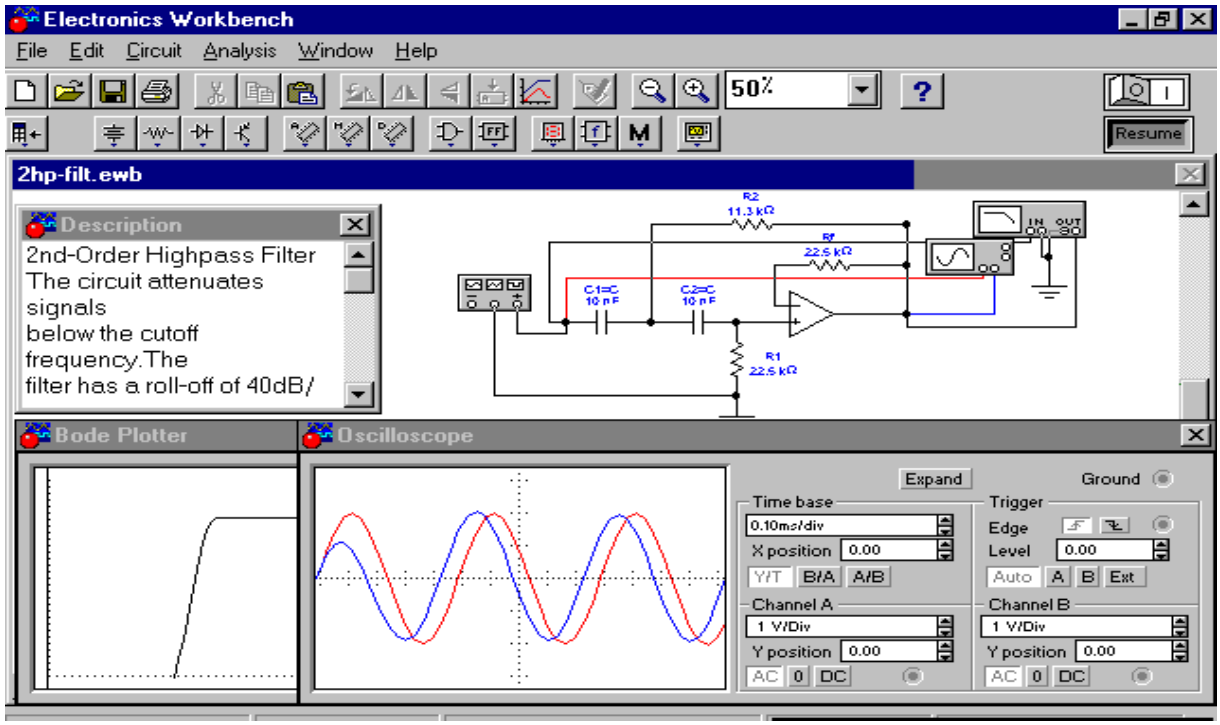
المملكة العربية السعودية

المؤسسة العامة للتعليم الفني والتدريب المهني

المعهد الملكي الثانوي الصناعي

محاكاة الدوائر الإلكترونية



الصف الثالث

الفصل الدراسي الأول

تأليف

الدكتور منصور عبد العزيز الزعير

كلية علوم الحاسب والمعلومات

جامعة الملك سعود

مقدمة

إن الحمد لله نحمده وستعينه ونستهديه ونعوذ بالله من شرور أنفسنا وسيئات أعمالنا، من يهده الله فلا مضل له ومن يضلل فلا هادي له وأشهد أن لا اله إلا الله وحده لا شريك له، أما بعد

يهدف هذا الكتاب إلى التعريف بكيفية استخدام الحاسب الآلي كمنضدة عمل إلكترونية عن طريق استخدام برنامج Electronic Workbenchأو ما يعرف اختصارا بـ EWB. الوصف الكامل لطريقة استخدام EWBموجود في الكتب الملحقة بالبرنامج، وحيث أنها مكتوبة باللغة الإنجليزية فقد ارتأينا تخصيص جزء من هذا المؤلف لتقديم نبذة مختصرة ووافية قدر الإمكان عن هذا البرنامج وعن طريقة استخدامه بالإضافة إلى بعض التطبيقات. من الصعوبة بمكان تغطية جميع استخدامات هذا البرنامج ولكن بالممارسة والتجربة سيتمكن المستخدم من إتقان التعامل مع البرنامج وتطويعه لتصميم ومحاكاة الدوائر.

مما لاشك فيه أن هذا المؤلف ينقصه الكثير و بحاجة الى مراجعة وتطوير، ولكن لضيق الوقت رأينا إظهار النسخة الأولى منه على أن يراجع ويعدل في النسخة التالية بناءً على ما يردنا من ملاحظات، لذا نسأل إخواننا المدرسين والطلاب أن لا يبخلوا علينا بالملاحظات حتى تظهر النسخة القادمة بصورة مرضية ومفيدة للجميع.

المؤلف

الباب الأول

التعريف ببرنامج منضدة العمل الإلكترونية

هذا البرنامج عبارة عن معمل إلكتروني متنقل مضافاً إليه مخزن من القطع الإلكترونية والمنطقية وأجهزة القياس. فباستخدام الفأرة تستطيع اختيار أياً من القطع الإلكترونية من مخزن القطع ومن ثم بناء نموذج للدائرة المراد تصميمها.

بعد ذلك يمكنك تشغيل أو محاكاة هذا النموذج واختباره عن طريق أجهزة القياس المماثلة للأجهـــزة المتوفرة في المعمل الفعلي.

يتميز البرنامج بالعديد من المميزات:

أ. يحتوي على عدد لامحدود من القطع الإلكترونية

ب. يحتوي على معظم أجهزة القياس المستخدمة في المعامل

ج. يحتوي على وسائل عديدة للتحليل

د. سهل الاستخدام، اسحب و ألق (Drag and Drop)

ه.إمكانية تخزين الدوائر و إعادة استخدامها في تصميمات لاحقة

بالإضافة إلى العديد من المميزات الأخرى والتي سيتمكن المستخدم من اكتشافها بالممارسة.

ملحق بالبرنامج الكتب التالية:

- دليل المستخدم (User Guide) للتعريف بطريقة استخدام البرنامج
- المرجع التقني (Technical Reference) وصف مفصل للأجهزة والقطع الملحقة بالبرنامج
- الدوائر المتكاملة والنماذج (IC's and Models) يحتوي على قوائم بجميع الدوائر المتكاملة والتماثليـــة التي يمكن استخدامها داخل البرنامج.
- إرسال واستقبال الدوائر (Importing and Exporting Netlists) لإرسال الدوائر المصممة الى تطبيقات أخرى مثل برنامج تصميم الألواح المطبوعة.

دورة التصميم

عند الرغبة في بناء دائرة ما، يمر التصميم بعدة مراحل يمكن تلخيصها بالخطوات التالية:

١. تحويل المواصفات والمتطلبات الى تصميم وذلك بعمل الحسابات اللازمة واختيار القطع الإلكترونية المناسبة لبناء الدائرة
٢. بناء نموذج للتصميم بواسطة EWB
٣. فحص الدائرة واختبارها عن طريق نظام المحاكاة وأجهزة القياس الموجودة ضمن الـــ EWB للتأكد من عملها حسب المواصفات.
٤. عند وجود أخطاء نرجع إلى الخطوة رقم ٢ لتعديل التصميم. أما في حالة مطابقة الدائرة للمواصفات ننتقل للخطوة رقم ٥
٥. تهيئة الدائرة المختبرة لبرامج تصميم الألواح المطبوعة(Printed Circuit Board, PCB)
٦. إرسال الدائرة إلى برنامج تصميم الألواح المطبوعة

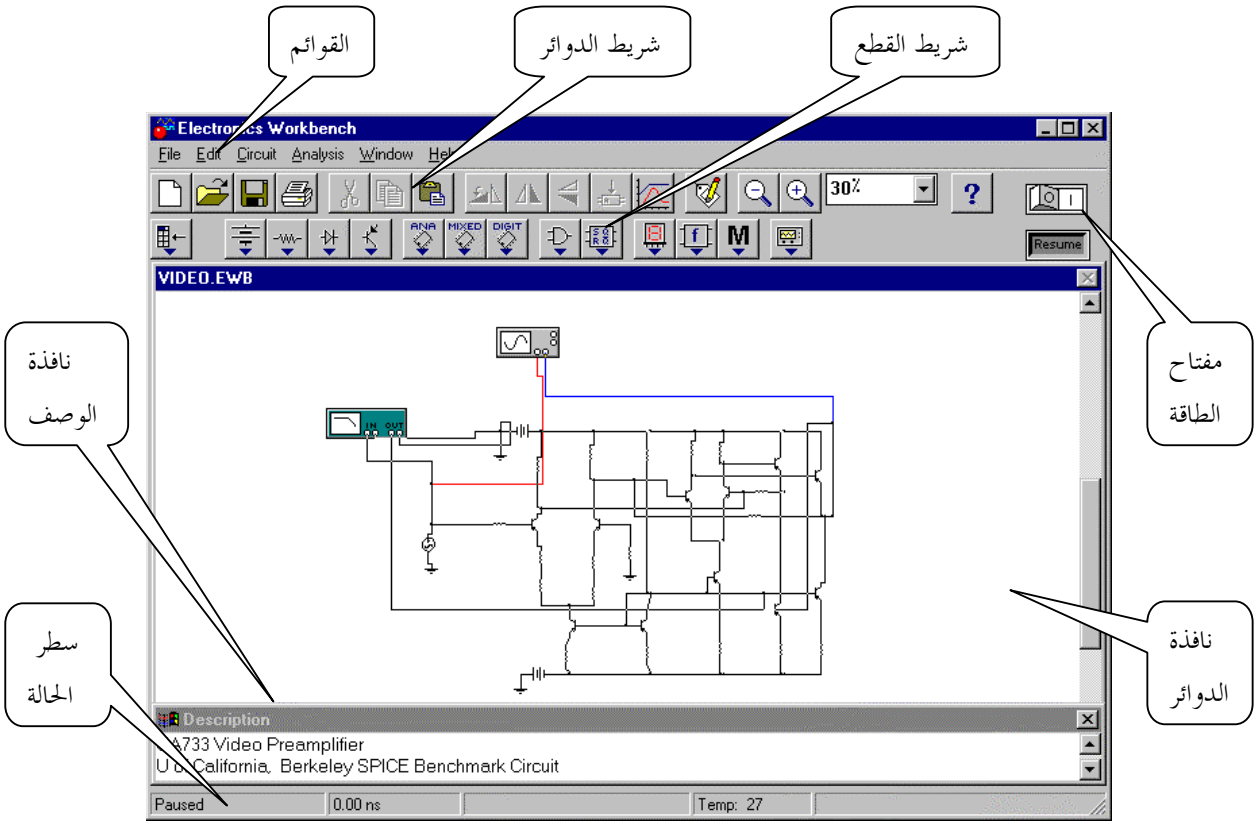
التعرف على واجهة المستخدم

واجهة المستخدم

عند تشغيل برنامج EWB ستظهر واجهة المستخدم المبينة في الشكل١. تتكون واجهة المستخدم من الآتي:

- قوائم البرنامج
- شريط القطع الإلكترونية والمنطقية
- شريط الدوائر
- نافذة الدوائر
- نافذة الوصف
- سطر الحالة
- مفتاح الطاقة

في الفصول التالية سنقوم بشرح مفصل مع الأمثلة لهذه القوائم.



قوائم البرنامج:

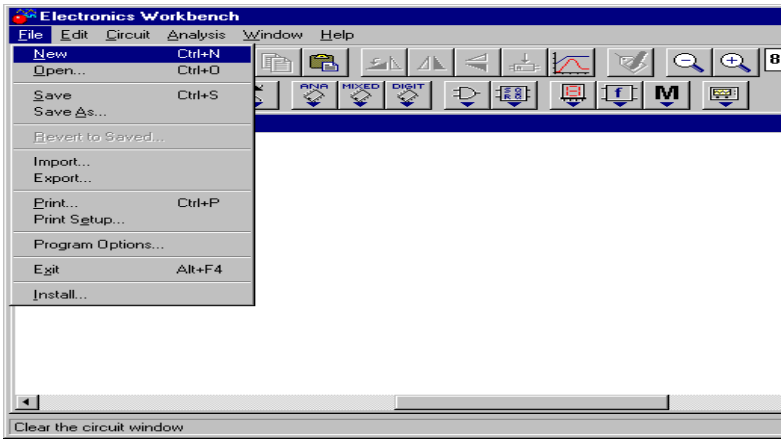
قائمة الملفات(File)

تحتوي هذه القائمة على الأوامر الخاصة بإدارة ملفات الدوائر. باستخدام هـــذه القائمـــة، بإمكـــان المستخدم إنشاء ملفات جديده أو فتح ملفات سابقة.

مثال ١:

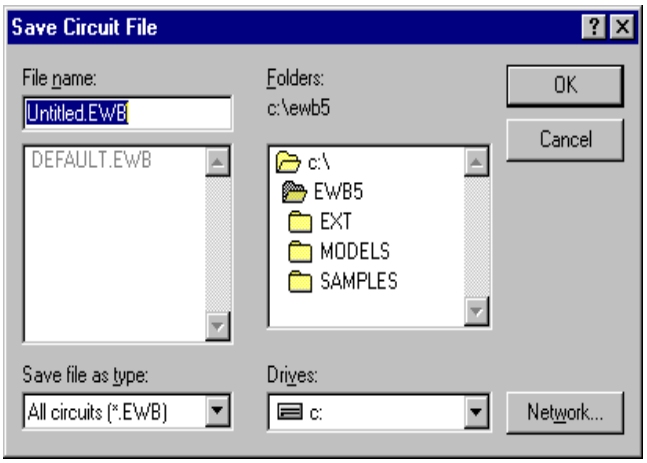
إنشاء ملف وتخزينه باسم مثال١ ثم إعادة فتحة مرة أخرى.

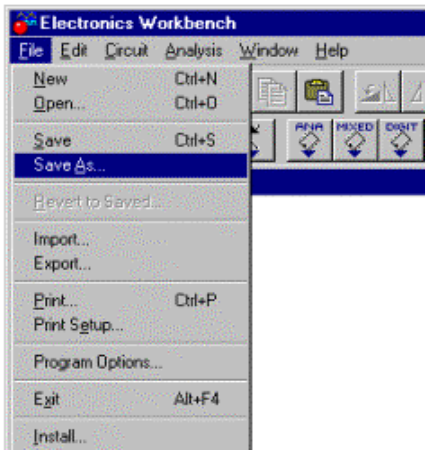
أنقر على قائمة الملفات(File) واختر (New) أي جديد. سيقوم EWB بفتح ملف جديد باسم Untitled أي بدون عنوان. بعد الانتهاء من هذا اللف نستطيع تخزينه باسم مثال ١ كما هو موضـــح بالأشـــكال



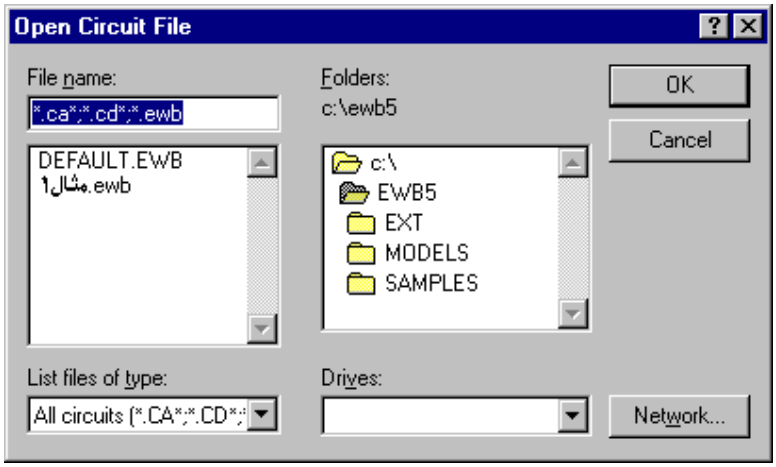
التالية.

عند نقر Save as في قائمة الملفات ستظهر نافذة التخزين الموضحة بالشكل. بكتابة مثال١ في خانة File name والنقر على OK سيقوم EWB بتخزين الملف تحت هذا المسمى.





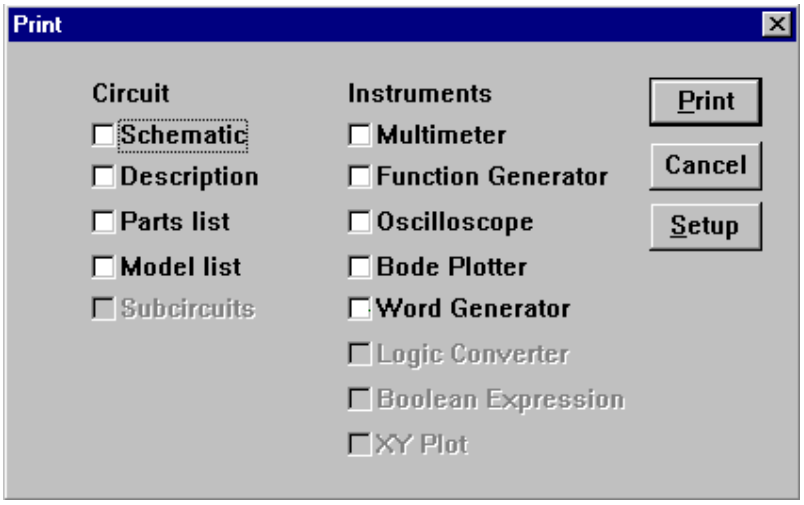
لإعادة فتح ملف مثال ١ مرة أخرى، أختر Open من قائمة اللفات ستظهر لك الشاشة التالية:



كما هو واضح من الشكل، ملف مثال١ موجود ضمن قائمة الملفات، أنقر عليه ثم أنقر OK وسيقوم EWB بفتح الملف مثال١.

الطباعة

أما بالنسبة للطباعة، فبالضغط على Print من قائمة الملفات تظهر النافذة التالية:



وبالإمكان اختيار الجزء أو الأجزاء المراد طباعتها وذلك بالضغط بالفأرة على المربع المجاور له ثم ضغط Print لتتم الطباعة.

قائمة الملفات تحتوي على عدة أوامر أخرى سنتطرق لها عند الحاجة.

قائمة التعديل(Edit)

تحتوي هذه القائمة على الأوامر التالية:

أ. الاختيار(Select All): اختيار جميع القطع في نافذة الدوائر. لاختيار قطعة أو مجموعة قطع، قم برسم مربع حولها باستخدام مفتاح الفأرة الأيسر، اترك المفتاح وعندها سيتحول لون القطع المختارة إلى اللون الأحمر، وهذا يعني أنه تم اختيارها.

ب. المسح(Delete): مسح الجزء المختار، ذو اللون الأحمر، نهائياً.

ج. النسخ(Copy): أخذ نسخة من الجزء المختار.

د. القص(Cut): قص الجزء المختار .

ه. اللصق(Paste): لصق الجزء المختار أو المقصوص.

بواسطة هذه الأوامر يستطيع المستخدم التحكم في محتوى نافذة الدوائر. الأمثلة التطبيقية على هذه الأوامر ستقدم في الفصول القادمة.

قائمة الدوائر (Circuit)

التحكم في الدائرة أو القطع المكونة لها يتم عن طريق الأوامر الملحقة بهذه القائمة وهي باختصار كالآتي:

أ. دوران (Rotate): تدوير أي قطعة في نافذة الدوائر ٩٠ درجة باتجاه عقارب الساعة.

ب. انعكاس أفقي(Flip Horizontal): عكس القطعة المختارة بالاتجاه الأفقي

ج. انعكاس عمودي(Flip Vertical): عكس القطعة المختارة بالاتجاه العمودي.

د. مواصفات القطعة (Component Properties): تسمية القطعة وتعديل مواصفاتها، مثل تحديد قيمة المقاومة.

ه. إنشاء دائرة جزئية (Create subcircuit): تجميع عدة قطع مع توصيلاتها في دائرة جزئية. تظهر الدائرة الجزئية كمستطيل ضمن الدائرة الرئيسية.

و. تكبير(Zoom in): لتكبير الدائرة داخل النافذة.

ز. تصغير(Zoom out): لتصغير الدائرة داخل النافذة.

قائمة التحليل(Analysis)

تحتوي هذه القائمة على الأوامر الخاصة بتشغيل وتحليل الدوائر الموجودة في نافذة الدوائر.

قائمة النافذة(Window)

للتحكم بما يعرض في نافذة الـــ EWB

شريط الدوائر

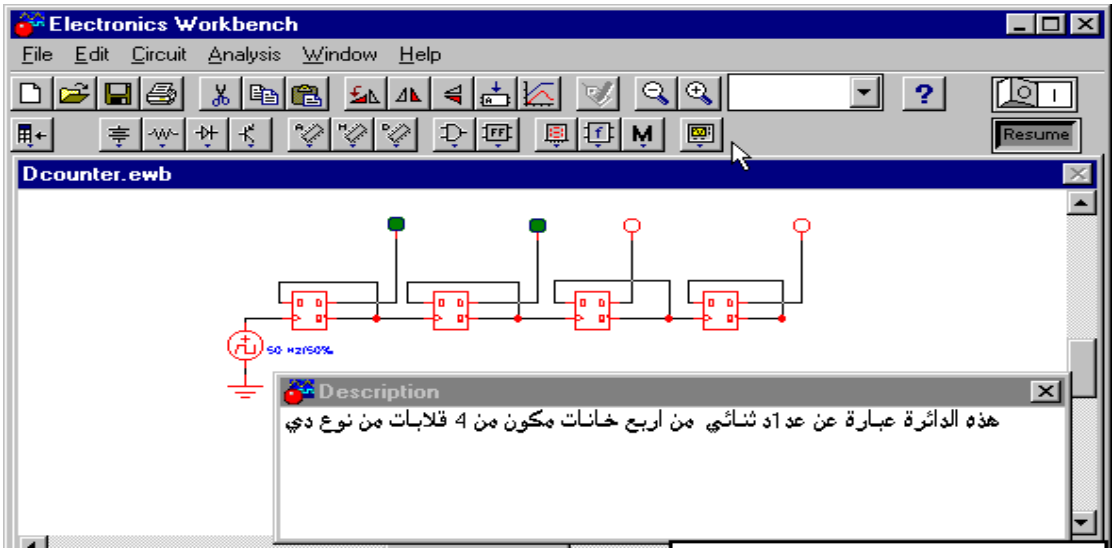
هذا الشريط عبارة عن أزرار للتحكم في الدائرة. جميع الأوامر المنفذة بواسطة هذه الأزرار موجودة ضمن إحدى القوائم المشروحة سابقاً. مثال ذلك التكبير، التصغير، الطباعة والتخزين.

نافذة الدوائر

في هذه النافذة يتم بناء الدائرة المراد محاكاتها.

نافذة الوصف

هي نافذة ملحقة بنافذة الدوائر ويتم بداخلها وصف الدائرة المصممة لفهم عمل الدائرة عند الرجوع إليها لاحقاً. كما هو متضح من الشكل التالي:



سطر الحالة

لوصف حالة المحاكاة

مفتاح الطاقة

لبدء وإيقاف المحاكاة

يبقى من واجهة المستخدم شريط القطع، وقبل بيانه دعونا نستعرض مثالاً آخر ونطبق عليه بعض الأوامر السابقة.

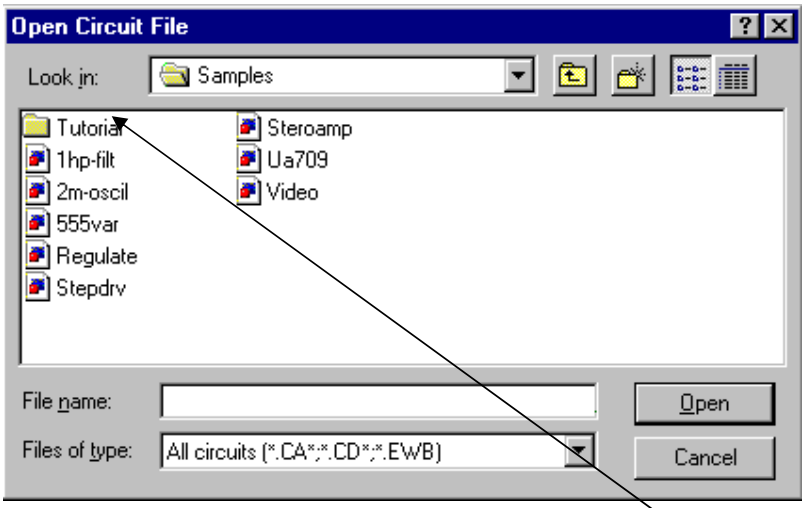
مثال ٢

اتبع الخطوات التالية:

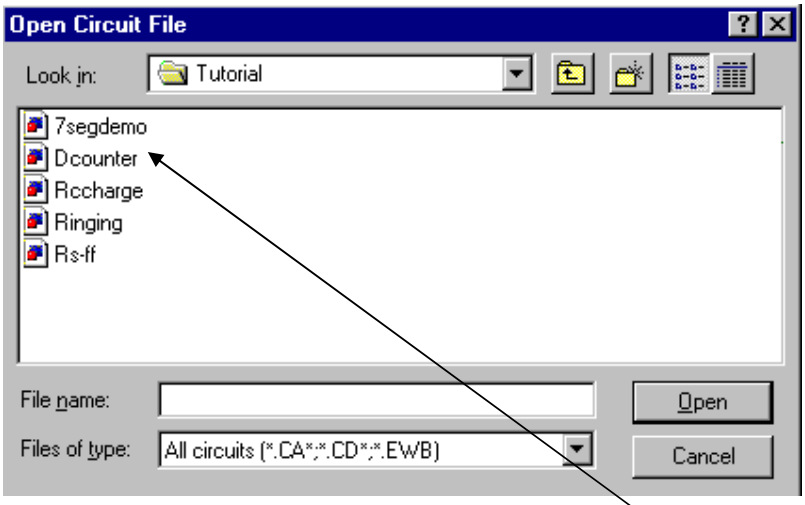
١. شغل برنامج EWB

٢. افتح ملفاً قديماً بالضغط على الزر التالي

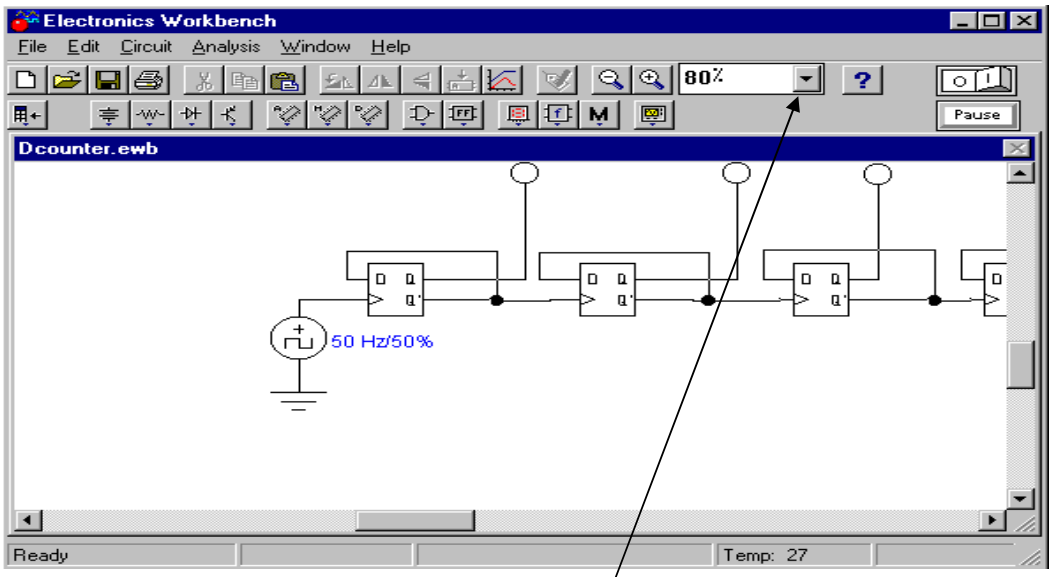
٣. ستظهر لك الشاشة التالية



٤. انقر مرتين على Tutorial لتظهر لك الشاشة التالية

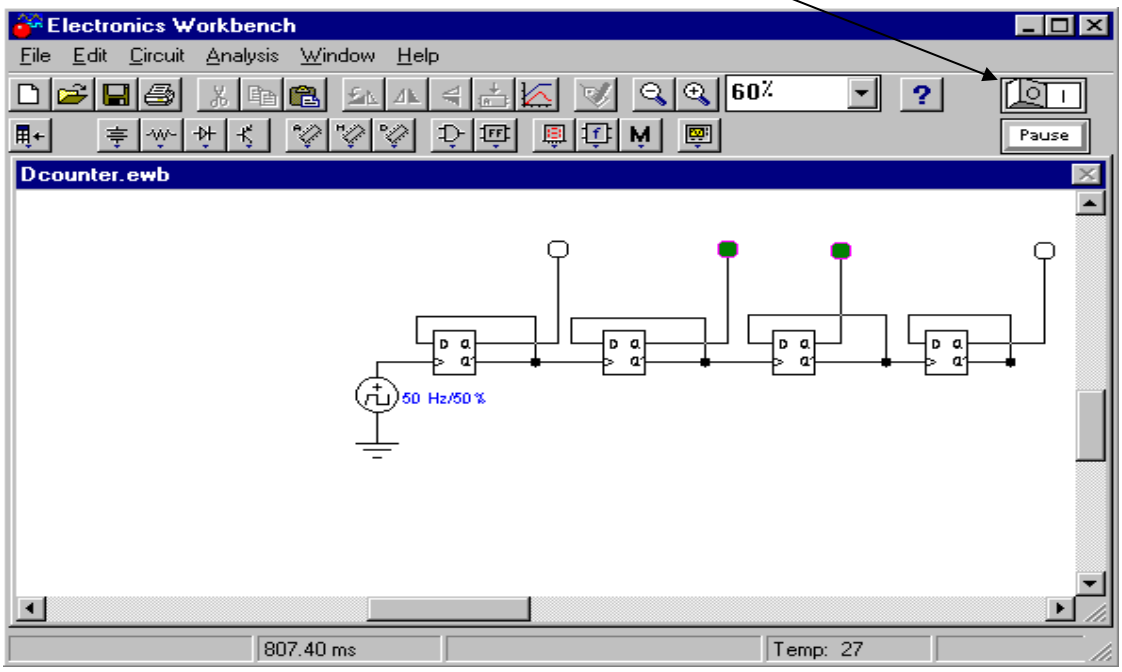


٥. انقر مرتين على Dcounter لتحصل على التالي



٦. لمشاهدة الدائرة كاملة، قم بتصغيرها عن طريق معامل تحديد حجم الدائرة، اكتب الحجم المطلوب ، وليكن 60، والآن ستظهر لك الدائرة بكاملها داخل نافذة الدوائر

٧. الآن قم بتشغيل الدائرة عن طريق مفتاح الطاقة لتبدأ الدائرة بالعمل

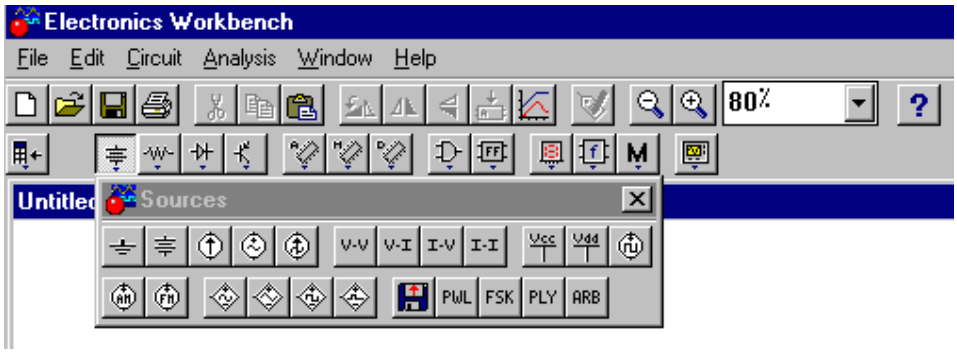


٨. الآن قم بتجربة الأوامر التي تم عرضها إلى الآن.

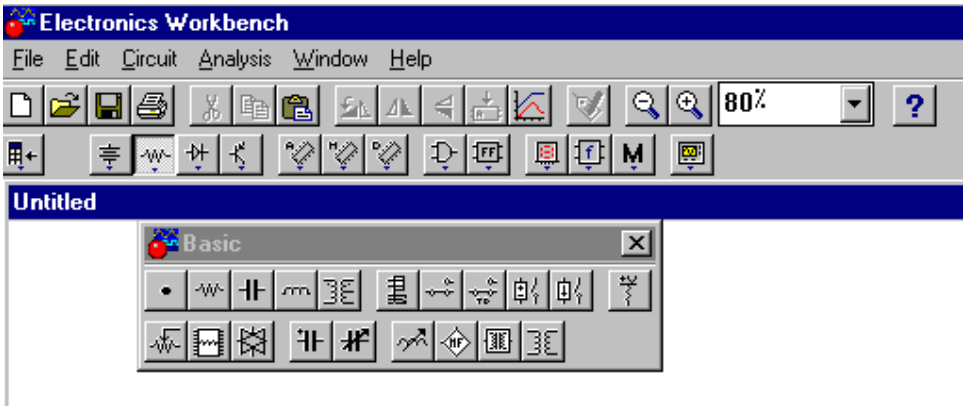
شريط القطع

يتم اختيار جميع القطع وأجهزة القياس عن طريق هذا الشريط. وهو عبارة عن عدة أشرطة كما سيتضح من التالي:

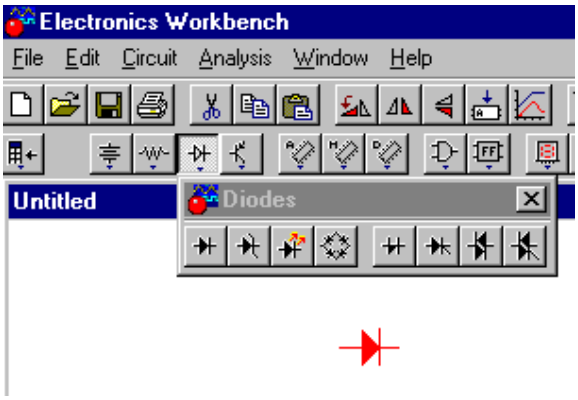
١- **شريط المصادر(Sources)**: ويحتوي على عدة أنواع من مصادر الطاقة والترددات مثل : مصدر تيار مستمر، مصدر تيار متردد، وغير ذلك من المصادر كما هو مبين بالشكل التالي:



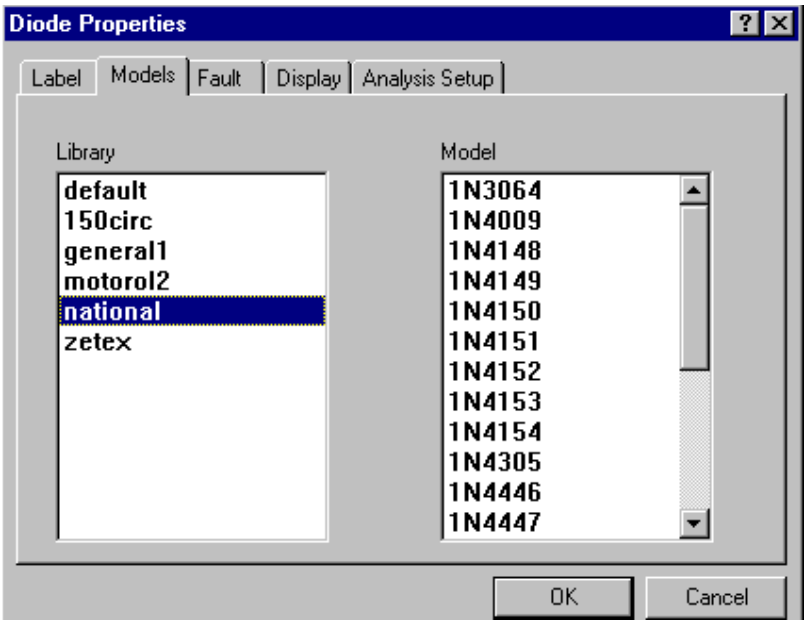
٢- **شريط القطع الأساس(Basics)**: يشتمل هذا الشريط على القطع الأساسية المكونة لمعظم الدوائر مثل المقاومات، المكثفات؛ المفاتيح وغيرها من القطع كما هو موضح بالشكل التالي



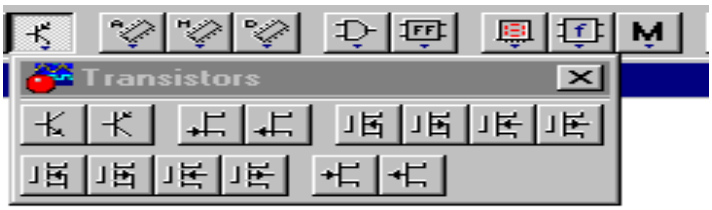
٣- **شريط الثنائي (Diodes)**: عن طريق هذا الشريط يتم اختيار وتحديد مواصفات الـــثنائي (Diode) ويمكن اختيار الثنائي المثالي (ideal diode) أو اختياره بالرقم واسم الشركة كما في الأشكال التالية.



نحصل على النافذة التالية بالنقر مرتين على الثنائي (Diode)

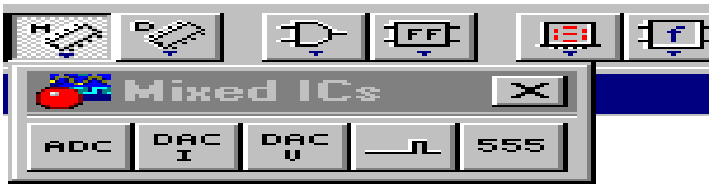


٤- **شريط الـــ (Transistors)**: مثل الشريط السابق

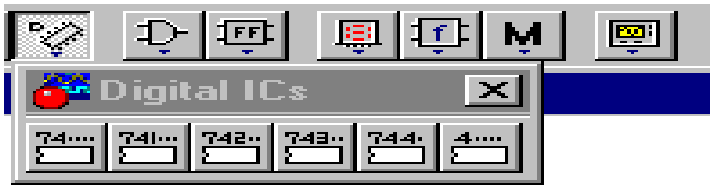


٥- **شريط الدوائر التماثلية المتكاملة:** وتشتمل على مجموعة من المكبرات، ويمكن اختيار المكبر المثالي أو اختيار المكبر بالرقم واسم الشركة المصنعة، مثل الثنائي والترانزيستور.

٦- **شريط الدوائر التماثلية والرقمية المختلطة:** وتشتمل على دوائر التحويل من رقمي إلى تماثلي والعكس.



٧- **شريط الدوائر الرقمية:** وتشتمل على معظم الدوائر التكاملية الرقمية، وهي مرتبة بحسب رقم القطعة.



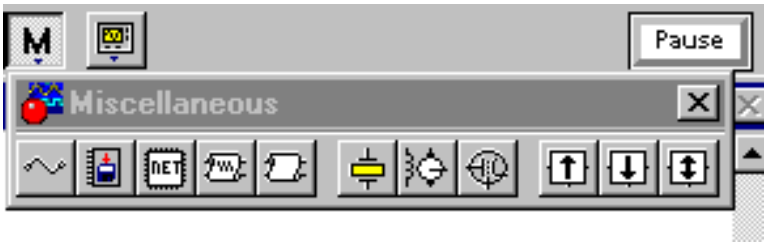
٨- **شريط البوابات المنطقية:** لاختيار إحدى البوابات الرئيسية مثل: AND, OR XOR, INV وغيرها

٩- **شريط الدوائر التكاملية المتوسطة(MSI)**: مثل القلابات(Flip Flops)، المجمعات(Adders) وغيرها

١٠- **شريط المؤشرات**: ويحتوي على عدة وسائل لفحص البيانات الثنائية. مثل شاشة عرض الأجزاء السبعة، ومقياس الجهد (Voltmeter) ومقياس التيار (Ammeter) وغيرها.

١١- **شريط التحكم**: ويحتوي على مكبر الجهد، مفاضل الجهد، مكامل الجهد وغير ذلك من الدوائر المستخدمة في التحكم.

١٢- **شريط قطع متنوعة:** وتشمل بالإضافة لقطع أخرى، خطوط نقل مثالية وأخرى قابلة لفقد المعلومات و فيوزات(Fuse).



١٣- **شريط الأجهزة:** إن أجهزة القياس مهمة جداً لأي معمل، برنامج المحاكاة EWBيضع تحت تصرف المستخدم عدداً من هذه الأجهزة كما هو موضح بالشكل التالي. من هذه الأجهزة: الاوسيليسكوب و مولد الدوال و راسم بود.

تمارين

١. هل بالإمكان فتح ملفين والعمل بهما معاً في EWB؟

٢. أذكر طريقتين لاختيار مكون ما في نافذة الدوائر.

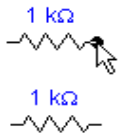
٣. كيف يمكن تحريك مكون ما؟ وهل يمكن تحريك مكونين معاً، مثل مكثف ومقاومة؟ ماهو شرط تحريك مكونين معاً؟

٤. إذا أردنا بناء دائرة مكونة من عدة قطع متشابهة، أذكر الخطوات اللازم تنفيذها لتكرار هذه القطع في نافذة الدوائر.

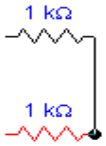
٥. من أي الأشرطة يمكن الحصول على بوابة AND منفردة؟ هل يمكن تحديد عدد مداخلها؟

٦. أفتح ملفاً جديداً وضع فيه عدد من القطع . نفذ الخطوات المبينة في الأشكال التالية:

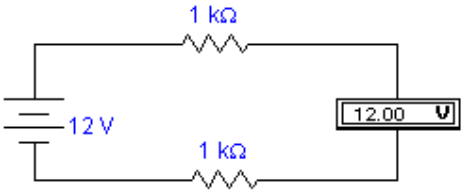
- أضغط بزر الفأرة الأيسر على أحد أطراف المقاومة



- بالاستمرار في الضغط، أسحب مؤشر الفأرة إلى طرف المقاومة الثانية



٧. باستخدام الخطوتين السابقتين وصل الدائرة التالية:



الباب الثاني

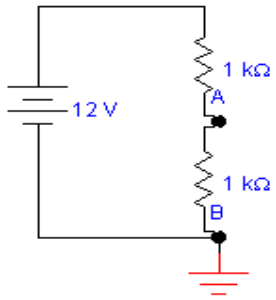
بناء وفحص الدوائر التماثلية

بدايةً من هذا الباب سنبدأ في بناء الدوائر التماثلية، ومن خلال بناء هذه الدوائر سنتعرف على التالي:

- اختيار ووضع المكونات
- توصيل المكونات
- تسمية المكونات
- تحديد قيم هذه المكونات
- استخدام بعض أجهزة القياس التماثلية

سنقوم بشرح خطوات بناء الدائرة بواسطة الأمثلة. المثال الأول سيكون مطولاً بعض الشيء حتى نتمكن من معرفة الأوامر بالتفصيل. الأمثلة اللاحقة ستكون مختصرة وسيكون التركيز على شرح بعض المميزات الإضافية والآن لنبدأ بالمثال الأول.

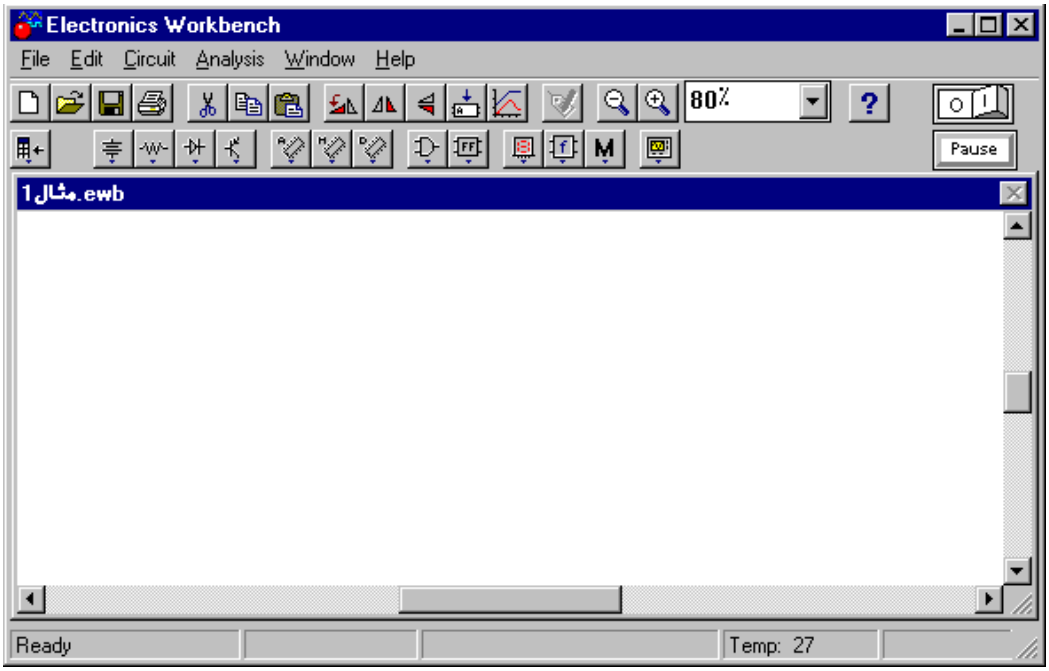
مثال ١: بناء دائرة لتقسيم الجهد المستمر كما في الشكل التالي:



والآن لنقوم بتمثيل هذه الدائرة بواسطة الـــ EWB ،

أولاً: تشغيل EWB

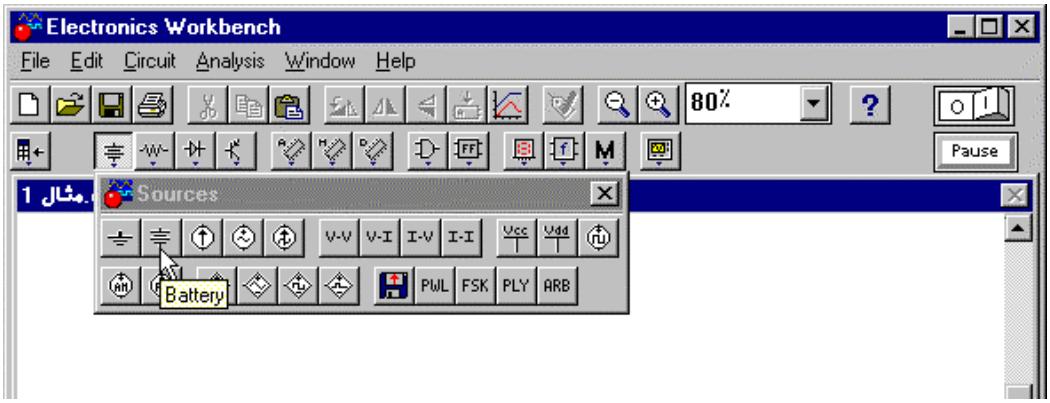
اتبع الطريق المشروحة في الباب الأول لفتح ملف جديد باسم مثال١ لتحصل على الشاشة التالية:



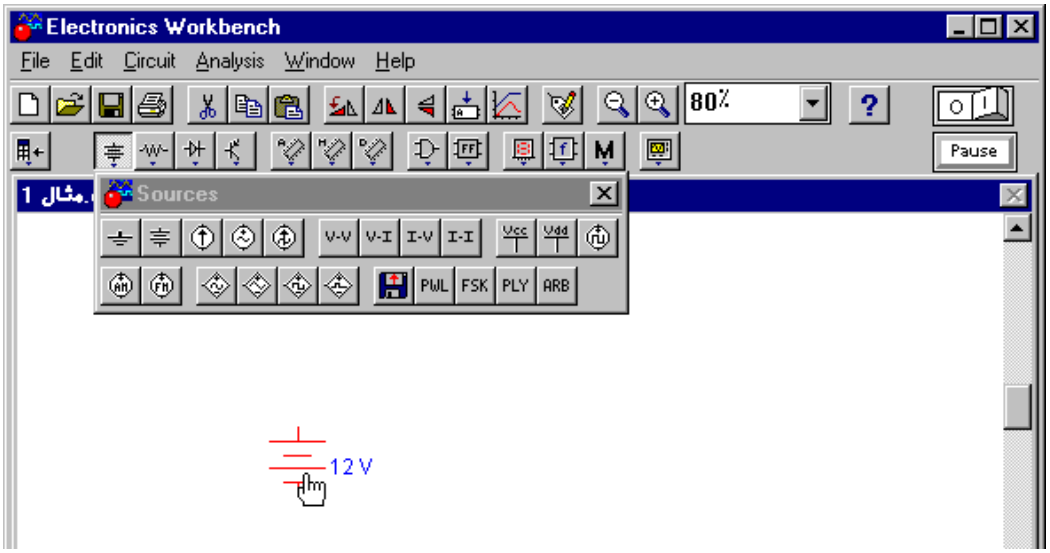
ثانياً: اختيار المكونات اللازمة لبناء الدائرة:

مصدر الجهد(البطارية)

بالنقر بواسطة الزر الأيسر للفأرة على شريط المصادر ومن ثم على رمز البطارية يظهر الشكل التالي.



لوضع البطارية داخل نافذة الدوائر استمر بالضغط على رمز البطارية بالزر الأيسر ثم اسحب الرمز إلى داخل نافذة الدوائر ليظهر لك الشكل التالي:



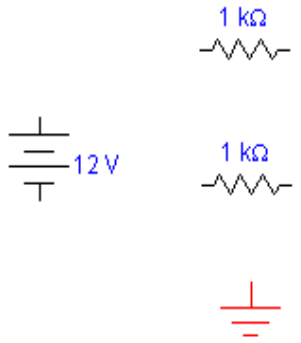
المقاومات

يتم اختيار المقاومات من شريط القطع الأساسية. ويتم وضعها داخل نافذة الدوائر بنفس الطريقة التي وضعت بها البطارية في الخطوة السابقة.

التأريض

يتم اختيار الأرضي من شريط المصادر ويوضع داخل نافذة الدوائر .

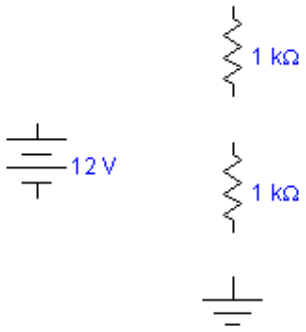
بعد تطبيق الخطوات السابقة تظهر نافذة الدوائر كما في الشكل التالي



لكي تتم عملية التوصيل بشكل منظم، يجب تحريك أو تدوير بعض المكونات.

- تتم عملية التحريك بالضغط على القطعة بشكل مستمر بواسطة زر الفأرة الأيسر وسحبها إلى المكان المطلوب
- عملية الدوران تتم باختيار القطعة المراد تدويرها، وذلك بضغط زر الفأرة الأيسر عليها حتى يتغير لون القطعة إلى الأحمر. بعد ذلك يتم تدوير القطعة عن طريق شريط الدوائر أو قائمة الدوائر.

الشكل التالي يبين ترتيب القطع بعد التحريك والدوران

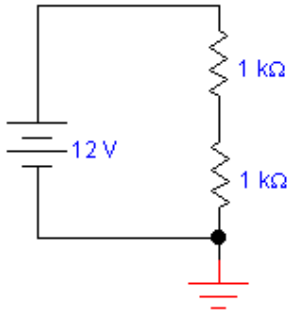


ثالثًا: توصيل الدائرة

يتم توصيل الدائرة بتوصيل القطع المكونة لها ببعضها البعض. فمثلاً لتوصيل المقاومة بالأرضي اضغط باستمرار زر الفأرة الأيسر عند طرف المقاومة ثم اسحبه إلى طرف الأرضي، ستلاحظ أن هناك خطاً تكون بين النقطتين، اترك زر الفأرة وبهذا تم توصيل الطرفين.

ملاحظة:عند الإشارة بالفأرة على طرف أي قطعة ستظهر لك نقطة سوداء، هذه النقطة تدعى الموصل (Connector). لتوصيل أي طرفين يجب أن يكون الربط بين موصلي الطرفين. كل موصل له اربعة أطراف. لتوصيل عدد أكبر من القطع لنفس النقطة يجب إضافة موصل آخر.

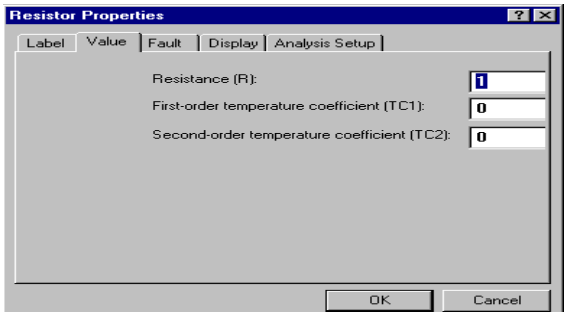
بعد الانتهاء من توصيل جميع أطراف القطع ستظهر لك الدائرة بالشكل التالي:



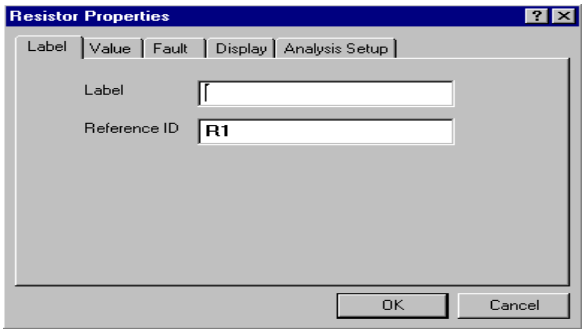
رابعاً: تسمية المكونات

جميع مكونات الدائرة من قطع إلكترونية أو موصلات قابلة للتسمية. تتم تسمية القطع أو الموصلات كالتالي، وكمثال لنسمي إحدى المقاومات:

- انقر مرتين على المقاومة المراد تسميته، ستظهر لك النافذة التالية:

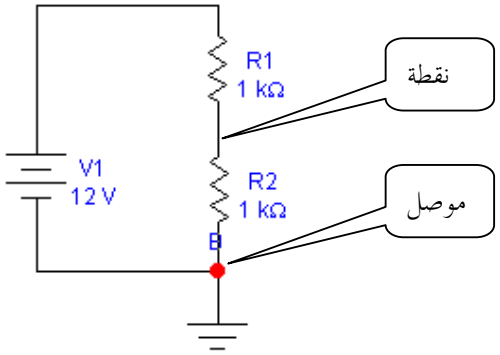


انقر مرة أخرى على تسمية (Label) لتظهر لك الشاشة التالية

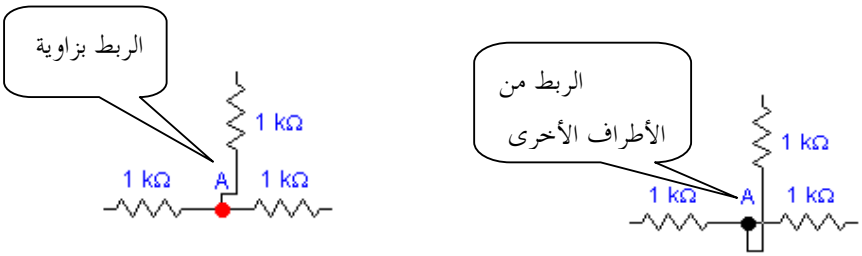


أكتب اسم المقاومة، R1، في الفراغ المعنون بـــ Label ثم اضغط OK.

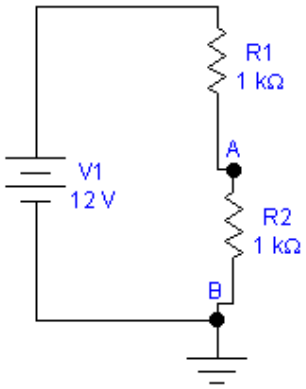
كرر نفس الخطوات على باقي المكونات، V1, R2, B، تحصل على النتيجة التالية في نافذة الدوائر لاحظ أن نقطة A لا تمثل أي مكون(Component) لذلك لا يمكن تسميتها. لنتمكن من تسميتها يجب أن نضع موصل(Connector) من شريط القطع الأساسية ومن ثم نسمي هذا الموصل كتســـمية بـــاقي المكونات.



ملاحظة: *اسم الموصل يكون في أعلاه، فعندما يكون الموصل مربوط من الأعلى فإن التسمية لا تكون واضحة، لذلك فمن الأفضل ربط الموصل من الأطراف الأخرى إن أمكن أو الربط بزاوية عن طريق تحريك المقاومة كالتالي:*



الدائرة بعد الانتهاء من التسمية



خامساً: تحديد قيم المكونات

لاحظنا في المثال السابق أنه وبمجرد اختيار المكونات تكون ذات قيمة محددة، فالمقاومة مثلاً أخذت قيمة 1 KΩ، ومصدر الطاقة 12 V. هذه القيم يطلق عليها القيم الأولية وهي قابلة للتغيير كما سنرى في هذا الفصل.

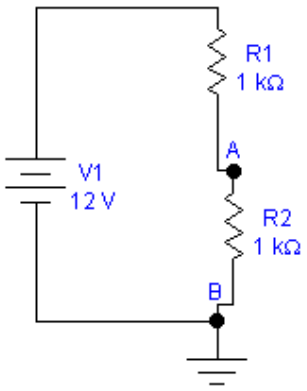
مثال ٢:

أعد بناء الدائرة السابقة بالقيم التالية:

R1 = 30 KΩ
R2 = 20 KΩ
V1 = 10 Volt

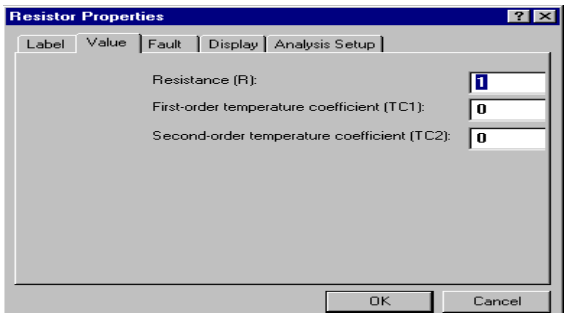
الحل:

لنقوم باسترجاع الدائرة من المثال السابق:



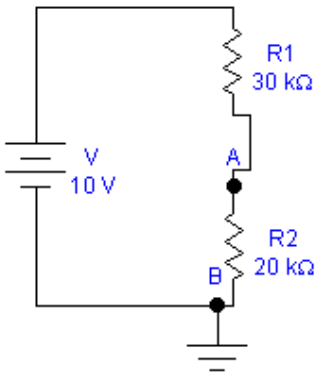
لتعديل قيمة المقاومة R1نقوم بالتالي:

- انقر مرتين على المقاومة R1، تظهر لك النافذة التالية



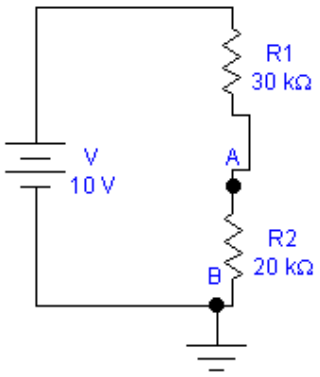
- عدل القيمة (Value) من 1K الى 30K
- اضغط على OK

بتطبيق الخطوات السابقة على باقي المكونات نحصل على الدائرة التالية


R1
30 kΩ
V
10 V
A
R2
20 kΩ
B

سادساً: فحص الدائرة

الدائرة في المثال السابق تمثل دائرة لتقسيم الجهد



مقدار الجهد بين النقطتين Aو B يمكن حسابه من المعادلة التالية:

$$V_{AB}=(R2/(R1+R2))*V$$

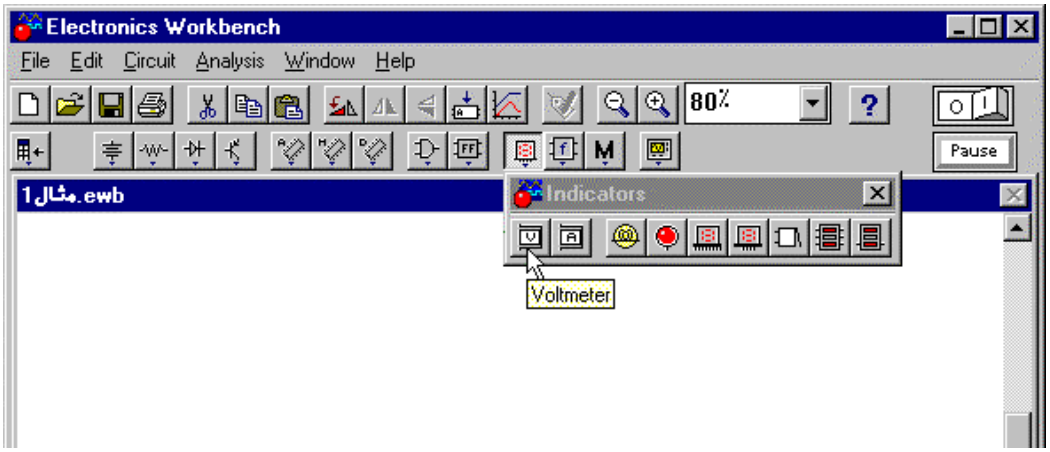
وبالتعويض بالقيم المبينة في الدائرة،

$$V_{AB} = (20/(20+30))*10=4 \text{ Volts}$$

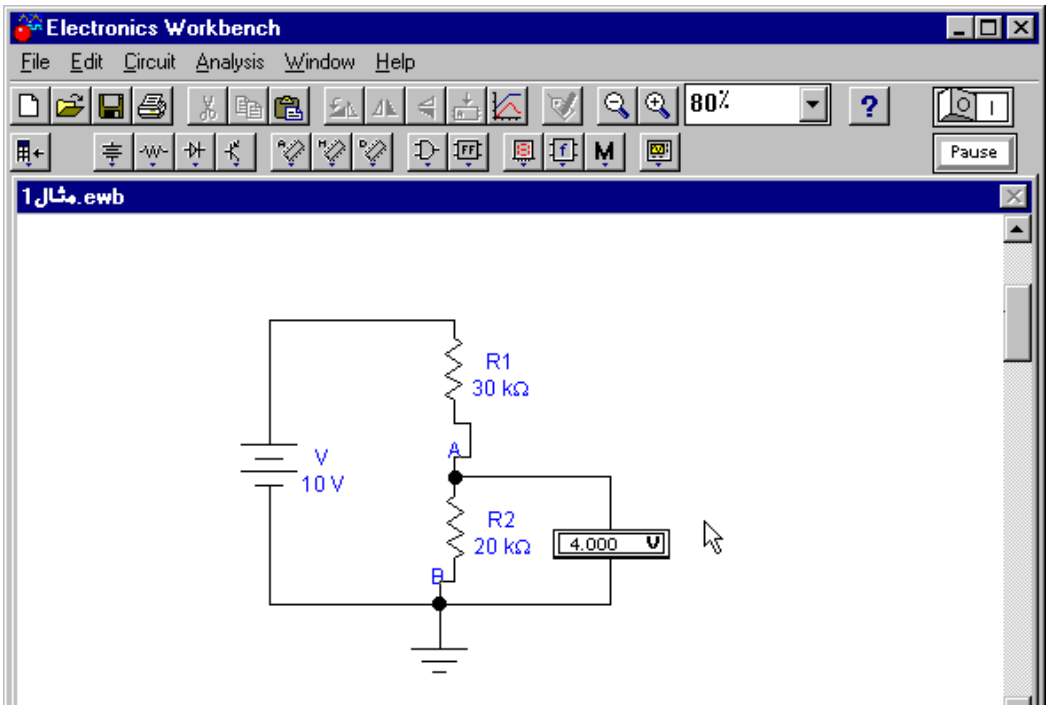
هذا من الناحية النظرية، فهل بالإمكان قياس الجهد بين النقطتين Aو B باستخدام جهاز قياس الجهد (Voltmeter)؟

جهاز قياس الجهد(Voltmeter):

يمكن اختيار هذا الجهاز من شريط المؤشرات كما هو واضح من الشكل التالي



يوضع جهاز قياس الجهد بداخل نافذة الدوائر ويوصل طرفيه بالنقطتين A و B. بعد ذلك تشغل الدائرة عن طريق مفتاح الطاقة لنحصل على النتيجة التالية



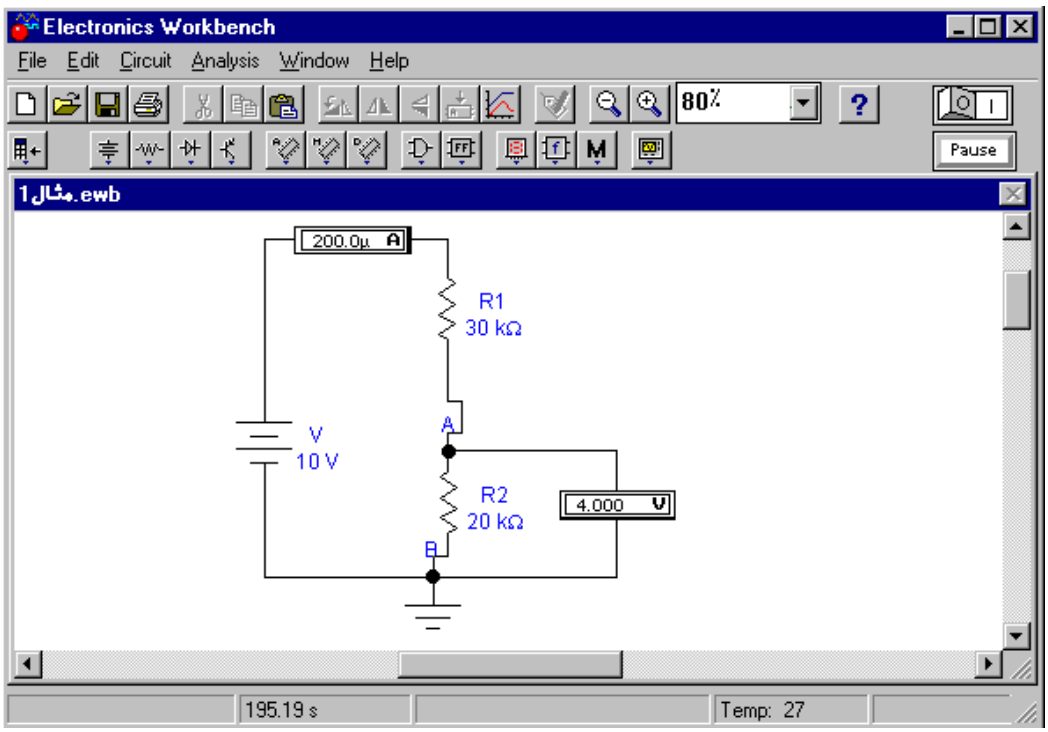
لاحظ أن مفتاح الطاقة في وضع التشغيل و يظهر بداخل جهاز قياس الجهد القيمة 4.000 V والمطابقة للقيمة المحسوبة سابقاً.

جهاز قياس التيار(Ammeter):

وهو الجهاز المجاور لجهاز قياس الجهد في شريط المؤشرات. لنحسب الآن قيمة التيار،A، المار في الدائرة السابقة.

$$A = V1/(R1+R2)$$
$$= 10/50000 = 200\ \mu A$$

وبتوصيل جهاز قياس التيار بالدائرة نحصل على النتيجة المطابقة للقيمة المحسوبة.



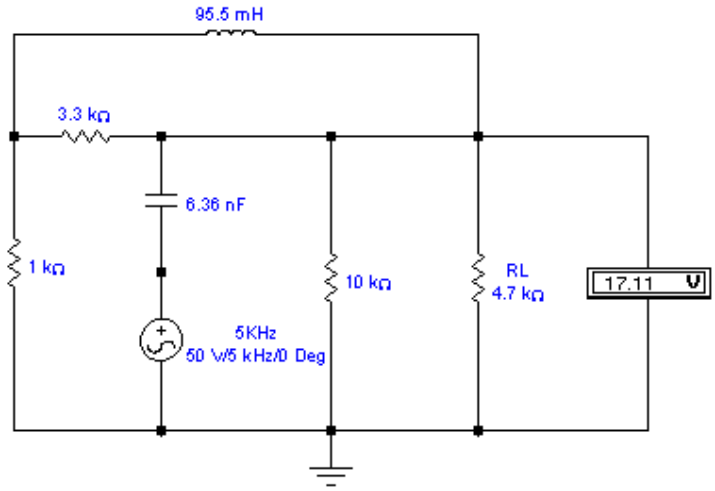
أمثلة وتطبيقات

في هذا الفصل سنتعرف على بناء الدوائر المحتوية على المكونات التالية:

- المكثف والملف
- الترانزيستور
- الثنائي (Diode)

مثال ١

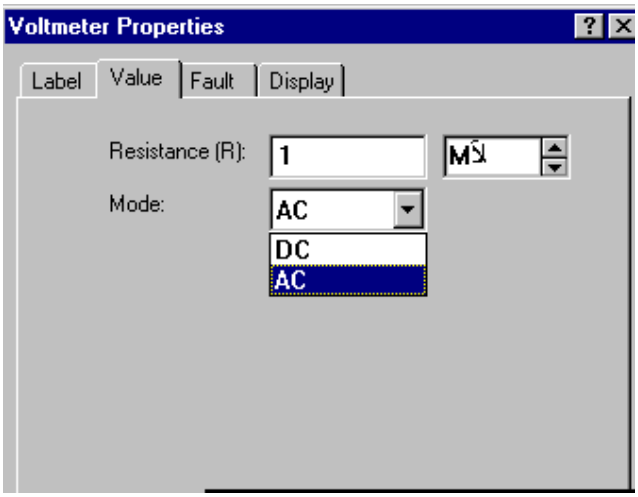
قياس التيار المتردد عبر المقاومة R_L ،



في هذه الدائرة استخدمنا المكونات التالية بالإضافة للمقاومات:

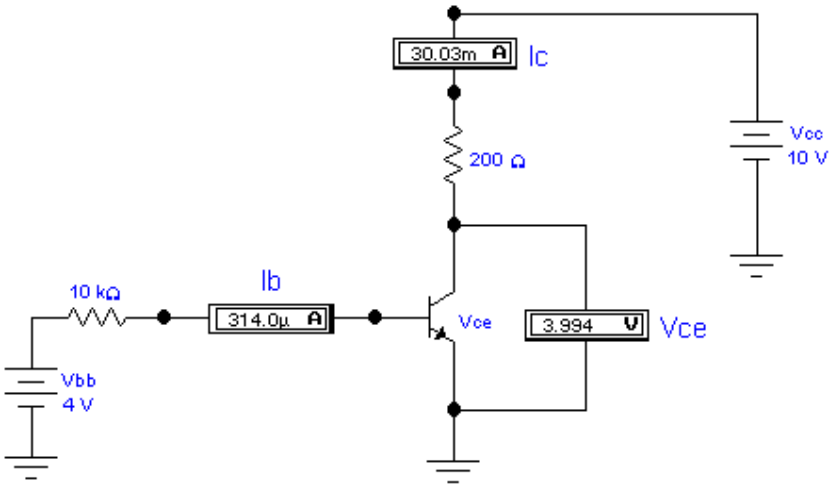
- مكثف
- ملف
- مصدر جهد متردد

جميع هذه المكونات يمكن تعديل قيمها بالضغط مرتين عليها. لاحظ أن مقياس الجهد تم تجهيزه لقياس الجهد المتردد وذلك بالضغط مرتين عليه لتظهر النافذة التالية:

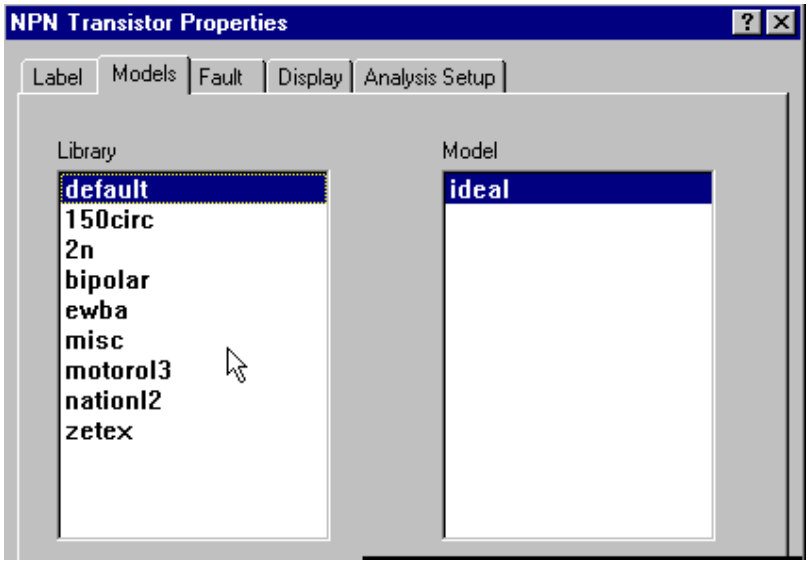


مثال ٢

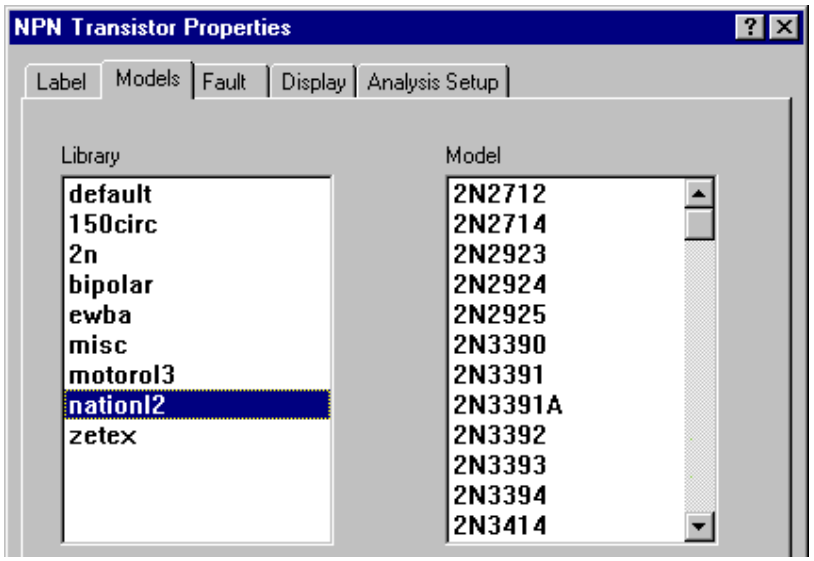
دائرة ترانزيستور أساسية،



يتم اختيار الترانزيستور من شريط الترانزيستور، في هذا المثال اخترنا NPN الافتراضي (Ideal) ولتحديد ترانزيستور معين اضغط عليه بزر الفأرة الأيسر مرتين لتحصل على القائمة التالية:



و بتحديد أحد الاختيارات من القائمة اليسرى تظهر أنواع هذا الاختيار في القائمة اليمنى كما في الشكل التالي:

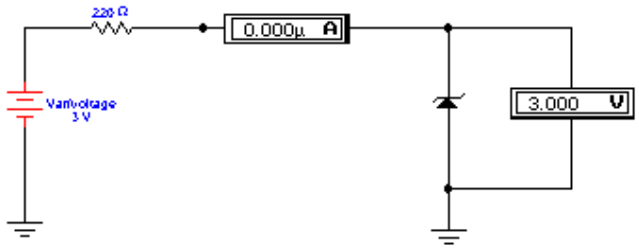


تدريب:

قم بإجراء بعض التعديلات على الدائرة السابقة ولاحظ التغير في قراءات مقاييس الجهد والتيارات.

مثال ٣

استخدام ثنائي الزينر لتنظيم الجهد،



قم بزيادة الجهد بشكل تدريجي حتى تثبت قراءة مقياس الجهد. ماذا يطلق على هذا الجهد بالنسبة لثنائي الزينر؟

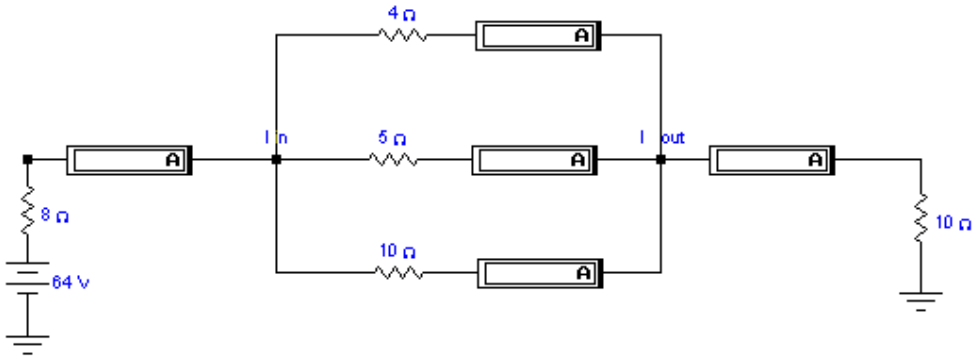
تمارين

١. قانون كيرشوف الأول للتيارات ينص على التالي:

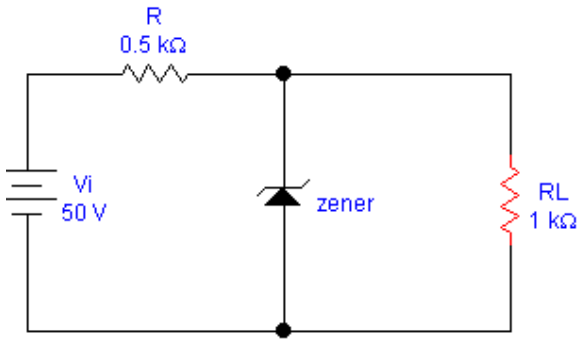
المجموع الجبري للتيارات المتدفقة في وصلة دائرة يساوي صفر

أو مجموع التيارات الداخلة لنقطة يساوي مجموع التيارات الخارجة من نفس النقطة

بالرجوع إلى الدائرة التالية تحقق من هذا القانون عن طريق تشغيل الدائرة وقياس التيارات.

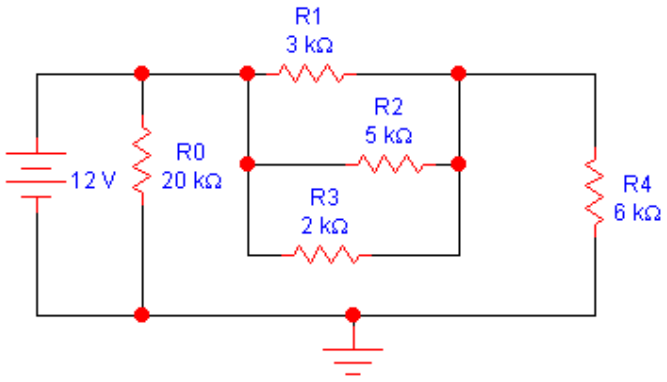


٢. أوجد جهد الانهيار العكسي لثنائي الزينر في الدائرة التالية:



ما هو أكبر جهد على المقاومة RL ؟

٣. نفذ الدائرة التالية بواسطة EWB



قم بقياس التيار المار في كل مقاومة.

الباب الثالث

استخدام أجهزة القياس التماثلية

في هذا الباب سندرس استخدام بعض الأجهزة الأساسية والمتواجدة في الغالب في أي معمل إلكتروني وهي:

- مولد الدوال
- الأوسيلوسكوب
- الملتيميتر (جهاز قياس المقاومة،الجهد و التيار)
- راسم بود (Bode Plotter)

ومع أننا أدرجناها تحت الأجهزة التماثلية، فإنها تستخدم أيضاً لفحص الدوائر الرقمية.

جميع أجهزة القياس الموجودة ضمن شريط الأجهزة، التماثلية منها والرقمية، مكونة من جزأين. جزء للتوصيل بالدائرة وجزء لعرض البيانات وتجهيز الجهاز بتحديد بعض القيم. عند سحب الجهاز من شريط الأجهزة فان جزء التوصيل هو الذي يظهر في نافذة الدوائر. لإظهار الجزء الثاني، انقر بزر الفأرة الأيسر مرتين على جزء التوصيل.

شريط الأجهزة يحتوي على نسخة واحدة فقط من كل جهاز، أي ليس بالإمكان استخدام جهازين من نوع واحد في الدائرة الواحدة.

في الفصول التالية سيتم التعريف بالأجهزة ثم نختم هذا الباب بأمثلة تطبيقية لاستخدامات الأجهزة.

مولد الدوال

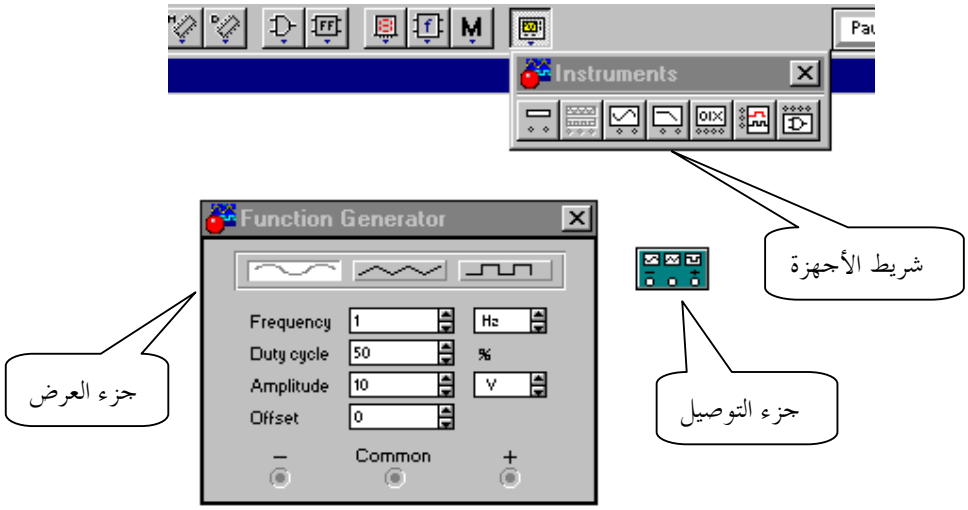
عبارة عن مصدر للجهد لتوليد الدوال التالية:

- الدالة ذات الموجة المربعة(Square wave)
- الدالة ذات الموجة المثلثة (triangular wave)
- الدالة ذات موجة جا (sine wave)

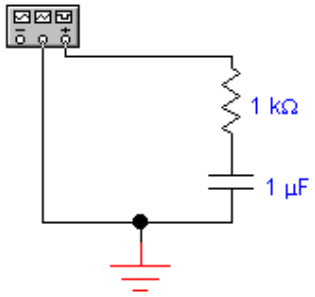
خطوات اختيار مولد الدوال وإظهار جزأيه في نافذة الدوائر:

- أنقر على شريط الأجهزة بزر الفأرة الأيسر
- انقر على جهاز مولد الدوال بزر الفأرة الأيسر بشكل مستمر ثم اسحبه والقه في نافذة الدوائر
- انقر مرتين على جزء التوصيل ليظهر لك جزء العرض

الشكل التالي يعرض نتيجة الخطوات السابقة



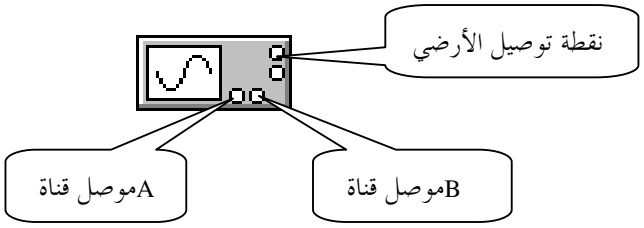
مثال توصيل مولد الدوال،



الأوسيلوسكوب

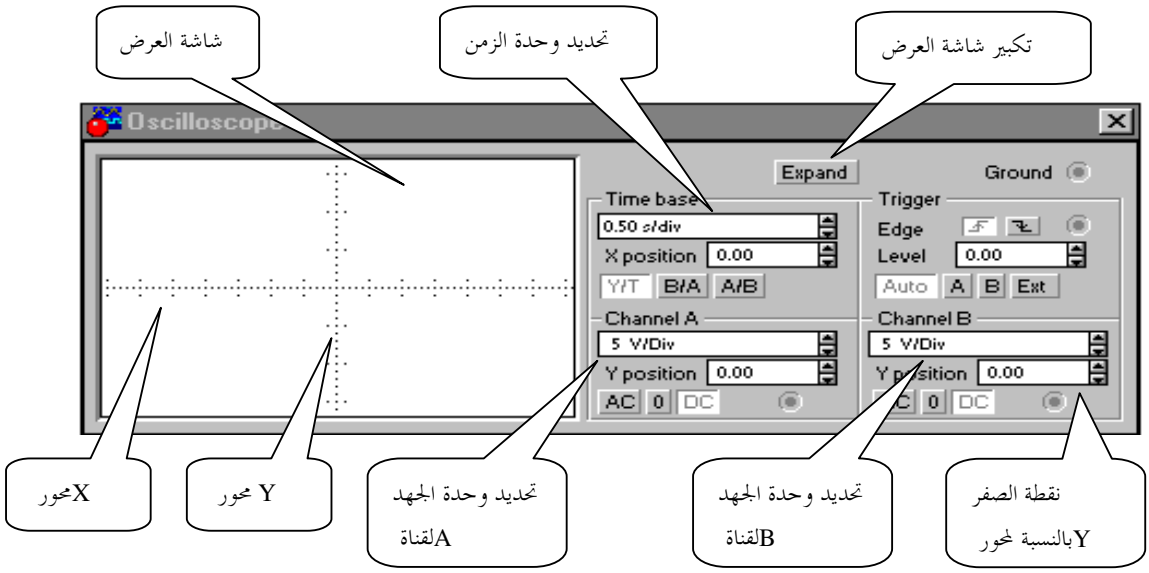
يستخدم لقياس وإظهار التغير في قيمة وتردد الإشارات الإلكترونية. الأوسيلوسكوب الملحق بـــ EWBيحتوي على قناتين منفصلتين Aو B، لذلك بالإمكان عرض ومقارنة إشارتين مختلفتين.
عملية اختيار وإضافة الأوسيلوسكوب إلى نافذة الدوائر مطابقة تماماً لمولد الدوال المبين في الفصل السابق. فيما يلي سنقدم شرح مبسط لطريقة عمل وكيفية توصيل الأوسيلوسكوب.

الشكل التالي يبين جزء التوصيل



تجهيز الأوسيلوسكوب

الشكل التالي يبين جزء التجهيز والعرض موضح عليه أجزاء التحكم والإعداد:



تحديد وحدة الجهد:

إذا أردنا مشاهدة الإشارة على شاشة العرض بوضوح، بالنسبة للجهد، يجب أن يكون هناك تناسق بين جهد الإشارة ومقياس محور Y. وبما أن جهد الإشارات الممكن عرضها بالأوسيلوسكوب تتفـــاوت في الجهد، فبالإمكان تغيير مقياس محور Yبالتحكم بقيمة وحدة الجهد.

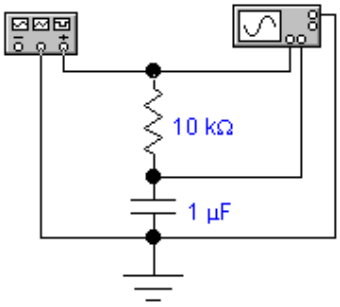
تحديد وحدة الزمن

يتفاوت تردد الإشارات المعروضة بالأوسيلوسكوب، وبما أن التردد يتناسب عكسياً مع زمن تكرر الإشارة:

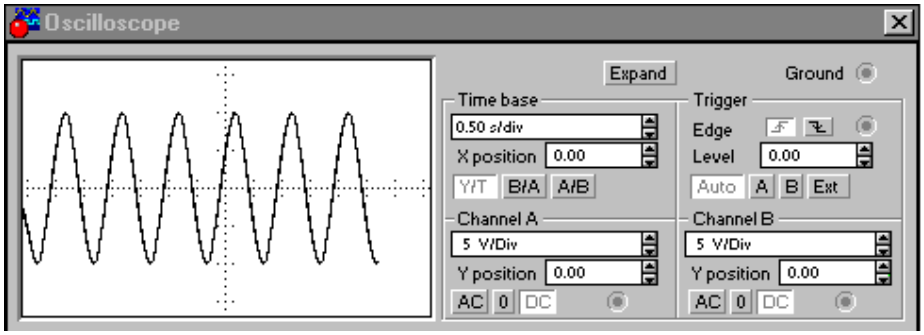
التردد = ١\الزمن

فنستطيع مشاهدة الإشارات ذات التردد العالي بإنقاص وحدة الزمن والعكس صحيح.

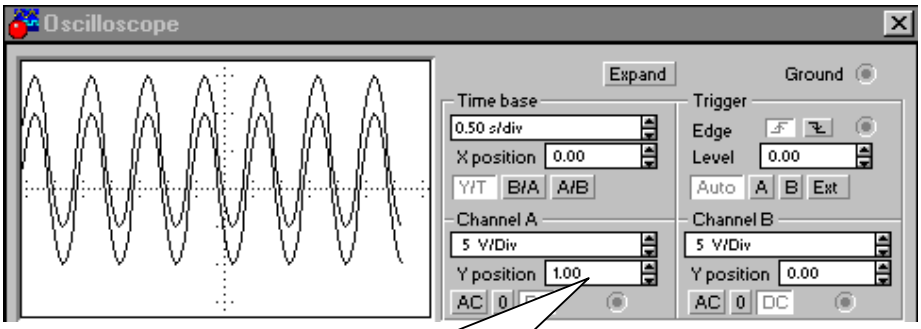
مثال توصيل الأوسيلوسكوب



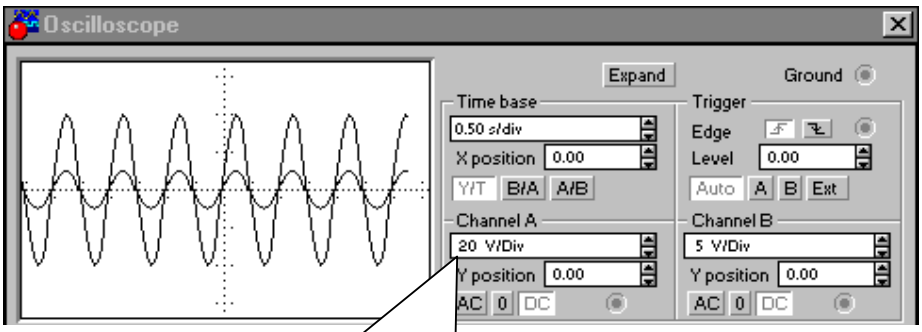
وبتشغيل الدائرة السابقة، يظهر على شاشة العرض والتحكم في الأوسيلوسكوب ما يلي:



لاحظ أن الإشارتين المربوطتين بالأوسيلوسكوب متطابقتان، لذلك تظهر وكأنها إشارة واحدة. لمشاهدة الإشارتين معاً لابد من تغير المحور Y أو وحدة الجهد لإحداهما. الشكلان التاليان يظهران ذلك:



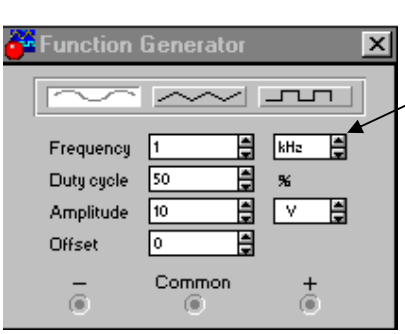
تغيير موقع الإشارة A عن طريق تغيير المحور Y



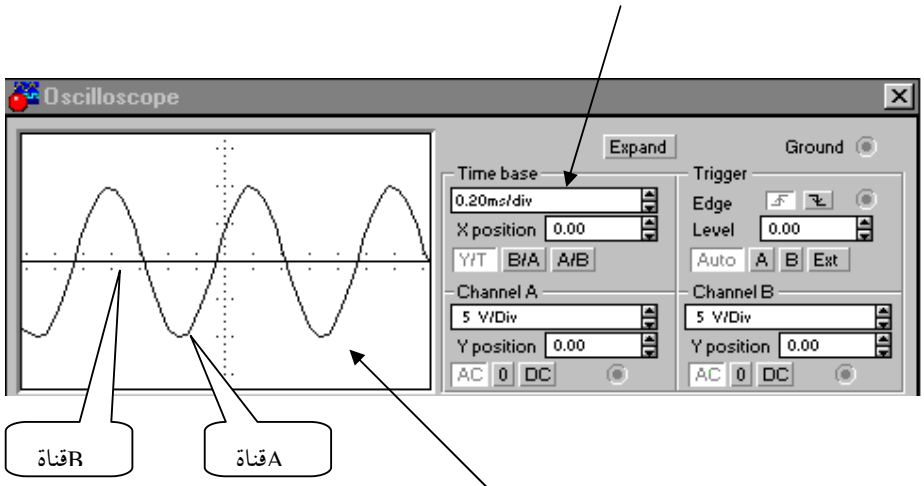
تغييرحجم الإشارة A عن طريق تغيير وحدة الجهد

والآن لنقوم بالتعديلات التالية:

- زيادة التردد في مولد الدوال إلى 1 KHz



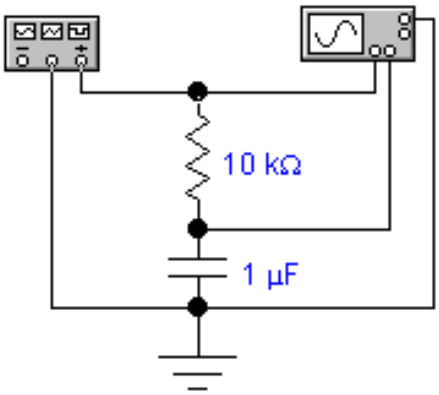
- تعديل وحدة الزمن في الأوسيلوسكوب إلى 0.20 ms/div



وبإعادة تشغيل الدائرة نحصل على موجتين بالشكل التالي

تدريب

قم بتغيير تردد مولد الدوال وقيمة المكثف وراقب التغير في القناة B، ما هي العلاقة بين التردد وقيمة المكثف؟



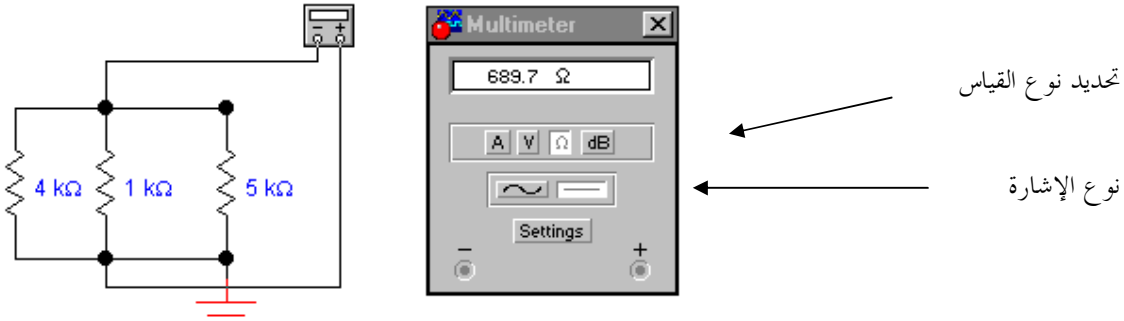
الملتيميتر

يوجد هذا الجهاز في كل معمل ويستخدم لقياس:

- المقاومة
- التيار
- الجهد
- dB

قياس المقاومة(Ω)

الشكل التالي يبين طريقة ربط الملتيميتر لقياس مقاومة شبكة من المقاومات مربوطة على التوازي:



يجب ملاحظة الآتي عند استخدام الملتيميتر لقيس المقاومة:

- فصل أي مصدر للطاقة
- توصيل شبكة المقاومة بالأرضي
- فصل أي مكون مربوط بالملتيميتر أو شبكة المقاومات
- ضبط الملتيميتر على DC

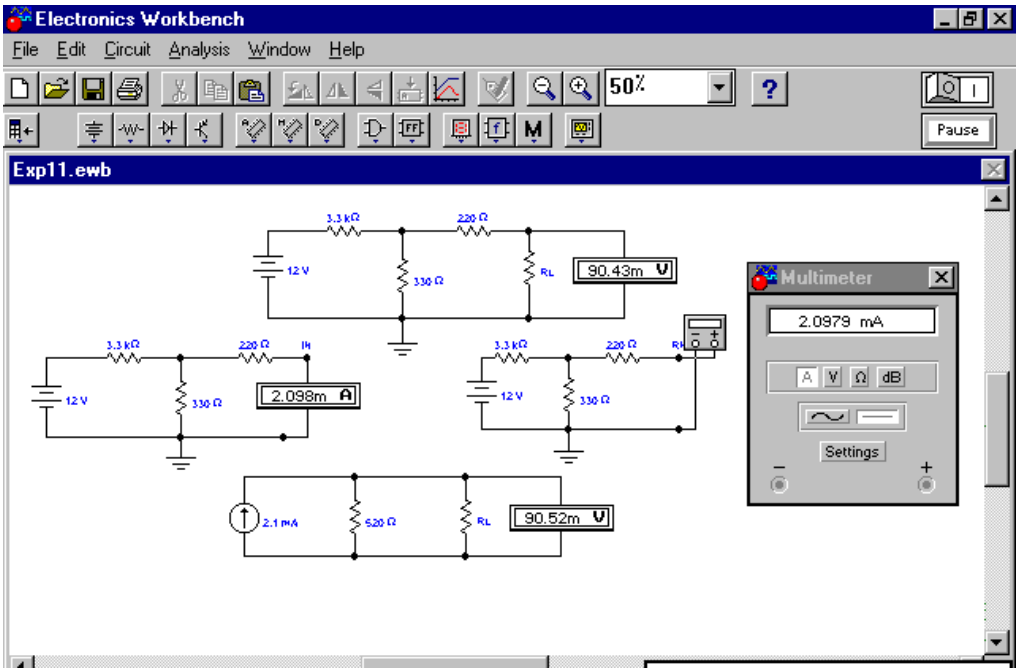
قياس الجهد (V)

لقياس الجهد بين نقطتين، يضبط الملتيميتر على (V) وتربط أطرافه على التوازي مع النقطتين. لقياس الجهد عند عدة نقاط في الدائرة، يستخدم جهاز قياس الجهد (Voltmeter) المشروح في الباب السابق.

قياس التيار (A)

يضبط الملتيميتر على (A) وتربط أطرافه على التوالي بين النقطتين المراد قياس التيار بينهما. لقياس التيار في عدة أماكن في الدائرة، يستخدم جهاز قياس التيار (Ammeter) المذكور في الباب السابق.

بعض الأمثلة على ربط الملتيميتر:

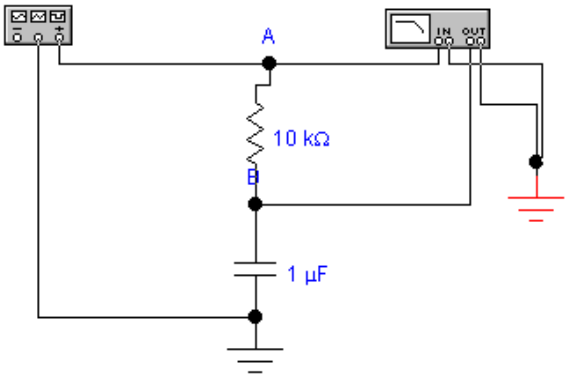


راسم بود

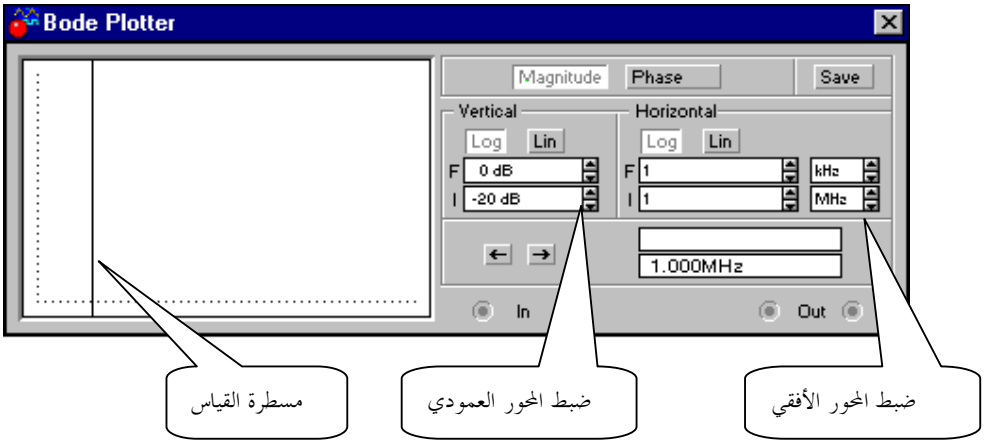
راسم بود (Bode Plotter) ليس جهازاً يمكن أن تجده في المعمل، يوجد فقط في برامج المحاكاة. يستخدم راسم بود في تحليل دوائر الترشيح. يقوم راسم بود برسم النسبة بين Vo و Vin كدالة في التردد.

ربط راسم بود بالدائرة:

مثال: الدائرة التالية عبارة عن مرشح لتمرير الترددات المنخفضة



ضبط راسم بود:

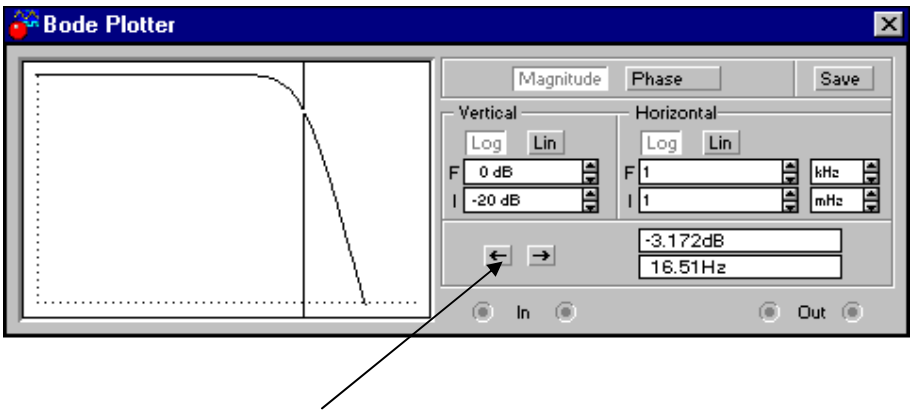


المحور الأفقي: لتحديد بداية ونهاية التردد

المحور العمودي: تحديد قيم هذا المحور يعتمد على المطلوب قياسه:

- انحراف كسب الجهد (Phase of Voltage Gain)
- قيمة كسب الجهد نسبة(Magnitude of Voltage Gain)

والآن لنقوم بتشغيل الدائرة وعرض بعض القياسات، علماً بأن الجهد الداخل=10V، والتردد=1KHz.



ملاحظة: مسطرة القياس يمكن تحريكها بطريقتين: زر الفأرة الأيسر والمؤشرين ضمن جزء الضـــبط في راسم بود.

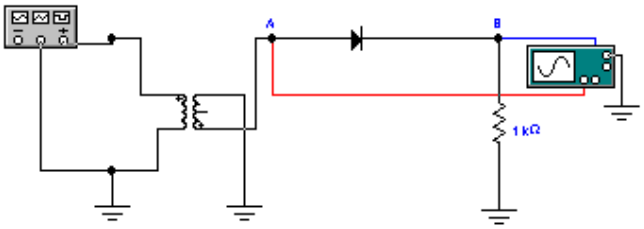
تدريب: قم بتغيير قيمة المقاومة والمكثف وراقب تغير تردد القطع (cut_off Frequency)

تطبيقات

١. بناء وفحص دائرة توحيد نصف موجة (Half-Wave rectifier circuit)

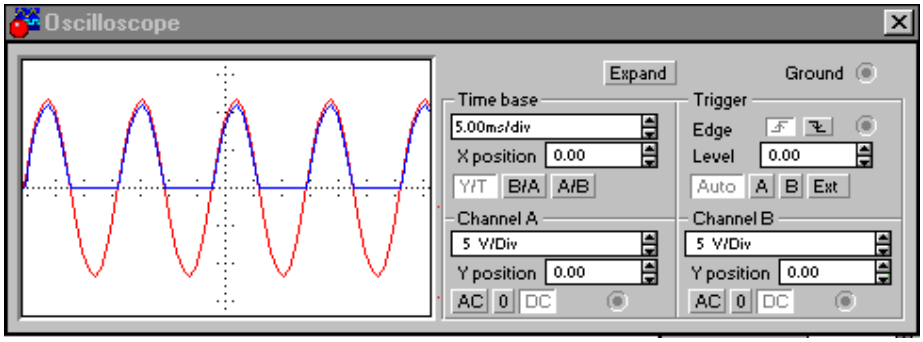
اضبط مولد الدوال على القيم التالية:

- التردد = 60 Hz
- الجهد = 117 V
- نوع الموجة Sine



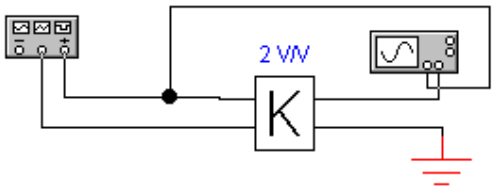
عند تشغيل الدائرة نحصل على النتيجة التالية:

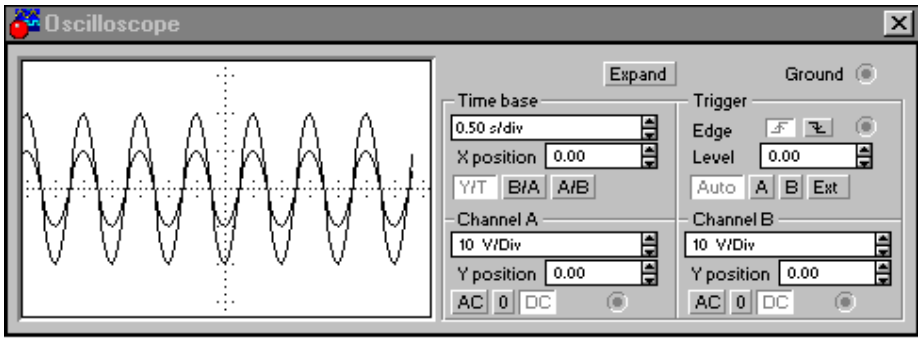
٢.



استخدام مكبر الجهد

الجهد الخارج = الجهد الداخل x K قيمة K في هذه الدائرة 2





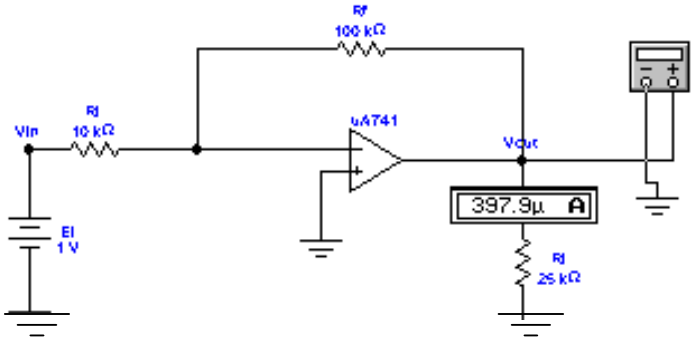
ملاحظة:

مكبر الجهد موجود ضمن شريط التحكم

٣. مكبر الإشارة العكسي

درجة التكبير في هذه الدائرة تحدد بواسطة R_f و R_i، ويمكن حساب الجهد الخارج من المعادلة التالية:

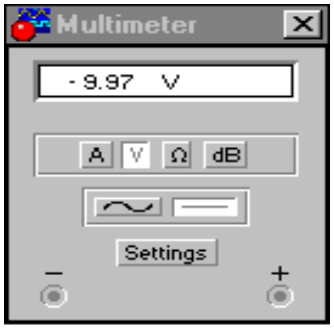
$$V_o = -E_i (R_f / R_i)$$



وبالتعويض بالأرقام الموجودة على الدائرة نحصل على الآتي:

$$Vo = -1 * (100/10) = -10$$

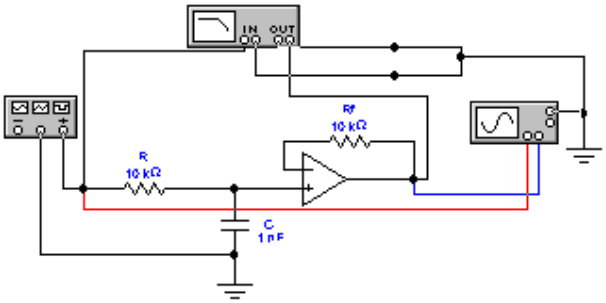
وهي مقاربة للقيمة المقروءة بواسطة الملتيميتر كما في الشكل التالي

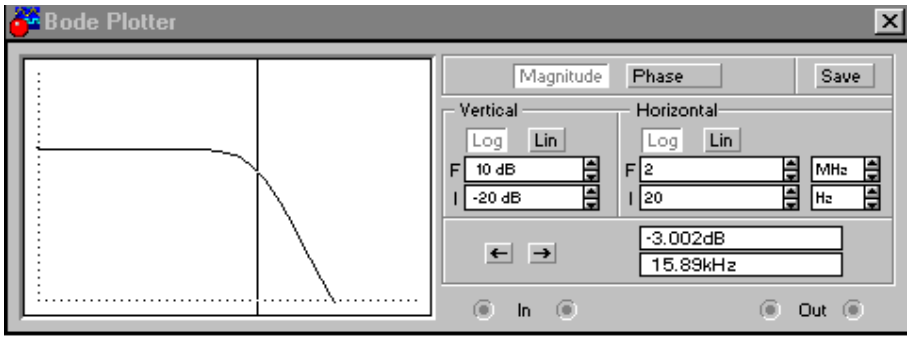


ملاحظة: المكبر موجود ضمن شريط الدوائر التماثلية

٤. مرشح منخفض التردد من الدرجة الأولى، يمكن حساب تردد القطع من المعادلة التالية:

$$fc=1/(2*\pi*R*C);\ R=Rf$$



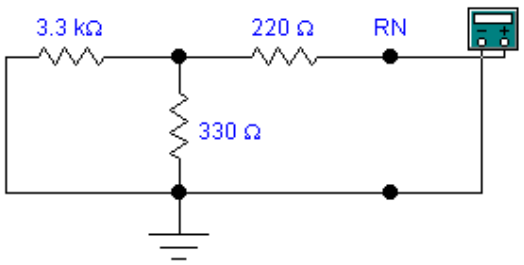


تدريب:

أحسب قيمة تردد القطع وقارنه بنتيجة المحاكاة.

تمارين

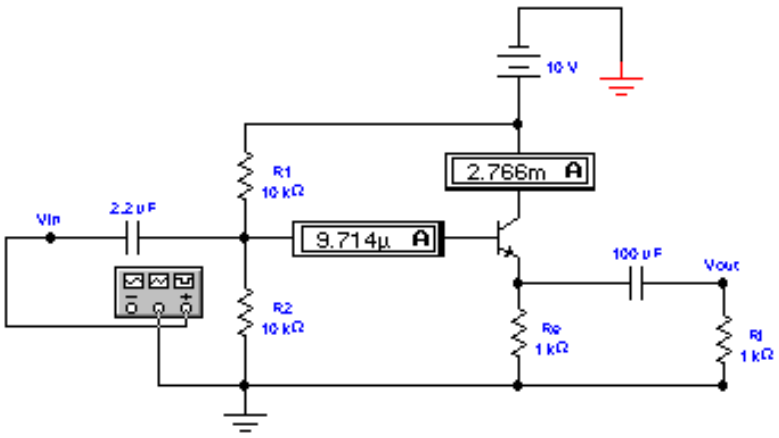
١. أستخدم EWB لقياس مقاومة الدائرة التالية:



ما هو اسم الجهاز المستخدم لقياس المقاومة؟ احسب قيمة المقاومة نظرياً وقارنها بالقيمة المقاسة بالجهاز.

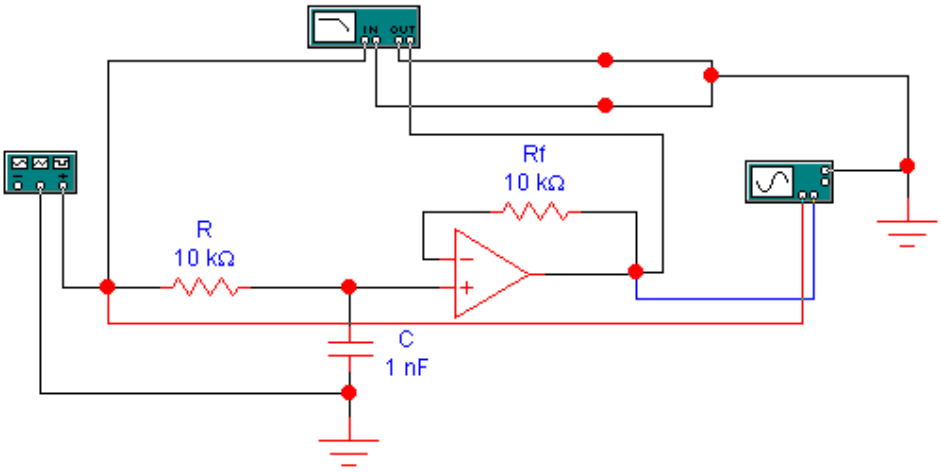
٢. استخدم الأوسيلوسكوب لمقارنة Vin و Vout.

هل لتردد Vin أثر في علاقة الجهد بين Vin و Vout؟



٣. أوجد تردد القطع عن طريق استخدام راسم بود وقارن بينه وبين ناتج المعادلة التاليه

fc=1/(2*pi*R*C); R=Rf



الباب الرابع

بناء الدوائر الرقمية

درسنا في الأبواب السابقة بناء وفحص الدوائر التماثلية وفي هذا الباب سنتعرف على كيفية بناء الدوائر الرقمية واستخدام بعض المؤشرات البسيطة لفحصها. اختيار ووضع وتسمية وتوصيل المكونات مطابق لما درسن في الباب الثاني، لذلك لن نكرر هذه المواضيع في هذا الباب وسنفترض أننا نعرف هذه الأمور ماعدا بعض التفصيلات والتي سنذكرها كملاحظات من حين لآخر.

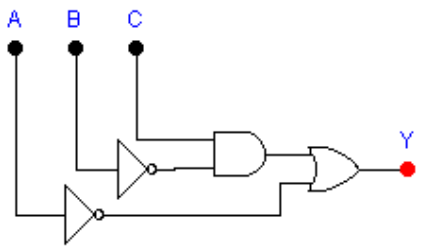
لنبدأ ببناء بعض الدوائر الرقمية البسيطة ومن خلالها نتعرف على المكونات الرقمية.

مثال ١

تطبيق المعادلة الجبرية البولية التالية:

$$Y = A` + CB`$$

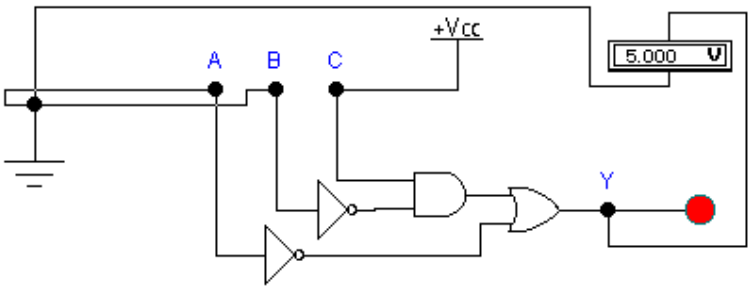
باستخدام البوابات الموجودة ضمن شريط البوابات المنطقية وصل الدائرة كالتالي:



ولكن كيف لنا أن نفحص الدائرة؟

يمكن فحص الدائرة بالتعويض عن المدخلات وقراءة المخرجات. لنفحص الدائرة بالمدخلات التالية: A=0, B=0, C=1، لاحظ أن 0 عبارة عن الأرضي و 1 عبارة عن5V أو Vcc. أما بالنسبة للمخرج فنوصله بإحدى المؤشرات، من شريط المؤشرات. بتطبيق السابق نحصل على التالي بعد تشغيل الدائرة:

لاحظ أننا استخدمنا مؤشرين لقياس المخرج: مقياس الجهد و الـــ Probe

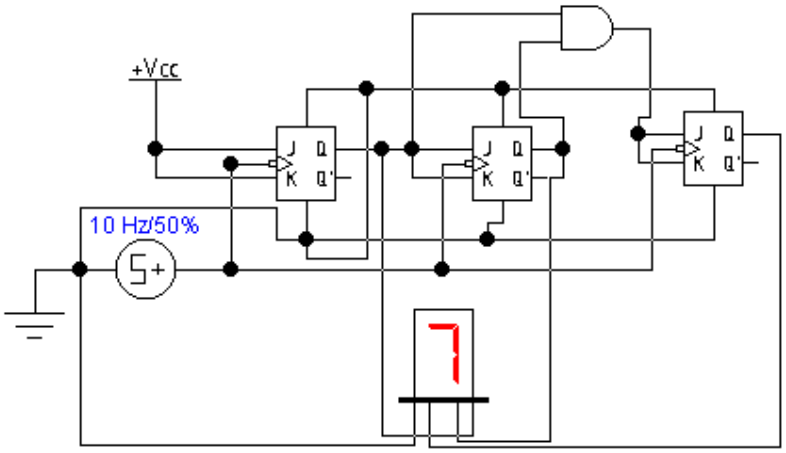


مثال ٢

بناء عداد متزامن ذو معمل ٨ باستخدام قلابات JK. من خلال هذا المثال سنستخدم المكونات التالية:

- قلاب JK من شريط الدوائر المتكاملة المتوسطة MSI
- شاشة عرض من شريط المؤشرات
- مصدر نبضات التزامن (Clock) من شريط المصادر

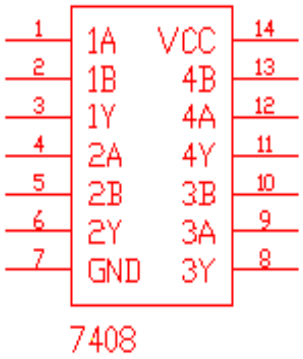
وبتوصيل الدائرة وتشغيلها يظهر التالي في نافذة الدوائر



ملاحظات:

- بما أن العداد ذو ثلاث أطراف، قمنا بتوصيل الطرف الرابع لشاشة العرض بالأرضي
- بالإمكان تغيير تردد نبضات التزامن بالنقر على المصدر مرتين وتغيير القيمة في Value
- القلاب له مدخلان إضافيان للتحكم، يجب توصيلهما لكي يعمل القلاب بشكل صحيح

في المثالين السابقين لم نستخدم الدوائر المتكاملة، وكما هو معروف فإن البوابات والقلابات توجد على شكل دوائر متكاملة. فمثلاً الدائرة المتكاملة 7408 تحتوي على أربع بوابات من نـــوع AND كمـــا في الشكل التالي:

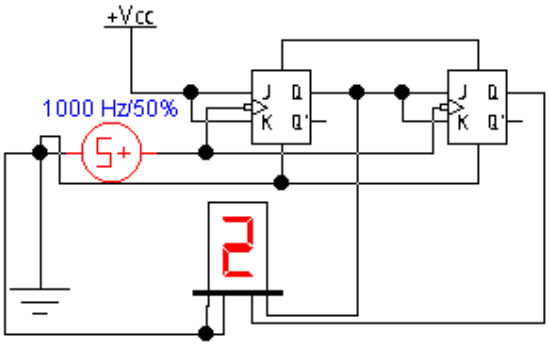


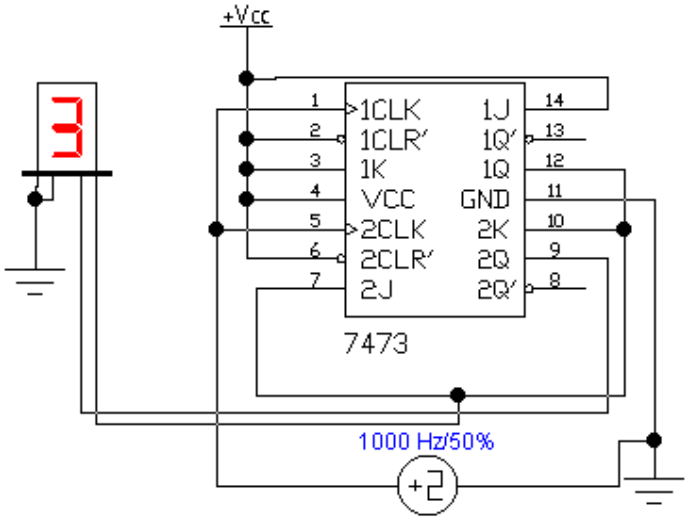
في الأمثلة التالية سنستخدم بعض الدوائر المتكاملة المشهورة.

مثال ٣

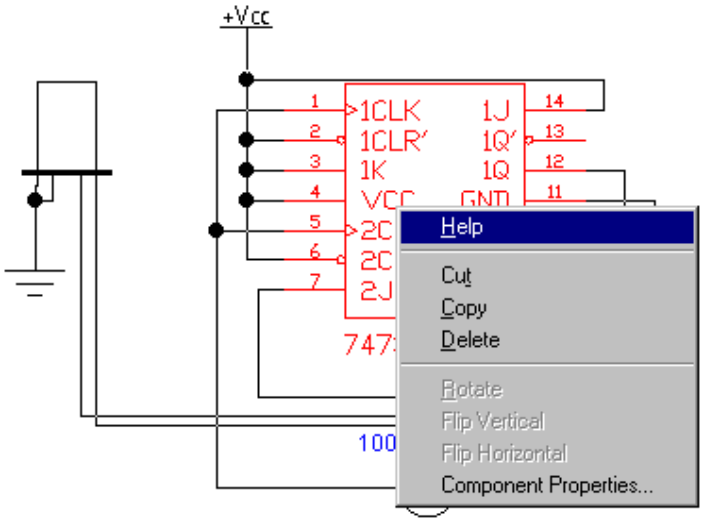
بناء عداد متزامن ذو معامل ٤ باستخدام الدائرة المتكاملة 7473

الدائرة المبنية بالدوائر المتكاملة أقل وضوحاً من المبنية بالقلابات أو البوابات منفصلة، قارن بين الشكلين التاليين:



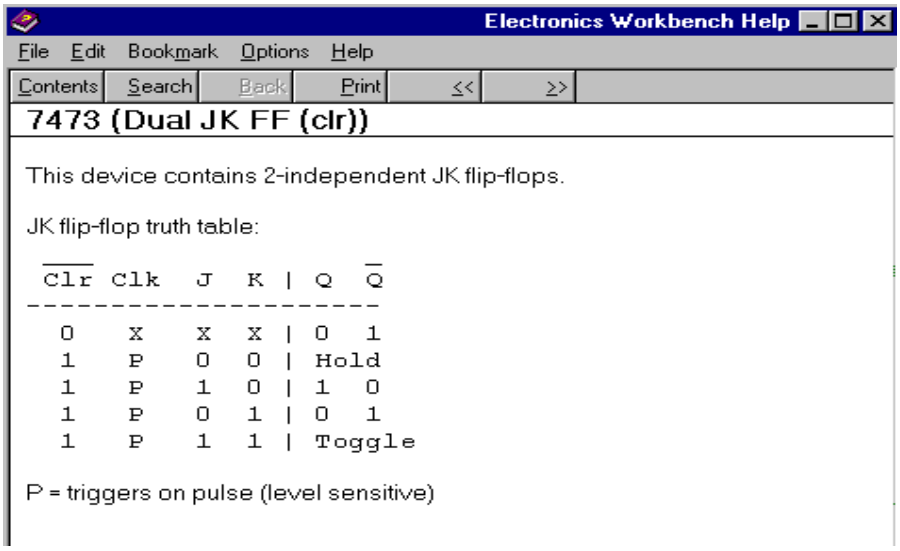


لمعرفة طريقة عمل وجدول التحكم لأي دائرة متكاملة أنقر عليها بزر الفأرة **الأيمن** واختر Help من القائمة. وكتطبيق على ذلك لنحاول معرفة عمل الدائرة المتكاملة 7473:



ملاحظة: من هذه القائمة يمكن قطع،نسخ أو مسح الدائرة المتكاملة، وينطبق هذا على أي قطعة في نافذة الدوائر.

مع اختيار Help تظهر المعلومات التالية:



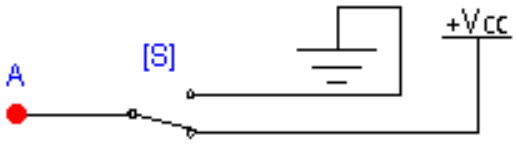
من الجدول يمكن ملاحظة أن إشارة التحكم Clr(مسح) يجب أن تكون مساوية لـــ 1 لكـــي تعمـــل الدائرة، أما إذا كانت مساوية لـــ 0 فإن خرج القلاب يكون ثابتاً على 0 (أي ممسوح).

مثال ٤

بناء مجمع ثنائي من أربع خانات باستخدام المجمع الكامل (Full Adder)

من خلال هذا المثال سنتعرف على طريقة استخدام المفاتيح. يشتمل EWB على أربعة أنواع من المفاتيح:

١. مفتاح عادي: وهو ذو ثلاثة أطراف، أحد الأطراف يمكن ربطه بالطرفين الآخرين، الشكل التالي يبين طريقة ربط المفتاح:



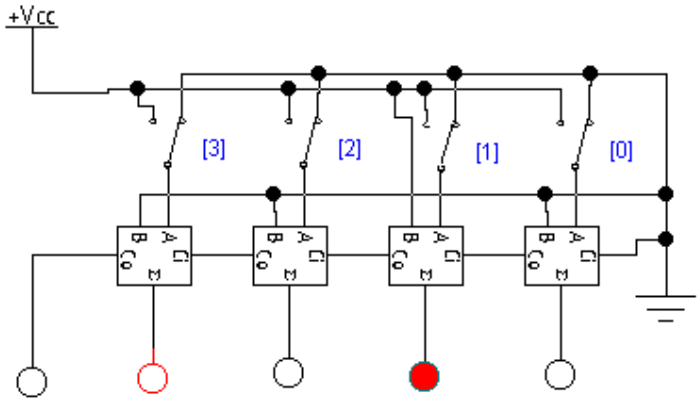
فالموصل A يمكن ربطه بالأرضي أو Vcc بواسطة الحرف S من لوحة المفاتيح، ويمكن تغييره إلى أي حرف بالنقر على المفتاح مرتين وكتابة الرمز الجديد.

٢. مفتاح زمني: يبدأ مفتوحاً ثم يغلق بعد فترة زمنية يمكن تحديدها.

٣. مفتاح يتم التحكم فيه عن طريق الجهد، يغلق المفتاح عند زيادة الجهد عن قيمة محددة

٤. مفتاح يتم التحكم فيه عن طريق التيار

في هذا المثال سنستخدم المفتاح العادي لإدخال البيانات المراد جمعها. ولتبسيط الدائرة سنثبت أحد الرقمين عند قيمة معينه ولتكن اثنان. الشكل التالي يبن الدائرة كاملة:

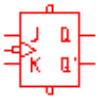


الرقمين المجموعين هما: 0010 + 0000 = 0010

حاول تغيير مواقع المفاتيح وراقب النتيجة.

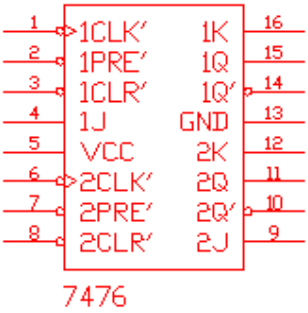
تمارين

١. صمم دائرة عداد تصاعدي ذو معامل ٨ مستخدماً القلاب التالي:



كم عدد القلابات اللازمة؟ نفذ الدائرة باستخدام EWB ووصل المخرجات بشاشة عرض الأجزاء السبعة.

٢. مستخدماً الدائرة المتكاملة التالية قم بتصميم عداد تنازلي ذي معامل ٤ ، أي يعد كالتالي 0 1 2 3 0 1 2 ....،

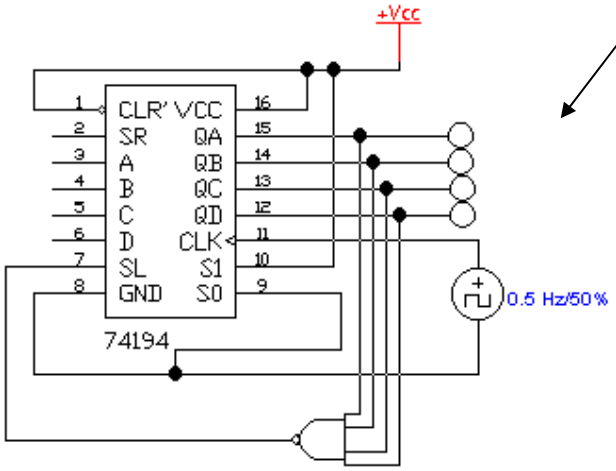


ما هو خرج العداد إذا كانت1PRE و 2PRE مثبته على قيمة 0 ؟

مساعدة: حاول استخدام Q` بدلاً عن Q

٣. قم ببناء وتشغيل الدائرة التالية وراقب تغير المؤشرات،

المؤشرات



أفصل السلك الموصل بـــ SL ووصله بـــ SR ثم شغل الدائرة مرة أخرى، ماذا تلاحظ؟ هل بإمكانك شرح عمل الدائرة؟

الباب الخامس

استخدام الأجهزة الرقمية

برنامج المحاكاة EWB مزود بعدد من الأجهزة الرقمية، وهي:

١. مولد الكلمات المنطقية (Word Generator)

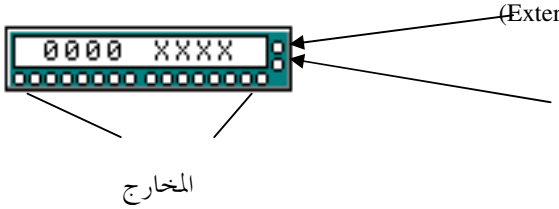
٢. محلل الدوائر المنطقية (Logic Analyzer)

٣. المحول المنطقي

وفي هذا الباب ومن خلال الأمثلة سنتعرف على تطبيقات هذه الأجهزة.

مولد الكلمات المنطقية

يستطيع هذا المولد تزويد الدوائر المنطقية بسلسلة من الكلمات بعرض أقصى ١٦ رقم ثنائي (16_bit) .
هذه الكلمات يمكن تحديده جزء التوصيل لهذا لجهاز موضح في الشكل التالي:

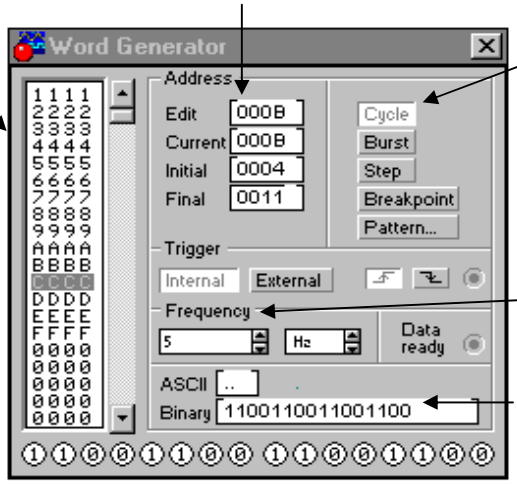


مغير خارجي(External Trigger)

جاهزية البيانات

المخارج

أما بالنسبة لجزء العرض والتجهيز فيظهر كالتالي:



تحديد جزء من السلسلة

الكلمات

طريقة إخراج الكلمات

التردد الداخلي

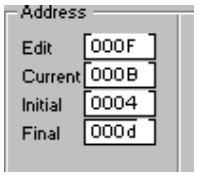
المكافئ الثنائي للكلمة الحالية

كيفية إدخال البيانات

يتم إدخال البيانات بالنظام الست عشري (Hexadecimal) بتعديل العمود الأيمن. يؤشر بالفأرة على الكلمة المراد تعديلها ثم تكتب الكلمة الجديدة. عند بدء التشغيل تكون جميع الكلمات مساوية للصفر.

تحديد عدد الكلمات

يتم تحديد الكلمات المراد إخراجها عن طريق البداية (Initial) والنهاية (Final). فإذا أردنا تحديد عشر كلمات نحدد عنوان الكلمة الأولى في (Initial) وعنوان أخر كلمة في (Final)، بحيث يكون الفرق بين Initial و Final مساوياً لتسعة كما في الشكل التالي:



لاحظ أن البداية ليست بالضرورة مساوية للصفر ففي الشكل السابق البداية تساوي ٤ (0004) والنهاية تساوي ١٣ (000d)، ١٣-٤=٩.

إخراج الكلمات

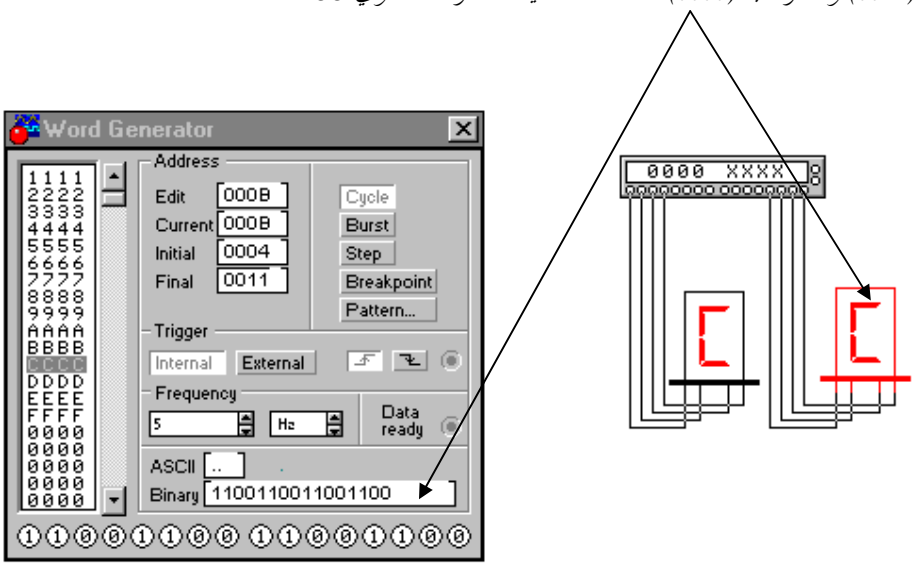
هناك عدة طرق لإخراج البيانات وهي كالتالي:

١. Cycle: بهذا الاختيار يتم إخراج جميع الكلمات وتكرر هذه العملية تلقائياً
٢. Burst: تخرج جميع الكلمات مرة واحدة
٣. Step: تخرج كلمة واحدة فقط وتخرج الكلمة التي تليها بالضغط على Step

المثال التالي يبين طريقة ربط واستخدام مولد الكلمات.

مثال ١

ربط مولد الكلمات بشاشة عرض البيانات. البيانات التي ستعرض تبدأ من العنوان (0004) والمخزن به قيمة (5555) حتى العنوان (0011) والمخزن به (0000). لاحظ أن القيمة المخرجة تساوي CC.



المحول المنطقي

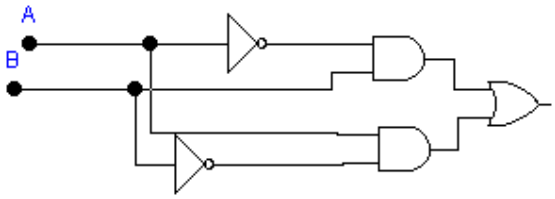
بإمكان المحول المنطقي التحويل بين عدة صور لتمثيل الدوائر المنطقية.

التحويلات المحتملة:

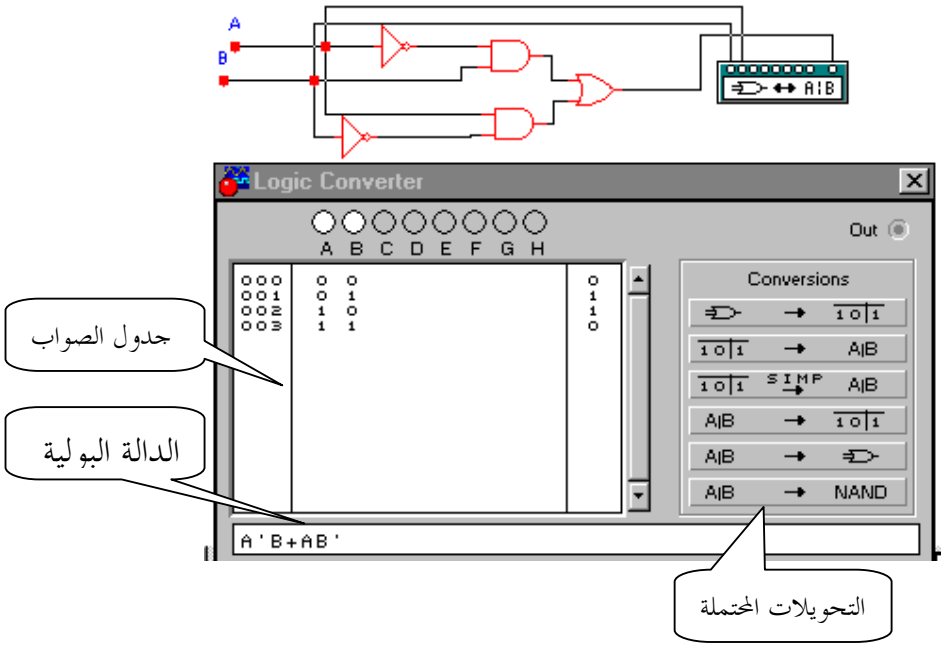
١. من رسم الدائرة إلى جدول الصواب
٢. من جدول الصواب إلى المعادلة البولية والعكس
٣. من جدول الصواب إلى المعادلة البولية المبسطة
٤. من المعادلة البولية إلى رسم الدائرة
٥. من المعادلة البولية إلى رسم الدائرة بـــ NAND

مثال ٢

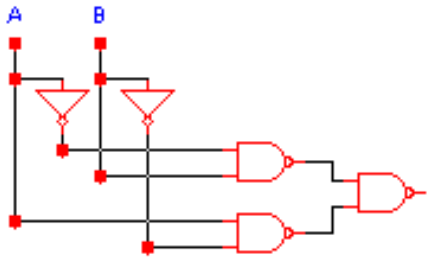
في هذا المثال سنقوم ببعض التحويلات للدائرة التالية:



الخطوة الأولى ربط الدائرة بالمحول واستخراج جدول الصواب،



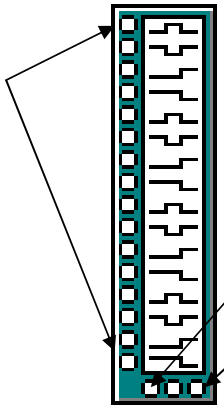
بما أن عدد المدخلات يساوي اثنين، فإن جدول الصواب مكون من أربعة صفوف. بالضغط على محول جدول الصواب إلى الدالة البولية، تظهر الدالة البولية اسفل الصفحة. وبالضغط على زر التحويل إلى NAND يقوم EWB برسم الدائرة التالية، والمكافئة للدائرة الأصلية:



المحلل المنطقي

هناك تشابه بين الأوسيلوسكوب والمحلل المنطقي في كونهما وسيلتان لعرض الأشكال الموجية. المحلـــل المنطقي يحتوي على ١٦ قناة لعرض ١٦ إشارة منطقية في نفس الوقت. الإشارات المنطقية عبارة عن 0 أو 1 وهذا أحد أهم الفروق بينه وبين الأوسيلوسكوب.

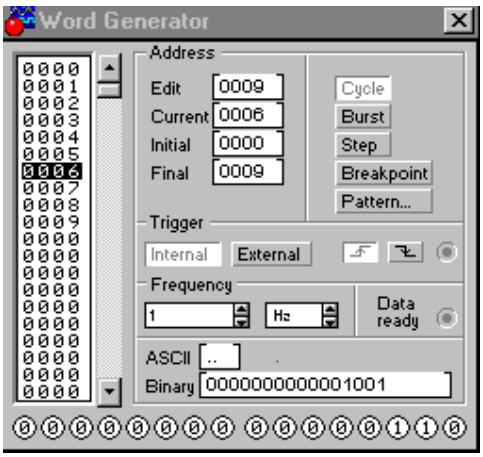
جزء التوصيل في المحلل المنطقي يظهر كالتالي:

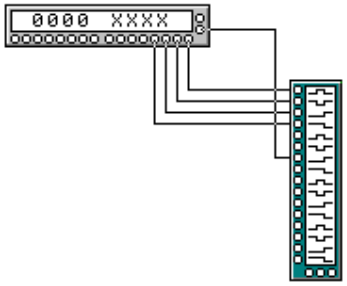


أما بالنسبة لجزء العرض والتجهيز فسنوضحه من خلال المثال التالي:

مثال ٣

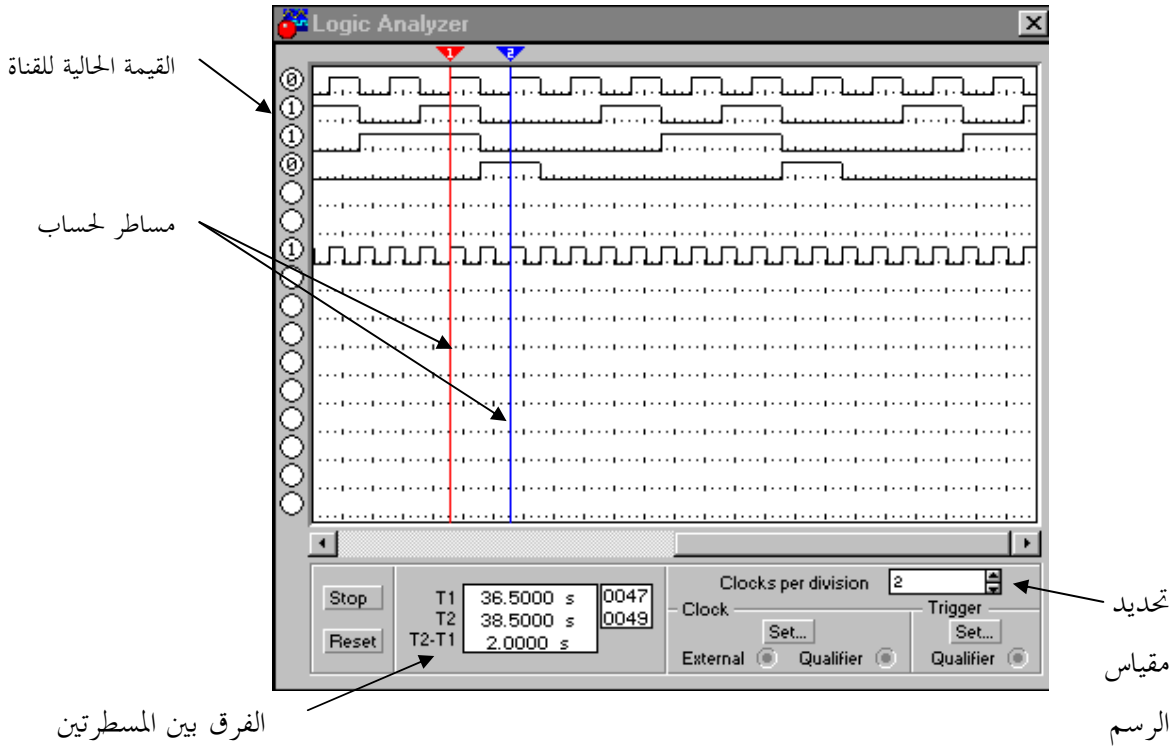
ربط المحلل المنطقي بمولد الكلمات كالتالي:





مولد الكلمات في هذه الدائرة يعمل كعداد عشري، يعد من ٠ الى ٩ كما هو واضح من الشكل السابق.

الشكل التالي يبين جزء العرض من المحلل المنطقي:



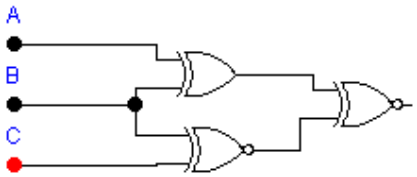
تدريب:

لاحظ الفرق بين المسطرتين وقارنه بقيمة التردد في مولد الكلمات، ما هي العلاقة؟

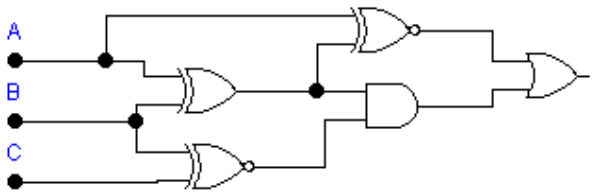
تمارين

١. صمم عداد يعد من ١ إلى ٩ باستخدام مولد الكلمات. اربط مولد الكلمات بشاشة عرض الأرقام الست عشرية.

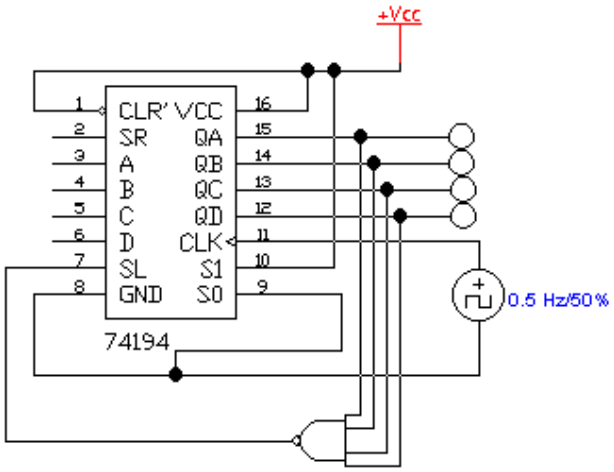
٢. أوجد المعادلة الجبرية البولية للدائرة التالية باستخدام المحول المنطقي:



٣. أوجد دائرة NAND المكافئة للدائرة التالية باستخدام المحول المنطقي:



٤. اربط مخارج الدائرة التالية بالمحلل المنطقي واحسب تردد QA باستخدام المساطر



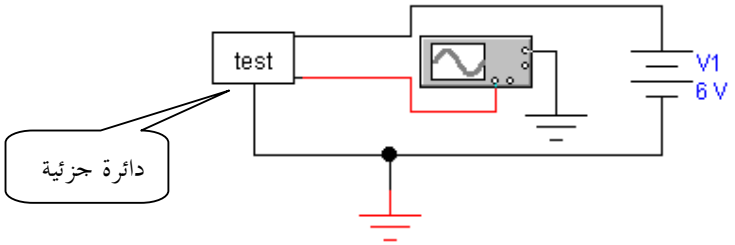
الباب السادس

استخدام الدوائر الجزئية (Subcircuits)

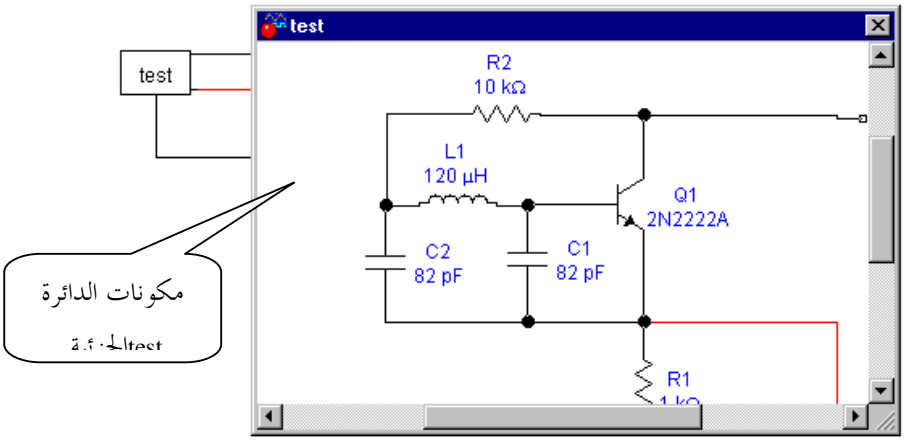
عادة ما تتكون الدوائر الإلكترونية من عدد من الدوائر المصغرة ذات المهام المحددة. برنامج المحاكـــاة EWB يمكننا من بناء واختبار هذه الدوائر المصغرة كل على حدة. وبعد التأكد من عمل هذه الدوائر ، يتم حفظها كدوائر جزئية ومن ثم ربطها ببعض لتكوين الدائرة النهائية.

استخدام الدائرة الجزئية

الشكل النهائي للدائرة يتكون من مستطيل ذو عدد من المداخل والمخارج كما في الشكل التالي:



ولعرض مكونات الدائرة الجزئية (test) يتم النقر عليها مرتين لنحصل على الشكل التالي:

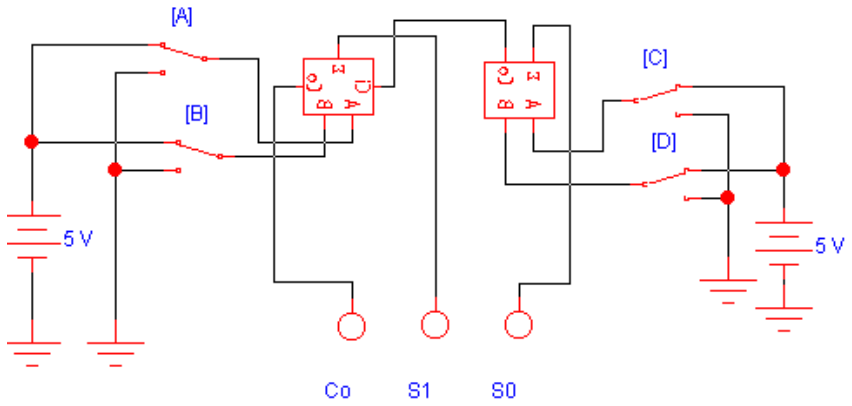


وعند الرغبة في تعديل مكونات الدائرة الجزئية فإن ذلك يتم من خلال نافذة الدائرة الجزئية. وفي ما يلي سيتم من خلال الأمثلة التعرف على طريقة بناء واستخدام الدوائر الجزئية.

مثال ١

في هذا المثال سنقوم بتحويل بعض أجزاء مجمع ثنائي ذو خانتين إلى دائرة جزئية ومن ثم القيام بـــبعض التعديلات على هذه الدائرة.

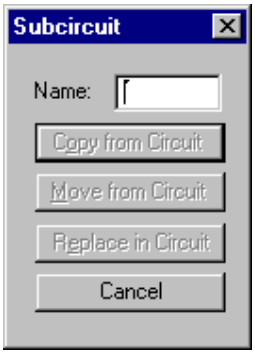
أولاً: سنقوم ببناء مجمع ثنائي من خانتين كما في الشكل التالي:



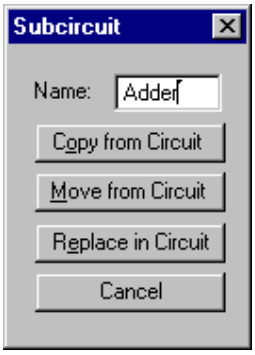
ثانياً: تحويل هذه الدائرة إلى دائرة جزئية من خلال الخطوات التالية:

١. اختيار أجزاء الدائرة المراد تحويلها إلى دائرة جزئية، في مثالنا نختار المجمعين الثنائيين وذلـــك برسم مستطيل يحيط بها عن طريق زر الفأرة الأيسر.

٢. اختيار الدائرة الجزئية (Subcircuit) من قائمة الدوائر (Circuit) لتظهر القائمة التالية:



٣. تسمية الدائرة الجزئية وذلك بكتابة الاسم في الفراغ المعطى، وليكن الاسم Adder لتظهر الأزرار:



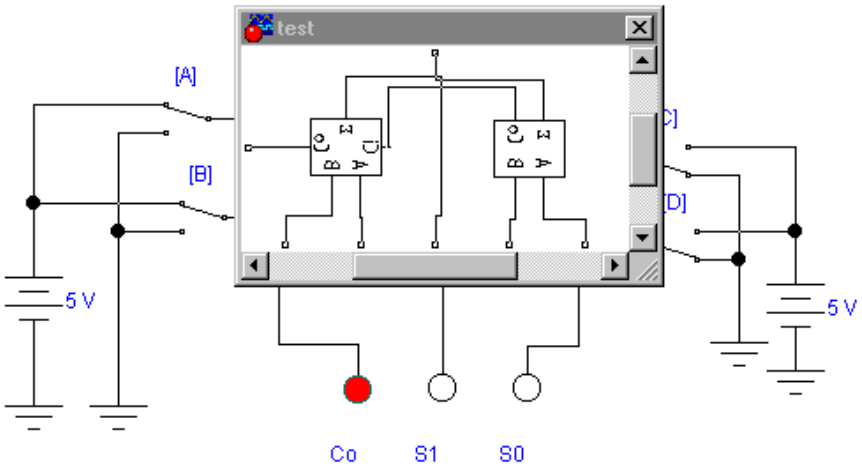
٤. كما هو ملاحظ القائمة تحتوي على ثلاثة اختيارات نبينها بالآتي:

أ. نسخ من الدائرة (Copy from circuit): بهذا الاختيار يتم عمل نسخة من الأجزاء المختارة من الدائرة الأصلية دون المساس بها. الدائرة الجزئية يتم حفظها في قائمة الاختيارات المفضلة (Favorites) لإعادة استخدامها.

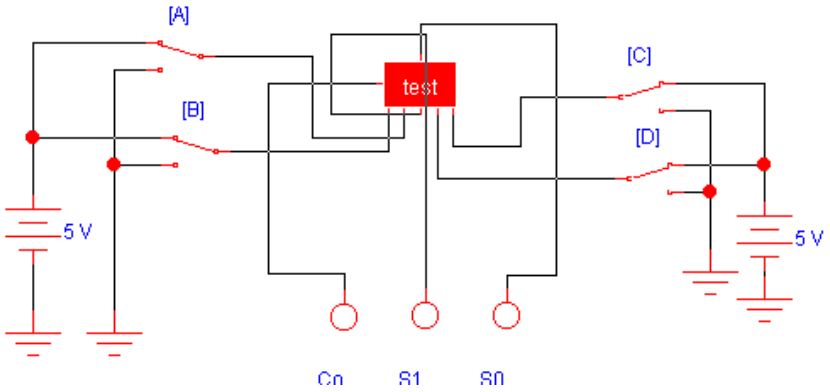
ب. إزالة من الدائرة (Move from circuit): مثل الاختيار السابق ولكن بإزالة الأجزاء المختارة من الدائرة الأصلية.

ج. استبدال في الدائرة (Replace in circuit): بهذا الاختيار يتم استبدال الأجزاء المختارة بالدائرة الجزئية.

بالضغط على الاختيار ج (استبدال في الدائرة) تتحول الدائرة إلى الآتي:



وبإغلاق نافذة الدائرة الجزئية تنتج الدائرة التالية:



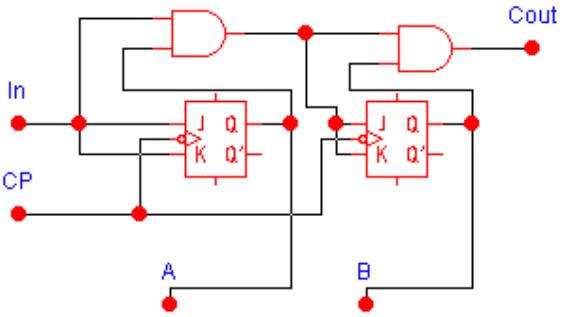
ويمكن ملاحظة أن الدائرة الجزئية استبدلت المجمعات الثنائية في الدائرة الأصلية.

تدريب: كيف يمكن تعديل مكونات الدائرة الجزئية؟ حاول النقر مرتين على الدائرة الجزئية.

مثال ٢:

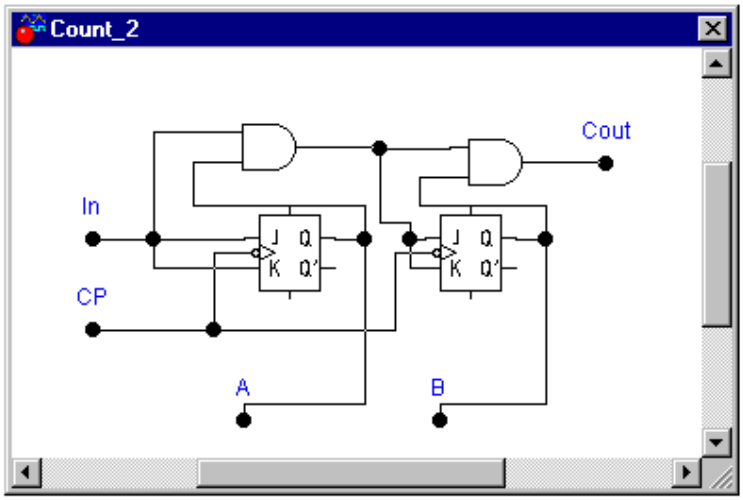
في هذا المثال سنقوم ببناء عداد ثنائي من ثمان خانات باستخدام الدوائر الجزئية.

أولاً: بناء عداد ثنائي من خانتين كما في الشكل التالي:

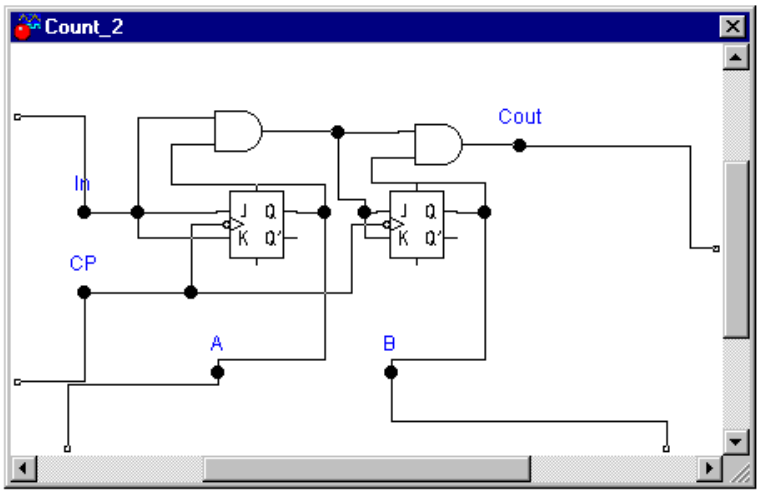


يلاحظ أن العداد تم تصميمه بحيث يمكن توصيله بعداد سابق أو لاحق .

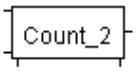
ثانياً: حفظ هذه الدائرة كدائرة جزئية وذلك بتطبيق الخطوات السابق ذكرها في المثال الأول، لنحصل على الشكل التالي، لاحظ أن اسم الدائرة الجزئية هو Count_2:



ثالثاً: توصيل مداخل ومخارج الدائرة الجزئية وذلك بالنقر بزر الفأرة الأيسر على المدخل أو المخرج وسحبه إلى حافة النافذة حتى يتكون مربع صغير ومن ثم إطلاق زر الفأرة. عند تنفيذ ذلك لجميع المداخل والمخارج تصبح الدائرة الجزئية بالشكل التالي:

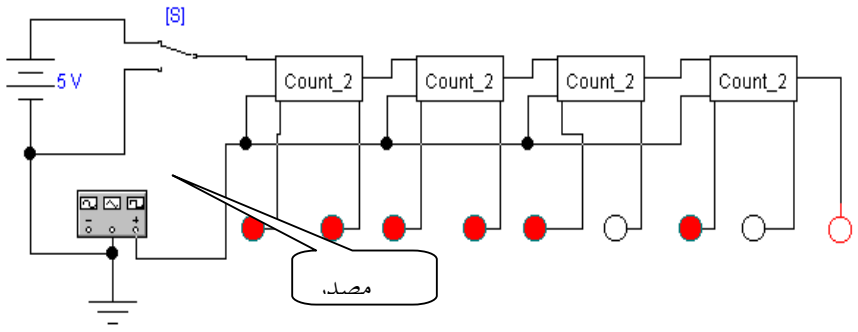


رابعاً: إغلاق نافذة الدائرة الجزئية، لتظهر بالشكل التالي، لاحظ نقاط التوصيل بالمداخل والمخارج :



وبهذا أصبحت الدائرة الجزئية، Count_2، جاهزة للاستخدام لبناء العداد ذو الثماني خانات.

خامساً: لتكوين العداد ذو الثماني خانات نحتاج إلى ٤ عدادات من Count_2. وهنا تتضح فائدة الدوائر الجزئية،فباستطاعتنا الآن نسخ الدائرة الجزئية ومن ثم لصقها مرة أخرى لأي عدد من المرات. وبعمل أربع نسخ وربطها ببعض تنتج الدائرة التالية:



تدريبات:

١. ما هي قيمة العداد؟

٢. ما أكبر قيمة يمكن أن يصلها العداد؟ لاحظ أنه بالإمكان استخدام Cout من العداد الثنائي الأخير.

٣. قم بتعديل الدائرة السابقة واستخدم شاشة عرض الأرقام الثنائية

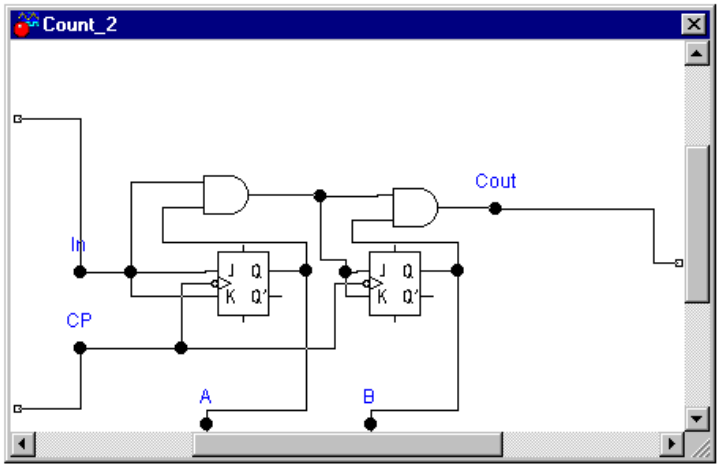
٤. أعد بناء الدائرة بدون استخدام الدوائر الجزئية. أذكر عدة فوائد لاستخدام الدوائر الجزئية.

من فوائد استخدام الدوائر الجزئية أنه عند تعديل الدائرة الجزئية فإن التعديل يظهر على جميع نسخ الدائرة المعدلة. في المثال التالي سنستعرض هذه الميزة.

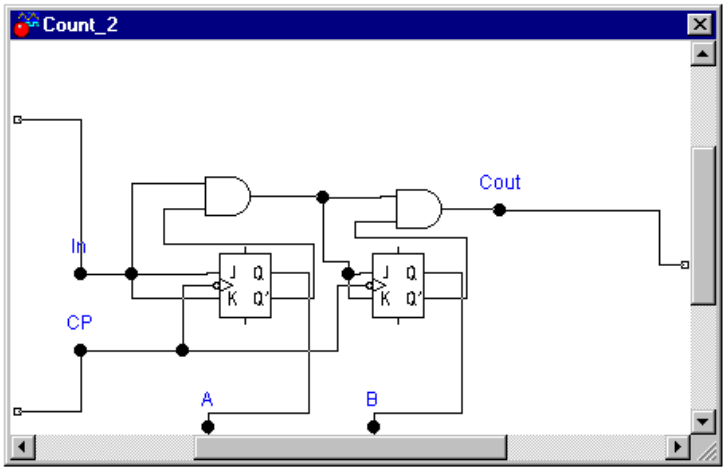
مثال ٣:

في هذا المثال سنقوم بتعديل الدائرة الجزئية في المثال السابق، Count_2، ليصبح العد تنازلياً.

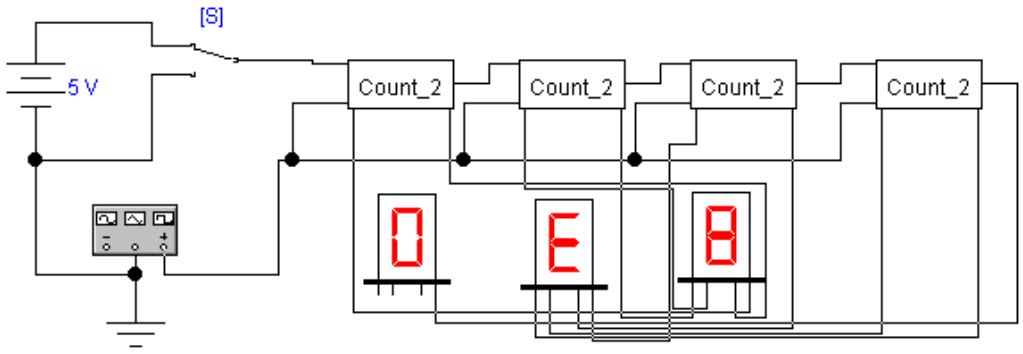
أولاً: فتح ملف الدائرة السابقة والنقر مرتين على أي من الدوائر الجزئية لتظهر النافذة التالية:



ثانياً: القيام بالتعديل اللازم لتحويل الدائرة للعد التنازلي وهو، كما في الشكل التالي، توصيل Q` بالبوابة AND بدلاً من Q:



ثالثاً: اختبار الدائرة النهائية عن طريق ربطها بشاشة عرض الأرقام ومن ثم ملاحظة طريقة عد الدائرة:



تدريبات:

١. أفتح أي دائرة جزئية، غير التي عدلت، هل ظهرت عليها التعديلات ؟

نقل الدوائر الجزئية إلى دوائر جديدة

تعرفنا في الفصل السابق على كيفية بناء وتعديل واستخدام الدوائر الجزئية ضمن نفس الملف، وفي هذا الفصل سنتعرف على كيفية نقل هذه الدوائر إلى ملفات أخرى وكيفية حفظ الدائرة الجزئية لتكـــون متاحة لجميع الدوائر المستحدثة بعد إنشاء الدائرة الجزئية.

الطريقة الأولى:

بهذه الطريقة يتم نسخ الدائرة الجزئية، أو غيرها من الدوائر، من ملف ومن ثم لصقها في الملف الآخر. يعاب على هذه الطريقة عملية التكرار. ففي كل مرة يراد استخدام الدائرة الجزئية في دائرة جديـــدة، ملف جديد، تتبع الخطوات التالية:

١. فتح الملف المحتوي على الدائرة الجزئية المراد استخدامها
٢. نسخ الدائرة الجزئية ثم إغلاق الملف
٣. فتح ملف الدائرة الجديدة
٤. لصق الدائرة الجزئية

إذا كانت الدائرة الجزئية ستستخدم مرات قليلة، فإن هذه الطريقة قد تكون الأنسب.

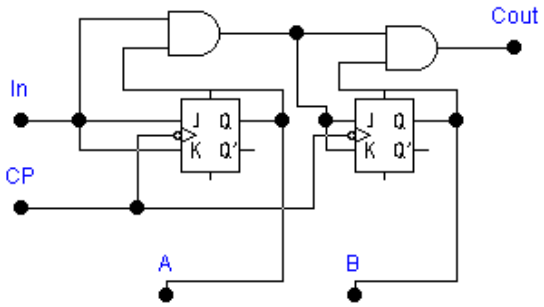
الطريقة الثانية:

بهذه الطريقة يتم إضافة الدائرة الجزئية إلى قائمة الدوائر المفضلة، Favorites. فعندما يتم تكوين أي دائرة جزئية يقوم البرنامج بإضافتها إلى قائمة الدوائر المفضلة بشكل آلي. بعد ذلك تكون هذه الدائرة الجزئية متاحة لجميع الدوائر المبنية بعد ذلك ضمن نفس الملف. المثال التالي يوضح هذه الخطوات.

مثال ٤:

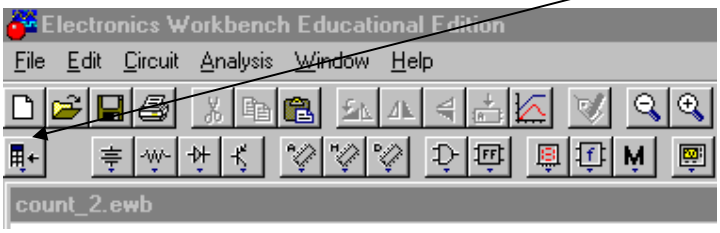
في هذا المثال سنضيف الدائرة الجزئية، Count_2، إلى قائمة الدوائر المفضلة،Favorites،

أولاً: نفتح ملف الدائرة Count_2 كما في الشكل التالي:

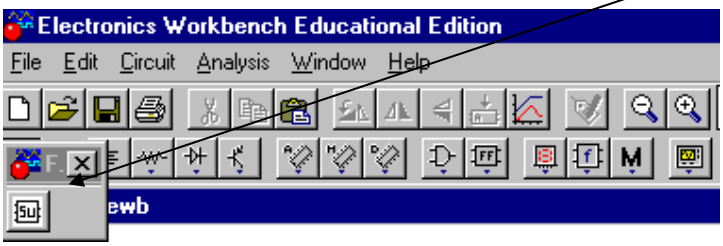


ثانياً: تكوين دائرة جزئية من Count_2 ونسميها 2b_cnt

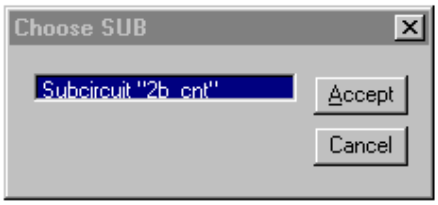
ثالثاً: فحص قائمة الدوائر المفضلة وذلك بنقرها بزر الفأرة الأيسر



رابعاً: ستظهر أيقونة الدوائر الجزئية، اضغط بزر الفأرة الأيسر على الأيقونة واسحبها إلى نافذة الدوائر



خامساً: اختر الدائرة الجزئية المرغوبة من القائمة، في هذه الحالة لا يوجد غير 2b_cnt



سادساً: بالضغط على Accept يتم نقل الدائرة الجزئية المختارة إلى نافذة الدوائر ومن ثم ربطها بباقي أجزاء الدائرة.

تدريبات:

١. عدل الدائرة الجزئية لتقوم بالعد تنازلياً ومن ثم أضفها إلى قائمة الدوائر المفضلة تحت اسم 2b_dwn. لاحظ أنه يجب عمل نسخة عن طريق اللصق واللزق حتى لا يظهر التعديل على الدائرة الأصلية.

٢. افحص قائمة الدوائر المفضلة، كم عدد الدوائر الموجودة؟

٣. قم بفتح ملف جديد وافحص قائمة الدوائر المفضلة، كم عدد الدوائر الموجودة؟

من التدريب السابق يتضح أن الدوائر الجزئية المضافة لقائمة الدوائر المفضلة ضمن أي ملف لا تظهر في الملفات الجديدة ولكن تظهر ضمن الملف الذي أضيفت فيه. فكيف لنا جعل هذه الدوائر الجزئية متاحة لجميع الدوائر؟

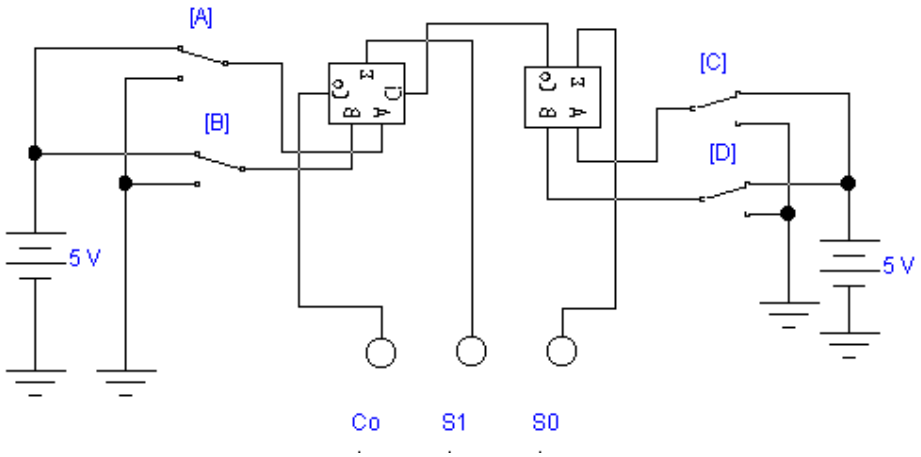
ملف Default

التجهيزات التي تتم على هذا الملف، Default.ewb، تظهر على جميع الملفات المنشأة بعد ذلك.لـــذلك فالدوائر الجزئية المضافة إلى قائمة الدوائر المفضلة ضمن ملف Default تكون متاحة لجميـــع الملفـــات المستحدثة بعد ذلك. ولإضافة أي دائرة جزئية إلى ملف Default نستخدم الطريقـــة الأولى المـــذكورة سابقاً.

مثال ٥

في هذا المثال سنضيف الدائرة التي بنيناها في المثال الأول، مجمع ثنائي ذو خانتين، إلى قائمة الـــدوائر المفضلة للملف Default.ewb ثم نستخدم هذه الدائرة الجزئية في دائرة جديدة لمجمع ثنـــائي ذو ثمـــان خانات.

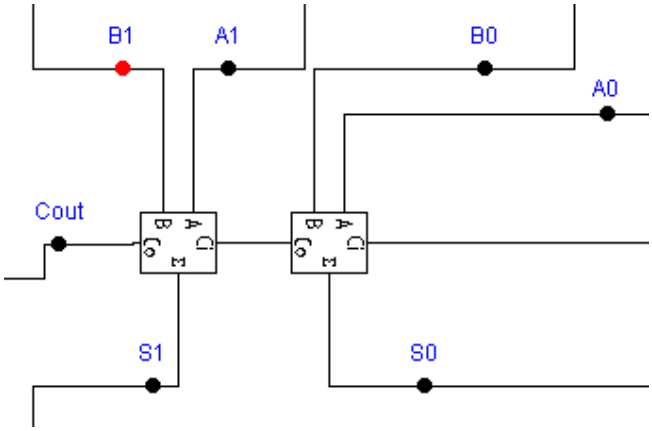
أولاً: نفتح ملف دائرة المجمع الثنائي ذو الخانتين:



ثانياً: نسخ الدائرة ثم إغلاق الملف

ثالثاً : فتح ملف Default.ewb والموجود ضمن الدليل C:\EWB5\Default.ewb ولصق الدائرة المنسوخة فيه.

رابعاً: تجهيز مداخل الدائرة ومخارجها كدائرة جزئية مع استبدال المجمع الأول ليصبح كاملاً كمـــا في الشكل التالي:



خامساً: تحويل الدائرة إلى دائرة جزئية ثم تخزين وإغلاق الملف Default

الآن أصبحت الدائرة الجزئية Add_2 متاحة لجميع الدوائر المستحدثة.

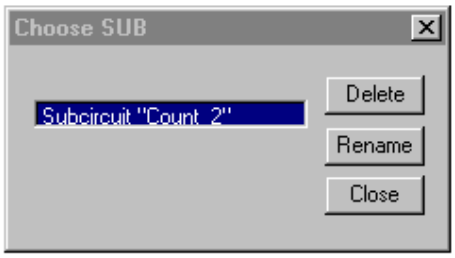
تدريبات:

١. استخدم الدائرة الجزئية Add_2 لبناء مجمع ثنائي ذو 8 خانات
٢. أضف المجمع ذو الثمانية خانات كدائرة جزئية إلى قائمة الدوائر المفضلة
٣. هل بالإمكان إضافة أي من القطع إلى قائمة الدوائر المفضلة؟ حاول ذلك.

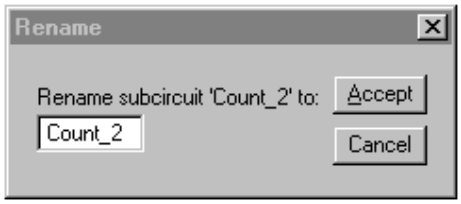
ملاحظات عامة:

١. بالإمكان إضافة أي من القطع إلى قائمة الدوائر المفضلة وذلك بالنقر بزر الفأرة الأيمن على القطعة ومن ثم اختيار Add to favorites

٢. بالإمكان حذف أو تعديل اسم أي من الدوائر الجزئية المضافة لقائمة الدوائر المفضلة وذلك بالنقر بزر الفأرة الأيمن على الدائرة الجزئية لتظهر النافذة التالية:



بالضغط على Delete يتم مسح الدائرة الجزئية. أم الضغط على Rename فيظهر النافذة التالية والتي يتم من خلالها تعديل الاسم:



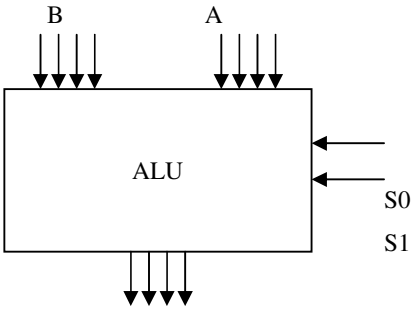
مثال ٦

في هذا المثال سنقوم ببناء ALU(معالج حسابي ومنطقي)ذو **أربع** خانات يقوم بالعمليات التالية:

العملية	S1	S0
لاشيء	0	0
اجمع A و B	0	1
احسب A أو B	1	0
احسب A و B	1	1

فعن طريق إشارات التحكم S0 و S1 يتحدد عمل الدائرة، فإذا كانت قيمتهما 1 و 0 فإن المعالج يقوم بجمع القيمة الموجودة على المدخل A مع تلك الموجودة على المدخل B.

الشكل العام للدائرة كالتالي:

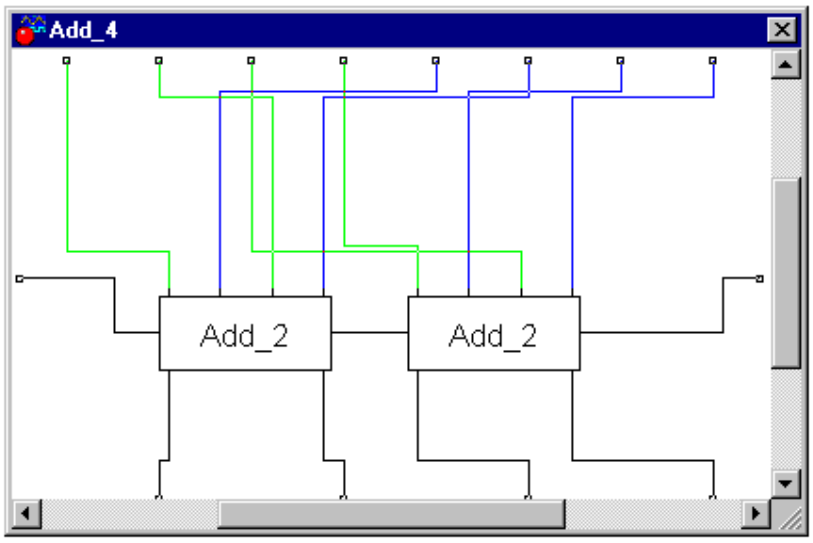


سنستخدم في حل هذا المثال الدوائر الجزئية التالية:

١. مجمع (Adder)
٢. دائرة لحساب A أو B (A OR B)و A و B (A AND B)
٣. دائرة للتحكم واختيار العملية المنفذة.

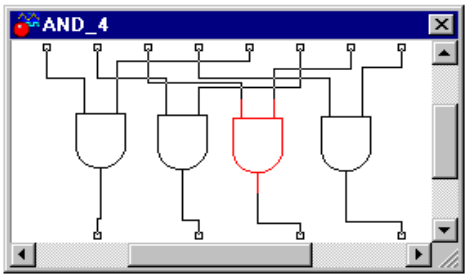
أولاً: الدائرة الجزئية للمجمع (Adder)

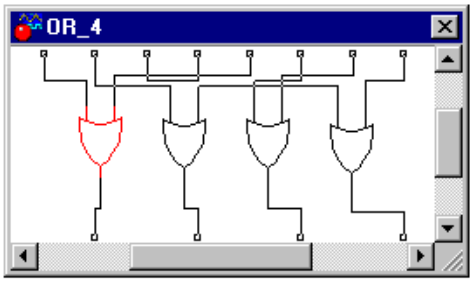
سبق لنا بناء دائرة جزئية لمجمع ثنائي وسنقوم باستخدامها هنا وتعديلها لتقوم بعملية الجمع لأربع خانات لتظهر بالشكل التالي:



تم بناء وتخزين هذه الدائرة كدائرة جزئية ضمن ملف Default حتى تكون متاحة للملف النهائي، ولغيره من الملفات. جميع الدوائر الجزئية التي سيتم بنائها لهذا المثال ستخزن ضمن ملف Default.

ثانياً: الدائرة الجزئية لـ OR و AND





ثالثاً:دائرة التحكم

في معظم التصميمات يعتبر جزء التحكم من أعقد أجزاء الدائرة، ودائرتنا التي نسعى لتصميمها لا تستثنى من هذه الحالة. قبل تنفيذ الدائرة نحتاج إلى شرح مبسط لإحدى الدوائر المستخدمة لتنفيذ

وحدة التحكم وهي دائرة الـــ Multiplexer. هذه الدائرة ذات مخرج واحد وعدة مداخل للبيانـــات وعدد من المداخل للاختيار. وهنالك علاقة أسية بين عدد مداخل البيانات ومداخل الاختيار، وهي:

$$\text{عدد مداخل البيانات} = ٢^{\text{عدد مداخل الاختيار}}$$

وهذه الدائرة تعمل كالآتي:

عن طريق القيمة الموجودة مدخل الاختيار يتساوى المخرج مع أحد المداخل. وكمثال فلنفـــرض أن عندنا Multiplexer من حجم 4X1، أي ٤ مداخل ومخرج واحد. لاحظ أن عدد مداخل الاختيـــار لا يحدد في ترقيم الـــ Multiplexer لأنه يعرف بعدد مداخل البيانات من العلاقة الأسية السابقة، وهي ٢، لأن $٤ = ٢^{٢}$.

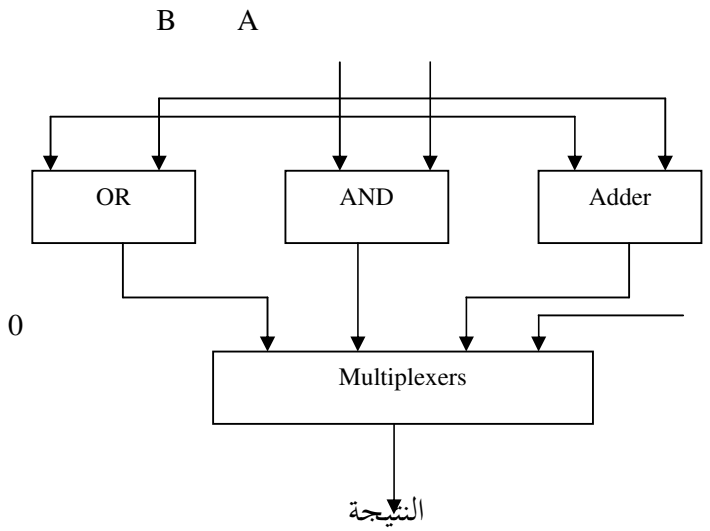
ومن الجدول التالي يتضح عمل الـــ Multiplexer:

المخرج	مداخل الاختيار	
	S1	S0
I0	٠	٠
I1	٠	١
I2	١	٠
I3	١	١

علماً بأن I0, I1, I2, I3 هي عبارة عن مداخل البيانات. إذاً بالتحكم بقيم S0 و S1 نســـتطيع تمريـــر البيانات الموجودة على أحد المداخل. فمثلاً إذا كانت قيمة S1S0=10 فإن البيانات الموجـــودة علـــى المدخل I2 هي التي تمرر على المخرج.

دائرة التحكم عبارة عن عدد من الـــ Multiplexers لاختيار النتيجة المناسبة. إذاً البيانات المدخلة تمرر للمجمع والعمليات المنطقية ومن ثم تمرر على الـــ Multiplexers لاختيار النتيجة المطلوبة بناءاً على قيم S1S0 .

الشكل العام للدائرة كالتالي:



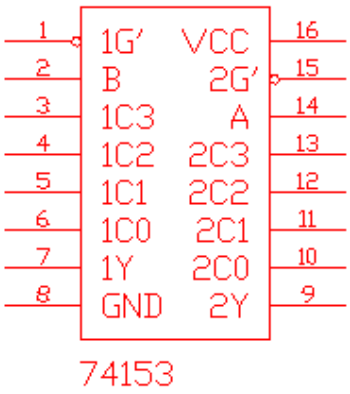
يلاحظ أن المدخل الأول لدائرة انتقاء البيانات (Multiplexer) عبارة عن صفر وهذا هـــو المطلـــوب كنتيجة إذا كانت قيمة S1S0=00.

تدريب:

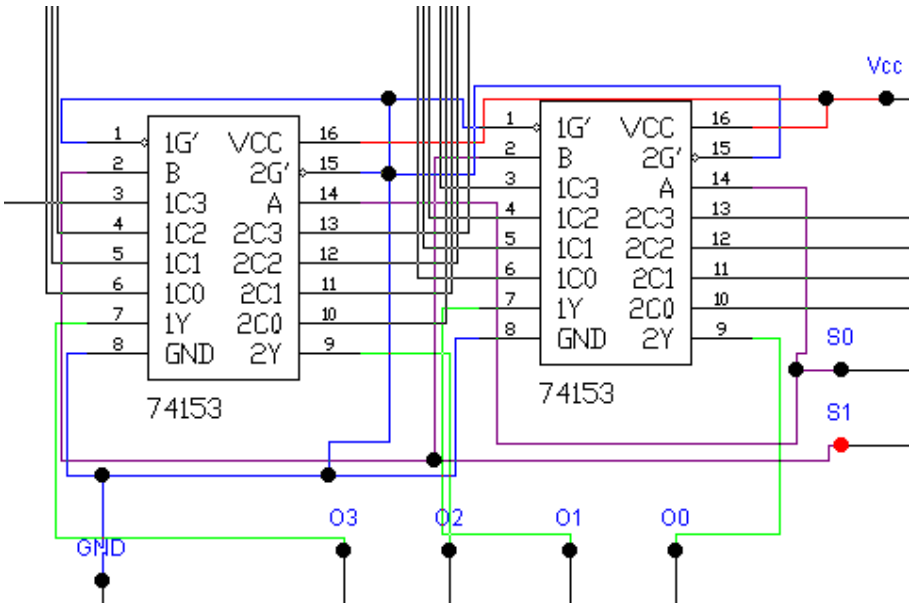
كم عدد الـــ Multiplexers اللازمة لهذه الدائرة؟ وما هي أحجامها؟

الدائرة الجزئية للـــ Multiplexer

يحتوي برنامج المحاكاة على عدة أنواع من دوائر الاختيار أو انتقاء البيانات (Multiplexers) متعـــددة الأحجام، اخترنا منها الدائرة التالية:

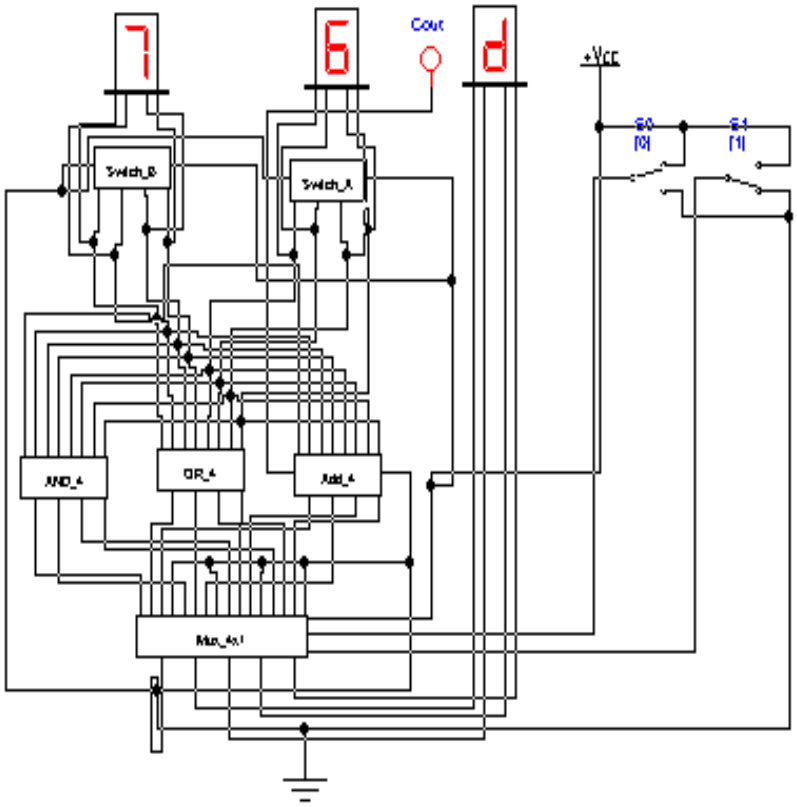


هذه الدائرة تحتوي على دائرتين للاختيار من الحجم 4x1، تشتركان في مـــداخل الاختيـــار(A , B)، وتختلفان في مداخل البيانات (C0,C1,C2,C3). ومن التدريب السابق اتضح لنـــا الحاجـــة لعـــدد ٤ Multiplexers من الحجم 4x1 وتشترك جميعها في مداخل الاختيار، كل منها مسئول عـــن تحديـــد إحدى الخانات. لذا فالدائرة الجزئية النهائية للـــ Multiplexers هي كالتالي:



الدائرة النهائية

الآن نفتح ملف جديد تحت مسمى ALU، وباستخدام الدوائر الجزئية المبنية سابقاً نبني الدائرة المبينة في الشكل التالي:



كما هو ملاحظ تم ربط المدخلات بدوائر جزئية تحت الأسماء:

١. Switch_A: وتحتوي على أربع مفاتيح لإدخال البيانات للمتغير A وكذلك ربطت بشاشة لعرض البيانات.

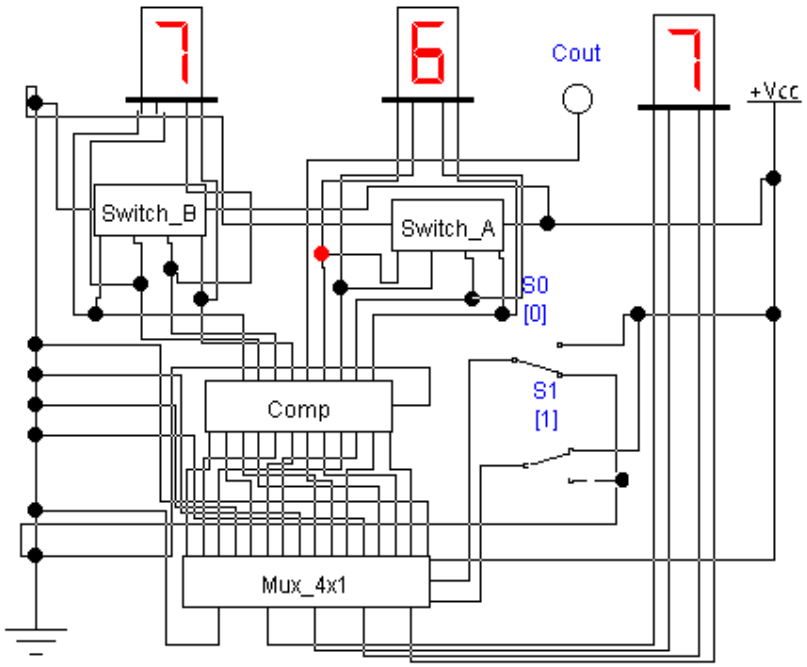
٢. Switch_B: تماماً مثل Switch_A ولكن للمتغير B

لاحظ أيضاً أن العملية المختارة عن طريق S1S0=01 هي الجمع، لذلك ترى النتيجة مساوية لـ d (13) لأن المدخلات مساوية لـ 6 و 7.

بالإمكان تبسيط الدائرة عن طريق إنشاء دائرة جزئية،Comp، تظم الدوائر الجزئية:

١. Adder
٢. AND
٣. OR

الشكل التالي يبين الدائرة بعد التعديل:



تدريبات:

١. لماذا كانت النتيجة مساوية لـــ 7؟
٢. ما هي فائدة الـــ Cout؟
٣. اختر إحدى الدوائر الكبيرة نوعاً ما في تخصصك وقم بتطبيقها باستخدام الدوائر الجزئية.

كلية علوم الحاسب والمعلومات ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.

مقدمة ٢

الباب الأول ٣

التعريف ببرنامج منضدة العمل الإلكترونية ٣

دورة التصميم ٤

التعرف على واجهة المستخدم ٥

واجهة المستخدم ٥
قوائم البرنامج: ٦
قائمة الملفات(FILE) ٦
الطباعة ٧
قائمة التعديل(EDIT) ٩
قائمة الدوائر (CIRCUIT) ٩
قائمة التحليل((ANALYSIS ١٠
قائمة النافذة(WINDOW) ١٠
شريط الدوائر ١١
نافذة الدوائر ١١
نافذة الوصف ١١
سطر الحالة ١١
مفتاح الطاقة ١١
شريط القطع ١٥
تمارين ٢٠

الباب الثاني ٢٢

بناء وفحص الدوائر التماثلية ٢٢

أولاُ: تشغيل EWB ٢٣
ثانياً: اختيار المكونات اللازمة لبناء الدائرة: ٢٤
مصدر الجهد(البطارية) ٢٤

المقاومات ٢٥
التأريض ٢٥
ثالثاً: توصيل الدائرة ٢٦
رابعاً: تسمية المكونات ٢٨
خامساً: تحديد قيم المكونات ٣٠
سادساً: فحص الدائرة ٣٣
أمثلة وتطبيقات ٣٧
تمارين ٤١

الباب الثالث ٤٣

استخدام أجهزة القياس التماثلية ٤٣

مولد الدوال ٤٤
الأوسيلوسكوب ٤٥
الملتيميتر ٥٠
قياس المقاومة(Ω) ٥٠
قياس الجهد(V) ٥٠
قياس التيار(A) ٥١
راسم بود ٥٢
تطبيقات ٥٤
تمارين ٥٨

الباب الرابع ٦٠

بناء الدوائر الرقمية ٦٠

تمارين ٦٧

الباب الخامس ٦٩

استخدام الأجهزة الرقمية ٦٩

مولد الكلمات المنطقية ٦٩
المحول المنطقي ٧٢
المحلل المنطقي ٧٤

تمارين ٧٦

الباب السادس ٧٧

استخدام الدوائر الجزئية (SUBCIRCUITS) ٧٧

استخدام الدائرة الجزئية ٧٧

نقل الدوائر الجزئية إلى دوائر جديدة ٨٥