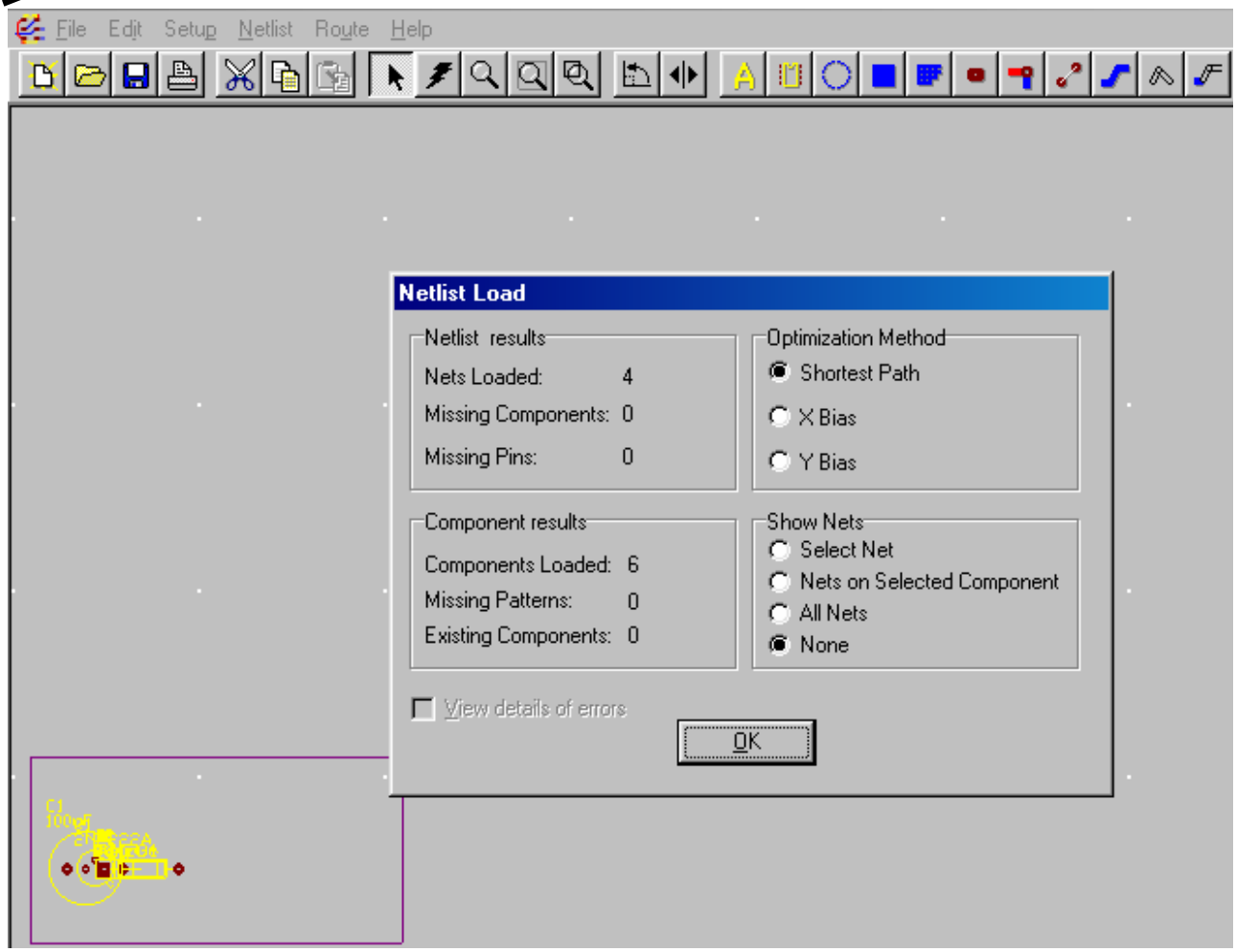


شكل ٥ -٤: النافذة التي نحصل عليها بعد تنشيط أداة الحصول على الدائرة المطبوعة.

هنا نقوم بتعديل مقاسات اللوحة التي نريد الحصول عليها حيث نرى في الشكل ٥ -٤ أننا أدخلنا القيمة X= ٢٠٠٠ mil للإحداثي السيني Y= ١٠٠٠ mil للإحداثي الصادي في النافذة السابقة حيث أن ١mil = ٠,٠٠١ inch = ٠,٠٢٥٤ mm أي أنه وحدة قياس لأبعاد اللوحة المطبوعة المرغوب الحصول عليها. هنا لا بد أن لا ننسى من أن الخيارات الموجودة في الشكل ٥ -٤ مؤشر عليها.

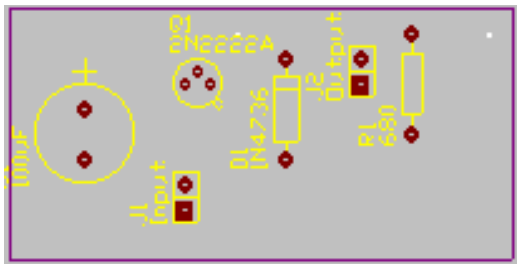
٤ - بعد الضغط على الاختيار OK في النافذة السابقة فإن برنامج TraxMaker سوف يقوم بإظهار نافذة جديدة بغية حفظ القائمة netlist وذلك باستخدام اسم الملف السابق ولكن بالامتداد الجديد وهو ***PCB.net*** وهنا نقوم بالنقر على الاختيار Save أي حفظ الملف.

٥ - الخطوة التالية هي أن برنامج TraxMaker سوف يقوم بإظهار شاشة رسم الدائرة المطبوعة الموضحة في الشكل ٥ -٥.



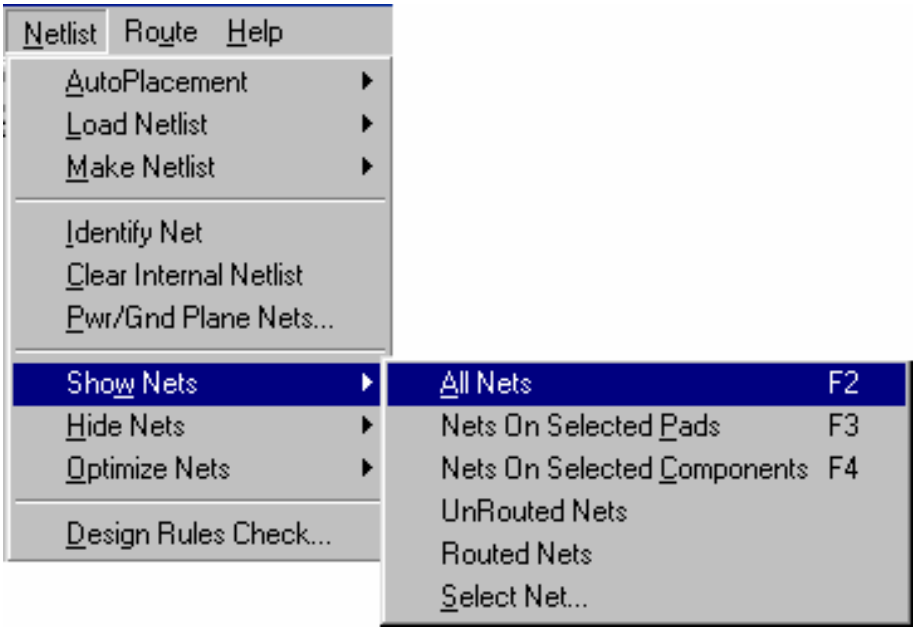
شكل ٥ -٥: شاشة رسم الدائرة المطبوعة.

هنا تظهر النافذة التي في الشكل السابق وفيها تقرير عن عدد العناصر التي في الدائرة حيث نقوم هنا بالنقر على الاختيار OK حيث تظهر لنا عناصر الدائرة المطبوعة بشكل أفضل من السابق وكما هو موضح في الشكل ٥ -٦. نلاحظ أيضاً أنه يوجد نافذة صغيرة في الجزء السفلي الأيسر من شاشة الرسم في الشكل ٥ -٥ ويظهر فيها عناصر الدائرة المطبوعة ولكن موضوعة بصورة يصعب فهمها كما هو موضح في الشكل السابق (٥ -٥).



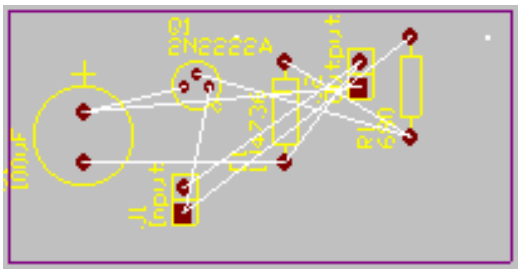
شكل ٥ -٦: الدائرة المطبوعة بعد النقر على الاختيار OK في النافذة السابقة.

٦ - الخطوة التالية هي أننا نذهب إلى خيار قائمة الشبكة Netlist ونقوم بالنقر عليه ثم نختار All Nets كما هو موضح في الشكل ٥ -٧.



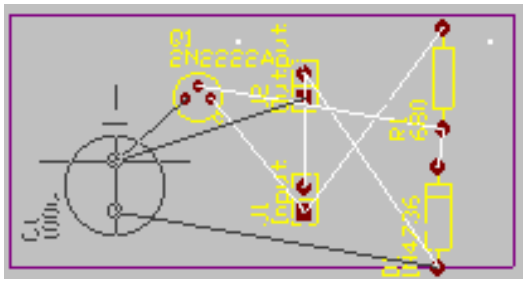
شكل ٥ -٧: اختيار قائمة الشبكة.

٧ - بعد النقر على الخيار السابق في الشكل ٥ -٧ سيقوم البرنامج بمحاولة الحصول على أقصر مسار بين العناصر المختلفة بحيث نحصل على الدائرة المطبوعة الموضحة في الشكل ٥ -٨.



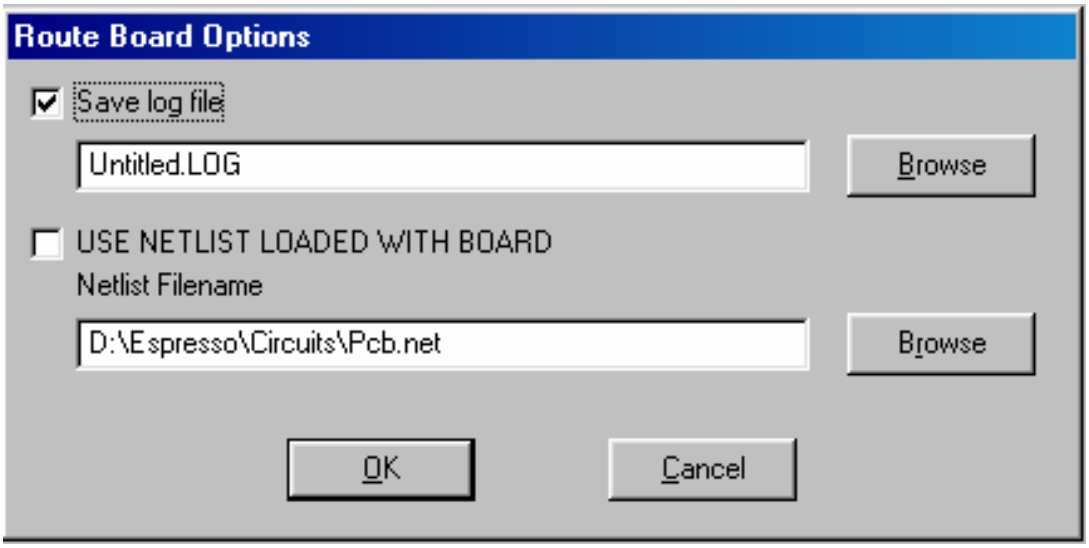
شكل ٥ -٨: الدائرة وفيها المسارات موضحة بين العناصر.

٨ - هنا يمكننا التدخل بعض الشيء بحيث يمكن تحريك بعض العناصر إلى أماكن مختلفة وذلك بالنقر على العنصر المطلوب بزر الفأرة الأيسر واستمرار الضغط مع التحريك بحيث تصبح اللوحة المطبوعة كما هو موضح في الشكل ٥ -٩.



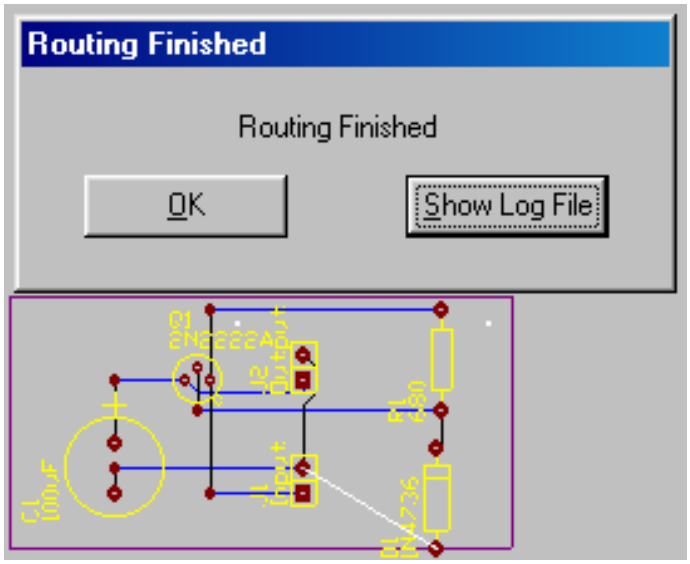
شكل ٥ -٩: الدائرة المطبوعة بعد تحريك بعض العناصر فيها.

٩ - الآن نذهب إلى خيار توصيل العناصر Route ونختار الاختيار Board وعندها سنحصل على النافذة الموضحة في الشكل ٥ -١٠.



شكل ٥ -١٠: اللوحة المطبوعة بعد التوصيل بين العناصر.

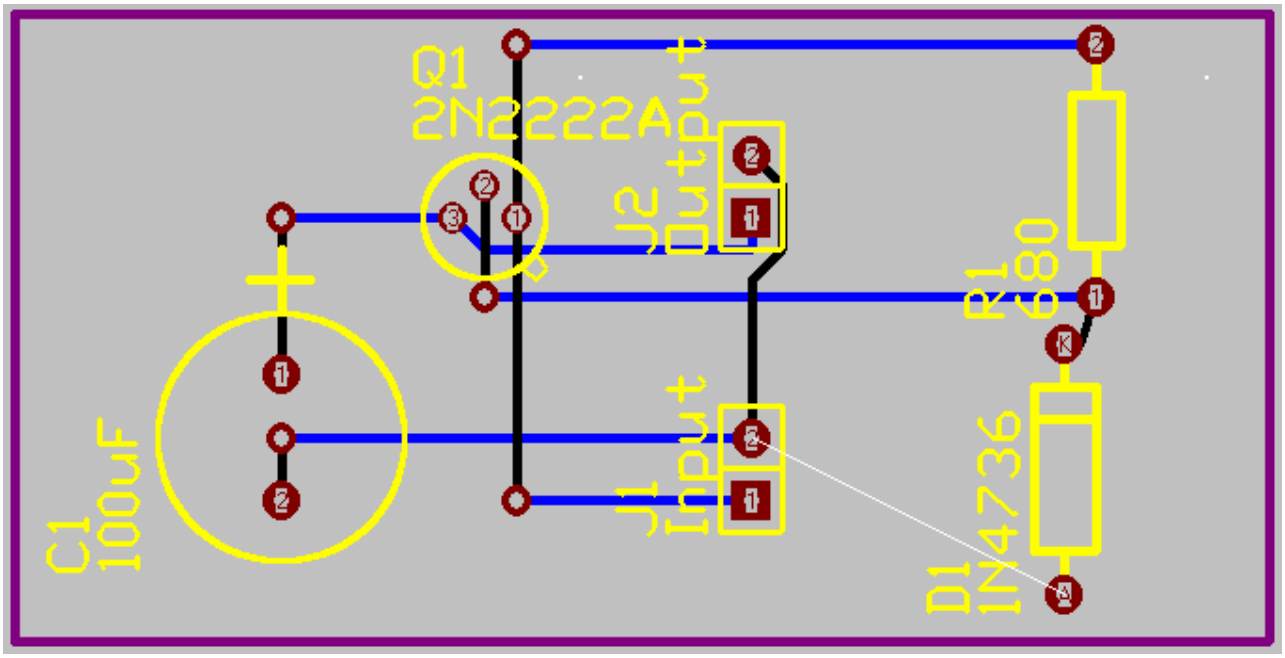
هنا نقوم بالنقر على الاختيار OK وعندها نحصل على الدائرة المطبوعة الموضحة في الشكل ٥ -١١.



شكل ٥ -١١: الدائرة الالكترونية المطبوعة.

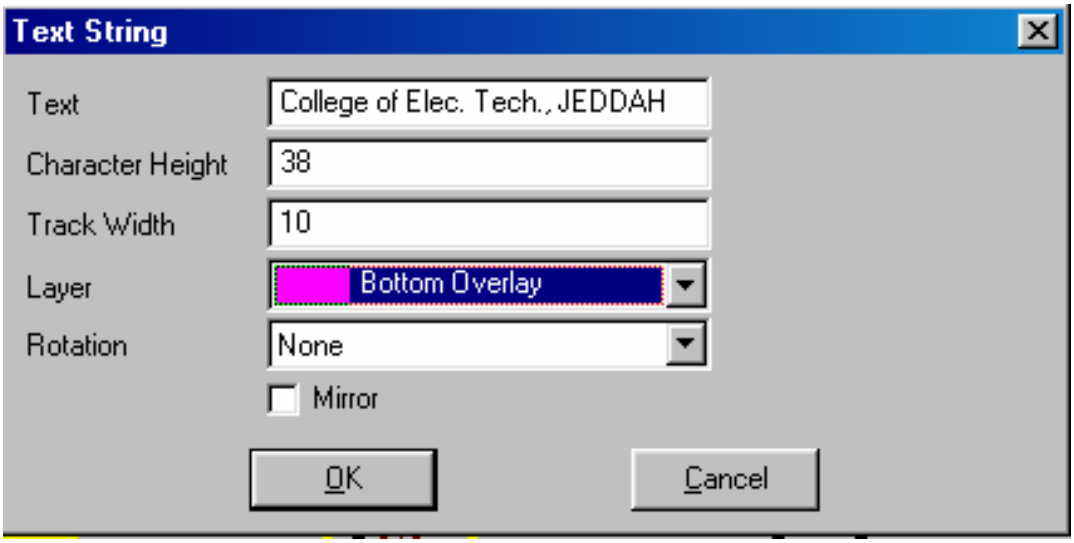
وكما نرى من الشكل السابق أن هناك نافذة تفيد أن عملية التوصيل قد تمت بنجاح.

بعد ذلك نذهب إلى اختيار التكبير Zoom ومنه نختار Fit Board to Window وعندها نحصل على اللوحة المطبوعة المبينة في الشكل ٥ -١٢.



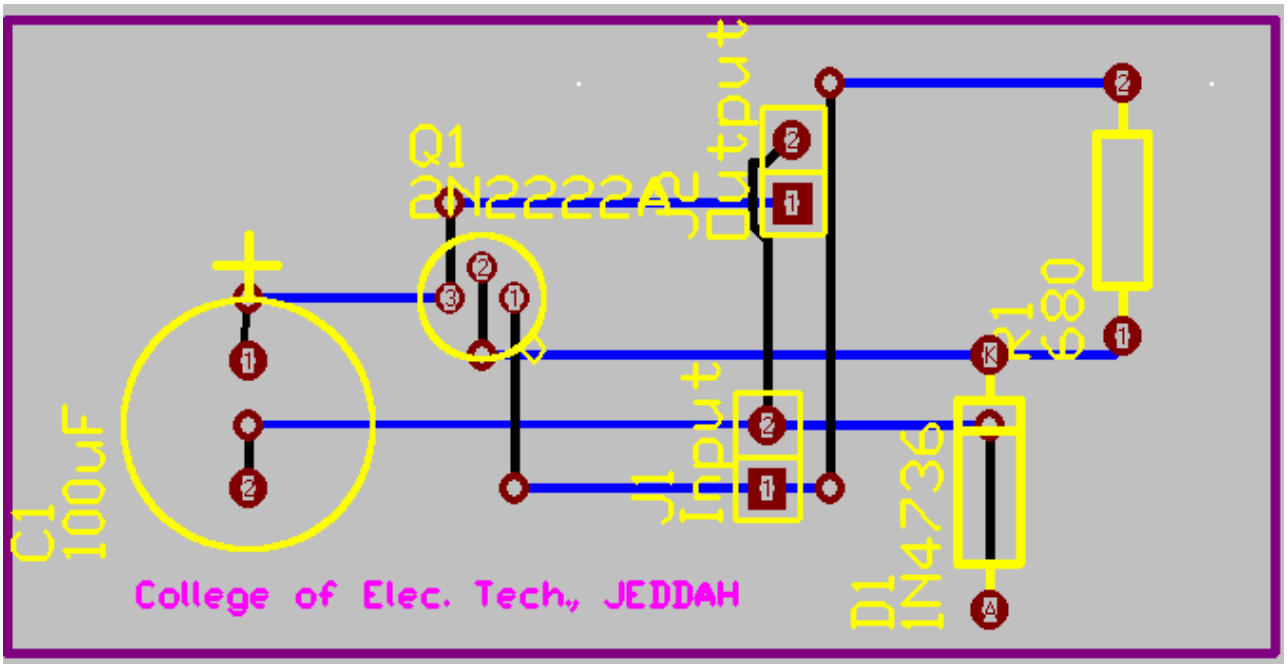
شكل ٥ -١٢: اللوحة المطبوعة بعد التكبير.

١٠ - الخطوة التالية هي كتابة بعض المعلومات على اللوحة المطبوعة مثل الاسم أو اسم الكلية حيث نقوم باختيار Edit ومنه نختار Place ومن ثم نختار Text String وعندها نحصل على النافذة المبينة في الشكل ٥ -١٣.



شكل ٥ -١٣: النافذة التي تظهر عند اختيار Text String.

حيث يمكن كتابة أي شيء نريده بالإضافة إلى لون الطبقة العليا وهل نرغب في أن تكون الكتابة ملفوفة بزاوية أو مقلوبة وهكذا بحيث تظهر اللوحة المطبوعة في النهاية كما هو مبين في الشكل ٥ - ١٤.

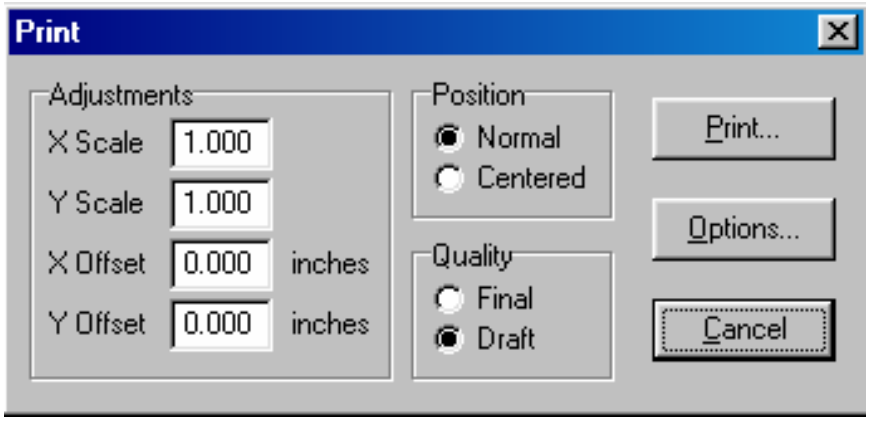


شكل ٥ -١٤: اللوحة المطبوعة بعد الكتابة عليها.

٥ -٣ طباعة اللوحة المطبوعة :

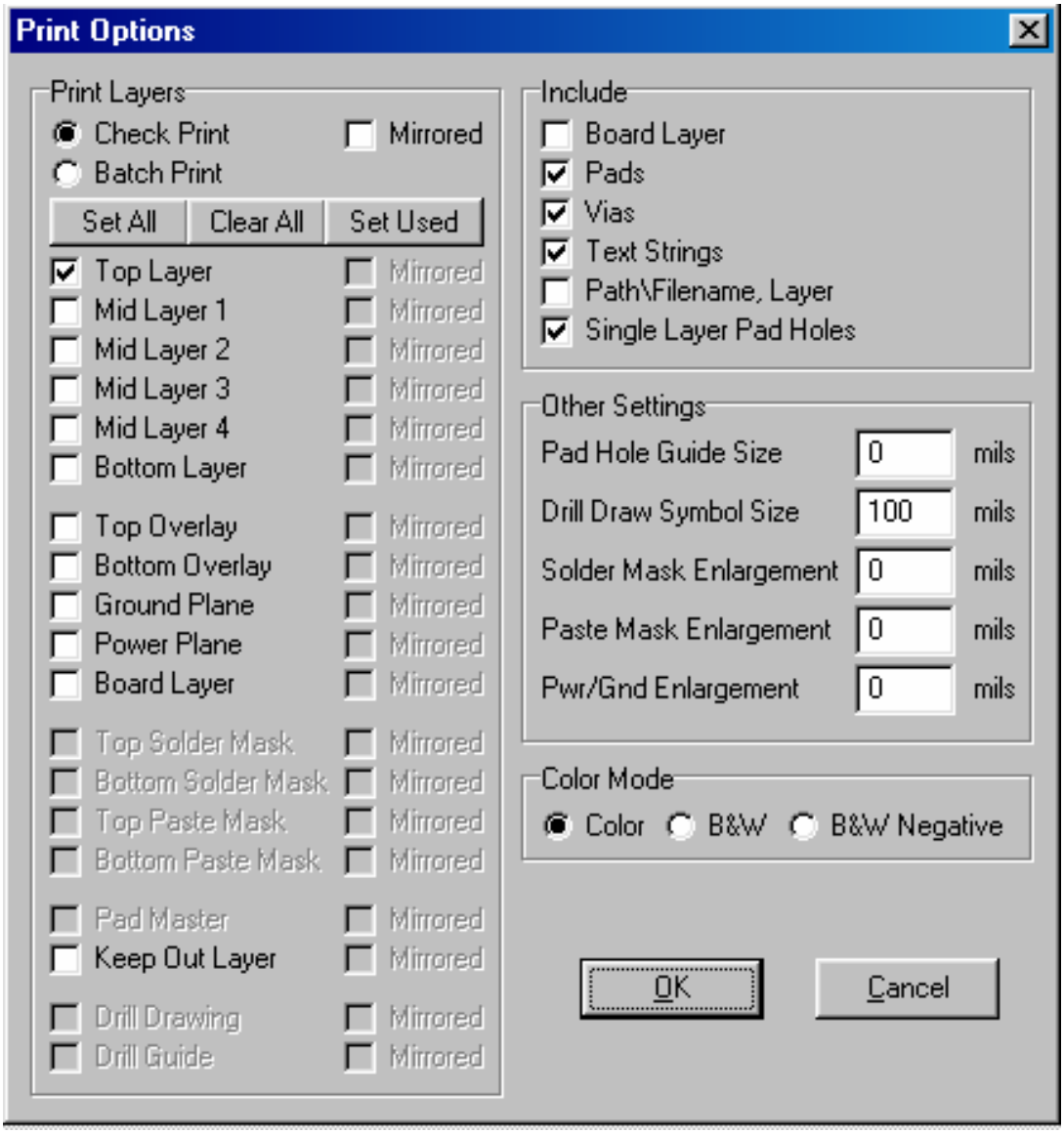
عندما نرغب في طباعة الدائرة المطبوعة فإننا نتبع الخطوات التالية :

١ - نذهب إلى قائمة ملف ثم نختار أمر الطباعة فنحصل على النافذة المبينة في الشكل ٥ - ١٥.



شكل ٥ -١٥: نافذة الطباعة.

٢ - نقوم باختيار Options وهنا تظهر النافذة المبينة في الشكل ٥ -١٦.



شكل ٥ -١٦: نافذة طباعة الطبقات في اللوحة المطبوعة.

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

المراجع

١- Kleitz, W., Digital Electronics A Practical Approach, ٥th edition, Prentice Hall, ١٩٩٩.

٢- Kirkpatrick, J. M., Electronic Drafting and Printed Circuit Board Design, Galgotia Publications pvt. Ltd, ١٩٨٨.

٣- Malvino, A. P., Electronic Principles, ٥th edition, Glencoe, ١٩٩٣.

٤- Boylestad, R. L., Introductory Circuit Analysis, ٦th edition, Maxwell Macmillan, ١٩٩٠.

٥- Kimber, W. , Practical Digital Electronics for Technicians, ٢nd edition, Newnes, ١٩٩٧.

٦- Floyd, T. L., Fundamentals of Linear Circuits, Prentice Hall, ١٩٩٢.

٧- CircuitMaker Manual.

٨- TraxMaker Manual.

٩- http://www.airborn.com.

المحتويات

الوحدة الأولى : المكونات العامة لتصميم الدوائر وأساسيات التعامل معها ١
١ -١مقدمة ٢
١ -٢وصف مكونات الدوائر الإلكترونية ٢
١ -٣وصف مكونات الدوائر ٥
١ -٤تجميع الدوائر الإلكترونية ٨
١ -٥المميزات العامة لاستخدام الرسم بواسطة الحاسب وأهميته في الصناعة ٩

الوحدة الثانية : كيفية التعامل مع برنامج الرسم من خلال بيئة النوافذ ١٢
٢ -١ مقدمة ١٢
٢ -٢ تشغيل البرنامج ١٣
٢ -٣ شريط الأدوات ٦٢
٢ -٣ -١ السهم ٦٣
٢ -٣ -٢ أداة التوصيل بين عناصر الدائرة ٧٠
٢ -٣ -٢ -١ توصيل عنصرين ببعضهما ٧٠
٢ -٣ -٢ -٢ استعمال خطوط التوصيل كخطوط منقطة ٧١
٢ -٣ -٢ -٣ توصيل خطوط بيانات مشتركة ٧٢
٢ -٣ -٣ أداة الكتابة ٨٢
٢ -٣ -٤ أداة المسح ٨٣
٢ -٣ -٥ أداة التكبير والتصغير ٨٥
٢ -٣ -٦ أداة الدوران ٨٦
٢ -٣ -٧ أداة المرآة أو الصورة العاكسة ٨٦
٢ -٣ -٨ أداة المحاكاة التماثلية / الرقمية ٨٦
٢ -٣ -٩ أداة إرجاع الحالة الابتدائية لعملية المحاكاة ٨٧

٢ -٣ -١٠ أداة الخطوة الواحدة ٨٧
٢ -٣ -١١ أدا البدء أو إنهاء عملية المحاكاة ٨٨
٢ -٣ -١٢ أداة الفحص (المسبار) ٨٨
٢ -٣ -١٣ أداة التتبع ٩٠
٢ -٣ -١٤ أداة شكل الشكل الموجي ٩١
٢ -٣ -١٥ أداة القطع الإلكترونية ٩١
٢ -٣ -١٦ أداة البحث بالاسم أو الرقم أو الوصف ٩٢
٢ -٣ -١٧ أداة الماكروز ٩٣
٢ -٣ -١٨ أداة المساعدة ٩٣
٢ -٣ -١٩ أداة رسم الدائرة المطبوعة ٩٤
٢ -٤ تحريك عنصر في دائرة ٩٤
الوحدة الثالثة : الدوائر المتقدمة ٩٥
٣ -١ مقدمة ٩٥
٣ -٢ أمثلة على الدوائر التماثلية ٩٦
٣ -٣ أمثلة على الدوائر الرقمية ١٣٨
٣ -٣ -١ العدادات ١٤٨
٣ -٣ -٢ مسجل الإزاحة ١٥٨
٣ -٣ -٣ المقارن ١٦٧
٣ -٤ دالة القفز ١٧٥
٣ -٥ دوائر رقمية إضافية ١٧٩
الوحدة الرابعة : تطبيقات عملية (تصميم ١٨٣
٤ -١ مقدمة ١٨٣
٤ -٢ تشغيل منصة صاروخ ١٨٤
٤ -٣ التحكم في اتجاه حركة محرك الخطوة ١٩٠
٤ -٤ دائرة التحكم في نظام إنذار ١٩٧
٤ -٥ تصميم دائرة للتحويل من إشارة رقمية إلى تماثلية ٢٠٣

٤ -٦ تصميم دوائر ربط الأجهزة الخارجية مع الحاسب ٢٠٧

الوحدة الخامسة : الدوائر المطبوعة ٢٠٩

٥ -١ مقدمة ٢٠٩

٥ -١ تحويل الرسم التخطيطي إلى دائرة مطبوعة ٢٠٩

٥ -٣ طباعة اللوحة المطبوعة ٢٢١

المراجع ٢٢٣

تقدر المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني الدعم

المالي المقدم من شركة بي آيه إي سيستمز (العمليات) المحدودة

GOTEVOT appreciates the financial support provided by BAE SYSTEMS